



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE  
LA AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA SANTO  
DOMINGO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL  
LICOR DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao L.*)  
CONSIDERANDO DIFERENTES ASPECTOS DE MANEJO EN  
POSCOSECHA”.**

**AUTOR: VEGA VITE JEFFERSON ULVIO**

**DIRECTOR: DR. JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA**

**SANTO DOMINGO**

**2018**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

PROF. DR. JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA, DOCENTE INVESTIGADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA CERTIFICA:

En calidad de Director del Proyecto de Investigación **“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL LICOR DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao L.*) CONSIDERANDO DIFERENTES ASPECTOS DE MANEJO EN POSCOSECHA”**. Previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario de la autoría del Señor **VEGA VITE JEFFERSON ULVIO**, informo que este trabajo de investigación luego de ingresado al sistema anti-plagio URKUND, reporto el porcentaje del 6%, para lo cual adjunto a continuación el reporte respectivo.

Santo Domingo 26 de febrero de 2018

Atentamente,

Juan Alejandro Neira Mosquera, Ph.D.  
**Director de Proyecto de Investigación**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **JEFFERSON ULVIO VEGA VITE**, con cedula de identidad No. 120630591-2 declaro que este trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL LICOR DE CACAO CCN-51 (Theobroma cacao L.) CONSIDERANDO DIFERENTES ASPECTOS DE MANEJO EN POSCOSECHA”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en la citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada. .

Santo Domingo 26 de febrero de 2018

**JEFFERSON ULVIO VEGA VITE**

**C.I:120630591-2**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO  
DOMINGO**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **JEFFERSON ULVIO VEGA VITE**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE publicar, en la biblioteca virtual de la Institución el trabajo de titulación “**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL LICOR DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao L.*) CONSIDERANDO DIFERENTES ASPECTOS DE MANEJO EN POSCOSECHA**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Santo Domingo 26 de febrero de 2018



**JEFFERSON ULVIO VEGA VITE**

**C.I:120630591-2**

## **DEDICATORIA**

El presente documento lo dedico a mis seres queridos, en especial a mis padres por ver estado ahí conmigo en todos los momentos buenos y malos de mi vida y por siempre apoyarme en lo que me he propuesto alcanzar, a mi madre por guiarme por el camino del bien y enseñarme grandes valores como el respeto y la responsabilidad y además por todo su cariño y amor incondicional que me da día a día, a mi Padre por ser mi ejemplo en demostrarme que si tienes un sueño en la vida y te sacrificas en ese sueño puedes cumplirlo, y también por darme todo amor que un padre puede dar a su hijo, a mis hermanas por todo el cariño y paciencia que me han ofrecido en todos los momentos de mi vida.

**JEFFERSON VEGA V.**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente agradecer a Dios por permitirme cumplir una meta más en mi vida estudiantil ya que es de gran importancia para mi vida, agradecer a mi familia por todo el apoyo que me han brindado en el transcurso de mi vida académica, a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias campus Santo Domingo de los Tsáchilas por permitirme usar sus laboratorios para el proceso de mi investigación.

Un agradecimiento muy grande y especial a la Dr. Juan Neira por brindarme sus conocimientos en el laboratorio y ser de gran ayuda y guía en el transcurso de mi investigación, al igual a la Dra. Sungey Sánchez, ya que juntos fueron de gran ayuda en mi trabajo,

Y por ultimo agradecer a cada uno de los docentes de la institución por su paciencia y entrega en las aulas y fuera de ellas para impartirme sus conocimientos en mi formación como Ingeniero Agropecuario.

## INDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	
CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE DE CONTENIDOS .....	vii
INDICE DE TABLAS .....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv

### CAPITULO I

1. Introducción.....	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivos General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3.3. Hipótesis para el Factor A.....	5
1.3.4. Hipótesis para el Factor B .....	5
1.3.5. Hipótesis para el Factor C.....	5

### CAPITULO II

2. REVISION DE LITERATURA .....	6
2.1. Cacao CCN-51.....	6
2.2. Cosecha.....	6
2.3. Poscosecha.....	7
2.3.1. Fermentación.....	7
2.3.2. Pre-secado .....	10
2.3.3. Secado .....	11
2.4. Parámetros de calidad del grano de cacao. ....	11

2.5.	Composición físico-química del grano de cacao.....	12
2.5.1.	Grasa .....	12
2.5.2.	Humedad .....	12
2.5.3.	Proteína .....	13
2.5.4.	Cenizas .....	13
2.5.5.	pH y acidez titulable.....	13
2.6.	Análisis sensorial del licor de cacao.....	14
2.6.1.	Sabores básicos .....	14
2.6.2.	Sabores específicos .....	15
2.6.3.	Sabores adquiridos .....	15

### CAPITULO III

3.	METODOLOGIA.....	16
3.1.	Ubicación del área de investigación .....	16
3.1.1.	Ubicación Política .....	16
3.1.2.	Ubicación Geográfica.....	16
3.1.3.	Ubicación Ecológica .....	17
3.2.	MATERIALES .....	18
3.2.1.	Determinación de Grasa .....	18
3.2.2.	Determinación de Ph.....	18
3.2.3.	Determinación de acidez .....	18
3.2.4.	Determinación de proteína bruta.....	19
3.3.	MÉTODOS .....	19
3.3.1.	Recolección de almendras de cacao.....	19
3.3.2.	Pre-secado de las almendras de cacao.....	19
3.3.3.	Fermentación de las almendras de cacao .....	20
3.3.4.	Secado de las almendras de cacao.....	20
3.3.5.	Fase de laboratorio .....	20
3.4.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21
3.4.1.	Factores a probar .....	21
3.4.2.	Tratamientos a comparar.....	21
3.4.3.	Tipo de diseño.....	22
3.4.4.	Repeticiones .....	22

3.4.5.	Características de las UE.....	22
3.4.6.	Esquema de Análisis de Varianza .....	22
3.4.7.	Análisis funcional.....	22
3.5.	Variables a Medir .....	23
3.5.1.	Porcentaje de grasa:.....	23
3.5.2.	Determinación del pH en la testa .....	24
3.5.3.	Determinación del índice de acidez .....	25
3.5.4.	Determinación de Proteína.....	25

#### CAPITULO IV

4.	Resultados.....	28
4.1.	Análisis de varianza de la variable Variación de masa.....	28
4.1.1.	Análisis de varianza de la variable humedad .....	28
4.1.2.	Análisis de varianza de la variable cenizas .....	29
4.1.3.	Análisis de varianza de la variable proteína.....	30
4.1.4.	Análisis de varianza de la variable grasa .....	30
4.1.5.	Análisis de varianza de la variable pH.....	31
4.1.6.	Análisis de varianza de la variable acidez.....	32
4.1.7.	Prueba de significancia de Tukey del Factor A .....	32
4.1.8.	Prueba de significancia de Tukey del Factor B.....	33
4.1.9.	Prueba de significancia de Tukey del Factor C.....	35
4.1.10.	Prueba de significancia de Tukey de la interacción AxBxC.....	36
4.1.11.	Análisis de correlación de Pearson entre el pH y los sabores obtenidos en el análisis de sensorial.....	40

#### CAPITULO V

5.	DISCUSION .....	43
5.1.	Con respecto al pre-secado (Factor A) .....	43
5.2.	Con relación a Fermentación (Factor B) .....	43
5.3.	Con relación a secado (Factor C).....	44
5.4.	Con relación al análisis sensorial.....	44

#### CAPITULO VI

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	45
6.1.	Conclusiones.....	45

6.2. Recomendaciones .....	47
7. BIBLIOGRAFIA: .....	47

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recursos necesarios para la determinación de grasa en almendras de cacao. .....	18
Tabla 2. Recursos necesarios para la determinación de pH en almendras de cacao..	18
Tabla 3. Recursos necesarios para la determinación de acidez en almendras de cacao. .....	18
Tabla 4. Recursos necesarios para la determinación de proteína bruta en almendras de cacao.....	19
Tabla 5. Factores y niveles a probar en la determinación del contenido de cadmio en diferentes variedades de cacao.....	21
Tabla 6. Tratamientos a comparar en la determinación del contenido de cadmio en diferentes variedades de cacao.....	21
Tabla 7. Esquema de análisis de Varianza.....	22
Tabla 8. Análisis de varianza de la variable Variación de masa.....	28
Tabla 9. Análisis de varianza de la variable humedad.....	28
Tabla 10. Análisis de varianza de la variable cenizas.....	29
Tabla 11. Análisis de varianza de la variable proteína.....	30
Tabla 12. Análisis de varianza de la variable grasa.....	30
Tabla 13. Análisis de varianza de la variable pH.....	31
Tabla 14. Análisis de varianza de la variable acidez.....	32
Tabla 15. Prueba de significancia de Tukey del Factor A.....	32
Tabla 16. Prueba de significancia de Tukey del Factor B.....	33
Tabla 17. Prueba de significancia de Tukey del Factor C.....	35
Tabla 18. Prueba de significancia de Tukey de la interacción AxBxC.....	36

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica donde se desarrollará la investigación.....	16
Figura 2. Resumen de los resultados de las variables que tuvieron diferencia significativa en el Factor A. ....	33
Figura 3. Resumen de los resultados de las variables con diferencia significativa en el Factor B. ....	34
Figura 4. Resumen de los resultados de las variables que tuvieron diferencia significativa en el Factor C. ....	35
Figura 5. Resumen de los resultados de las variables que tuvieron diferencia significativa en la interacción AxBxC. ....	39
Figura 6. Análisis de correlación de Pearson entre el pH y los sabores obtenidos en el análisis de sensorial. ....	42

## RESUMEN

La siguiente investigación se desarrolló en la parroquia Antonio Sotomayor ubicada en el cantón Vinces en la provincia de Los Ríos, la misma consistió en recolectar almendras de cacao de la variedad CCN-51 provenientes de una finca de la zona antes mencionada, estas fueron sometidas a distintos métodos de pre-secados, fermentación y secados que utilizan los productores de cacao con el fin de analizar el efecto de las prácticas poscosecha en las características físico-químicas y organolépticas en el cacao. Para ello una vez secas las semillas se procedió a evaluar a nivel de laboratorio las muestras, los resultados fueron: humedad dando un valor más alto en la interacción  $A_0B_0C_0$ (Sin pre-secado + Fermentación en saco de yute + Secado en tendal de cemento)(6,06) y menor en  $A_1B_0C_1$ (Pre-secado ambiente + Fermentación en saco de yute + Secado en secadora), en pH se obtuvo un valor más alto en la interacción  $A_2B_1C_1$ (Pre-secado en mazorca + Fermentación en cajón de madera + Secado en secadora)(6,44) y menor  $A_0B_0C_0$ (Sin pre-secado + Fermentación en saco de yute + Secado en tendal de cemento)(5,74) , en la variable Acidez tuvo valor más alto en la interacción  $A_0B_0C_1$ (Sin pre-secado + fermentación en saco de yute + secado en secadora mecánica.)(1,80) y menor en  $A_2B_1C_0$  (Pre-secado en mazorca + Fermentación en cajón de madera + Secado en tendal)(1,40). En el análisis sensorial se obtuvieron sabores a cacao, floral, frutal, nuez, amargo, astringente y ácido de la cual el sabor nuez no tuvo correlación con el pH.

### PALABRAS CLAVE

- **PRE-SECADO**
- **FERMENTACION**
- **VARIEDAD**
- **SECADOS**
- **ACIDEZ**

## ABSTRACT

The following research was carried out in the Antonio Sotomayor parish located in the canton of Vinces in the province of Los Rios, which consisted of collecting cocoa almonds of the CCN-51 variety from a farm in the area mentioned above, which were submitted to different methods of pre-drying, fermentation and drying used by cocoa producers in order to analyze the effect of post-harvest practices on the physical-chemical and organoleptic characteristics of cocoa. For this, once the seeds were dried, the samples were evaluated at the laboratory level, the results were: humidity giving a higher value in the interaction A0B0C0 (Without pre-drying + Fermentation in jute bag + Drying in cement tundish) (6.06) and lower in A1B0C1 (Pre-drying environment + Fermentation in jute bag + Drying in dryer), in pH a higher value was obtained in the A2B1C1 interaction (Pre-drying on ear + Fermentation in wooden box + Drying in dryer) (6,44) and lower A0B0C0 (Without pre-drying + Fermentation in jute bag + Drying in cement tendal) (5,74), in the variable Acidity had higher value in the interaction A0B0C1 ( Without pre-drying + fermentation in jute bag + drying in mechanical dryer.) (1.80) and lower in A2B1C0 (Pre-drying on ear + Fermentation in wooden box + drying in tendal) (1.40). In the sensory analysis, cocoa, floral, fruity, walnut, bitter, astringent and acid flavors were obtained, of which the walnut flavor did not correlate with the pH.

### KEYWORDS

- **PRE-DRYING**
- **FERMENTATION**
- **VARIETY**
- **DRYING**
- **ACIDITY**

## CAPÍTULO I

### 1. Introducción

El cacao es una fruta tropical, sus cultivos se encuentran mayormente en el Litoral y en la Amazonía. Es un árbol con flores pequeñas que se observan en las ramas y producen una mazorca que contiene granos cubiertos de una pulpa rica en azúcar. La producción de cacao se concentra principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos. En el país se cultivan dos tipos de cacao: el Cacao CCN-51 y el denominado Cacao Nacional. Es un Cacao Fino de Aroma conocido como 'Arriba', desde la época colonial. Ecuador es el país con la mayor participación en este segmento del mercado mundial (un 63% de acuerdo con las estadísticas de ProEcuador) (Guerrero, s.f.).

Para el año 2014 la producción a nivel nacional aumentó 27.90% respecto al año 2013, debido al incremento de la superficie cosechada en 3.14%. Este comportamiento influyó en el alza de los niveles de rendimiento en 28.76% respecto al año 2013. Como se observa en la figura 16, la superficie cosechada muestra una tendencia variable durante el periodo analizado. El incremento registrado en los últimos años se debe al aumento de plantaciones de cacao especialmente de la variedad CCN51. Sin embargo este aumento no superó el valor máximo alcanzado en el año 2000 (402,836 ha). Con respecto al rendimiento, se observa una tendencia al alza hasta el año 2011. A partir de este año el rendimiento disminuyó, logrando una recuperación en el 2014 donde se obtuvo el nivel más alto de productividad de todo el periodo analizado (0.57t/ha) (SINAGAP, 2014).

Las principales provincias productoras en el año 2014 fueron: Guayas con el rendimiento más alto a nivel nacional (0.92 t/ha) y con el 22.15% del total de superficie cosechada. Los Ríos fue la segunda provincia con el más alto rendimiento (0.53 t/ha) y con el 18.29% del total de la superficie cosechada (SINAGAP, 2014).

En el año 2014, el costo estimado de establecimiento de una hectárea de Cacao Fino de Aroma fue de USD 2,095. Con respecto a la estructura de costos, el 55.36% se destina a la siembra la cual incluye la compra de plantas de cacao y la mano de obra.

El 15.22% se destina a la preparación de terreno. El 12.41% es destinado a las labores

culturales en donde se incluye actividades como el control de maleza. El 17.01% restante es destinado a la fertilización y control fitosanitario. La cosecha se da a partir del tercer año, esta actividad representa el 60% del costo total de producción (SINAGAP, 2014).

### **1.1. Justificación**

El cacao es un producto muy apreciado en el extranjero gracias a sus múltiples aplicaciones en la industria sobre todo de chocolate lo que ha permitido un alto potencial comercial y esto podría dar lugar a la apertura de nuevos mercados.

Según datos de Pro-Ecuador 2014, en 2012 Ecuador exportó 172 506 toneladas métricas de cacao y sus derivados, destinándose 26% de las exportaciones a EE.UU., 10% a Holanda y 9% a Malasia, entre los más importantes mercados, que se dedican a procesarlo principalmente en confitería. Ese mismo año, Ecuador se consolidó como el mayor productor y exportador de cacao fino de aroma del mundo con una participación del 63% del mercado mundial.

La relación existente en la participación del Clon y el Cacao Nacional Fino en las exportaciones ecuatorianas hasta el momento es de: 75 % Cacao Nacional y 25 % CCN-51 (ANECACAO, 2015).

Según Cedeño (2011), la producción de Cacao CCN-51 en Ecuador es de 64 000 ton en el año 2011, la cual tiene una producción de dos ton/ha/año cuando se da tecnificación.

Desde hace 20 años el 90% de las siembras nuevas son con cacao CCN-51 y se inicia la tecnificación del cultivo de cacao. Actualmente se calcula que existen en Ecuador 50 000 hectáreas de cacao CCN-51 y la mayoría están en manos de pequeños agricultores (Cedeño, 2011).

Como se ha mencionado anteriormente el cultivo de cacao es un rubro muy importante dentro de nuestro país, indica que la tecnología e innovación en cacao y elaborados, a nivel mundial se ha basado en la búsqueda de mejorar técnicas de cultivo y post cosecha, renovación de plantas y métodos de fermentación, en el campo y reducir costos de producción, optimizar técnicas de manufactura y hacer más eficiente los procesos de desarrollo del producto (PROECUADOR, 2013).

## 1.2. Planteamiento del problema

En Ecuador la producción de cacao ocupa un lugar importante, los sistemas agro-productivos constantemente han venido investigando mejores propuestas productivas y esto ha llevado a mejorar la producción pero al mismo tiempo a decir de varios autores se ha comprometido la calidad. En la actualidad la variedad CCN-51 ha venido desplazando a las especies tradicionales generando ciertas incógnitas que comprometen la calidad del producto terminado. Las altas producciones del cacao CCN-51 presentan múltiples desventajas, según Josephs (2014), los granos crecen dentro de vainas oblongas. Cuando se abren las vainas, los granos están cubiertos por una pulpa húmeda, los granos son colocados en una caja por entre cuatro y seis días y este proceso de fermentación hace que este cacao tenga un sabor agrio y ácido.

Según Cedeño 2011, existe un nuevo proceso de fermentación para este tipo de cacao que es más rápida y barata para el productor de la cual consiste en poner a pre-secar por un día el grano de cacao y luego se pone a fermentar por tres días en sacas de yute.

Otro manejo de poscosecha que se utiliza en el cultivo de cacao es el de realizar el desgrane cinco días después de la cosecha de la que demostraron que al retardar el desgrane, la fermentación fue más rápida y se alcanzaron temperaturas más elevadas en la masa de cacao e índice de fermentación superiores; así como menor contenido de taninos y pHs más elevados en la pulpa + testa y de acidez en el cotiledón (Torres, Graziani, Ortiz, & Trujillo, 2004).

En Ecuador a nivel de fincas o haciendas a que se dedican al cultivo de cacao CCN-51 también se ha podido observar que al momento de la cosecha realizan pilos o rumas de cacao en mazorca y por motivos de manejo o por factor tiempo o mano de obra realizan el desgrane días después de la cosecha pero no existe fuentes de información que dé a conocer que ocurre con la almendra de cacao a realizar esta actividad.

Y como se ha podido ver el manejo de la poscosecha en cacao CCN-51 hace que sea un producto de calidad y aceptable dentro del mundo del cacao. Para la cual a través de este proyecto se quiere hacer énfasis a diferentes manejos de la poscosecha en el cultivo de cacao CCN-51, para evaluar si esta actividad ayuda o perjudica a la calidad del licor de cacao y su impacto directo en la industria del chocolate.

Por lo expuesto esta investigación ha considerado importante el estudio de la calidad del cacao traducida a incremento de valor económico, teniendo importante implicación el siguiente problema:

*¿La falta de estudio de diferentes aspectos de manejo en poscosecha del cacao ccn-51 (Theobroma cacao L.) es una limitante en la mejora de la calidad del licor de cacao con fines industriales?.*

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivos General**

Evaluar las características del licor de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L.*), considerando diferentes aspectos de manejo en poscosecha”.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Establecer el efecto del pre-secado antes de la fermentación en la calidad del licor de cacao.
- Determinar el efecto de la fermentación en las características físico-químico y organoléptico del licor de cacao.
- Valorar el efecto del secado “mecánico y al ambiente” en la calidad del licor de cacao.
- Establecer un procedimiento poscosecha adecuado a fin de mejorar las características del cacao procesado.

### **1.3.3. Hipótesis para el Factor A**

H<sub>0</sub>: Los diferentes pre-secados no influyen en las características del licor de cacao CCN-51.

H<sub>1</sub>: Los diferentes pre-secados influyen en las características del licor de cacao CCN-51.

### **1.3.4. Hipótesis para el Factor B**

H<sub>0</sub>: Los diferentes métodos de fermentación no influyen en las características del licor de cacao CCN-51.

H<sub>1</sub>: Los diferentes métodos de fermentación influyen en las características del licor de cacao CCN-51.

### **1.3.5. Hipótesis para el Factor C**

H<sub>0</sub>: Los diferentes métodos de secados no influyen en las características del licor de cacao CCN-51.

H<sub>1</sub>: Los diferentes métodos de secados influyen en las características del licor de cacao CCN-51.

## CAPITULO II

### 2. REVISION DE LITERATURA

#### 2.1. Cacao CCN-51

Según ANECACAO 2015, el CCN-51 es un cacao clonado de origen ecuatoriano que el 22 de junio del 2005 fue declarado, mediante acuerdo ministerial, como un bien de alta productividad. Con esta declaratoria, el Ministerio de Agricultura brinda apoyo para fomentar la producción de este cacao, así como su comercialización y exportación. El clon CCN-51 cultivado en el Ecuador, es considerado cacao ordinario, corriente o común.

#### 2.2. Cosecha

La cosecha consiste en la tumba, corte y recolección de las mazorcas maduras del árbol. La comprobación de la madurez fisiológica de las mazorcas ocurre en un rango que va desde los 5 a 6 meses después de la polinización de la flor según la zona.

Al realizar la tumba y recolección del cacao hay que considerar:

- a) Simultáneamente al corte y tumba de las mazorcas, se debe ir eliminando aquellas dañadas por roedores, insectos y las que están afectadas por escoba de bruja, por monilia y otras enfermedades.
- b) La recolección se la debe hacer dependiendo de los picos de producción, cada ocho días en temporada de máxima producción y cada 15 o 20 días cuando disminuye la producción de mazorcas.
- c) El sitio donde se recolectan y se parten las mazorcas deben ser de preferencia dentro de la misma huerta, procurando diseminar equitativamente los pilos.

Los agricultores que posean en la misma plantación los dos tipos de cacao, Nacional y CCN-51, estos deberán cosechar, fermentar, secar y transportar el cacao de forma separada.

Durante el corte se debe procurar que las almendras no tengan ningún daño, pues sería la vía de ingreso de insectos y enfermedades. Se debe retirar las pepas de la mazorca,

desprendiendo la placenta (maguey o vena). Las almendras se transportan en sacos y recipientes de plástico, yute o cabuya; limpios y destinados únicamente para esta labor y las almendras que por accidente tuvieron contacto con el suelo, se las debe de rescatar dando un tratamiento de limpieza con agua limpia por separado.

## **2.3. Poscosecha**

### **2.3.1. Fermentación**

La fermentación y el secado son etapas muy importantes en el beneficio del cacao, *Theobroma cacao L.* En la primera etapa se producen reacciones bioquímicas que causan una disminución del amargor y de la astringencia y que dan origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate. En la segunda etapa se reduce la humedad, continua la fase oxidativa iniciada en la fermentación y se completa la formación de los compuestos del aroma y sabor (Nogales, Graziani , & Ortiz, 2006).

#### **2.3.1.1. Fases del proceso de fermentación**

La fase anaeróbica se da debido al incremento de la temperatura que puede ser mayor a los 40 grados centígrados se transforma el alcohol en ácido láctico, esta etapa del proceso debe ser reducida, este ambiente no es favorable para las levaduras por lo que empiezan a ver una disminución de las mismas y hay una mayor aeración en la masa de cacao permitiendo el desarrollo de las bacterias acéticas transformando el alcohol a ácido acético.

Entre el segundo día y el quinto día ocurren ciertas reacciones importantes que favorecen el desarrollo del aroma, como la muerte del embrión, debido a la introducción de ácido acético en las semillas y por las altas temperaturas alcanzadas.

Es importante que durante el proceso de fermentación se dé una aeración adecuada, por eso la importancia de los volteos, para lograr una producción de ácido acético y de calor, si es muy excesiva ocurrirá el desarrollo de mohos e impedirá la formación del sabor.

Fase aeróbica: Una segunda fase del proceso de fermento se conoce como fermentación aeróbica o presencia de aire, acelerado por la mezcla o volteos de la masa de cacao, aquí se da

una disminución de la astringencia del grano y termina hasta que el contenido de humedad se reduce hasta el punto que ya no es posible que ocurra ningún proceso, por eso esta fase continúa durante el secado.

### **2.3.1.2. Características del grano bien fermentado**

Cuando ya el cacao logro fermentar adecuadamente debe reunir las siguientes características:

- Cambios de color de violeta a marrón en la parte interna del grano
- Por la parte externa pasa de blanco a pardo rojizo
- Muerte del embrión
- El grano se hincha
- Buena abertura entre los cotiledones
- Olor agradable (PRODESOC-IPADE, s.f.)

La fermentación del cacao se lleva a cabo de diversas formas que varían de acuerdo con las prácticas agrícolas de cada zona del país y los requerimientos del mercado de destino, sin embargo todo tratamiento especial de post cosecha será avalado por AGROCALIDAD. En el Ecuador los principales métodos recomendados son los cajones de madera “montón” y los sacos.

Cuando la fermentación es en cajones de madera, tener en cuenta:

- a) Para los cajones de fermentación se los debe de elaborar con maderas blancas como laurel, pechiche, tilo o chanul. No usar maderas que puedan contaminar, transmitir olores y resinas al grano.

- b) Las dimensiones de los cajones deberían estar acordes a los volúmenes de producción de la huerta aunque las más utilizadas en nuestro país son: 0,60 m de alto 0,60 m de ancho x 1,80 m de largo. Las cuáles deberían estar divididas en tres compartimientos de 0,60 m ya que permiten un mejor manejo.
- c) El grosor de la madera debe ser mínimo de 2 cm, el piso del cajón debe tener perforaciones de 1 cm de diámetro, con una separación de 10 cm entre sí, para el escurrimiento y debe estar separado del suelo por lo menos 10 cm.
- d) En los cajones no deben de existir clavos u otros materiales de metal.
- e) Los cajones deben estar bajo cobertura colocados en lugares frescos y secos, su disposición puede ser individual o tipo escaleras.
- f) El tiempo de fermentación de 48 horas, luego hacer la remoción y dejarlo nuevamente otras 48 horas para el caso del cacao nacional y luego otras 48 horas el cacao CCN-51, se debe de cubrir la masa de preferencia con hoja de plátano o bijao.
- g) La remoción es importante hacerla lentamente con una pala de madera y evitar la formación de bolsas de aire para prevenir el crecimiento de mohos y aglomeraciones de almendras.
- h) Indicativos de que la almendra siguió un buen proceso de fermentación es que la temperatura comience a descender el grano se hincha, el embrión muere, al hacerle un corte escurre un líquido color vino tinto y la almendra es de color lila pálido.
- i) Evitar la sobre fermentación ya que hacen a la almendra de color negro, olor y sabor a putrefacto y con mohos.

Cuando la fermentación es en montón se recomienda:

- a) Al apilar la masa de cacao fresco, de preferencia sea sobre un tendal de caña o de madera.
- b) El montón debe estar protegido de la lluvia y del viento, cubierto con hojas limpias de musáceas (plátano, banano o bijao).
- c) Una vez cubierto se deja de fermentar por 48 horas, luego se hace la remoción, de tal manera que se invierta las capas, se vuelve a tapar y se deja nuevamente fermentar por otras 48 horas más en el cacao nacional y para el cacao CCN-51 se recomienda al menos 48 horas más adicionales. Este tratamiento permite la homogenización de la fermentación.
- d) Sobre tendales de cemento se aconseja formar una alfombra con hojas de musáceas sobre la cual descansa la masa a fermentar.
- e) No se debe tapar la masa de cacao con sacos de yute, porque transmiten el sabor del yute al cacao, tampoco utilizar lonas plásticas o impermeables, estas impiden el intercambio gaseoso y pueden “cocinar” los granos.
- f) Cuando la fermentación es en sacos, se debe remover cada 48 horas con la finalidad de airear el cacao; esta práctica en el caso del cacao nacional hay que realizarla dos veces y para el cacao CCN-51 tres veces.

### **2.3.2. Pre-secado**

Consiste en perder el exceso de mucilago que queda en el grano, generalmente cuando existe un sol intenso este proceso dura de cinco a siete horas, cuando no hay suficiente sol se lo deja por dos días o se le hace un pre-secado adicional en una secadora artificial. El punto exacto que sabemos que está listo el pre-secado es que al coger un poco de granos semi-secos en la palma de la mano se hace una pequeña presión haciendo puño si al abrir la mano los granos todavía están juntos le falta perder mucilago, si se separan los granos en la mano está listo (Canacacao, s.f.).

### **2.3.3. Secado**

El secado fortalece el desarrollo de precursores de aroma y sabor, por lo que se recomienda:

- a) Se debe de hacer en tendales de caña, madera y cemento; en el caso de hacer en tendales de madera, el material debe ser del mismo material del que se recomienda para los cajones de fermentación.
- b) Cada vez que se va usar el tendal este deberá estar libre de residuos, sobre todo de productos que se utilizó para desinfección o limpieza.
- c) En caso de usar el tendal tipo marquesina constatar siempre que el plástico este en buen estado y debe ser limpiado cada vez que ingrese un nuevo lote de grano de cacao. Esta práctica debe ser registrada.

### **2.4. Parámetros de calidad del grano de cacao.**

La normativa ecuatoriana que establece la calidad del cacao es la INEN 176 la cual determina lo siguiente:

- a) El cacao beneficiado listo para ser exportado debe tener un porcentaje máximo de humedad del 7% que está establecido en la NTE INEN 173.
- b) El cacao beneficiado no deberá estar infestado de plagas.
- c) Dentro del porcentaje de defectuosos el cacao beneficiado no deberá exceder del 1% de granos partidos.
- d) El cacao beneficiado debe estar libre de olores a moho, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.
- e) El cacao debe sujetarse a las normas establecidas por el Codex o del país de destino en cuanto tiene que ver con los límites de recomendación de aflatoxinas, plaguicidas y metales pesados hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes.
- f) Libre de impurezas.

- g) No debe tener aspecto de reseco o quemado.
- h) No debe estar mezclado cacao tipo Nacional con otros genotipos existentes en la plantación.
- i) La certificación de calidad de grano se realizara de acuerdo a su Resolución 025 de AGROCALIDAD (AGROCALIDAD, 2012).

## **2.5. Composición físico-química del grano de cacao.**

Los granos de cacao se distinguen por composición química compleja. Se compone de: agua, grasa, proteína, hidratos de carbono, alcaloides, taninos, colorantes, compuestos aromáticos, ácidos orgánicos, fibra, vitaminas, sustancias minerales. Las porciones de granos de cacao diferentes en composición química y propiedades, sin embargo son desiguales en valor para la producción de chocolate (Zanizdra, 2017).

### **2.5.1. Grasa**

El chocolate tiene un alto contenido de grasa (alrededor de un 55% después de fermentado, tostado y secado), que se reduce al separar la manteca de cacao hasta un 25%, o incluso menos en chocolate destinado a bebidas. Un 60% de la grasa de chocolate es saturada, rica en ácidos grasos como el esteárico (34%) o el palmítico (28%), motivo por el cual es difícil que un chocolate adquiera un sabor rancio (además de sus antioxidantes). Pero contiene también ácidos grasos insaturados como el oléico (35%) de ese que abunda en el aceite de oliva y en el aguacate- y juega un papel preponderante en la protección vascular al disminuir el colesterol y las LDL (Lipoproteínas de Baja Densidad, por sus siglas en inglés) y aumentar las HDL (Lipoproteínas de Alta Densidad o colesterol bueno) (Lopez & Canales, 2011).

La parte más significativa y valiosa de los granos de cacao es su grasa (manteca de cacao) en la que el contenido del núcleo alcanza 52-56 %, en el germen 3-5 % (Zanizdra, 2017).

Según Vera & Vallejo, 2014 obtuvieron en su estudio, un promedio de 41,44% de contenido de grasa en lo que respecta al clon de cacao CCN-51.

### **2.5.2. Humedad**

Los granos de cacao fermentados y secado, contienen un % de humedad 6-7, cuando el

secado se lo realiza de manera natural y cuando se realiza el secado de forma mecanizada este valor puede ser inferior (Zanizdra, 2017).

### **2.5.3. Proteína**

Según Zanizdra 2017, El contenido de proteínas en el núcleo es del 10,3-12,5% mientras Nogales, Graziani 2006, en su investigación muestran valores de proteína de 12,65-13,10% de proteína.

### **2.5.4. Cenizas**

El contenido mineral promedio 2,5-3 %, La mayoría de ellos están representados por óxidos de potasio, fósforo y magnesio. Entre los oligoelementos que se encuentran en los granos de cacao zinc, cobre, manganeso, flúor, arsénico y molibdeno (Zanizdra, 2017).

En investigaciones se puede observar que el valor de cenizas pueden ser mayor al 3%, según Alvarez & Tovar, 2010 ellos en su investigación obtuvieron un promedio de 3-3,16% de cenizas.

### **2.5.5. pH y acidez titulable**

La acidez y el pH son parámetros críticos en la calidad del cacao usado por la industria chocolatera. El exceso de ácido acético producido por una mala fermentación causa efectos adversos sobre el “flavour” del chocolate. Un nivel alto de pH en los cotiledones es un indicativo de una sobre fermentación de la masa, la cual conduce a la formación de ácidos carboxílicos y amina biogénicas por descarboxilación enzimática de los Correspondientes aminoácidos (Alvarez & Tovar, 2010).

El contenido de ácidos orgánicos en varios grados de cacao fluctúa entre 0,71 a 2,33% (basado en ácido tartárico). Se componen de ácidos no volátiles y volátiles. Por no volátil incluyen: cítrico, málico, tartárico y oxálico. Volátil - acético, butírico y valérico. Por otra parte, a partir de los grados de consumo de granos de cacao ácidos volátiles mayores que la de la fermentación noble, y por tanto más prolongado, cacao granos de pH 5,0 - 6, 1 (Zanizdra, 2017).

El pH óptimo de los cacaos bien fermentados deben de ser de 5,1-5,7 y cuando este es

menor a 5,0 indica presencia de ácidos no volátiles indeseables que dan al chocolate aromas desagradables, lo cual sucede en fermentaciones incompletas (Armijos Paredes, 2002).

## **2.6. Análisis sensorial del licor de cacao**

La evaluación sensorial es una disciplina científica que permite cuantificar los descriptores de olor, sabor, color, textura, apariencia, entre otros. Cualquiera de las técnicas de evaluación sensorial están demostradas científicamente con al menos un 95% de confiabilidad, constan de una serie de ensayos y procedimientos técnicos que se aplican según el caso de estudio. Esto permite que se generen análisis cada vez más objetivos de datos cualitativos que se basan en una percepción de cada individuo. De hecho, existen técnicas que se puede aplicar para la preferencia de consumidores, niveles de aceptación y para los más críticos, hay perfiles rápidos (flash profile) de aroma y sabor o análisis descriptivos sensoriales, entre otros (Nieves, 2017).

A continuación se describe la identificación de los sabores básicos, específicos y adquiridos, que se utilizan para realizar el análisis sensorial en el licor de cacao, que se definen a continuación:

### **2.6.1. Sabores básicos**

Los sabores básicos estuvieron conformados por:

- **Acidez:** Se consideraron aquellas muestras que presentaban un sabor ácido persistente; percibido a los lados y en el centro de la lengua.
- **Amargo:** Aquellas muestras que presentaban un sabor fuerte y amargo, se detectó en la parte posterior de la lengua y la garganta.
- **Astringencia:** Muestras que dejaban una sensación fuerte de sequedad en la boca; se detectó en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes.
- **Dulce:** Sabor agradable que percibió en la punta de la lengua, parecido al agua de azucarada.

### **2.6.2. Sabores específicos**

Los sabores específicos se clasificaron en:

- Cacao: Aquellas muestras que presentaban un sabor típico a chocolate.
- Floral: Muestras que presentaban un sabor agradable, similar al olor de las flores.
- Frutal: Muestras identificadas por un sabor a fruta madura, muy agradable.
- Nuez: Consideradas aquellas muestras que presentaban un sabor a almendra o a nuez.

### **2.6.3. Sabores adquiridos**

Se identificaron sabores con defectos como:

- Crudo/verde: Muestras con sabor manchoso-crudo.
- Otros: Esta variable hace notar sabores extraños que se detectaron en las muestras. (Sanchez Campuzano, 2007).

## CAPITULO III

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Ubicación del área de investigación

##### 3.1.1. Ubicación Política

País: Ecuador

Provincia: Los Ríos

Cantón: Vines

Parroquia: Antonio Sotomayor

Sector: Rancho grande.

##### 3.1.2. Ubicación Geográfica

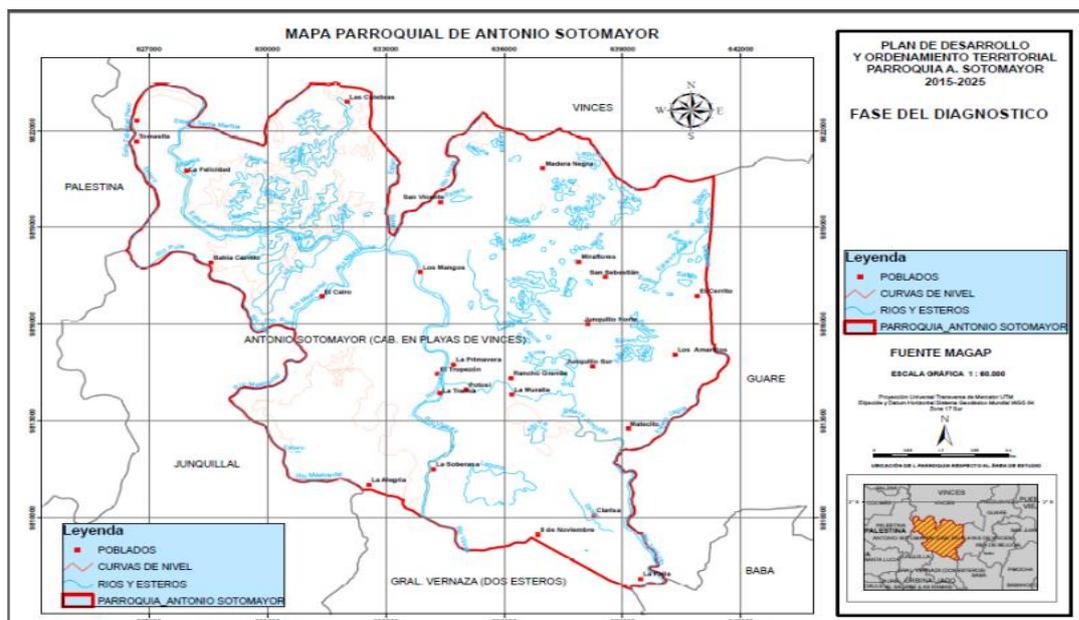


Figura 1. Ubicación geográfica donde se desarrollará la investigación

Latitud: 00° 24' 36"

Longitud: 79° 18' 43"

Altitud: 30 msnm

### **3.1.3. Ubicación Ecológica**

Zona de vida: Bosque húmedo Tropical

Altitud: 40 msnm

T promedio: 25 ° C

Precipitación: 1500 - 1750 mm año<sup>-1</sup>

Humedad relativa: 75%

Heliofanía: 1185 horas luz año<sup>-1</sup>

Suelos: Francos Arcilloso

Fuente: Plan de ordenamiento territorial de la parroquia rural Antonio Sotomayor (SNI, 2015).

### 3.2. MATERIALES

#### 3.2.1. Determinación de Grasa

Tabla 1. Recursos necesarios para la determinación de grasa en almendras de cacao.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza	Mortero	Éter di etílico	cacao
Estufa	Probeta de 100 ml.		
Vasos Beacker para grasa	Pisetas		
Aparato Golfish	Pipetas		
Vasos de recuperación del solvente	Papel Filtro		
Desecador	Espátula		
Espátula	Pinza universal		
Pinza Universal	Algodón liofilizado		
Algodón liofilizado			
Dedales de Extracción			
Portadedales			

#### 3.2.2. Determinación de Ph

Tabla 2. Recursos necesarios para la determinación de pH en almendras de cacao.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza	Mortero	Buffer de fosfatos	cacao
Potenciómetro	Probeta de 100 ml.	NaOH 0,1N	
Agitador	Pisetas	Fenolftaleína	
Plancha térmica magnética	Pipetas	Agua destilada	
Equipo de titulación	Papel filtro		

#### 3.2.3. Determinación de acidez

Tabla 3. Recursos necesarios para la determinación de acidez en almendras de cacao.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza	Mortero	Buffer de fosfatos	cacao
Potenciómetro	Probeta de 100 ml.	NaOH 0,1N	
Agitador	Pisetas	Fenolftaleína	
Plancha térmica magnética	Pipetas	Agua destilada	
Equipo de titulación	Papel filtro		

### 3.2.4. Determinación de proteína bruta

Tabla 4. Recursos necesarios para la determinación de proteína bruta en almendras de cacao.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza analítica, sensible al 0.1mg	Micro-Tubos de destilación de 100ml	Ácido sulfúrico concentrado 96%(d=1,84)	Cacao
Unidad digestora J:P:SELECTA, s.a (Block 40 plazas-Digest)	Matraz Erlenmeyer de 250 ml	Solución de Hidróxido de Sodio al 40%	
Sorbora o colector/extractor de humos (unidad scrubber y bomba de vacío de circulación de agua)	Gotero	Solución de Ácido Bórico al 2%(HBO3)33	
Unidad de destilación FISHER DESTILLING Unit DU 100	Bureta graduada y accesorios	Solución de Ácido Clorhídrico 0,1 N (HCL) debidamente Estandarizada	
Plancha de calentamiento con agitador magnético	Espátula	Tabletas Catalizadoras	
	Gradilla	Indicador Kjeldahl	

## 3.3. METODOS

### 3.3.1. Recolección de almendras de cacao

Las almendras de cacao fue cosechadas en una finca ubicada en el recinto Rancho Grande, perteneciente a la parroquia Antonio Sotomayor se procedió a recolectar las almendras de cacao en baba de la variedad a evaluarse, obteniendo 1 kg para cada una de las unidades experimentales dando un total de 36 kg de almendras de cacao listas para los diferentes procesos de poscosecha.

### 3.3.2. Pre-secado de las almendras de cacao

El pre-secado de las almendras se las realizo por dos métodos los cuales el uno fue cosechado, desgranado el mismo día de la cosecha y secado al ambiente durante siete horas y

se colocó a fermentación, el segundo pre-secado consistió en cosechar y dejar las almendras en la mazorca durante un periodo de cinco días se realizó el desgrane para luego colocarlas a fermentar.

### **3.3.3. Fermentación de las almendras de cacao**

La fermentación de las almendras de cacao se las realizo por dos métodos los cuales son: fermentación en saco de yute y fermentación en cajones de madera con medidas de 10 cm x 10 cm x 10 cm esto tuvo una duración de 6 días, la cual se realizó dos remociones cada 48 horas.

### **3.3.4. Secado de las almendras de cacao**

Luego que han sido fermentadas las muestras de cacao de cada unidad experimental, se procedió a secar con dos tipos de secado que son: secado mecanizado y secado en tendal la cual se lo aplico a cada uno de los tratamientos, y el secado se lo realizo hasta que la semilla tuvo un secado a punto comercial.

### **3.3.5. Fase de laboratorio**

Una vez secas las muestras de cada tratamiento, se procedió a establecer a nivel de laboratorio las variables establecidas en la investigación, las cuales se realizó en el laboratorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” ubicada en el km 35 de la vía Santo Domingo - Quevedo.

### 3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

#### 3.4.1. Factores a probar

Tabla 5. Factores y niveles a probar en la determinación del contenido de cadmio en diferentes variedades de cacao.

Factores	Niveles
<b>Pre-manejo (P)</b>	a <sub>0</sub> = Sin pre-secado a <sub>1</sub> = Pre-secado al ambiente a <sub>2</sub> = Pre-secado en mazorca.
<b>Fermentación (F)</b>	b <sub>0</sub> = Saco de yute. b <sub>1</sub> = Cajas de madera
<b>Tipo de secado (S)</b>	c <sub>0</sub> = Mecanizado c <sub>1</sub> = Tendal cemento

#### 3.4.2. Tratamientos a comparar

Tabla 6. Tratamientos a comparar en la determinación del contenido de cadmio en diferentes variedades de cacao.

Símbolo	Código	Tratamiento
T1	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Sin pre-secado + Fermentación en saco de yute + Secado mecanizado
T2	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Sin pre-secado + Fermentación en saco de yute + secado tendal de cemento.
T3	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Sin pre-secado + Fermentación en caja de madera + Secado mecanizado.
T4	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Sin pre-secado + Fermentación en caja de madera + Secado tendal de cemento.
T5	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Pre-secado al ambiente + Fermentación en saco de yute + Secado mecanizado.
T6	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Pre-secado al ambiente + Fermentación en saco de yute + Secado tendal de cemento.
T7	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Pre-secado al ambiente + Fermentación en caja de madera + Secado mecanizado.
T8	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Pre-secado al ambiente + Fermentación en caja de madera + Secado en tendal de cemento.
T9	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Pre-secado en mazorca + Fermentación en saco de yute + Secado mecanizado.
T10	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Pre-secado en mazorca + Fermentación en saco de yute + Secado tendal de cemento.

T11	$a_2b_1c_0$	Pre-secado en mazorca + Fermentación en caja de madera + Secado mecanizado.
T12	$a_2b_1c_1$	Pre-secado en mazorca + Fermentación en caja de madera + Secado en tendal de cemento.

### 3.4.3. Tipo de diseño

Diseño Bloques Completamente al azar dispuesto en arreglo factorial  $A*B*C$ .

### 3.4.4. Repeticiones

La investigación conto con tres repeticiones.

### 3.4.5. Características de las UE

La unidad experimental estará conformada por 1 kg de almendras de cacao en baba para luego ser pre-secadas, fermentadas y secadas.

### 3.4.6. Esquema de Análisis de Varianza

Tabla 7. Esquema de análisis de Varianza

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	
Pre-manejo (P)	a-1	2
Fermentación (F)	b-1	1
Tipo de secado (S)	c-1	1
P*F	(a-1)(b-1)	2
P*S	(a-1)(c-1)	2
F*S	(b-1)(c-1)	1
P*F*S	(a-1)(b-1)(c-1)	2
Repeticiones	r-1	2
Error experimental	abc(n-1)	22
Total	abn-1	35

### 3.4.7. Análisis funcional

Para la prueba de significancia se utilizará la de Duncan al 0,05 %.

### 3.5. Variables a Medir

#### 3.5.1. Porcentaje de grasa:

Preparación de la muestra:

- Si la muestra es semi-sólida o sólida (pasta de cacao y/o chocolate), se coloca el recipiente que la contiene, cerrado herméticamente, en una estufa o baño María entre  $45^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , y se lo mantiene allí hasta que la muestra alcance tal temperatura (lo suficiente para ablandar la muestra completamente).
- Homogeneizar la muestra ablandada, agitando varias veces el recipiente que lo contiene (preferiblemente con la ayuda de un agitador mecánico), hasta que ésta adquiera consistencia espesa o cremosa.
- Sumergir el frasco en agua helada, agitando continuamente, hasta cuando la temperatura de la muestra llegue al punto de congelación y la masa se haya solidificado, o sea, hasta una fina condición granular, para desmenuzar o rallar.
- Procedimiento:
- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Pesar, con aproximación a 0,1 mg, 10 g de la muestra preparada, e introducir en un vaso de 400 ml, añadir 30 ml de agua y 25 ml de ácido clorhídrico.
- Calentar suavemente la solución por 30 minutos sobre un baño de vapor, con agitación continua; adicionar 5 g de ayuda filtrante y 50 ml de agua helada, y enfriar sobre un baño de hielo.
- Colocar una pieza de tela de lino sobre el embudo Buchner y humedecerla con agua. Aplicar una lenta succión y verter sobre el embudo una suspensión preparada con 3 g de ayuda filtrante en 30 ml de agua.

- Filtrar la solución hidrolizada, aplicando una succión lenta en el embudo y procurando formar una capa de líquido sobre el filtro, lavar el residuo por tres veces con agua helada y secar por succión.
- Transferir el residuo de la filtración al vaso utilizado inicialmente, recogiendo todo el material adherido al embudo por medio de un papel filtro. Lavar el embudo con éter de petróleo dentro del vaso y luego evaporar el éter sobre un baño de vapor.
- Desmenuzar el residuo sobre el vaso utilizando una varilla de vidrio y secar sobre un baño de vapor, hasta lograr una consistencia adecuada que permita una fácil pulverización. Introducir el conjunto a una estufa a  $100^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y secar por una hora.
- Adicionar 15 g de sulfato de sodio anhidro pulverizado y mezclar completamente con el material.
- Transferir la mezcla al dedal del aparato de extracción. Lavar el vaso con 50 ml de éter de petróleo y verter el líquido de lavado sobre el dedal colocado en el aparato. Añadir 150 ml de éter de petróleo en el matraz, colocar el aparato de extracción sobre la plancha de calentamiento e iniciar el proceso de reflujo y sifonamiento, hasta que se logre sifonar por lo menos 300 ml (NTE INEM , 1981).

### **3.5.2. Determinación del pH en la testa**

Se toma el método AOAC (2005) 970.21 como referencia. En un vaso de precipitación de 250 ml, se pesa cerca de 5 g de las semillas trituradas, seguido se añade 45 ml de agua destilada hirviendo, se deja enfriar y se filtra por un papel de 9  $\mu\text{m}$ . En el filtrado se sumerge el electrodo previamente calibrado el pH metro. Al observar estabilidad en la lectura del pH se anota el resultado. Se repite este proceso tres veces (ATLAS DEL CACAO, 2006).

### 3.5.3. Determinación del índice de acidez

Se utiliza como referencia el método AOAC (2005) 942.15. Una vez que se ha realizado el proceso descrito en el acápite anterior, se procede a titular el filtrado con una bureta, 25 ml, que contiene hidróxido de sodio, 0,1 N, hasta pH 8,2. Se homogeniza la muestra titulada con el agitador magnético, y cuando se estabiliza la medida de pH se anota el volumen gastado. Se realiza este proceso durante tres veces (ATLAS DEL CACAO, 2006).

$$AT = \frac{Vg * N}{m} * 100$$

Dónde:

AT = Acidez titulable (meq/100)

Vg: Volumen gastado de hidróxido de sodio (ml).

N: Normalidad de la solución de hidróxido de sodio

m: Peso de la muestra.

### 3.5.4. Determinación de Proteína

Preparación de la muestra

- Moler aproximadamente 100 gr de muestra, en un micro molino que contenga un tamiz de abertura de 1 mm y que a través que pase un 95% del producto.
- Transferir rápidamente la muestra molida y homogenizada a un recipiente herméticamente cerrado, hasta el momento de análisis.
- Se homogeniza la muestra interviniendo varias veces el recipiente que lo contiene.

Procedimiento

A. Digestión

- Pesar aproximadamente 0,3 gr de muestra prepara sobre un papel exento de Nitrógeno y colocarle en el micro-tubo digestor.
- Añadir al micro-tubo una tableta catalizadora y 5 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Colocar los tubos de digestión con las muestras en el block-digest con el colector de humos funcionando.
- Realizar la digestión a una temperatura de 350 a 400° C y un tiempo que puede variar entre una y dos horas.
- Al finalizar, el líquido obtenido es de un color verde o azul transparente dependiendo del catalizador utilizado.
- Dejar enfriar la muestra a temperatura ambiente.
- Evitar la precipitación agitando de vez en cuando.

#### B. Destilación

- En cada micro- tubo adicionar 15 ml de agua destilada.
- Colocar el micro-tubo y el matraz de recepción con 50 ml de ácido Bórico al 2% en el sistema de destilación kjeltec.
- Encender el sistema y adicionar 30 ml de hidróxido de sodio al 40%, cuidando que exista un flujo normal de agua.

- Recoger aproximadamente 200 ml de destilado, retirar del sistema los accesorios y apagar.

### C. Titulación

- Del destilado recogido en el matriz colocar tres gotas de indicador.
- Titular con ácido clorhídrico 0,1 N utilizando un agitador mecánico.
- Registrar el volumen de ácido consumido (AOAC Intenational, 2000) (ATLAS DEL CACAO, 2006).

Cálculos:

El contenido de proteínas bruta en los alimentos se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\%PB = \frac{(V_{HCI} - V_b) * 1,401 * NHCL * F}{g \text{ muestra}}$$

Siendo:

1,401= Peso atómico del nitrógeno

NHCL= Normalidad de Ácido Clorhídrico 0,1 N

F = Factor de conversión (6,25)

VHCI = Volumen del ácido clorhídrico consumido en la titulación

Vb = Volumen del Blanco (0,3).

## CAPITULO IV

### 4. Resultados

#### 4.1. Análisis de varianza de la variable Variación de masa

Tabla 8. Análisis de varianza de la variable Variación de masa

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Presecado	0,304289	2	0,152144	1,07	0,3589
B:Fermentacion	0,0793361	1	0,0793361	0,56	0,4622
C:Secado	0,123669	1	0,123669	0,87	0,3603
D:Repeticion	0,241106	2	0,120553	0,85	0,4406
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,0402889	2	0,0201444	0,14	0,8683
AC	0,395289	2	0,197644	1,39	0,2689
BC	0,0434028	1	0,0434028	0,31	0,5855
ABC	0,00595556	2	0,00297778	0,02	0,9792
RESIDUOS	3,11703	22	0,141683		
TOTAL (CORREGIDO)	4,35036	35			

La tabla 8 indica que los resultados obtenidos se observó que no hay diferencia significativa en el Factor A (pre-secados), Factor B (fermentaciones), Factor C (secados) y las interacciones entre A\*B, A\*C, B\*C, A\*B\*C y repeticiones.

#### 4.1.1. Análisis de varianza de la variable humedad

Tabla 9. Análisis de varianza de la variable humedad.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					

A:Presecado	0,270106	2	0,135053	2,48	0,1067
B:Fermentacion	0,004225	1	0,004225	0,08	0,7831
C:Secado	140,778	1	140,778	2586,91	0,0000*
D:Repeticion	0,00750556	2	0,00375278	0,07	0,9336
INTERACCIONES					
AB	0,0792167	2	0,0396083	0,73	0,4942
AC	0,397817	2	0,198908	3,66	0,0426*
BC	0,004225	1	0,004225	0,08	0,7831
ABC	0,0176167	2	0,00880833	0,16	0,8516
RESIDUOS	1,19723	22	0,0544194		
TOTAL	142,756	35			
(CORREGIDO)					

Se observa diferencia significativa en secado(c) y en la interacción A\*C (ver tabla 9), mientras que en los Factores: A (pre-secados), Factor B (fermentaciones) y las interacciones entre A\*B, B\*C, A\*B\*C y repeticiones, no existido diferencia significativa.

#### 4.1.2. Análisis de varianza de la variable cenizas

Tabla 10. Análisis de varianza de la variable cenizas.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS					
PRINCIPALES					
A:Presecado	0,389606	2	0,194803	3,35	0,0536
B:Fermentacion	0,49	1	0,49	8,43	0,0082*
C:Secado	0,124844	1	0,124844	2,15	0,1569
D:Repeticion	0,109356	2	0,0546778	0,94	0,4055
INTERACCIONES					
AB	0,342217	2	0,171108	2,94	0,0736
AC	0,146539	2	0,0732694	1,26	0,3032
BC	0,000711111	1	0,000711111	0,01	0,9129
ABC	0,190572	2	0,0952861	1,64	0,2169
RESIDUOS	1,27871	22	0,0581232		
TOTAL	3,07256	35			
(CORREGIDO)					

Existe diferencia significativa en lo que respecta a los factores A: Pre-secado, C: Secado, D: Repetición y las interacciones A\*B, A\*C, B\*C y A\*B\*C, mientras que si hay

diferencia significativa en el factor B: Fermentación. Tabla 10

#### 4.1.3. Análisis de varianza de la variable proteína

Tabla 11. Análisis de varianza de la variable proteína.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS</b>					
<b>PRINCIPALES</b>					
A:Presecado	0,147822	2	0,0739111	0,26	0,7732
B:Fermentacion	0,100278	1	0,100278	0,35	0,5584
C:Secado	0,0312111	1	0,0312111	0,11	0,7434
D:Repeticion	0,377339	2	0,188669	0,66	0,5246
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	2,69982	2	1,34991	4,75	0,0192*
AC	0,945156	2	0,472578	1,66	0,2123
BC	1,78668	1	1,78668	6,29	0,0200*
ABC	2,07182	2	1,03591	3,65	0,0428*
RESIDUOS	6,24786	22	0,283994		
TOTAL	14,408	35			
<b>(CORREGIDO)</b>					

No existe diferencia significativa en los factores A: Pre-secado, B: Fermentación, C: Secado, D: Repetición y las interacción A\*C (ver tabla 11), mientras que si hay diferencias significativas entre las interacciones A\*B, B\*C y A\*B\*C.

#### 4.1.4. Análisis de varianza de la variable grasa

Tabla 12. Análisis de varianza de la variable grasa.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS</b>					
<b>PRINCIPALES</b>					
A:Presecado	0,255539	2	0,127769	0,18	0,8377
B:Fermentacion	3,5721	1	3,5721	4,99	0,0360*
C:Secado	0,196544	1	0,196544	0,27	0,6055

D:Repeticion	0,484289	2	0,242144	0,34	0,7166
INTERACCIONES					
AB	2,26295	2	1,13147	1,58	0,2283
AC	2,26577	2	1,13289	1,58	0,2279
BC	1,92284	1	1,92284	2,69	0,1154
ABC	1,32234	2	0,661169	0,92	0,4119
RESIDUOS	15,7473	22	0,715787		
TOTAL	28,0297	35			
(CORREGIDO)					

La tabla 12 indica que hay diferencia significativa en el factor B: Fermentación, mientras que no hay diferencia significativa en los factores A: Pre-secado, C: Secado, D: Repeticiones y las interacciones entre los factores.

#### 4.1.5. Análisis de varianza de la variable pH.

Tabla 13. Análisis de varianza de la variable pH.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS					
PRINCIPALES					
A:Presecado	2,49202	2	1,24601	169,96	0,0000*
B:Fermentacion	0,0491361	1	0,0491361	6,70	0,0168*
C:Secado	0,0318028	1	0,0318028	4,34	0,0491*
D:Repeticion	0,0441167	2	0,0220583	3,01	0,0700
INTERACCIONES					
AB	0,0260722	2	0,0130361	1,78	0,1924
AC	0,0629056	2	0,0314528	4,29	0,0267*
BC	0,00780278	1	0,00780278	1,06	0,3134
ABC	0,0149389	2	0,00746944	1,02	0,3774
RESIDUOS	0,161283	22	0,00733106		
TOTAL	2,89007	35			
(CORREGIDO)					

Existe diferencia significativa en los factores A: Pre-secado, B: Fermentación C: Secado y la interacción A\*C, mientras que no hubo diferencia significativa entre el factor D: Repetición y las interacciones A\*B, B\*C y A\*B\*C. Tabla 13

#### 4.1.6. Análisis de varianza de la variable acidez.

Tabla 14. Análisis de varianza de la variable acidez.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS</b>					
<b>PRINCIPALES</b>					
A:Presecado	1,03004	2	0,515019	864,19	0,0000*
B:Fermentacion	0,00321111	1	0,00321111	5,39	0,0299*
C:Secado	0,00134444	1	0,00134444	2,26	0,1473
D:Repeticion	0,00175556	2	0,000877778	1,47	0,2510
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,00123889	2	0,000619444	1,04	0,3704
AC	0,00303889	2	0,00151944	2,55	0,1010
BC	0,000544444	1	0,000544444	0,91	0,3496
ABC	0,00263889	2	0,00131944	2,21	0,1330
RESIDUOS	0,0131111	22	0,00059596		
TOTAL	1,05692	35			
<b>(CORREGIDO)</b>					

Se observa diferencia significativa en los factores A: Pre-secado, B: Fermentación (ver tabla 14), mientras que no hay diferencia significativa en los factores C: Secado, D: Repetición y las interacciones entre los factores.

#### 4.1.7. Prueba de significancia de Tukey del Factor A

Tabla 15. Prueba de significancia de Tukey del Factor A.

Factor A	% Variación de masa	% Humedad	% Cenizas	Proteína	Grasa	pH	Acidez
A0 Sin pre-secado	25,28 A	4,06 A	3,94 A	16,19 A	43,64 A	5,78 A	1,78 B
A1 Pre-secado al ambiente	25,34 A	3,85 A	3,95 A	16,35 A	43,69 A	6,28 B	1,43 A
A2 Pre-secado en mazorca	25,12 A	3,91 A	4,17 A	16,28 A	43,84 A	6,38 C	1,41 A

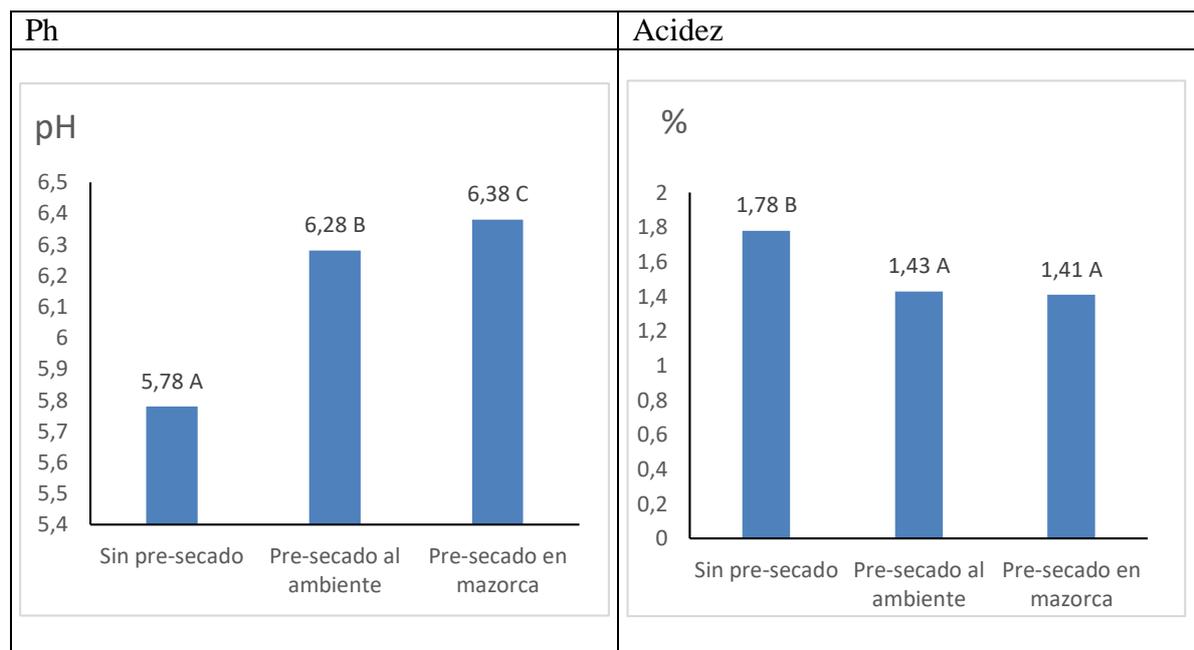


Figura 2. Resumen de los resultados de las variables que tuvieron diferencia significativa en el Factor A.

Se observa que los valores de Tukey ( $p < 0.05$ ) resumidos de las variables evaluadas. Se determinó diferencia significativa en: pH dando un valor más alto en A2 (pre-secado en mazorca) (6,38) y lo correspondiente a la acidez se existió un valor más alto en A0 (Sin pre-secado) (1,78), las variables variación de masa, humedad, cenizas, proteína y grasa no presentaron diferencia significativa en el factor A (Figura 2).

#### 4.1.8. Prueba de significancia de Tukey del Factor B

Tabla 16. Prueba de significancia de Tukey del Factor B.

Factor B (Fermentación)	% Variación de masa	% Humedad	% Cenizas	Proteína	Grasa	pH	Acidez
B0 EN SACO DE YUTE	25,30 A	3,95 A	3,90 A	16,32 A	43,41 A	6,11 A	1,55 B
B1 EN CAJA DE MADERA	25,20 A	3,93 A	4,14 B	16,22 A	44,04 B	6,18 B	1,53 A

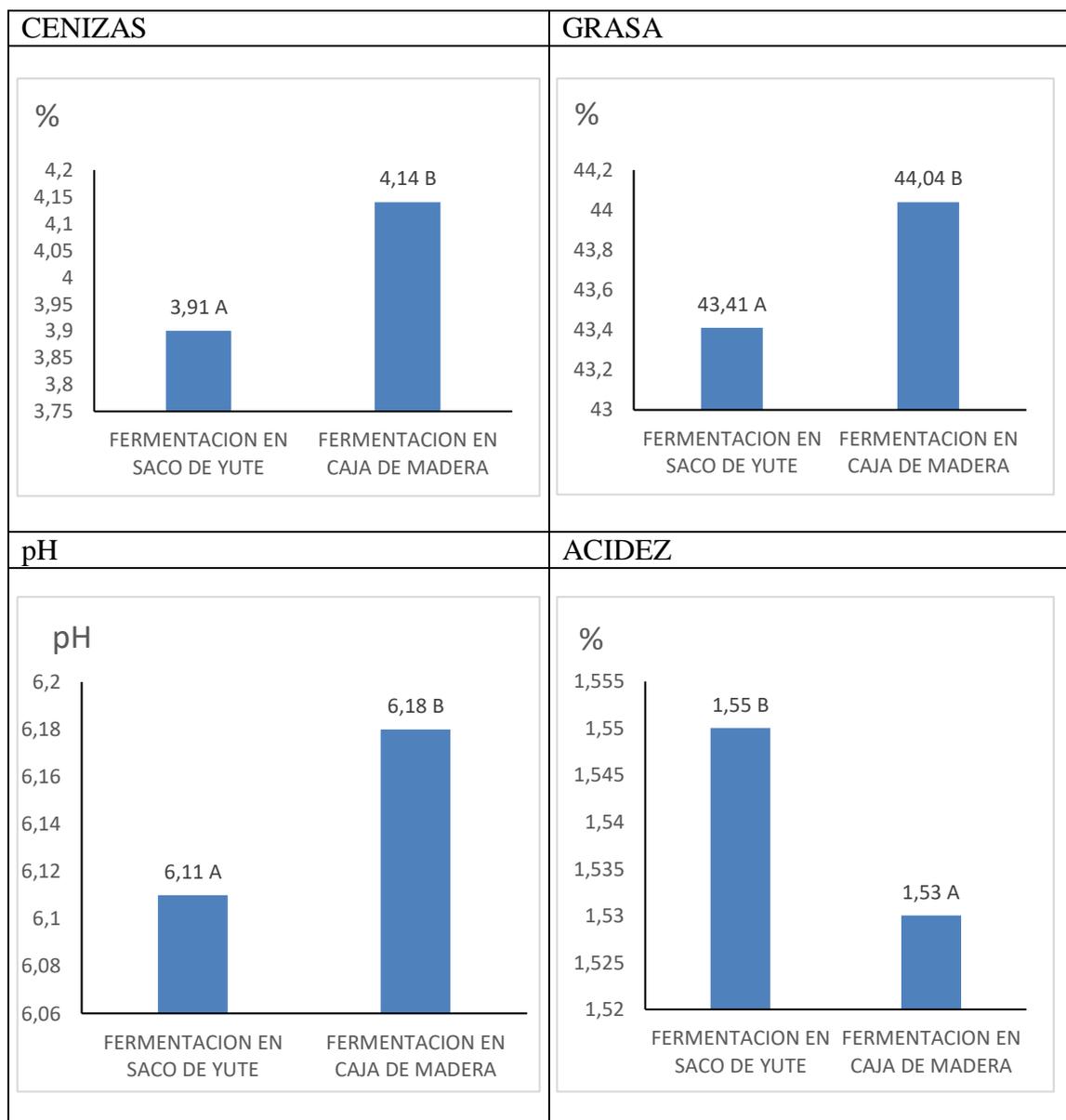


Figura 3. Resumen de los resultados de las variables con diferencia significativa en el Factor B.

Los valores de Tukey ( $p < 0.05$ ) resumidos de las variables evaluadas. Se determinó diferencia significativa en: Cenizas dando un valor más alto en B1 (Fermentación en cajón de madera) (4,14), en la variable grasa dando un valor alto en B1 (Fermentación en cajón de madera) (44,04), la variable pH dando un valor más alto en B1 (Fermentación en cajón de madera) (6,18) y lo correspondiente a la acidez se existió un valor más alto en B0 (Fermentación en saco de yute) (1,55), las variables variación de masa, humedad, cenizas, proteína y grasa no presentaron diferencia significativa en el factor B (Figura 3).

#### 4.1.9. Prueba de significancia de Tukey del Factor C

Tabla 17. Prueba de significancia de Tukey del Factor C.

	Factor C (Secado)	% Variación de masa	% Humedad	% Cenizas	Proteína	Grasa	pH	Acidez
C0	TENDAL DE CEMENTO	25,19 A	5,92 B	3,96 A	16,24 A	43,65 A	6,12 A	1,55 A
C1	SECADORA MECANICA	25,31 A	1,96 A	4,08 A	16,30 A	43,80 A	6,18 A	1,54 A

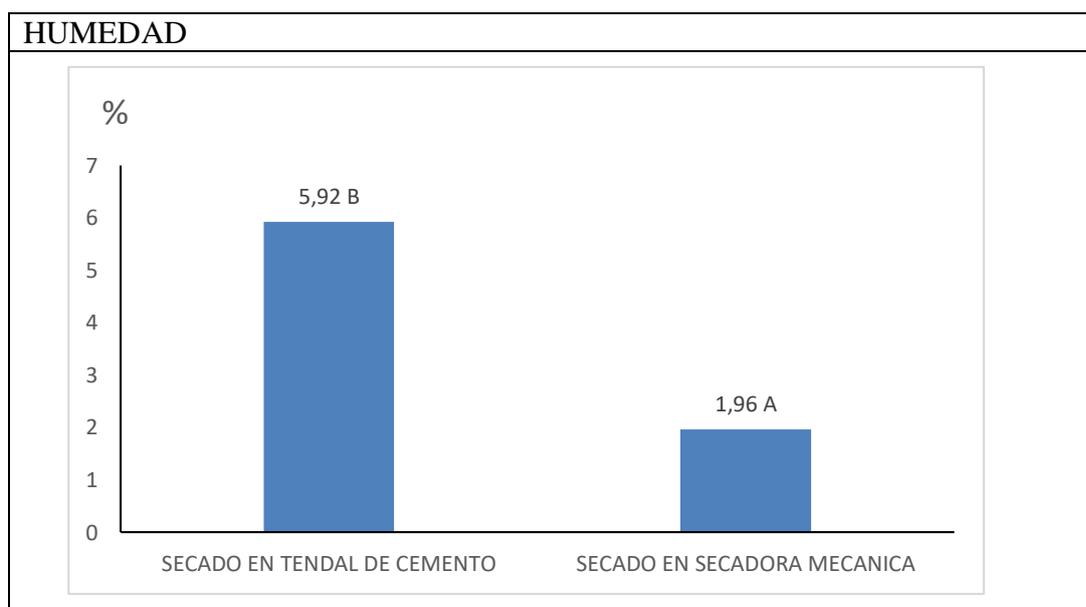


Figura 4. Resumen de los resultados de las variables que tuvieron diferencia significativa en el Factor C.

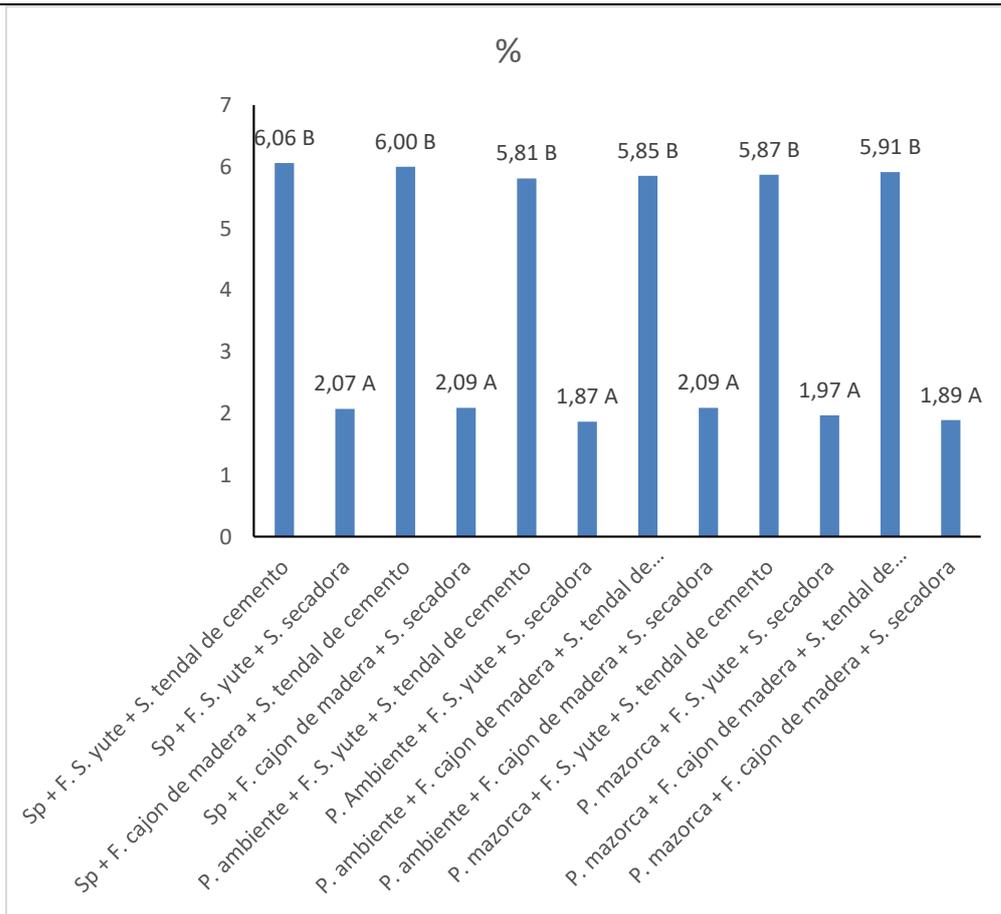
Los valores de Tukey ( $p < 0.05$ ) resumidos de las variables evaluadas. Se determinó diferencia significativa en: Humedad dando un valor más alto en el factor C0 (Secado en tendal de cemento)(5,92), lo que respecta a las demás variables no hubo diferencia significativa en lo que respecta al Factor C (Figura 4).

#### 4.1.10. Prueba de significancia de Tukey de la interacción AxBxC

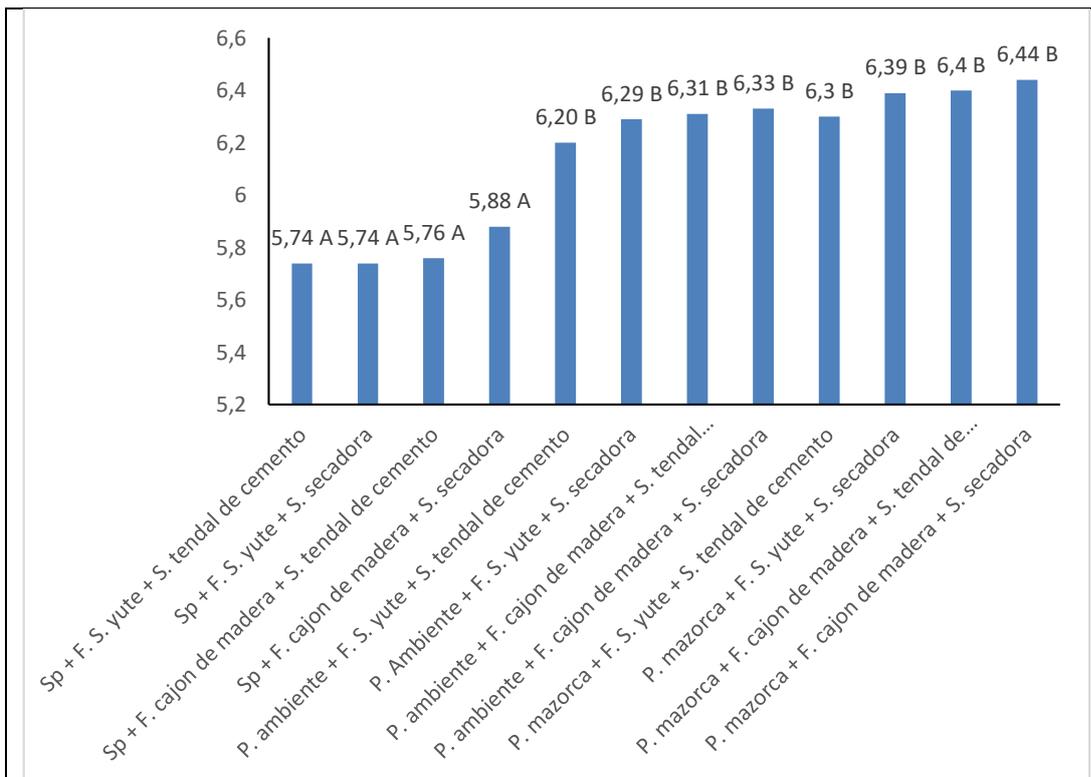
Tabla 18. Prueba de significancia de Tukey de la interacción AxBxC

Pre-secado	Fermentación	Secado	% Variación Masa	% Humedad	Cenizas	% Proteína	% Grasa	pH	% Acidez
Sin pre-secado	Saco de yute	Ambiente	25,26 A	6,06 B	3,83 A	16,42 A	43,32 A	5,74 A	1,79 B
Sin pre-secado	Saco de yute	Secadora	25,39 A	2,07 A	3,82 A	16,06 A	43,33 A	5,74 A	1,80 B
Sin pre-secado	Cajón de madera	Ambiente	25,18 A	6,00 B	3,93 A	15,90 A	43,82 A	5,76 A	1,79 B
Sin pre-secado	Cajón de madera	Secadora	25,28 A	2,09 A	4,18 A	16,37 A	44,10 A	5,88 A	1,76 B
Pre-secado al ambiente	Saco de yute	Ambiente	25,35 A	5,81 B	3,82 A	16,49 A	43,49 A	6,20 B	1,45 A
Pre-secado al ambiente	Saco de yute	Secadora	25,43 A	1,87 A	3,82 A	16,30 A	43,25 A	6,29 B	1,44 A
Pre-secado al ambiente	Cajón de madera	Ambiente	25,22 A	5,85 B	3,97 A	16,14 A	43,74 A	6,31 B	1,43 A
Pre-secado al ambiente	Cajón de madera	Secadora	25,37 A	2,09 A	4,17 A	16,45 A	44,27 A	6,33 B	1,42 A
Pre-secado en mazorca	Saco de yute	Ambiente	25,10 A	5,87 B	3,89 A	15,96 A	43,19 A	6,30 B	1,44 A
Pre-secado en mazorca	Saco de yute	Secadora	25,24 A	1,97 A	4,21 A	16,69 A	43,86 A	6,39 B	1,41 A
Pre-secado en mazorca	Cajón de madera	Ambiente	25,03 A	5,91 B	4,33 A	16,53 A	44,34 A	6,40 B	1,40 A
Pre-secado en mazorca	Cajón de madera	Secadora	25,12 A	1,89 A	4,24 A	15,92 A	43,97 A	6,44 B	1,41 A

## HUMEDAD



Ph



ACIDEZ

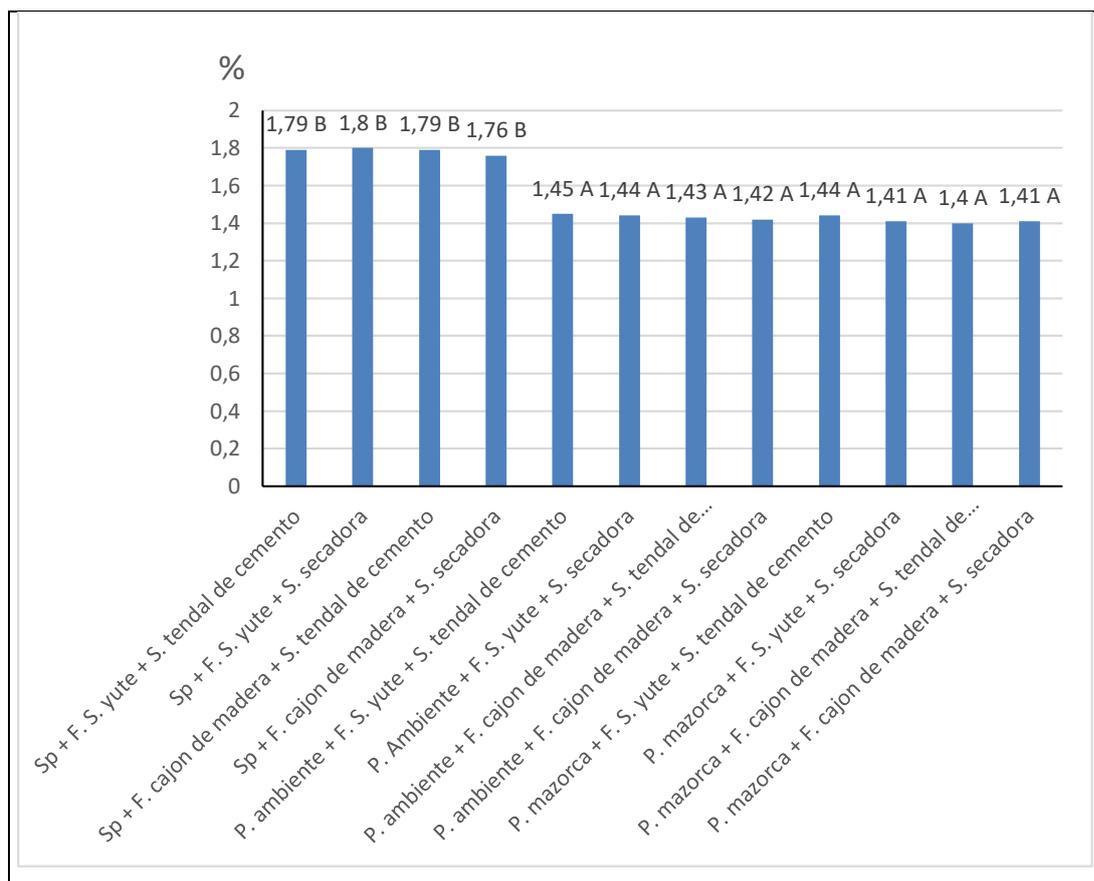
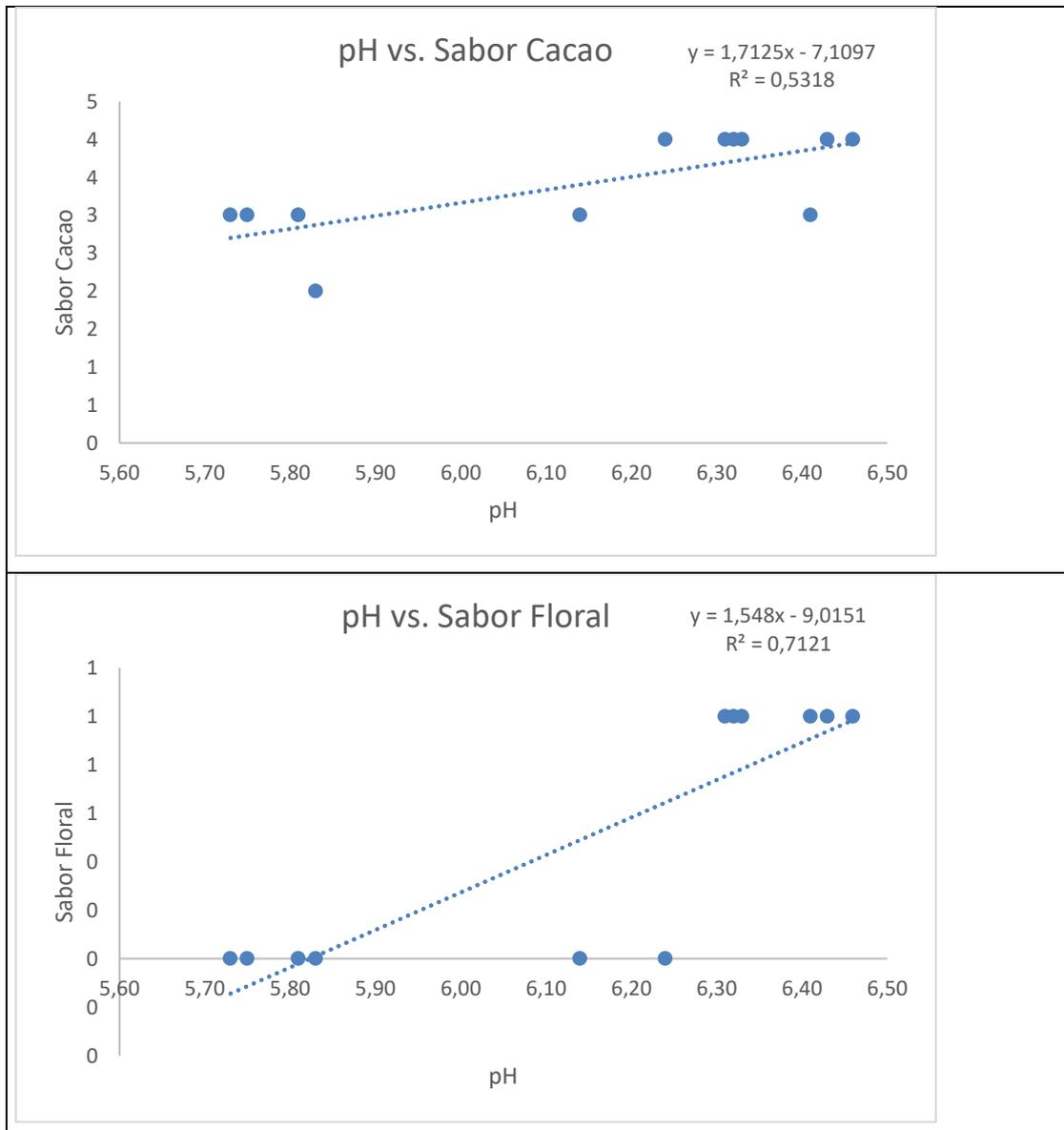
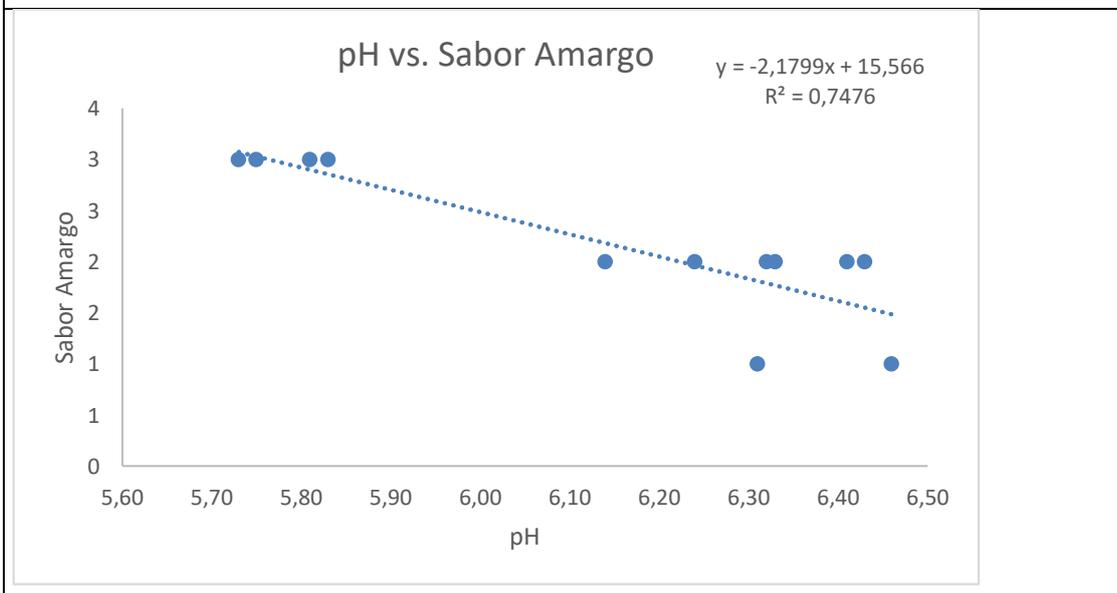
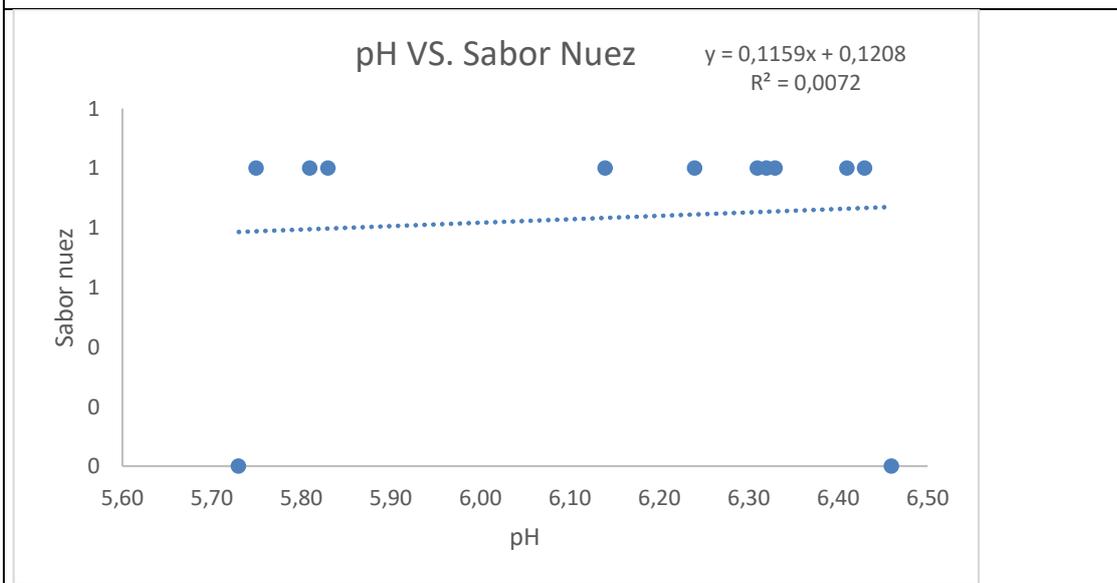
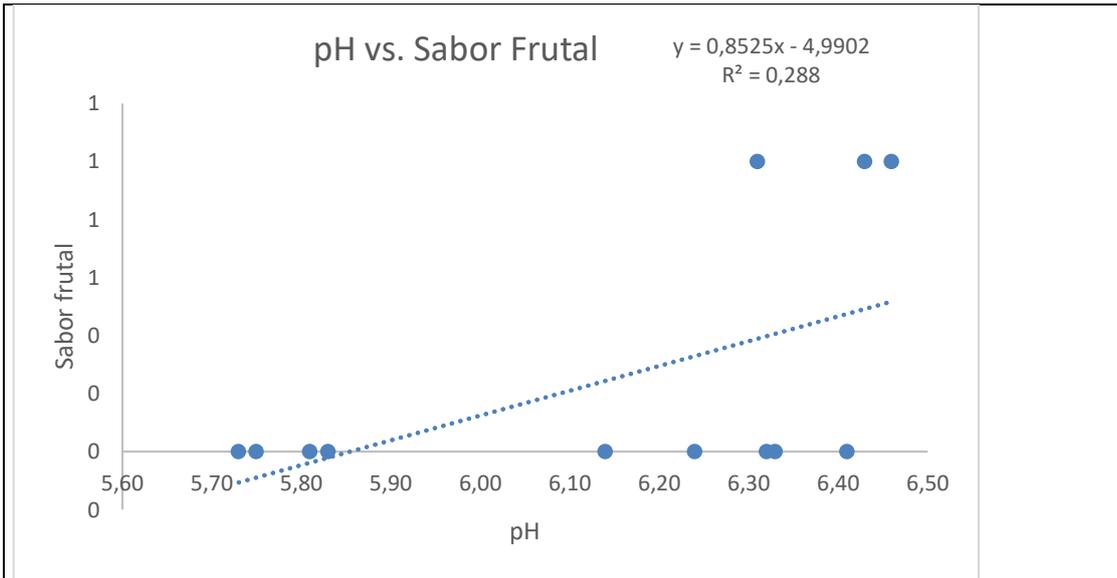


Figura 5. Resumen de los resultados de las variables que tuvieron diferencia significativa en la interacción AxBxC.

Los valores de Tukey ( $p < 0.05$ ) resumidos de las variables evaluadas. Se determinó diferencia significativa en: Humedad dando un valor más alto en la interacción  $A_0B_0C_0$  (Sin pre-secado + Fermentación en saco de yute + Secado en tendal de cemento) (6,06), en pH se obtuvo un valor más alto en la interacción  $A_2B_1C_1$  (Pre-secado en mazorca + Fermentación en cajón de madera + Secado en secadora) (6,44), en la variable Acidez tuvo valor más alto en la interacción  $A_0B_0C_1$  (Sin pre-secado + fermentación en saco de yute + secado en secadora mecánica.) (1,80), las demás variables no demostraron diferencia significativa en lo que respecta a la interacción AxBxC (Figura 5).

#### 4.1.11. Análisis de correlación de Pearson entre el pH y los sabores obtenidos en el análisis de sensorial.





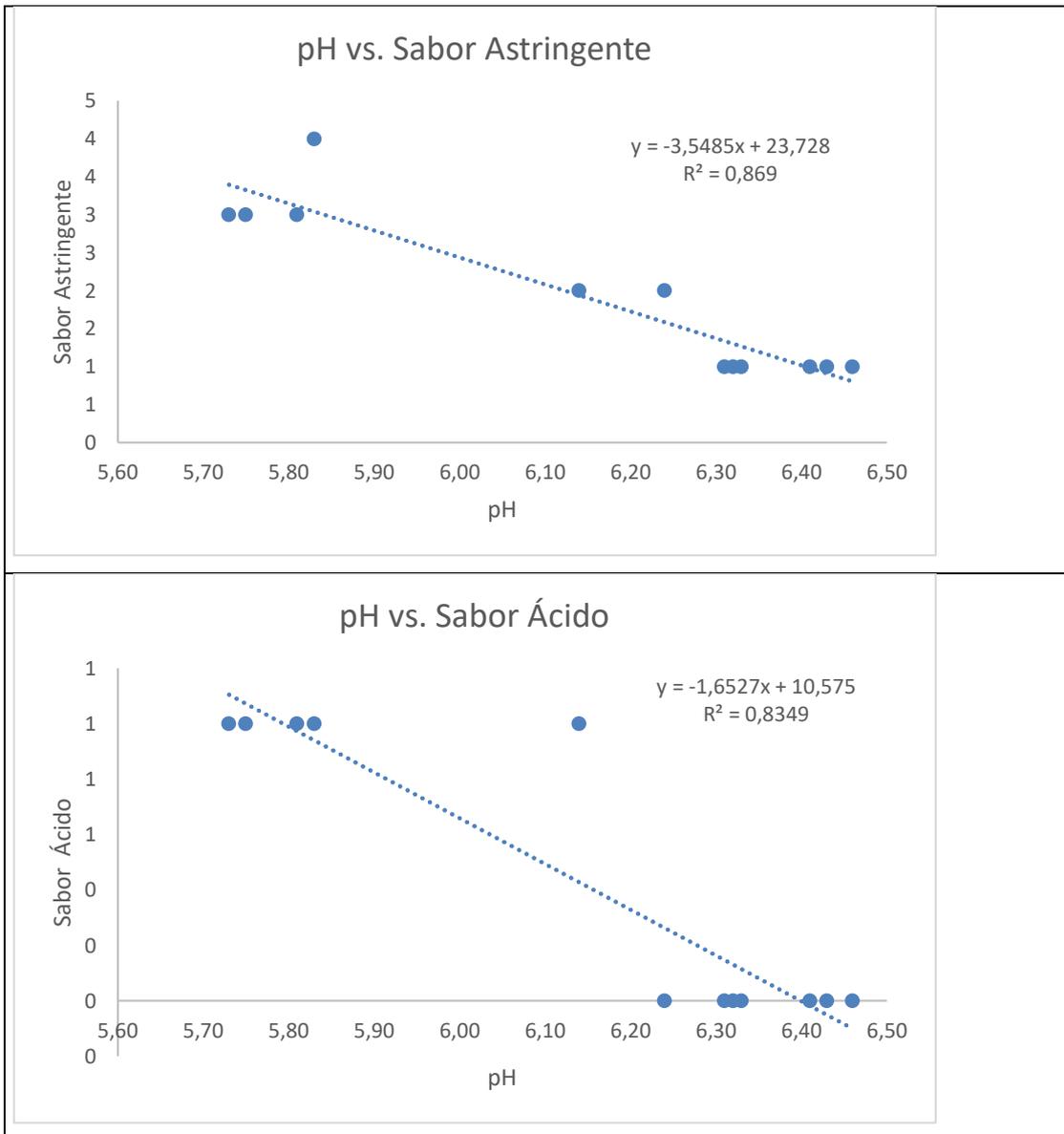


Figura 6. Análisis de correlación de Pearson entre el pH y los sabores obtenidos en el análisis de sensorial.

Existe correlación entre el pH y los sabores de cacao, floral, frutal, amargo, astringente y ácido ya que el valor de  $R > 0,5$  mientras que no existe correlación entre el pH y el sabor nuez ya que tiene un valor de  $R < 0,5$  (Figura 6).

## CAPITULO V

### 5. DISCUSION

#### 5.1. Con respecto al pre-secado (Factor A)

Con relación al Pre-secado (Factor A), en la variable pH se observa que hay diferencia significativa entre los tres Pre-secados utilizados en la investigación presentando valores de A0(5,78)(Sin pre-secado), A1(6,28)(Pre-secado al ambiente) y A2(6,38)(Pre-secado en mazorca) siendo este último el más alto en relación a los anteriores pero es menor con los resultados obtenidos por (Torres, Graziani, Ortiz, & Trujillo, 2004) de la cual ellos obtuvieron un valor de (7,10). En lo consiguiente a la acidez los valores fueron de A0(1,78)(Sin pre-secado), A1(1,43)(Pre-secado al ambiente), A2(1,41)(Pre-secado en mazorca) siendo más alto el Sin pre-secado y a la vez es más alto con relación a la investigación hecha por (Torres, Graziani, Ortiz, & Trujillo, 2004) que tiene un valor de (0,88).

#### 5.2. Con relación a Fermentación (Factor B)

En la variable cenizas se observa que hay diferencia significativa en las dos fermentaciones manejadas en la investigación dando como valor B0(3,91)(Fermentación en saco de yute) y B1(4,14)(Fermentación en cajón de madera), comparando con otras investigaciones se puede observar que las dos tienen valores más altos que (Alvarez & Tovar, 2010) ya que ellos obtuvieron en su investigación como valor más alto de (3,16) en fermentación de cajón de madera rectangular.

La variable grasa también tuvo diferencia significativa dando valores en B0(43,41)(fermentación en saco de yute) y más alto en B1(Fermentación en cajón de madera)(44,04), para la cual es muy distinto comparando con (Zanizdra, 2017)(55) es más alto a lo que se ha obtenido en la investigación, a la vez se comparó con (Vera & Vallejo, 2014)(41,44) no siendo tan diferentes ya que según (Lopez & Canales, 2011) especifica que si el cacao es sometido a procesos de fermentación y secado puede ser que el valor de la grasa sea menor del 50%-55%.

La variable pH dando un valor más alto en B1 (Fermentación en cajón de madera)(6,18) y B0(Fermentación en saco de yute)(6,11) tienden a tener diferencia significativa entre ellos, pero llevándolo a otro estudio se encuentran ambos en pH óptimo de que hubo una buena fermentación porque según (Armijos Paredes, 2002) cuando el  $\text{pH} < 5$  indica que no hubo una buena fermentación porque existe presencia de ácidos no volátiles.

Con lo referente a la acidez se obtuvo en B1(Fermentación en cajón de madera.)(1,53) vs. B0(Fermentación en saco de yute)(1,55) siendo este más alto, en la cual se puede deducir que tuvo mayor presencia de ácidos no volátiles ya como se pudo ver anteriormente este factor tuvo un pH más alto para la cual se deduce que tiene mayor contenido de ácidos no volátiles y su acidez es más elevada. En las variables variación de masa, humedad, cenizas, proteína y grasa no presentaron diferencia significativa en el factor B.

### **5.3. Con relación a secado (Factor C)**

A lo referente al factor humedad existió diferencia significativa siendo C1(Secado en secadora)(1,96) y C0(Secado en tendal de cemento)(5,92) teniendo este último un promedio mayor a C1(Secado en secadora), ya comparando con estudios realizados por (Nogales, Graziani , & Ortiz, 2006) es menor, ya que ellos obtuvieron un promedio de humedad del 7,95 %. Llevándolo a parámetros de calidad se encuentra dentro del rango de calidad del grano de cacao ya que según (AGROCALIDAD, 2012) la humedad máxima debe de ser del 7%.

### **5.4. Con relación al análisis sensorial.**

Con referente al análisis sensorial se puede determinar que ciertos sabores tienen relación con el pH, ya que si el pH es mayor se presentan en un nivel más alto los sabores de cacao, floral y frutal, en caso contrario con  $\text{pH} < 6$  se presentan en un alto nivel los sabores de amargo y astringente.

## CAPITULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

##### Factor A (Pre-secado)

- En el factor A (Pre-secado) respecto a pH, se acepta la hipótesis alternativa, observando tres grupos independientes, de lo cual el pre-secado en mazorca presento valores altos de pH(6.38), considerado lo expuesto por: (Armijos Paredes, 2002) “cuando el  $\text{pH} < 5$  indica que no hubo una buena fermentación porque existe presencia de ácidos no volátiles”, se concluye que el pre- secado en mazorca, es una alternativa viable, para controlar le estabilidad del pH en el proceso.
- En acidez también se acepta la hipótesis alternativa existiendo tres grupos significativos de la cual Pre-secado en mazorca (1,53) es menor en comparación a los otros pre-secados realizados, comparando con (Zanizdra, 2017) El contenido de ácidos orgánicos en varios grados de cacao fluctúa entre 0,71 a 2,33%, la cual más alta sea la acidez va existir mayor presencia de ácidos no volátiles, se concluye que el pre-secado en mazorca es óptima para tener una acidez menor.
- Respecto a las variables grasa, humedad, cenizas, variación de masa y proteína se acepta la hipótesis nula ya que no existieron grupos independientes y se concluye que para estas variables no va importar qué tipo de pre-secado se utilice porque no van a presentar diferencia.

##### Factor B (Fermentación)

- Respecta al factor B (Fermentación) relación a cenizas, se acepta la hipótesis alternativa, observando dos grupos independientes, de la cual fermentación en cajón de madera presento valores altos de cenizas (4,14), se concluye que la fermentación en cajón de madera tiene mayor retención de minerales.

- Con relación a grasa, se acepta la hipótesis alternativa considerando dos grupos independientes, de la cual fermentación en cajón de madera mostro valores altos (44,04), considerando lo mostrado por (Lopez & Canales, 2011) quien especifica que si el cacao es sometido a procesos de fermentación y secado puede ser que el valor de grasa sea menor del 50%-55%, se concluye que la fermentación en cajón de madera, es una alternativa para retener un mayor contenido de grasa.
- En lo referente a la variable pH, se acepta la hipótesis alternativa dando un valor más alto en Fermentación en cajón de madera (6,18), comparando con lo citado anteriormente se concluye que la fermentación en cajón de madera es una alternativa viable, para controlar la estabilidad del pH en el proceso de fermentación.
- En acidez también se acepta la hipótesis alternativa obteniendo dos grupos significativos de la cual Fermentación en cajón de madera (1,53) es menor en comparación con Fermentación en saco de yute (1,55), comparando con lo citado anteriormente, se concluye que la Fermentación en cajón de madera es óptima para tener una acidez menor.
- Con lo referente a humedad, variación de masa y proteína no existió grupos independientes de la cual se concluye que los diferentes métodos de fermentación no va interferir en estas variables.

#### Factor C (Secado)

- En el factor C (Secado) respecto a pH, se acepta la hipótesis alternativa, observando tres grupos independientes, de lo cual el secado en secadora mecanizada(1,96) presento valores menor de humedad en comparación a secado en tendal de cemento con una humedad (5,92), considerado lo expuesto por: según (AGROCALIDAD, 2012) la humedad debe de estar dentro del 0-7%, se concluye que el secado mecanizado es una alternativa viable, para controlar le estabilidad del pH en el proceso.

- En lo que refiere a las variables de pH, acidez, humedad, variación de masa, proteína y grasa se concluye que los tipos de secado no influyen, ya que no existe grupos independientes en cada una de estas variables.

## 6.2. Recomendaciones

- Si se va a realizar un pre-secado al grano de cacao se recomienda realizar un pre-secado en mazorca.
- Con lo referente a la fermentación se recomienda realizar, la fermentación por el método de cajón de madera.
- Al momento de realizar un secado se recomienda utilizar el secado mecanizado ya que este obtendremos un mayor secado y será ma.

## 7. BIBLIOGRAFIA:

- AGROCALIDAD. (Octubre de 2012). *AGROCALIDAD*. Recuperado el 5 de Febrero de 2017, de Buenas Prácticas Agrícolas para Cacao Resolución Técnica No. 183: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Guia-BPA-cacao1.pdf>
- Alvarez, C., & Tovar, L. (30 de Noviembre de 2010). *Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (Theobroma cacao L.) usando dos tipos de fermentadores*. Obtenido de Bioline: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg10010>
- ANECACAO. (2015). *ANECACAO*. Recuperado el 5 de Febrero de 2017, de Cacao CCN-51: <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>
- Armijos Paredes, A. I. (2002). *Características de acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (Theobroma cacao L.) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación*. Obtenido de Bibliotecas del Ecuador: <http://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-41000-1403>
- Canacacao. (s.f.). *Asociación Cámara Nacional de Cacao Fino de Costa Rica*. Recuperado el 05 de Febrero de 2017, de Fermentación especial Clon CCN-51: <http://www.canacacao.org/contenido.item.50/fermentaci%F3n->
- Cedeño, S. (Abril de 2011). *CMAA International Cocoa Conference*. Recuperado el 5 de Febrero de 2017, de LA REVOLUCIÓN DEL CACAO CCN – 51 EN ECUADOR: <http://appcacao.org/descargas/seminario2011/Revoluci%F3n%20del%20Cacao%20CN-51%20en%20Ecuador%202011%20%20Marzo.pdf>

- Guerrero, G. (s.f.). *El Cacao ecuatoriano Su historia empezó antes del siglo XV*. Obtenido de Revista Líderes: <http://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuadoriano-historia-empezo-siglo.html>
- INAMHI. (2015). *Datos meteorológicos Puerto Ila*. Santo Domingo.
- Lopez , A., & Canales, M. (01 de Abril de 2011). *El ChoColatE: un arsEnal dE sustanCias químiCas* . Obtenido de REVISTA DIGITAL UNIVERSITARIA: <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num4/art37/art37.pdf>
- Nieves, M. (26 de septiembre de 2017). *EVALUACIÓN SENSORIAL EN CACAO*. Obtenido de Viva el cacao: <http://vivaelcacao.com/es/evaluacion-sensorial-en-cacao/>
- Nogales, J., Graziani , L., & Ortiz, L. (2006). *CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DURANTE EL SECADO AL SOL DEL GRANO DE CACAO FERMENTADO EN DOS DISEÑOS DE CAJONES DE MADERA*. Recuperado el 05 de Febrero de 2017, de <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/EL%20SECADO%20AL%20SOL%20DEL%20GRANO%20DE%20CACAO.pdf>
- NTE INEM . (1981). *Determinacion del contenido de grasa en la pasta de cacao*. Recuperado el 5 de Febrero de 2017, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0535.1981.pdf>
- PRODESOC-IPADE. (s.f.). *Cacao de calidad beneficiados en centros de apoyo*. Recuperado el 05 de Febrero de 2017, de [file:///D:/Beneficiado\\_en\\_Centros\\_de\\_Acopia\\_manual\\_paso\\_a\\_paso.pdf](file:///D:/Beneficiado_en_Centros_de_Acopia_manual_paso_a_paso.pdf)
- PROECUADOR. (2013). *Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones*. Recuperado el 05 de Febrero de 2017, de Análisis del sector cacao y elaborados.: [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC\\_AS2013\\_CACAO.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf)
- PROECUADOR. (21 de Abril de 2014). *La producción del cacao mejora con el mantenimiento y los procesos post cosecha*. Recuperado el 05 de Febrero de 2017, de <http://www.proecuador.gob.ec/2014/04/21/la-produccion-del-cacao-mejora-con-el-mantenimiento-y-los-procesos-post-cosecha/>
- Sanchez Campuzano, V. (2007). *Caracterización organoléptica del cacao (Theobroma cacao L.) para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial*. Obtenido de INIAP: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion\\_organoleptica\\_cacao%20\\_Theobroma%20cacao%20L.\\_seleccion\\_arboles\\_%20perfiles\\_sabor\\_interes\\_comercial.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%20_Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf)
- SINAGAP. (2014). *Boletín situacional cacao*. Obtenido de SINAGAP: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2014/dboletin-situacional-de-cacao-2014-actualizado.pdf>
- SNI. (30 de Octubre de 2015). *Sistema Nacional Información*. Recuperado el 05 de Febrero de 2017, de Plan de ordenamiento de la parroquia Antonio Sotomayor.: <http://app.sni.gob.ec/sni->

link/sni/PORTAL\_SNI/data\_sigad\_plus/sigadplusdocumentofinal/1260028820001\_documento%20final%20aprobado\_30-10-2015\_23-05-02.pdf

Torres, O., Graziani, L., Ortiz, L., & Trujillo, A. (Octubre de 2004). *SciELO*. Recuperado el 05 de Febrero de 2017, de Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane de la mazorca del cacao tipo forastero de Cuyagua sobre características del grano en fermentación:

file:///D:/Efecto%20del%20tiempo%20transcurrido%20entre%20la%20cosecha%20y%20el%20desgrane%20de%20la%20mazorca%20del%20cacao%20tipo%20forastero%20de%20Cuyagua%20sobre%20caracter%20C3%ADsticas%20del%20grano%20en%20fermentaci%20C3%B3n%20C2%B9.html

Vera, J., & Vallejo, C. (2014). *Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (Theobroma cacao L) en el Ecuador*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5090269.pdf>

Zanizdra, V. (26 de Septiembre de 2017). *Baker-Group.net*. Obtenido de <https://es.baker-group.net/confectionery-formulations-technology-raw-materials-and-ingredients/production-of-chocolate-and-cocoa/845-2015-09-29-20-08-53.html>