



Hilbay Rocío\*



Chamorro Armas Sonia\*\*



Marco González\*\*



Palacios Teresa\*\*

\* Maestrante  
\*\* Docentes FIGEMPA  
Instituto Investigación y Posgrado  
Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleo y  
Ambiental  
Universidad Central del Ecuador  
2015

## Reingeniería en los procesos de secado, molienda y tamizado de plantas aromáticas para mejorar la calidad de los derivados, caso: Empresa JAMBI KIWA

*Reengineering in the drying, grinding and sifting processes of aromatic plants to improve the quality of the derivatives, case: JAMBI KIWA Company*

### Resumen

La empresa de productores de plantas medicinales JAMBI KIWA es una sociedad sin fines de lucro, cuyo objeto es la producción de té de hierbas aromáticas. Aglutina a 600 familias de 62 comunidades de la provincia de Chimborazo. Actualmente trabaja con 40 variedades de plantas medicinales, aromáticas y condimentos, comercializando té aromático y medicinal hacia el extranjero, debe cumplir estándares altos de calidad para competir y mantenerse en el mercado, a fin de obtener la certificación orgánica OKO BCS GARANTIE a nivel de los cultivos asociados cumpliendo características organolépticas, bromatológicas, microbiológicas que garanticen calidad e inocuidad para el consumo humano. Se rediseñó los procesos para optimizar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), con un diagnóstico inicial (secadores, áreas de proceso de secado, molino y el tamiz de vaivén) para determinar la cantidad de producto, el tiempo de trabajo de los equipos y las características organolépticas del producto final; comprobando en las pruebas de simulación de los procesos de pre secado (variables: temperatura, tiempo y humedad) los requerimientos de las plantas aromáticas para mejorar la calidad, redefiniendo un sistema de extracción de polvo-aire, para disminuir la contaminación de partículas de bajo peso, para cumplir las Normas Técnicas de Seguridad e Higiene del Instituto Nacional de Normalización del Ecuador.

**Palabras clave:** plantas aromáticas; rediseño; procesos; jambi kiwa; secado; molienda; tamizado

### Abstract

Of producers of medicinal plants JAMBI KIWA is a company non-profit, whose object is the production of aromatic herbs tea, clumps to 600 families in 62 communities in Chimborazo province. They currently work with 40 varieties of medicinal plants, aromatic and condiments, marketing aromatic and medicinal tea towards the foreigner, and must meet high standards of quality to compete and stay in the market, must obtain organic BCS OKO GARANTIE certification at the level of the cropping fulfilling bromatological, microbiological, organoleptic characteristics that ensure quality and safety for human consumption. Processes are redesigned to optimize the good practices of manufacture (GMP), with an initial diagnosis (dryers, drying, mill and reciprocating sieve process areas) to determine the amount of product, the working time of teams and the organoleptic characteristics of the final product; checking in the pre drying process simulation tests (variables: temperature, time and moisture) requirements of the aromatic plants to improve quality, redefining an air extraction system, to reduce pollution of

*particles of low weight, to meet the technical safety regulations and hygiene of the National Institute of standardization of the Ecuador.*

**Keywords:** *aromatic plants; jambi kiwa; redesign; process; drying; grinding; sieving*

## Introducción

La Asociación de Productores de Plantas Medicinales de Chimborazo “Jambi Kiwa Chimborazo” creada en 1998 en la ciudad de Riobamba, con la Red Cristiana de Mujeres Rurales, obtuvo su personería jurídica en 2001, procura brindar a los productores una alternativa de ingreso familiar y conseguir mejorar la calidad de vida de aproximadamente 600 familias de 62 comunidades indígenas que participan activamente como miembros. Es importante destacar que el 80% de integrantes son mujeres campesinas e indígenas, organizadas en cuatro zonas: Cumandá - Pallatanga, Alausí y Riobamba, son encargadas de los cultivos orgánicos asociados y la posterior entrega a la empresa para realizar la transformación posterior. (Nativa, 2006).

La empresa tiene como actividad principal producir, transformar y comercializar plantas medicinales (más de 65 variedades de plantas, 60% introducidas y el 40% nativas de la región de los Andes), aromáticas y condimentos con certificación orgánica, en planta picada, polvo y al granel, que tienen demanda en el mercado nacional e internacional; ha optimizado los procesos de transformación de las plantas, fortaleciendo la línea de tisanas y formulaciones medicinales con el objetivo de generar productos con un valor agregado y de calidad.

Los productos que se comercializa son, en su mayoría semi-elaborados y al granel, tanto en té, como granulados, escamilla, polvo y hojas. Existe una pequeña línea de productos elaborados, en el Área de Formulaciones para consumo humano popular, como las cremas y oleatos. En nuestro país existen pocas empresas que elaboran el té Aromático, lo cual obliga a mejorar la calidad y el servicio, a fin de satisfacer las necesidades del cliente y garantizar las condiciones de trabajo seguro a sus empleados.

Jambi Kiwa tiene como objetivos: mejorar las condiciones de vida de los campesinos; utilizar la sabiduría ancestral; dar un valor agregado a las plantas medicinales y aromáticas, mediante un proceso de transformación en té, polvo y aceites esenciales; crear espacios de equidad de género; resguardar el medio ambiente; erradicar la deforestación.

Como parte de su mejora continua en las operaciones unitarias para la obtención de productos elaborados requiere de la reingeniería o rediseño de sus operaciones unitarias de secado, molienda y tamizado, actividad que realizará

planificadamente para establecer nuevas secuencias e interacciones en los procesos productivos, administrativos y regulatorios para elevar la eficiencia, la eficacia, la productividad y la efectividad de la producción de té Aromático.

El rediseño pretende crear ventajas competitivas e innovar empezando por un análisis de las etapas del proceso, identificación de las operaciones unitarias y cuellos de botella, para determinar la metodología a implementar, entendiendo que va de la mano con la proactividad de sus empleados para generar valor agregado al producto y optimizar el desempeño individual y colectivo.

La producción de plantas medicinales y aromáticas proviene de cultivos orgánicos asociados: el control de enfermedades y plagas se realiza a través de cultivos integrados y de rotación los mismos, evitando el uso de pesticidas. La cosecha se cumple en el momento idóneo de maduración, para obtener mejor calidad y mayor cantidad de principios activos en la materia prima.

La empresa está dividida en áreas de procesamiento, de recepción, de pre secado, de secado, de molienda-tamizado y de bodega-almacenamiento del producto elaborado. Los bienes de mayor demanda son las plantas deshidratadas, picadas, polvo y té; sus presentaciones son en formulaciones contenidas en cajas de 25 sobres y en fundas de polietileno de 35g, comercializadas a nivel nacional e internacional, con el sello orgánico de calidad, a un precio justo.

## Plantas medicinales

El Ecuador es un país mega diverso, se conocen cerca de 500 variedades de plantas medicinales y aromáticas distribuidas en sus regiones. La asociación está trabajando con 40 a 42 variedades de plantas de la región Sierra y Costa, cultivadas de manera orgánica sin presencia de abono químico, son cultivos asociados realizados por los miembros en parcelas de 200 m<sup>2</sup> (aprox) destinada para el cultivo de plantas medicinales, como hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), manzanilla (*Matricaria Chamomille*), menta común (*Menthe aquatica*), toronjil (*Melliza officinalis L.*), orégano (*Origanum majoricum Camb*), alcachofa (*Cynara Scolymus L.*). Son cultivadas, cuidadas, recolectadas y seleccionadas, para posteriormente ser transformadas, secadas, molidas y comercializadas en el mercado local y en Canadá, Francia, Inglaterra y España.

En los países industrializados cerca del 25% de las plantas medicinales son la base de las prescripciones médicas, en países en desarrollo el 75%; el uso de plantas medicinales representa el 80% del uso terapéutico. Por tanto, las plantas medicinales y aromáticas cultivadas y manejadas adecuadamente podrían favorecer al tratamiento de enfermedades.

Océano (2001) refiere: “Las plantas medicinales y aromáticas son empleadas como materia base para la elaboración de extractos, elaboración de té o tisanas, polvo seco, fibra para cultivos” (p.22). “La mayor parte de esta población no tiene acceso a los medicamentos industrializados, constituyendo por esta razón, el uso de plantas medicinales el único recurso terapéutico disponible, para las capas más pobres de la población” (p.32).

Las plantas medicinales y aromáticas poseen más de una sustancia activa y varias sustancias inactivas, las cuales influyen en la acción de los componentes activos, la evidencia de sustancias activas varía dentro de las especies de plantas aromáticas o medicinales, la constitución química varía de acuerdo a la zona donde son cultivadas, la forma de recolección o cosecha, las condiciones o zonas climáticas donde se desarrollan los cultivos, época del año y las formas de realizar las cosechas, por eso es necesario analizar y controlar el comportamiento de sus componentes durante el proceso de almacenamiento de los lotes de las plantas cosechadas.

**Factor genético.-** Se considera como el de mayor importancia, la producción de los principios activos en las plantas se da a nivel de su metabolismo secundario, que está en función de su expresión genética; las plantas genéticamente inferiores no producirán principios activos satisfactorios, incluso en las mejores condiciones de cultivo.

**Factores ontogénicos.-** La concentración de la composición de los principios activos varía de acuerdo a la edad y nivel de desarrollo de la planta. Los principios activos se localizan en determinadas partes u órganos de la planta entera.

**Factor ambiental.-** Puede modificar la producción de los metabolitos secundarios, porque influye directamente en la expresión de los genes que son responsables de la producción de los principios activos o no activos, van de acuerdo con las condiciones climáticas, nutricionales, ataque de plagas.

Las plantas medicinales y aromáticas que nacen y se desarrollan, espontáneamente en la naturaleza, poseen gran variabilidad genética, sea en su desarrollo, la resistencia a las plagas y enfermedades; por eso, las plantas antes de ser cultivadas deben ser domesticadas.

**Composición química.-** Los principios activos que poseen las plantas medicinales y aromáticas son complejos químicos entre los que se encuentran: glucósidos, alcaloides, aceites esenciales, entre otros. Estos compuestos cambian y determinan la calidad-cantidad a través de diferentes edades de la planta, las partes que se manejan, el período de cosecha, los años y las condiciones del lugar donde se desarrollan.

**Determinación botánica.-** La identificación de la especie o tipo de plantas aromáticas y medicinales no se lo realiza

por el nombre popular, porque la misma planta puede tener el mismo nombre, por lo que se usa su nombre científico, el cual es un binomio en latín; el primer término identifica el género y el segundo la especie.

## Descripción morfológica

Permite detallar las características microscópicas, macroscópicas y organolépticas que deben ser comparadas con los diferentes lotes de plantas, se identifican las características organolépticas como olor, sabor; un indicativo de identidad y pureza de las plantas; el tamaño, textura, aspectos de fractura y características de la superficie cortada de las plantas medicinales y aromáticas, son indicativos macroscópicos.

Los productos elaborados de plantas medicinales son: tisanas o té, infusión, de cocción o cocimientos, maceraciones, etc.

**Manzanilla (Matricaria chamomilla), familia Asteráceas.**

**Especificación de la parte usada:** La parte de la planta de Matricaria chamomille L. a emplear dentro de la etapa de procesamiento son las flores, tallos, no se emplean las raíces.

**Aplicaciones y usos:** Por vía interna para el tratamiento de trastornos gastrointestinales, como flatulencia, gastritis, ligeros espasmos y sensación de saciedad, así como en inflamaciones de la cavidad bucofaringea, catarro nasal y sinusitis.

**Hierba luisa (Cymbopogon citratus) familia de las Poáceas.**

Especificaciones de la parte usada:

Se emplea las hojas secas. Esta parte de la planta es recolectada antes de la floración para la elaboración de: infusiones, tinturas, extractos, té y tisanas, los receptáculos florales son utilizados como alimentos.

**Aplicación y usos:**

Planta aromática que tiene propiedades digestivas, se usa en problemas de flatulencia, dolores de estómago, sensaciones de vómito, también para ayudar a las digestiones lentas, es tranquilizante.

**Alcachofa (Cynara scolymus) familia de las Asteraceas.**

Se emplea las hojas secas. Esta parte de la planta es recolectada antes de la floración para la elaboración de infusiones, tinturas, extractos, té y tisanas, los receptáculos florales son utilizados como alimentos.

### Aplicaciones y usos:

Antidiabético, se indica 1 taza de infusión de hojas de alcachofa por día.

Diurético, se indica 2 tazas de infusión de raíces de alcachofa por día.

Como colirio para uso externo contra la sequedad en los ojos.

### Procesos de degradación presentes en las plantas medicinales y aromáticas

#### Microorganismos

Para Alonso (2004) son agentes biológicos presentes en el suelo que al ser transportados por el aire o por el agua pueden contaminar los productos antes, durante o después de la cosecha.

La presencia y su desarrollo produce graves alteraciones en el valor nutritivo y en las características organolépticas de las plantas medicinales y aromáticas, la humedad, temperatura tienen una influencia sobre el ritmo de desarrollo de los agentes de degradación.

Se ha evidenciado que el desarrollo de microorganismos se produce a temperaturas comprendidas entre -8°C y +80°C, cuando la humedad relativa del aire es superior al 65%. Atmósferas pobres en oxígeno contribuyen a detener el desarrollo de agentes patógenos de degradación. (p.603).

#### Enzimas

Alonso (2004) refiere: que al cosechar una planta hay un equilibrio de los componentes entre su síntesis y descomposición. Cuando se cosecha la planta, el principio activo sigue viviendo a expensas de la sustancia de reserva. Sucesivamente se va deshidratando que es lo que se conoce por marchitación, las enzimas actúan y aparecen reacciones que antes no se producían, otro fenómeno de la planta es la auto – oxidación de los componentes o la reacción química entre los componentes de la planta (p.603).

#### Conservación

Alonso (2004) refiere las plantas medicinales pueden emplearse frescas o secas, el proceso de conservación puede ser por el ingreso de aire o solo con la exposición directa al sol, las plantas son colocadas sobre una lámina o tela plástica y expuestas al sol por dos o tres días. Cuando las plantas crujen con facilidad indican que ya están secas (p.604).

### Fases del proceso de producción

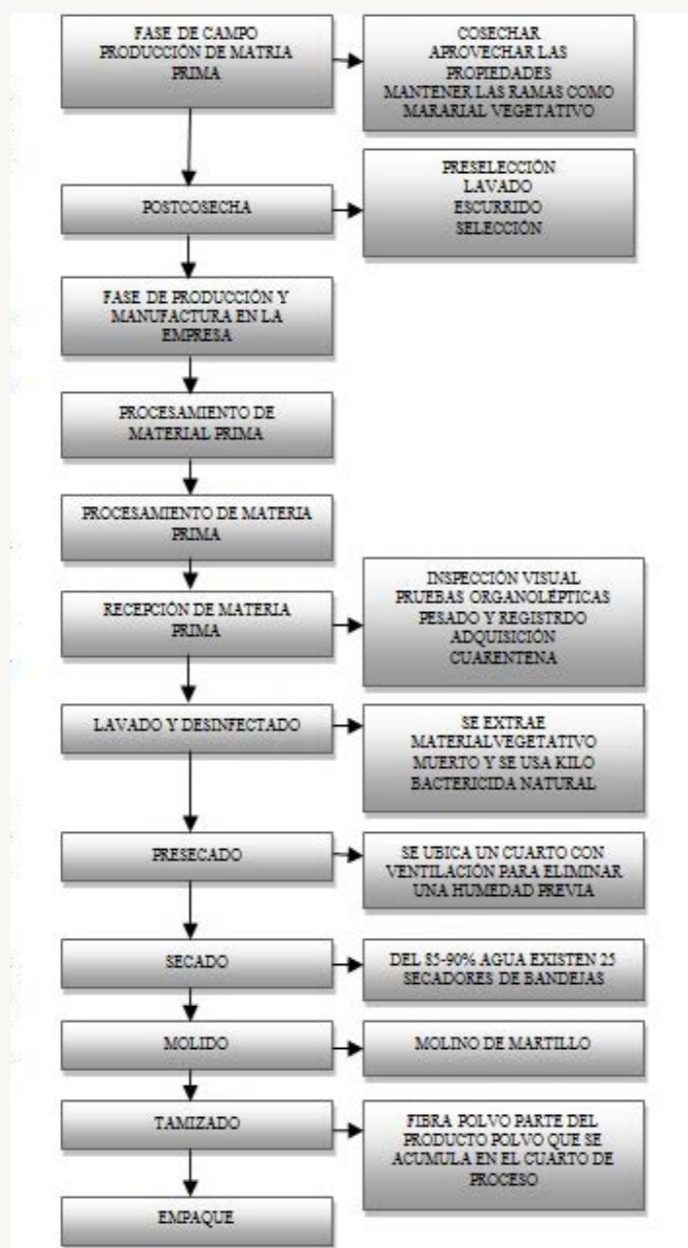


Diagrama 1: Etapas del proceso de producción

### Procesamiento de materia prima - fase en la planta de producción

Recepción.- Se realiza una inspección visual del cultivo de las plantas medicinales y aromáticas, la recolección, el transporte a la planta de procesamiento. La materia prima es cosechada a mano. La inspección analiza:

1. Recolección de la materia prima que se manejará de acuerdo a las exigencias del cliente.
2. Aprovecha la corteza, tallos y ramas, en partes pequeñas para garantizar un proceso de secado viable y conservar las propiedades medicinales.

3. Conservar las ramas de las plantas medicinales como material vegetativo para sembrar o para ser usado como compost.
4. En la etapa de la post-cosecha se realiza una pre-selección, pre-lavado con abundante agua y pesaje inicial.
5. Retirar plantas medicinales y aromáticas que se encuentren marchitas, color inadecuado o exista la presencia de plagas.

### Procesamiento de materia prima - fase en la planta de producción

Recepción.- Inspección visual para verificar la presencia de cuerpos extraños, pruebas organolépticas a las plantas aromáticas y medicinales.

Registro y Pesaje.- Registro de peso, forma de almacenamiento basado en las variedades de las plantas, el tiempo de almacenamiento, identificación de las partes al manipular hojas, flores, tallos y semillas.

Lavado y desinfectado.- Las plantas son lavadas en un tanque, sumergidas de 1 a 10 minutos; la desinfección se realiza en otro tanque con agregación de 5 ml de kilol (bactericida natural, no tóxico proveniente del extracto de toronja) /lt de agua, por cinco minutos.

Pre-secado.- Las plantas son colocadas en un cuarto para extraer la humedad inicial por acción de ventiladores. Se registra la humedad y el tiempo de permanencia en el lugar, identificando el tipo de planta.

Secado.- Son colocadas bajo 25 secadores (acción de quemadores a gas) para extraer toda la humedad en un porcentaje de 60-65 % de agua en plantas aromáticas y 80-85% en el resto de variedades de plantas cultivadas o tratadas; en este proceso se facilita la destrucción de microorganismos. El contenido de humedad de las plantas frescas varía de 60% a 80%, el secado reduce este contenido de 9% - 12%.

Molido.- Se recurre a un molino de martillos, obteniendo productos que van de 5 a 0.2 mm, y también partículas muy pequeñas. El producto conseguido es recopilado en sacos de polietileno.

Tamizado.- Se emplea tamiz de vaivén obteniendo tres productos: fibra, polvo, té o tizana. La generación de material particulado (polvo) origina contaminación debido al funcionamiento inadecuado del ventilador que opera sin la extracción del polvo.

Empaque.- Se empaqueta en fundas de sellado hermético, con la etiqueta informativa de fecha de elaboración y vencimiento, peso en (gr. o Kg.). El producto es empacado al granel.

Control de calidad.- En todas las etapas del procesamiento de obtención de té o tisanas, se registra la temperatura (°C), peso (kg. o gr.), se realizan pruebas organolépticas, microbiológicas y bromatológicas del producto final.

Almacenamiento.- Se dispone en bidones de plástico o sacos de polipropileno almacenados en un área determinada para el producto terminado.

### La reingeniería

#### Ubicación

La empresa está constituida en un 80% por mujeres campesinas e indígenas, organizadas en cuatro zonas: Cumandá - Pallatanga, Alausí y Riobamba.

### Metodología

1. Análisis organolépticos, microbiológicos y bromatológicos de las plantas en las condiciones actuales del proceso en Jambi Kiwa a nivel de laboratorio y posterior al rediseño.
2. Empleo del método gravimétrico con estufa de aire caliente para determinar la humedad inicial y final para la alcachofa; y el método azeotrópico para la manzanilla y hierba luisa por la sensibilidad de los aceites esenciales.
3. Identificación en el proceso de pre-secado y secado de las plantas medicinales, la temperatura y tiempo recomendados.
4. Determinación de las ecuaciones para la pérdida de humedad.
5. Tabulación de datos para generar las curvas de humedad en función del tiempo; velocidad de secado en función de la humedad, e identificación del comportamiento de las plantas.
6. Las variables del proceso obtenidas con la curva de secado, permite dimensionar lo equipos e instalaciones de acuerdo a las necesidades de las plantas.

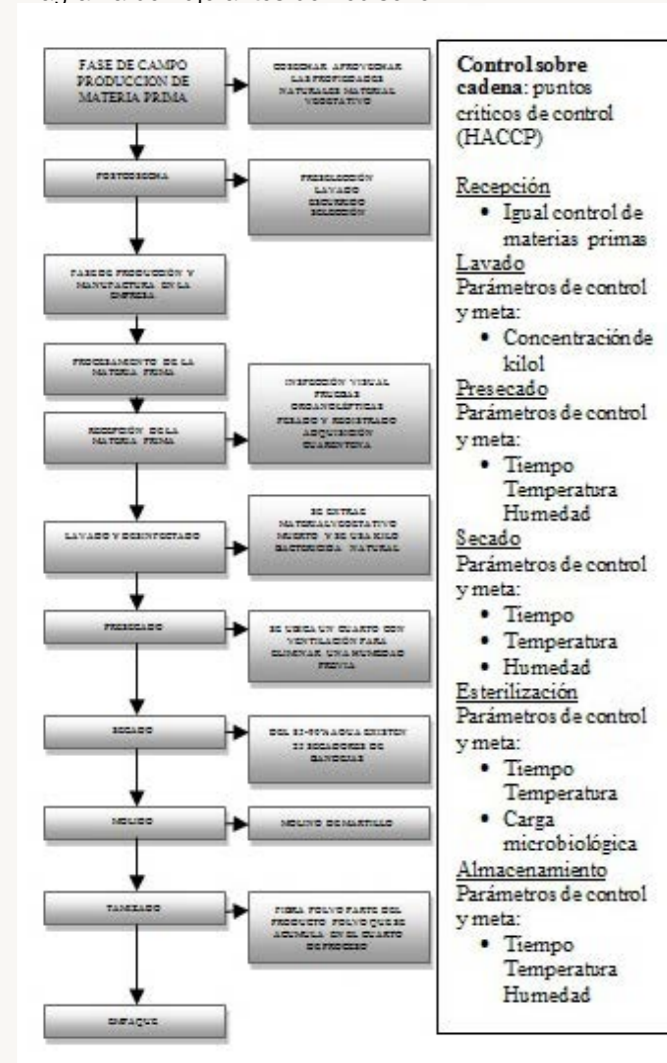
### Muestreo

Se realizó un muestreo por estratificación, considerando los programas de muestreo especificados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN.

TIPO DE ANÁLISIS	NORMA TÉCNICA INEN
Micoorganismos Aerobios Mesófilos	1529-5
Recuento de mohos y levaduras	1529-10
Ensayos bromatológicos	1117-1984
Cenizas totales solubles en agua e insolubles en ácido.	1119-1984
Determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico	1118-1984
Contenido de humedad	1114-1984

**Diagnóstico**

Diagrama de flujo antes del rediseño.



Fuente: Asociación de productores de plantas medicinales Jambi Kiwa.

El proceso de pre-secado y secado se realiza en forma empírica, las plantas medicinales y aromáticas evidencian un deterioro en sus características organolépticas (requemadas, color, olor y sabor); los resultados de pruebas bromatológicas prueban que los principios activos están en proceso de degradación. A nivel microbiológico se evidencia proliferación de microorganismos moho y levaduras por la humedad, aerobios mesófilos, coliformes totales y fecales.

La no existencia de una adecuada transferencia de aire caliente saturado al exterior, se evidencia con la condensación en el techo de la cámara de pre secado, las plantas reabsorben la humedad.

**Proceso de pre-secado**

**Análisis organolépticos**

ANÁLISIS	MANZANILLA (Matricaria chamomilla)		HIERVA LUISA (Cimbopogon Citratus)		ALCACHOFA (Cynarina scolymus L)	
	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Color	Café-Amarillo	Amarillo verdoso	Café	Verde	Café-Oscuro	Verde
Sabor y aroma	Agradable	Dulce aromático	Leve Aroma	Aromático	Amargo desagradable	Amargo característico
Textura	Quebradizo	Suave liso	Quebradizo-fibroso-áspero	Cortante	Quebradizo-áspero	Espinoso-áspero
Evidencia de impurezas	Tierra insectos	Ninguno	Tierra-plantas	Ninguno	Tierra	Ninguno

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

**Análisis microbiológicos**

ENSAYOS	NORMA INEN 1529	MANZANILLA (Matricaria chamomilla)		HIERVA LUISA (Cimbopogon Citratus)		ALCACHOFA (Cynarina scolymus L)	
		ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Aerobios mesófilos (ufc/g)	1.00*10 <sup>5</sup>	5.5*10 <sup>5</sup>	1.00*10 <sup>5</sup>	10.6*10 <sup>5</sup>	5.4*10 <sup>3</sup>	8.6*10 <sup>5</sup>	1.0*10 <sup>4</sup>
Recuento de mohos y levaduras (ufc/g)	2.00*10 <sup>3</sup>	3.2*10 <sup>3</sup>	1.00*10 <sup>3</sup>	4.56*10 <sup>3</sup>	3.8*10 <sup>2</sup>	4.2*10 <sup>4</sup>	1.0*10 <sup>2</sup>
Coliformes totales (ufc/g)	<3	2.3*10 <sup>5</sup>	No existe	2.9*10 <sup>2</sup>	No existe	3.1*10 <sup>5</sup>	No existe
Coliformes fecales (formación de gases)	Ningún tubo positivo	Positivo	Ninguno	Positivo	Ninguno	Positivo	Ninguno

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

**Análisis bromatológicos**

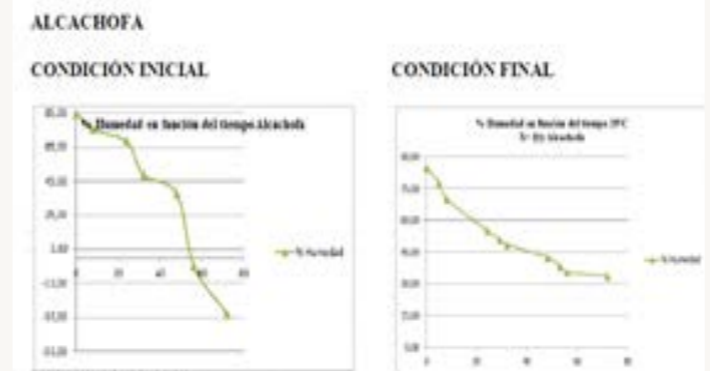
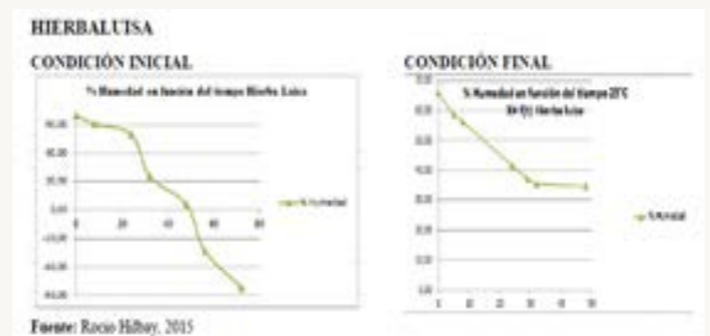
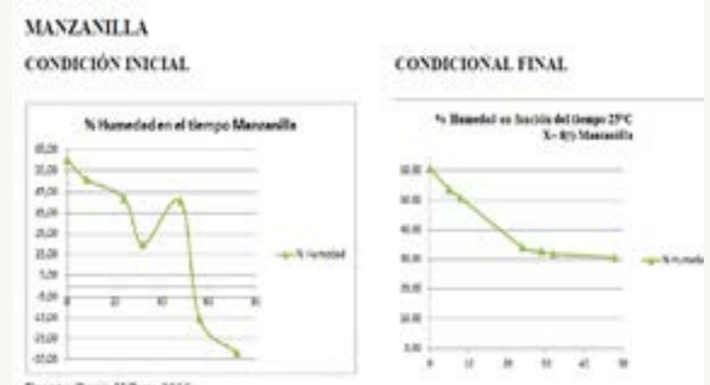
ENSAYOS	NORMA INEN 1529	MANZANILLA (Matricaria chamomilla)		HIERVA LUISA (Cimbopogon Citratus)		ALCACHOFA (Cynarina scolymus L)	
		ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Humedad %	9-12%	40	35	8.0	33	8.0	30
Cenizas totales	4-8	3	5	5	8	5	8
Cenizas solubles en agua%	45	36	50	20	2	15	1
Cenizas insolubles en HCl al 10 %	-1	0.5	1	0.5	1	0.3	1
Aceite esencial % por destilación de 4 horas	0.2-0.6(MZ) Azul carmuzeado 0.5-0.7(HL) Amarillo citral			0.1	1	0.2	0.8
Cromatografía en placa fina placa sílica revelador vainilla	Rf 0.5-0.6 Verde polines(MZ) Rf 0.5-0.7 Amarillo verde Limonenos (H) Rf 0.66 Cinarfina	0.44	0.6	0.40	0.65	0.35	0.58

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

Antes del rediseño, en el proceso de pre secado se observó la pérdida de componentes activos de las plantas, presencia de cenizas y ausencia de los aceites esenciales.

Los ensayos de cromatografía en placa fina, para la identificación de los principios activos no eran visibles o estaban fuera de los rangos referenciales antes del rediseño. Luego del rediseño se observa los porcentajes de humedad y ceniza dentro de los límites permisibles por norma NTE INEN 2381, permitiendo que la planta pueda ser manejable y manteniendo los principios activos.

Los datos son referenciales para el análisis de las variedades de plantas aromáticas o medicinales empleadas en los procesos de transformación en tisanas de Jambi Kiwa.



Las tres plantas tienen un comportamiento similar, antes del proceso del rediseño del pre secado. Posterior al rediseño del proceso, la temperatura promedio empleada es de 25°C.

**VARIABLES ANALIZADAS ANTES Y DESPUÉS DEL PROCESO**

Variable analizada	ANTES	DESPUÉS
Temperatura (°C)	Mínimo: 29 Máximo: 32	Mínimo: 4 Promedio: 25 Máximo: 6
Tiempo (Días)	Mínimo: 4 Máximo: 6	Mínimo: 2 Máximo: 3
% Humedad de salida del proceso	Menos del 8% (Aromática) Aromática (40%)	Mínimo: 30 Máximo: 35

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

**Equipos, materiales y accesorios a emplear en el proceso de pre secado**

CONDICIÓN INICIAL ANTES	CONDICIÓN FINAL	MATERIAL	DIMENSIONES NECESARIAS DESPUÉS
<b>Ventilador Axial</b> Marca: S&P Modelo: HXB-400/L* Velocidad: 1625rpm Potencia: 1/8HP Intensidad máxima(A) 220V: 1.7 Caudal de descarga libre: 3190m³/h Nivel sonoro (Da)*:60 Peso Aprox. 14(Kg)	El equipo no se usa el caudal es bajo.  Se empleará un ventilador de las mismas características, pero de mayor caudal.	Material adecuado para manejo industrial con acabados de pintura en polvo poliéster de alta resistencia a la corrosión tipo hélice.	<b>Ventilador Axial</b> Marca: S&P Modelo: HXB-500/L* Velocidad: 1725rpm Potencia: 1/2HP Intensidad máxima(A) 220V: 2 Caudal de descarga libre: 7800m³/h Nivel sonoro (Da)*:68 Peso Aprox. 19(Kg)

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

CONDICIÓN INICIAL ANTES	CONDICIÓN FINAL	MATERIAL	DIMENSIONES NECESARIAS DESPUÉS
<b>EXTRACTOR TIPO CENTRIFUGO CON ALABES CURVOS ADENTADOS</b> Modelo: CET-8000 Velocidad: 1725rpm Potencia: 3HP Intensidad máxima(A) 220V: 10.2 Caudal de descarga libre: 7800m³/h Nivel sonoro (Da)*:80 Peso Aprox. 33.5(Kg)	El equipo se reubica para impedir la eliminación del aire saturado del área de proceso.	Material de acero inoxidable.	Se conserva el equipo.

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

CONDICIÓN INICIAL ANTES	CONDICIÓN FINAL	MATERIAL	DIMENSIONES NECESARIAS DESPUÉS
<b>DUCTO TRANSPORTADOR DE AIRE CALIENTE</b> No existe al momento	Se requiere el dimensionamiento para eliminación de aire húmedo saturado del área de proceso su conexión será directa al extractor	Material de acero inoxidable.	<b>Área:</b> 3.086 m <sup>2</sup> <b>Diámetro:</b> 0.29m <b>Forma:</b> cilíndrica <b>Longitud:</b> 2m

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

### Rediseño del proceso de pre secado



### Proceso de secado

#### Análisis organolépticos

ANÁLISIS	MANZANILLA (Matricaria chamomilla)		HIERBA LUISA (Cimbopogon Citratus)		ALCACHOFA (Cynaria scolymus L)	
	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Color	Café-Amarillo	Amarillo-Verdoso	Café	Verde-Oscuro	Café-Oscuro	Verde
Sabor y Aroma	Agradable	Dulce Aromático	Leve Aroma	Aromático	Amargo Desagradable	Amargo
Textura	Quebradizo	Suave Liso	Quebradizo-fibrosos-áspero.	Cortante	Quebradizo-áspero	Espinoso-áspero
Evidencia de Impurezas	Tierra insectos	Ninguno	Tierra-plantas	Ninguno	Tierra	Ninguno

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

#### Análisis microbiológicos

ENSAYOS	NORMA INEN 159	MANZANILLA (Matricaria chamomilla)		HIERBA LUISA (Cimbopogon Citratus)		ALCACHOFA (Cynaria scolymus L)	
		ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Aerobios mesofilos (ufc/g)	1.00 *10 <sup>5</sup>	1.5*10 <sup>5</sup>	1.02*10 <sup>5</sup>	8.67*10 <sup>5</sup>	1.45*10 <sup>5</sup>	9.6*10 <sup>5</sup>	3.01*10 <sup>5</sup>
Recuento de mohos y levaduras (ufc/g)	2.0*10 <sup>1</sup>	2.89*10 <sup>1</sup>	2.12*10 <sup>1</sup>	3.2*10 <sup>1</sup>	2.03*10 <sup>1</sup>	3.34*10 <sup>1</sup>	2.23*10 <sup>1</sup>
Coliformes totales (ufc./g)	<3	2*10 <sup>2</sup>	No existe	2*10 <sup>2</sup>	No existe	2*10 <sup>2</sup>	No existe
Coliformes fecales (formación de gases)	Ningún tubo positivo	Positivo	Ningún	Positivo	Ningún	Positivo	Ningún

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

### Análisis bromatológicos

(%) HUMEDAD	ALCACHOFA (Cynaria scolymus L)	HIERBA LUISA (Cimbopogon Citratus)	MANZANILLA (Matricaria chamomilla)
	Método Gravimétrico	Método Azeótropico	Método Azeótropico
Muestra 1	9.98	10.27	10.40
Muestra 2	9.97	10.28	10.42
Muestra 3	9.99	10.27	10.41
Rango	9.98	10.27	10.40

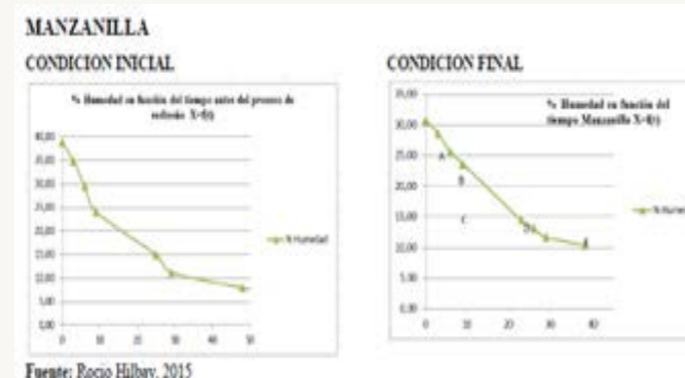
Fuente: Rocío Hilbay, 2015

### Análisis físico químicos

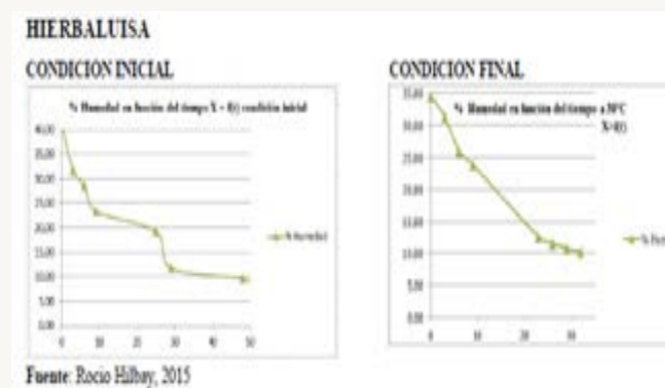
ENSAYOS REALIZADOS	REFERENCIAS INEN 2381	HIERBA LUISA (Cimbopogon Citratus)		MANZANILLA (Matricaria chamomilla)	
		ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
% Humedad	9 - 12	8.40	10.60	9.22	10.00
% Cenizas Totales	4 - 8	9.18	8.20	9.22	9.00
% Cenizas Solubles en agua	45---	72.33	72.30	72.31	72.29
% Alcalinidad de Cenizas Soluble KOH	1.0 - 3.0	1.90	2.00	2.10	2.00
% Cenizas Insolubles en HCL al 10%	--- 1.0	1.00	0.69	1.02	0.68
% Aceite volátil Destilación por un tiempo de 4 horas	0.2 - 0.6 (Mz)azul camazueno 0.5 - 0.7 (HI) amarillo	0.40	0.70	0.30	0.33
%Fibra Bruta	25	---	12.00	---	9.80
Cromatografía en capa fina placa de sílica revelador vainilla	R, 0.5 - 0.6 Verde polines (Mz) R, 0.5 - 0.7 amarillo Verde limonenos (HI)	0.40	0.60	0.35	0.53

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

Posterior al rediseño se observa la presencia de los principios activos en la cromatografía en placa fina, los porcentajes de humedad y ceniza están dentro de los límites permisibles de la norma INEN 2381 para Té. Se realiza el ajuste de las variables Temperatura y Tiempo de secado para conservar las características organolépticas, bromatológicas de las plantas analizadas, no se evidencia pérdida en la materia prima al ingreso y salida del proceso, mejora la calidad en el producto final té o tisana y existe la disminución del gasto en combustible.



Fuente: Rocío Hilbay, 2015



Fuente: Rocío Hilbay, 2015

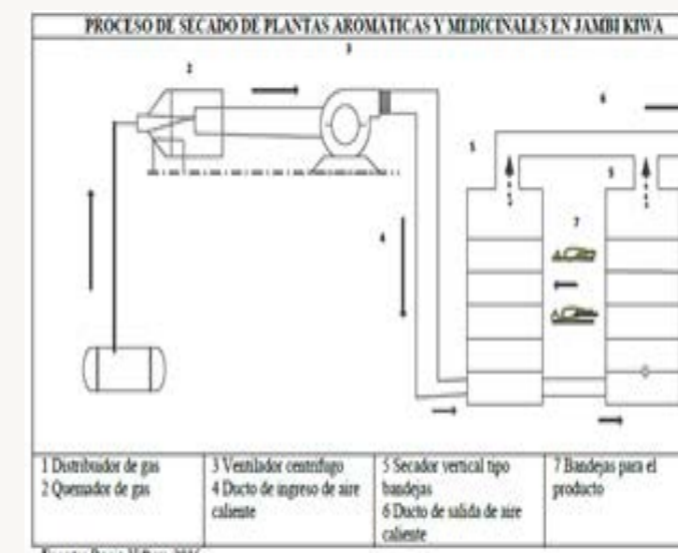
Después del rediseño del proceso de secado para la Alcachofa se identifica que a 38°C la curva tiene un comportamiento lineal.

### Equipos, materiales y accesorios a emplear en el proceso de secado

CONDICIÓN INICIAL ANTES	CONDICIÓN FINAL	MATERIAL	DIMENSIONES NECESARIAS DESPUÉS
<b>Ventilador Extractor tipo centrífugo axial</b> <b>Marca:</b> S&P <b>Modelo:</b> SSA 18/8 <b>Caudal Q:</b> 1900m <sup>3</sup> /h <b>Potencia:</b> 3HP <b>Velocidad:</b> 17250rpm <b>Nivel sonoro:</b> 60Db (A*) <b>Peso Aprox.</b> 35(Kg)	El equipo no se usa es bajo.  Se empleará un ventilador de las mismas características, pero de mayor caudal.	Material adecuado para manejo industrial con acabados de pintura en polvo poliéster de alta resistencia a la corrosión tipo hélice.	<b>Ventilador Extractor tipo centrífugo axial</b> <b>Marca:</b> S&P <b>Modelo:</b> CST-3500 <b>Caudal Q:</b> 3500m <sup>3</sup> /h <b>Potencia:</b> 3HP <b>Velocidad:</b> 3500rpm <b>Nivel sonoro:</b> 90Db (A*) <b>Peso Aprox.</b> 66(Kg)

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

### Rediseño del proceso de secado



Fuente: Rocío Hilbay, 2015

### Eficiencia alcanzada del proceso de secado

$$Eficiencia = \frac{70 - 50}{50 - 18} * 100$$

$$Eficiencia = 50\% INICIAL$$

$$Eficiencia = \frac{55 - 38}{38 - 18} * 100$$

$$Eficiencia = 85\% FINAL$$

### Proceso de molienda y tamizado

#### Análisis microbiológicos

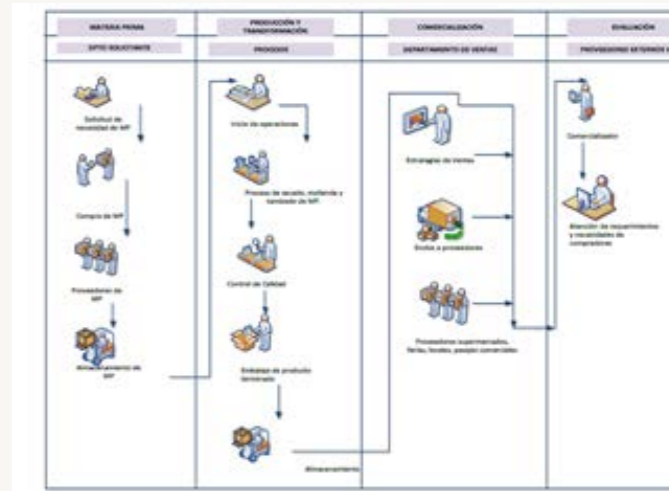
ENSAYOS REALIZADOS	REFERENCIAS INEN 1529	HIERBA LUISA (Cimbopogon Citratus)		MANZANILLA (Matricaria chamomilla)	
		ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Aerobios mesofilos (ufc/g)	1.00*10 <sup>5</sup>	8.67*10 <sup>5</sup>	7*10 <sup>4</sup>	1.5*10 <sup>5</sup>	1*10 <sup>4</sup>
Recuento de mohos y levaduras (ufc/g)	2.0*10 <sup>1</sup>	3.67*10 <sup>3</sup>	2.2*10 <sup>3</sup>	2.89*10 <sup>3</sup>	2.0*10 <sup>1</sup>
Coliformes totales (ufc./g)	<3	2*10 <sup>2</sup>	10	1*10 <sup>2</sup>	12
Coliformes fecales (formación de gases)	Ningún tubo positivo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo

Fuente: Rocío Hilbay, 2015

### Eficiencia alcanzada en el molino

PERDIDA DE MATERIAL INICIAL (KG)	EFICIENCIA INICIAL (%) MOLINO	PÉRDIDA LUEGO DEL REDISEÑO (KG)	EFICIENCIA FINAL (%) MOLINO
200.18	93.98	27.35	98.57

### Flujo de procesos luego de la reingeniería



Fuente: Implementación Jambí Kiwa, 2015

### Resultados y conclusiones

Los ensayos aplicados en las plantas aromáticas y medicinales fueron organolépticos, bromatológicos, microbiológicos; según los procesos de pre secado, secado molienda y tamizado. En estos procesos y bajo condiciones

actuales, se evidenció: deterioro en su apariencia física y composición química, presencia de microorganismos aerobios mesófilos, mohos, levaduras, coliformes totales y fecales, corroborando un manejo empírico de los procesos.

La contaminación en el pre secado, sobrepasa los límites permisibles en el contenido de microorganismos de acuerdo a la referencia NTE-INEN 1529. Existen variaciones en el parámetro de temperatura, falta de circulación del aire y contaminación en las etapas del proceso siendo éstas las causas del desarrollo microbiano.

En el área del inicio del proceso de lavado y desinfección de las plantas aromáticas y medicinales, no lo está realizando la empresa sino el socio productor.

Se ajustó la variable Temperatura y Tiempo de secado para conservar las características organolépticas, bromatológicas y microbiológicas de las plantas analizadas, se evidencia una mejor calidad en los procesos y disminución de gastos en combustible gracias al rediseño de los mismos.

Las pruebas de simulación de los procesos de pre secado determinaron las variables: temperatura, tiempo y humedad que requieren las plantas aromáticas para mejorar la calidad; se identifica que la temperatura óptima es de 25°C, el tiempo del proceso debe ser de 2 días para plantas del tipo aromático para mantener la estabilidad del proceso de pre secado y el contenido de los aceites esenciales propios y el tiempo para plantas medicinales es de 3 días por su contenido mayor de agua.

El contenido de agua inicial en las plantas medicinales va desde 60% al 85%. En el proceso de pre-secado artificial debe alcanzar 30% al 35%.

En el proceso de secado se determinó las variables: temperatura, tiempo y humedad que requiere las plantas aromáticas para mejorar la calidad, se identifica que la temperatura óptima es de 38°C.

El tiempo del proceso de secado artificial debe ser de 32 horas para plantas del tipo aromático y medicinal, hasta alcanzar la humedad de 9 a 12%.

Los cálculos de ingeniería realizados con los ensayos de laboratorio permitieron identificar la velocidad ante y post crítica, tiempo ante y post crítico, para identificar el tiempo total de secado artificial para las plantas medicinales

y aromáticas, el balance de masa y energía realizado identificó los valores requeridos para el rediseño del proceso como el flujo volumétrico de ingreso y salida del aire, cantidad de calor para el proceso, el área y diámetro del ducto para el transporte de aire caliente sin pérdidas.

Los datos de ingeniería obtenidos permitieron realizar el dimensionamiento de equipos, herramientas y accesorios, es así que se requiere un equipo ventilador axial tipo hélice de caudal 7800 m<sup>3</sup>/h. Para el flujo de aire necesario en el proceso de presecado artificial, un extractor tipo álabes curvo adelantados con caudal de 7800 m<sup>3</sup>/h. Para la salida de aire saturado del área del proceso, el ducto debe ser de acero inoxidable con diámetro 0.29 m y longitud 2 m; se debe evitar la fuga de aire caliente en el área de trabajo y evitar problemas de humedad en las plantas nuevamente. En el proceso de secado se realizó el dimensionamiento del equipo ventilador centrífugo de alabes radiales con caudal 3500 m<sup>3</sup>/h para el flujo de aire necesario para el proceso de secado artificial. En la molienda y tamizado se dimensionó los equipos para aumentar la eficiencia de producción.

Se requiere implementar un sistema de extracción de polvo formado por un extractor tipo centrífugo de aspas radiales de caudal Q 2600 m<sup>3</sup>/h, ducto flexible de 3.0 mm, accesorios para minimizar las pérdidas de material por fricción.

Los materiales a emplear deben ser de acero inoxidable grado alimenticio con materiales resistentes a procesos de corrosión

## Referencias bibliográficas

- Alan, F. (1990). *Principio de Operaciones Unitarias*. México, México: Continental.
- Alonso, J. (2004). *Tratado de Fitofarmacis y Nutracéticos*. Buenos Aires, Argentina: Corpus.
- Christie, J. (1982). *Proceso de Transporte y Operaciones Unitarias*. México: Continental.
- Herbotecnia. (12 de enero de 2015). <http://www.herbotecnia.com.ar/poscosecha-selección.html> Recuperado el 15 de 03 de 2015, de <http://www.herbotecnia.com.ar/poscosecha-selección.html>.
- Himmelblau, D. (1994). *Balance de Materia y Energía*.

México, México: Prentice Hall Hispanoamérica.

- Howard, F., & Barrow, M. (1996). *Ingeniería de Proyectos para plantas de Procesos*. México, México: Continental.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. (1998). *Industrias Agrícolas Plantas aromáticas en bolsas filtrantes NTC 2698*. Santa Fé de Bogotá, Bogotá.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1990). *Control microbiológico de alimentos, determinación de microorganismos aerobios mesófilos NTE 1529-5*. Quito, Ecuador.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1998). *Control biológico de alimentos, mohos, levaduras viables, recuento en placa por siembra en profundidad NTE -1529*. Quito, Ecuador.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (2005). *Té Requisitos NTE 2381*. Quito, Ecuador.
- León, D. (2005). *Diseño y Construcción de un secador de bandejas para germen de trigo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ingeniería Química, Riobamba.
- Medicinales, P. (06 de 01 de 2012). [www.Fao.org/docrep/X504S/x5041s07.htm](http://www.Fao.org/docrep/X504S/x5041s07.htm). Recuperado el 15 de 03 de 2015
- Océano. (2001). *Enciclopedia de la Medicina Alternativa*. Madrid: Océano.
- Ocon, J., & Tojo, G. (1963). *Problemas de ingeniería Química*. Madrid, España: Aguilar.
- Perry, J. (2002). *Manual del Ingeniero Químico*. México, México: Mc Graw Hill.
- Pita, E. (1994). *Acondicionamiento de aire Principios y Sistemas*. México: Continental.
- Welty, J. (1994). *Fundamentos de transferencia de calor y masa*. México, México: Imusa.

