

# EXPERIENCIA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS DE LA UPS EN LA AMAZONÍA

Matteo Radisse\*

## 1. Introducción

Fomentar el desarrollo de la Amazonía implica muchas veces deshacerse del estilo de pensamiento típico de la ciudad, en donde las necesidades, tanto humanas como profesionales, pueden ser satisfechas tan sólo con visitar el supermercado en busca de comprar bienes de primera necesidad o yendo donde un especialista del sector a que nos proporcione soluciones. Sin dejar de mencionar que el medio urbano cuenta con variadas tecnologías que nos ayudan a mejorar la eficiencia de nuestro trabajo: Internet, teléfono, electricidad, etc.

¿En la selva, donde no hay agua de red ni electricidad, donde no hay caminos sino sólo ríos y avionetas, que son las que llegan a las comunidades, cómo es posible hacer negocio? ¿Puede la gente desarrollar su propia actividad económica que no



---

\* Miembro del Voluntariado Internacional para el Desarrollo-VIS en convenio con la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador.

prevea talar sin parámetros los árboles para sacar madera o deforestar para sembrar pastos? ¿Cómo la Amazonía, que representa un medio muy importante de aprovechamiento de los recursos naturales, puede devenir más competitiva hacia el mercado nacional e internacional sin maltratar al ecosistema; es decir, la gente, los animales, los vegetales y los elementos de suelo y aire que la constituyen?

**El objetivo de esa formación es proporcionar y fortalecer conocimientos técnicos en el área agrícola y de transformación de recursos naturales.**

El desafío propuesto es grande, pero sí hay posibilidades. Primero es necesario implementar una lógica distinta a la que habitualmente consideramos, es decir: “aplico la tecnología recién desarrollada tanto a mi vida como a mi trabajo, aprovechando los nuevos descubrimientos tecnológicos”.

Pero, el desafío es distinto en áreas donde no hay ciertos prerrequisitos básicos que se traducen en determinar si “aporto yo modificaciones a la tecnología que puedan aplicarse en el medio especial en el que vivo”. De esta forma sectores en donde la tradicional tecnología no serviría de nada debido a la ausencia de condiciones mínimas como agua y electricidad, se transforman en algo estrechamente relacionado al medio que incluso representa la única forma para valorarlo.

La UPS de forma conjunta con el VIS (Voluntariado Internacional para el Desarrollo), ONG italiana que trabaja desde el año 2000 en el sur del Oriente ecuatoriano, llevan varios años de experiencia en la formación técnica de jóvenes y profesionales del lugar. El objetivo de esa formación es proporcionar y fortalecer conocimientos técnicos en el área agrícola y de transformación de recursos naturales, que brinden oportunidades de autodesarrollo para las comunidades amazónicas más aisladas de las provincias de Morona Santiago y Pastaza. De hecho para que la transferencia de tecnologías alternativas sea efectiva es necesario que responda a las necesidades de la gente beneficiada, y que la misma conozca los principios técnico-científicos que están a la base de su funcionamiento.

La UPS ofrece en Macas (Morona Santiago) la “Tecnología en Procesamiento de Recursos Biológicos Amazónicos”, programa de la Carrera en Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. El programa se propone capacitar a jóvenes y profesionales que viven en la Amazonía, con un enfoque especial a los campesinos indígenas (Shuar y Achuar), en el área de la explotación y transformación sostenible de los recursos biológicos amazónicos. De hecho una estrategia para aprovechar de forma sustentable los recursos naturales es sensibilizar y capacitar a aquellos que dependen de dichos recursos sobre su manejo racional. Además, el objetivo es preparar a personas que tengan conocimientos para implementar pequeñas realidades productivas, de acopio y transformación de recursos biológicos amazónicos, desarrollando un tejido empresarial indispensable para un desarrollo económico del suroriente ecuatoriano.

Es necesario para ofertar una propuesta llamativa y de real interés para el desarrollo del medio, definir

asignaturas que tomen en cuenta las condiciones, fallas y fortalezas del medio amazónico. La transferencia de tecnologías alternativas representa un factor clave que va hacia ese concepto.

## 2. Experiencia de tecnología alternativa en la Amazonía

Una de las experiencias más exitosa llevada adelante con los estudiantes de la UPS en la Amazonía, en colaboración con la “Fundación Chankuap”<sup>1</sup>, ha sido el desarrollo de un nuevo tipo de destilador de aceites esenciales.

Los aceites esenciales son de entre los recursos biológicos más valorados de la región amazónica y son muy requeridos por el mercado mundial debido a su uso en la perfumería, en la industria alimenticia y cosmética. Muchas plantas tienen un perfume característico y en la mayoría de los casos ese aroma se debe a la presencia de aceites esenciales, es decir una mezcla de moléculas olorosas que pertenecen a la familia química

---

1 La “Fundación Chankuap: Recursos para el Futuro” (FCH) es una ONG ecuatoriana que nació en 1996 como respuesta a los problemas y necesidades de las poblaciones locales que viven en Macas (Morona Santiago) y en la zona *Trans-Kutuku*, desde un grupo de laicos y religiosos salesianos. La FCH apoya desde el punto de vista técnico y social a numerosas comunidades amazónicas brindando asistencia técnica en el área agrícola, apoyando en la comercialización de varios productos y fomentando actividades que llevan al autodesarrollo de las comunidades involucradas ([www.chankuap.com](http://www.chankuap.com)).

de los terpenos y que presentan una elevada volatilidad a temperaturas inferiores a los 100 °C<sup>2</sup>; característica que los distingue de los aceites fijos como el de la palma, el de coco, etc.

### 3. Los aceites esenciales<sup>3</sup>

Se define “aceite esencial” a la mezcla completa de sustancias volátiles olorosas presentes en los vegetales. Se localizan en los diversos órganos de la planta: flores, corteza, raíz, rizoma, frutos, madera y hojas.

Las funciones del aceite esencial en la planta son varias: protección frente a insectos y herbívoros, atracción de agentes polinizadores. En general constituyen el 0,1 al 1% del peso de la planta seca. A temperatura ambiente son incoloros o amarillentos, casi siempre menos densos que el agua, con un alto índice de refracción, insolubles en agua, solubles en alcohol, lípidos y solvente orgánicos en general.

Químicamente son una mezcla compleja de componentes que pueden agruparse en:

- compuestos terpénicos formados por unidades de isopreno que

pueden ser monoterpenos y sesquiterpenos;

- compuestos aromáticos derivados del fenilpropano. Aldehído cinámico, eugenol, acetol, etc.;
- otros componentes en menor cantidad: ácidos orgánicos (ácido acético, ácido valérico), cetonas de bajo peso molecular y cumarinas volátiles.

Sus acciones farmacológicas son muy variadas:

- a nivel digestivo: estomáquicos, carminativos, vermífugos.
- a nivel renal: antisépticos y diuréticos.
- a nivel del sistema central: estimulante, depresor, convulsionante.
- por vía externa son antiinflamatorios y vulnerarios.

Desde el punto de vista toxicológico los aceites esenciales son potencialmente perjudiciales. En la industria se emplean para obtener diversos principios activos como: acetol, pinenos y eugenol, como excipientes aromatizantes y para la fabricación de perfumes y colonias.

---

2 Felice Senatore, *OLI ESSENZIALI*, EMSI, 2000.

3 Felice Senatore, *OLI ESSENZIALI*, EMSI, 2000.

En relación directa con los aceites esenciales ha surgido la denominada aromaterapia, que emplea básicamente estos productos en su tratamiento. Son muy numerosos los aceites disponibles, uno de ellos con el cual se ha trabajado en la experiencia de los estudiantes de la UPS en la Amazonía es el que se extrae de la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*, Fam. *Poaceae*).

#### 4. El desafío tecnológico

El mercado de los aceites esenciales mueve cada año millones de dólares, los países productores se encuentran en todos los continentes y cada área climática expresa diferentes variedades de plantas aromáticas. El área amazónica de Trans-Kutuku, ubicada en la provincia de Morona Santiago, tiene el grave problema de la falta de vías de comunicación, lo que impide el desarrollo de una producción agrícola o artesanal grande dejando a los grupos familiares a una agricultura de subsistencia. La necesidad de utilizar transporte aéreo para vender afuera los productos es un limitante para muchos productos que si no se encontrarían comúnmente en el mercado. Esta consideración nos permite entender como la extracción de aceites esenciales representa una de las pocas actividades

potencialmente rentables; el aceite esencial es un producto que tiene un alto valor agregado y un volumen muy pequeño. Por ende el gasto de avión necesario para sacar el aceite desde la selva resultaría mucho más bajo y por lo tanto más rentable. Sería totalmente no rentable enviar por avión el equivalente en materia prima fresca o seca y destilar en la ciudad de Macas donde se dispone de un centro de transformación bien equipado.

Pero en contra de estas evaluaciones positivas se ponen las antiguas problemáticas relacionadas a la comercialización de un producto: la dificultad de mercado y la falta de tecnología. Estos problemas son estrictamente conexos, la factibilidad de una experiencia empresarial está directamente relacionada a la inversión tecnológica requerida, y el mercado necesita de productos de calidad que se obtienen sólo con esfuerzo tecnológico.

En el específico el proceso de destilación necesita de (Foto 1):

- una fuente de calor (cocina industrial).
- un sistema de enfriamiento de los vapores (tubo con agua de red).

En situaciones de campo aisladas la función de la cocina indus-

trial puede ser desempeñada por un fogón u horno a leña, mientras que para el sistema de enfriamiento es necesario armar un sistema de tanques, mangueras, grifos y bomba de agua, además de contar con una fuente de electricidad para esta última.

Desde el punto de vista tecnológico las condiciones del medio nos imponen estudiar a un destilador alternativo experimental que minimice el consumo de agua de enfriamiento. De tal manera se podría solucionar el uso de tanques y las otras implementaciones antes cita-

das. Enfocándonos en la problemática puramente técnica el esfuerzo ha sido desarrollar un destilador apto a las condiciones de Trans-Kutuku en donde no hay electricidad ni agua en tubo.

#### 4.1 Descripción de los destiladores

El estudio realizado en la UPS compara dos tipos de destiladores:

- el modelo “tradicional” o “a enfriamiento continuo” (Foto n. 1).
- el modelo “experimental” o “a enfriamiento discontinuo” (Foto n. 2).

#### Foto 1

Destilador de aceites esenciales tradicional



**Foto 2**

Destilador experimental a enfriamiento discontinuo



El destilador tradicional es un equipo que comprende: cuerpo, tubo de enfriamiento y bureta.

Se define como un “sistema de enfriamiento continuo” por lo que el agua tiene una conexión de entrada y de salida en el tubo de enfriamiento y desde el momento que se abre la llave el flujo de agua y la presión son constantes. Para su funcionamiento el destilador necesita de un sistema de calentamiento (cocina a gas, fogón, horno a leña, etc.) y de un sistema de agua entubada:

- **cuerpo:** el modelo que se ha utilizado en la experiencia tiene un cuerpo de acero inoxidable y tiene un volumen de 60 litros. Dispone de una malla de metal que sirve para dividir el agua de la matriz vegetal. El resto del cuerpo se llena de materia prima, de igual manera se tapa con una malla de metal.
- **tubo de enfriamiento:** está constituido por un doble tubo, uno interno y otro externo. En el tubo interno es por donde viaja el va-

por que parte desde el cuerpo arrastrando las esencias, este tubo permanece frío a causa del agua que se mantiene en flujo continuo en el tubo externo. Esta agua, llamada “agua de enfriamiento”, tiene la tarea de quitar el calor permitiendo así la condensación de dicho vapor.

- **bureta:** en ella se recupera la esencia, ya en forma líquida, que se separa del agua por diferencia de densidad.

El modelo experimental de destilador objeto de la investigación tiene, al

igual que el tradicional, el cuerpo y la bureta, la diferencia está en el tubo de enfriamiento y en su respectivo contenedor de acero en donde se almacena el agua que sirve para mantenerlo frío. Ese sistema de enfriamiento se define como “discontinuo” porque, envés de utilizar un flujo constante de agua utiliza una misma cantidad hasta que esta ya no puede enfriar. Como consecuencia de este fenómeno, para que el agua siga ejerciendo su función, es necesario cambiarla.

El tubo de enfriamiento del modelo experimental se denomina “a serpentin” (Foto n. 3).

**Foto 3**

Tubo de enfriamiento a serpentin



La parte del tubo directamente conectada con el cuerpo del destilador es recta, en posición paralela con el suelo y mide aproximadamente 1 metro (ver Foto n. 2), en cambio, la otra parte forma una espiral de 2 metros de largo que está puesta en el contenedor que hospeda el agua. Ese es un cilindro de acero, abierto en el lado superior y con un grifo en la base para descargar el agua. Su volumen es de 30 litros.

#### 4.2 Procedimiento de la investigación

Las pruebas experimentales se han realizados en la provincia de Morona Santiago, en el Valle del Upano, con condiciones de climas semejantes.

En la tabla 1. se indican los promedios de temperatura del Valle del Upano durante el año (datos expresados en grados centígrados)<sup>4</sup>:

**Tabla 1**

Temperaturas del Valle del Upano (°C)

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio
Temperatura en °C	22,40	22,20	22,40	22,60	22,20	21,40	20,90	21,40	22,30	22,90	23,30	23,00	22,25

Del área Trans-Kutuku no se tiene la misma recolección de datos pero se cita este paso del libro “La selva culta” de Philippe Descola, ediciones Abya-Yala: “una primera característica notable de la zona climática achuar es la importancia de la radicación solar, ya que los promedios anuales de temperatura diurna oscilan entre los 24 y 25 °C según la altitud. Esta es casi constante a lo largo del año, con una variación de amplitud inferior a dos

grados entre el promedio mensual más elevado y los promedios más bajos. Además, el promedio anual de la mínima diurna oscila entre 19 y 20°C según la altitud, mientras el promedio anual de los máximos oscila entre 29,8 y 30 °C; la variación intramensual dentro de cada uno de los dos conjuntos también es inferior a 2 grados. En resumidas cuentas, siempre hace calor, las oscilaciones térmicas en el transcurso del año son demasia-

4 Datos estación metereológica, Dirección Aviación Civil (DAC), Macas.

do reducidas para que se pueda distinguir una estación caliente y una estación fría. A lo más se puede decir que hace un poco más calor de octubre a febrero”.

La comparación de estos datos demuestra que se puede hablar de una diferencia de temperatura alrededor de 2-3 grados tomando en cuenta los promedios.

#### PROCEDIMIENTO 1

##### *Comparación de los dos sistemas de enfriamiento*

Con el fin de comparar el sistema de destilación tradicional y el nuevo, se trabajó con 2 destiladores del mismo tamaño que se diferencian sólo por el sistema de enfriamiento. Toda la hierba luisa procesada llegó de cultivos del Valle del Upano. La primera fase de la experimentación se ejecutó comparando los datos de 4 destilaciones con sistema tradicional y 4 con el nuevo.

El cuerpo del destilador, la capacidad, el sistema de calentamiento (cocina industrial a gas) adoptados fueron los mismos. La única variable fue el sistema de enfriamiento y en todas las destilaciones quedaron fijos los siguientes parámetros:

- cantidad de planta procesada.
- tiempo de destilación.

Por cada prueba se midieron:

- cantidad de aceite esencial obtenido;
- agua de enfriamiento utilizada.

El número de destilaciones no representa todavía un dato estadísticamente significativo pero permite ya una primera evaluación.

#### PROCEDIMIENTO 2

##### *Experimentación del sistema discontinuo con horno de leña*

En una segunda fase de experimentación se utilizó como sistema de calentamiento un horno a leña casero. El horno tiene una dimensión de 60 cm de ancho, 60 cm de largo y 40 cm de altura. Uno de los lados es abierto para introducir la leña y el lado superior es constituido por una malla metálica que sostiene el destilador permitiendo el contacto con la llama. En la parte inferior está ubicada, a 20 cm del suelo, otra malla metálica que sostiene la leña y permite la aireación debajo del sistema. La única variable respecto a la precedente experimentación fue el sistema de calentamiento, en todas las destilaciones quedaron fijos los siguientes parámetros:

- cantidad de planta procesada.
- tiempo de destilación.

Por cada prueba se midieron: de trabajo de una comunidad de Trans-kutuku.

- cantidad de aceite esencial obtenido.
- agua de enfriamiento utilizada.

Este paso permite simular de manera más realista las condiciones

### 4.3 Resultados

*Resultados de la comparación de los dos sistemas de enfriamiento.*

En la Tabla n. 2 se encuentran los datos relacionados al sistema de enfriamiento tradicional:

**Tabla 2**

	DESTILADOR TRADICIONAL				
	1	2	3	4	Promedio
Planta procesada (kg)	10	10	10	10	10
Tiempo (horas)	2	2	2	2	2
Aceite esencial extraído	29	26	26	35	29
Agua de enfriamiento	180	130	160	140	152

En la Tabla n. 3 se encuentran los datos relacionados al sistema de enfriamiento experimental:

**Tabla 3**

	DESTILADOR EXPERIMENTAL				
	1	2	3	4	Promedio
Planta procesada (kg)	10	10	10	10	10
Tiempo (horas)	2	2	2	2	2
Aceite esencial extraído	30	25	30	22	27
Agua de enfriamiento	29	29	29	29	29

Comparando los datos obtenidos en los dos tipos de destilación se observa:

**Tabla 4**

	DESTILADOR TRADICIONAL	DESTILADOR EXPERIMENTAL
Planta procesada (kg)	10	10
Tiempo (horas)	2	2
Aceite esencial extraído	29	27
Agua de enfriamiento	152	29

Analizando los datos se puede afirmar que el destilador experimental ha dado buenos resultados en términos de eficiencia de extracción de aceite esencial, de hecho la cantidad de este se la puede considerar igual en los dos sistemas de destilación. Además, y aquí se inserta lo positivo de la experiencia para el desarrollo de tecnologías alternativas en la Amazonía, en cuanto al uso del agua de enfriamiento con el modelo experimental se tiene un ahorro de aproximadamente 5 veces el tradicional. Siendo así, el modelo experimental viene a ser de fácil manejo en el sector Trans-Kutuku

donde no hay agua de red. Esta diferencia en la cantidad de agua se considera se debe a que, en el caso del destilador experimental, se aprovecha más el poder calorífico del agua ya que esta permanece un mayor tiempo en contacto con el serpentín. Esto significa que cada litro de agua llega a quitar el máximo de calor que puede contener y por ello enfría mucho más. En el caso del destilador tradicional, el agua al pasar constantemente adentro de la doble camisa del tubo de enfriamiento fluye mucho más rápido con lo que no se aprovecha al máximo su capacidad de enfriamiento.

*Evaluación de los datos de destilación con horno a leña*

En la tabla n. 5 se encuentran los datos relacionados a la destilación utilizando horno a leña como fuente de calor:

**Tabla 5**

	DESTILADOR TRADICIONAL								Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Planta procesada (kg)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tiempo (minutos)	120	120	120	150*	120	150*	120	120	127,5
Aceite esencial extraído (ml)	27	32	21	21	19	8	26	17	21
Agua de enfriamiento (l)	84	44	29	29	79	78	80	75	62

\* En 2 destilaciones el rendimiento fue tan bajo que se tuvo que prolongar la destilación por 30 minutos más.

La prueba n. 6 no es significativa por el rendimiento de aceite porque se perdió parte del producto, el error fue debido a una falla del fogón que provocó un exceso de calor. El sistema de enfriamiento

no pudo condensar el vapor que se escapó del destilador.

A continuación se resumen los datos del destilador discontinuo utilizando la cocina industrial, el promedio del dato de rendimiento no toma en cuenta la prueba n. 6:

**Tabla 3**

	CALENTAMIENTO CON COCINA INDUSTRIAL	CALENTAMIENTO CON HORNO A LEÑA
Planta procesada (kg)	10	10
Tiempo (minutos)	120	127,5
Aceite esencial extraído (ml)	27,30	23
Agua de enfriamiento (l)	29	62

La comparación entre las dos formas de calentamiento evidencia los siguientes resultados:

1. hay una leve variación en el tiempo de destilación. El fogón, a diferencia de la cocina, es una fuente de calor muy variable y eso influye en el tiempo de calentamiento del agua y por ende en el tiempo total de destilación. Sin embargo, la variación no es muy influyente.
2. El promedio del rendimiento de destilación del aceite esencial es un poco más bajo con el horno a leña, se piensa que se debe a la natural variabilidad de contenido de aceite esencial en la materia prima vegetal.
3. El calentamiento con leña impone necesariamente cambiar el agua de

enfriamiento antes de las 2 horas, eso nunca ocurrió con la cocina industrial. Sin embargo, la cantidad máxima que se necesitó fue de 84 litros, es decir aproximadamente la mitad de lo que se requiere en la destilación tradicional.

#### *4.4 Comparación de datos técnicos y financieros*

Con la finalidad de evaluar la real aplicabilidad del sistema de destilación discontinuo a más de los datos técnicos, se ha considerado también el aspecto económico de su construcción y la puesta en obra. En la tabla n. 7 se encuentra un resumen de los gastos realizados para implementar este trabajo de investigación:

Tabla 5

<b>Gastos de instalación de un destilador continuo (tradicional)</b>		<b>Gastos de instalación de un destilador discontinuo (experimental)</b>	
<i>Unidad</i>	<i>Costo en usd</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo en usd</i>
Destilador tradicional	1.400,00	Destilador experimental	1.645,00
Traslado del destilador a la zona Trans-kutuku en avioneta.	609,00	Traslado del destilador a la zona Trans-kutuku en avioneta.	609,00
Tanques de agua, herramientas, bomba de agua, materiales varios para instalación, etc.	791,00	No se necesita: tanque, etc.	-
Traslado de tanques de agua, herramientas, técnico para la instalación, etc.	546,00	No se necesita: tanque, etc.	-
Picadora de plantas	313,00	Picadora de plantas	313,00
TOTAL	3.659,00	TOTAL	2.567,00

Se observa una diferencia de costo significativa para la implementación de los 2 tipos de destiladores en el área Trans-kutuku.

El uso del destilador tradicional requiere de más inversión debido a la implementación de un sistema que genera un flujo de agua continuo (bomba conectada a un tanque de almacenamiento de agua), además hay que recordar que la bomba funciona con energía eléctrica la cual sólo hay algunas horas diarias en algunas comunidades, eso representa un gasto adicional.

En cambio el uso del destilador experimental, siendo que no requiere ni de agua de red ni de electrici-

dad, resulta más económico a pesar de que su costo de fabricación sea más alto debido a la tecnología que lleva.

Concluyendo: es posible afirmar que la experimentación del nuevo destilador alcanza un rendimiento igual al del tradicional. Además se ha demostrado que trabajar con el nuevo destilador permite un menor consumo de agua de enfriamiento, con la cocina industrial como fuente de calor se alcanza a destilar hojas tiernas de hierba luisa en 2 horas con una sola cargada.

Trabajar con el destilador experimental no significa un gasto de dinero elevado comparado con el

gasto de instalación, en áreas rurales, del tradicional. El tradicional requiere la implementación de un sistema de agua de tubo que sube los costos.

El destilador experimental se considera apto tanto en sus características técnicas como económicas para ser implementados en la zona Trans-kutuku de la amazonía ecuatoriana (Foto n.4).

**Foto 4**

Destilador con sistema discontinuo de enfriamiento comunidad Trans-Kutuku

