



Optimización del tiempo de secado a través del diseño de una secadora de cacao con movimiento rotatorio

Optimization of drying time through the design of a rotary movement cocoa dryer

Otimização do tempo de secagem através do projeto de um secador de cacau de movimento rotativo

Eugenia Mercedes Naranjo-Vargas ^I
eugenia.naranjo@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9658-6311>

Yadira Jazmín Zamora-Solorzano ^{III}
yadizamora57@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4721-9555>

Javier Renato Moyano-Arévalo ^{II}
renatomoyano89@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7992-7444>

Otto Fernando Balseca-Sampedro ^{IV}
carlos.santillan@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6713-0991>

Correspondencia: eugenia.naranjo@epoch.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículos de investigación

***Recibido:** 16 de marzo de 2021 ***Aceptado:** 22 de abril de 2021 * **Publicado:** 05 de mayo de 2021

- I. Magíster en Diseño Mecánico Mención en Fabricación de Autopartes de Vehículos, Ingeniera Mecanica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería de Mantenimiento Industrial, Grupo de Investigación de Energía, Ambiente y Productividad ENAMPROD, Riobamba, Ecuador.
- II. Magíster en Diseño Mecánico Mención En Fabricación de Autopartes de Vehículos, Ingeniero Mecanico, Grupo de Investigación Ciencia del Mantenimiento CIMANT, Riobamba, Ecuador.
- III. Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.
- IV. Magister en Sistemas de Transporte de Petroleo y Derivados, Ingeniero Mecanico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera Ingeniería Mecánica, Riobamba, Ecuador.

Resumen

En el intento de cambiar la matriz productiva del Ecuador se realiza varias investigaciones en las que se busca obtener una materia prima que sustente la economía del país, es por eso que se ha impulsado al sector agrícola a mejorar los procesos de producción, y así obtener productos que de total aceptación en todos los países.

El Cacao es un fruto de la zona costera y amazónica del Ecuador que en los últimos años se ha convertido en uno de los productos con mayor exportación, por su aroma y calidad. El desarrollo del proyecto tiene como objetivo diseñar una secadora rotatoria de cacao con una capacidad de 10 lb, y con eso realizar análisis en los que se establecerá la temperatura y tiempo de exposición al calor del cacao para obtener estándares de calidad en el fruto.

Al desarrollar el proyecto se define que el tiempo de exposición al calor recomendado es de 40 a 45 minutos en una temperatura de 80°C a 70°C, alcanzando estándares de humedad requerido en un valor de 8% a 6%, con esos valores se asegura obtener un cacao de fino aroma y con estándares de calidad aceptables para su exportación. Cuando se establece valores fuera de los rangos sugeridos el cacao presentara problemáticas como humedad excesiva en el grano o pérdida del aroma que básicamente es lo esencial en el producto.

Palabras claves: Cacao; Temperatura; Humedad.

Abstract

In the attempt to change the productive matrix of Ecuador, several investigations are carried out in which they seek to obtain a raw material that sustains the country's economy, that is why the agricultural sector has been encouraged to improve production processes, and thus obtain products that are fully accepted in all countries.

Cacao is a fruit from the coastal and Amazonian area of Ecuador that in recent years has become one of the most widely exported products, due to its aroma and quality. The development of the project aims to design a rotary cocoa dryer with a capacity of 10 lb, and with that to carry out analyzes in which the temperature and time of exposure to heat of the cocoa will be established to obtain quality standards in the fruit.

When developing the project, it is defined that the recommended exposure time to heat is 40 to 45 minutes at a temperature of 80 ° C to 70 ° C, reaching required humidity standards in a value of 8% to 6%, with those values it ensures to obtain a cocoa with a fine aroma and with acceptable

quality standards for export. When values are established outside the suggested ranges, the cocoa will present problems such as excessive humidity in the bean or loss of aroma, which is basically the essential in the product.

Keywords: Cacao; Temperature; Humidity.

Resumo

Na tentativa de mudar a matriz produtiva do Equador, são realizadas várias pesquisas nas quais se buscam obter uma matéria-prima que sustente a economia do país, por isso o setor agrícola tem sido incentivado a melhorar os processos de produção, e assim obter produtos que são totalmente aceitos em todos os países.

O cacau é uma fruta da região costeira e amazônica do Equador que nos últimos anos se tornou um dos produtos mais exportados, devido ao seu aroma e qualidade. O desenvolvimento do projeto visa conceber um secador rotativo de cacau com capacidade de 10 lb, e com isso realizar análises nas quais serão estabelecidos a temperatura e o tempo de exposição ao calor do cacau para obtenção de padrões de qualidade na fruta.

No desenvolvimento do projeto, é definido que o tempo recomendado de exposição ao calor é de 40 a 45 minutos a uma temperatura de 80 ° C a 70 ° C, atingindo os padrões de umidade exigidos em um valor de 8% a 6%, com esses valores garante a obtenção de um cacau de aroma fino e com padrões de qualidade aceitáveis para exportação. Quando os valores são estabelecidos fora das faixas sugeridas, o cacau apresentará problemas como excesso de umidade no grão ou perda de aroma, que é basicamente o essencial no produto.

Palavras-chave: Cocoa; Temperatura; Umidade.

Introducción

En los últimos años la necesidad de mejorar los procesos de producción de materia prima, ha lleva a que varios países busquen innovaciones tecnológicas para obtener una optimización en distintos procesos.

Ecuador un país que se encuentra en Sudamérica, que posee una gran variedad de flora y fauna, debido a su prestigiosa ubicación y a sus combinaciones de climas, mismas que se ven alteradas gracias a la cordillera de los Andes, es uno de los países con mayor exportación de cacao en el

mundo, y es por tal razón que la economía del país también se fundamenta en la exportación de dicho producto.

En América el cacao era cultivado por los Mayas antes de la llegada de los españoles, es por eso que el cacao ha formado parte de la gastronomía indígena desde tiempos antiguos, pero con la llegada de los españoles este fruto fue exportado para Europa convirtiéndose en el principal continente consumidor de cacao.(Guerrero, 2013)

En el Ecuador la producción de cacao se origina en la amazonia en la provincia de Zamora Chinchipe, para luego mediante intercambios de productos logró expandirse por todo el territorio que posee clima cálido. (Cuidate, 2021)

Al tener un incremento en la producción de cacao, se ha realizado varias investigaciones, debido a que por las condiciones climáticas no siempre es favorable secar el cacao de la misma manera en todos los lugares del Ecuador que se dedican a esta actividad. Al realizar el secado de cacao en gran escala es necesario automatizar el proceso, para cada uno de los sectores con variación climática, con el objetivo de conservar las características sensoriales del producto y minimizar los riesgos laborales.(Solano, 2017)

Al desarrollar la actividad de secado de cacao se debe considerar varias condiciones para que el producto sea de calidad, entre la más destacada es la Humedad; para obtener una humedad de excelencia en el cacao se desarrolla con anterioridad la fermentación del fruto, dicho procesos dura aproximadamente entre dos a tres días, obteniendo un porcentaje de humedad entre 55 – 60 %. Luego de esta actividad el cacao se lo procesa en una máquina secadora. (Vargas, 2016)

Metodología

Para el desarrollo del actual trabajo de investigación se lo realiza en dos fases. En la primera fase se determina con una investigación Exploratoria todas las variables como la humedad, temperatura, periodo y carga de semilla, entre otras, mismas que intervienen directa o indirectamente en el proceso de secado de cacao. Además, se analiza libros, artículos científicos, revistas que contenga información relacionada al proceso, con el objetivo de conocer las características del fruto. (Pérez & Contreas, 2017)

En la segunda fase con una investigación Experimental se pretende optimizar el proceso de secado, esto se logra aplicando un método deductivo para diseñar en primera instancia un prototipo de maquina secadora de cacao de bajo costo pero que cumpla con los requerimientos, donde se

experimenta el proceso, manipulando variables como temperatura, humedad velocidad de rotación entre otras.

Cacao

Fruta considerada en el Ecuador como uno de los rubros más importantes en las exportaciones, conjuntamente con el banano, pescado, crustáceos y las flores. Con una producción de 60 a 70 mil toneladas por año de cacao fino de aroma el Ecuador es considerado como el primer exportador de este fruto. (Barbecho Guailas & Loja Juca, 2019)

En el mundo el 61% del cacao fino es ecuatoriano, esto se debe a que existen alrededor de 350000 hectáreas de cacao, acogiendo a un promedio de 500000 personas que trabajan en la producción. (Ganadería, 2013). La producción se encuentra en todo el territorio del Ecuador continental, en sus regiones Costa, Amazonia y provincias de la Sierra ubicadas en las estribaciones de la cordillera Occidental. (Rivera Fernández et al., 2012)

En el año 2011 en el Ecuador se alcanzó los 530 millones de dólares en ventas de cacao, es por eso que es considerado uno de los productos con mayor aporte a la economía ecuatoriana, dichas ventas se ven influenciadas por los países consumidores de chocolates de alta calidad.(Vassallo, 2015)

Figura 1: Planta de Cacao



Fuente: (Pérez & Contreas, 2017)

En el territorio continental del Ecuador existen tres tipos de plantas de cacao:

Criollo: Es un árbol frágil y de poco rendimiento en la producción, su grano es de cascara fina y suave sabor aromático, su fruto es utilizado para la fabricación de los chocolates finos y exquisitos. (Bentley, 2014)

Forastero: Es una planta muy fuerte y de gran resistencia, por lo que los productores confían en esta planta para sus sembríos, facilita la recolección, y es la más utilizada a nivel mundial para la producción de chocolates. (Bentley, 2014)

Trinitario: es una planta creada en la combinación del criollo y forastero con la finalidad de obtener una planta con resistencia a las enfermedades y con un aroma suave. (Bentley, 2014)

Metodos de secado de cacao

El secado de cacao es una actividad muy importante ya que de esta acción depende mucho que el fruto mantenga sus características como el aroma, humedad, entre otras. Entre los métodos de secado de cacao se destaca.

Secado Natural. Actividad que consiste en exponer el grano de cacao a los rayos solares, con la finalidad que alcance una temperatura ideal para el secado, esta actividad se lo realiza por un tiempo máximo de 5 días, y así se obtiene el grano con un mejor aroma.

Figura 2: Secado natural de Cacao



Fuente: (AGRO, 2017)

Secado artificial. Método utilizado por los agricultores en época de invierno. Esta actividad es de fácil aplicación, pero económicamente varía de acuerdo a la producción ya que se utiliza energía eléctrica o combustibles para generar calor. (Jorge Sigüencia, 2013)

Figura 3: Secado artificial de cacao



Fuente: (Solano, 2017)

Humedad del cacao

El secado es un proceso que consiste en quitar la humedad que se encuentra en el fruto, en el caso de cacao luego de realizarse el fermentado el contenido de humedad varía entre el 40 % y 50 % y esto se debe reducir al 6% o 7% para tener un almacenamiento seguro. En caso de no cumplirse con estos valores de humedad dará como resultado el crecimiento de moho durante el almacenamiento del grano, produciendo una pérdida de la cosecha. (Movil, 2017)

Temperatura de secado

La elección de una temperatura incorrecta para el secado de cacao da paso a la formación de microorganismos, produciendo así una pérdida de la cosecha. Para un secado correcto del fruto se debe considerar que el agua posee un punto de ebullición de 100 °C, valor por el cual el secado de cacao no se realiza inmediatamente luego de haber sido cosechado, este debe primero pasar por una fase de fermentación. Y es así que con una buena ventilación y una temperatura mínima aproximada de 70°C dentro de la secadora se considera que se obtendrá un correcto proceso de secado.

Prediseño

Basados en la transferencia de calor por convección, mismo que se produce cuando existe una diferencia de temperatura entre un fluido en movimiento y una superficie, se establece el procedimiento de secado adecuado para el proyecto.

El secado de cacao es la disminución de humedad del grano, por lo que en el proceso se debe obtener una buena ventilación y una temperatura adecuada, es por eso que, para el proceso se

considera un secador rotatorio, ya que garantiza un movimiento continuo del grano, mejorando la ventilación, y produciendo una temperatura constante en todo el proceso (Núñez Solano, 2017) Para obtener un correcto funcionamiento de nuestra maquina se realiza un pre diseño con la ayuda de un software, en donde se considera los procesos que debe realizar nuestra máquina de pruebas, entre lo más primordial obtener un proceso rotatorio de secado de grano

Figura 4: Prototipo de maquina secadora



Fuente: Autores

Resultados

Para obtener un secado adecuado, el proceso y la maquinaria deben estar en total operatividad. Para garantizar las exigencias se debe calcular correctamente parámetros influyentes en el proceso. Para determinar las variantes mecánicas que interviene en el proceso de secado de cacao se considera una masa de 4.5 Kg y una densidad de cacao 775 Kg/m³, y una velocidad angular de 44 rpm.

Cálculo de la potencia del motor

Datos:

Se calcula en volumen

$$V_c = \frac{4,5 \text{ kg}}{775 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V_c = 5,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

El volumen mínimo de la máquina para no botar el producto se determina mediante: $V_c \times 6$

$$V = 0,0348 \text{ m}^3 \text{ máquina}$$

Si se considera una longitud de nuestro prototipo de $L=0,35$, se calcula en diámetro de tambor para ser construido.

$$v = \pi \frac{d^2}{4} L$$

$$d = \sqrt{\frac{vx4}{\pi xL}}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,0348x4}{\pi x0,35}}$$

$d = 0,36 \text{ m} \rightarrow$ diseño que debo construir

$$\text{Peso} \rightarrow W = 4,5 * 9,81$$

$$W = 44,15 \text{ N}$$

$$T = W * R$$

$$T = 44,15 * 0,18$$

$$T = 7,52 \text{ Nm}$$

$$P = T * w(\text{velocidad angular})$$

$$P = 7,52 * 44$$

$$P = 34,64 \text{ Watts}$$

$$P = 0,046 \text{ Hp}$$

Para que el prototipo funcione adecuadamente y no tener fallas de operatividad es prudente realizar una multiplicación por un factor de seguridad de 1.2

$$P=0,055 \text{ Hp}$$

con la potencia encontrada se calcula el tipo de reducción de transmisión y se construye el prototipo

Figura 5: Maquina secadora con tambor rotatorio



Fuente: Autores

Con el prototipo de máquina se realizan pruebas de tiempo de funcionamiento y humedad alcanzada, donde se varía el tiempo para ver qué porcentaje de humedad alcanza.

En la figura 6 se representa los valores correspondientes a la primera prueba con un tiempo de una hora.

Figura 6. A) Detalle de humedad con un tiempo de exposición de una hora. B) Datos estadísticos de la prueba uno.

| PRUEBA 1 | | |
|----------|-----------|-----------|
| Prueba | humedad % | tiempo |
| 1 | 2 | 01h00 min |
| 2 | 2,3 | 01h00 min |
| 3 | 1,8 | 01h00 min |
| 4 | 2 | 01h00 min |
| 5 | 1,8 | 01h00 min |
| 6 | 2 | 01h00 min |
| 7 | 2,2 | 01h00 min |
| 8 | 1,7 | 01h00 min |

| Resumen Estadístico para PRUEBA 1 | |
|-----------------------------------|----------|
| Recuento | 8 |
| Promedio | 1,975 |
| Mediana | 2,0 |
| Moda | 2,0 |
| Desviación Estándar | 0,205287 |
| Coefficiente de Variación | 10,3943% |
| Error Estándar | 0,07258 |
| Mínimo | 1,7 |
| Máximo | 2,3 |
| Rango | 0,6 |

Fuente: Autores

Posterior se realiza con un tiempo de exposición al calor de cincuenta minutos, valores que se encuentran representados en la figura 7.

Figura 7: A) Detalle de humedad con un tiempo de exposición de cincuenta minutos. B) Datos estadísticos de la prueba dos.

| PRUEBA 2 | | |
|----------|-----------|-----------|
| Prueba | humedad % | tiempo |
| 1 | 4 | 00h50 min |
| 2 | 3,8 | 00h50 min |
| 3 | 3,8 | 00h50 min |
| 4 | 4 | 00h50 min |
| 5 | 1,8 | 00h50 min |
| 6 | 2 | 00h50 min |
| 7 | 4,1 | 00h50 min |
| 8 | 4 | 00h50 min |

| Resumen Estadístico para PRUEBA 2 | |
|-----------------------------------|----------|
| Recuento | 8 |
| Promedio | 3,4375 |
| Mediana | 3,9 |
| Moda | 4,0 |
| Desviación Estándar | 0,95609 |
| Coefficiente de Variación | 27,8135% |
| Error Estándar | 0,338029 |
| Mínimo | 1,8 |
| Máximo | 4,1 |
| Rango | 2,3 |

Fuente: Autores

Se procede a tomar datos de humedad con un tiempo de exposición de cuarenta y cinco minutos como se muestra en la figura 8.

Figura 8: A) Detalle de humedad con un tiempo de exposición de cuarenta y cinco minutos. B) Datos estadísticos de la prueba tres.

| A) | | | B) | |
|----------|-----------|-----------|-----------------------------------|----------|
| PRUEBA 3 | | | Resumen Estadístico para PRUEBA 3 | |
| Prueba | humedad % | tiempo | Recuento | |
| 1 | 5 | 00h45 min | Promedio | 5,05 |
| 2 | 5,3 | 00h45 min | Mediana | 5,0 |
| 3 | 5,2 | 00h45 min | Moda | 5,0 |
| 4 | 5 | 00h45 min | Desviación Estándar | 0,130931 |
| 5 | 5 | 00h45 min | Coefficiente de Variación | 2,59269% |
| 6 | 5 | 00h45 min | Error Estándar | 0,046291 |
| 7 | 4,9 | 00h45 min | Mínimo | 4,9 |
| 8 | 5 | 00h45 min | Máximo | 5,3 |
| | | | Rango | 0,4 |

Fuente: Autores

Como la humedad se acerca a lo requerido se toma datos con un tiempo de exposición al calor de cuarenta y tres minutos y se los representa en la figura 9.

Figura 9: A) Detalle de humedad con un tiempo de exposición de cuarenta y tres minutos. B) Datos estadísticos de la prueba cuatro.

| A) | | | B) | |
|----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|
| PRUEBA 4 | | | Resumen Estadístico para PUEBA 4 | |
| Prueba | humedad % | tiempo | Recuento | |
| 1 | 6,5 | 00h43 min | Promedio | 6,975 |
| 2 | 7 | 00h43 min | Mediana | 7,0 |
| 3 | 7 | 00h43 min | Moda | 7,0 |
| 4 | 7,3 | 00h43 min | Desviación Estándar | 0,243487 |
| 5 | 7,2 | 00h43 min | Coefficiente de Variación | 3,49085% |
| 6 | 6,8 | 00h43 min | Error Estándar | 0,0860855 |
| 7 | 7 | 00h43 min | Mínimo | 6,5 |
| 8 | 7 | 00h43 min | Máximo | 7,3 |
| | | | Rango | 0,8 |

Fuente: Autores

En la figura 10, se representa datos de humedad con un tiempo de exposición al calor de cuarenta minutos

Figura 10: A) Detalle de humedad con un tiempo de exposición de cuarenta minutos. B) Datos estadísticos de la prueba cinco.

| A) | | | B) | |
|----------|-----------|-----------|-----------------------------------|----------|
| PRUEBA 5 | | | Resumen Estadístico para PRUEBA 5 | |
| Prueba | humedad % | tiempo | Recuento | |
| 1 | 6 | 00h40 min | Promedio | 6,0375 |
| 2 | 6 | 00h40 min | Mediana | 6,0 |
| 3 | 6 | 00h40 min | Moda | 6,0 |
| 4 | 6,3 | 00h40 min | Desviación Estándar | 0,150594 |
| 5 | 6,2 | 00h40 min | Coefficiente de Variación | 2,49431% |
| 6 | 6 | 00h40 min | Error Estándar | 0,053243 |
| | | | Mínimo | 5,8 |
| | | | Máximo | 6,3 |
| | | | Rango | 0,5 |

Fuente: Autores

Como los porcentajes de humedad están variando fuera del rango se toma una medición más como se lo representa en la figura 11, con un tiempo de variación de 30 minutos

Figura 11: A) Detalle de humedad con un tiempo de exposición de treinta. B) Datos estadísticos de la prueba seis.

| PRUEBA 6 | | |
|----------|-----------|-----------|
| Prueba | humedad % | tiempo |
| 1 | 9 | 00h30 min |
| 2 | 9 | 00h30 min |
| 3 | 10 | 00h30 min |
| 4 | 10 | 00h30 min |
| 5 | 12 | 00h30 min |
| 6 | 10 | 00h30 min |
| 7 | 10 | 00h30 min |
| 8 | 10 | 00h30 min |

| Resumen Estadístico para PRUEBA 6 | |
|-----------------------------------|----------|
| Recuento | 8 |
| Promedio | 10,0 |
| Mediana | 10,0 |
| Moda | 10,0 |
| Desviación Estándar | 0,92582 |
| Coefficiente de Variación | 9,2582% |
| Error Estándar | 0,327327 |
| Mínimo | 9,0 |
| Máximo | 12,0 |
| Rango | 3,0 |

Fuente: Autores

Al encontrarnos con valores de humedad fuera del rango requerido para que el producto sea totalmente aceptable según los estándares de exportación no se realiza más pruebas.

En la figura 12. se muestra el resultado de las pruebas en un tiempo de diez y cincuenta minutos de secado, con una concentración de humedad de 2% y 4% respectivamente.

Figura 12: A) Cacao al 2% de humedad. B) Cacao al 4% de humedad.



Fuente: Autores

El cacao con una concentración de 7% a 5% es ideal para que el fruto no pierda sus propiedades y aroma es por eso que en la figura 13 se observa grano con esos rangos de humedad.

Figura 13: Cacao con humedad al 7%.



Fuente: Autores

Análisis de resultados

Para el prototipo de máquina se establece un motor de 0.5 Hp mismo que con la ayuda de una banda trapezoidal tipo A #29, cumple con los parámetros de funcionamiento de secado de cacao.

En un tiempo superior a los 45 minutos de exposición al secado, el cacao baja considerablemente su humedad a porcentajes que oscilan entre los 5% a 2 %,

En un tiempo de exposición de 40 a 45 minutos el cacao presenta una humedad de 8% a 6%

Para un tiempo menor a los 40 minutos los porcentajes de humedad en el fruto son excesivos.

Conclusiones

- Una secadora de cacao rotatorio con calentamiento longitudinal, con capacidad de 10 libras funciona con una potencia calorífica influenciada por GLP, con un motor de 0.5 HP y a una relación de transmisión de 50 rpm en el tanque rotatorio, conducida por una banda trapezoidal tipo A #29
- Para que el cacao alcance una humedad entre el 8% a 6%, debe considerarse una velocidad de rotación de 50 rpm, y una temperatura dentro del tanque que oscile los 80°C y 70°C, además un tiempo de exposición de 40 a 45 minutos.
- Con una temperatura de 80°C a 70°C y una velocidad de rotación de 50 rpm, el fruto no se puede exponer más de los 45 minutos, es considerable la disminución de humedad, pero el fruto que se obtiene pierde totalmente todas las propiedades especialmente el aroma.
- El fruto con un tiempo de exposición menor a los 40 minutos presenta un alto porcentaje de humedad

Referencias

1. AGRO, B. (2017). Importancia del secado de semillas de cacao. <https://blog.agromaquinaria.es/la-importancia-del-secado-de-semillas/>
2. Barbecho Guayllas, A. F., & Loja Juca, J. C. (2019). Desarrollo de un prototipo de máquina híbrida de secado de granos de cacao con sistema de control automático de temperatura.
3. Bentley, A. (2014). origen y los tipos de cacao. <http://alicebentleychocolates.com/index.php?route=pavblog/blog&id=12>
4. Cuidate. (2021). cacao @ cuidateplus.marca.com. <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/cacao.html>
5. Ganadería, M. de agricultura y. (2013). Presentación del proyecto de Reactivación del café y cacao nacional fino de aroma. <https://www.agricultura.gob.ec/proyecto-de-reactivacion-de-cafe-y-cacao-nacional-fino-de-aroma-realizara-jornada-de-trabajo-conjunto-con-agricultores-del-canton-junin/>
6. Guerrero, G. (2013). Cacao Ecuatoriano su Historia. [Www.Revistalideres.Ec.](http://www.revistalideres.ec/) <http://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuatoriano-historia-empezo-siglo.html>
7. Jorge Sigüencia. (2013). Evaluación de un secador solar inclinado con absorbedor de zeolita para granos de cacao.
8. Movil, C. (2017). El secado del cacao. <https://www.cacaomovil.com/>
9. Núñez Solano, S. J., Moscoso Jácome, R. E., & Rivas Tufiño, A. E. (2017). Automatización De Los Procesos De Secado Y Selección Del Cacao Ecuatoriano Conservando Las Características Sensoriales Y Previniendo Riesgos Laborales. In *Industrial Data* (Vol. 20, Issue 2). <https://doi.org/10.15381/idata.v20i2.13953>
10. Pérez, M., & Contreas, J. (2017). Guía de buenas prácticas de cosecha, fermentación y secado para la producción de cacaos especiales. *Coexca Cacao Fino y de Aroma*, 22–41. https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Colombia/Documents/Guia_de_buenas_practicas_de_poscosecha.pdf
11. Rivera Fernández, R. D., Barrera Álvarez, A. E., Guzmán Cedeño, Á. M., Medina Quinteros, H. N., Casanova Ferrín, L. M., Peña Galeas, M. M., & Nivelá Morante,

- P. E. (2012). EFECTO DEL TIPO Y TIEMPO DE FERMENTACIÓN EN LA CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) TIPO NACIONAL. *Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7–12. <https://doi.org/10.18779/cyt.v5i1.77>
12. Solano, N. (2017). Automatización De Los Procesos De Secado Y Selección Del Cacao Ecuatoriano Conservando Las Características Sensoriales Y Previniendo Riesgos Laborales. *Industrial Data*, 20(2), 21. <https://doi.org/10.15381/idata.v20i2.13953>
13. Vargas, M. (2016). Proyecto de investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23076/1/Tesis I.M. 336 - Vargas Robles Marcos Teodoro .pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23076/1/Tesis_I.M._336_-_Vargas_Robles_Marcos_Teodoro_.pdf)
14. Vassallo, M. (2015). Cadena del cacao en Ecuador. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://editorial.iaen.edu.ec/wp-content/uploads/2016/06/Cadena-del-cacao-en-Ecuador.pdf>