





# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**SECADO DE LA PANOJA DE ATACO *Amaranthus hybridus* L.  
PARA LA ELABORACIÓN DE TISANAS CON ALTO  
CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES.**

**Autora:**

Benavides Tulcán Jenny Yomaira

**Director:**

Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz

**Asesores:**

Dra. Toromoreno Lucía

Ing. Juan Carlos de la Vega

Ing. Nicolás Pinto

**Ibarra - Ecuador  
2016**

## HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



**APELLIDOS:** Benavides Tulcán

**NOMBRES:** Jenny Yomaira

**C. CIUDADANÍA:** 040188395-4

**EDAD:** 24 años.

**NACIONALIDAD:** Ecuatoriana

**ESTADO CIVIL:** Soltera

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 062-291-807

**TELÉFONO CELULAR:** 0989421756

**CORREO ELECTRÓNICO:** jennybgm5@gmail.com

**DIRECCIÓN:** Provincia: Carchi  
Ciudad: San Gabriel  
Parroquia: Gonzáles Suarez

**AÑO:** 2016

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Jenny Yomaira Benavides Tulcán SECADO DE LA PANOJA DE ATACO *Amaranthus hybridus* L. PARA LA ELABORACIÓN DE TISANAS CON ALTO CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES. TRABAJO DE GRADO. Ingeniería Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Carrera de ingeniería Agroindustrial. Ibarra 15 de Octubre del 2016.

**DIRECTOR:** Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz

En la presente investigación se evaluó las características físico-químicas, microbiológicas y principios funcionales (polifenoles), velocidad de secado, temperatura de secado y densidad de carga, características sensoriales mediante la adición de saborizantes en la tisana de ataco estableciendo condiciones favorables para obtener producto de calidad manteniendo sus propiedades funcionales.

El producto cumple con los requerimientos microbiológicos establecidos en la NTE INEN 2392 – 2013 requisitos para hierbas aromáticas, la cual garantiza la calidad del producto.



Ing. Ing. Luis Armando Manosalvas

DIRECTOR DE TESIS



Jenny Yomaira Benavides Tulcán

AUTORA

## 1. RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en los laboratorios de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte, en la ciudad de Ibarra Ecuador. El objetivo fue evaluar los diferentes parámetros del proceso de secado de la panoja de ataco *Amaranthus hybridus l.* sobre el contenido de polifenoles totales, donde los factores de estudio fueron velocidad de aire (2m/s y 4 m/s), densidad de carga (0,600 kg/m<sup>2</sup> y 1 kg/m<sup>2</sup>) temperatura de secado (30°C y 40°C), el desarrollo de la investigación se llevó a cabo en un secador de bandejas. La humedad del ataco en estado fresco fue del 74,57% Con los resultados se observa que durante el proceso de secado se distinguen tres periodos; uno muy corto de precalentamiento, por lo que no puede percibirse en el gráfico, un segundo periodo de velocidad constante el cual tuvo una duración de 2,28 horas, desde su contenido de humedad inicial  $X_0=8,346$  kgH<sub>2</sub>O/kgss forma una pendiente hasta la humedad crítica  $X_c=5,779$  kgH<sub>2</sub>O/kgss, donde, el principal mecanismo de transporte de masa es el flujo capilar y un tercer periodo de secado más lento de 13,78 horas, el tiempo de secado es extenso puesto que la difusión de vapor de agua, en el periodo de velocidad

decreciente se dificulta debido a la naturaleza del ataco, que es un alimento altamente fibroso, el cual concluye con una humedad final  $X_f=0,430$  kgH<sub>2</sub>O/kgss y una humedad de equilibrio  $X^*=0,397$  kgH<sub>2</sub>O/kgss.

**Palabras clave:** Ataco Curvas de secado, antioxidantes, velocidad decreciente, capilaridad, difusión.

### ABSTRACT:

This investigation was developed in the Agro Industrial Engineering Laboratories, at the Tecnica del Norte University, in Ibarra city, Ecuador. The objective was focused on evaluating the different parameters of the drying process in the panicle of Ataco *Amaranthus hybridus I*, about total polyphenol content, with three study factors, such as: air speed (2m/s y 4 m/s), load density (0,600 kg/m<sup>2</sup> y 1 kg/m<sup>2</sup>) and temperature of drying (30°C y 40°C).

The development of this research was carried out in a dryer of trays. The moisture of ataco in fresh state was about 74.57% With those results its observed that during the drying process, three

periods are distinguished; A very short period of preheating, so that it can't be perceived in the picture, a second period of constant speed which lasted for 2.28 hours, since its initial moisture content  $X_0=8.346 \text{ kgH}_2\text{O/kgss}$ , it forms a slope till the Critical humidity  $X_c=5,779 \text{ kgH}_2\text{O/kg}$ , where the main mass transport mechanism is the capillary flow and a third slower drying period of 13.78 hours, the drying time is extensive since the diffusion of water vapor In the period of decreasing speed is made difficult because the nature of the ataco, which is a highly fibrous food, which concludes with a final moisture  $X_f =0.430 \text{ kgH}_2\text{O/kgss}$  and an equilibrium moisture  $X^*= 0.397 \text{ kgH}_2\text{O/kg}$

## 2. INTRODUCCIÓN

Ecuador dispone de una amplia biodiversidad de flora entre las que se encuentra el ataco (*Amaranthus hybridus* L.), las cuales se las puede encontrar en la región andina. En la actualidad el consumidor prefiere acceder a productos naturales con actividad funcional de allí la importancia de fomentar el procesamiento, innovación y uso de productos como el ataco (*Amaranthus hybridus* L.) producto andino que está desapareciendo, debido al

desconocimiento de su composición nutricional y funcional.

Una de las primeras operaciones posteriores a la cosecha destinadas a mantener la calidad de los productos agrícolas, es el proceso de secado el cual consiste en la remoción parcial del agua libre contenida en estos productos hasta que llega a un contenido de agua que permite el almacenamiento por mucho tiempo, sin que ocurra el deterioro de los productos. (Aspurz Tabar, 2011), el principio básico en el cual se fundamenta el secado son los niveles bajos de humedad, donde se interrumpe los procesos de degradación causados por enzimas o fermentos, además, impide el desarrollo de microorganismos, las reacciones de oxidación y de hidrólisis Castells (2012)

Peralta et al. (2008) menciona que las infusiones más comunes y conocidas en nuestra cultura se usan para impartir sabor, aroma y bienestar a los consumidores, aunque algunas pueden suministrar propiedades beneficiosas para la salud. Mientras, las flores del ataco son aprovechadas como materia prima para la preparación de tisanas medicinales debido a su riqueza en polifenoles y otros

compuestos bioactivos. Marin, Gomez, et.al (2014).

El proceso de secado involucra calor, por lo tanto, pueden presentarse pérdidas de aceites esenciales y de sustancias volátiles, así como el riesgo de degradación de algunas sustancias termolábiles. Por lo tanto, la mayoría de las plantas medicinales pueden ser secas a temperaturas que varían entre 30 y 60° C y las plantas que poseen aceites esenciales o sustancias volátiles se deben secar a temperaturas inferiores a 40°C.

La búsqueda de alternativas de ingresos dirigido a sectores relegados conlleva a encontrar una tecnología de bajo costo para la transformación de la panoja de ataco en tisanas, brindando características de alta aceptabilidad para el consumidor generando un producto de calidad con gran aporte de propiedades funcionales para la dieta diaria.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1.OBJETIVO GENERAL.**

Evaluar el efecto del proceso de secado de la panoja de ataco *Amaranthus hybridus* L. sobre el contenido de polifenoles totales.

#### **3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- ❖ Determinar las características físico-químicas, microbiológicas y principios funcionales (polifenoles) de la materia prima y producto terminado.
- ❖ Evaluar los parámetros de secado (velocidad de aire, densidad de carga y temperatura de secado) sobre el contenido de polifenoles totales.
- ❖ Evaluar la aceptabilidad sensorial de las tisanas, mediante la adición de saborizantes.

### **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

Se utilizó Ataco (*Amaranthus hybridus* L), cultivados en el sector de capulí – San Gabriel- Carchi- Ecuador, la recolección de la planta se realizó en horas de la mañana donde se separó el grano de la panoja mediante trillado, se receiptó la materia prima seleccionando que se encuentre libre de materiales extraños y se procedió a pesar mediante una balanza, posteriormente se realiza el lavado y desinfección con una solución de 10ppm por litro de agua, luego se coloca la panoja

en bandejas perforadas para que el agua fluya una vez terminado el tiempo de pre secado se pesa la cantidad requerida por los factores a evaluar y se introducen al secador con aire caliente, la molturación realiza de manera leve para facilitar el empaque y preparación del producto.

El desarrollo de la investigación se efectuó en la ciudad de Ibarra Provincia de Imbabura, donde, se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres repeticiones con un arreglo factorial AxBxC, Factor A (velocidad de aire a 2m/s y 4m/s), Factor B (densidad de carga 0.600 kg/m<sup>2</sup> y 1 kg/m<sup>2</sup>) y Factor C (la temperatura de secado 30°C y 40°C). Las muestras se secaron en todos los casos hasta peso constante para cada uno de los tratamientos para los cuales se realizó las respectivas curvas de secado.

**Tabla 1:** Nomenclatura de tratamientos

Trat	Simbología	Descripción
T1	A1B1C1	2m/s + 0.600 kg/m <sup>2</sup> + 30°C
T2	A1B1C2	2m/s + 0.600 kg/m <sup>2</sup> + 40°C
T3	A1B2C1	2m/s + 1 kg/m <sup>2</sup> + 30°C
T4	A1B2C2	2m/s + 1 kg/m <sup>2</sup> + 40°C
T5	A2B1C1	4m/s + 0.600 kg/m <sup>2</sup> + 30°C
T6	A2B1C2	4m/s + 0.600 kg/m <sup>2</sup> + 40°C
T7	A2B2C1	4m/s + 1 kg/m <sup>2</sup> + 30°C
T8	A2B2C2	4m/s + 1 kg/m <sup>2</sup> + 40°C

Los datos del proceso de secado (humedad vs. tiempo) fueron obtenidos pesando periódicamente las muestras a intervalos de 10 minutos durante las 3 primeras horas

de secado y cada 30 minutos después de este primer intervalo con una balanza.

Para la determinación de Polifenoles se utilizó el método de la A.O.A.C. (1965), adaptado en el Departamento de Nutrición y Calidad INIAP. Se utilizó reactivos Acido gálico monohidratado, Reactivo folin & Ciocalteu's, Carbonato de sodio 99.50% de pureza, Metanol 99.50%, densidad 0,79. A continuación se realizó la preparación de soluciones y partir de esta solución se hace diluciones para obtener la curva:

5 ppm	250 µl de la solución de 200 ppm y afora a 10 ml
10ppm	500 µl de la solución de 200 ppm y afora a 10 ml
40ppm	2 ml de la solución de 200 ppm y afora a 10 ml
80ppm	4 ml de la solución de 200 ppm y afora a 10 ml
100ppm	de la solución de 200 ppm y afora a 10 ml
140ppm	7 ml de la solución de 200 ppm y afora a 10 ml

Los materiales y equipos que se utilizaron para el procedimiento fueron: Balanza analítica Shimadzu, placa de agitación múltiple, papel filtro Whatman cualitativo, balones aforados de 10, 25,50,100 y 250 ml, pipetas volumétricas de 5 a 10 ml, embudos de vidrio, erlenmeyer de 150 ml con tapa rosca, Espectrofotómetro Shimadzu UVVIS 2201, vasos de precipitación de 10, 15 y 250.



Se procede a Pesar 1-3 g de muestra, se adiciona 75 ml de metanol a 70% donde se extrae inmediatamente durante 75 minutos a temperatura ambiente, bajo agitación magnética, se filtrar la solución sobre papel filtro y se completa con metanol a 70% a 100 ml (extracto bruto), se toma 1 ml y coloca en un tubo de ensayo, añadiendo 6 ml de agua destilada, 1 ml de reactivo de folinδ Ciocalteu´s, después de 3 minutos, se adiciona 2 ml de una solución acuosa de carbonato de sodio al 20% y se coloca la solución a 40°C por dos minutos, a continuación se mide la solución azul en el Espectofotómetro a 760 nm, los valores medidos se comparan con los resultados que se obtengan a partir de una gama de muestras estándares de ácido gálico de concentración variante de 0 a 200 µg/ml

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES:

De acuerdo a la investigación el mejor tratamiento es el T7 donde:

**Tabla 2:** Variables evaluadas

VARIABLE	VALOR DE RESPUESTA	MÉTODO
Densidad verdadera	2,32 kg/m <sup>3</sup>	Método de Couto (1985)
Densidad aparente	3,1 kg/m <sup>3</sup>	Ecuación de la densidad
Actividad de agua	0,50aw	Espeso enfriado
Humedad	8,25%,	Balanza infrarroja
Cenizas	10,96%	(CE2390/EEC)
Polifenoles totales	14,59 mg/g	A.O.A.C. (1965).

**La densidad verdadera** se obtuvo mediante el método de flotabilidad donde se obtuvo una densidad de 2,32 kg/m<sup>3</sup>. Mientras, el valor de la **densidad aparente** fue de 3,17 kg/m<sup>3</sup> obtenido mediante la ecuación de la densidad. Sin embargo, la densidad aparente debe acordarse entre el comprador y el vendedor de acuerdo a la Asociación Europea para las Especies (2014).

**Actividad de agua:** Previo al análisis de actividad de agua se pudo constatar que a menor actividad de agua mayor tiempo de conservación del producto dando un valor de 0,50aw. Según la Asociación Europea para las Especies (2014) recomienda un valor máximo deseable de 0,65.

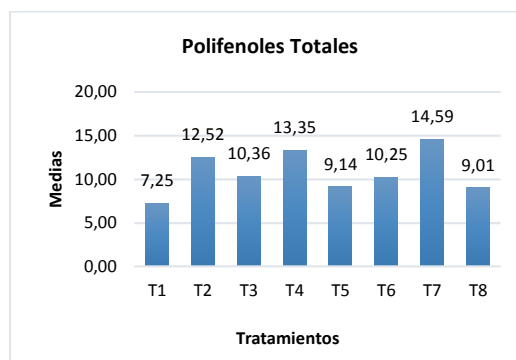
**Humedad:** El porcentaje de humedad es de 8,25%, rango que se encuentra bajo la norma NTE INEN 2392- Hierbas aromáticas requisitos (2013), tratamiento

en el cual se obtuvo un rendimiento de 14,80%.

**Cenizas:** Se considera que a mayor velocidad de secado el porcentaje de cenizas disminuye, en general cualquier alimento natural tendrá menos de 5 por ciento de cenizas en el contenido. Mientras, algunos alimentos procesados pueden tener un contenido de cenizas de más del 10% (Michael Baker). Además, la NTE INEN 1122 menciona que el porcentaje máximo de cenizas totales es 14,00%.

**Polifenoles Totales.** Realizado el análisis de varianza para la variable contenido de polifenoles totales, se observó una alta significancia para tratamientos, así como también para el factor B (Densidad de carga) lo que quiere decir que el contenido de polifenoles totales del producto terminado se ve afectado por la densidad de carga. También existió alta significación estadística para las interacciones Ax C (velocidad de secado y temperatura de secado) y Bx C (densidad de carga y temperatura de secado) indicándose así que la combinación entre los factores influyó en esta variable.

**Gráfico 1:** Comportamiento de las medias



Se puede apreciar en el gráfico los porcentajes de conservación de polifenoles para los tratamientos sometidos a proceso de secado, donde se observa una variabilidad considerable, los datos reportan que el mejor tratamiento es el T7 debido a que presenta la media más alta de 14.59 mg/g. Los resultados coinciden con la tendencia de contenido de polifenoles, donde, mientras menor sea la temperatura de secado y mayor la velocidad en la superficie del producto mayor concentración de polifenoles, por lo tanto, mayor capacidad antioxidante.

El ataco (materia prima) obtuvo un contenido de 17,15 mg/g de polifenoles totales, que sometido al proceso de secado la mayor conservación fue de 14,59 mg/g, dando un porcentaje de pérdida al final del proceso de 14,93%.

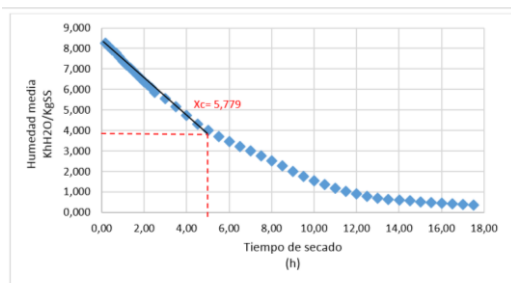
A través de la prueba de aceptabilidad realizada a un grupo de 15 panelistas, no

entrenados, se determinó que en el sabor y aceptabilidad no existe diferencia alguna, en cuanto al color la diferencia fue mínima, pero en el aroma se identificó una gran diferencia entre todos los tratamientos.

El gráfico 2 y 3 muestran las curvas de secado y curvas de velocidad de secado respectivamente, obtenidas en el mejor tratamiento T7 (velocidad de secado 4 m/s, densidad de carga 1 kg/m<sup>2</sup> y temperatura de secado 30°C)

## 6. CINÉTICA DE SECADO PARA T7 (VELOCIDAD DE SECADO 4M/S, DENSIDAD DE CARGA 1KG/M<sup>2</sup> Y TEMPERATURA DE SECADO 30°C).

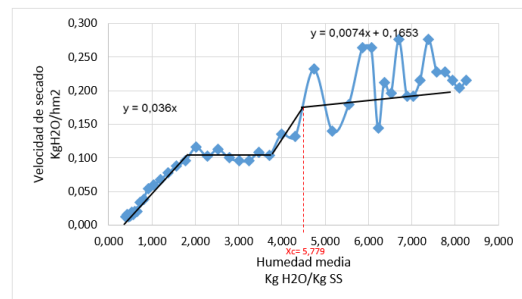
**Gráfico 2:** Curva de secado - T7 (A2B2C1)



El gráfico muestra la curva de secado, se pueden distinguir los tres periodos de secado, el de precalentamiento que a menudo se desprecian en los cálculos de

secado como lo indica (Ibarz & Barbosa Cánovas, 2014), durante el periodo de velocidad constantes la evaporación del agua se efectúa en la superficie del producto a temperatura constante debido a que su estructura celular está intacta, el agua se desplaza a través de los capilares hacia la superficie donde es eliminada (Colina, Irezabal, 2010). Finalmente, el periodo de velocidad decreciente, tiempo de secado extenso debido a la naturaleza del alimento.

**Gráfico 3:** Curva de velocidad de secado - T7 (A2B2C1)



Según el gráfico, los periodos de la velocidad de secado están diferenciados entre el periodo de velocidad constante y el periodo de velocidad decreciente, donde se obtuvo un tiempo relativamente largo de secado para el periodo antecrítico de 8,08 horas y para el periodo poscrítico de 8,07

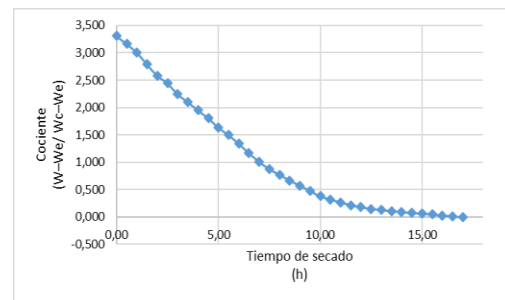
Durante el periodo de velocidad constante la evaporación se efectúa de manera constante, alimentada por agua libre desde el interior fundamentalmente por

capilaridad, el diámetro de los poros y los capilares disminuyen a medida que se elimina más cantidad de agua. Mientras, en el periodo de velocidad decreciente se observa tres puntos de inflexión en la curva de secado, donde el movimiento de agua que se genera en el interior del producto y sale hacia la superficie.

En el primer periodo de velocidad decreciente el mecanismo de transporte de masa es difusión de vapor desde la zona de evaporación hasta la superficie del producto. En el segundo punto de inflexión supone que la velocidad de condensación es igual a la velocidad de evaporación en la superficie del producto y permite que no exista acumulación de agua en los poros cerca de la superficie (Keqing, 2004), en el tercer periodo en el alimento no queda más que agua ligada que se evacua muy lentamente la cual termina cuando el producto alcanza la humedad de equilibrio que depende de las condiciones de secado (Casp Vanaclocha & Abril Renquena, 2008).

Para conocer el mecanismo real por el cual se elimina la humedad del producto se graficó el cociente  $(W - W_e) / (W_c - W_e)$  contra el tiempo de secado.

**Gráfico 4:** Mecanismo de eliminación de humedad



El gráfico revela que el mecanismo de difusión gobierna el proceso de secado debido a la naturaleza del producto y condiciones de secado, la línea se hace asintótica conforme aumenta el tiempo de secado (Colina, Irezabal, 2010)

## 7. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados y considerando las variables en estudio se establecen las siguientes conclusiones:

1. Las características físico químicas del producto final con 8,25% de humedad en base húmeda, presentó una actividad de agua de 0.50, un contenido de cenizas 10,96% y un contenido de polifenoles totales de 14,59 mg/g, parámetros que garantizan un tiempo de conservación del

producto mínimo de 18 meses, según la NTE 2392.

2. Los factores del proceso de secado que tuvieron mayor efecto sobre el contenido de polifenoles totales en orden de importancia fueron la densidad de carga, la velocidad del aire, y la temperatura de secado, donde el tratamiento con una mayor velocidad de aire (4 m/s) menor temperatura (30°C) y una mayor densidad de carga de 1 Kg/m<sup>2</sup>, presentó una menor pérdida de contenido de polifenoles totales del 14,93%.
3. En el periodo de velocidad decreciente del proceso de secado, el movimiento molecular del agua desde el interior hacia la interfase de secado es gobernado por el mecanismo de difusión, debido a la alta fuerza de adhesión de las moléculas de agua a las paredes fibrosas del alimento.
4. Debido al pronunciado sabor astringente de la tisana para el análisis de aceptabilidad sensorial, se mezcló el ataco con

hierbas aromáticas, donde la mezcla con 80% de ataco fue la de mayor aceptabilidad por los consumidores.

5. Se acepta la hipótesis planteada debido a que la influencia de la temperatura sobre el contenido de polifenoles totales es alta, por lo tanto, al ser los polifenoles termolábiles a temperaturas mayores a 40°C. Además, a velocidades de aire superiores a 2 m/s permite un secado más homogéneo. Mientras, con una densidad de la carga menor de 1 Kg/m<sup>2</sup> el tiempo de secado se incrementa.

## **8. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las conclusiones anteriores en base a variables estudiadas sobre la obtención de tisanas a base de panoja de ataco se recomienda.

1. Promover la siembra de ataco (*Amaranthus hybridus* L.), cultivo andino que está perdiendo fuerza por el desconocimiento de sus propiedades nutricionales y

- funcionales tales como la actividad antioxidante.
2. Se recomienda consumir tisanas de ataco al 100% para aprovechar la concentración de polifenoles presentes en la tisana.
  3. Se recomienda evaluar el proceso en un secador al ambiente con cobertizos en condiciones controladas de temperatura y luz.
  4. Realizar el estudio de identificación de qué tipo de polifenoles se encuentran en la tisana de ataco.
  5. Estandarizar el color de la tisana de ataco preparada en infusión y cuantificar el color final.

## 9. REFERENCIAS

1. Amores Vizuete, D. (2011). *Evaluación nutritiva y neutracética de la mora de catilla (Rubus Glaucus) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas y secador de bandejas*. ESPOCH, Riobamba.
2. Andalzua, M. A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. España: Acriba S.A Zaragoza (España).
3. Asociación Europea para las Especias. (11-14 de Febrero de 2014). *Comisión del codex alimentarius*. Recuperado el 15 de Julio de 2015, de Programa conjunto del la FAO/OMS sobre normas alimentarias comité obre especias y hierbas culinarias: [ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/csched/csch1/sc01\\_03s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/csched/csch1/sc01_03s.pdf)
4. Aspurz Tabar, J. (2011). *Obtención de curvas de secado de tomillo (Thymus vulgaris)*. MINAS GERAIS – BRASIL.
5. Balcazar, D. M. (2009). *Diseño de un triturador de cacao*. Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero mecánico, Escuela Politécnica Nacional, Quito.
6. Barberán, T. (2003). *Los Polifenoles de los alimentos y la salud*. Copyright.
7. Beltran , E., Jácome, B., & Matute, E. (2014). *Eleboración de té verde aromático con rosas orgánicas "Viality" de Nevado Ecuador*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
8. Bueno, M. R. (2008). *Historia de las hierbas mágicas y medicinales* (Nowtilus S. L. ed.). (S. Rodrigues, Ed.) Madrid.

- materiales/propiedades-fisicas-  
materiales.shtml
9. Calle Benites, R. E., & Aparicio Baidal, J. J. (2011). *Diseño de una planta de deshidratación de hierbas aromáticas*. Pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
  10. Casp Vanaclocha, A., & Abril Renquena, J. (2008). *Proceso de Conservación de Alimentos*. España: Mundi- Prensa.
  11. Castells, X. E. (2011). *Sistema de Tratamiento Térmico*.
  12. *Codex Alimentarius*. (2007). Recuperado el 11 de 02 de 2015, de Codex Alimentarius: [ftp://ftp.fao.org/codex/publications/procManuals/Manual\\_17s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/publications/procManuals/Manual_17s.pdf)
  13. Colina, Irezabal, M. L. (2010). *Deshidratación de alimentos*. México: Trillas.
  14. Contreras, M. ., (2006). *Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de manzana y fresa deshidratada*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología dde Alimentos, Valencia.
  15. Correa Benito, C. S. (26 de 09 de 2011). *Monografías.com*. Recuperado el 08 de 10 de 2015, de Propiedades físicas de los materiales: <http://www.monografias.com/trabajos88/propiedades-fisicas->
  16. Ibarz, A., & Barbosa Cánovas, G. V. (2014). *Introduction to Food Engineering*. Crcpres.
  17. Maupoey, P. F., Andrés Grau, A. M., Barat Baviera, J. M., & Albers Sollora, A. M. (2001). *Introducción al Secado de Alimentos por Aire Caliente*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia
  18. Quiñones , M., M, M., & A, A. (2012). los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 77. doi:10.3305/nh.2012.27.1.5418
  19. Sharapin, N. (2000). *Fundamentos de la Tecnología de Productos Fitoterapéuticos* (Primera edición ed.). (R. Pinzón S, Ed.) Santa fé , Bogotá, Colombia.