

## Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles Currículum Vitae

### 1. Introducción

La **Producción Más Limpia (PML)** es una estrategia de desarrollo y mejoramiento productivo aplicable a cualquier emprendimiento, a través del uso óptimo de los recursos naturales (i.e. suelo, bosque, aguas subterráneas, minerales, etc.), de los insumos (materia prima, agua, energía, combustibles, etc.), y del aprovechamiento de los residuos que se generan en forma inevitable. La PML incluye la aplicación de técnicas asociadas a la Prevención de la Contaminación (PC), la Eficiencia Energética (EE), y el Reciclaje, Re-uso y Recuperación de residuos (3R).

La aplicación de la filosofía y prácticas de PML permite:

- a) mejorar la eficiencia productiva y la calidad de los productos, así como reducir los costos de producción; todo ello incrementa la competitividad de los emprendimientos del sector productivo y del de servicios, a fin de facilitar su acceso a los mercados local e internacional;
- b) reducir la contaminación, contribuyendo a que los emprendimientos mejoren su desempeño ambiental, económico y social; y, al mismo tiempo, ahorren dinero al reducirse el tamaño y los costos de adquisición y operación de los sistemas requeridos para el tratamiento final de los residuos; y
- c) el rápido retorno de las inversiones en la aplicación de medidas de PML.

Para aplicar la filosofía y las prácticas de PML, se requiere implementar sistemas compatibles de gestión ambiental como parte de los sistemas de gestión global; adaptar, adoptar y/o recuperar conocimientos y tecnologías apropiadas; y, en última instancia, investigar y desarrollar nuevas tecnologías que se ajusten a las necesidades reales del emprendimiento.

### 2. Misión del CPTS

El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) es una Asociación Civil, sin fines de lucro, cuya Misión Institucional es “mejorar la eficiencia y competitividad de los emprendimientos productivos en los distintos sectores de la economía del país, en base a la introducción de la filosofía y las prácticas de la Producción Más Limpia (PML)”.

Con 18 años de experiencia y trayectoria, el CPTS se consolida como la organización líder en Producción Más Limpia en Bolivia, con una fuerte vocación hacia el desarrollo rural.

### 3. Objetivos del CPTS

El objetivo principal del CPTS es promover el concepto, las prácticas y las tecnologías de Producción Más Limpia (PML) en los **sectores productivos y de servicios** de la economía boliviana, para lograr:

- Un uso óptimo de los recursos naturales (i.e. suelo, bosque, aguas subterráneas, minerales, etc.) e insumos productivos (i.e. materias primas, agua, energía eléctrica, combustibles, etc.).
- Un incremento en la calidad de los productos y servicios, incluyendo, cuando corresponda, la certificación verde de productos ambientalmente sostenibles (i.e. productos ecológicos con certificación orgánica, *Fair Trade*, RSE y otros).
- El aprovechamiento de residuos que se generan en forma inevitable, para mejorar tanto su productividad como su desempeño ambiental.

Todo ello con el objetivo final de contribuir a la **conservación ambiental** y al **desarrollo sostenible** del país.

#### 4. Oferta de servicios del CPTS

Un componente central de la asistencia técnica en PML que el CPTS presta al sector productivo consiste en examinar a fondo la tecnología y los procedimientos operativos empleados por cualquier emprendimiento productivo, a fin de identificar las causas que generan ineficiencias en el sistema productivo. Estas causas normalmente caen dentro de los siguientes tres casos y correspondientes respuestas:

1. **Mejorar procesos productivos.** La tecnología es adecuada pero los procedimientos o protocolos operativos empleados son los que causan las ineficiencias. En este caso, la asistencia técnica del CPTS está dirigida a mejorar los protocolos operativos del sistema de gestión global, incorporando además en éste un sistema de gestión ambiental o, en su caso, mejorando el existente.
2. **Adecuar tecnologías existentes.** La tecnología empleada por un determinado emprendimiento no es la adecuada y, por ende, es la causante de sus ineficiencias. En este caso, existen dos posibilidades. La primera consiste en recuperar y adecuar o, en su defecto, adoptar y adaptar tecnología existente en el mercado. La segunda posibilidad cae en el Caso 3 siguiente.
3. **Desarrollar nueva tecnología.** No existe a nivel local ni en el mercado internacional la tecnología adecuada para los propósitos productivos del emprendimiento. En este caso, y dependiendo de la importancia del emprendimiento productivo a nivel de la economía local o nacional, el CPTS puede tomar la decisión de investigar y desarrollar la tecnología de PML adecuada para ese propósito.

Por increíble que parezca, en Bolivia existe un número significativo de actividades productivas que no cuentan con tecnologías adecuadas que permitan a sus usuarios proyectarse más allá del umbral de la subsistencia, debido simplemente a que los emprendimientos en cuestión no han tenido la capacidad de desarrollarlas; o porque las mismas no existen para la venta en el mercado nacional ni en el mercado internacional. Este fue el caso, por ejemplo, de la quinua y del achiote (ver Sección 6), los cuales carecían de tecnologías adecuadas para todos los eslabones de sus cadenas productivas (i.e. las tecnologías utilizadas hasta ese momento fueron adoptadas de otros procesos productivos, sin mayor adecuación, por lo que resultan muy ineficientes).

Para el desarrollo de una determinada tecnología, el CPTS realiza trabajos de investigación que se diseñan con fundamento en los principios de la PML. Un enfoque que ha dado resultados muy satisfactorios, es la recuperación de conocimientos artesanales/ancestrales, los cuales se examinan en términos científicos actuales para luego aplicarlos a las soluciones buscadas. De esta manera, los conocimientos artesanales/ancestrales son devueltos a sus usuarios en forma de tecnologías modernas de alta eficiencia (i.e. satisfacen los principios de la PML).

En este contexto, los servicios que el CPTS ofrece al sector productivo boliviano se desarrollan en torno a tres ejes de acción: a) la asistencia técnica en PML, incluyendo la capacitación; b) la investigación, desarrollo e implementación de tecnologías de PML; y c) la promoción e implementación de modelos productivos con un enfoque integral de ecosistemas para un desarrollo productivo, sostenible y participativo.

#### 4.1 Asistencia técnica en Producción Más Limpia (PML)

El CPTS ha proporcionado asistencia técnica en PML a más de **doscientos (200)** emprendimientos pertenecientes a varios sectores de la economía boliviana: (i) alimentos y bebidas; (ii) productos naturales; (iii) agricultura; (iv) madera; (v) curtiembres; (vi) mataderos; (vii) ingenios mineros y metalúrgicos; (viii) pinturas; (ix) productos químicos; (x) recubrimientos electrolíticos; (xi) hoteles; y (xii) centros de salud, entre varios otros.

Una muestra de 69 emprendimientos que implementaron medidas de PML, luego de recibir la asistencia técnica del CPTS, alcanzaron los resultados que se muestran en la Tabla 1 (en éste no se incluye los logros de los emprendimientos para los que el CPTS desarrolló nuevas tecnologías; ver la Sección 4.2).

**Tabla 1.** Resultados logrados por una muestra de 69 emprendimientos a los que el CPTS les hizo un seguimiento después de haberles prestado asistencia técnica en PML.

Parámetro medido (*)	Magnitud	Comentario
1. Reducción en el consumo de agua.	5.0 millones de m <sup>3</sup> /año	Equivalente al consumo de agua de 2.4 meses de la ciudad de La Paz.
2. Reducción de la DBO en las descargas residuales.	4,836 t DBO/año	Equivalente a la descarga orgánica de 1.7 meses de la ciudad de La Paz.
3. Reducción en el consumo de energía eléctrica.	2,731 MWh/año	Equivalente al consumo mensual de 20,600 familias bolivianas.
4. Reducción en el consumo de gas natural.	46,960 mpc/año	Equivalente a la energía proporcionada por 112,000 garrafas de 10 kg de GLP.
5. Reducción de las emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera.	4,548 t CO <sub>2</sub> /año	Equivalente a la absorción de CO <sub>2</sub> de 1,460 hectáreas de árboles forestales (asumiendo 400 árboles/ha).
Inversión total solo en medidas de PML recomendadas por el CPTS.	3 millones de US\$	Resultado de mediciones hechas durante trabajos de seguimiento.
Ahorro económico debido a mejoras en la eficiencia productiva.	2.7 millones de US\$/año	En base a datos reportados por los propios emprendimientos.

(\*) En esta tabla no se incluye parámetros como el incremento en el rendimiento de materias primas o mejoras en la calidad de los productos, ya que éstos tienen magnitudes y unidades de medida disímiles y, por ende, no pueden ser sumados (el CPTS cuenta con información desglosada por materia prima, por producto y por tipo de emprendimiento).

Adicionalmente, el CPTS prestó asistencia técnica a 9 emprendimientos en Responsabilidad Social Empresarial (RSE); y, en forma específica, a 1 emprendimiento en Sistemas de Gestión Ambiental.

Finalmente, cabe señalar que, en los últimos años, la asistencia técnica en PML se especializó en dos grandes campos:

- El primero se orienta al sector productivo y de servicios, y específicamente a las necesidades del sector empresarial manufacturero, el cual se enmarca en un Modelo de Excelencia en PML, como una herramienta mejorada, adecuada y establecida en Bolivia por el CPTS. Este modelo es la base de la Norma Boliviana NB 61002, la cual fue desarrollada por el CPTS en colaboración con el IBNORCA.
- El segundo se orienta a promover un modelo de negocios plurales en el marco del desarrollo rural sostenible.

## **4.2 Investigación, desarrollo e implementación de tecnologías de PML**

El CPTS ha desarrollado e implementado nuevas tecnologías de PML en seis (6) sectores de la economía boliviana: (i) alimentos y bebidas; (ii) agricultura; (iii) curtiembres; (iv) madera; (v) productos naturales; e (vi) ingenios mineros. Las nuevas tecnologías se implementaron en forma directa, incluyendo la asistencia técnica requerida, en un total de 31 emprendimientos (éstos incluyen empresas, cooperativas y asociaciones de productores, entre otros) pertenecientes a los distintos sectores mencionados.

El CPTS ha planificado, ejecutado, monitoreado y evaluado proyectos relacionados a la promoción de tecnologías de PML y buenas prácticas para el aprovechamiento de productos naturales del bosque (achiote, cacao silvestre, castaña) y de productos agrícolas en distintas zonas geográficas del país, sea del Altiplano (quinua), las estribaciones cordilleranas de los Yungas (café), el Chapare cochabambino y otras regiones.

El CPTS ha tenido intervenciones específicas en el eslabón primario de la producción (i.e. producción agrícola y el aprovechamiento de productos naturales de bosque); en los eslabones intermedios de la producción (i.e. el beneficiado de productos naturales y productos agrícolas con certificación orgánica); y, el desarrollo de procesos de transformación para dar mayor valor agregado a los productos beneficiados.

Para ilustrar el alto impacto benéfico que tienen las tecnologías de PML en términos económicos, sociales y ambientales, en la Sección 6 se describe tres casos de investigación, desarrollo e implementación de nuevas tecnologías de PML en los rubros de quinua, café y achiote (6.1, 6.2 y 6.3), que fueron financiadas principalmente por USAID, la Embajada Real de Dinamarca, *Save the Children* y otras agencias de cooperación.

## **4.3 Enfoque integral de ecosistemas para un desarrollo productivo, sostenible y participativo**

Las intervenciones del CPTS incluyen la caracterización o diagnóstico de las zonas de emplazamiento de las intervenciones, análisis de los problemas técnicos y ambientales asociados a los sistemas de producción convencional y tradicional de la zona, así como el planteamiento o respuesta a la problemática identificada con un enfoque integral de producción sostenible y con carácter participativo de las comunidades de productores y otros actores involucrados.

Este enfoque integral para la producción sostenible incluye, entre otros, la dimensión económica productiva, el ámbito social y el componente ambiental, considerando la conservación de ecosistemas, conservación de la biodiversidad y de la agro-biodiversidad, manejo de suelos y aguas, así como la incorporación de prácticas de reforestación para propósitos de amortiguamiento y de protección (Ver en **6.4** un proyecto demostrativo en ciudad de Tarija como ejemplo de enfoque integral para el manejo de recursos y residuos en área urbana).

Para el área rural, el CPTS está promoviendo un Modelo de Negocios Plurales para algunos rubros agrícolas que tienen ventajas comparativas y muestran un mayor potencial económico. La idea es conformar empresas plurales entre una comunidad de productores de algún cultivo específico, una empresa beneficiadora con acceso al mercado, un financiador/inversor con aportes de capital fresco y un proveedor de asistencia técnica con capacidad de realizar las transferencias tecnológicas necesarias.

## 5. Alianzas estratégicas, convenios institucionales, capacitación en PML

Para el desarrollo de sus actividades, el CPTS ha establecido alianzas y acuerdos con distintas entidades públicas y privadas, en el ámbito empresarial, académico y de cooperación, con el objetivo de encontrar espacios de complementación y de acciones sinérgicas para lograr mayores probabilidades de éxito. Entre las entidades con las cuales se tiene alianzas, convenios y/o acuerdos deben mencionarse, entre otras:

- Complejo Industrial y Tecnológico YANAPASIÑANI, (CITY), empresa encargada de la construcción de maquinaria desarrollada por el CPTS.
- ALIANZA QUINUA conformada, entre otras instituciones, por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS), la Cámara Boliviana de Exportadores de Quinua y Productos Orgánicos (CABOLQUI), *Andean Valley* S.A. (AVSA) y la cooperación internacional (Embajada Real de Dinamarca).
- Gobierno Municipal de Tarija
- Gobernación de Tarija
- *Save the Children*, con quienes se difundió la tecnología para el beneficiado de achiote
- Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la Universidad Mayor de San Andrés
- La comunidad de Ayamaya, en la cual se desarrollan las pruebas de validación de la tecnología agrícola para la producción de quinua en tierras áridas del altiplano, desarrollada por el CPTS.
- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA)

Adicionalmente, el CPTS tiene relación directa con otras instituciones, especialmente ONGs y fundaciones, a quienes ha impartido capacitación o ha realizado trabajos conjuntos. Entre ellas: El Centro de Desarrollo Forestal Amazónico (CADEFOR), Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Cámara de la Pequeña y Mediana Empresa (CADEPIA), Cámara Departamental de Industrias de Cochabamba, *Pachamaman Urupa Qhantawi*, Institución Financiera de Desarrollo (IDEPRO), Cámara de Exportadores de Cochabamba (CADEXCO).

El CPTS ha desarrollado actividades destinadas a capacitar recursos humanos en producción más limpia y ha desarrollado un conjunto de materiales audiovisuales, guías técnicas de PML para distintos rubros; un Manual para el uso Eficiente del Agua y metodologías la aplicación del Modelo de Excelencia en PML. Se ha capacitado a más de 1,300 ingenieros, técnicos y operadores de planta de empresas de distintos rubros, entre ellas:

Capacitación en PML a miembros de Asociaciones de Productores de distintos rubros.

Capacitación a agricultores en el tratamiento de residuos para la producción de compost.

## 6. Ejemplos del alto impacto asociado al uso tecnologías de PML

Los siguientes ejemplos describen los procesos productivos en los que el CPTS intervino mediante la investigación, desarrollo e implementación de tecnologías de PML, incluyendo la recuperación y adecuación de tecnologías locales, así como la magnitud de los impactos benéficos que tuvieron las tecnologías de PML introducidas.

### 6.1 Ejemplo 1: Tecnologías de PML para los eslabones productivos de la quinua

Con este ejemplo, se ilustran los temas abordados en las Secciones 4.1, 4.2 y 4.3.

#### 6.1.1 Beneficiado y exportación de quinua orgánica

Entre los años 2001 a 2004, y bajo el esquema descrito en la Sección 4.1, el CPTS prestó asistencia técnica en PML a las siguientes cinco empresas dedicadas al beneficiado de la quinua:

- Asociación Nacional de Productores de Quinua (ANAPQUI), Challapata, Oruro.
- JATARIY SRL, Comunidad Vito, Oruro.
- *Irupana Andean Organic Food SA* (IRUPANA), Villa La Merced, La Paz.
- *Andean Valley SA* (AVSA), Jupapina, La Paz
- Cereales Andina SRL (CA), Villa Tunari, El Alto.

Como resultado, además de recomendar medidas de PML para mejorar la eficiencia de las tecnologías utilizadas por estas empresas (en general, sus tecnologías eran muy similares entre si), el CPTS llegó a la conclusión de que dichas tecnologías tenían muy baja capacidad de procesamiento (era un cuello de botella muy serio para las exportaciones), además de que tenían serias limitaciones para poder mejorar sus eficiencias operativas (i.e. sus costos de operación eran altos, y la generación de residuos, sobre todo de saponinas, tenían impactos ambientales inaceptables).

En consecuencia, entre los años 2004 a 2006, dado el potencial económico de la quinua para el Altiplano boliviano, el CPTS decidió desarrollar nueva tecnología para el beneficiado de la quinua. Tanto la investigación como el diseño y la construcción de los prototipos de primera fase se realizaron en forma consecutiva (la empresa de metalmecánica CITY SRL fue la que apoyó al CPTS en la construcción de dichos prototipos), hasta que finalmente este proceso concluyó con el diseño y la construcción de los prototipos finales (también construidos por CITY), los cuales fueron instalados en forma experimental en la empresa *Andean Valley SA* (AVSA) para su validación.

Durante el proceso de validación, AVSA procesó 500 toneladas de quinua, y las mediciones operativas realizadas fueron la base para el diseño final de la línea de beneficiado comercial (la empresa autorizada para fabricar esta tecnología es CITY SRL).

Los componentes principales de esta línea de beneficiado, son: i) un sistema de limpieza por vía seca; ii) un sistema de limpieza por vía húmeda; y iii) un sistema de secado. Estos tres componentes están acompañados de equipos auxiliares, como ser silos, correas transportadoras, elevadores de cangilones, tolvas de carga, extractores de polvo y de humedad, ecualizadores de la presión de agua, sistema de suministro de GLP y/o GN, clasificadores granulométricos, envasadoras y otros. La capacidad de procesamiento de cada línea de beneficiado es de 2,500 toneladas por año.

En la Tabla 2 se compara las capacidades de beneficiado y las eficiencias entre las líneas de beneficiado antiguas (con tecnología tradicional) y la tecnología del CPTS construida en CITY.

Sobre esta base, y entre los años 2007 a 2010, se implementaron 7 líneas de beneficiado de quinua en las empresas señaladas en la Tabla 3.

**Tabla 2** Comparación de capacidades de beneficiado y de eficiencias entre la tecnología del CPTS y las tecnologías tradicionales.

Característica	Situación		Diferencia
	Tecnología tradicional	Tecnología CPTS	
Capacidad de beneficiado de grano de quinua (Kilogramos de quinua / hora).	90	1,000	910 (1011%)
Porcentaje de pérdida de materia prima (% pérdida).	3.5	0.75	2.75 (78.6%)
Porcentaje de recuperación de polvo de saponina (% recuperación).	0.0	95	95
Potencia eléctrica demandada de las líneas de beneficiado (kVA).	31.5	19	12.5
Consumo específico de energía eléctrica (kWh / tonelada de quinua).	101.6	19	82.6 (81.3%)
Consumo específico de agua (metro cúbico de agua / tonelada de quinua).	14	4.5	9.5 (69.9%)
Consumo específico de GLP (kilogramo de GLP / tonelada de quinua).	33	9	24 (72.7%)

**Tabla 3** Empresas en las que instaló plantas comerciales de beneficiado de quinua después del año 2006.

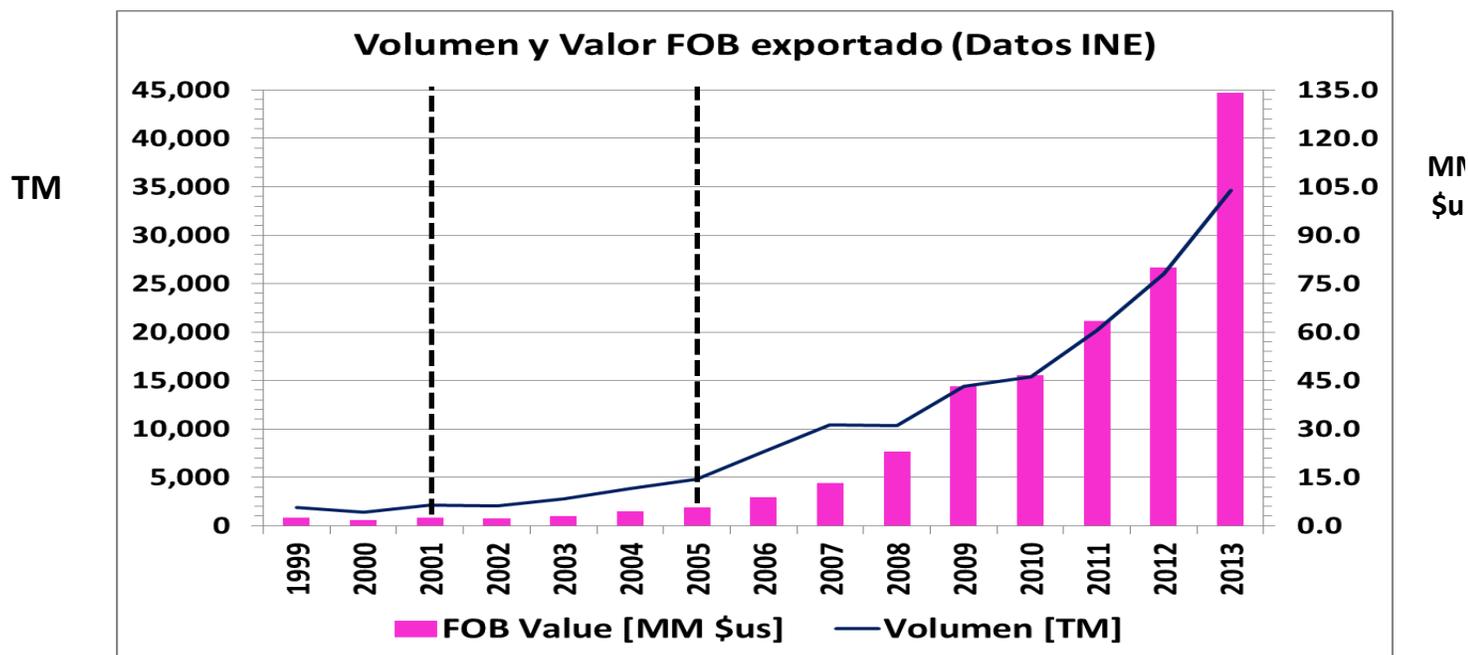
Empresa	Capacidad instalada (t / año)	
	Antes de 2006	Año 2010
1. Andean Valley SA (Río Seco, El Alto, La Paz)	240	(*) 4,200
2. ANAPQUI (Challapata, Oruro)	620	2,500
3. CECAOT (Uyuni, Potosí)	440	2,500
4. QUINUABOL (Lahuachaca, La Paz)	600	2,500
5. IRUPANA (El Alto, La Paz)	600	2,500
6. CITY SRL (El Alto, La Paz)	50	2,500
7. JISA (El Alto, La Paz)	0	2,500
Capacidad total instalada en 7 empresas:	2,550	19,200
Capacidad total instalada en Bolivia:	5,000	26,000

(\*) AVSA aún sigue operando con los prototipos finales (capacidad de 1,700 t/año); y adquirió la línea moderna que tiene una capacidad de procesar 2,500 t/año (la planta antigua fue desmantelada).

La capacidad total instalada en las 7 empresas mencionadas en la Tabla 3 representa el 74% de la capacidad total instalada en Bolivia. Sin embargo, más del 80% de las exportaciones de quinua orgánica se procesan con la tecnología desarrollada por el CPTS y construida por CITY SRL.

En la Figura 1 se muestran dos gráficas correspondientes a la cantidad y al valor FOB de las exportaciones anuales de quinua orgánica durante el período 1999 a 2013 (datos INE-Bolivia). En esta Figura, nótese que el período 2001 a 2005 coincide con el período durante el cual el CPTS realizó los diagnósticos de PML en las principales empresas de beneficiado de quinua, y durante el cual las empresas de beneficiado implementaron recomendaciones de PML propuestas por el CPTS.

Nótese también que el período 2006 a 2011 coincide con el período durante el cual se construyeron e instalaron las 7 líneas de beneficiado mencionadas en la Tabla 3, y en la que las empresas más grandes incrementaron sus capacidades de beneficiado y exportación con la tecnología desarrollada por el CPTS.



**Figura 1** Cantidad y valor FOB de las exportaciones anuales de quinua orgánica durante el período 1999 a 2013 (datos INE-Bolivia).

Finalmente, el valor total de las exportaciones de quinua orgánica durante el año 2011 fue de US\$ 63 millones, hecho que convierte a la quinua en uno de los más importantes productos agrícolas de exportación de Bolivia después de la soya. Es importante mencionar que esta tendencia continúa y se va acentuando cada vez más: para 2012, se reporta un valor en las exportaciones de \$us 80 millones y, para el 2013, se estima que el país llegó a \$us 135 millones. Más importante aún, es el hecho que aproximadamente el 66% del valor de las exportaciones de quinua orgánica (i.e. US\$ 89 millones el año 2013) beneficiaron a los productores de quinua en forma directa, sin intermediarios.

### 6.1.2 Tecnología para la producción agrícola de quinua en tierras áridas

Después de introducida la tecnología de PML para el beneficiado de quinua, el nuevo cuello de botella para las exportaciones resultó ser la producción agrícola de la quinua orgánica. Un problema central para incrementar la producción agrícola es que las tierras tradicionales, relativamente fértiles, son escasas en el Altiplano boliviano.

Para resolver este problema, el CPTS decidió investigar y desarrollar tecnología de PML para la producción agrícola de quinua en las abundantes tierras áridas que existen en el Altiplano boliviano, basándose en el hecho que la quinua es una halófita facultativa, altamente selectiva, donde la tierra puede ser utilizada simplemente como un sustrato inerte para las plantas, a las cuales se les agrega nutrientes orgánicos asimilables en cantidades suficientes y bajo ciertas características que permiten lograr los siguientes resultados específicos:<sup>1</sup>

- Obtener un rendimiento y una calidad de grano predeterminado a voluntad (la calidad del grano se define no solo en términos morfológicos, como tamaño, color, etc., sino también en términos del contenido y calidad de proteínas y minerales, entre otros).

<sup>1</sup> Este concepto ha sido bautizado con el nombre de "Arenoponía", palabra que fue sugerida por el Ing. Agr. Antonio Gandarillas durante una presentación del proyecto quinua del CPTS hecha al equipo técnico de PROIMPA.

- Asegurar la estabilidad de las tierras áridas, de manera que no sean susceptibles de sufrir erosión eólica, entre otros.

Estos resultados llevaron al CPTS al diseño de un modelo agrícola específico para tierras áridas del Altiplano. Este modelo agrícola no pretende convertir las tierras áridas en suelos fértiles; las tierras áridas, aunque productivas, permanecerán siempre áridas, pero ambientalmente protegidas, particularmente contra la erosión. La mejor garantía de que esto ocurra es, obviamente, el interés económico asociado a la producción masiva de la quinua en estas tierras áridas.

El componente físico del modelo desarrollado está constituido fundamentalmente por la Unidad Agrícola Productiva (UAP), la que a su vez está constituida por infraestructura, facilidades (i.e. pozo de agua de 50 m de profundidad, vivero forestal, y otras), maquinaria auxiliar y la siguiente tecnología agrícola que fue diseñada en base a resultados de 5 años de investigación, y construida a nivel de prototipos finales por CITY SRL:

- Sembradora
- Fumigadora – Dosificadora de enmiendas líquidas – Regadora
- Cosechadora
- Secadora Solar
- Trilladora – Venteadora – Seleccionadora de Semilla
- Generador eléctrico acoplado a la toma de fuerza de un tractor

Esta tecnología y el *know-how* agrícola desarrollados se encuentran actualmente en proceso de validación, a fin de proceder con la fabricación comercial de dicha tecnología. Un paquete tecnológico está diseñado para producir 250 toneladas de quinua orgánica por año, utilizando para ello 500 hectáreas de tierras áridas, con 250 ha en producción anual y las otras 250 ha bajo manejo (en preparación para el próximo ciclo agrícola). De cada bloque de 250 ha, solo 200 ha están sembradas con quinua, y 50 ha se destinan para áreas reforestadas, caminos internos de servicio, áreas de amortiguamiento y áreas de protección.

Para implementar su propuesta de un nuevo modelo productivo en tierras áridas del altiplano, el CPTS está promoviendo, además, un *modelo de empresa plural para la producción de quinua orgánica en tierras áridas del Altiplano boliviano*.

### **Modelo de empresa plural para la producción de quinua orgánica en tierras áridas del Altiplano boliviano**

Para implementar su propuesta de un nuevo modelo productivo en tierras áridas del altiplano, el CPTS está promoviendo un *modelo de empresa plural para la producción de quinua orgánica en tierras áridas del Altiplano boliviano*. El modelo se basa en la constitución de una empresa plural—contemplada en la Constitución— de carácter comercial, conformada por varios socios: una comunidad que aporte tierra comunitaria, un inversionista (o financiador) que provea el capital de inversiones, una empresa beneficiadora que maneje la certificación orgánica y asegure el mercado, y el CPTS (con o sin participación societaria) que garantice la asistencia técnica necesaria realizando las transferencias tecnológicas del caso.

El modelo de empresa plural está basado en una *forma colectiva de tenencia de la tierra* —se refiere a tierras áridas del altiplano que no han sido parceladas—. Por ejemplo, la empresa plural podría estar constituida por:

- Una comunidad que participa con 5,000 ha de tierra comunitaria e integra la empresa plural (UPI) con el 50% de las acciones. Para garantizar la seguridad jurídica, se apela a un concepto arraigado en las comunidades: modelo *al partir* de las utilidades (no de la tierra ni de la producción).
- Un inversionista (o financiador) que aporta el capital requerido para las inversiones de la UPI, con derecho al 27% de las utilidades (actualmente equivale a una tasa de interés del 25%)

- Un ejecutor que está certificado y capacitado por el CPTS para manejar una UPI (le corresponde el 18% de las utilidades, que incluye un porcentaje para el CPTS, negociable en función del nivel de necesidad de asistencia técnica del ejecutor)
- Una empresa beneficiadora de quinua para manejar el programa de certificación orgánica y garantizar el mercado (le corresponde el 5% de las utilidades para cubrir los costos de transporte y certificación)

La empresa plural se maneja a través de un Comité de Gestión que cuenta con una estructura organizativa, un reglamento interno y es responsable de la planificación, ejecución y evaluación participativa de la empresa.

El Comité de Gestión Plural está conformado por un representante de cada uno de los socios, y es equivalente al Directorio de una sociedad comercial. El Gerente de la UPI preferiblemente un ingeniero agrónomo, si bien dotado de las prerrogativas de gestión de toda gerencia, depende de los lineamientos de gestión establecidos por el Ejecutor.

Otro concepto importante que introduce este modelo productivo (ver recuadro correspondiente) son los “Gastos Socialmente Aceptables” (GSA). Se trata de una norma contable para la apropiación de gastos en la gestión de la UPI. Los GSA para la contabilidad de la empresa plural son todos aquellos gastos que tienen que ver estrictamente con la producción: combustible, estiércol, salarios, etc. Todos los demás gastos de ejecución de los socios de la empresa no son imputables al proyecto (gestión de la UPI) y corren por cuenta propia (tienen su contraparte en la respectiva participación en las utilidades del negocio plural).

El capital tangible aportado por el inversor se destina a las inversiones en infraestructura, maquinaria/equipos, insumos y capital de trabajo para gastos de operación. Para la escala de producción de una UPI, se estiman inversiones cercanas a los 7.5 millones de dólares. Si bien se han elaborado planes de negocios para inversiones programadas de 10 años, se estima que *la tasa de retorno del capital tangible será elevada* (cercana al 40%) por tratarse de un rubro con mercado en expansión

El inversionista podría ser una empresa privada o también el Estado, en este último caso estaría cumpliendo su rol de correr riesgos por cuenta de la sociedad (si bien su principal rol sigue siendo el de garantizar la seguridad jurídica de los emprendimientos que sí arriesguen su capital). La beneficiadora puede ser una empresa privada o asociación de productores, lo importante es que tenga acceso al mercado. Al inicio el ejecutor puede ser el CPTS para garantizar la buena gestión de la UPI y la calidad técnica de la producción, mientras que al cabo del período programado de inversiones los activos podrían quedar en manos de la comunidad (salvo si se diera la decisión de renovar el negocio plural por parte de los socios).

## **6.2 Tecnologías de PML para los eslabones productivos del Achiote**

La semilla del Achiote es la materia prima de la cual se obtiene la bixina y nor-bixina, colorantes naturales de alta demanda en la industria de alimentos, medicamentos y cosméticos. Los productores de distintas regiones del país (los Yungas, Chapare, Santa Cruz) comercializan dichas semillas a través de intermediarios encargados de su posterior exportación. Para el beneficiado de las cápsulas de achiote, los productores adaptan tecnología diseñada para el beneficiado de otros granos. Este hecho provoca bajos rendimientos y, por tanto, menores beneficios para los productores.

Por otra parte, al ser un producto de recolección del bosque, los productores no cuentan con las técnicas y procedimientos adecuados para el mejor manejo y cuidado del bosque natural de achiote. Este hecho redundará también en bajos rendimientos y pérdida de material.

El CPTS desarrolló las siguientes metodologías y tecnologías tanto para la producción primaria de semilla de Achiote, como para su cosecha y operaciones de post-cosecha:

- Método y técnicas para el manejo de un bosque natural de achiote y para determinar el punto óptimo de maduración de las cápsulas de achiote antes de su cosecha.

- Método para las operaciones de cosecha, transporte y secado de las cápsulas de achiote.
- Diseño y construcción de una Trilladora de alta eficiencia específicamente diseñada para la obtención de semilla de Achiote (con pérdidas muy bajas del colorante).
- Tecnología de PML para dar valor agregado a la semilla de Achiote (obtención de Bixina y nor-Bixina).

La tecnología desarrollada por el CPTS ha sido probada en distintas asociaciones de productores de achiote en la región de Caranavi del Departamento de La Paz, habiéndose obtenido resultados muy importantes, especialmente en la reducción de pérdidas de material, y del personal necesario para las operaciones de trillado. (Ver Tabla 4 para información de resultados)

**Tabla 4. Resultados de la implementación de la maquinaria de Achiote diseñada por el CPTS**

Detalle	Equipo adaptado <sup>(*)</sup>	Tecnología CPTS	Reducción/incremento [%]
Capacidad de procesamiento [qq/h]	3	4.4	46
Requerimiento de mano de obra [N° personas]	6-7	3	50
Uso de combustible [L gasolina/qq]	1	0.5	50
Pérdidas de semilla [%]	10	> 3	70
Pérdidas materia colorante [%]	30	> 5	83

<sup>(\*)</sup>Luego del trillado la semilla debe ingresar al venteador, por una o dos pasadas para poder realizar la limpieza

### 6.3 Tecnologías de PML para un eslabón productivo del Café

#### Introducción de prácticas de PML en la producción y beneficiado del café

La producción de café ha ido incrementándose en los últimos años, especialmente por sus cualidades de café orgánico y de alta calidad, principalmente el denominado Café de Altura producido en la zona de Caranavi. Sin embargo, la falta de técnicas y procedimientos adecuados tanto en la producción agrícola, en la recolección y en su posterior beneficiado, han reducido la productividad en campo y ponen en riesgo la calidad del producto final, además de los problemas de contaminación ambiental como consecuencia del consumo elevado de agua durante el beneficiado y la generación de residuos contaminantes que se vierten en los cuerpos de agua.

El CPTS ha realizado Diagnósticos de Producción Más Limpia (DPML) en 18 empresas y asociaciones productoras de café: 12 empresas de beneficiado húmedo (pre-beneficio), 5 empresas de beneficiado seco y una tostadora. Esto permitió identificar los principales problemas que afectaban a la calidad del café exportado y al rendimiento que se obtienen. Entre ellos:

#### Producción Agrícola, cosecha

- Bajos rendimientos en los cultivos por la falta de renovación de cultivos y desarrollo de plagas como consecuencia de malas prácticas culturales, entre ellas: falta de podas adecuadas sin control de la altura de los cafetos, desyerbe y recojo del café guinda que cae de los cultivos.
- Pérdida de la calidad del producto final (café oro) por falta de prácticas de cosecha selectiva (frutos maduros, sobre maduros, pintones y frutos verdes).
- Deterioro de la calidad debido a las malas condiciones de transporte del café guinda cosechado hacia los centros de acopio (fermentación que conferirle un sabor indeseable al café). y “tazas” de café con baja puntuación
- Ausencia de control de calidad del café guinda que ingresa a las plantas de beneficiado.

- Pérdidas de producto en las despulpadoras por falta de selección por tamaño de café guinda que ingresa.
- Exceso de consumo de agua por la mala instalación de equipos de beneficiados. Se utiliza el agua como medio de transporte para llevar el café de una operación a otra. Las aguas residuales se descargan a los cuerpos de agua sin que se realice ningún tratamiento.
- Tiempo excesivo en el proceso de beneficiado, pérdida de calidad y de producto debido al uso excesivo de agua, especialmente en el despulpado, fermentado y en los canales de correteo.
- Falta de control en el proceso de secado del café. La mayoría de las beneficiadoras no cuenta con instalaciones adecuadas para secar el café que procesan y tampoco cuentan con equipos que les ayuden a medir la pérdida de humedad del café pergamino.
- Procesos de enmohecimiento que afectaran la calidad y aspecto del café debido a la falta de control de humedad en el traslado entre las plantas de beneficiado húmedo y las plantas de beneficiado seco.
- Producto no homogéneo en el porcentaje de humedad por las malas prácticas de secado.

Para la solución de los problemas antes mencionados, el CPTS desarrolló nuevas metodologías y técnicas, especialmente en las operaciones de beneficiado húmedo y seco. En este propósito se coordinó con otras instituciones que trabajan con el rubro para formar alianzas que permitan implementar medidas de PML. Entre ellas, el Proyecto Actividad Rural Competitiva (ARCo) de USAID, la DED y GTZ de la cooperación alemana, *Freres des Hommes*, FECAFEB, etc. Esto permitió implementar las soluciones que se describen a continuación

#### **Para el beneficiado húmedo**

- Adecuaciones en el *lay-out* de las plantas de beneficiado para evitar la utilización de agua como medio de transporte.
- Introducción de técnicas de desmucilaginado mecánico para remplazar las operaciones de fermentado y lavado en canales de correteo.
- Capacitación a operarios y técnicos de las empresas y asociaciones en las cuales se implementaron estas medidas.
- Implementación de sistemas de control de calidad del café guinda que llega a las plantas de beneficiado

#### **Para el beneficiado Seco**

- Se mejoraron las condiciones del seleccionado manual, mediante la implementación de mesas de selección, diseñadas para realizar esta operación.
- Se mejoraron las condiciones de almacenamiento del café pergamino y café oro, mediante la utilización de doble bolsa, adecuación de los almacenes, etc.

#### **Para la producción agrícola, cosecha**

- Formación de viveros para la producción de plantines para la renovación de plantaciones, dotando, además, de herramientas para realizar las podas y limpieza de las parcelas.
- Equipamiento para realizar la cosecha de café en mejores condiciones.
- Capacitación de técnicos y operarios y difusión, a través de talleres, de las prácticas adecuadas para realizar el cuidado del café y para realizar una selectiva.

#### **Beneficios obtenidos**

Algunos de los resultados más importantes tienen que ver, principalmente, con el cuidado del medio ambiente, como es la reducción del consumo de agua; con el tiempo y esfuerzo de los operarios y con la calidad del producto final.

- Reducción del consumo del agua en más del 85%. En promedio, de 15 a sólo 2 litros de agua por kilogramo de café guinda beneficiado.

- Reducción sustancial del tiempo de pre-beneficio. Antes se necesitaba un promedio de 30 horas desde que el café llegaba a la planta de beneficiado hasta que se encontraba listo para ser llevado a los cachis o guardiolas de secado. Actualmente sólo se requieren de 3 a 5 horas.
- Preservación de la calidad del café, obteniéndose tazas con puntuaciones entre 85 y 90, superando la calidad que se obtiene con los procedimientos tradicionales.
- Reducción de la carga de trabajo de los operarios, debido a la eliminación de los canales de correteo. Antes se requería de 2 a 3 horas por lote de café que se lavaba, este tiempo incluía la descarga de las piscinas, lavado y embolsado del café para llevar a los cachis o las mesas de oreó. Ahora ese tiempo puede ser utilizado para controlar el secado de café.
- Extracción del mucílago, en forma concentrada, lo que permite su aprovechamiento en la producción de biol y biogás, y evita la contaminación de las aguas. (Ver tabla 4 para información de resultados)

**Tabla 5. Resultados de la implementación técnica de desmucilaginado mecánico**

Detalle	Proceso tradicional	Implementando técnica de desmucilaginado	Reducción/incremento [%]
Cantidad de agua utilizada [L/kg]	15	2	87
Tiempo de procesamiento [h]	30	5	83
Requerimiento de mano de obra [N° personas]	5	2	60

La técnica asegura que se preserve la calidad del café.

#### 6.4 Tecnologías de PML para el manejo integral de recursos y residuos en ciudad de Tarija

##### Proyecto Demostrativo en el Matadero Municipal de Tarija

Una de las principales fuentes de contaminación de la cuenca del río Guadalquivir, Tarija, tiene su origen en las descargas de residuos (sangre, contenido de rumen y aguas contaminadas) que realiza el matadero Municipal de la ciudad de Tarija. Este problema, común en la mayoría de mataderos existentes en el país, es una consecuencia de la falta de sistemas de tratamiento que suponen cierto grado de complejidad tecnológica y altos costos, tanto en la inversión como en las operaciones. Sin embargo, una opción compatible con la producción más limpia es la revalorización de los residuos, es decir, la introducción de tecnologías que permita recuperar los residuos y darles una nueva utilidad.

A fin de solucionar este problema, en el caso específico del matadero Municipal de Tarija, el CPTS implementó el proyecto denominado “**Valorización de los residuos del Matadero Municipal de Tarija (MMT)**”. Esta experiencia se llevó a cabo en el marco del “Proyecto de Saneamiento del Río Guadalquivir y manejo integral de los Recursos Hídricos del Valle Central de Tarija”. El proyecto incluye la instalación y operación de un sistema que combina la lombricultura y el humucompostaje. Para este fin se construyó un lombriario y se conformó pilas de humucompost. El propósito de ambas instalaciones es digerir los residuos y producir, a partir de ellos, humus que podrá ser aprovechado por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija en obras de ornato público y otras plantaciones.

El Sistema de transporte de rumen y sangre del MMT al área del lombriario consta de un sistema automatizado que utiliza bombeo hidroneumático. El sistema trata alrededor del 70 % de los residuos sólidos generados en el matadero, y actualmente se han realizado las primeras “cosechas” de compost para ser utilizado en las áreas verdes de la ciudad. Los impactos más importantes que se lograron con la implementación de esta medida son: evitar el vertido de 1 ton de sangre y al menos 2.5 ton de contenido de rumen por día de funcionamiento del matadero a la quebrada Cabeza de Toro. Esta medida permitió que el matadero cuente con la licencia ambiental correspondiente y con el registro del SENASAG.

Se estima que con la implementación del Proyecto Demostrativo se está evitando la descarga de 240 ton/año de sangre (aproximadamente 42 ton/año DBO5) y 600 ton/año de contenido de rumen (9 ton/año de DBO5) a la quebrada Cabeza de Toro, contigua al MMT.”

El proyecto ha sido complementado con la introducción de medidas de PML en las instalaciones del MMT, lo cual ha permitido reducir el consumo de agua en un 30%, aproximadamente. (Ver Tabla 6 para información de resultados)

**Tabla 6 Resultados implementación de proyecto de humucompostaje y programa de uso eficiente de agua**

Detalle	Cantidad (antes de CPTS)	Después de implementación	Reducción [%]
Consumo de agua [m3/año]	25,000	16,250	35
Descarga de sangre de reses [t/año]	240	48	80
Descarga de sangre de cerdos [t/año]	40	8	80
Contaminación debida la descarga de sangre [ton DBO/año]	48	38.4	80
Contenido ruminal de las panzas de res [t/año]	575	58	90