



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Agroindustrial.

Título del Proyecto de Investigación:

**“ESTUDIO DEL PROCESO FERMENTATIVO DEL CACAO NACIONAL
(*Theobroma cacao*) CONSIDERANDO DISTINTOS TIPOS Y SU INCIDENCIA EN
LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES”**

Autores:

Aldas Morejon Jhonnatan Placido

Revilla Escobar Karol Yannela

Director de Proyecto de Investigación:

Juan Alejandro Neira Mosquera PhD.

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

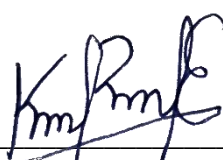
2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Revilla Escobar Karol Yannela, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. 

Revilla Escobar Karol Yannela

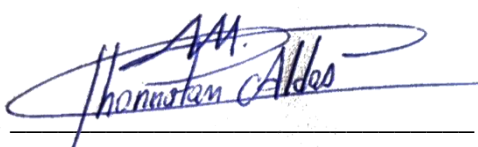
C.I. 080401230-0



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Aldas Morejon Jhonnatan Placido, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. 

Aldas Morejon Jhonnatan Placido

C.I. 120594866-2



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Juan Alejandro Neira Mosquera PhD, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que los estudiantes Aldas Morejon Jhonnatan Placido y Revilla Escobar Karol Yannela, realizaron el Proyecto de Investigación de grado titulado **“ESTUDIO DEL PROCESO FERMENTATIVO DEL CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao*) CONSIDERANDO DISTINTAS TIPOS Y SU INCIDENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



JUAN ALEJANDRO
NEIRA MOSQUERA

Dr. JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA PhD.
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, Juan Alejandro Neira Mosquera PhD, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe del Proyecto de Investigación titulado “**ESTUDIO DEL PROCESO FERMENTATIVO DEL CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao*) CONSIDERANDO DISTINTOS TIPOS Y SU INCIDENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES**”, presentado por los estudiantes presentado por los estudiantes Aldas Morejon Jhonnatan Placido y Revilla Escobar Karol Yannela egresados de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles originalidad en un 97 % y similitud 3 %, de trabajo investigativo.

URKUND

Document	ESTUDIO DEL PROCESO FERMENTATIVO DEL CACAO NACIONAL (<i>Theobroma cacao</i>) CONSIDERANDO DISTINTOS TIPOS Y SU INCIDENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES.docx (D77227678)
Submitted	2020-07-27 11:58 (-05:00)
Submitted by	Juan Alejandro Neira Mosquera (neiramosquera@uteq.edu.ec)
Receiver	neiramosquera.uteq@analysis.urkund.com

3% of this approx. 101 pages long document consists of text present in 13 sources.



JUAN ALEJANDRO
NEIRA MOSQUERA

**Dr. JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA PhD.
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE
SUSTENTACIÓN**

PROYECTO DE INVESTIGACION

Título:

**“Estudio del proceso fermentativo del cacao nacional (*Theobroma cacao*)
considerando distintas tipos y su incidencia en las características físico-químicas y
sensoriales”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Agroindustrial.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. Sonia Barzola Miranda

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Gina Guapi Álava

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Denisse Zambrano Muñoz

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2020

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por darme sabiduría y ser el motor de mis anhelos, a mis padres Placido Aldas y Elizabeth Morejón, por apoyarme incondicionalmente, enseñarme a luchar y no darme por vencido en las adversidades de la vida, de la misma forma a ser sencillo y humilde en el día a día.

A mis hermanos Leandro y Alexander, a mis queridos familiares quienes me apoyaron en los momentos más difíciles de este laborioso proceso de aprendizaje, brindándome consejos y palabras de aliento que me guiaban a crecer como una persona de principios.

A mi compañera de vida Karol Revilla, quien me apoyo en momentos muy difíciles, dándome siempre su mano incondicionalmente, mujer maravillosa que con sus palabras de amor me alentaban a continuar felicidad y voluntad en el camino de la vida.

A mí querida Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por acogerme y ser partícipe de del desarrollo Agroindustrial, permitiéndome aprender de lindas experiencias en cada uno de sus pasillos.

A mi tutor Dr. Alejandro Neira por compartirme de sus experiencias y conocimientos, enriqueciéndome como una persona direccionada, discerniendo etapas de aprendizaje hasta culminar este proyecto de investigación.

Jhonnatan Placido Aldas Morejón

AGRADECIMIENTO

Agradezco a infinitamente a Dios por guiarme en cada uno de mis días, brindarme sabiduría, fortaleza y perseverancia para no rendirme ante los obstáculos que se presentaron en el transcurso de mi formación académica.

A mis seres amados. Es especial a mi ejemplar madre María Escobar Jaramillo por darme la vida y depositar su confianza en mí, por todo su esfuerzo, amor incondicional y compañía en esta larga trayectoria, por haberme inculcado valores y principios que me formaron como persona y como ser humano.

A mis hermanos Ivan Revilla y Evelyn Revilla, por siempre apoyarme en cada paso que doy, por aconsejarme que las barreras no se superan imaginando que no existen; sino afrontando los miedos con valentía y sobre todo con el amor familiar.

Agradezco a mis sobrinos quienes con su corta edad y con sus manifestaciones de amor me llenan el corazón de felicidad, por ser ellos quienes que me motivan a superarme y a no desfallecer.

A mi compañero de vida Jhonnatan Aldas Morejon por ser quien estuvo presente cada día de mi meta y ser mi pilar fundamental, por brindarme comprensión en los días difíciles, por ser una persona maravillosa, llena de cualidades y virtudes.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por ser partícipe de mi formación y en especial expreso mi agradecimiento profundo al PhD Juan Alejandro Neira Mosquera, director del proyecto de investigación, quien con sus conocimientos y amplia experiencia me orientó durante el desarrollo hasta lograr con éxito la culminación este trabajo de investigación

Revilla Escobar Karol Yannela

DEDICATORIA

El proyecto de investigación está dedicado a ti amado Dios, gracias mi Señor por brindarme sabiduría y voluntad.

A la vez, también dedico este trabajo a mis queridos padres, Placido Aldas y Elizabeth Morejón son y siempre serán mi mayor motivación, sus consejos y pláticas me permitieron ser un hombre de principios. A mis hermanos Leandro y Alexander quienes me apoyaron incondicionalmente en este camino.

A mi compañera de vida Karol Revilla, por el apoyo incondicional en esta bella experiencia velando siempre lo mejor para mí, por llenarme de alegría en los días para empezar con constancia, compartiendo juntos el anhelo de cumplir nuestras metas.

Jhonnatan Placido Aldas Morejón

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado salud, vida y por ser el principal promotor de sabiduría y fortaleza para no desmayar y lograr esta meta.

Quiero dedicar de manera muy especial mi logro a mi amado padre Walter Revilla Elizalde, a pesar de que la vida nos separó físicamente dejando un gran dolor en mi corazón, siempre está presente en mis pensamientos y sé que este momento hubiera sido tan especial para el como lo es para mí a mi madre María Escobar Jaramillo por ser pilar fundamental en mi vida, por su amor y entrega total, A mis hermanos y sobrinos que de una u otra forma me apoyaron durante esta trayectoria y fueron mi fuente de inspiración

A la vez a mi compañero de vida Jhonnatan Aldas Morejon, quien con su amor y cariño me ayuda a mejorar día a día. Es para mí una gran satisfacción poder cumplir esta meta junto a él.

Revilla Escobar Karol Yannela

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el estudio del proceso fermentativo del cacao nacional (*Theobroma cacao*) considerando distintos tipos y su incidencia en las características físico-químicas y sensoriales. Para el desarrollo se fermentó 5 kg de cada muestra por 5 días, con remociones (24, 48, 24, 24 horas) controlando las temperaturas y para finalizar un secado al sol hasta llegar a una humedad 7 %. Se emplearon dos paquetes estadísticos, el primero se aplicó para evaluar la variabilidad que existió entre los tipos de cacao (Factor A) y los días de fermentación (Factor B/A), constando con 12 tratamientos y 3 repeticiones con un total de 36 unidades experimentales. Determinado de esta forma, según los resultados que los días de fermentación inciden significativamente en los cambios de las variables estudiadas, seguido de los tipos de cacao que no varían mayormente. A la vez se identificó el tipo y morfología de levadura a partir del mucilago de las zonas en estudio. Para el segundo diseño se aplicó un trifactorial A* B * C para determinar las características físico-químicas y sensoriales del cacao procesado, donde se estructuró como: método de fermentación (Factor A); tipo de cacao (Factor B) y Zona en estudio (Factor C) con 18 tratamientos y 3 repeticiones obteniendo un total de 54 unidades experimentales. Demostrando que el tratamiento **a2b0c1** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) fue el mejor en las variables acidez titulable e índice de semilla seguido de las demás interacciones que se destacaron en pH almendra e índice de fermentación. Además, presentó mejor intensidad en los perfiles: aroma, acidez, amargor, astringencia, pos gusto, categorías del sabor: cacao, nuez, frutas frescas y floral obteniendo una calidad sobresaliente. Cumpliendo con los límites permisibles de metales pesados, alcaloides, perfil lipídico y microbiológicos. Por lo tanto, es un tratamiento poscosecha recomendable para el proceso del cacao, obteniendo un chocolate inocuo con propiedades nutritivas, siendo fuente excelente de energía por su contenido de carbohidratos y azúcares.

Palabras claves: Fermentación, Cacao, Tratamiento, Chocolate, Calidad.

ABSTRACT

The aim of the present research work is to study the fermentation process of the Ecuadorian cacao (*Theobroma cacao*). For this purpose, there have been considered different types of cocoa and their impact on the physical-chemical and sensory characteristics. For development, 5 kg of each sample was fermented for 5 days, with removals (24, 48, 24, 24 hours) controlling temperatures and to finish a drying in the sun until reaching a humidity of 7 %. Two statistical packages were used, the first one was applied to evaluate the variability that existed between cocoa types (factor A) and fermentation days (factor B/A), consisting of 12 treatments and 3 repetitions with a total of 36 experimental units. Determined in this way, according to the results that the days of fermentation have a significant impact on the changes of the studied variables, followed by the types of cocoa that do not vary widely. At the same time, the type and morphology of yeast were identified from the mucilage of the areas under study. For the second design, a trifactorial A * B * C was applied to determine the physical-chemical and sensory characteristics of processed cocoa, where it was structured as: Fermentation method (factor A); Cocoa type (factor B) and Study area (factor C) with 18 treatments and 3 repetitions obtaining a total of 54 experimental units. Demonstrating the treatment **a2b0c1** (Controlled fermentation + Criollo + Canton Baba) was the best in the variables titratable acidity and seed index followed by the other interactions that were highlighted in pH almonds and fermentation index. In addition, it showed better intensity in the profiles: Aroma, acidity, bitterness, astringency, aftertaste, flavor categories: Cocoa, nut, fresh fruits and floral obtaining an outstanding quality. Complying with permissible limits of heavy metals, alkaloids, lipid profile and microbiological. Therefore, it is a postharvest treatment recommended for the process of cocoa, obtaining a harmless chocolate with nutritional properties, being an excellent source of energy for its carbohydrate and sugar content.

Keywords: Fermentation, Cocoa, Treatment, Chocolate, Quality.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .iv	iv
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	v
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
TABLA DE CONTENIDO	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xxiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxix
CÓDIGO DUBLÍN.....	xxxi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de la investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema.	3
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	4
1.2. Objetivos.	5
1.2.1. Objetivo general.	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación.....	6

1.4.	Hipótesis.....	7
1.4.1.	Hipótesis nula.....	7
1.4.2.	Hipótesis alternativa.....	7
CAPÍTULO II.....		8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....		8
2.1.	Marco conceptual.....	9
2.1.1.	Cacao (<i>Theobroma cacao</i>).....	9
2.1.2.	Taxonomía del cacao.....	9
2.1.3.	Composición química del cacao.....	10
2.1.4.	Mucílago de cacao.....	10
2.1.5.	Semillas.....	10
2.1.6.	Cacao nacional.....	11
2.1.7.	Tipos de cacao nacional.....	11
2.1.7.1.	Criollo.....	11
2.1.7.2.	Forastero.....	12
2.1.1.3.	Trinitario.....	12
2.1.8.	Medio ambiente.....	12
2.1.9.	Zonas de cultivo de cacao nacional en la Provincia de Los Ríos.....	13
2.1.9.1.	Cantón Vinces.....	13
2.1.9.2.	Cantón Baba.....	13
2.1.10.	Cosecha.....	14
2.1.11.	Fermentación.....	14
2.1.12.	Métodos de fermentación.....	15
2.1.12.1.	Fermentación cajones en cascadas.....	15
2.1.12.2.	Fermentación en sacos de yute.....	16
2.1.12.3.	Fermentación controlada.....	16
2.1.13.	Bioquímica de la fermentación.....	17

2.1.14.	Comportamiento microbiano durante la fermentación.....	17
2.1.15.	Factores que controlan el proceso de fermentación.	18
2.1.15.1.	Época.....	18
2.1.15.2.	Temperatura.....	18
2.1.15.3.	Tiempo.....	19
2.1.15.4.	Pre-secado.	19
2.1.15.5.	Remoción.....	19
2.1.15.6.	Potencial de hidrogeno.	19
2.1.16.	Tipos de granos fermentados según su aspecto físico.	20
2.1.17.	Prueba de corte.	20
2.1.18.	Calidad física.....	20
2.1.19.	Chocolate.....	21
2.1.20.	Descripción de aditivos empleados en la elaboración de chocolate a partir del cacao nacional.	21
2.1.20.1.	Licor de cacao	21
2.1.20.2.	Manteca de cacao.	21
2.1.20.3.	Sacarosa.....	22
2.1.20.4.	Lecitina de soja.....	22
2.2.	Marco referencial	23
2.2.1.	Cambios en la características físicas y químicas de granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) fermentados con transferencia manual y semi-mecanizada, entre cajas de fermentación.....	23
2.2.2.	Evaluación del proceso de fermentación y la calidad final de cinco clones de cacao.	23
2.2.3.	Características de acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (<i>Theobroma cacao L</i>) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación.....	24
2.2.4.	Caracterización organoléptica del cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial.	24

2.2.5.	Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario.....	25
2.2.6.	Correlación de la porosidad con el grado de fermentación del grano de cacao. (Theobroma cacao L.)	25
2.2.7.	Utilización del mucílago de cacao, tipo nacional y trinitario en la obtención de jalea.	26
2.2.8.	Evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de cacao (Theobroma cacao L) de seis clones: ICS-1, ICS-95, UF-613, IMC-67, TSH-565, CCN 51, y el cacao criollo durante el proceso de fermentación y secado.	26
2.2.9.	Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendra de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado.....	27
2.2.10.	Evaluación de varios factores sobre características químicas del grano de cacao en fermentación.....	27
2.2.11.	Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (Theobroma cacao L.) de Ecuador y Perú.	28
2.2.12.	Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador.....	28
2.2.13.	Postcosecha y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determinación de perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos.	29
2.2.14.	Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el Nor Oriente de la provincia de Esmeraldas.....	29
2.2.15.	Aislamiento y caracterización de microorganismos durante el proceso de fermentación de cacao (Theobroma cacao L.).	30
2.2.16.	Efecto tiempo – temperatura de tostado del cacao fino de aroma, en sus características fisicoquímicas y organolépticas.....	30
2.2.17.	Optimización del proceso de fermentación de cacao criollo (Theobroma cacao L) bajo sistemas ecoeficientes.....	31
2.2.18.	Atributos físico-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (Theobroma cacao L.) en el Ecuador.....	31
2.2.19.	Evaluación del contenido de metales pesados en el cacao (Theobroma caca L.).	32

2.2.20.	Estudio del contenido de grasa, alcaloides y polifenoles totales en almendras de cacao nacional fino de aroma en zonas del litoral ecuatoriano para comparar su calidad y facilitar su comercialización.	32
2.2.21.	Composición química y valor calórico de los chocolates. Características físicas y químicas de la materia grasa.	33
2.2.22.	Calidad nutricional y origen de los ácidos grasos en chocolates y baños de repostería.	33
2.2.23.	Composición y calidad nutritiva de los alimentos.....	33
2.2.24.	Reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano.	34
2.2.25.	Norma ecuatoriana NTE INEN 0176 (2006): Cacao en grano. Requisitos.....	34
2.2.26.	Norma NTE INEN 0621:2010: Chocolates. Requisito.	34
2.2.27.	Norma para el chocolate y los productos del chocolate CODEX STAN 87-198..	35
2.2.28.	Unión Europea.....	35
2.2.29.	Norma Mexicana-061-1964. Cacao, chocolate y productos similares, y derivados del cacao. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial. Métodos de prueba.	35
2.2.30.	NTE INEN 1334-2. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.....	36
CAPÍTULO III		37
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		37
3.1.	Localización.	38
3.1.1.	Condiciones Meteorológicas.	38
3.2.	Tipo de investigación.	39
3.2.1.	Descriptiva.....	39
3.2.2.	Bibliográfica.	39
3.2.3.	Experimental.	39
3.3.	Métodos de la Investigación.....	40
3.3.1.	Inductivo.....	40

3.3.2.	Deductivo.	40
3.3.3.	Analítico.	40
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	40
3.5.	Diseños de la investigación.	41
3.5.1.	Diseño experimental 1.....	41
3.5.2.	Tratamientos de la investigación durante la fermentación.....	42
3.5.3.	Análisis Estadístico 1	43
3.5.4.	Diseño experimental 2.....	43
3.5.5.	Tratamientos para la investigación en el cacao fermentado y seco.....	44
3.5.6.	Análisis Estadístico 2.	45
3.5.7.	Mediciones experimentales.	46
3.6.	Instrumentos de investigación.	48
3.6.1.	Metodología para realizar los análisis físico-químicos del cacao durante la fermentación.....	48
3.6.2.	Metodología para realizar los análisis físico-químicos al cacao fermentado y seco	48
3.6.2.1.	Clasificación del grano según las siguientes categorías del índice de fermentación.	48
3.6.2.2.	Características del grano de cacao seco.	50
3.6.3.	Análisis sensorial.....	51
3.6.3.1.	Instructivo para el análisis sensorial del cacao procesado (chocolate).	51
3.6.4.	Metodología para realizar los análisis químicos al mejor tratamiento pos-cosecha.	52
3.6.5.	Metodología para la elaboración de chocolate a partir de los tratamientos en estudio.	53
3.6.6.	Manejo procedimental.	54
3.6.6.1.	Metodología para el proceso fermentativo del cacao nacional.	54
3.6.6.2.	Descripción de las operaciones que intervienen en la elaboración de chocolate. .	57

3.7.	Tratamiento de los datos.....	59
3.8.	Materiales y equipos.....	60
3.9.	Recursos humanos.....	62
CAPÍTULO IV.....		63
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		63
4.1.	Resultados.....	64
4.1.1.	Respecto a la variabilidad del tipo de cacao (Factor A) y el efecto de los días de fermentación (Factor B) sobre las características físico-químicas.....	64
4.1.2.	Resultados de los análisis de varianza para las características físico-químicas del cacao fermentado y seco.....	73
4.1.3.	Resultados de los análisis de varianza para las características sensoriales del chocolate.....	77
4.1.4.	Resultados de la prueba de estimación de la varianza para identificar la variabilidad con respecto a los factores de estudio para las características físico-químicas.....	82
4.1.4.1.	Resultados con respecto a la variabilidad del tipo de cacao (Factor A) para las características físico-químicos.....	82
4.1.4.2.	Resultados con respecto a la variabilidad del efecto de los días de fermentación (Factor B/A) sobre el tipo de cacao en las características físico-químicos.....	85
4.1.5.	Resultados de la prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) con respecto a los factores en estudio para las características físico-químicos en el cacao fermentado y seco.....	97
4.1.5.1.	Resultados respecto al efecto de tres métodos de fermentación (cajones en cascada, sacos fermentación de yute y controlada) en las características físico-químicas..	97
4.1.5.2.	Resultados respecto a la identificación de las características físico-químicas del grano fermentado y seco de tres tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario)..	100
4.1.5.3.	Resultados a la influencia de las zonas en estudio (Factor C) sobre las características físico-químicas.....	103
4.1.5.4.	Respecto a los resultados de la interacción ABC de los análisis físico-químicos del cacao fermentado y seco.....	106

4.1.6.	Resultados de la prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) con respecto a los factores de estudio para las características sensoriales del chocolate.	111
4.1.6.1.	Resultados con respecto al efecto de los métodos de fermentación (Factor A) en las características sensoriales del chocolate.....	111
4.1.6.2.	Resultados respecto a los perfiles sensoriales de tres tipos de cacao (Factor B) en el chocolate.....	114
4.1.6.3.	Resultados respecto a la influencia de las zonas en estudio (Factor C) en las características sensoriales del chocolate.....	118
4.1.6.4.	Respecto a los resultados de la interacción ABC del análisis sensorial del chocolate.	124
4.1.7.	Resultados de la caracterización del tipo y morfología de las levaduras a partir del mucilago del cacao considerando las zonas en estudio.....	129
4.1.8.	Resultados respecto a los análisis químicos y microbiológicos del tratamiento post-cosecha que presentó mejores atributos sensoriales del cacao procesado.....	132
4.1.9.	Balance de materia del proceso de elaboración de chocolate.	137
4.2.	Discusión.....	139
4.2.1.	Respecto a la variabilidad de tres tipos de cacao (Factor A) durante los días de fermentación sobre las características físico-químicas.	139
4.2.2.	Respecto a la variabilidad del efecto de los días de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao (Factor A) en las características físico-químicas.	141
4.2.3.	Respecto al efecto de los métodos de fermentación (Factor A) en las características físico-químicas.	144
4.2.4.	Respecto a la identificación de las características físico-químicas del grano fermentado y seco de tres tipos de cacao (Factor B).....	146
4.2.5.	Respecto a la influencia de las zonas en estudio (Factor C) sobre las características físico-químicas.	148
4.2.6.	Respecto a los resultados obtenidos en la interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio).....	150
4.2.7.	Respecto a los resultados de la interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) del análisis sensorial.....	152

4.2.8.	Respecto a la caracterización del tipo y morfología de las levaduras a partir del mucilago del cacao considerando las zonas en estudio.	156
4.2.8.1.	Determinación de recuento de colonias.....	156
4.2.8.2.	Caracterización morfología de levaduras a partir del mucilago de cacao considerando las zonas en estudio.....	157
4.2.9.	Respecto a los análisis químicos y microbiológicos del tratamiento pos-cosecha que presentó mejores atributos sensoriales del cacao procesado.	158
4.2.9.1.	Respecto al análisis en el cacao fermentado y seco del mejor tratamiento.	158
4.2.9.1.1.	Metales pesados.....	158
4.2.9.1.2.	Alcaloides.	159
4.2.9.2.	Respecto al análisis del chocolate del mejor tratamiento.....	160
4.2.9.2.1.	Respecto a los análisis físico-químicos.	160
4.2.9.2.2.	Respecto al perfil lipídico. Ácidos grasos en el chocolate.	161
4.2.9.2.3.	Respecto a la información nutricional.....	162
4.2.9.2.4.	Respecto a los análisis microbiológicos.....	162
4.2.10.	Tratamiento de Hipótesis.....	163
CAPÍTULO V		165
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		165
5.1.	Conclusiones.	166
5.1.1.	Con respecto a la variabilidad de tres tipos de cacao y el efecto de los días de fermentación sobre las características físico-químicas.	166
5.1.1.1.	Tipo de cacao (Factor A).....	166
5.1.1.2.	Días de fermentación (Factor B/A).	167
5.1.2.	Con respecto al efecto de los métodos de fermentación en las características físico-químicas y sensoriales del chocolate.....	169
5.1.3.	En cuanto a la identificación de las características físico-químicas y sensoriales del grano fermentado y seco de tres tipos de cacao.	170
5.1.4.	En relación a la influencia de las zonas en estudio sobre las características físico-químicas y sensoriales.....	171

5.1.5.	Interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) de las características físico-químicas.	171
5.1.6.	Interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) del análisis sensorial.....	172
5.1.7.	Respecto a la caracterización del tipo y morfología de levaduras en el mucilago de cacao.....	173
5.1.8.	Respecto a las características físico-químicas y sensoriales del tratamiento pos-cosecha que presentó mejores resultados en el cacao procesado.	173
5.2.	Recomendaciones.....	174
5.2.1.	En cuanto a la variabilidad de tres tipos de cacao y el efecto de los días de fermentación sobre las características físico-químicas.	174
5.2.2.	Respecto al efecto de los métodos de fermentación en las características físico-químicas y sensoriales del chocolate.....	174
5.2.3.	En cuanto a la identificación de las características físico-químicas del grano fermentado y seco de tres tipos de cacao.	175
5.2.4.	En relación a la influencia de las zonas en estudio sobre las características físico-químicas y sensoriales.	175
5.2.5.	Interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) del análisis físico-químico.....	176
5.2.6.	Interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) del análisis sensorial.....	176
5.2.7.	Respecto a la caracterización del tipo y morfología de levaduras en el mucilago de cacao.....	177
5.2.8.	Respecto a las características sensoriales y químicas del tratamiento pos-cosecha que presentó mejores resultados en el cacao procesado.....	177
CAPÍTULO VI		178
BIBLIOGRAFÍA		178
6.1. Bibliografía		179
CAPÍTULO VII		184
ANEXOS		184

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cacao.....	9
Tabla 2. Composición química del cacao.....	10
Tabla 3. Situación Geográfica y climática.....	38
Tabla 4. Factores de estudio para evaluar la variabilidad durante los días de fermentación	41
Tabla 5. Estructura del Análisis de Varianza (AV) para el diseño anidado o jerárquico propuesto.	42
Tabla 6. Combinación de los tratamientos propuestos para evaluar la variabilidad de los tipos de cacao durante los días de fermentación.	42
Tabla 7. Factores de estudio para el proceso fermentativo del cacao nacional.....	43
Tabla 8. Estructura del Análisis de Varianza (AV) para el diseño trifactorial propuesto ...	44
Tabla 9. Combinación de los tratamientos propuesto para métodos de fermentación y tipos de cacao nacional considerando dos zonas en estudio.	45
Tabla 10. Análisis físico-químicos para determinar la variabilidad de tres tipos de cacao durante los días de fermentación.	46
Tabla 11. Análisis físico-químicos en el cacao fermentado y seco.....	46
Tabla 12. Análisis sensoriales para determinar los perfiles del chocolate.	46
Tabla 13. Análisis microbiológico para la caracterización del tipo y morfología de las levaduras a partir del mucilago del cacao considerando las zonas en estudio.	47
Tabla 14. Metales pesados y alcaloides en el cacao fermentado y seco.....	47
Tabla 15. Análisis físico-químicos y microbiológicos al cacao procesado (chocolate).	47
Tabla 16. Metodología para evaluar la variabilidad de los tipos de cacao en las características físico-químicas durante los días de fermentación.....	48
Tabla 17. Metodología de los análisis físicos y químicos del cacao fermentado y seco.....	48
Tabla 18. Características del grano de cacao fermentado y seco según el grado de fermentación.	50

Tabla 19. Método para la determinación de grasa.....	50
Tabla 20. Metodología para la caracterización de las bacterias presentes en el mucilago del cacao considerando las zonas en estudio.....	52
Tabla 21. Metodología para la determinación de metales pesados (cacao en grano).....	52
Tabla 22. Metodología para la determinación de teobromina y cafeína (cacao en grano)..	52
Tabla 23. Determinación de los análisis químicos.	52
Tabla 24. Determinación de los análisis microbiológicos.....	53
Tabla 25. Formulación para el proceso de elaboración de chocolate.....	53
Tabla 26. Materiales e instrumentos en la fermentación del cacao nacional.	60
Tabla 27. Materiales, equipos y reactivos utilizados en los análisis físico-químicos.	60
Tabla 28. Materiales, equipos y reactivos utilizados en la caracterización de los tipos y morfología de levaduras en mucilago considerando las zonas en estudio.	61
Tabla 29. Materia prima, insumos, materiales y equipos utilizados en la investigación (Elaboración de chocolate).....	61
Tabla 30. Materiales de oficina utilizados de la investigación.....	62
Tabla 31. Recursos humanos utilizados en la investigación.	62
Tabla 32. Análisis de varianza para pH almendra.	64
Tabla 33. Análisis de varianza para pH testa.	64
Tabla 34. Análisis de varianza para Acidez titulable.	65
Tabla 35. Análisis de varianza para pH almendra.	65
Tabla 36. Análisis de varianza para pH testa.	66
Tabla 37. Análisis de varianza para Acidez titulable.	66
Tabla 38. Análisis de varianza para pH almendra.	67
Tabla 39. Análisis de varianza para pH testa.	67
Tabla 40. Análisis de varianza para Acidez titulable.	68
Tabla 41. Análisis de varianza para pH almendra.	69
Tabla 42. Análisis de varianza para pH testa.	69
Tabla 43. Análisis de varianza para Acidez titulable.	70

Tabla 44. Análisis de varianza para pH almendra.	70
Tabla 45. Análisis de varianza para pH testa.	71
Tabla 46. Análisis de varianza para Acidez titulable.	71
Tabla 47. Análisis de varianza para pH almendra.	72
Tabla 48. Análisis de varianza para pH testa.	72
Tabla 49. Análisis de varianza para Acidez titulable.	73
Tabla 50. Análisis de varianza para pH almendra.	73
Tabla 51. Análisis de varianza para pH testa.	74
Tabla 52. Análisis de varianza para acidez titulable.	75
Tabla 53. Análisis de varianza para humedad.	75
Tabla 54. Análisis de varianza para grasa.	76
Tabla 55. Análisis de Varianza para índice de semilla.	77
Tabla 56. Análisis de varianza para el Aroma.	77
Tabla 57. Análisis de varianza para la Acidez.	78
Tabla 58. Análisis de varianza para el Amargor.	79
Tabla 59. Análisis de varianza para la Astringencia.	79
Tabla 60. Análisis de varianza para el Pos gusto.	80
Tabla 61. Análisis de varianza de Calidad.	81
Tabla 62. Prueba de significancia de Tukey del Factor A (Método de fermentación).	97
Tabla 63. Prueba de significancia de Tukey del Factor B (Tipo de cacao).	100
Tabla 64. Prueba de significancia de Tukey del Factor C (Tipo de cacao).	103
Tabla 65. Prueba de significación de Tukey de la Interacción ABC (Método de fermentación-Tipo de cacao-Zona en estudio).	106
Tabla 66. Prueba de significancia de Tukey del Factor A (Método de fermentación).	111
Tabla 67. Prueba de significancia de Tukey del Factor B (Tipo de cacao).	114
Tabla 68. Prueba de significancia de Tukey del Factor C (Zona en estudio).	118
Tabla 69. Prueba de significación de Tukey de la Interacción ABC (Método de fermentación-Tipo de cacao-Zona en estudio).	122

Tabla 70. Recuento de colonias del mucílago del cacao nacional.....	129
Tabla 71. Caracterización morfológica de las bacterias en el mucílago de cacao obtenido de la zona en estudio (Cantón Vinces).....	130
Tabla 72. Caracterización morfológica de las bacterias en el mucílago de cacao obtenido de la zona en estudio (Cantón Baba).....	131
Tabla 73. Metales pesados en el cacao fermentado y seco.....	132
Tabla 74. Análisis de alcaloides en el cacao fermentado y seco.	132
Tabla 75. Análisis físico-químicos del chocolate.....	133
Tabla 76. Perfil lipídico. Barra de chocolate de 45 g.	134
Tabla 77. Información nutricional en 45 g de porción de barra de chocolate.	136
Tabla 78. Resultados de los análisis microbiológicos de las barras de chocolate.	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del tipo de cacao (Factor A) sobre las características físico-químicas, considerando el método fermentación controlada y zona en estudio Cantón Vinces.....	82
Figura 2. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad de tres tipos de cacao (Factor A) sobre las características físico-químicas, considerando el método fermentación controlada y zona en estudio (Cantón Baba).....	84
Figura 3. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto de los días de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método cajones en cascada y zona en estudio Cantón Vinces.....	85
Figura 4. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método sacos de yute y zona en estudio (Cantón Vinces).	87
Figura 5. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método (Fermentación controlada) y zona en estudio (Cantón Vinces).....	89
Figura 6. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método cajones en cascada y zona en estudio (Cantón Baba).	91
Figura 7. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método sacos de yute y zona en estudio (Cantón Baba).	93
Figura 8. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método Fermentación controlada y zona en estudio (Cantón Baba).....	95

Figura 9. Diferencia de medias del Factor A (Método de fermentación) considerando pH en almendra, pH en testa, acidez titulable, humedad, índice de semilla.	97
Figura 10. Diferencia de medias del factor B (Tipo de cacao) considerando pH en almendra, pH de la testa, acidez titulable, contenido de grasa e índice de semilla.	100
Figura 11. Diferencia de medias del factor C (Zona en estudio) considerando pH almendra, pH testa, acidez titulable e índice de semilla.....	103
Figura 12. Diferencia de medias de las interacciones ABC de los granos de cacao fermentado y seco. Tukey ($p < 0,05$).....	107
Figura 13. Índice de fermentación de los tratamientos (Métodos de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio).....	109
Figura 14. Diferencia de medias del factor A (Método de fermentación) considerando aroma, acidez, amargor, astringencia y calidad.....	111
Figura 15. Diferencia de medias del factor B (Tipo de cacao) considerando aroma, acidez, amargor, astringencia, pos gusto y calidad.....	114
Figura 16. Diferencia de medias del factor C (Zona en estudio) considerando aroma, acidez, amargor, astringencia, pos gusto y calidad.....	118
Figura 17. Diferencia de medias de la interacción ABC considerando aroma, acidez, amargor, astringencia y pos gusto del producto final (chocolate).....	124
Figura 19. Nivel de intensidad del perfil sensorial de los sabores (cacao, dulce, nuez, frutas secas, frutas frescas y floral) presentes en el chocolate.	126
Figura 19. Diferencia de medias de la interacción ABC considerando la calidad del producto final.....	129
Figura 20. Alcaloides predominantes en las almendras de cacao fermentado y seco.	133

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Flujograma de proceso para la fermentación de cacao.	185
Anexo 2. Flujograma de proceso para la elaboración de chocolate.	186
Anexo 3. Control de las variaciones de temperatura de los granos de cacao nacional en los diferentes métodos de fermentación y zonas en estudio.	187
Anexo 4. Índice de fermentación y defectos en almendras procedentes de los diferentes tipos de cacao nacional (criollo, forastero y trinitario).	188
Anexo 5. Descriptores presentes en el análisis sensorial (aroma, acidez, amargor, astringencia, defectos y pos gusto) del chocolate.....	189
Anexo 6. Resultado de la diferencia de medias de los diferentes perfiles sensoriales del sabor considerando los tratamientos en estudio.....	191
Anexo 7. Descriptores del análisis sensorial en el perfil sabor (cacao, dulce, nuez, frutas secas, frutas frescas y floral) del chocolate.	192
Anexo 8. Fotos de la cosecha y recolección de los distintos tipos de cacao nacional en el Cantón Vinces.	194
Anexo 9. Fotos de la cosecha y recolección de los distintos tipos de cacao nacional en el Cantón Baba.	195
Anexo 10. Fotos del proceso fermentativo de los distintos tipos de cacao nacional aplicando el método de fermentación cajones en cascada.	196
Anexo 11. Fotos del proceso fermentativo de los distintos tipos de cacao nacional aplicando el método de fermentación Sacos de yute.	197
Anexo 12. Fotos del proceso fermentativo de los distintos tipos de cacao nacional aplicando el método de fermentación controlada.	198
Anexo 13. Fotos del secado de los distintos tipos de cacao nacional.....	199
Anexo 14. Fotos de los análisis físico-químicos de los tratamientos en estudio.....	200
Anexo 15. Fotos de la caracterización de bacterias presentes en el mucilago del cacao nacional de las zonas en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba).....	202
Anexo 16. Fotos del proceso del chocolate elaborado a partir de los distintos tratamientos en estudio.	204

Anexo 17. Ficha sensorial y resultados de los análisis sensoriales realizadas al chocolate.	206
Anexo 18. Resultados de los análisis de metales pesados al cacao en grano.....	210
Anexo 19. Resultados de los análisis de los alcaloides presentes en el cacao en grano....	211
Anexo 20. Resultados de los análisis físico-químicos del chocolate.	212
Anexo 21. Resultados de los análisis Información nutricional en 45 g de porción de barra de chocolate.....	213
Anexo 22. Resultados de los análisis Resultados de los análisis microbiológicos de las barras de chocolate.....	214
Anexo 23. Resultados de los análisis perfil lipídico. Barra de chocolate de 45 g.....	215
Anexo 24. Certificados de los análisis realizados en laboratorio de la Universidad Técnica Estatad De Quevedo.....	217

CÓDIGO DUBLÍN.

Título:	Estudio del proceso fermentativo del cacao nacional (<i>Theobroma cacao</i>) considerando distintos tipos y su incidencia en las características físico-químicas y sensoriales.				
Autores:	Aldas Morejon Jhonnatan Placido, Revilla Escobar Karol Yannela				
Palabras clave:	Fermentación	Cacao	Tratamiento	Chocolate	Calidad
Editorial:	Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo 2020				
Resumen:	<p>El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el estudio del proceso fermentativo del cacao nacional (<i>Theobroma cacao</i>) considerando distintos tipos y su incidencia en las características físico-químicas y sensoriales. Para el desarrollo se fermentó 5 kg de cada muestra por 5 días, con remociones (24, 48, 24, 24 horas) controlando las temperaturas y para finalizar un secado al sol hasta llegar a una humedad 7 %. Se emplearon dos paquetes estadísticos, el primero se aplicó para evaluar la variabilidad que existió entre los tipos de cacao (Factor A) y los días de fermentación (Factor B/A), constando con 12 tratamientos y 3 repeticiones con un total de 36 unidades experimentales. Determinado de esta forma, según los resultados que los días de fermentación inciden significativamente en los cambios de las variables estudiadas, seguido de los tipos de cacao que no varían mayormente. A la vez se identificó el tipo y morfología de levadura a partir del mucilago de las zonas en estudio. Para el segundo diseño se aplicó un trifactorial A* B* C para determinar las características físico-químicas y sensoriales del cacao procesado, donde se estructuró como: método de fermentación (Factor A); tipo de cacao (Factor B) y Zona en estudio (Factor C) con 18 tratamientos y 3 repeticiones obteniendo un total de 54 unidades experimentales. Demostrando que el tratamiento a₂b₀c₁ (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) fue el mejor en las variables acidez titulable e índice de semilla seguido de las demás interacciones que se destacaron en pH almendra e índice de fermentación. Además, presentó mejor intensidad en los perfiles: aroma, acidez, amargor, astringencia, pos gusto, categorías del sabor: cacao, nuez, frutas frescas y floral obteniendo una calidad sobresaliente. Cumpliendo con los límites permisibles de metales pesados, alcaloides, perfil lipídico y microbiológicos. Por lo tanto, es un tratamiento poscosecha recomendable para el proceso del cacao, obteniendo un chocolate inocuo con propiedades nutritivas, siendo fuente excelente de energía por su contenido de carbohidratos y azúcares.</p> <p>ABSTRACT The aim of the present research work is to study the fermentation process of the Ecuadorian cacao (<i>Theobroma cacao</i>). For this purpose, there have been considered different types of cocoa and their impact on the physical-chemical and sensory characteristics. The aim of the present research work is to study the fermentation process of the Ecuadorian cacao (<i>Theobroma cacao</i>). For this purpose, there have been considered different types of cocoa and their impact on the physical-chemical and sensory characteristics. or development, 5 kg of each sample was fermented for 5 days, with removals (24, 48, 24, 24 hours) controlling temperatures and to finish a drying in the sun until reaching a humidity of 7 %. Two statistical packages were used, the first one was applied to evaluate the variability that existed between cocoa types (factor A) and fermentation days (factor B/A), consisting of 12 treatments and 3 repetitions with a total of 36 experimental units. Determined in this way, according to the results that the days of fermentation have a significant impact on the changes of the studied variables, followed by the types of cocoa that do not vary widely. At the same time, the type and morphology of yeast were identified from the mucilage of the areas under study. For the second design, a trifactorial A* B * C was applied to determine the physical-chemical and sensory characteristics of processed cocoa, where it was structured as: Fermentation method (factor A); Cocoa type (factor B) and Study area (factor C) with 18 treatments and 3 repetitions obtaining a total of 54 experimental units. Demonstrating the treatment a₂b₀c₁ (Controlled fermentation + Criollo + Canton Baba) was the best in the variables titratable acidity and seed index followed by the other interactions that were highlighted in pH almonds and fermentation index. In addition, it showed better intensity in the profiles: Aroma, acidity, bitterness, astringency, aftertaste, flavor categories: Cocoa, nut, fresh fruits and floral obtaining an outstanding quality. Complying with permissible limits of heavy metals, alkaloids, lipid profile and microbiological. Therefore, it is a postharvest treatment recommended for the process of cocoa, obtaining a harmless chocolate with nutritional properties, being an excellent source of energy for its carbohydrate and sugar content.</p>				
Descripción:	249 hojas; Dimensiones, 29x21 cm + CD -ROM 6162				
URL:	(En blanco hasta cuando se disponga los repositorios)				

Introducción.

En el mercado internacional la producción de cacao se distribuye principalmente en América Latina, África y Asia; sin embargo, la elaboración de productos derivados del cacao se realiza principalmente en Europa y Estados Unidos [1]. El cacao nacional se ha convertido en uno de los emblemas más relevantes del Ecuador, durante casi un siglo la economía del país se basaba en gran escala en la comercialización internacional de esta materia prima [1].

En la actualidad Ecuador se ubica como uno de los mayores productores, donde el 63 % de la producción mundial de cacao fino y de aroma se encuentra en el territorio ecuatoriano [1]. En el país se han realizado estudios científicos de los métodos de fermentación del cacao nacional y su comportamiento durante todo el proceso fermentativo; evaluando las diferentes zonas climáticas [2].

En la Provincia de Los Ríos existen varias zonas que poseen cultivos de cacao nacional, siendo el Cantón Vinces el mayor productor de la Provincia y uno de los mayores del país [2]. El cacao nacional posee características particulares en sus atributos como: frutales, florales, almendras, nueces; mismas que lo identifican como único y especial, permitiendo obtener un chocolate de calidad incrementando así el valor agregado del mismo [3].

Para el desarrollo de la investigación del proceso fermentativo del cacao nacional se empleó tres métodos de fermentación (cajones en cascadas, sacos de yute y fermentación controlada), tres tipos de cacao nacional (criollo, forastero y trinitario) considerando dos zonas en estudio de la Provincia de Los Ríos (Cantón Vinces y Cantón Baba) con la finalidad de identificar las mejores características físico-químicas y sensoriales para la elaboración de chocolate [3].

Este proyecto de investigación forma parte del proyecto **FOCICYT** en el tema “Estudio del contenido de metales pesados en cacao (*Theobroma cacao l.*) considerando distintos métodos de transformación, procedencia y variedades, y su incidencia en la calidad de acuerdo a normativas internacionales”

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En la actualidad, la falta de información de la influencia de varios factores en el proceso fermentativo, como la variabilidad de los distintos tipos de cacao nacional sobre las características físico-químicas y atributos sensoriales, en conjunto con las tecnologías (métodos de fermentación) y principios básicos de un adecuado manejo pos-cosecha (fermentación, secado y almacenamiento). Se ha convertido en uno de los problemas más significativos para los productores agrícolas e industria chocolatera a nivel nacional.

En muchos países para la elaboración de chocolate se utiliza materia prima proveniente del Ecuador, por esta razón, fomentando el desarrollo agroindustrial el objetivo de esta investigación se basa en estudiar que método de fermentación (cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada), tipo de cacao (criollo, forastero y trinitario) y zona en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba) proporcione mejores resultados en las características físico-químicas y sensoriales. Logrando así un aprovechamiento íntegro, sostenido y sustentable.

Diagnóstico.

Ecuador por su ubicación geográfica y condiciones ambientales, es el mayor productor de cacao nacional fino y de aroma ocupando el 63 % de la producción mundial de acuerdo con las estadísticas de ProEcuador, posicionándose como el país más competitivo de América Latina en la exportación. Los principales inconvenientes de esta investigación son los efectos que tendrán el método de fermentación, la diferencia entre los distintos tipos que constituyen el cacao nacional y zona en estudio sobre las características físico-químicas y sensoriales. Por lo tanto, se debe manejar de manera adecuada todo el proceso fermentativo hasta obtener una materia prima y producto final de calidad.

Pronóstico.

En esta investigación, durante el proceso fermentativo del cacao nacional se podrá identificar el efecto de los métodos de fermentación, el mejor tipo de cacao y la influencia de las zonas estudio sobre las características físico-químicas y perfiles sensoriales, obteniendo un tratamiento poscosecha óptimo que cumpla con los estándares de calidad.

1.1.2. Formulación del problema.

¿La falta de estudios del proceso fermentativo del cacao nacional considerando distintos tipos y zonas en estudio no permite identificar las características físico-químicas y sensoriales que influyen en la calidad de la materia prima del chocolate?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Existe variabilidad de los tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario) y días de fermentación incidiendo en las características físico-químicas?

¿Cuál es el efecto de los métodos (cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada) en las características físico-químicas del cacao (fermentado y seco) y perfiles sensoriales del chocolate?

¿Los tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario) difieren en las características físico-químicas del grano (fermentado y seco) y en los perfiles sensoriales del chocolate?

¿Qué influencia tienen las zonas en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba) en las características físico-químicas del cacao y sensoriales del chocolate?

¿Cuál es el tipo y morfología de las levaduras que se encuentran en el mucilago del cacao nacional de las zonas en estudio?

¿Cuál será el tratamiento poscosecha que presente mejores atributos sensoriales y características químicas del cacao procesado?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

- Estudiar el proceso fermentativo del cacao nacional (*Theobroma cacao*) considerando distintos tipos y su incidencia en las características físico-químicas y sensoriales.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Evaluar la variabilidad de tres tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario) y el efecto de los días de fermentación (día 1, día 3, día 4, día 5) sobre las características físico-químicas.
- Determinar el efecto de tres métodos de fermentación (cajones en cascada, sacos de yute, fermentación controlada) en las características físico-químicas del cacao (fermentado y seco) y perfiles sensoriales del chocolate.
- Identificar las características físico-químicas del grano fermentado y seco de tres tipos de cacao nacional (criollo, forastero y trinitario) y los perfiles sensoriales del chocolate.
- Establecer la influencia de dos zonas (Cantón Vinces y Cantón Baba) sobre las características físico-químicas del cacao y sensoriales del chocolate.
- Caracterizar el tipo y morfología de levaduras a partir del mucilago de cacao considerando las zonas en estudio.
- Determinar el tratamiento poscosecha que presente mejores atributos sensoriales y características químicas del cacao procesado.

1.3. Justificación.

El cacao nacional fino y de aroma cultivado en distintas zonas del país, se ha convertido en uno de los símbolos más relevantes a nivel nacional, situándose como una de las principales divisas de la exportación en el mercado internacional. Los productores de chocolate buscan en la materia prima, en este caso las almendras de cacao, atributos que contribuyan a su diversificación, aportando al crecimiento y a la competitividad de sus productos en el exterior.

La diferenciación sensorial de los diversos productos autóctonos del cacao nacional como recursos en el sector agroindustrial permite la búsqueda de alternativas para aumentar el valor agregado a nivel nacional. Por lo tanto es fundamental elaborar chocolate a partir de la materia prima nacional, la cual posee atributos únicos y especiales cumpliendo con los estándares de calidad establecidos en la norma ecuatoriana.

El objetivo principal de esta investigación se basa en el estudio del proceso fermentativo del cacao nacional (*Theobroma cacao*) considerando distintos tipos y su incidencia en las características físico-químicas y sensoriales, con la finalidad de determinar un tratamiento poscosecha (método de fermentación, tipo de cacao y zona en estudio) que presente mejores resultados en las características tanto en la materia prima como en el producto final.

1.4. Hipótesis.

1.4.1. Hipótesis nula.

Ho: Los tres tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario) y días de fermentación **no presentaron** variabilidad en las características físico-químicas.

Ho: El efecto de los métodos de fermentación (cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada) **no incide** en las características físico-químicas del cacao (fermentado y seco) y perfiles sensoriales del chocolate.

Ho: Los tres tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario) fermentado y seco **no difieren** en las características físico-químicas y perfiles sensoriales del chocolate.

Ho: Las zonas en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba) **no influyen** en las características físico-químicas del cacao y sensoriales del chocolate.

1.4.2. Hipótesis alternativa.

Ha: Los tres tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario) y días de fermentación **presentaron** variabilidad en las características físico-químicas.

Ha: El efecto de los métodos de fermentación (cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada) **incide** en las características físico-químicas del cacao (fermentado y seco) y perfiles sensoriales del chocolate.

Ha: Los diferentes tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario) fermentado y seco **difieren** en las características físico-químicas y perfiles sensoriales del chocolate.

Ha: Las zonas en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba) **influyen** en las características físico-químicas del cacao y sensoriales del chocolate.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Cacao (*Theobroma cacao*).

El árbol de cacao se desarrolla bien en las zonas de clima húmedo y caliente, en un área geográfica limitada entre 20 grados de latitud Norte y otros 20 grados de latitud Sur y se cultiva en los países sur y centroamericanos, de donde es originario [4]. Su tamaño oscila entre 5 a 8 metros [5].

La pulpa tiene un contenido elevado de azúcar que es de gran importancia en el proceso de fermentación a que se somete la semilla después de la cosecha y que es esencial para que desarrolle el sabor adecuado del chocolate, además de que es abundante, agradable al olfato y que se encuentra protegida por [5].

El grano de cacao constituye la materia prima más relevante en la elaboración de chocolate, la mayor parte de los nutrientes se encuentran en forma de grasa (manteca de cacao) siendo más de la mitad del peso seco del grano; el contenido en humedad de la almendra durante la fermentación se encuentra cerca del 65 % [6].

2.1.2. Taxonomía del cacao.

Tabla 1. Taxonomía del cacao.

Taxonomía	
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobinta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Sterculiaceae
Género:	Theobroma
Especie:	cacao L.

FUENTE: TORRES, J (2012)

2.1.3. Composición química del cacao.

Tabla 2. Composición química del cacao.

	% Máximo de cotiledón (o grano sin cáscara)	% Máximo de cáscara
Agua	3.2	6.6
Grasa (manteca de cacao, grasa de la cáscara)	57	5.9
Cenizas	4.2	20.7
Nitrógeno total	2.5	3.2
Teobromina	1.3	0.9
Cafeína	0.7	0.3
Almidón	9	5.2
Fibra cruda	3.2	19.2

FUENTE: ESTEVE, S (2012)

2.1.4. Mucílago de cacao.

El mucílago tiene un contenido elevado de azúcar siendo de gran importancia en el proceso de fermentación al que se somete la semilla después de la cosecha es esencial para que desarrolle el sabor adecuado del chocolate [5].

2.1.5. Semillas.

Las semillas se encuentran de 20 a 60 semillas por mazorca, generalmente dispuestas En 5 hileras, son forma ovalada, de color café claro, tienen una longitud de dos a tres centímetros de largo y de espesor de 1 a 1.7 cm. Los cotiledones varían de blanco a purpura oscuro; las semillas se encuentran rodeadas por un mucilago blanquecino y azucarado [5].

2.1.6. Cacao nacional.

La variedad tradicional del Ecuador es el tipo denominado Nacional, que se caracteriza por dar un chocolate suave de buen sabor y aroma, tiene un tipo de fermentación muy corta [7]. La mayoría de los materiales sembrados en el país corresponden a un genotipo de Nacional con Trinitario, las características morfológicas que presenta el fruto son: inicialmente color verde y amarillo intenso cuando está madura, cáscara rugosa, almendras de forma elíptica terminadas en punta [7].

Ecuador, ocupa en general el séptimo lugar como promotor y productor mundial de cacao, siendo al 63 % en el mercado mundial de cacao nacional fino y de aroma [8]. La pepa de oro ha constituido por un largo período la principal fuente de divisas del país, ubicándose como uno de los primeros capitales, desarrollando sectores importantes como la banca, la industria y el comercio [8]. Se considera que la mejor zona de cultivo de cacao en el país es el Cantón Vinces, en la Provincia de los Ríos por su ubicación geográfica y condiciones medio ambientales [8].

2.1.7. Tipos de cacao nacional.

2.1.7.1. Criollo

El árbol de cacao criollo presenta tronco erecto, con pocas ramificaciones laterales, tiende a crecer en sentido vertical [9]. El fruto se caracteriza por ser rugoso, con surcos profundos y de cáscara delgada [9]. Las semillas son gruesas, casi redondeadas, cuyos cotiledones presentan una coloración blanca o rosada [9]. En cuanto a la mazorca el tamaño y forma varía dependiendo a las zonas, pero es común que el fruto sea alargado, siendo más ancho cerca del pedúnculo y con punta aguda en el extremo apical [9].

2.1.7.2. Forastero.

El cacao forastero también conocido como amazónico, tiende a tener una forma amelonada, con aspecto liso con poca rugosidad y surcos de poca profundidad, la cáscara de la mazorca en este tipo de cacao es bastante gruesa [9]. El tamaño de las almendras suele ser más pequeño en comparación con el cacao tipo criollo, el color de las mismas es violeta oscuro, de mucilago ácido, el chocolate que es elaborado a partir de este tipo de cacao es de sabor amargo y aroma menos agradable debido a sus características organolépticas [9].

2.1.1.3. Trinitario.

Este tipo de cacao es un híbrido, una mezcla entre el cacao criollo y forastero, mismo que representa el 20 % de la producción mundial, es muy heterogéneo genéticamente y según su morfología es muy polimorfo, no siendo posible identificarlo a través de características externas comunes [7]. La planta se caracteriza por ser muy robusta de frutos verdes o pigmentados y el color de sus semillas va desde el violeta oscuro al rosa pálido [7].

2.1.8. Medio ambiente.

Las condiciones climáticas y demás factores ambientales como el suelo, contribuyen para que el cacao nacional exhiba un sabor y aroma diferente, según la zona, demostrando la presencia e impacto de la interacción genotipo y ambiente sobre su comportamiento sensorial [10]. El cacao ecuatoriano posee diferentes perfiles sensoriales, por ejemplo, el cacao proveniente de la Provincia de Esmeraldas, se caracteriza por un sabor más fuerte a chocolate, mientras que en la Provincia de los Ríos este atributo sensorial tiende a mostrar más suavidad, en tanto que en Manabí los sabores de cacao y floral tiene menor intensidad [10].

2.1.9. Zonas de cultivo de cacao nacional en la Provincia de Los Ríos.

2.1.9.1. Cantón Vinces.

Vinces es el cantón con mayor producción de Cacao Nacional fino y de aroma de la provincia de Los Ríos, posicionando la marca Sabor Arriba, La Agencia Ecuatoriana de Seguridad del Agro (Agrocalidad) controla la fermentación y garantiza el producto de exportación mismas que cuentan con certificaciones internacionales [11].

En los últimos años La Asociación de Pequeños Productores Orgánicos (APPO) se ha propuesto continuar con la renovación de las plantaciones y empezar a procesar el grano para exportar con valor agregado, así mismos obtener un mayor volumen de grano a los compradores y aumentar las exportaciones [11].

2.1.9.2. Cantón Baba.

El Cantón Baba presenta un clima tropical húmedo, temperatura media anual de 26 °C, precipitación anual de 1460,8 mm y humedad relativa de 82 %. Esta zona se caracteriza espáticamente por su alta capacidad productivas de cacao la cual presenta las condiciones idóneas para la producción de este cultivo [12].

En el Cantón Baba la producción de cacao se sitúa dentro de los pequeños rubros económicos de los campesinos, donde sus plantaciones están combinadas con árboles típicos de la zona, para mantener la producción cacaotera, que se caracteriza por ser de aroma [13]. Actualmente posee 3012 ha siendo el 5,1 % de la producción [12].

2.1.10. Cosecha.

Los árboles de cacao nacional florecen dos veces al año, siendo el principal periodo de floración en junio y julio, en los meses de septiembre y octubre tiene lugar una segunda floración, pero más pequeña [14]. El periodo de maduración de los frutos oscila entre los cuatro y los seis meses, según la altura sobre el nivel del mar y de la temperatura, así la primera cosecha se concentra en los meses de octubre, noviembre y diciembre, y la segunda durante marzo y abril [14].

El punto óptimo de recolección se produce cuando las variedades de fruto rojo han tomado un color anaranjado-bermellón y los de fruta amarilla un color amarillo-verdoso, la recolección se realiza manualmente mediante un cuchillo curvado unido a un palo que permite al operario recolectar los frutos de las ramas superiores, los frutos enfermos se destruyen directamente en el campo y se entierran, mientras que los frutos sanos se abren para extraer las semillas y trasladarlas al centro de acopio [14].

2.1.11. Fermentación.

Durante el proceso fermentativo influyen dos fenómenos siendo, la incidencia microbiana que aporta a la eliminación del mucilago que rodea a las almendras; seguida por otro que estimula las reacciones bioquímicas que ocurren en el interior de los cotiledones, esta última fase conduce a la transformación de los componentes químicos y da paso a la formación de los precursores del aroma, mismo que son acentuados o modificados en el proceso de elaboración de diversos productos [15].

El conjunto de reacciones es estimulado por el incremento de temperatura de la almendra de cacao durante el proceso fermentativo, a la vez se produce ácido acético del mucilago hacia los cotiledones en su interior, estos dos fenómenos combinados eliminan la germinación del embrión [16]. De esta forma el trabajo combinado y equilibrado de alcoholes, ácidos, pH, temperatura y humedad disminuyen el sabor amargo por la pérdida de teobromina y facilita el secado [16].

2.1.12. Métodos de fermentación.

2.1.12.1. Fermentación cajones en cascadas.

Consiste en tres cajones hechos con madera de laurel con un grosor no menos de 2,5 cm, colocados en forma de peldaños con perforaciones en el piso o separaciones de 5 mm entre las tablas del fondo con el fin de evacuar el mucilago lo más rápido posible [17]. Para aprovechar al máximo la capacidad instalada, se debe fermentar el cacao llenando completamente los cajones, dejando libre solo un espacio de 5 cm a 10 cm en la parte superior del cajón, para posteriormente cubrirlo [17].

La tapa frontal se compone de tres tablones separados que permiten el paso de la masa de un cajón al otro de tal forma que el cacao que está arriba en un cajón pase primero al fondo del siguiente y el que está abajo pase arriba, de esta manera se invierten las capas y se facilita la aireación para lograr los aumentos de temperatura [17]. El calor es necesario para una buena fermentación que se logra usando cajones con largo y ancho iguales o casi iguales [17].

Los cajones deben protegerse del sol, la lluvia y el viento para que esos factores no afecten la temperatura interna del cajón; el primer volteo de la masa de cacao de un cajón a otro, se debe hacer a las 24 horas después de iniciado el proceso de fermentación, mientras que los volteos sucesivos se hacen también cada 2 horas [17]. En general, la masa de cacao debe alcanzar una temperatura mayor a los 45 °C a partir del tercer día, y aumentará hasta 50 °C o más en los días posteriores [17].

Para dar seguimiento al proceso de fermentación, se debe medir frecuentemente la temperatura del cacao dentro de los cajones utilizando un termómetro, que se colocará en el centro de la masa [18]. Al momento de hacer el volteo cuando los cajones están colocados en forma de cascada o escalera se debe procurar que los granos de las esquinas queden al centro del cajón, desplazando la masa en capas verticales, si no se realiza el volteo la falta de oxígeno enfría la masa y no se logra una buena fermentación [18].

El proceso de fermentación dura entre 5 a 7 días, según el tipo de cacao y el clima [18]. La fermentación termina cuando el grano adquiere un aspecto rollizo o hinchado, también se le dice de forma arriñonada y la parte externa es color café [18]. Al cortar los granos a lo largo los que están bien fermentados presentan una coloración café-canela, textura agrietada y el olor de cacao cambia de vinagre fuerte a vinagre suave, se debe visualizar que no exista la presencia de moho [18].

2.1.12.2. Fermentación en sacos de yute.

Este método consiste en recolectar los granos en sacos de yute y apilarlos sobre una base de madera aislando el saco del suelo, las almendras de cacao pueden pasar en los sacos por un periodo de 4 a 6 días [20]. Cabe recalcar que en ciertas ocasiones se pueden colgar los sacos de yute, con el fin de permitir una mejor aireación misma que facilita al proceso de fermentación y a la vez disminuye los ataques de insectos o roedores que generan daños en el proceso [20].

Los sacos se aglomeran verificando que la materia prima a fermentar este fuera del alcance de vectores que puedan producir contaminación o alteraciones, con el objetivo de que la masa logre una buena fermentación fermente adecuadamente [20]. Al no remover la masa, el proceso fermentativo es deficiente y la mayor cantidad de granos en el centro del saco quedan sin fermentar, es importante que los sacos estén limpios o sean nuevos, con la finalidad de evitar que la calidad final del cacao sea afectada [20].

2.1.12.3. Fermentación controlada.

En esta fermentación las enzimas actúan sobre las proteínas engendrando los precursores de los aromas y las reacciones químicas de sus componentes [19]. Los nutrientes y atributos sensoriales influyen en las almendras de cacao, mejorando las características organolépticas de los productos terminados, para así satisfacer las exigencias de los consumidores [19]. Además, actúan sobre ellos ciertos polifenoles disminuyendo el amargor y astringencia naturales de las almendras, este proceso puede durar de 3 a 5 días según las condiciones medio ambientales y variedades de cacao [19].

2.1.13. Bioquímica de la fermentación.

Los granos dentro de la vaina madura son microbiológicamente estériles. En cuanto son removidos, se empieza a inocular una variedad de microorganismos de las paredes de las mazorcas, la pulpa de cacao contiene los azúcares y ácido cítrico que hacen un medio excelente para el crecimiento de microorganismos [21]. Los cambios químicos de los cotiledones ocurren en dos fases: una fase hidrolítica anaeróbica seguida por una fase de condensación oxidativa [22].

La fermentación en su primera fase (anaeróbica hidrolítica), se realiza sin la presencia de oxígeno, permitiendo el desarrollo de levaduras que transforman el mucílago en alcohol y anhídrido carbónico en un periodo de 48 horas, mientras que en la segunda fase de fermentación (aeróbica) interviene la presencia de oxígeno permitiendo la penetración del aire durante el proceso de remoción lo que favorece a obtener una cacao correctamente fermentado [22].

2.1.14. Comportamiento microbiano durante la fermentación.

Los primeros microorganismos que comienzan a crecer son levaduras, en concreto *Candida rugosa*, *Kluyveromyces marxianus* y *Saccharomyces cerevisiae*, estas levaduras comienzan a degradar el mucilago que rodea las almendras, convirtiendo el azúcar en etanol y CO₂ [23]. Según avanza el proceso fermentativo, la temperatura se va incrementando lo cual provoca que las levaduras dejen de crecer y sean sustituidas por bacterias lácticas de los géneros *Lactobacillus* y *Streptococcus* [23].

Las bacterias y ácido acético bajan el nivel de pH, mismas que en combinación con la temperatura provocada por el calor de la fermentación, eliminan el embrión que se encuentran en el interior de las semillas, pero no inactivas a las enzimas líticas que produjeron dichos brotes [23]. Estas enzimas siguen funcionando y degradando los polímeros presentes en las almendras y en la pulpa originando péptidos y carbohidratos, además los microorganismos existentes durante el proceso de fermentación producen esteres de acetato a partir del ácido acético, lo cual contribuyen al sabor peculiar del chocolate [23].

Si la fermentación no se realiza correctamente, es decir se detiene muy pronto el chocolate será demasiado amargo, mientras que si se pasa, el pH comienza a aumentar permitiendo el crecimiento de microorganismos tales como: *Bacillus* o *Aspergillus* produciendo proteasas y lipasas, que destruyen las almendras, liberando ácidos grasos de cadena corta lo que provoca la aparición de sabores extraños [23]. Con un pH próximo a 7 permite el crecimiento de *Pseudomonas*, *Enterobacter* y *Escherichia coli*, provocando la pérdida total de producto [23].

2.1.15. Factores que controlan el proceso de fermentación.

2.1.15.1. Época.

La temperatura del volumen de masa durante la temporada de lluvias es superior a la estación seca [24].

2.1.15.2. Temperatura.

La fermentación debe realizarse en un sitio caliente que favorezca el aumento de la temperatura, lejos del recorrido del viento para evitar que la misma descienda y que las partículas presentes en el viento no contaminen la fermentación garantizando un proceso completo y homogéneo [23]. El embrión muere al tercer día de fermentación cuando las temperaturas alcanzan los 40 y 50 °C [23]. Sin embargo, el proceso fermentativo continúa por medio de las enzimas líticas que fueron producidas por los brotes mismo que degradando los polímeros presentes en las almendras y en la pulpa originando péptidos y carbohidratos [23].

2.1.15.3. Tiempo.

El transcurso del tiempo en el proceso de fermentación es uno de los factores más importante, mismo que varía dependiendo del tipo de variedad o subvariedad de cacao, grado de madurez, método de fermentación empleado y volumen a fermentar [25]. Cuando el tiempo de fermentación se prolonga, la masa de cacao está excesivamente contaminada con microorganismos proteolíticos, provoca la neutralización del ácido presente por el amonio, lo que provoca la pérdida de sabor a chocolate con desarrollo de otros sabores y sabores extraños [25].

2.1.15.4. Pre-secado.

El método de pre-secado consiste en que una vez cosechadas las mazorcas, se extraen las pepas y se colocan a exposición del sol eliminando el exceso de pulpa lo cual permite que al momento de fermentar se produzca un rápido incremento en su temperatura y acorte el tiempo de este proceso. El tiempo de pre-secado dependerá de la temperatura de exposición, por ende, lo más importante es palpar con la mano si la baba ha desaparecido, luego pasaría a la fermentación [21].

2.1.15.5. Remoción.

El proceso de remoción provoca inmediatamente enfriamiento, liberación de CO₂, mayor ventilación y se promueve la actividad de las bacterias del ácido acético [25]. El propósito de esta actividad es asegurar el grado de fermentación uniforme [25]. El tiempo de respuesta debe comenzar 24 horas después del comienzo de la fermentación, luego cada 2 horas [25]

2.1.15.6. Potencial de hidrogeno.

El mucilago fresco presenta un pH de 3.5 a 4,5, en esta misma fase el pH de los cotiledones es de 6,5 esto se debe a que la testa es absorbente al ácido acético, esto sucede en el interior del cotiledón; por consiguiente, al tercer día se elimina el embrión [23]. El pH ideal en un cacao de calidad debe mantenerse dentro de un rango de 4.5 a 5,90, cualquier cacao con pH menor a 4,5 indica presencia de ácidos volátiles no deseables [23].

2.1.16. Tipos de granos fermentados según su aspecto físico.

La calidad de los granos fermentados, se los clasifica en 4 grupos, que son:

- **Buenos:** Granos pardos y quebradizos.
- **Medianos:** Granos pardos, con textura dura y difícil de cortar.
- **Malos:** Granos con cotiledones púrpuras y con textura semidura.
- **Mohosos:** Granos con crecimiento fúngico en los cotiledones y en la cutícula [25].

2.1.17. Prueba de corte.

La prueba de corte es una técnica utilizada para observar y calificar el grado de fermentación de los lotes de cacao en proceso de comercialización, esta prueba permite cuantificar el nivel de fermentación y defectos como la presencia de almendras colonizadas por hongos e insectos [26]. Considerando que durante la fermentación se producen cambios físicos, químicos y bioquímicos formando compuestos precursores del sabor a chocolate [26].

2.1.18. Calidad física.

En cuanto a las almendras su calidad física depende de la presentación exterior del grano, que no necesariamente es el reflejo de una buena calidad sensorial [27]. La calidad del grano está relacionada con las almendras de cacao por su aspecto, porcentaje de humedad, presencia de materias extrañas, nivel de fermentación, insecto, mohos, entre otros [27].

Uno de los requisitos de calidad es que las almendras fermentadas se encuentren con un peso promedio de 1,2 g [27]. Dependiendo de la época del año, ambiente y genotipo de los progenitores. El porcentaje de testa varía de acuerdo con el genotipo del cacao de 6 a 16 %, indicador que guarda una relación inversamente proporcional al tamaño de la almendra [27].

2.1.19. Chocolate.

Es el nombre genérico de los productos homogéneos que se obtienen por un proceso adecuado de fabricación a partir de materias de cacao que pueden combinarse con productos lácteos, azúcares o edulcorantes, emulsionantes y aroma; excepto aquellos que emiten el sabor natural de chocolate o leche [28].

2.1.20. Descripción de aditivos empleados en la elaboración de chocolate a partir del cacao nacional.

2.1.20.1. Licor de cacao

Es el producto obtenido por la desintegración mecánica de granos de cacao adecuadamente fermentados y secos que previamente han sido sometidos a limpieza, descascarillado y tostación, prácticamente exentos de toda clase de impurezas [29].

Producto intermedio color marrón, materia grasa de 56 %, acidez de 0.72 %, pH de 5.8. La pasta obtenida puede servir para la producción de Manteca de Cacao y Polvo de Cacao, o bien para la fabricación de chocolates [30].

2.1.20.2. Manteca de cacao.

La manteca de cacao se utiliza principalmente en la elaboración del chocolate para conferirle los caracteres sensoriales y físicos, propios de este producto. Esto es posible gracias a la composición exclusiva de esta grasa vegetal [31]. La correcta utilización de sus propiedades (punto de fusión, cristalización, solidificación) permite lograr un producto final acorde a las exigencias de la demanda [31].

2.1.20.3. Sacarosa.

La sacarosa o el azúcar de la mesa común junto con el agua, es uno de los productos químicos más abundantes [31]. Con proporciones de azúcar de caña (20 % de sacarosa) o azúcar de remolacha (15 % de masa), siendo un disacárido [31]. Por hidrólisis acida de una mezcla equimolar de dos monosacáridos que la componen: glucosa y fructosa [31].

2.1.20.4. Lecitina de soja.

Se usa de nombre común para un determinado tipo de fosfolípidos obtenidos a partir de las semillas de soja y aunque se usa como nombre común para un determinado tipo de fosfolípidos, técnicamente la lecitina es la fosfatidilcolina [32]. Es derivada del frijol de soya, además contiene vitamina E, uno de los principales antioxidantes naturales, es importante en la nutrición ya que es un emulsionante de grasas y facilita la absorción de la vitamina A y la vitamina B1, su acción emulsionante permite mezclar sustancias insolubles como el agua y el aceite permitiendo una masa homogénea, además tiene efecto estabilizante y antioxidante en los alimentos [32].

2.2. Marco referencial

2.2.1. Cambios en la características físicas y químicas de granos de cacao (Theobroma cacao) fermentados con transferencia manual y semi-mecanizada, entre cajas de fermentación.

El objetivo de esta investigación se centró en evaluar las propiedades físicas y químicas de las almendras de cacao fermentadas con los métodos de transferencia de granos de cacao de manera manual en cajas de madera y semi-mecanizada [33]. El muestreo de cacao se realizó cada 0, 48, 72, 96, 120, 144 y 168 horas, la temperatura de la masa de cacao fue más alta en los dos métodos o sistemas al finalizar las 96 horas de fermentación, las muestras de la pulpa y cotiledón en el sistema manual presentaron una mayor humedad y acidez titulable, mientras que el pH de cotiledón y pulpa en los dos sistemas fue significativamente igual. En contraste, las almendras fermentadas demostraban mayor contenido de polifenoles, antocianinas, azúcar reductor, cafeína y teobromina con el sistema de fermentación semi-mecanizada [33]. El método manual produjo mayor cantidad de fermentación (91.67 %) y necesitó menor tiempo de remoción (78.56 min) [33]. En conclusión, la fermentación de los granos de cacao en el sistema semi-mecanizada fue más rápido y produjo granos fermentados con alta calidad química [33].

2.2.2. Evaluación del proceso de fermentación y la calidad final de cinco clones de cacao.

La finalidad de este trabajo fue estudiar el proceso de micro fermentación de cinco clones de cacao: ICS 01, ICS 95, TSH 565, ICS 39 y CCN 51, los cuales se caracterizaron por sus características fisicoquímicas y método de fermentación [34]. Se controló la temperatura, acidez total, pH, polifenoles totales e índice de fermentación [34]. Al finalizar el proceso de fermentación se procedió a realizar la prueba de corte y la evaluación sensorial del licor de cacao [34]. Los resultados mostraron que el tiempo de fermentación para los clones ICS 95, ICS 01 fue de cinco días para obtener una calidad de cacao estándar, los otros tres clones ICS 39, TSH 565 y CCN 51 requerían 6 días de fermentación, con la finalidad de obtener un cacao premium [34]. El establecer los parámetros de fermentación óptimos permite mejorar la calidad final del cacao y, por ende, aumentar su valor comercial [34].

2.2.3. Características de acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao L*) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación.

Los principales objetivos de la presente investigación fueron establecer parámetros químicos de acidez para la determinación de la calidad del cacao fermentado y seco, la diferenciación entre cacao ordinario y fino, donde se utilizaron la variedad de tipo Nacional comercial y cacaos de exportación [35]. Cada muestra se sometió a un proceso de fermentación de cinco días [35]. Se realizaron muestreos durante cada día, posteriormente fueron secadas al sol [35]. Los resultados muestran que el pH desciende con el tiempo, mientras el contenido de acidez titulable y volátil aumentan durante la fermentación, los ácidos orgánicos analizados, entre ellos el ácido cítrico y acético, presentaron mayores contenidos, contrastando con los niveles de ácido láctico, que es el de menor formación durante el proceso de fermentación, en el cacao CCN-51 presentó características de acidez y de contenido de ácidos orgánicos altos [35].

2.2.4. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L.*) para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial.

La presente investigación tuvo como objetivo general la selección de árboles de cacao que combinen atributos productivos y organolépticos las cuales serán incluidas en futuras pruebas de evaluación sectoriales en los principales sectores cacaoteros del país [36]. Se estudiaron 15 muestras de árboles obtenidos de cruces entre cacao Nacional tipo trinitario y forastero Amazónico [36]. Se seleccionaron cuatro árboles con perfiles organolépticos equilibrados [36]. Concluyendo que la muestra 2634 presentó mayor intensidad en los sabores floral, frutal y nuez; 2361 que además presentó sabor a floral y frutal, se detectó un sabor a chocolate fino; 2184 que es un material seleccionado por presentar un mayor sabor a floral presentando una acidez afrutada muy agradable y finalmente el 2126 que es un material Nacional presentó perfiles similares al 2634 [36].

2.2.5. Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario.

En la presente investigación se evaluó, si la clasificación del grano por cantidad de mucilago (categoría A y B), los métodos de fermentación (sin y con presecado) y los tipos de fermentadores (caja de madera y saco de yute), influyen en la calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao L.*), midiendo constantemente: temperatura del ambiente, porcentaje de humedad relativa, temperatura de la masa (cacao), pH, °Brix, porcentaje de acidez, grados alcohólicos y estado del grano [22]. Se analizaron los contenidos de: grasa, proteína, ceniza e índice de fermentación por medio del método de agua y la calidad física del grano por la prueba de corte [22]. Los resultados obtenidos determinaron que el cacao de la categoría A y B presentaron mayor porcentaje de buena fermentación y menor de levemente fermentado siendo estos los que no recibieron presecado y fermentados en saco de yute, con 76.3 y 78.7 % respectivamente, así como los granos categoría B, sin presecado y fermentados en caja de madera con 77 % [22].

2.2.6. Correlación de la porosidad con el grado de fermentación del grano de cacao. (*Theobroma cacao L.*)

En la presente investigación se determinó la correlación existente entre la porosidad y el Índice de Fermentación de las almendras de cacao, entre las variedades CCN-51 e ICS-6 [37]. Estas fueron fermentadas individualmente en cajas de madera [37]. Se tomaron las muestras por cada día de fermentación, las cuales se secaron al sol hasta alcanzar el 7 % de humedad obteniéndose almendras de cacao secos de distintos métodos de fermentación [37]. La porosidad de los granos fue hallada con el método de Day modificado por Ureña, el cual consistió en agregar un fenómeno de compensación de presiones de aire aislados del medio ambiente [37]. La linealidad entre la porosidad de los granos enteros y el índice de fermentación fue baja, obteniéndose el siguiente coeficiente de determinación (r_2) de 0,45; mientras que la correlación de los granos cortados fue considerablemente alta, con un (r_2) valor promedio de 0,72 [37].

2.2.7. Utilización del mucílago de cacao, tipo nacional y trinitario en la obtención de jalea.

Se evaluó el efecto de tres formulaciones de jaleas a partir de mucílago de cacao, en las características físico-químicas y organolépticas, para esto se utilizaron dos variedades de mucílago de cacao (Nacional y CCN-51) y tres formulaciones de azúcar con pectina (35, 40, 45 % azúcar + 0.5 % pectina) [38]. El comedido de humedad y pH de la jalea no presentaron diferencias significativas, los resultados de pH se situaron entre 3,27 - 3,47 y el contenido de humedad con 34,85 - 37,71 %. En contraste con las demás variables presentaron valores de 64 - 67 en grados °Brix, de 0,52 - 1,18 % en acidez, de 0,28 - 0,45 % y de 0,60 a 0,80 % en proteínas [38]. En el análisis sensorial los resultados demostraron que existe un olor y sabor leve a cacao y moderado a ácido, color ámbar y un gusto considerablemente dulce y ácido ligero, además en la apariencia general los catadores determinaron que el mejor tratamiento fue la interacción del mucílago CCN-51 x 40 % de azúcar + 0.5 % de pectina [38].

2.2.8. Evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de cacao (*Theobroma cacao L*) de seis clones: ICS-1, ICS-95, UF-613, IMC-67, TSH-565, CCN 51, y el cacao criollo durante el proceso de fermentación y secado.

Para evaluar la influencia de la variedad de cacao (*Theobroma cacao L.*) almacenamiento del fruto antes de la fermentación, tiempo de fermentación y de secado sobre las características del cacao fermentado y seco; los clones de la variedad trinitario (CCN 51, UF 613, ICS 1, ICS 95 y THS 565), clon de la variedad forastero (IMC 67) y el cacao de la variedad criollo, fueron cosechados, desgranados manualmente, fermentados de la siguiente manera: recién cosechados (AM₀), a los 3 días de la recolección (AM₃) y expuestos al sol para determinar los cambios fisicoquímicos que ocurren durante la fermentación y secado [39]. La fermentación se realizó durante 5 días, con remoción cada 24 h y posterior cada 48 h, con un secado de 6 días [39]. Los resultados muestran que los clones de la variedad trinitario presentaron valores más en temperatura, humedad, acidez, pH y sólidos solubles en relación a los cacaos almacenados durante tres días (AM₃) y los cacaos recién cosechados (AM₀) [39].

2.2.9. Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendra de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado.

El presente trabajo se efectuó con 3 tipos distintos de cacao: Criollo; Trinitario y Forastero, con la finalidad de evaluar el comportamiento físico del grano y la calidad en la fase de secado [40]. Se registraron diariamente el peso, pH y acidez titulable (AT) en las almendras, así como porcentaje de testa y acidez volátil al final del secado. Se realizó realizando un secado gradual en gavetas de madera durante un período de 6 días [40]. Los resultados muestran que la disminución de peso en los tipos en estudio, se ajustan a una función polinomial $Y=a X^m - b X + c$ con un coeficiente de correlación entre 0,96 y 0,99 %[40]. Con relación a la acidez titulable en los cotiledones de los diferentes tipos evaluados y porcentaje de cascarilla, el cacao tipo Criollo Porcelana presentó valores superiores a las demás variedades [40].

2.2.10. Evaluación de varios factores sobre características químicas del grano de cacao en fermentación.

En este estudio se realizó la fermentación en el cacao tipo criollo y forastero recién cosechados (AM_1) y a los 5 días de la recolección (AM_2) fueron fermentados sin remover (SR) la masa (almendras y mucílago) y se realizó remociones cada 24 y 48 horas, para determinar cómo incide el almacenamiento del fruto previo a la fermentación y la frecuencia de remoción de la masa a las características químicas del grano [41]. Según los resultados, el almacenamiento del fruto provocó una disminución del porcentaje de humedad y acidez y a la vez un incremento de taninos en los cacaos analizados, en cambio el efecto sobre las proteínas fue variable [41]. La remoción influyó en las características químicas de los granos, redujeron la humedad, la acidez y los taninos, mientras que el pH y las proteínas aumentaron, en el almacenamiento del fruto antes del desgrane y la frecuencia de remoción de la masa fermentante afectaron las características químicas del grano en fermentación [41].

2.2.11. Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú.

El objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades físicas y químicas de los granos de cacao nacional fino y de aroma y CCN 51 de Ecuador, así como ICS 6 y CCN 51 de Perú para la producción de chocolate de buena calidad [42]. Con respecto al análisis proximal: el cacao peruano presentó un mayor contenido de proteína cruda con un valor de 78.8 % [42]. En cambio, el cacao del Ecuador presentó mayor contenido de grasa cruda del cacao con 10.1 % [42]. El contenido de fibra cruda del cacao peruano ICS 6 se destaca entre los otros granos de cacao con 7.10 ± 0.28 % [42]. Los otros componentes tienen una cierta similitud entre los dos países en estudio, lo que los hace adecuados para su uso en la producción de chocolate de alta calidad gracias a sus atributos químicos y sensoriales, lo que genera un producto de calidad y competitivo a escala internacional [42].

2.2.12. Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador.

En la presente investigación se presentaron resultados que indican que el cacao procedente de la Asociación Eloy Alfaro de Esmeraldas y FEDECADE del Guayas, tuvieron un mejor índice de semilla, siendo de 1,51 y 1,46 g, respectivamente [43]. El contenido de cascarilla o testa fue de 11,38 y 11,07 % en el cacao de UCOCS y CORAGRICACE, en estas últimas asociaciones, ubicadas en la provincia de Bolívar, la acidez residual mostró valores similares en la testa y cotiledón para todas las muestras [43]. Esto explica el buen nivel de fermentación, puesto que más del 60 % de las muestras tuvieron valores superiores al 80,54 % de almendras fermentadas, característica destacada para la elaboración de chocolates [43]. A diferencia entre almendras violetas y pizarras, las mismas que no son favorables para el proceso de manufacturación [43]. En el índice de semilla obtuvo un promedio fue de 1,24 g, con un peso mínimo y máximo de 0,28 - 2,49 g en la categoría ASE de almendras con tamaño pequeño y arriba del 60 % estuvo conformada con almendras de tamaño mediano y grande; específicamente con 38,82 % y 33,76 %, respectivamente categorías ASS y ASSS [43].

2.2.13. Postcosecha y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determinación de perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos.

Este estudio se realizó con la finalidad de determinar los perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos en el proceso pos-cosecha del cacao nacional fino y de aroma, del sitio “Tablada de Sánchez” del Cantón Chone provincia de Manabí [44]. Los resultados de las pruebas físicas obtenidas presentaron diferencias entre las muestras, como es en el caso del índice de fermentación, que estuvo entre 70 a 90 % del total de granos fermentados; las características bromatológicas acidez y ceniza no hubo mayor variación entre sí; contrario al pH y grasa que varían con respecto a cada muestra [44]. El perfil de sabores básicos se obtuvo niveles medios y altos en amargor, acidez y la astringencia, los sabores específicos situaron mayores diferencias en los sabores de cacao y frutal frente al floral y nuez [44].

2.2.14. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el Nor Oriente de la provincia de Esmeraldas.

La presente investigación fue realizada por INIAP, en el sector de Colon Eloy-Maldonado, cuyo objetivo principal fue caracterizar el entorno ambiental, condiciones de producción del cacao, determinar indicadores sobre las características físicas, químicos y sensoriales [45]. Los resultados mostraron una generalidad en las huertas cacaoteras con sistemas de cultivo extremadamente extensivos, sin control tecnológico [45]. El índice promedio de almendra igual a 1,35 g, superando al promedio de un grupo de muestras de lotes de exportación, el 71,9 % de las almendras tienen pesos que se distribuyen en las categorías de mayor calidad, en las cuales se encuentran: ASS, ASSS, ASSPS [45]. La relación al peso total de la almendra es del 15 % siendo considerada alta, el porcentaje de grasa osciló entre 45,4 % a 50,1 % [45].

2.2.15. Aislamiento y caracterización de microorganismos durante el proceso de fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.).

La fermentación del cacao es un proceso pos-cosecha importante para el desarrollo de los principales precursores que otorgan el del chocolate [46]. Las levaduras identificadas durante el proceso de la fermentación fueron: *Kloeckera apiculata* (*Hanseniaspora uvarum*), *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida tropicalis*, *Candida utilis* y *Candida boidinii* [46]. Esta última no ha sido reportada en estudios de procesos de fermentación del cacao [46]. Entre las BAL (Bacterias Acido Lácticas) mediante el aislamiento permitió identificar a *Leuconostoc mesenteroides ssp*, *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus brevis* [46]. Las cuales determinaron que pertenecían a los géneros *Acetobacter* y *Gluconobacter* [46].

2.2.16. Efecto tiempo – temperatura de tostado del cacao fino de aroma, en sus características fisicoquímicas y organolépticas.

La investigación tuvo como objetivo la evaluación de diferentes tipos de fermentadores y tiempos empleados en la fermentación por los productores de cacao de la zona norte y central de la Provincia de Manabí [47]. En los cuales se estudiaron cuatro tipos de fermentadores: montón, saco de yute, caja de madera y tina plástica con capacidad de almacenamiento de 60 kg, empleando tiempos de fermentación de 2 a 5 días [47]. Se analizaron variables físicas: porcentaje de granos fermentados, pizarrosos y violeta (prueba de corte); químicas: polifenoles (fotometría 760 nm), acidez volátil (arrastre de vapor) y teobromina- cafeína (cromatografía líquida de alta resolución, HPLC) [47]. En cuanto al análisis de los resultados muestra que el tiempo del proceso de fermentación a diferencia del tipo de fermentador, incluye sobre las variables físicas y químicas [47]. Por lo tanto, la calidad química mejora con la reducción de la concentración de compuestos polifenoles y alcaloides, lo que incide sobre las características organolépticas del cacao nacional [47]. Se observó que los tiempos empleados y tipos de fermentadores presentaron mejores características de calidad entre cinco a cuatro días de fermentación en cajas de madera [47].

2.2.17. Optimización del proceso de fermentación de cacao criollo (*Theobroma cacao* L) bajo sistemas ecoeficientes.

Se determinó el sistema de coeficiente óptimo para obtener una buena fermentación de cacao en el cual se empleó tres cajones de madera con las siguientes características (semicilíndrico 30 x 20 x 10 cm, rectángulo 20 x 10 x 20 cm y cuadrado con dimensiones 20 x 20 x 10 cm) con capacidad de 3 kg de cacao, se fermentó por un periodo de 7 días, las muestras a temperatura ambiente deben obtener hasta 7 % de humedad, después se realizó el tostado, descascarillado, molido y conchado donde se obtuvo el licor de cacao [48]. Concluyeron que el cacao fermentado en cajón de madera reúne las condiciones de calidad de exportación con °Brix 0, pH 4.54, acidez 0.32 % y con 99 UFC/g de *Saccharomyces cerevisiae* [48].

2.2.18. Atributos físico-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador.

El objetivo de la investigación fue caracterizar los atributos físico-químicos de las almendras y sensoriales de las pastas de quince clones de cacao; siendo doce muestras del cacao tipo nacional y tres testigos (CCN-51, IMC-67, EET-103) [49]. En los atributos sensoriales se estudiaron los perfiles sensoriales, con un panel de jueces catadores que evaluaron sabores básicos: dulce, amargo, salado, amargo, astringencia, ácido; sabores específicos: malta, frutal, floral, cacao [49]. Estos fueron comparados con testigos comerciales de los tipos Nacional, Trinitario y forastero, empleando un análisis de componentes principales (APC) [49].

2.2.19. Evaluación del contenido de metales pesados en el cacao (Theobroma caca L.).

Se evaluaron las fluctuaciones de las concentraciones de los metales pesados: Cd, Cu, Ni, Cr y Fe, en las variedades de cacao híbrido y porcelana [50]. Se determinaron mediante espectrometría de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES) [50]. Los resultados obtenidos en dos periodos de cosecha (2012 y 2013), permitieron establecer un intervalo de concentraciones para Cd entre 0,95-2,09 mg; Cu entre 4,87-21,36 mg; Ni entre 0,00-6,67 mg; Cr entre 0,14-1,69 mg y Fe entre 5,13-34,36 mg [50].

2.2.20. Estudio del contenido de grasa, alcaloides y polifenoles totales en almendras de cacao nacional fino de aroma en zonas del litoral ecuatoriano para comparar su calidad y facilitar su comercialización.

Se evaluaron los componentes químicos no volátiles (polifenoles, grasa y alcaloides) en almendras de cacao nacional recolectadas en las provincias de Guayas, Manabí y Los Ríos, las mismas que fueron fermentadas por cuatro días y secadas al sol [51]. Los resultados obtenidos mostraron que el contenido de polifenoles totales varió en un rango de 33.55 a 62.89 mg ácido gálico/g en una muestra de cacao desengrasado, los alcaloides presentaron contenidos que varían entre 1.10 a 2.29 %, el contenido de teobromina fue de 0.20 % y para la cafeína a 0.40 % [51]. La relación teobromina/cafeína (T/C) permitió establecer al cacao nacional de estas provincias dentro de la clasificación de los cacaos Trinitarios con valores que varían entre 5.56 a 7.86 % [51]. Se obtuvo el 45.2 % del contenido de grasa promedio para las muestras analizadas [51].

2.2.21. Composición química y valor calórico de los chocolates. Características físicas y químicas de la materia grasa.

Las muestras analizadas fueron: barras con leche, barras de fantasía, en polvo amargo, en polvo dulce y coberturas de helados para determinar la calidad y cantidad de la materia grasa como también el valor calórico del alimento [52]. En las barras de chocolate con leche, la grasa corresponde a manteca de cacao; siendo similares al chocolate en polvo, pero en este caso se trata de cacao parcialmente desgrasado [52]. En los chocolates de fantasía, la grasa corresponde a mezclas de mantecas de cacao con aceites vegetales hidrogenados y en coberturas de helados corresponden principalmente al aceite de coco [52]. Los chocolates son una excelente fuente calórica, proporcionando un promedio de 500 calorías/100g [52].

2.2.22. Calidad nutricional y origen de los ácidos grasos en chocolates y baños de repostería.

La manteca de cacao, contiene 25 % ácido palmítico, 33 % ácido oleico y 33 % ácido esteárico, por lo cual tiene un efecto nulo sobre los niveles de colesterol [53]. Los chocolates: negros, con leche, blanco, relleno y los de repostería pueden presentar distintas concentraciones en los siguientes ingredientes: manteca de cacao, nata de leche, grasa industrial o una mezcla de ellas que proporcionan ácidos grasos trans (AG-t) que, dependiendo de su origen, presentan diferente impacto sobre la salud y calidad nutricional del chocolate [53].

2.2.23. Composición y calidad nutritiva de los alimentos.

Se basa en el estudio de la composición y el valor nutritivo de los principales sistemas alimentarios, así como de los aditivos, nuevos ingrediente, complementos alimentarios y alimentos funcionales [54]. Incluyendo la toxicología, seguridad alimentaria, etiquetado y las alegaciones nutricionales [54].

2.2.24. Reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano.

El presente Reglamento tiene como objeto regular y controlar el etiquetado de los alimentos procesados aptos para el consumo humano, con la finalidad de garantizar el derecho constitucional de las personas de la información clara, precisa y no engañosa sobre el contenido y características de los alimentos que facilite al consumidor la correcta elección y consumo.

2.2.25. Norma ecuatoriana NTE INEN 0176 (2006): Cacao en grano. Requisitos.

Establece los requisitos que el cacao en grano que debe cumplir y a la vez los criterios para su idónea clasificación [55]. Esta norma se aplica al cacao destinado para la comercialización interna o externa y para la materia prima utilizada en los diferentes procesos de producción que se obtiene a partir de la misma [55].

2.2.26. Norma NTE INEN 0621:2010: Chocolates. Requisito.

Establece definiciones y características de los diversos tipos de chocolate preparados a partir de cacao sin cáscara ni germen, cacao en pasta, torta del prensado de cacao y cacao en polvo, con la adición de sustancias tales como azúcares, manteca de cacao, productos lácteos e ingredientes permisibles previstos en esta norma, según el tipo de chocolate deseado, y al cual se adicionan ingredientes o sustancias aromatizantes con el objeto de modificar en forma característica las propiedades organolépticas del producto final [56].

2.2.27. Norma para el chocolate y los productos del chocolate CODEX STAN 87-198.

La Norma se aplicará al chocolate y a los derivados del chocolate destinados al consumo humano [57]. Mismos que deben ser preparados a partir de cacao o derivados del cacao con azúcares, edulcorantes, productos lácteos, sustancias aromatizantes y otros ingredientes alimentarios [57].

2.2.28. Unión Europea.

Establece los niveles máximos permitidos para cadmio en algunos alimentos que no habían sido incluidos en el reglamento *1881 de 2006* [58]. Entre ellos se encuentran los chocolates y sus derivados, este rige desde el 2019 y menciona los siguientes límites: chocolate con leche con un valor < 30 % del contenido de materia seca total de cacao el 0,10 mg/kg; chocolate con un contenido < 50 % de materia seca y chocolate con leche con un contenido ≥ 30 % de materia seca el valor máximo de cadmio es 0,30 mg/kg; chocolate con un contenido ≥ 50 % de materia seca total de cacao el máximo es de 0,80 mg/kg; cacao en polvo comercializado como ingrediente en cacao en polvo edulcorado o vendido al consumidor final (chocolate para beber) el valor de cadmio es de 0,60 mg/kg [58].

2.2.29. Norma Mexicana-061-1964. Cacao, chocolate y productos similares, y derivados del cacao. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial. Métodos de prueba.

Esta Norma, tiene por objeto establecer las especificaciones sanitarias y comerciales que debe cumplir el cacao, chocolate, productos similares y los derivados del cacao [59]. Asimismo, establece la denominación genérica y específica de dichos productos [59].

2.2.30. NTE INEN 1334-2. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.

Establece los requisitos mínimos que debe cumplir el rotulado nutricional de los alimentos procesados, envasados y empaquetados [60]. Es decir, se aplica a todos los alimentos que se ofrece como tal para la venta directa al consumidor, en el cual incluye: declaración de nutrientes y no obliga a declarar la información nutricional complementaria [60].

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica Estatal De Quevedo, ubicada en la Avenida Quito Km 1 ½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. La materia prima fue recolectada en la Hacienda “Jacinto Sotomayor” perteneciente al Cantón Vinces y en la Finca “Jesús Del Gran Poder” ubicada en el Rcto. Guare del Cantón Baba. La fermentación: cajones en cascada y sacos de yute se realizó en las instalaciones de la empresa “COFINA” ubicada en el Cantón Vinces y el Método de fermentación controlada se efectuó en el “Taller de Agroindustria” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Para la elaboración de las barras de chocolate a partir de los tratamientos en estudio se utilizó las instalaciones de una microempresa chocolatera “Santanero-Cacao” y los análisis físico-químicos se realizaron en el “Laboratorio de Química y Laboratorio de Microbiología” situados en el Campus Universitario “La María”, ubicada en el km 7,5 de la vía Quevedo – El Empalme y otros laboratorios certificados.

3.1.1. Condiciones Meteorológicas.

Las condiciones meteorológicas donde se desarrolló la presente investigación se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3. Situación Geográfica y climática.

<i>Provincia</i>	<i>Los Ríos</i>
Cantón	Quevedo
Institución	Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Área del proyecto	Laboratorios de Química, Microbiología y Taller de Agroindustria
Altitud	79,81 m.s.n.m
Latitud	1° 6' S
Longitud	79° 28' 30" Oeste
T° Max.	32 °C
T° Media:	24.8 °C
T° Min.	22 °C

FUENTE: REPOSITORIO DE LA UTEQ (2020)

3.2. Tipo de investigación.

Para el desarrollo del proyecto de investigación “Estudio del proceso fermentativo del cacao nacional (*Theobroma cacao*) considerando distintos tipos de cacao y su incidencia en las características físico-químicas y sensoriales se aplicó las siguientes investigaciones:

3.2.1. Descriptiva.

Se aplicó basada en la problemática de la falta de estudios sobre la variabilidad del tipo de cacao y los días durante el proceso fermentativo, así como también la influencia que presenta el método de fermentación, tipo de cacao y zona en estudio en la calidad de las características físico-químicas del grano fermentado y seco, determinado los perfiles sensoriales del cacao nacional en la materia prima y producto final.

3.2.2. Bibliográfica.

Este tipo de investigación se basó en la recopilación de información a partir de libros, documentos, revistas e investigaciones científicas y normas de calidad sobre el cacao en grano y chocolate los cuales fueron fundamentales para el análisis y discusión de los resultados obtenidos.

3.2.3. Experimental.

Para el estudio de la variabilidad se empleó dos factores: el tipo de cacao y el efecto de los días de fermentación. En cuanto al cacao fermentado y seco se estudió el efecto de los factores: métodos de fermentación, tipos de cacao y zonas en estudio, para el cual se empleó análisis de varianza con una prueba de significación de Tukey $p < 0,05$ utilizando el programa *STATGRAPHICS* e *INFOSTAD*, los cuales permitieron encontrar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos y obtener gráficas estadísticas junto a los programas *SIGMAPLOT* y *MINITAB*. Se realizó las variables planteadas y se priorizo el estudio de la incidencia en las características físico-químicas del cacao y sensoriales del chocolate.

3.3. Métodos de la Investigación.

3.3.1. Inductivo

Este método se utilizó para determinar la importancia del estudio de la influencia que tienen los métodos de fermentación, tipos de cacao y zonas en estudio sobre las características físico-químicas del cacao nacional y su repercusión en los perfiles sensoriales del chocolate.

3.3.2. Deductivo.

Permitió determinar que existió variabilidad entre los tipos de cacao y el efecto de los días de fermentación. Así mismo el efecto del método de fermentación que se aplicó en los distintos tipos de cacao nacional (criollo, forastero y trinitario) proveniente de los Cantones Vinces y Baba, demostrando el tratamiento poscosecha con mejores resultados en las características físico-químicas y sensoriales. Obteniendo un chocolate de calidad e incrementado el valor agregado del sector agroindustrial.

3.3.3. Analítico.

Se empleó análisis de laboratorio para determinar: pH en almendra, pH en testa, acidez titulable, humedad, grasa, índice de semilla, índice de fermentación, mediante dos diseños experimentales los cuales permitieron analizar factores de estudio, que conllevaron a conocer las diferentes reacciones de cada interacción y mediante un análisis sensorial se identificaron los perfiles sensoriales para determinar el mejor tratamiento.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

- **Fuentes primarias:** Mediante el asesoramiento del tutor de proyecto Dr. Juan Neira Mosquera PhD y docentes de la UTEQ se plantearon las variables en estudio, las cuales incluyeron análisis físicos-químicos al cacao durante el proceso de fermentación; sensoriales y microbiológicos a los chocolates elaborados a partir de los tratamientos con la finalidad de identificar el que presente los mejores perfiles sensoriales.

- **Fuentes secundarias:** La información recopilada en la investigación se obtuvo de fuentes tales como: documentos, normas (NTE INEN, FAO, CODEX), artículos científicos y tesis de pregrado con temas relacionados al estudio de las características del cacao nacional.

3.5. Diseños de la investigación.

3.5.1. Diseño experimental 1.

Se estableció un diseño anidado o jerárquico para evaluar la variabilidad, donde el factor A son los tipos de cacao y factor B los días de fermentación. Estos se detallan en la tabla 4.

Tabla 4. Factores de estudio para evaluar la variabilidad durante los días de fermentación

<i>Factores</i>	<i>Simbología</i>	<i>Descripción</i>
A: Tipo de cacao	a ₀	Criollo
	a ₁	Forastero
	a ₂	Trinitario
B/A: Días de fermentación	b ₀	Día 1
	b ₁	Día 3
	b ₂	Día 4
	b ₃	Día 5

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

3.5.2. Tratamientos de la investigación durante la fermentación.

Se realizó un diseño anidado o jerárquico para evaluar la variabilidad de los tipos de cacao y efecto de los días de fermentación. Donde el factor A. se ubicó con 3 niveles, mientras que el factor B. dispuso de 4 niveles, dando como resultado 12 tratamientos o combinaciones, realizando 3 repeticiones, obteniendo un total de 36 unidades experimentales, descritas a continuación.

Tabla 5. Estructura del Análisis de Varianza (AV) para el diseño anidado o jerárquico propuesto.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad		Cuadrados medios	Razón de varianza
Factor A	SCA	$((a-1)$	2	CMA	CMA/CME
Factor B	SCB	$((b*a)-r)$	9	CMB	CMB/CME
Variable	SCT-SC(FB)	$((a-1) + ((b*a)-r)$	24	CME	
Total	SCT	$((a*b*r)-r)$	35		

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Tabla 6. Combinación de los tratamientos propuestos para evaluar la variabilidad de los tipos de cacao durante los días de fermentación.

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
T ₁	a ₀ b ₀	Criollo + Día 1
T ₂	a ₀ b ₁	Criollo + Día 2
T ₃	a ₀ b ₂	Criollo + Día 4
T ₄	a ₀ b ₃	Criollo + Día 5
T ₅	a ₁ b ₀	Forastero + Día 1
T ₆	a ₁ b ₁	Forastero + Día 2
T ₇	a ₁ b ₂	Forastero + Día 4
T ₈	a ₁ b ₃	Forastero + Día 5
T ₉	a ₂ b ₀	Trinitario + Día 1
T ₁₀	a ₂ b ₁	Trinitario + Día 2
T ₁₁	a ₂ b ₂	Trinitario + Día 4
T ₁₂	a ₂ b ₃	Trinitario + Día 5

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

3.5.3. Análisis Estadístico 1

El análisis estadístico de los datos a obtenerse se efectuó utilizando la herramienta estadística Statgraphics, donde se obtuvo el análisis de varianza (ADEVA), que es un método empleado para analizar la variación total de los datos, descomponiéndolas en porciones significativas e independientes, atribuibles a cada una de las fuentes de variabilidad presentes y la variación causal (aleatoria).

3.5.4. Diseño experimental 2.

Se planteó un diseño trifactorial A x B x C, donde, factor A son los métodos de fermentación con tres niveles, factor B tipo de cacao nacional con tres niveles y factor C son las zonas en estudio con dos niveles. Estos factores y niveles se encuentran descritos en la tabla 7.

Tabla 7. Factores de estudio para el proceso fermentativo del cacao nacional

<i>Factores</i>	<i>Simbología</i>	<i>Descripción</i>
A: Método de fermentación	a ₀	Cajones en cascada
	a ₁	Sacos de yute
	a ₂	Fermentación controlada
B: Tipo de cacao	b ₀	Criollo
	b ₁	Forastero
	b ₂	Trinitario
C: Zona en estudio	c ₀	Cantón Vinces
	c ₁	Cantón Baba

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

3.5.5. Tratamientos para la investigación en el cacao fermentado y seco.

Se realizó el arreglo trifactorial A*B*C, en el cual, los factores A y B cuentan con tres niveles cada uno, mientras que el factor C dispone de 2 niveles, dando como resultado 18 tratamientos o combinaciones a los cuales se les realizó 3 repeticiones, obteniendo un total de 54 unidades experimentales, descritas a continuación.

Tabla 8. Estructura del Análisis de Varianza (AV) para el diseño trifactorial propuesto

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>Razón de varianza</i>	
Réplicas	SCR	(r-1)	2	CMR	
Factor A	SCA	(a-1)	2	CMA	CMA/CME
Factor B	SCB	(b-1)	2	CMB	CMB/CME
Factor C	SCC	(c-1)	1	CMC	CMC/CME
INT(AB)	SC(AB)	(a-1)(b-1)	4	CM(AB)	CM(AB)/CME
INT(AC)	SC(AC)	(a-1)(c-1)	2	CM(AC)	CM(AC)/CME
INT(BC)	SC(BC)	(a-1)(c-1)	2	CM(BC)	CM(BC)/CME
Efecto (ABC)	SC(ABC)	(a-1)(b-1)(c-1)	4	CM(ABC)	CM(ABC)/CME
Error experimental	SCE	(ab-1)(r-1)	34	CME	
Total	SCT	(abr-1)	53		

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Tabla 9. Combinación de los tratamientos propuesto para métodos de fermentación y tipos de cacao nacional considerando dos zonas en estudio.

<i>Tratamientos</i>	<i>Combinaciones</i>	<i>Descripción</i>
T ₁	a ₀ b ₀ c ₀	Cajones en cascada + Criollo + Cantón Vinces
T ₂	a ₀ b ₀ c ₁	Cajones en cascada + Criollo + Cantón Baba
T ₃	a ₀ b ₁ c ₀	Cajones en cascada + Forastero + Cantón Vinces
T ₄	a ₀ b ₁ c ₁	Cajones en cascada + Forastero + Cantón Baba
T ₅	a ₀ b ₂ c ₀	Cajones en cascada + Trinitario + Cantón Vinces
T ₆	a ₀ b ₂ c ₁	Cajones en cascada + Trinitario + Cantón Baba
T ₇	a ₁ b ₀ c ₀	Sacos de yute + Criollo + Cantón Vinces
T ₈	a ₁ b ₀ c ₁	Sacos de yute + Criollo + Cantón Baba
T ₉	a ₁ b ₁ c ₀	Sacos de yute + Forastero + Cantón Vinces
T ₁₀	a ₁ b ₁ c ₁	Sacos de yute + Forastero + Cantón Baba
T ₁₁	a ₁ b ₂ c ₀	Sacos de yute + Trinitario + Cantón Vinces
T ₁₂	a ₁ b ₂ c ₁	Sacos de yute + Trinitario + Cantón Baba
T ₁₃	a ₂ b ₀ c ₀	Fermentación controlada + Criollo + Cantón Vinces
T ₁₄	a ₂ b ₀ c ₁	Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba
T ₁₅	a ₂ b ₁ c ₀	Fermentación controlada + Forastero + Cantón Vinces
T ₁₆	a ₂ b ₁ c ₁	Fermentación controlada + Forastero + Cantón Baba
T ₁₇	a ₂ b ₂ c ₀	Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Vinces
T ₁₈	a ₂ b ₂ c ₁	Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Baba

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

3.5.6. Análisis Estadístico 2.

El análisis estadístico de los datos a obtenerse se efectuó utilizando la herramienta estadística Statgraphics, donde se obtuvo el análisis de varianza (ADEVA), que es un método empleado para analizar la variación total de los datos, descomponiéndolas en porciones significativas e independientes, atribuibles a cada una de las fuentes de variabilidad presentes y la variación causal (aleatoria).

3.5.7. Mediciones experimentales.

Los análisis que se realizaron fueron los siguientes:

Tabla 10. Análisis físico-químicos para determinar la variabilidad de tres tipos de cacao durante los días de fermentación.

<i>Análisis físico-químicos</i>
pH en almendra
pH en testa
Acidez Titulable

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Tabla 11. Análisis físico-químicos en el cacao fermentado y seco

<i>Análisis físico-químicos</i>
pH en almendra
pH en testa
Acidez titulable
Humedad
Grasa
Índice de semilla
Índice de fermentación

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 12. Análisis sensoriales para determinar los perfiles del chocolate.

<i>Categorías sensoriales</i>
Aroma
Acidez
Amargor
Astringencia
Defectos
Sabor
Pos gusto
Calidad

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 13. Análisis microbiológico para la caracterización del tipo y morfología de las levaduras a partir del mucilago del cacao considerando las zonas en estudio.

<i>Análisis microbiológico</i>
Recuento de colonias
Caracterización morfológica de bacterias

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

3.5.1.1. Análisis químicos al tratamiento que presente mejores resultados en los perfiles sensoriales.

Tabla 14. Metales pesados y alcaloides en el cacao fermentado y seco.

<i>Metales pesados</i>	<i>Alcaloides</i>
Cadmio	Teobromina
Arsénico	Cafeína
Cobre	

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 15. Análisis físico-químicos y microbiológicos al cacao procesado (chocolate).

<i>Parámetros</i>	<i>Análisis microbiológicos</i>
Proteína	
Grasa	
Humedad	Aerobios mesófilos
Cenizas	Coliformes totales
Fibra bruta	Mohos y levaduras
Calorías	Salmonella spp
Carbohidratos	
Colesterol	

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Metodología para realizar los análisis físico-químicos del cacao durante la fermentación.

Tabla 16. Metodología para evaluar la variabilidad de los tipos de cacao en las características físico-químicas durante los días de fermentación

<i>Parámetro</i>	<i>Método</i>
pH	Potenciómetro
Acidez titulable	Titulación

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

3.6.2. Metodología para realizar los análisis físico-químicos al cacao fermentado y seco.

Tabla 17. Metodología de los análisis físicos y químicos del cacao fermentado y seco

<i>Parámetro</i>	<i>Método</i>
Humedad	Estufa
Índice de semilla	Peso en 100 semillas fermentadas y secas
Índice de fermentación	Según la clasificación del grano

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

3.6.2.1. Clasificación del grano según las siguientes categorías del índice de fermentación.

- **Fermentación buena:** Resultado de una buena fermentación y secado. Las almendras son de color café, grietas, quebradizo y la testa se separa fácilmente del cotiledón [55].
- **Fermentación media:** Se presenta cuando el tiempo de fermentación es insuficiente, remoción tardías y bajas temperaturas. Las almendras de color café con violeta, presenta menos grietas, menos quebradizo y aspecto algo compacto [55].
- **Granos violetas:** Resultado de interrupción de la fermentación, secado muy rápido. Las almendras son de color violeta intenso, aspecto compacto o semi compacto [55].

- **Granos pizarra:** Ausencia de fermentación. Las almendras son de color gris negruzco, opaco, son muy compactas, el sabor es muy desagradable y prolongado [55].
- **Granos mohosos:** El desarrollo de los hongos se favorece cuando la testa está rota, el contenido de la humedad de las almendras supera el 7 %. Presenta una coloración blanquecina y en ocasiones verdosa o amarilla [55].
- **Grano infestado:** Son granos atacados por insectos, poca limpieza de las bodegas y almacenamiento por largo tiempo. Las almendras presentan huevos y excrementos de insectos [55].

3.6.2.2. Características del grano de cacao seco.

Tabla 18. Características del grano de cacao fermentado y seco según el grado de fermentación.

<i>Característica del grano fermentado y seco</i>	<i>Grano bien fermentado</i>	<i>Grano que le faltó fermentado</i>	<i>Grano sin fermentar</i>
Aroma	A chocolate Aromático Agradable	A vinagre Desagradable	Sin olor o con olor a moho
Sabor	Amargo agradable	Amargo	Muy amargo
Forma del grano	Hinchado	Poco aplanado	Aplanado
Color externo del grano	Café oscuro	Amarillo rojizo, amarillo claro	Rojizo o blanquecino
Cascarilla	Se desprende con facilidad	Difícil de arrancar	No se desprende. Se encuentra pegada al grano
Consistencia del grano	Fácil de quebrar	Se desbarata con facilidad	Duro, solo se puede partir con navaja
Color interno de la almendra	Café claro	Entre morado y cenizo No presenta	Violeta
Grano por dentro	Es arriñonado	quebradura	Muy duro y sólido

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Tabla 19. Método para la determinación de grasa

<i>Parámetro</i>	<i>Método</i>
Grasa	Soxhlet

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MultianalíticaCía.Ltda)

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

3.6.3. Análisis sensorial.

3.6.3.1. Instructivo para el análisis sensorial del cacao procesado (chocolate).

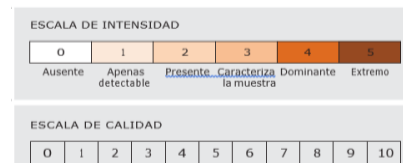


Para llenar la ficha

Aroma	Oler la muestra. Calificar la intensidad, anotar los descriptores y calificar la calidad. Recuerde que la ausencia o poca intensidad no implica menor calidad
Acidez	La relación entre intensidad y calidad varía dependiendo de la percepción y descriptores de los ácidos encontrados durante la degustación de la muestra. Por ejemplo, si percibe una acidez cítrica o frutal, su valoración en calidad puede ser mayor a una percepción de una acidez como la de vinagre (acidez acética)
Amargor y Astringencia	Son características propias del cacao, pero el nivel de intensidad puede influir en la calidad, y frecuentemente hay una relación inversa. Por ejemplo, un amargor de 'Presente' con una intensidad de 2, puede tener una valoración entre Bueno y Excelente en calidad; mientras que una intensidad más alta de amargor (o astringencia) puede reducir la calidad
Defectos	La mayor de defectos indica un menor puntaje en calidad. Por ejemplo: si encuentra un sabor fuerte a tierra, que es "Dominante" con una intensidad 4, puede poner una valoración entre "Pésimo" y "Malo" en calidad. El catador debe nombrar el defecto específico reduciendo el puntaje en calidad, si la muestra está limpia o libre de defectos, se califica como excelente en calidad.
Sabores	No siempre se encuentra todas las categorías de sabor en una muestra, sólo evalúa lo que percibes. La calidad se basa en una combinación de factores, incluyendo: armonía, claridad, complejidad de los sabores.
Pos gusto	El sabor residual en la boca después de degustar la muestra
Puntos de catador	Apreciación global y subjetivo sobre la muestra
Comentario	Este espacio está reservado para observaciones no mencionadas (por ejemplos: apariencia, textura). También puede ser usados para un resumen de la evaluación y recomendación
Puntaje final	La suma de todos los puntos de calidad

Para usar las Escalas

Esta ficha contiene dos tipos de escalas. La función de la Escala de intensidad es detallar el **perfil** de la muestra, mientras la Escala de Calidad nos permite determinar el **potencial** de la muestra. Recuerda que no hay relación directa entre intensidad y calidad, excepto en casos de Amargor, Astringencia y Defectos. Se permiten intervalos de medio punto en ambas escalas.



- MOHO**
Guardado, húmedo, sótano, abombado, almacén
- TIERRA**
Lodo, tierra mojada, polvo, arcilla
- CRUDO**
Verde, vegetal, corteza, césped
- CONTAMINANTES**
Plástico, químicos, humo, metal, combustible
- DESCOMPOSICION**

TIP Se recomienda un tiempo máximo de 10 minutos para la evaluación de la muestra

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTYCACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 20. Metodología para la caracterización de las bacterias presentes en el mucilago del cacao considerando las zonas en estudio.

<i>Parámetro</i>	<i>Método</i>
Recuento de colonias	Extensión en placa
Determinación de bacterias	Estriado/ Tinción Gram

FUENTE: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA UTEQ
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

3.6.4. Metodología para realizar los análisis químicos al mejor tratamiento pos-cosecha.

Tabla 21. Metodología para la determinación de metales pesados (cacao en grano).

<i>Parámetro</i>	<i>Método</i>
Cadmio	AOAC 999.11 Absorción Atómica
Arsénico	AOAC 964.16 Absorción Atómica
Cobre	Standard Methods 3111B-Cu
Ceniza	AOAC 923.03

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTYCACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 22. Metodología para la determinación de teobromina y cafeína (cacao en grano).

<i>Parámetro</i>	<i>Método</i>
Teobromina y cafeína	ASU L 45.00-1,1999-11(SOP: 45.19101.L)

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTYCACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 23. Determinación de los análisis químicos.

<i>Parámetro</i>	<i>Método</i>
Proteína	AOAC 2001.06
Grasa	AOAC 2003.06
Humedad	AOAC 925.10
Colesterol	MFQ-23
Cenizas	AOAC 923.03
Fibra bruta	NTE INEN 522:2013
Perfil lipídico	CG
Calorías y Carbohidratos	Calculo

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTYCACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 24. Determinación de los análisis microbiológicos.

<i>Parámetro</i>	<i>Método</i>
Recuento de Aerobios totales	AOAC 990.12
Recuento Coliformes totales	AOAC 991.14
Recuento de Mohos y Levaduras	AOAC 997.02
Salmonella spp	AOAC 2016.01

*FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTYCACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).*

3.6.5. Metodología para la elaboración de chocolate a partir de los tratamientos en estudio.

Tabla 25. Formulación para el proceso de elaboración de chocolate.

	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad (g)</i>	<i>%</i>
<i>Materia prima</i>	Pasta de cacao	1000	59
Grasa vegetal	Manteca de cacao	101,69	6
Edulcorante	Sacarosa	584,76	34,5
Emulsificante	Lecitina de soja	8,47	0,5
	Total	1694,92	100

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

3.6.6. Manejo procedimental.

3.6.6.1. Metodología para el proceso fermentativo del cacao nacional.

a) Cosecha.

Para la presente investigación la cosecha se realizó con tijeras de podar previamente desinfectadas, haciendo un corte en el pedúnculo hacia la parte más próxima posible de las mazorcas de los diferentes tipos de cacao nacional (criollo, forastero y trinitario) de la finca “Jacinto Sotomayor” situada en el Cantón Vinces y de la finca “Jesús del Gran Poder” ubicada en el Cantón Baba.

b) Clasificación.

Se procedió a separar las mazorcas que presenten síntomas de enfermedades como moniliasis o que no estén en su estado de madurez organoléptico. Con la finalidad de obtener mazorcas en óptimas condiciones.

c) Lavado.

El lavado de las mazorcas se lo realizó con finalidad de retirar materias extrañas, evitando así la contaminación del mucilago y de las almendras de cacao.

d) Cortado.

Mediante un machete de campo previamente desinfectado se procedió abrir las mazorcas, luego se separó manualmente las almendras de cacao y se retiró el maguay de las mismas.

e) Fermentación.

- Procedimiento de los diferentes métodos de fermentación empleados.

Cajones en cascada.

Para llevar a cabo este método de fermentación se procedió a elaborar cajones de madera laurel con dimensiones de 20 cm x 20 cm x 20 cm con pequeños orificios en la base de los cajones para facilitar el escurrido del mucilago durante el proceso de fermentación. Para lo cual se empleó 5 kg de cada tipo de cacao en la fase de experimentación.

Día 1, para el inicio del proceso se colocó el cacao en el primer cajón, cubriendo la parte superior con sacos de yute, proceso que duró 24 horas con el fin de realizar un correcto escurrido. Posterior al escurrido se realizó una remoción y volteo al siguiente cajón cubriéndolo para evitar el contacto con el aire.

En el cual se realizó la fermentación anaerobia por un lapso de 48 horas (Día 2 y 3), donde los microorganismos (bacterias, levaduras, hongos) con el aumento progresivo de la temperatura transforman el azúcar contenido en el mucilago de cacao en alcohol y ácido acético.

A continuación, se realizó una segunda remoción de manera rápida para evitar que la masa pierda temperatura, volteando al siguiente habitáculo de fermentación por 24 horas (Día 4). Culminado el cuarto día se realizó una tercera remoción y se volvió a colocar en los cajones para finalizar el proceso de fermentación por 24 horas adicionales (Día 5).

Sacos de yute.

Para este método de experimentación se empleó sacos de yute a escala de 30 cm de ancho y 50 cm de largo. En donde cada saco fue ocupado con 5 kg de cacao cada tipo de cacao en baba. Día 1, los sacos de yute se elevaron por el nivel del suelo sobre una superficie de drenaje, que facilitó el escurrido del mucilago. Una vez terminadas las 24 horas se procedió a colocar los granos de cacao sobre un recipiente para realizar la primera remoción y luego se ubicó en sacos limpios para evitar el enmohecimiento del cacao en fermentación.

Los sacos se taparon con cubiertas de yute evitando el contacto de la masa con el aire, fase que transcurrió por un período de 48 horas (Día 2 y 3). Luego se procedió hacer una segunda remoción y volteo fermentando por 24 horas más (Día 4). Para finalizar este método se repitió el mismo procedimiento del día anterior. Para verificar si las almendras han finalizado el proceso de fermentación se tomó al azar 10 almendras y se realizó un corte longitudinal en donde se comprobó que el embrión haya muerto.

Fermentación controlada.

Para este método, se utilizó 2,5 kg de cada tipo de cacao, donde se colocaron en envases de vidrios perforados en la base con una capacidad de 3000 cm³. Para el inicio de esta fase de fermentación se ubicaron los frascos de vidrio con el cacao en una incubadora, controlando mediante un higrómetro que la temperatura alcance 45 °C y humedad relativa 10 %, parámetros óptimos para el habitáculo de fermentación.

En el día 1 se procedió a realizar el escurrido y recolección del mucílago drenado en un recipiente de acero inoxidable para evitar que este contamine el área de fermentación. Trascorridas las primeras 24 horas se efectuó la primera remoción y volteo. Luego se dejó fermentando por un período de 48 horas (Día 2 y 3) manteniendo la temperatura y humedad relativa constante en el habitáculo.

Luego de este período se realizó una segunda remoción y volteo, de la misma forma se situó a fermentar por 24 horas (Día 4). Culminando con este método fermentativo se colocaron los frascos de vidrio con el cacao por 24 horas adicionales (Día 5) en la incubadora. Finalmente se extraen las almendras de cacao con precaución para su posterior secado.

f) Secado.

Una vez culminada la fermentación se procedió a secar de manera natural el cacao mediante el uso de una marquesina, durante el primer día el cacao fue agrupado en una capa de aproximadamente 10 cm para evitar que el sol tueste las almendras de cacao, el segundo día se realizó con una capa menor a 8 cm mismo que se removió cada 2 horas, los siguientes días se secó colocándolo mediante una capa muy fina. Este proceso se realizó hasta obtener una humedad aproximadamente del 7 %.

g) Almacenamiento.

Los granos de cacao antes de ser almacenados deben inspeccionarse para separar los granos defectuosos. Se evita el contacto directo con el suelo y la luz solar, altas temperaturas y humedad relativa no más del 70 %.

3.6.6.2. Descripción de las operaciones que intervienen en la elaboración de chocolate.

a) Recepción.

Para la recepción del cacao fermentado y seco, se debe proceder a verificar que la materia prima llegue en óptimas condiciones.

b) Clasificación.

Consistió en limpiar el cacao de cuerpos extraños tales: maguey, vena y residuos de las mazorcas de cacao. Además, se separó los granos en mal estado con la finalidad de asegurar la calidad del chocolate.

c) Tostado.

Se realizó a una temperatura de 115 °C por medio de un tostador de convección con circulación de aire caliente, seguido se dejó que las almendras se enfríen por un período de 20 minutos, durante esta operación el cacao desarrolla las cualidades aromáticas y de sabor, además este proceso promueve un conjunto de reacciones químicas, en las cuales intervienen los compuestos precursores formados durante la fermentación y secado.

d) Descascarillado.

En una maquina Descascarilladora se troceó las almendras, facilitando el proceso de separar la cascarilla de los nibs de cacao.

e) Molienda.

En un molino de bolas se colocó los nibs de cacao de la cual se obtuvo partículas de menor tamaño.

f) Mezclado y refinado.

Luego en un molino refinador conchador se agregó el 59 % pasta de cacao, 6 % manteca de cacao nacional, 34,5 % azúcar y 0,5 % lecitina de soja. Este proceso cumplió un periodo de 48 h para llegar a su etapa final donde se obtiene una pasta de 20 μm .

g) Conchado

La operación del conchado es la más importante en el proceso de elaboración del chocolate. Durante esta operación brinda al producto final los atributos de sabor y finura deseada.

h) Templado.

Con el proceso de temperado se obtiene una adecuada cristalización de la manteca de cacao, dando como resultado el brillo, suavidad y textura particular al chocolate. Para conseguir un buen templado se procedió a graduar la temperatura de la pasta hasta llegar a los 28 °C y después se procedió a calentar a 32 °C.

i) Moldeado y enfriado.

Manualmente se colocó el chocolate fundido en moldes de 45 g de capacidad, luego se colocó los moldes con chocolate a una temperatura entre 5 a 10 °C para que estos adquirieran la forma definida.

3.7. Tratamiento de los datos.

- La recopilación de la información bibliográfica de la investigación fue obtenida de libros físicos y digitales, artículos científicos, norma ecuatoriana (INEN), FAO, CODEX.
- Para el análisis de varianza del 95 % ($p < 0,05$) se empleó el programa estadístico STATGRAPHICS el cual permitió encontrar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos y obtener gráficas estadísticas mediante el uso de Software como MINITAB y SIGMAPLOT. Así como también para las tabulaciones de las fichas sensoriales aplicadas al producto terminado

3.8. Materiales y equipos.

Tabla 26. Materiales e instrumentos en la fermentación del cacao nacional.

<i>Materiales</i>	<i>Instrumentos de laboratorio</i>
Cajones de madera en cascada	Balanza
Sacos de yute	Termómetro
Incubadora	Higrómetro
Recipientes de vidrio	
Bandeja de vidrio	

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 27. Materiales, equipos y reactivos utilizados en los análisis físico-químicos.

<i>Reactivo</i>	<i>Material de laboratorio</i>	<i>Equipo</i>
	Probeta de 100 mL	
	Piseta	
	Vaso de precipitación	Procesador de alimentos
Agua destilada	Papel filtro	Balanza analítica
Buffer de fosfato	Matraz Erlenmeyer de	Potenciómetro
Hidróxido de sodio 0,1N	250 mL	Agitador magnético
Indicador (Fenolftaleína)	Papel filtro	Estufa de secado “Memmert
Agua destilada	Pipeta	Guillotina
	Caja petri de vidrio	
	Mortero	

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 28. Materiales, equipos y reactivos utilizados en la caracterización de los tipos y morfología de levaduras en mucilago considerando las zonas en estudio.

<i>Materiales</i>	<i>Reactivos</i>	<i>Equipos</i>
Cajas Petri de vidrio	MRS AGAR	
Matraz de 250 mL	(LACTOBACILLU	
Vaso de precipitación	S MRS	Balanza analítica sensible 0,1 mg
Bureta de 250 mL	AGAR/Man,	Autoclave
Dedales de vidrio de 10 mL	Rogosa y Sharpe)	Incubadora
Papel aluminio	Cristal violeta	Contador de colonias
Mechero	Lubol	Microscopio
Hisopos	Alcohol cetona	Termobalanza
Palillos	Safranina	
	Etanol	

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 29. Materia prima, insumos, materiales y equipos utilizados en la investigación (Elaboración de chocolate).

<i>Materia prima</i>	<i>Insumos</i>	<i>Materiales</i>	<i>Equipos</i>
Almendras de cacao	Cacao nacional fino y de aroma	Espátula barredora (silicón) cerrado	Balanza analítica.
	Sacarasa	Espátulas (silicón) limpiadoras	Tostador de convección con circulación de aire caliente
	Lecitina	Jarras graduadas	
		Moldes de policarbonato	Molino tipo corona
			Molino de bolas
			Molino refinador canchador
			Termómetro digital

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 30. Materiales de oficina utilizados de la investigación.

<i>Materiales</i>	<i>Cantidad</i>
Computadora	2
Cuaderno de laboratorio	2
Pendrives	2
Cámara	1
Lapiceros	4
Impresora	1

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

3.9. Recursos humanos.

Tabla 31. Recursos humanos utilizados en la investigación.

<i>Recursos humanos</i>	<i>N° Personas</i>
Director de proyecto de investigación	1
Técnico de campo (COFINA)	2
Redacción técnica	2
Catadores (jueces para seleccionar el mejor tratamiento)	LABORATORIO MULTIANALITYCA CÍA. LTDA
Ayudante de laboratorio	2
Miembros de tribunal	3

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.

4.1.1. Respecto a la variabilidad del tipo de cacao (Factor A) y el efecto de los días de fermentación (Factor B) sobre las características físico-químicas.

- Considerando los resultados del método (Cajones en cascada) y zona en estudio (Catón Vines).

Tabla 32. Análisis de varianza para pH almendra.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Por ciento</i>
A. Tipo de cacao	0,3276	2	0,16381	0,0700	0,0	0,00
B/A. Día de fermentación/Tipo de cacao	21,0508	9	2,33898	2528,6270**	0,7793	99,88
Error Experimental	0,0222	24	0,000925		0,0009	0,12
Total	21,4006	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: Se observó en el análisis de varianza jerárquico que el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, por lo cual el comportamiento del factor en mención no incidió en los resultados del pH almendra. Mientras que el efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) denotó diferencia significativa con mayor variación. Por lo tanto, los días de fermentación incidieron con un coeficiente de variabilidad alto de 99,88 % sobre el pH almendra.

Tabla 33. Análisis de varianza para pH testa.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Por ciento</i>
A. Tipo de cacao	1,54595	2	0,7729	0,5677	0,0	0,00
B/A. Día de fermentación/Tipo de cacao	12,2527	9	1,3614	6283,4672**	0,4537	99,95
Error Experimental	0,0052	24	0,0002		0,0002	0,05
Total	13,8039	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: Según los resultados del análisis de varianza jerárquico de la variable pH testa. Se evidenció que en el Factor A (Tipo de cacao) no existió diferencia significativa, por lo cual no presentó variabilidad. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) existió diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad alto de 99,95 %. De esta forma, los días de fermentación incidieron en el comportamiento del cambio, en el pH testa.

Tabla 34. Análisis de varianza para Acidez titulable.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Porcentaje</i>
A. Tipo de cacao	0,36511	2	0,1825	0,2263	0,0	0,00
B/A. Día de fermentación/Tipo de cacao	7,26036	9	0,8067	5694,3818**	0,2688	99,95
Error Experimental	0,0034	24	0,0001		0,0001	0,05
Total	7,6288	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: En cuanto a los resultados del análisis de varianza jerárquico considerando la variable Acidez titulable, se evidenció que el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, por lo cual no influyó en la variabilidad. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) se determinó que existió diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad alto de 99,95 %, esto significa que los días de fermentación incidieron en el comportamiento de los resultados para la variable en mención.

- **Considerando los resultados del método (Sacos de yute) y zona en estudio (Cantón Vinces).**

Tabla 35. Análisis de varianza para pH almendra.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Porcentaje</i>
A. Tipo de cacao	0,43055	2	0,2157	0,0848	0,0	0,00
B/A. Día de fermentación/Tipo de cacao	22,8444	9	2,5382	2727,6918**	0,8457	99,89
Error Experimental	0,0223	24	0,0009		0,0009	0,11
Total	23,2973	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: En cuanto al análisis de varianza jerárquico del pH Almendra, el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, por esta razón el comportamiento del factor no incidió en los resultados de la variable estudiada. Mientras que el efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) indicó diferencia significativa con una alta variación. Por consiguiente, los días de fermentación obtuvieron un coeficiente de variabilidad alto de 99,89 % incidiendo sobre el pH almendra.

Tabla 36. Análisis de varianza para pH testa.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Porcentaje</i>
A. Tipo de cacao	0,222906	2	0,111453	0,1581	0,0	0,00
B/A. Día de fermentación/Tipo de cacao	6,34332	9	0,704813	3731,3607**	0,2348	99,92
Error Experimental	0,00453333	24	0,00018889		0,0001	0,08
Total	6,57076	35			8889	

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: Por consiguiente, a los resultados del análisis de varianza jerárquico de la variable pH testa. En el Factor A (Tipo de cacao) no existió diferencia significativa, por lo cual no presentó variabilidad. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) existió diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad alto de 99,92 %. Por lo tanto, los días de fermentación incidieron en el comportamiento de los resultados del pH testa.

Tabla 37. Análisis de varianza para Acidez titulable.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Porcentaje</i>
A. Tipo de cacao	0,8400	2	0,4200	0,3121	0,0	0,00
B/A. Día de fermentación/Tipo de cacao	12,1105	9	1,3456	8210,4961**	0,4484	99,96
Error Experimental	0,0039	24	0,0001		0,0001	0,04
Total	12,9545	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: De acuerdo al análisis de varianza jerárquico considerando la variable Acidez titulable, se evidenció que el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, no influyendo la variabilidad de los resultados. Mientras que el efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) evidenció diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad alto de 99,96 %. Por consiguiente, los días de fermentación incidieron en el comportamiento de los resultados para la variable acidez.

- **Considerando los resultados del método (Fermentación controlada) y zona en estudio (Cantón Vinces).**

Tabla 38. Análisis de varianza para pH almendra.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Por ciento</i>
A. Tipo de cacao	2,4487	2	1,2243	1,2723*	0,0218	6,37
B/A. Día de fermentación/Tipo de cacao	8,6609	9	0,9623	4385,3147**	0,3207	93,56
Error Experimental	0,0052	24	0,0002		0,0002	0,06
Total	11,115	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: Referente a los resultados del análisis de varianza jerárquico de la variable pH almendra. Factor A (Tipo de cacao) presentó diferencia significativa, de esta forma, con una mínima variabilidad de 6,37 % incidió en los resultados de la variable estudiada. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) existió diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad de 93,56 %. Por lo tanto, los días de fermentación influyeron en el comportamiento del cambio, en el pH almendra.

Tabla 39. Análisis de varianza para pH testa.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Por ciento</i>
A. Tipo de cacao	3,8124	2	1,9062	3,1957*	0,1091	35,43
B/A. Día de fermentación/Tipo de cacao	5,3683	9	0,5964	4568,7827**	0,1987	64,53
Error Experimental	0,0031	24	0,0001		0,0001	0,04
Total	9,1839	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: De acuerdo a los resultados del análisis de varianza jerárquico de la variable pH testa. Se observó, que el Factor A (Tipo de cacao) presentó diferencia significativa, con una variabilidad moderadamente alta de 35,43 %, incidiendo en los resultados de la variable. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) existió diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad alto de 64,53 %. De esta forma, los días de fermentación influyeron en el comportamiento de los resultados del pH testa.

Tabla 40. Análisis de varianza para Acidez titulable.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Por ciento</i>
A. Tipo de cacao	1,05945	2	0,52972	1,0570*	0,00238	1,41
B/A. Día de fermentación/Tipo de cacao	4,51005	9	0,50111	6681,56**	0,16701	98,55
Error Experimental	0,0018	24	0,00007		0,00007	0,04
Total	5,5713	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: Se observó los resultados del análisis de varianza jerárquico de la variable Acidez titulable. Donde el Factor A (Tipo de cacao) presentó diferencia significativa, con una baja variabilidad de 1,41 %, incidiendo de forma mínima en los resultados. Referente al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) existió diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad alto de 98,55 %. Manifestando as, que los días de fermentación tuvieron incidencia en el comportamiento de los resultados de acidez.

- **Considerando los resultados del método (cajones en cascada) y zona en estudio (Cantón Baba).**

Tabla 41. Análisis de varianza para pH almendra.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Por ciento</i>
A. Tipo de cacao	4,2368	2	2,1184	1,5379	0,0617	11,85
B/A. Días de fermentación/tipo de cacao	12,3967	9	1,3774	2849,8157**	0,4589	88,06
Error Experimental	0,0116	24	0,0004		0,0004	0,09
Total	16,6452	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: De acuerdo al análisis de varianza jerárquico, el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, por lo tanto, el comportamiento del factor en mención no incidió en los resultados del pH almendra. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) si existió diferencia significativa. Por lo tanto, hubo incidencia de los días de fermentación con un coeficiente de variabilidad alto de 88,06 % sobre los resultados. Seguido de los tipos de cacao (Factor A) con un coeficiente bajo de variabilidad de 11,85 %.

Tabla 42. Análisis de varianza para pH testa.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Por ciento</i>
A. Tipo de cacao	1,7538	2	0,8769	0,2131	0,0	0,00
B/A. Días de fermentación/tipo de cacao	37,0304	9	4,1144	7296,6310*	1,3713	99,96
Error Experimental	0,0135	24	0,0005		0,0005	0,04
Total	38,7978	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: Referente al análisis de varianza jerárquico, se evidenció que el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, demostrando no variabilidad en los resultados del pH testa. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) se evidenció que existió diferencia significativa. De esta forma los días de fermentación incidieron en el comportamiento de los resultados con un coeficiente de variabilidad alto de 99,96 %.

Tabla 43. Análisis de varianza para Acidez titulable.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Porcentaje</i>
A. Tipo de cacao	1,2833	2	0,6416	0,7158	0,0	0,00
B/A. Días de fermentación/tipo de cacao	8,06722	9	0,8963	1199,5872**	0,2985	99,75
Error Experimental	0,0179	24	0,0007		0,0007	0,25
Total	9,3684	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020). *(p<0,05)*

Interpretación: Según los resultados del análisis de varianza jerárquico considerando la variable Acidez titulable. Se evidenció, que el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, por lo cual no influyó en la variabilidad. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) se determinó que existió diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad alto de 99,75 %, esto significa que los días de fermentación incidieron en el comportamiento de los resultados para la variable en mención.

- **Considerando los resultados del método (Sacos de yute) y zona en estudio (Cantón Baba).**

Tabla 44. Análisis de varianza para pH almendra.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Porcentaje</i>
A. Tipo de cacao	0,4682	2	0,2341	0,2570	0,0	0,00
B/A. Días de fermentación/tipo de cacao	8,19545	9	0,9106	3152,0964**	0,3034	99,90
Error Experimental	0,0069	24	0,0002		0,0002	0,10
Total	8,6706	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020). *(p<0,05)*

Interpretación: Se observó en el análisis de varianza jerárquico que el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, de la misma forma no denotó variabilidad en el comportamiento de los resultados del pH almendra. Mientras que en el efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) si presentó diferencia significativa, determinando así la incidencia de los días de fermentación con un coeficiente de variabilidad alto de 99,90 % sobre los resultados.

Tabla 45. Análisis de varianza para pH testa.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Porcentaje</i>
A. Tipo de cacao	0,3487	2	0,1743	0,0717	0,0	0,00
B/A. Días de fermentación/tipo de cacao	21,8719	9	2,4302	12322,2054**	0,8100	99,98
Error Experimental	0,0047	24	0,0001		0,0001	0,02
Total	22,2253	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: En cuanto al análisis de varianza jerárquico del pH testa, el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, demostrando no variabilidad en los resultados del pH testa. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) se evidenció que existió diferencia significativa y se determinó que los días de fermentación incidieron en el comportamiento de los resultados con un coeficiente de variabilidad alto de 99,98 %.

Tabla 46. Análisis de varianza para Acidez titulable.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Porcentaje</i>
A. Tipo de cacao	0,2455	2	0,1227	0,6523	0,0	0,00
B/A. Días de fermentación/tipo de cacao	1,6939	9	0,1882	385,6987**	0,0625	99,22
Error Experimental	0,0117	24	0,0004		0,0004	0,78
Total	1,9513	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: Según los resultados del análisis de varianza jerárquico considerando la variable Acidez titulable, evidenció que el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, por lo cual no influyó en la variabilidad. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) se determinó que existió diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad alto de 99,22 %, esto significa que los días de fermentación incidieron en el comportamiento de los resultados para la variable en mención.

- **Considerando los resultados del método (Fermentación controlada) y zona en estudio (Cantón Baba).**

Tabla 47. Análisis de varianza para pH almendra.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Por ciento</i>
A. Tipo de cacao	0,9770	2	0,4885	0,3389	0,0	0,00
B/A. Días de fermentación/tipo de cacao	12,9705	9	1,4411	900,6875**	0,4798	99,66
Error Experimental	0,0398	24	0,0016		0,0016	0,34
Total	13,9874	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: Referente al análisis de varianza jerárquico, el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, por lo cual no incidió en el comportamiento de los resultados. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) presentó diferencia significativa, por lo tanto, la incidencia de los días de fermentación sobre el comportamiento de los resultados tuvo un coeficiente de variabilidad alto de 99,96 %.

Tabla 48. Análisis de varianza para pH testa.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Por ciento</i>
A. Tipo de cacao	1,1386	2	0,5693	3,6238**	0,0343	39,40
B/A. Días de fermentación/tipo de cacao	1,4142	9	0,1571	261,8333**	0,0521	59,82
Error Experimental	0,0163	24	0,0006		0,0006	0,78
Total	2,56926	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: Se observó en el análisis de varianza jerárquico del pH testa que el Factor A (Tipo de cacao) presentó diferencia significativa. Por lo tanto, tuvo variabilidad con un coeficiente de 39,40 % moderadamente alto en los resultados del pH testa. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) se evidenció que existió diferencia significativa y se determinó que los días de fermentación incidieron en el comportamiento de los resultados con un coeficiente de variabilidad alto de 59,82 %.

Tabla 49. Análisis de varianza para Acidez titulable.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón F</i>	<i>Comp. Var.</i>	<i>Por ciento</i>
A. Tipo de cacao	0,5626	2	0,2813	0,9957	0,0	0,00
B/A. Días de fermentación/tipo de cacao	2,5430	9	0,2825	470,8333**	0,0939	99,34
Error Experimental	0,015	24	0,0006		0,0006	0,66
Total	3,1207	35				

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020). *(p<0,05)*

Interpretación: Referente a los resultados del análisis de varianza jerárquico considerando la variable Acidez titulable, evidenció que el Factor A (Tipo de cacao) no presentó diferencia significativa, por lo cual no influyó en la variabilidad. En cuanto al efecto del Factor B (Día de fermentación) sobre el Factor A (Tipo de cacao) se determinó que existió diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad alto de 99,34 %, donde los días de fermentación incidieron en el comportamiento de los resultados para la variable en mención.

4.1.2. Resultados de los análisis de varianza para las características físico-químicas del cacao fermentado y seco.

Tabla 50. Análisis de varianza para pH almendra.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	5,09669	2	2,54835	4942,70	0,0000*
B: Tipo de cacao	0,388604	2	0,194302	376,86	0,0000*
C: Zona en estudio	2,27756	1	2,27756	4417,49	0,0000*
D: Repeticiones	0,00027037	2	0,000135185	0,26	0,7709
Interacciones					
AB	0,780052	4	0,195013	378,24	0,0000*
AC	0,00507037	2	0,00253519	4,92	0,0133*
BC	0,539915	2	0,269957	523,60	0,0000*
ABC	0,289941	4	0,0724852	140,59	0,0000*
Error experimental	0,0175296	34	0,000515577		
Total	9,39563	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020). *(p<0,05)*

Interpretación: De acuerdo a los resultados del análisis de varianza del pH almendra, presentados en la tabla 50, se observó diferencia significativa en el factor A (Método de fermentación), factor B (Tipo de cacao), factor C (Zona en estudio); interacción AB (Método de fermentación + Tipo de cacao), interacción AC (Método de fermentación + Zona en estudio), interacción BC (Tipo de cacao + Zona en estudio) y en el efecto de la interacción triple ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio). Mientras que en el caso de las repeticiones al no encontrarse diferencia significativa se asume que existió normalidad en la toma de datos.

Tabla 51. Análisis de varianza para pH testa.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	12,8233	2	6,41165	86,61	0,0000*
B: Tipo de cacao	2,29268	2	1,14634	15,48	0,0000*
C: Zona en estudio	1,06963	1	1,06963	14,45	0,0006*
D: Repeticiones	0,143837	2	0,0719185	0,97	0,3888
Interacciones					
AB	1,95834	4	0,489585	6,61	0,0005*
AC	0,109748	2	0,0548741	0,74	0,4841
BC	0,636459	2	0,31823	4,30	0,0217*
ABC	0,167096	4	0,0417741	0,56	0,6902
Error experimental	2,5171	34	0,0740322		
Total	21,7182	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: En la tabla 51. Se muestra los resultados obtenidos en el análisis de varianza del pH testa. En donde se mostró diferencia significativa en el factor A (Métodos de fermentación), factor B (Tipo de cacao), factor C (Zona en estudio); Interacciones AB (Método de fermentación + Tipo de cacao), BC (Tipo de cacao + Zona en estudio) y ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio). Mientras en el caso de la interacción BC (Tipo de cacao + Zona en estudio) no se encontró diferencia significativa y en cuanto a las repeticiones realizadas se pudo demostrar que no hubo diferencia, por lo tanto, existió normalidad en la toma de los datos.

Tabla 52. Análisis de varianza para acidez titulable.

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	2,74736	2	1,37368	24774,81	0,0000*
B: Tipo de cacao	0,369715	2	0,184857	3333,97	0,0000*
C: Zona en estudio	0,00201667	1	0,00201667	36,37	0,0000*
D: Repeticiones	0,0000481481	2	0,0000240741	0,43	0,6513
Interacciones					
AB	0,204385	4	0,0510963	921,54	0,0000*
AC	0,268878	2	0,134439	2424,65	0,0000*
BC	0,329211	2	0,164606	2968,72	0,0000*
ABC	0,756311	4	0,189078	3410,09	0,0000*
Error Experimental	0,00188519	34	0,0000554466		
Total	4,67981	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: Según los resultados obtenidos en el análisis de varianza de acidez titulable descritos en la Tabla 52. Se puede observar que existió diferencia significativa en los factores A (Método de fermentación), B (Tipo de cacao), C (Zona en estudio); de la misma forma en las interacciones dobles AB (Método de fermentación + Tipo de cacao), AC (Método de fermentación + Zona en estudio), BC (Tipo de cacao + Zona en estudio) e interacción triple ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio). Mientras que, en las repeticiones al no encontrarse diferencia significativa, se asume que existió normalidad en la toma de los datos.

Tabla 53. Análisis de varianza para humedad.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de Fermentación	0,00789259	2	0,0039463	7,42	0,0021*
B: Tipo de cacao	0,00241481	2	0,00120741	2,27	0,1188
C: Zona en estudio	0,00125185	1	0,00125185	2,35	0,1343
D: Repeticiones	0,00124815	2	0,000624074	1,17	0,3216
Interacciones					
AB	0,0252074	4	0,00630185	11,85	0,0000*
AC	0,00244815	2	0,00122407	2,30	0,1155
BC	0,00254815	2	0,00127407	2,40	0,1064
ABC	0,00278519	4	0,000696296	1,31	0,2863
Error experimental	0,0180852	34	0,000531917		
Total	0,0638815	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: Los resultados presentados en el análisis de varianza del % de humedad descritos en la Tabla 53, se demostró que existió diferencia significativa en el factor A (Método de fermentación), interacción doble AB (Método de fermentación + Tipos de cacao). En cuanto a los factores B (Tipo de cacao), C (Zona en estudio), interacciones dobles AC (Método de fermentación + Zona en estudio), BC (Tipo de cacao + Zona en estudio) e interacción tripe ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) no presentaron diferencia significativa, así como también en las repeticiones realizadas por lo tanto existió normalidad en la toma de los datos.

Tabla 54. Análisis de varianza para grasa.

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	0,823478	2	0,411739	0,06	0,9419
B: Tipo de cacao	367,556	2	183,778	26,77	0,0000*
C: Zona en estudio	4,57045	1	4,57045	0,67	0,4210
D: Repeticiones	1,12241	2	0,561206	0,08	0,9217
Interacciones					
AB	16,5511	4	4,13776	0,60	0,6637
AC	2,52245	2	1,26122	0,18	0,8331
AD	25,9609	4	6,49023	0,95	0,4515
BC	92,8457	2	46,4228	6,76	0,0038*
ABC	24,0796	4	6,0199	0,88	0,4894
Error Experimental	205,975	30	6,86582		
Total	742,006	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: Con respecto a los resultados presentados en el análisis de varianza en la tabla 54, referente al contenido de grasa. Se evidenció diferencia significativa en el factor B (Tipo de cacao) e interacción doble BC (Tipo de cacao+ Zona en estudio). Mientras que en el factor: (Método de fermentación), C (Zona en estudio) e interacciones AB (Método de fermentación + Tipo de cacao), AC (Método de fermentación + Zona en estudio), ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) se denotó que no hubo diferencia significativa, ocurriendo lo mismo en las repeticiones, por lo tanto, se constató que existió normalidad en la toma de los datos.

Tabla 55. Análisis de Varianza para índice de semilla.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	0,188023	2	0,0940114	495,77	0,0000*
B: Tipo de cacao	0,0184455	2	0,00922274	48,64	0,0000*
C: Zona en estudio	0,0310752	1	0,0310752	163,88	0,0000*
D: Repeticiones	0,0000355309	2	0,0000177654	0,09	0,9108
Interacciones					
AB	0,0468056	4	0,0117014	61,71	0,0000*
AC	0,000345381	2	0,000172691	0,91	0,4118
BC	0,046222	2	0,023111	121,88	0,0000*
ABC	0,0956549	4	0,0239137	126,11	0,0000*
Error experimental	0,00644729	34	0,000189626		
Total	0,433054	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: En relación al análisis de varianza del índice de semilla presentados en la tabla 55, se demostró deferencia significativa entre los factores A (Método de fermentación), B (Tipo de cacao), C (Zona en estudio) e interacciones AB (Método de fermentación + tipo de cacao), BC (Tipos de cacao + zona en estudio), ABC (Método de fermentación + tipo de cacao + zona en estudio). Mientras que en la interacción AC (Métodos de fermentación + zonas en estudio) y repeticiones no presentó diferencia significativa.

4.1.3. Resultados de los análisis de varianza para las características sensoriales del chocolate.

Tabla 56. Análisis de varianza para el Aroma.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	5,52778	2	2,76389	40,76	0,0000*
B: Tipo de cacao	2,25	2	1,125	16,59	0,0000*
C: Zona en estudio	0,560185	1	0,560185	8,26	0,0069*
D: Repeticiones	0,194444	2	0,0972222	1,43	0,2525
Interacciones					
AB	1,80556	4	0,451389	6,66	0,0005*
AC	0,12037	2	0,0601852	0,89	0,4210
BC	0,398148	2	0,199074	2,94	0,0667
ABC	1,5463	4	0,386574	5,70	0,0013*
Error experimental	2,30556	34	0,0678105		
Total	14,7083	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: Según los resultados obtenidos en el análisis de varianza que considera el perfil sensorial Aroma, presentados en la tabla 56, se determinó diferencia significativa en el factor A (Método de fermentación), factor B (Tipo de cacao), factor C (Zona en estudio), ocurriendo lo mismo en la interacción AB (Método e Interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio). Mientras que las interacciones AC (Método de fermentación +Zona en estudio), BC (Tipo de cacao + Zona en estudio) y repeticiones no presentaron diferencia significativa.

Tabla 57. Análisis de varianza para la Acidez.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	3,69444	2	1,84722	36,47	0,0000*
B: Tipo de cacao	4,69444	2	2,34722	46,34	0,0000*
C: Zona en estudio	3,12963	1	3,12963	61,78	0,0000*
D: Repeticiones	0,111111	2	0,0555556	1,10	0,3455
Interacciones					
AB	3,44444	4	0,861111	17,00	0,0000*
AC	5,06481	2	2,53241	49,99	0,0000*
BC	3,89815	2	1,94907	38,48	0,0000*
ABC	3,57407	4	0,893519	17,64	0,0000*
Error experimental	1,72222	34	0,0506536		
Total	29,3333	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: De acuerdo a los resultados de análisis de varianza de la intensidad de Acidez del chocolate presentados en la Tabla 57. Se observó diferencia significativa en el factor A (Método de fermentación), factor B (Tipo de cacao), factor C (Zona en estudio); Interacciones Dobles AB(Método de fermentación+ Tipo de cacao), AC(Método de fermentación + Zona en estudio), BC(Tipo de cacao + Zona en estudio) e Interacción triple ABC(Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio), en cuanto a las repeticiones realizadas se pudo determinar que no hubo diferencia significativa, por lo tanto, existió normalidad en la toma de los datos.

Tabla 58. Análisis de varianza para el Amargor.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	4,69444	2	2,34722	38,31	0,0000*
B: Tipo de cacao	0,777778	2	0,388889	6,35	0,0045*
C: Zona en estudio	2,24074	1	2,24074	36,57	0,0000*
D: Repeticiones	0,0833333	2	0,0416667	0,68	0,5134
Interacciones					
AB	2,52778	4	0,631944	10,31	0,0000*
AC	8,39815	2	4,19907	68,53	0,0000*
BC	0,703704	2	0,351852	5,74	0,0071*
ABC	1,99074	4	0,497685	8,12	0,0001*
Error experimental	2,08333	34	0,0612745		
Total	23,5	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: Observando los resultados de análisis de varianza considerando el Amargor del chocolate mostrados en la Tabla 58, se denotó diferencia significativa en el factor A (Método de fermentación), factor B (Tipo de cacao) y factor C (Zona en estudio); así como también en las Interacciones Dobles AB(Método de fermentación+ Tipo de cacao), AC(Método de fermentación + Zona en estudio), BC(Tipo de cacao + Zona en estudio) y en el efecto de la Interacción triple ABC(Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio). Mientras tanto, en las repeticiones al no presentar diferencia significativa, se asume que existió normalidad en la toma de los datos.

Tabla 59. Análisis de varianza para la Astringencia.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	8,08333	2	4,04167	55,58	0,0000*
B: Tipo de cacao	3,44444	2	1,72222	23,69	0,0000*
C: Zona en estudio	0,560185	1	0,560185	7,70	0,0089*
D: Repeticiones	0,361111	2	0,180556	2,48	0,0985
Interacciones					
AB	1,05556	4	0,263889	3,63	0,0144*
AC	0,62037	2	0,310185	4,27	0,0222*
BC	1,03704	2	0,518519	7,13	0,0026*
ABC	7,07407	4	1,76852	24,32	0,0000*
Error experimental	2,47222	34	0,0727124		
Total	24,7083	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

Interpretación: Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la categoría sensorial de la Astringencia del chocolate se detallan en la tabla 59. Para lo cual se observó diferencia significativa en el factor A (Método de fermentación), factor B (Tipo de cacao) y factor C (Zona en estudio) e Interacciones AB (Método de fermentación+ Tipo de cacao), AC (Método de fermentación + Zona en estudio), BC (Tipo de cacao + Zona en estudio) y ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio). En el caso de las repeticiones asumimos que existe normalidad en la toma de datos por lo tanto se continua con el experimento.

Tabla 60. Análisis de varianza para el Pos gusto.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	0,12037	2	0,0601852	1,03	0,3686
B: Tipo de cacao	1,03704	2	0,518519	8,86	0,0008*
C: Zona en estudio	2,44907	1	2,44907	41,83	0,0000*
D: Repeticiones	0,00925926	2	0,00462963	0,08	0,9241
Interacción					
AB	6,51852	4	1,62963	27,83	0,0000*
AC	1,23148	2	0,615741	10,52	0,0003*
BC	2,81481	2	1,40741	24,04	0,0000*
ABC	0,62963	4	0,157407	2,69	0,0476*
Error Experimental	1,99074	34	0,0585512		
Total	16,8009	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

Interpretación: En cuanto a los resultados del análisis de varianza considerando el Pos gusto del chocolate descrito en la Tabla 60, se demostró diferencia significativa en el factor B (Tipo de cacao), factor C (Zona en estudio); Interacciones Dobles AB (Método de fermentación+ Tipo de cacao), AC (Método de fermentación + Zona en estudio), BC (Tipo de cacao + Zona en estudio) e Interacción triple ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio). Considerando que en las repeticiones no presentó diferencia significativa se asume que existió normalidad en la toma de los datos.

Tabla 61. Análisis de varianza de Calidad.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Método de fermentación	4,56231	2	2,28116	652,88	0,0000*
B: Tipo de cacao	2,56398	2	1,28199	366,91	0,0000*
C: Zona en estudio	0,24	1	0,24	68,69	0,0000*
D: Repeticiones	0,00287037	2	0,00143519	0,41	0,6664
Interacciones					
AB	3,01074	4	0,752685	215,42	0,0000*
AC	0,285833	2	0,142917	40,90	0,0000*
BC	0,565833	2	0,282917	80,97	0,0000*
ABC	1,64333	4	0,410833	117,58	0,0000*
Error experimental	0,118796	34	0,00349401		
Total	12,9937	53			

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

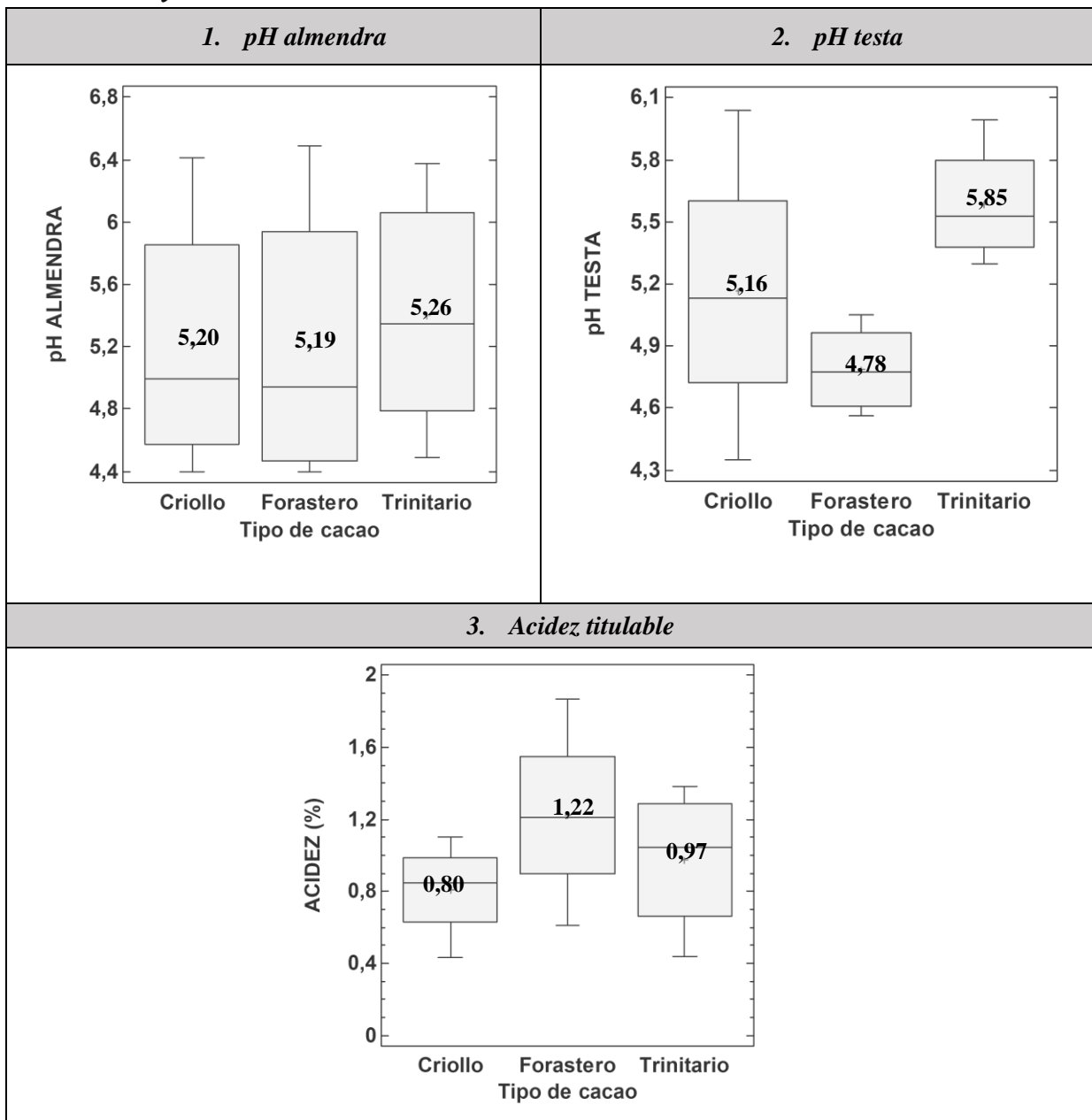
(p<0,05)

Interpretación: En lo que respecta a los resultados del análisis de varianza considerando la Calidad del producto final (chocolate) presentada en la Tabla 61, se muestra que existió diferencia significativa entre los factores: A (Método de fermentación), B (Tipo de cacao), C (Zona en estudio) ; Interacciones Dobles AB(Método de fermentación+ Tipo de cacao), AC (Método de fermentación + Zona en estudio), BC (Tipo de cacao + Zona en estudio) e Interacción triple ABC(Método de fermentación + Tipo de cacao +Zona en estudio). Mientras que al no presentar diferencia significativa en las repeticiones se considera que existió normalidad en la toma de los datos para esta categoría sensorial.

4.1.4. Resultados de la prueba de estimación de la varianza para identificar la variabilidad con respecto a los factores de estudio para las características físico-químicas.

4.1.4.1. Resultados con respecto a la variabilidad del tipo de cacao (Factor A) para las características físico-químicas.

Figura 1. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del tipo de cacao (Factor A) sobre las características físico-químicas, considerando el método fermentación controlada y zona en estudio Cantón Vinces.



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

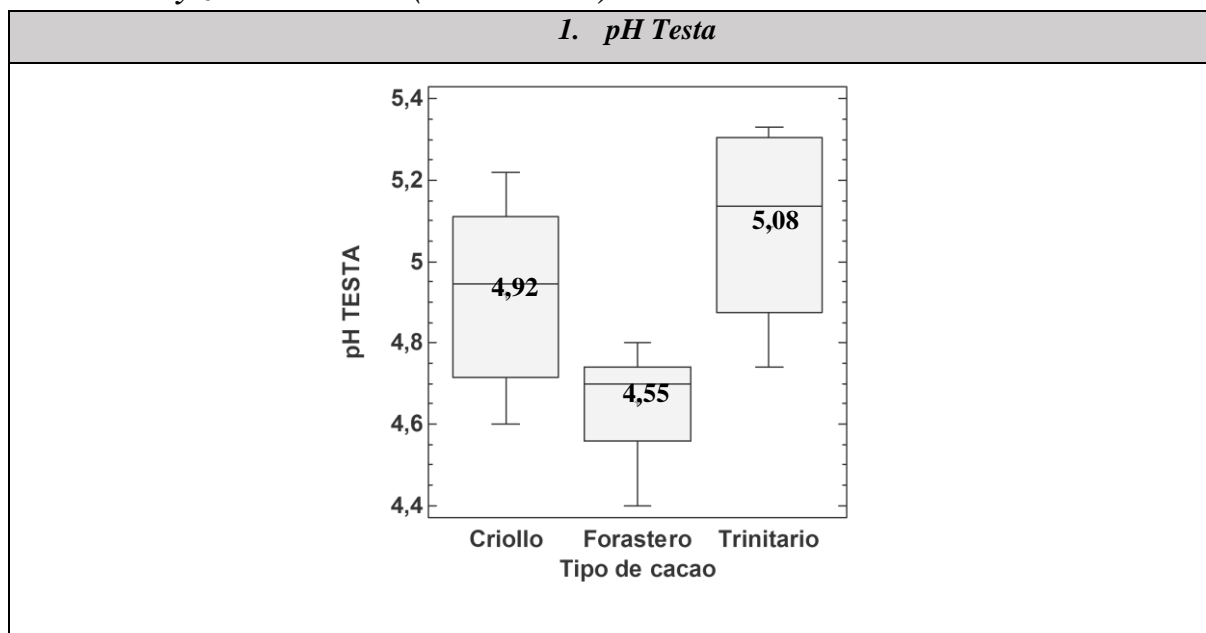
En la **figura 1**. Se observó la diferencia de medias en la variabilidad de tres tipos de cacao (Factor A) considerando pH almendra, pH en testa y acidez titulable durante el proceso fermentativo, resultados obtenidos del método (Fermentación controlada) y zona en estudio (Cantón Vinces).

Con respecto al pH almendra, cuadro N° 1. Se determinó que los tipos de cacao (Factor A) presentaron variación entre los resultados obtenidos, situándose el cacao tipo trinitario (a_2) con el mayor valor 5,26; mientras que el tipo forastero (a_1) presentó el menor valor con 5,19, comprobando así una mínima variabilidad de 6,37 % en la incidencia de los resultados.

De acuerdo al pH testa, cuadro N° 2. La variabilidad de los resultados registró al cacao tipo Trinitario (a_2) el mayor valor con 5,85. Por consiguiente, el menor valor se situó en el tipo forastero (a_1) con 4,78. Obteniendo una variabilidad moderadamente alta de 35,43 % influyendo en los resultados.

Referente a la acidez titulable y su diferencia de medias durante el proceso fermentativo resumida en el cuadro N° 3. El cacao tipo forastero (a_1) se ubicó con el mayor valor de 1,22 %, seguido con el menor valor en el tipo criollo con 0,80 %. Presentando un coeficiente de variabilidad bajo de 1,41 %

Figura 2. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad de tres tipos de cacao (Factor A) sobre las características físico-químicas, considerando el método fermentación controlada y zona en estudio (Cantón Baba).



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

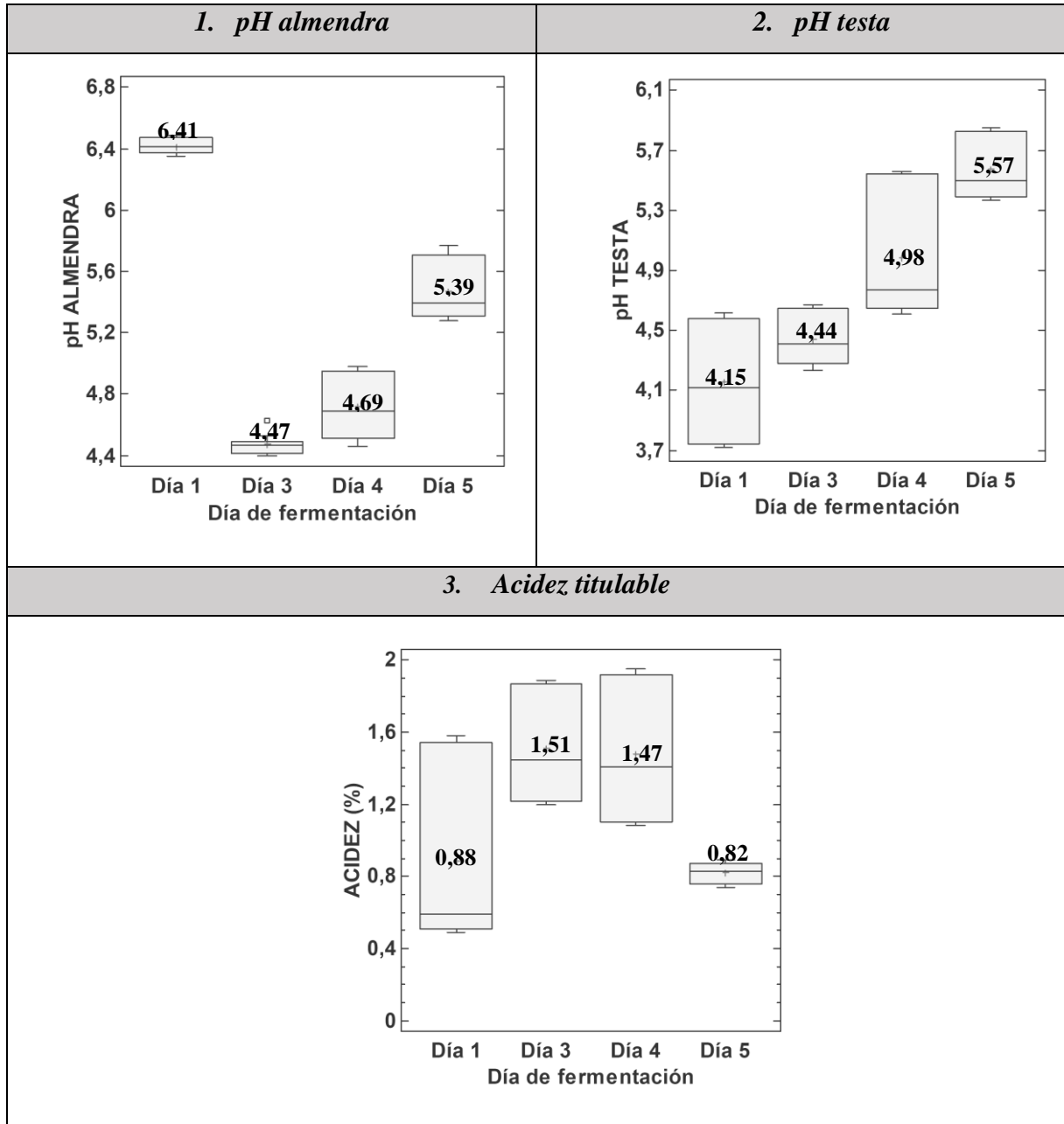
($p < 0,05$)

En la **figura 2**. Se identificó la variabilidad de tres tipos de cacao (Factor A) en los resultados de pH testa durante el proceso fermentativo, considerando el método (fermentación controlada) y zona en estudio (Cantón Baba).

Referente a los resultados del pH testa, cuadro N° 1. La variabilidad de la diferencia de medias, ubicó al cacao tipo Trinitario (a_2) el mayor valor con 5,08. En cuanto, al tipo forastero (a_1) este situó el menor valor con 4,65. Considerando que la variabilidad fue modernamente alta con un coeficiente de 39,40 %.

4.1.4.2. Resultados con respecto a la variabilidad del efecto de los días de fermentación (Factor B/A) sobre el tipo de cacao en las características físico-químicos.

Figura 3. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto de los días de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método cajones en cascada y zona en estudio Cantón Vinces.



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$).

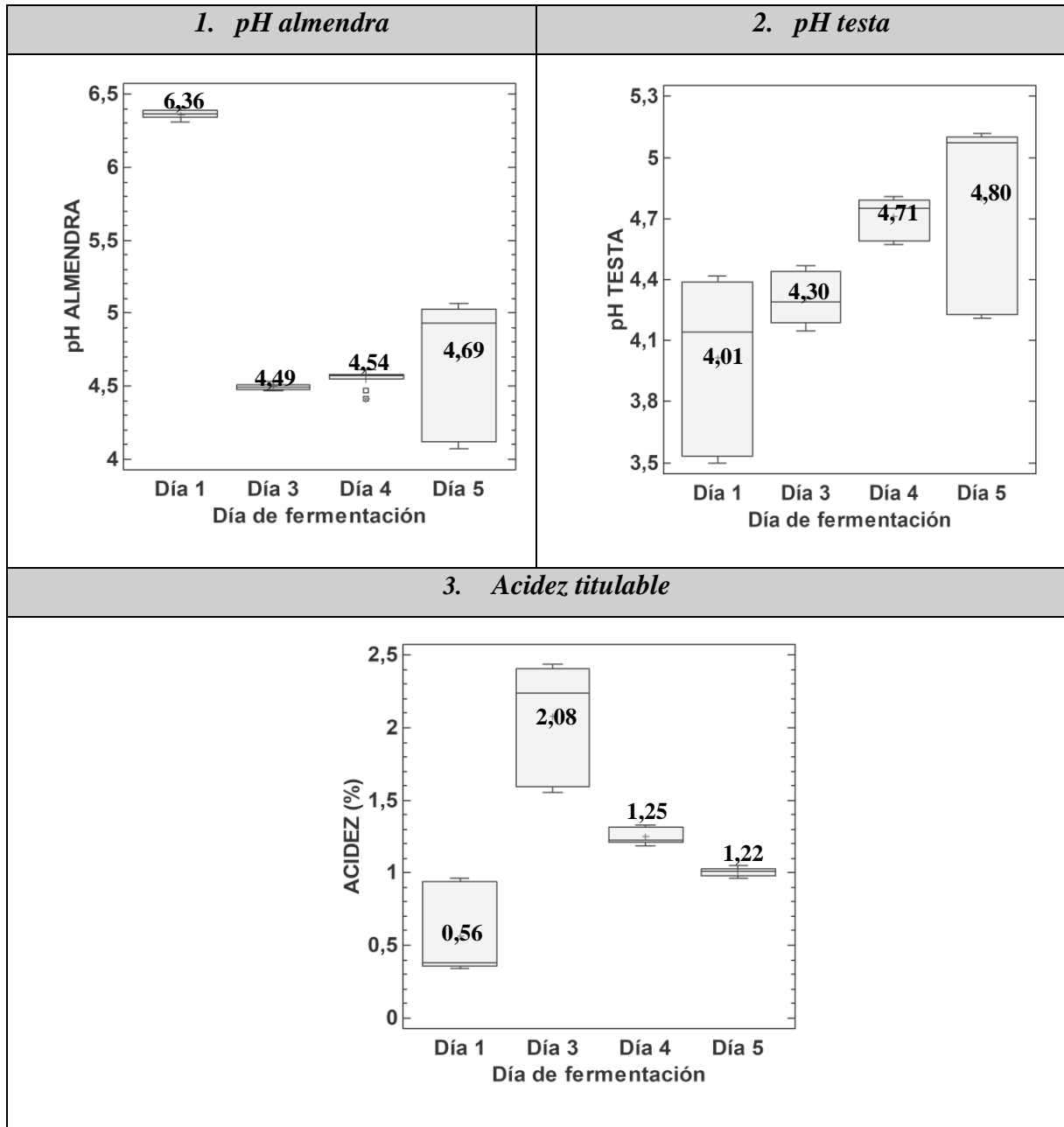
En la **figura N° 3**. Las variables pH almendra, pH testa y acidez titulable demostraron la diferencia de medias que existió entre la variabilidad del efecto de los días de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao.

Para el cuadro N° 1, se representó la diferencia del efecto de los días de fermentación sobre la variable pH almendra, de esta forma se presenció que el comportamiento de los resultados fue de la siguiente manera: día 1 (b_0) 6,41; día 3 (b_1) 4,7; día 4 (b_2) 4,69 y día 5 (b_3) 5,39 respectivamente. Por lo tanto, se comprobó el coeficiente de variabilidad el cual fue alto con 99,88 %.

En el cuadro N° 2, se verificó que el pH testa presentó diferencia entre las medias para el efecto de los días de fermentación situando los resultados para día 1 (b_0) 4,15; día 3 (b_1) 4,44; día 4 (b_2) 4,98 y día 5 (b_3) 5,57 respectivamente, de esta forma se comprobó que el comportamiento de los cambios fue ascendente con un coeficiente de 99,95 % de variabilidad.

Por último, en el cuadro N° 3, donde se representa la variabilidad que demostró la acidez durante el proceso fermentativo, los resultados de los días de fermentación fueron los siguientes: día 1 (b_0) 0,88; día 3 (b_1) 1,51; día 4 (b_2) 1,47 y día 5 (b_3) 0,82 %. Demostrando de esta forma que los cambios tienen un coeficiente variabilidad alta con el 99,95 %.

Figura 4. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método sacos de yute y zona en estudio (Cantón Vinces).



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

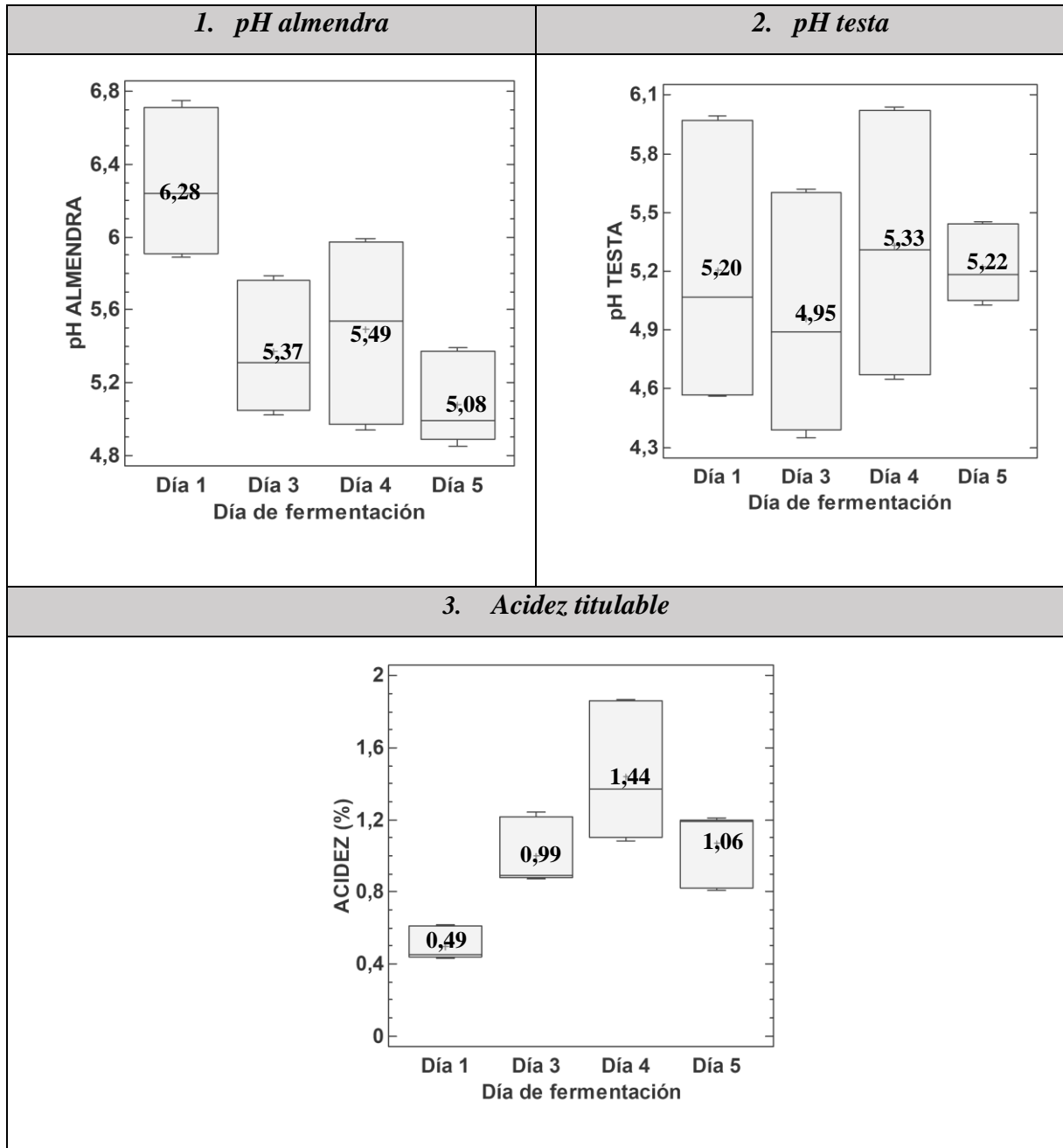
En la **figura N° 4**. Se representa el efecto que causó los días de fermentación (Factor B/A) sobre las variables pH almendra, pH testa y acidez de tres tipos de cacao y su variabilidad en la diferencia de medias de los resultados.

En cuanto a la variable pH almendra resumida en el cuadro N° 1, se registró que existió una alta variabilidad con un coeficiente de 99,89 %. De esta forma el efecto de los días tuvo diferencia entre sus medias, resultados que situaron de la siguiente forma: día 1 (b_0) 6,36; día 3 (b_1) 4,49; día 4 (b_2) 4,54 y día 5 (b_3) 4,69 respectivamente.

Referente al pH testa en el cuadro N° 2, se determinó que existió diferencia entre las medias durante el proceso fermentativo, comprobando un coeficiente de variabilidad del 99,92 %, situando así los resultados día 1 (b_0) 4,01; día 3 (b_1) 4,30; día 4 (b_2) 4,71 y día 5 (b_3) 4,80 que en su orden tuvieron un comportamiento creciente.

Según la variable acidez titulable, resumida en el cuadro N° 3. Los resultados tuvieron diferencia entre las medias, ubicando los días de fermentación de la siguiente manera: día 1 (b_0) 0,56; día 3 (b_1) 2,08; día 4 (b_2) 1,25 y día 5 (b_3) 1,22 %. Por lo tanto, existió un coeficiente de 99,96 % en su variabilidad.

Figura 5. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método (Fermentación controlada) y zona en estudio (Cantón Vinces).



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$).

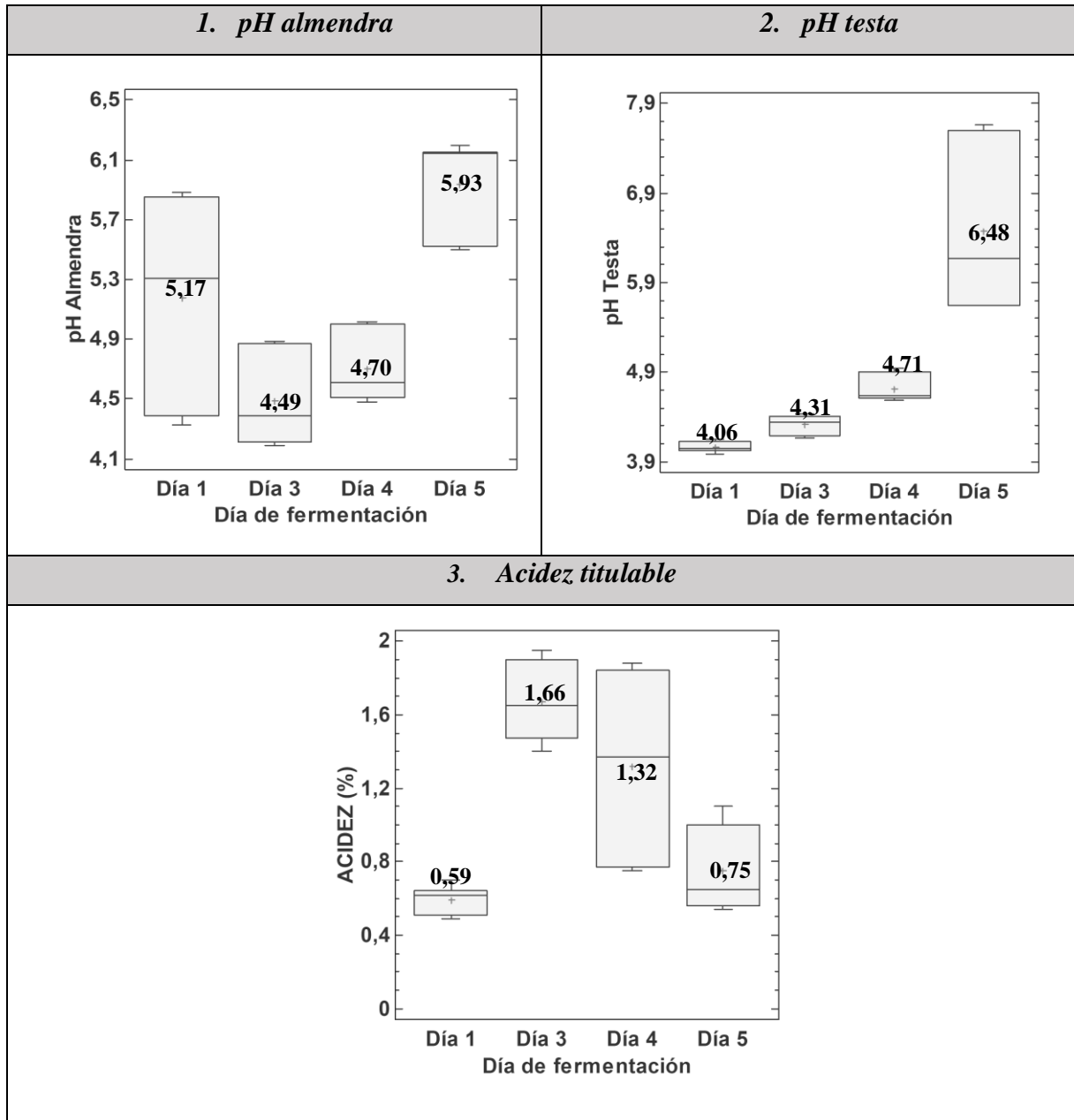
En la **figura N° 5**. Se resume la variabilidad de los días de fermentación (Factor B/A) mediante la diferencia de medias, considerando su efecto sobre tres tipos de cacao en las variables pH almendra, pH testa y acidez titulable.

Referente al cuadro N° 1, se identificó la diferencia de medias del pH almendra situando para: día 1 (b_0) 6,28; día 3 (b_1) 5,37; día 4 (b_2) 5,49 y día 5 (b_3) 5,08 respectivamente. De esta forma se comprobó la variabilidad entre los días de fermentación cuyo coeficiente fue 93,56 %.

Para el cuadro N° 2, la variable pH testa presentó diferencia entre las medias de los resultados, demostrando así la variabilidad entre los días de fermentación: día 1 (b_0) 5,20; día 3 (b_1) 4,95; día 4 (b_2) 5,33 y día 5 (b_3) 5,22 con un coeficiente alto de 64,53 %.

En cuanto al cuadro N° 3, se representa la variable acidez titulable cuyos resultados sobre el efecto de los días de fermentación se situaron de la siguiente manera: día 1 (b_0) 0,49; día 3 (b_1) 0,99; día 4 (b_2) 1,44 y día 5 (b_3) 1,06 %, demostrando así el coeficiente de variabilidad con un valor alto de 98,55 %.

Figura 6. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método cajones en cascada y zona en estudio (Cantón Baba).



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

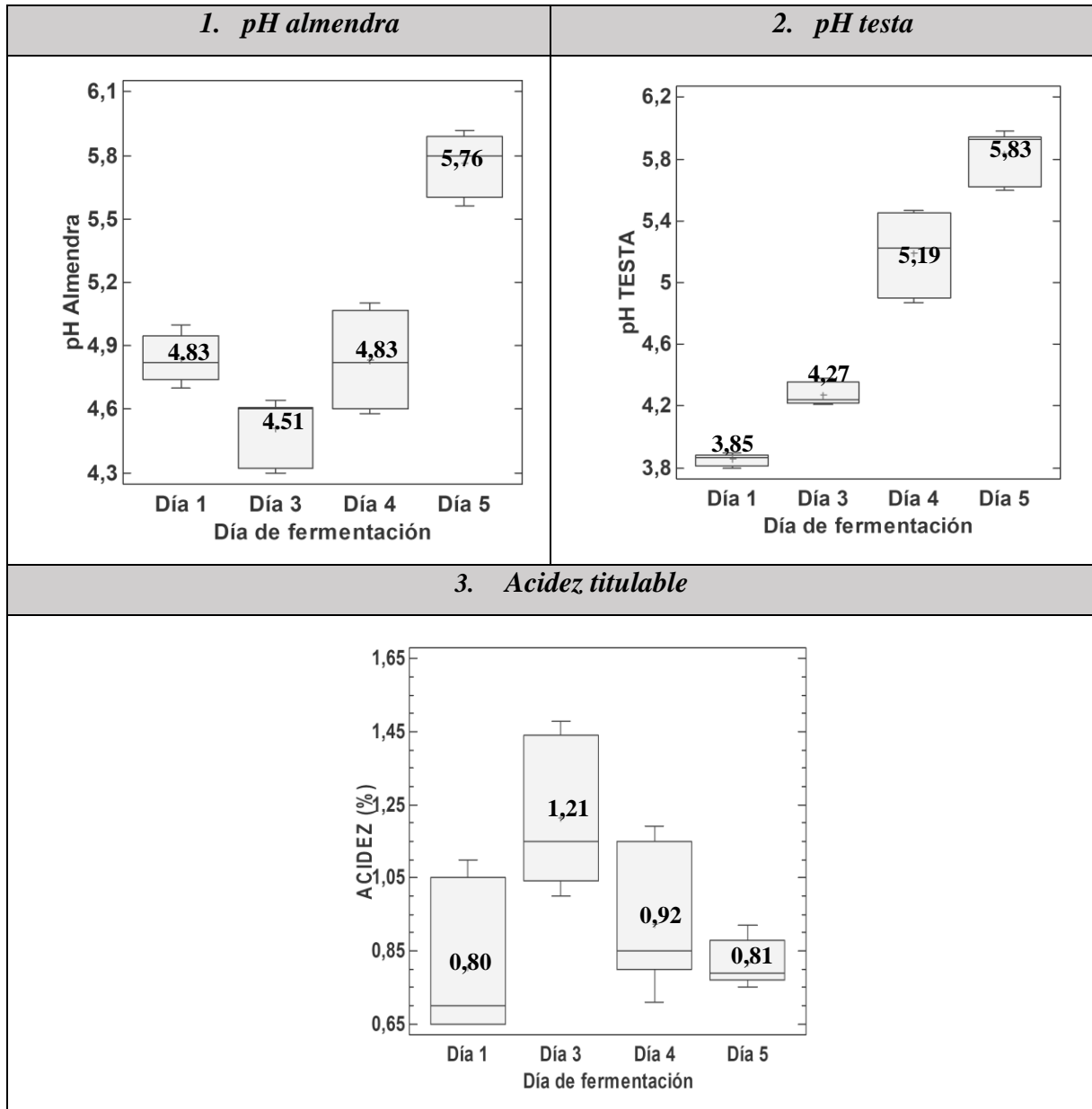
En la **figura N° 6**. Se resume la diferencia de medias del efecto de los días de fermentación (Factor B/A), su variabilidad en las características físico-químicas: pH almendra, pH testa y acidez titulable.

Referente a la variable pH almendra, cuadro N° 1. Se determinó que la variabilidad fue alta con un valor de 88,06 %, comprobando los valores del efecto de los días de fermentación: día 1 (b₀) 5,17; día 3 (b₁) 4,49; día 4 (b₂) 4,70 y día 5 (b₃) 5,93 donde sus medias variaron progresivamente.

En cuanto al pH testa, cuadro N° 2. Se verificó que existió diferencia entre sus medias, de modo que el efecto de los días de fermentación fue el siguiente: día 1 (b₀) 4,06; día 3 (b₁) 4,31; día 4 (b₂) 4,71 y día 5 (b₃) 6,48 aseverando así un comportamiento creciente, con un alto coeficiente de 99,96 % de variabilidad.

Por consiguiente, a la variable acidez titulable, cuadro N° 3. Se registró que la variabilidad fue notablemente alta con 99,75 %. Por lo tanto, el efecto de los días de fermentación se demostró de modo que: día 1 (b₀) 0,59; día 3 (b₁) 1,69; día 4 (b₂) 1,52 y día 5 (b₃) 0,75 % cambiaron progresivamente.

Figura 7. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método sacos de yute y zona en estudio (Cantón Baba).



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

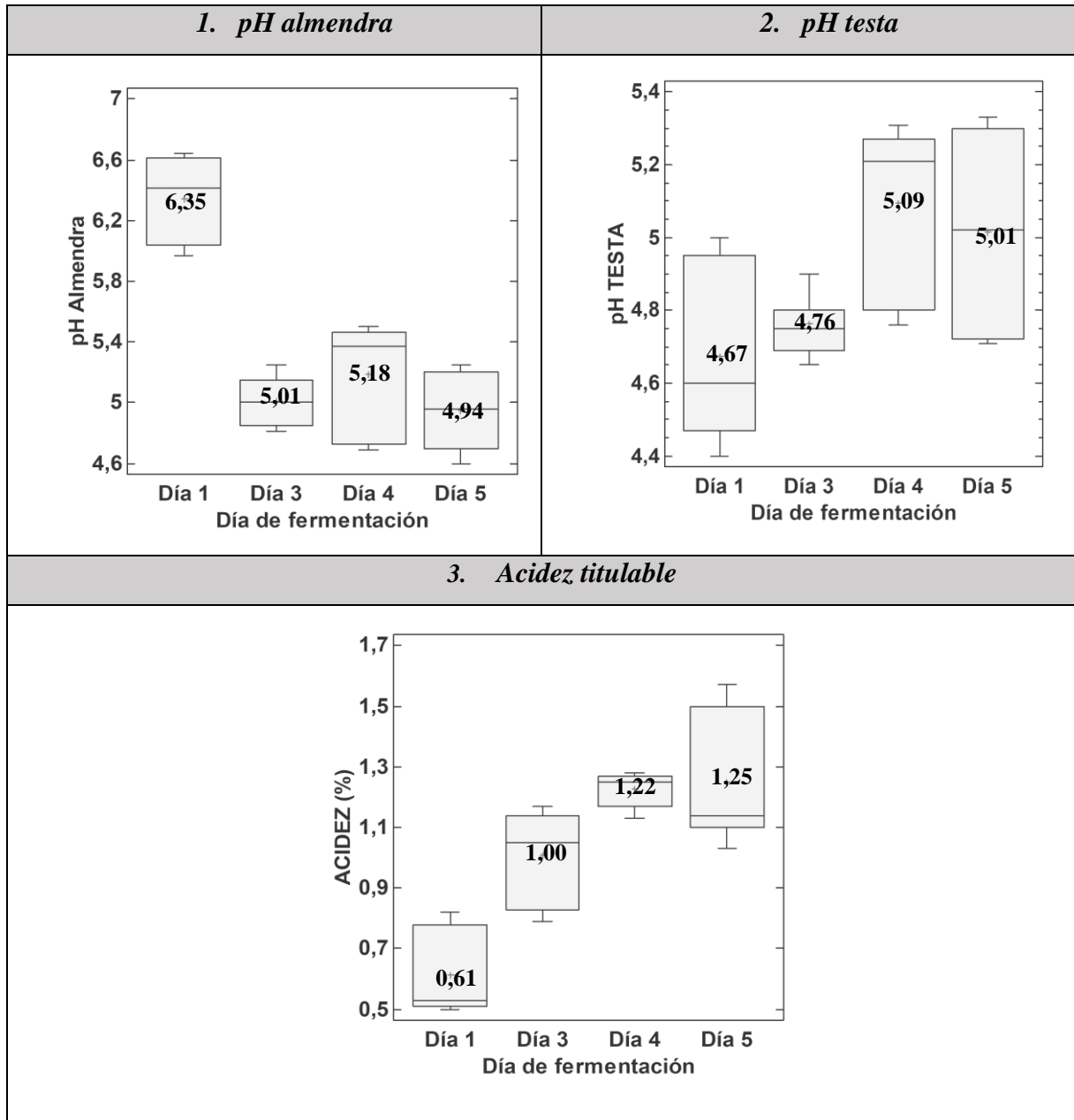
En la **figura N° 7**. Se puede verificar los valores de diferencia de medias, correspondiente al efecto que causaron los días de fermentación sobre los tres tipos de cacao en las variables pH en la almendra, pH en testa y acidez titulable.

De acuerdo al cuadro N° 1, pH almendra. Se demostró la variabilidad que provocó el efecto de los días de fermentación, de modo que los valores se situaron de la siguiente manera: día 1 (b_0) 4,83; día 3 (b_1) 4,51; día 4 (b_2) 4,83 y día 5 (b_3) 5,76. Donde el coeficiente de variabilidad fue alto con 99,90 % para la variable en mención.

Con respecto al cuadro N° 2, pH testa. La variabilidad entre los resultados del efecto de los días de fermentación fue considerablemente alta con 99,98 %. De esta forma los valores para los días se ubicaron con: día 1 (b_0) 3,85; día 3 (b_1) 4,27; día 4 (b_2) 5,19 y día 5 (b_3) 5,83 demostrando un comportamiento creciente en los resultados.

Referente al cuadro N° 3, acidez titulable. Se determinó que la diferencia de medias presentó variabilidad con respecto al efecto de los días de fermentación, de modo que se situaron de la siguiente manera: día 1 (b_0) 0,80; día 3 (b_1) 1,21; día 4 (b_2) 0,92 y día 5 (b_3) 0,81 con un coeficiente alto de 99,22 % de variabilidad.

Figura 8. Resultados de la diferencia de medias en la variabilidad del efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao en las características físico-químicas, considerando el método Fermentación controlada y zona en estudio (Cantón Baba).



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$).

En la **figura N° 8**. Se determina la diferencia de medias que presentaron los resultados de las variables pH almendra, pH testa y acidez titulable con su respectiva variabilidad, bajo el efecto del día de fermentación (Factor B/A) sobre los tres tipos de cacao.

Referente al pH almendra, en el cuadro N° 1. Se registró que existió diferencia entre las medias. Situando los resultados del efecto de los días de fermentación con: día 1 (b_0) 6,35; día 3 (b_1) 5,01; día 4 (b_2) 5,18 y día 5 (b_3) 4,94 respectivamente. De esta forma, se asevera que la variabilidad fue alta con un coeficiente de 99,96 % para el análisis en mención.

En cuanto al pH testa, cuadro N° 2. Los valores que se obtuvieron presentaron diferencia entre sus medias, por lo tanto, el efecto de los días de fermentación tuvo una variabilidad del 59,82%. Situando a los resultados en el siguiente orden: día 1 (b_0) 4,67; día 3 (b_1) 4,76; día 4 (b_2) 5,09 y día 5 (b_3) 5,01.

Con respecto a la acidez titulable, cuadro N° 3. Se determinó que la variabilidad obtuvo un valor alto con 99,34%, ubicando a los resultados para los días de fermentación con: día 1 (b_0) 0,61; día 3 (b_1) 1,00; día 4 (b_2) 1,22 y día 5 (b_3) 1,25 % demostrando así un comportamiento ascendente en los cambios de la variable.

4.1.5. Resultados de la prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) con respecto a los factores en estudio para las características físico-químicas en el cacao fermentado y seco.

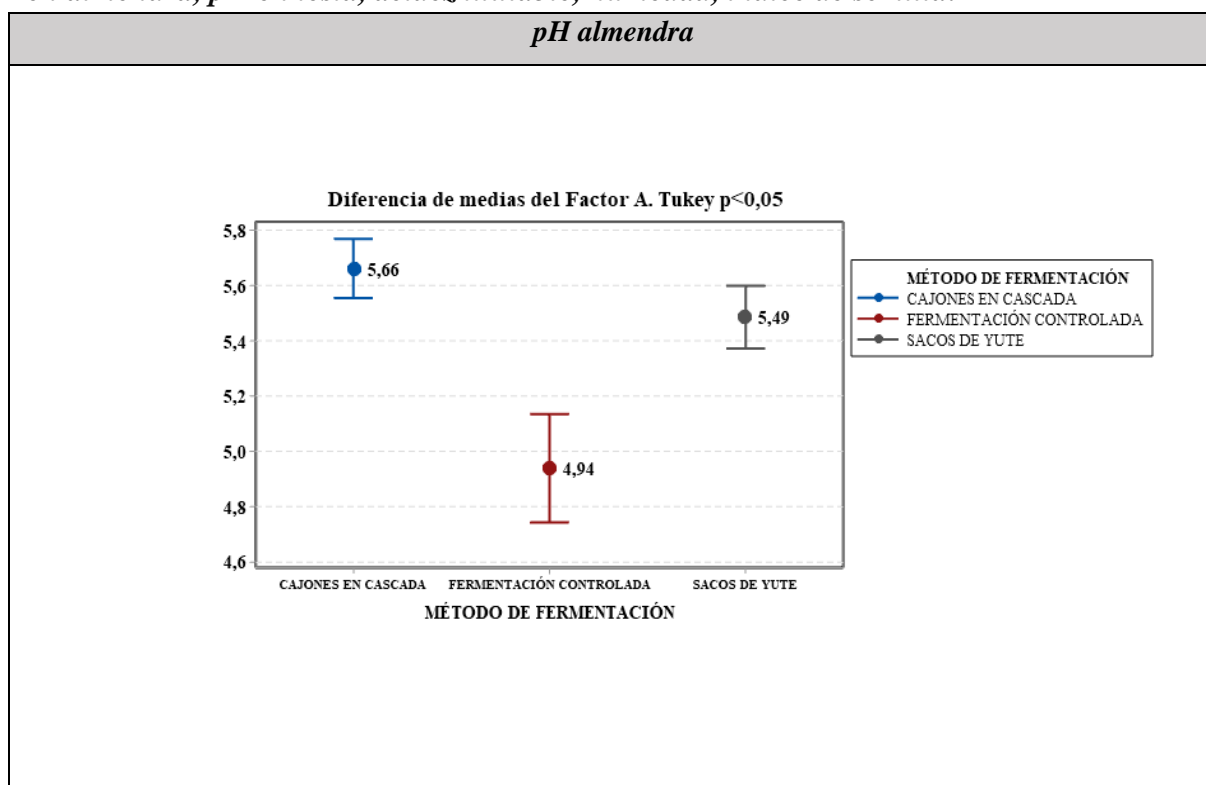
4.1.5.1. Resultados respecto al efecto de tres métodos de fermentación (cajones en cascada, sacos fermentación de yute y controlada) en las características físico-químicas.

Tabla 62. Prueba de significancia de Tukey del Factor A (Método de fermentación).

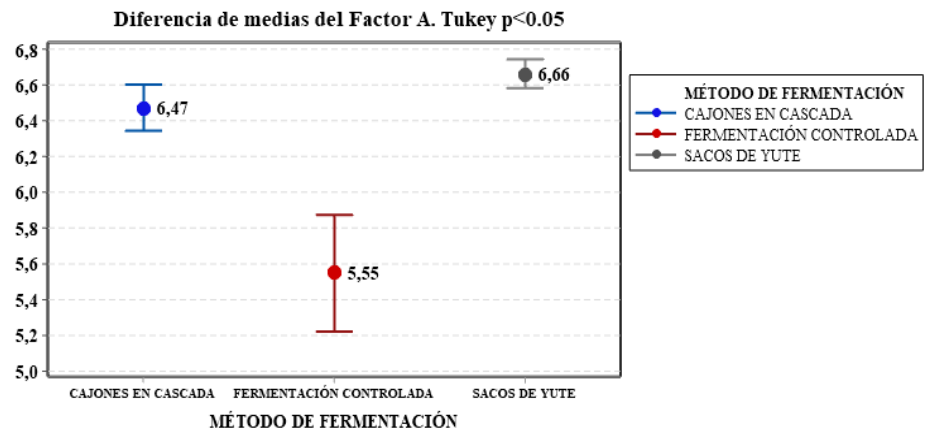
<i>Factor A</i>	<i>pH almendra</i>	<i>pH testa</i>	<i>Acidez titulable</i>	<i>Humedad</i>	<i>Grasa</i>	<i>Índice de semilla</i>
A ₀ : Cajones en cascada	5,66 ^C	6,47 ^B	0,78 ^B	6,98 ^A	45,79 ^A	1,29 ^B
A ₁ : Sacos de yute	5,49 ^B	6,66 ^B	0,75 ^A	6,99 ^B	45,49 ^A	1,25 ^A
A ₂ : Fermentación controlada	4,94 ^A	5,55 ^A	1,24 ^C	6,97 ^A	45,71 ^A	1,39 ^C

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p \leq 0,05$).
 ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

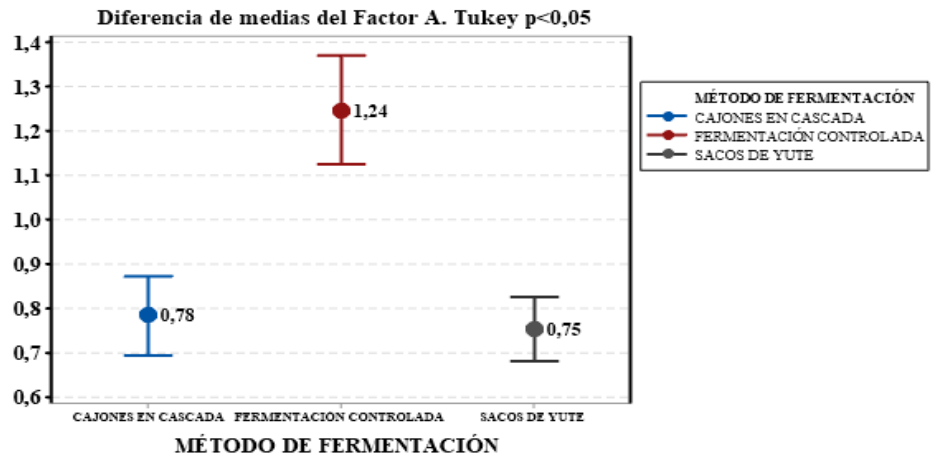
Figura 9. Diferencia de medias del Factor A (Método de fermentación) considerando pH en almendra, pH en testa, acidez titulable, humedad, índice de semilla.



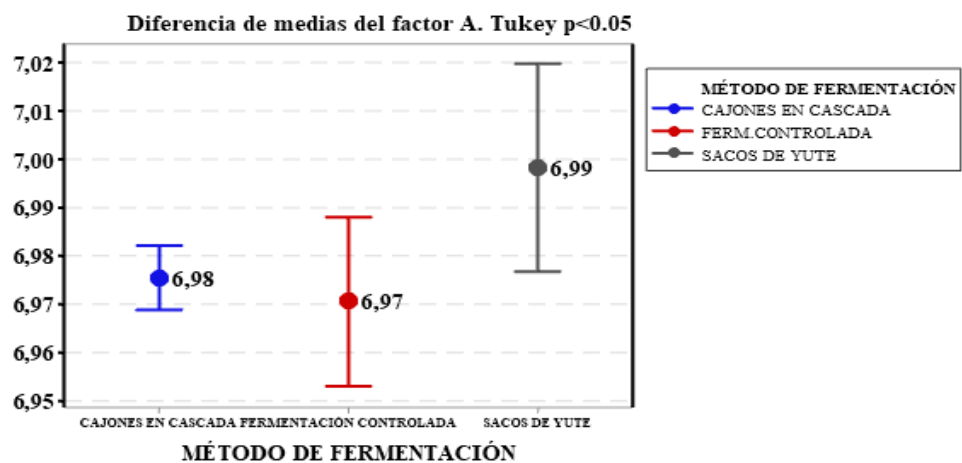
pH testa

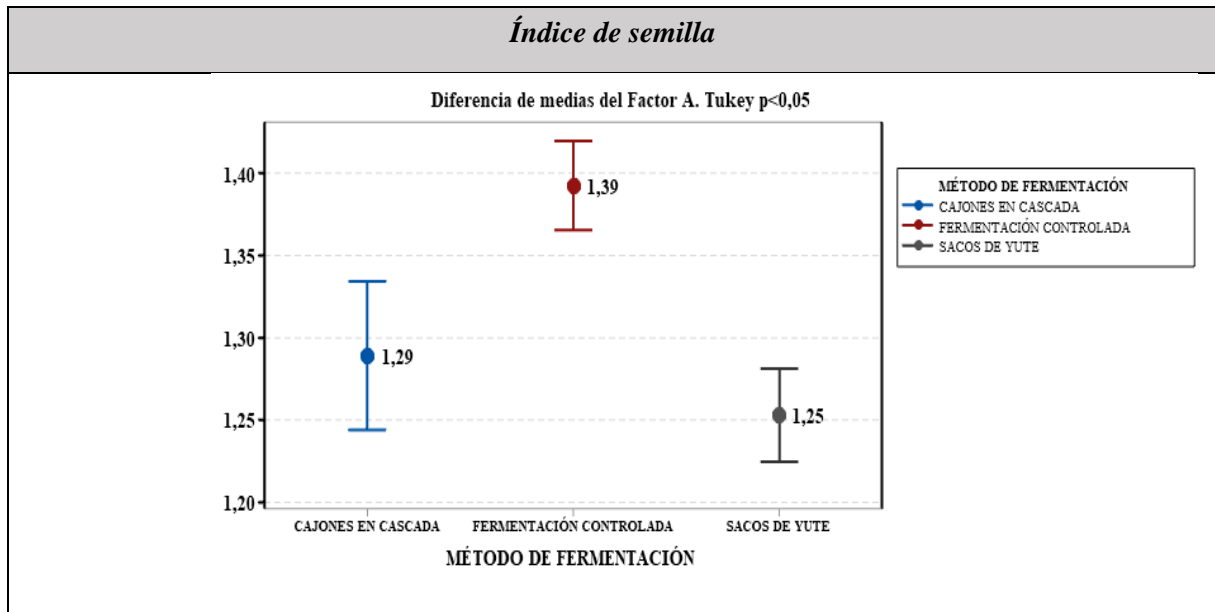


Acidez titulable (%)



Humedad (%)





ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

La **figura 9**. Muestra los valores de Tukey ($p < 0,05$) resumidos de los análisis físico-químicos del cacao fermentado y seco que presentaron diferencia significativa entre las medias de los tratamientos del factor A (Método de fermentación).

Para lo cual se determinó diferencia significativa en: pH almendra, siendo el mayor valor con 5,66 el obtenido en el grupo C (**a₀**: Cajones en cascada), en comparación con el grupo A (**a₂**: Fermentación controlada) que presentó el menor valor con 4,94.

Considerando el pH testa, se registró el mayor valor en el grupo homogéneo B (**a₁**: saco de yute) con 6,66 y (**a₀**: Cajones en cascada) con 6,47, mientras que el menor valor se obtuvo en el grupo A (**a₂**: fermentación controlada) con un pH de 5,55.

En los resultados obtenidos de acidez titulable, se identificó que en el grupo C (**a₂**: fermentación controlada) se obtuvo el valor más alto con 1,24 % en relación al grupo A (**a₁**: sacos de yute) el cual se situó con el valor más bajo siendo 0,75 %.

De acuerdo al porcentaje de humedad, se establecieron 2 grupos homogéneos, donde el mayor valor se situó en el grupo B (**a₁**: sacos de yute) con 6,99 %; mientras que el menor valor se presentó en el grupo A con los niveles (**a₀**: cajones en cascada y **a₂**: fermentación controlada) con 6,98 y 6,97 % respectivamente.

En lo que respecta al índice de semilla, en los resultados obtenidos se mostró el mayor peso con 1,39 g en el grupo C (**a2**: fermentación controlada) y con menor peso se observó en el grupo A (**a1**: saco de yute) con 1,25 g.

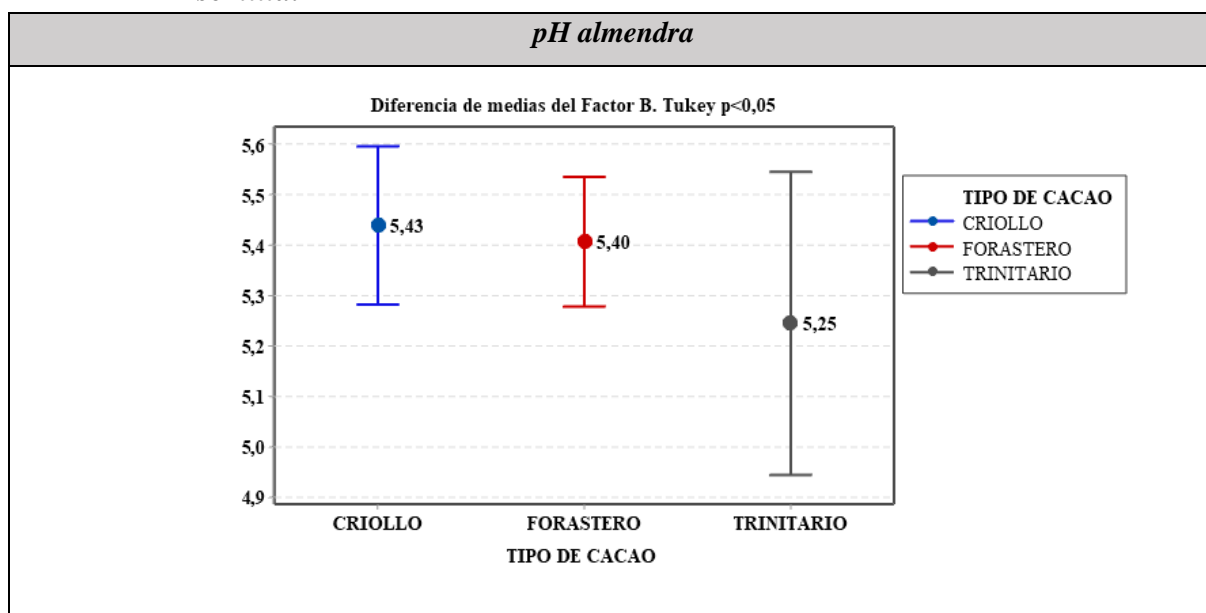
4.1.5.2. Resultados respecto a la identificación de las características físico-químicas del grano fermentado y seco de tres tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario).

Tabla 63. Prueba de significancia de Tukey del Factor B (Tipo de cacao).

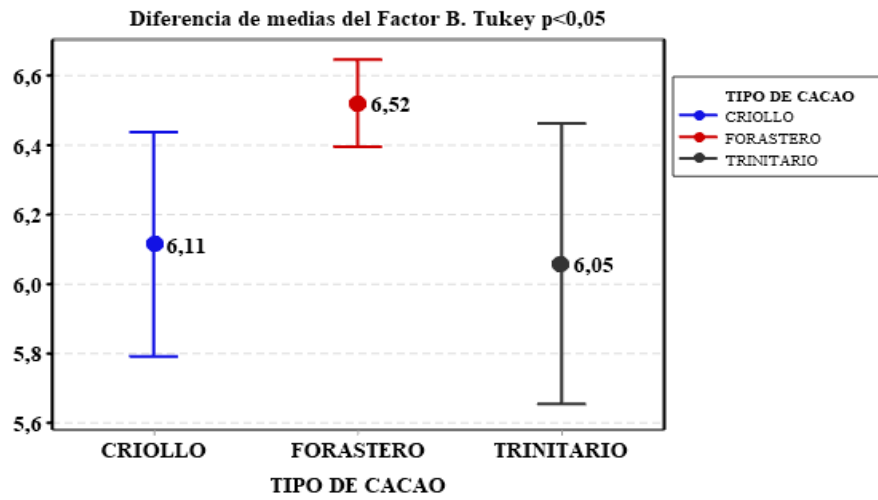
<i>Factor B</i>	<i>pH almendra</i>	<i>pH testa</i>	<i>Acidez titulable</i>	<i>Humedad</i>	<i>Grasa</i>	<i>Índice de semilla</i>
B ₀ : Criollo	5,43 ^C	6,11 ^A	0,96 ^B	6,98 ^A	42,02 ^A	1,30 ^A
B ₁ : Forastero	5,40 ^B	6,52 ^B	0,81 ^A	6,97 ^A	47,97 ^B	1,29 ^A
B ₂ : Trinitario	5,25 ^A	6,05 ^A	1,00 ^C	6,98 ^A	47,00 ^B	1,34 ^B

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p \leq 0,05$).
 ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

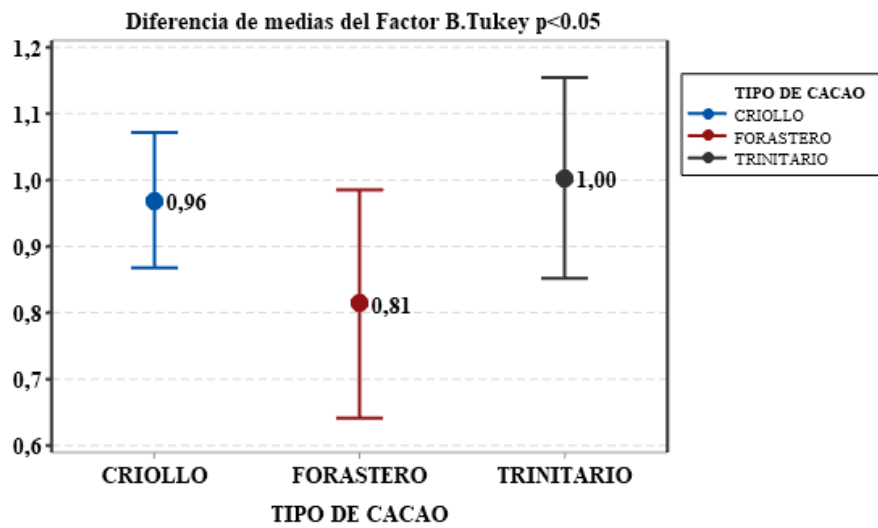
Figura 10. Diferencia de medias del factor B (Tipo de cacao) considerando pH en almendra, pH de la testa, acidez titulable, contenido de grasa e índice de semilla.



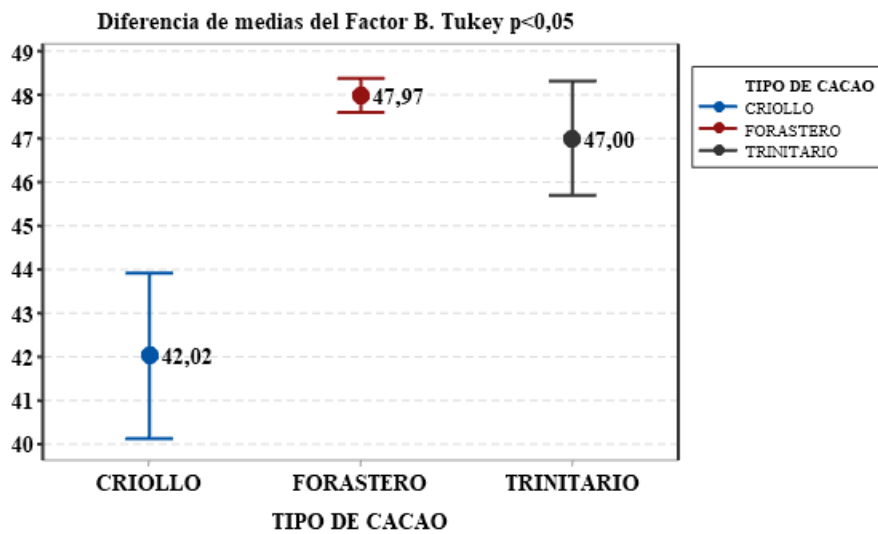
pH testa

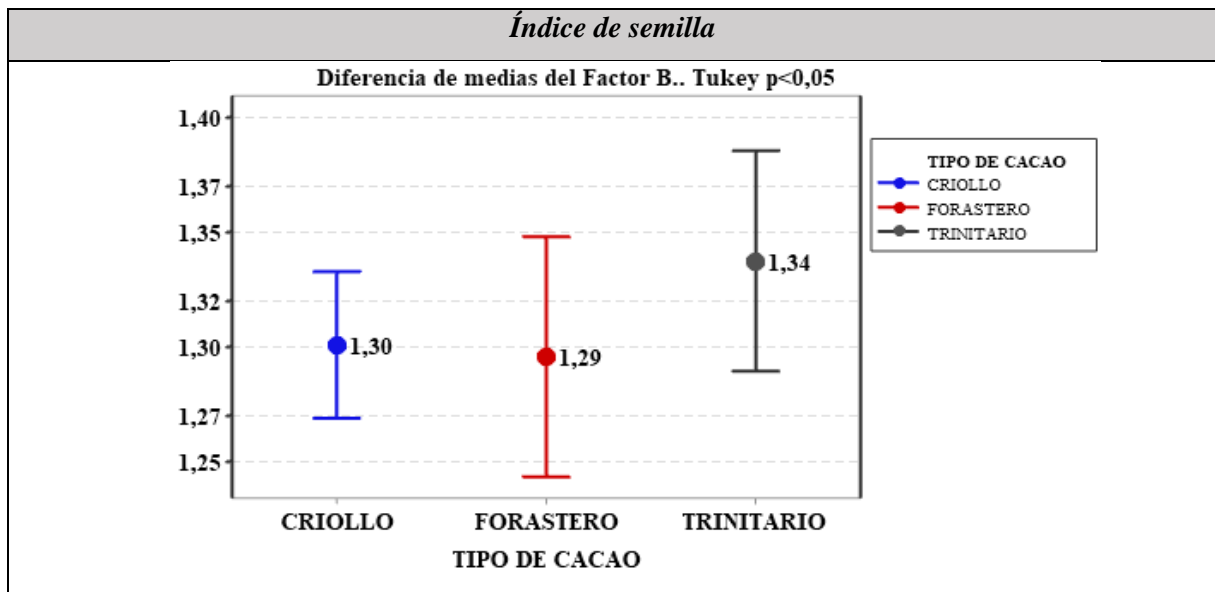


Acidez titulable (%)



Grasa





ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

En la **figura 10**, se describe las medias de los tratamientos del factor B (Tipo de cacao) en cuanto a los análisis físico-químicos que presentaron diferencias significativas, a los cuales se realizó una prueba de comparación múltiple Tukey ($p < 0,05$).

Con respecto al pH almendra, se demostró diferencia significativa en los tres tipos de cacao, para lo cual se obtuvo 3 grupos homogéneos, presentando el valor más alto en el grupo C (b_0 = criollo) con pH de 5,43 y el valor más bajo en el grupo A siendo el nivel (b_2 = trinitario) con 5,25.

En cuanto a la diferencia de medias, considerando el pH testa, se pudo observar que el mayor valor con 6,52 se posicionó en el grupo B (b_1 : forastero); seguido del menor valor situándose en el grupo A con los niveles (a_0 : criollo y b_2 : trinitario) obteniendo valores de 6,11 y 6,05.

Se determinó diferencia significativa en cuanto a la acidez titulable, estableciendo 3 grupos homogéneos, donde se situó el porcentaje más alto en el grupo C (b_2 : trinitario) con un valor de 1,00 %; en comparación al nivel (b_1 : forastero) el cual pertenece al grupo A, siendo este el menor valor de acidez con 0,81 %.

Considerando el contenido de grasa se observó que existió diferencia significativa, determinando 2 grupos homogéneos, donde el contenido más alto corresponde al grupo B con sus niveles (**b1**: forastero y **b2**: trinitario) con valores de 47,97 y 47,00 %; mientras que el contenido más bajo lo presentó el grupo A (**b0**: criollo) con 42,02 % de grasa.

Referente a los resultados obtenidos en el índice de semilla, se identificó 2 grupos homogéneos, situándose el mayor valor con 1,34 g en el grupo B (**b2**: trinitario) mientras que el menor valor se obtuvo en el grupo A con los niveles (**b0**: criollo y **b1**: forastero) con 1,30 y 1,29 g respectivamente.

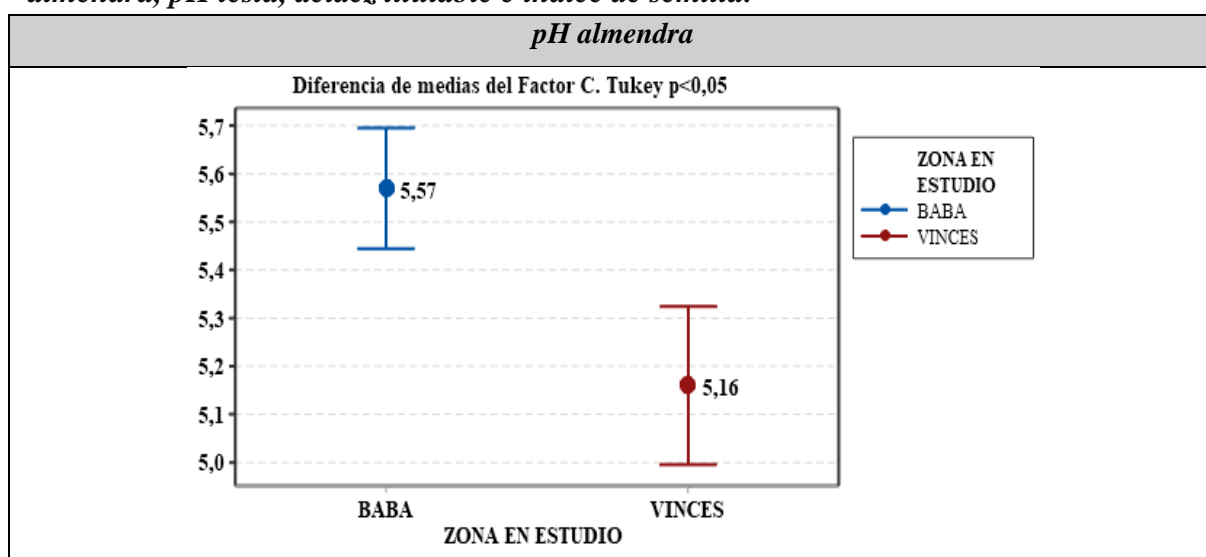
4.1.5.3. Resultados a la influencia de las zonas en estudio (Factor C) sobre las características físico-químicas.

Tabla 64. Prueba de significancia de Tukey del Factor C (Tipo de cacao).

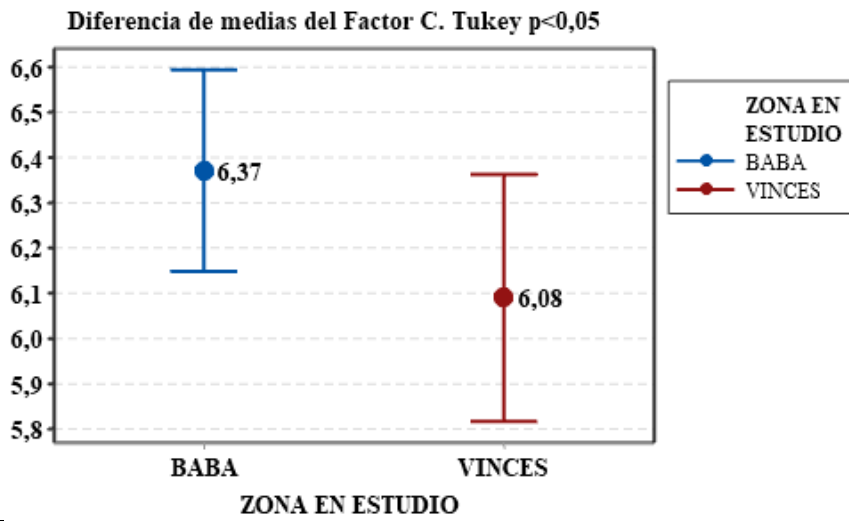
Factor C	pH almendra	pH testa	Acidez titulable	Humedad	Grasa	Índice de semilla
C ₀ : Cantón Vinces	5,16 ^A	6,08 ^A	0,93 ^A	6,98 ^A	45,37 ^A	1,28 ^A
C ₁ : Cantón Baba	5,57 ^B	6,37 ^B	0,92 ^B	6,97 ^A	45,85 ^A	1,34 ^B

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p \leq 0,05$).
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

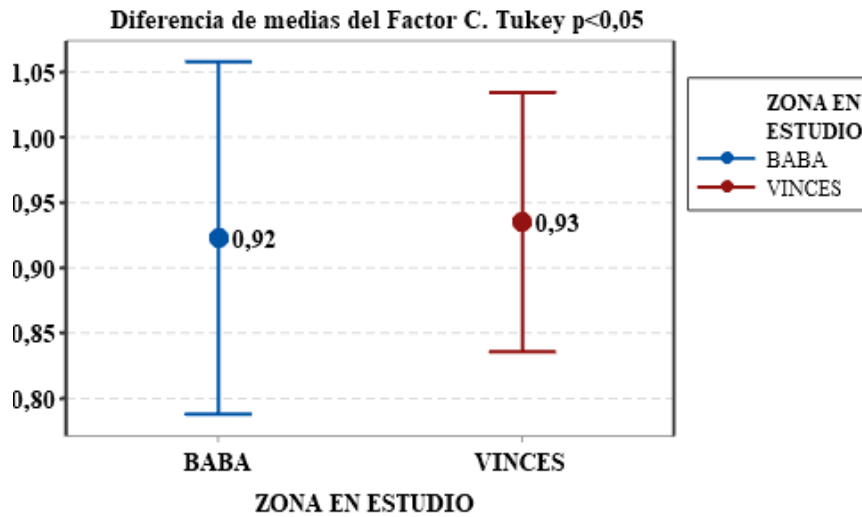
Figura 11. Diferencia de medias del factor C (Zona en estudio) considerando pH almendra, pH testa, acidez titulable e índice de semilla.



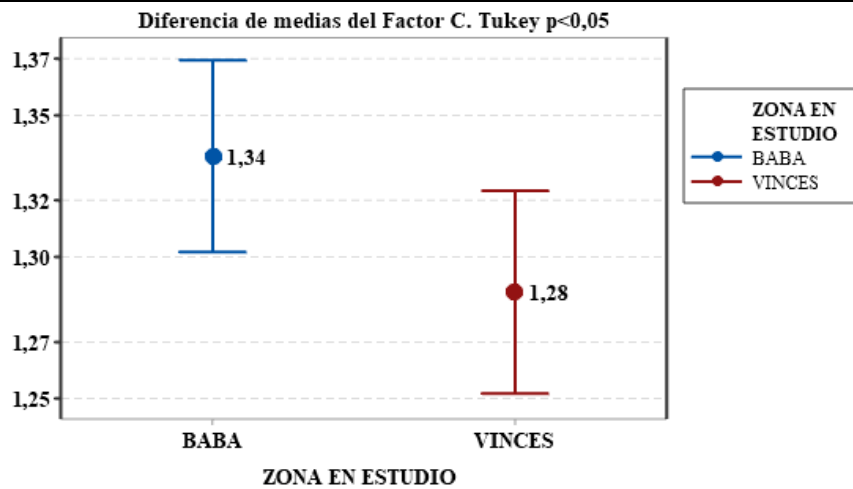
pH testa



Acidez titulable (%)



Índice de semilla



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

La **figura 11**, muestra los valores de Tukey ($p < 0,05$) resumidos de las variables evaluadas correspondientes a los análisis físico-químicos del cacao fermentado y seco considerando las zonas en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba).

En cuanto al pH almendra se encontró diferencia significativa, estableciendo 2 grupos homogéneos, en el cual el mayor nivel se determinó en el grupo B perteneciendo al nivel (**c₁**: Cantón Baba) con 5,57; mientras que el menor valor se situó en el grupo A (**c₀**: Cantón Vinces) con un pH de 5,16.

Según los resultados obtenidos en el pH testa, se determinó diferencia significativa siendo el mayor valor el obtenido en el grupo B (**c₁**: Cantón Baba) con 6,37, mientras que el menor valor se presentó en el grupo homogéneo A (**c₀**: Cantón Vinces) con un pH testa de 6,08.

En lo que respecta a los resultados de acidez titulable entre las zonas en estudio, se mostró diferencia significativa entre las medias de sus tratamientos, determinando el valor más alto en el grupo A (**c₀**: Cantón Vinces) el cual presentó una acidez de 0,93 % seguido en el grupo B (**c₁**: Cantón Baba) con 0,92 %.

Considerando el índice de semilla, se determinó diferencia significativa, por lo tanto; se establecieron dos grupos homogéneos, identificando el valor más alto en el grupo B (**c₁**: Cantón Baba) con 1,34 g; mientras que el valor más bajo el grupo A (**c₀**: Cantón Vinces) con un peso de 1,28 g.

4.1.5.4. Respecto a los resultados de la interacción ABC de los análisis físico-químicos del cacao fermentado y seco.

Tabla 65. Prueba de significación de Tukey de la Interacción ABC (Método de fermentación-Tipo de cacao-Zona en estudio).

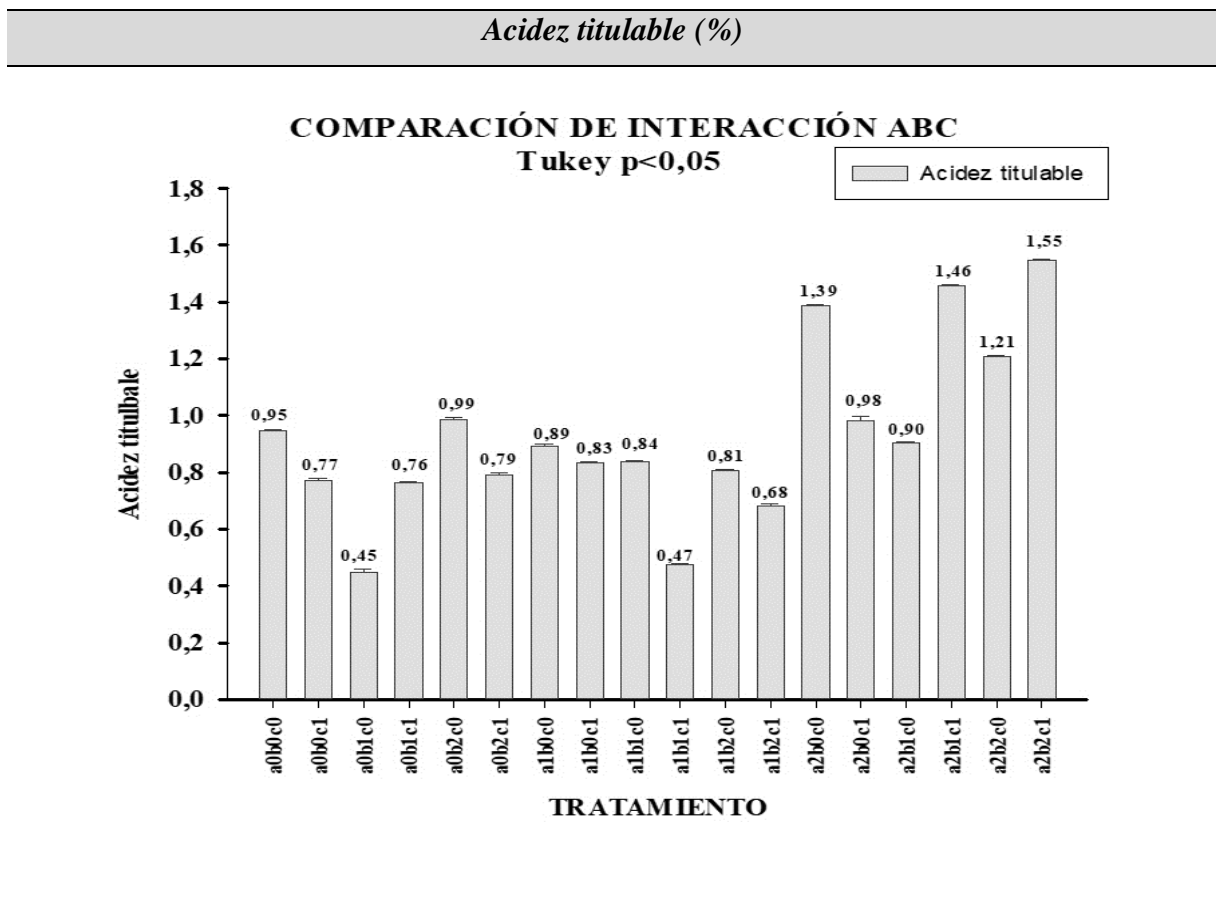
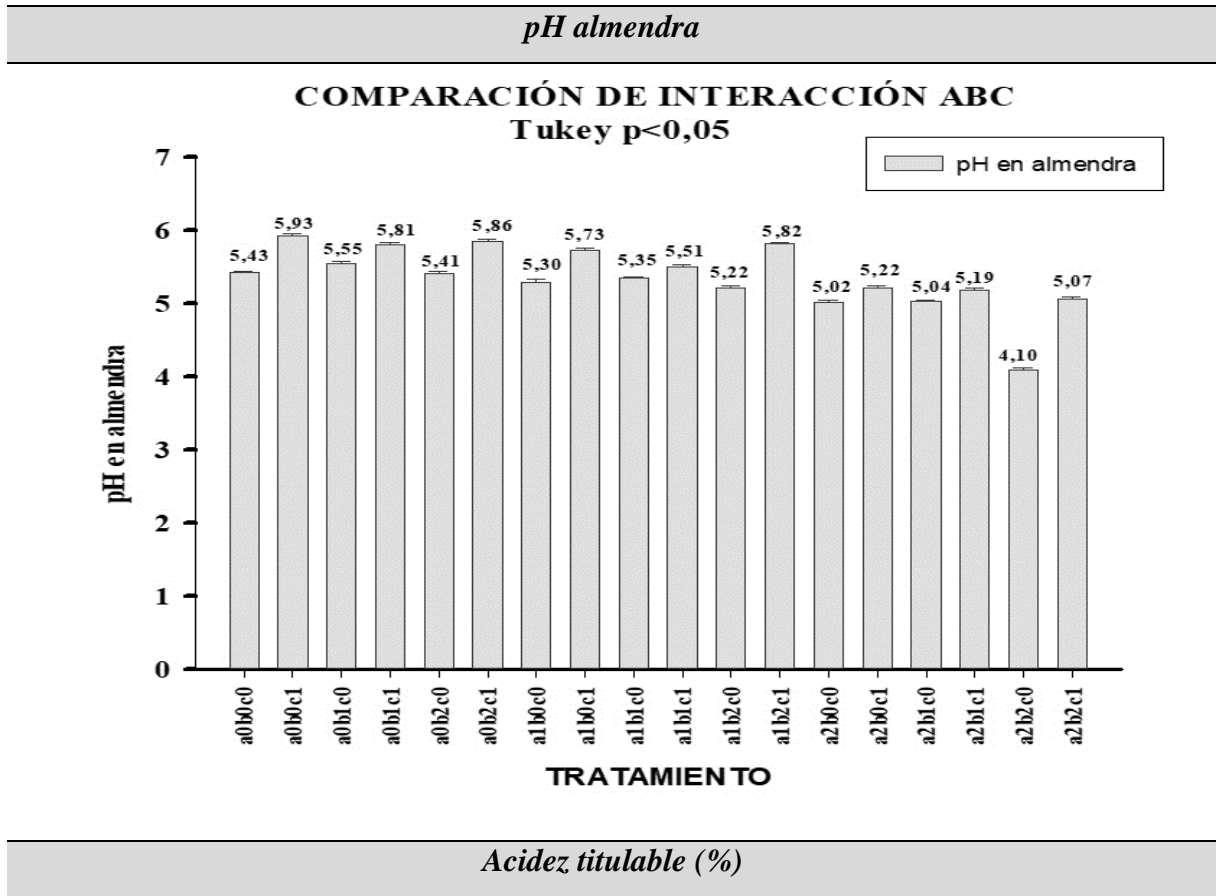
<i>Interacción ABC</i>	<i>Método de fermentación</i>	<i>Tipo de cacao</i>	<i>Zona en estudio</i>	<i>pH almendra</i>	<i>Acidez titulable</i>	<i>Índice de semilla</i>
a ₀ b ₀ c ₀	Cajones en cascada	Criollo	Cantón Vinces	5,43 ^F	0,95 ^I	1,38 ^{DE}
a ₀ b ₀ c ₁	Cajones en cascada	Criollo	Cantón Baba	5,93 ^J	0,77 ^{DE}	1,23 ^A
a ₀ b ₁ c ₀	Cajones en cascada	Forastero	Cantón Vinces	5,55 ^G	0,45 ^A	1,20 ^A
a ₀ b ₁ c ₁	Cajones en cascada	Forastero	Cantón Baba	5,81 ^I	0,76 ^D	1,29 ^C
a ₀ b ₂ c ₀	Cajones en cascada	Trinitario	Cantón Vinces	5,41 ^{EF}	0,99 ^J	1,22 ^A
a ₀ b ₂ c ₁	Cajones en cascada	Trinitario	Cantón Baba	5,86 ^I	0,79 ^{E^F}	1,42 ^{FG}
a ₁ b ₀ c ₀	Sacos de yute	Criollo	Cantón Vinces	5,30 ^D	0,89 ^H	1,28 ^C
a ₁ b ₀ c ₁	Sacos de yute	Criollo	Cantón Baba	5,73 ^H	0,83 ^G	1,26 ^{BC}
a ₁ b ₁ c ₀	Sacos de yute	Forastero	Cantón Vinces	5,35 ^{DE}	0,84 ^G	1,20 ^A
a ₁ b ₁ c ₁	Sacos de yute	Forastero	Cantón Baba	5,51 ^G	0,47 ^B	1,24 ^{AB}
a ₁ b ₂ c ₀	Sacos de yute	Trinitario	Cantón Vinces	5,22 ^C	0,81 ^I	1,21 ^A
a ₁ b ₂ c ₁	Sacos de yute	Trinitario	Cantón Baba	5,82 ^I	0,68 ^C	1,35 ^D
a ₂ b ₀ c ₀	Fermentación controlada	Criollo	Cantón Vinces	5,02 ^B	1,39 ^L	1,29 ^C
a ₂ b ₀ c ₁	Fermentación controlada	Criollo	Cantón Baba	5,22 ^C	0,98 ^J	1,38 ^{DE}
a ₂ b ₁ c ₀	Fermentación controlada	Forastero	Cantón Vinces	5,04 ^B	0,90 ^H	1,40 ^{EF}
a ₂ b ₁ c ₁	Fermentación controlada	Forastero	Cantón Baba	5,19 ^C	1,46 ^M	1,45 ^G
a ₂ b ₂ c ₀	Fermentación controlada	Trinitario	Cantón Vinces	4,10 ^A	1,21 ^K	1,43 ^{FG}
a ₂ b ₂ c ₁	Fermentación controlada	Trinitario	Cantón Baba	5,07 ^B	1,55 ^N	1,42 ^{EF}

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos

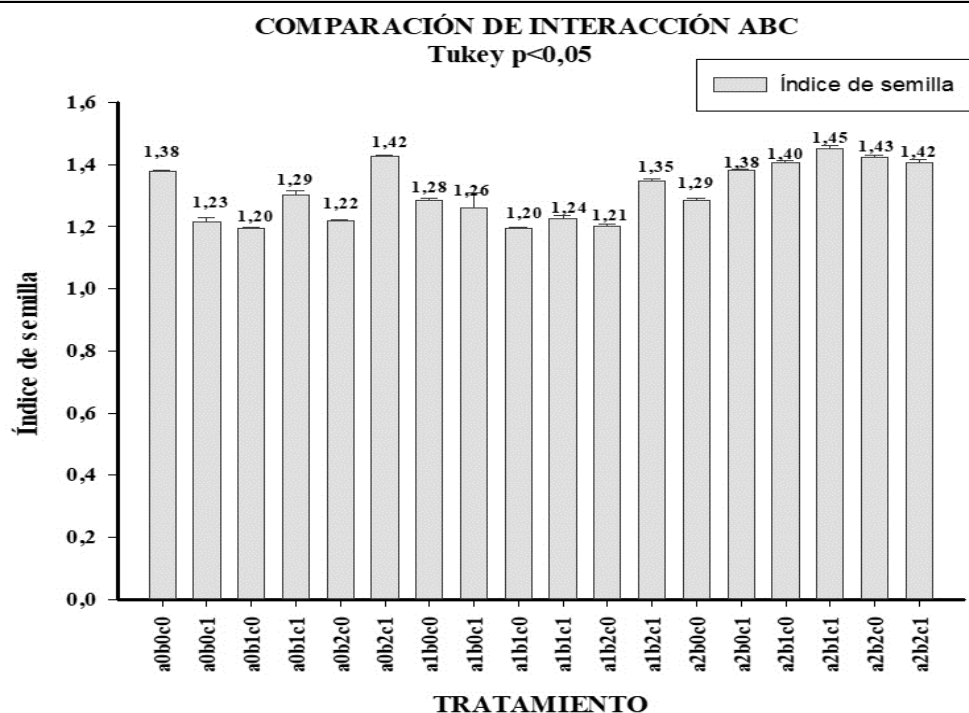
(p ≤ 0,05).

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Figura 12. Diferencia de medias de las interacciones ABC de los granos de cacao fermentado y seco. Tukey ($p < 0,05$).



Índice de semilla



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

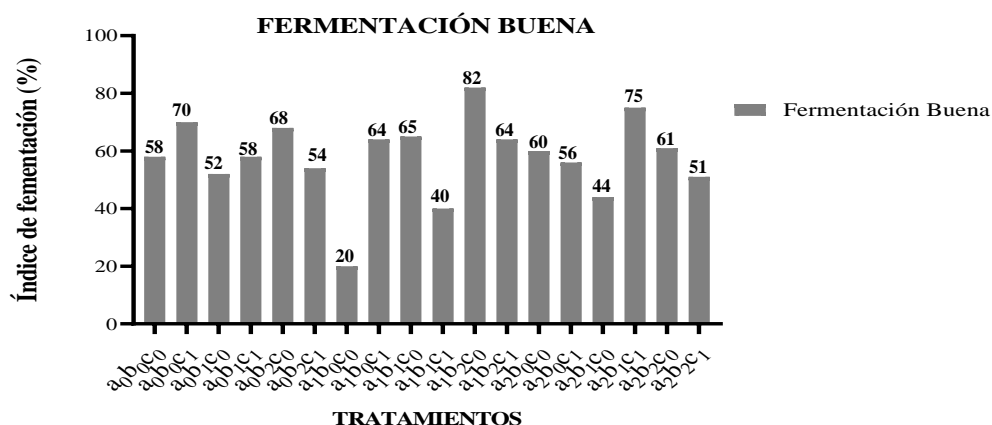
En la **figura 13**, se puede observar los resultados obtenidos del efecto de la interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) a la cual se realizó una prueba de comparaciones múltiples Tukey ($p < 0,05$) para establecer grupos homogéneos.

- En lo que respecta al **pH almendra**, se denotó que existió diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, teniendo en cuenta que el mayor valor (5,93) se situó en la interacción **a0b0c1**: Cajones en cascada + Criollo + Cantón Baba mientras que el menor valor con (4,10) se presentó en la interacción **a2b2c0**: Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Vines.
- En cuanto a la **Acidez titulable**, se determinó que existió diferencia significativa, mostrando que la interacción **a2b2c1**: Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Baba se situó con el mayor valor siendo (1,55 %) en comparación a la interacción **a0b1c0**: Cajones en cascada + Forastero + Cantón Vines, la cual obtuvo el menor valor con un porcentaje de (0,47 %).

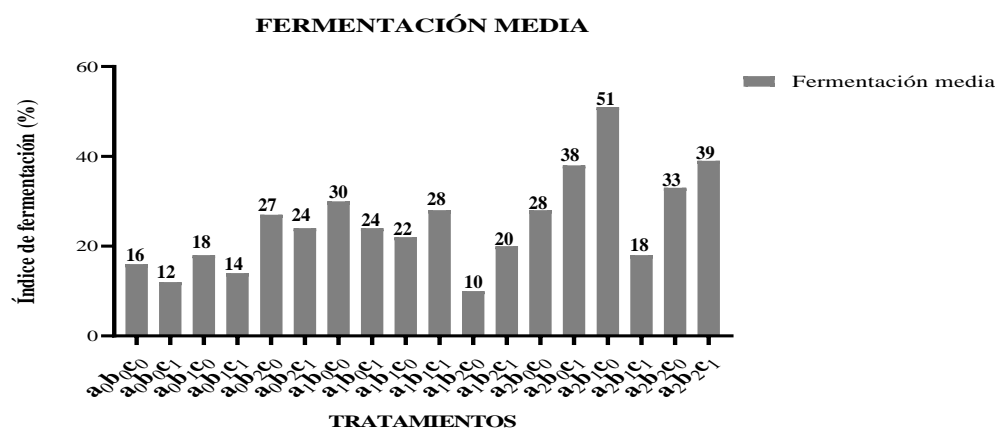
- De acuerdo al **Índice de semilla**, al establecer diferencia significativa, se identificó que mayor peso en 100 almendras se encontró en la interacción **a2b1c1**: Fermentación controlada + Forastero + Cantón Baba con 1,45 g y el menor peso se presentó en las interacciones **a0b1c0**: Cajones en cascada + Forastero + Cantón Vinces; **a1b1c0**: Sacos de yute + Forastero + Cantón Vinces; **a1b2c0**: Sacos de yute + Trinitario + Cantón Vinces; **a0b2c0**: Cajones en cascada + Trinitario + Cantón Vinces y **a0b0c1**: Cajones en cascada + Criollo + Cantón Baba con valores de 1,20 - 1,23 g.

Figura 13. Índice de fermentación de los tratamientos (Métodos de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio).

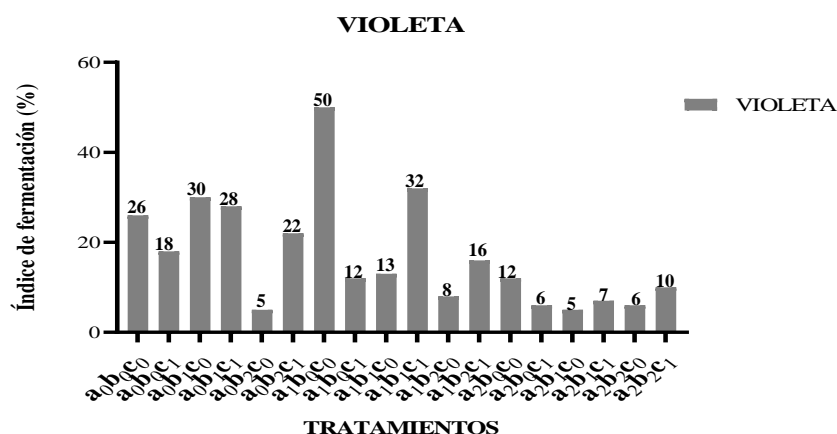
Granos con Fermentación buena



Granos con Fermentación media



Granos Violeta



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

De acuerdo al índice de fermentación presentado en la **figura 13**, se observó que los mejores porcentajes se situaron en las interacciones: **a1b2c0** (Saco de yute + Trinitario + Cantón Vines) con 82 % (Fermentación buena); 10 % (Fermentación media); 8 % (Violetas) y **a2b1c1** (Fermentación controlada + Forastero + Cantón Baba) con 75 % (Fermentación buena); 18 % (Fermentación media); 7 % (Violetas). Mientras que el menor porcentaje, se presentó en la interacción **a1b0c0** (Saco de yute + Criollo + Cantón Vines) con 20 % (Fermentación buena); 20 % (Fermentación media); 50 % (Violetas). Cabe recalcar que entre los tratamientos en estudio (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) no existió clasificación de almendras mohosas, pizarrosas e infectadas obteniendo el 0 %.

4.1.6. Resultados de la prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) con respecto a los factores de estudio para las características sensoriales del chocolate.

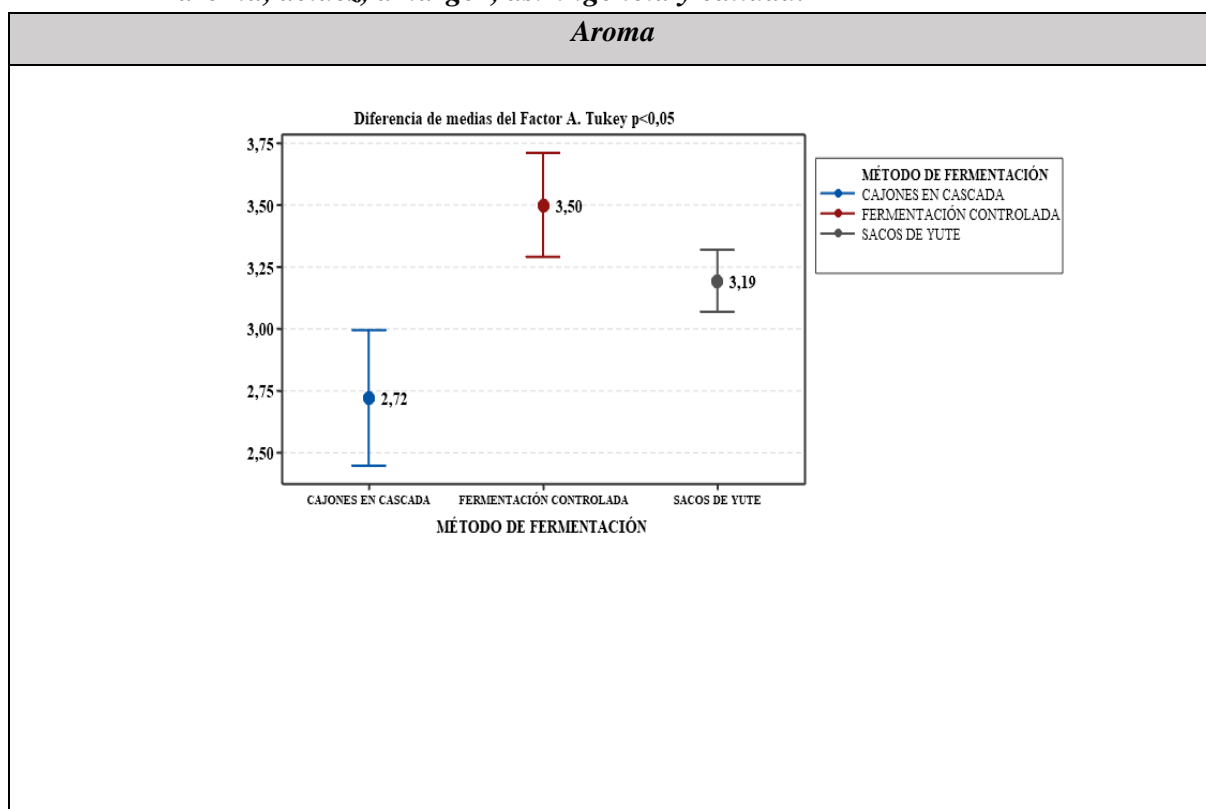
4.1.6.1. Resultados con respecto al efecto de los métodos de fermentación (Factor A) en las características sensoriales del chocolate.

Tabla 66. Prueba de significancia de Tukey del Factor A (Método de fermentación).

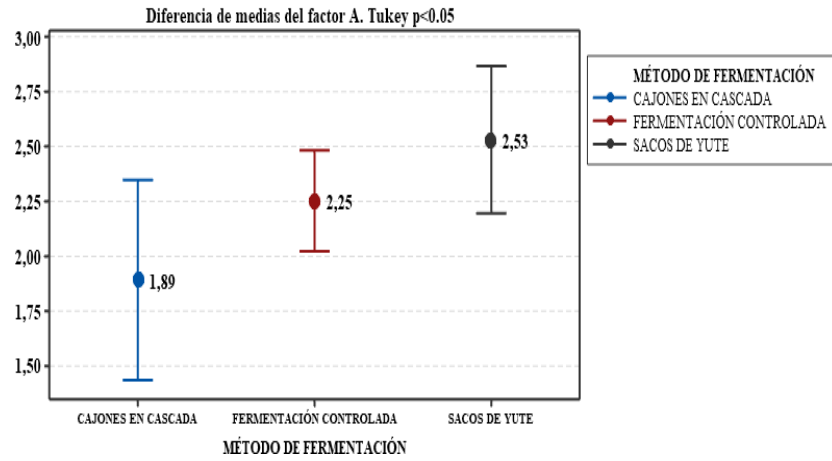
<i>Factor A</i>	<i>Aroma</i>	<i>Acidez</i>	<i>Amargor</i>	<i>Astringencia</i>	<i>Pos gusto</i>	<i>Calidad</i>
A ₀ : Cajones en cascada	2,72 ^A	1,89 ^A	2,33 ^B	2,00 ^B	2,69 ^A	8,00 ^B
A ₁ : Sacos de yute	3,19 ^B	2,53 ^C	2,69 ^C	2,25 ^C	2,66 ^A	7,68 ^A
A ₂ : Fermentación controlada	3,50 ^C	2,25 ^B	1,97 ^A	1,33 ^A	2,77 ^A	8,39 ^C

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p \leq 0,05$).
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

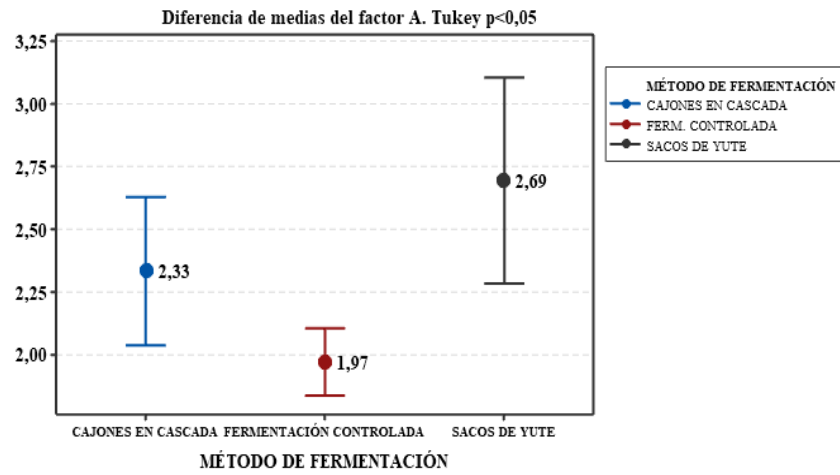
Figura 14. Diferencia de medias del factor A (Método de fermentación) considerando aroma, acidez, amargor, astringencia y calidad.



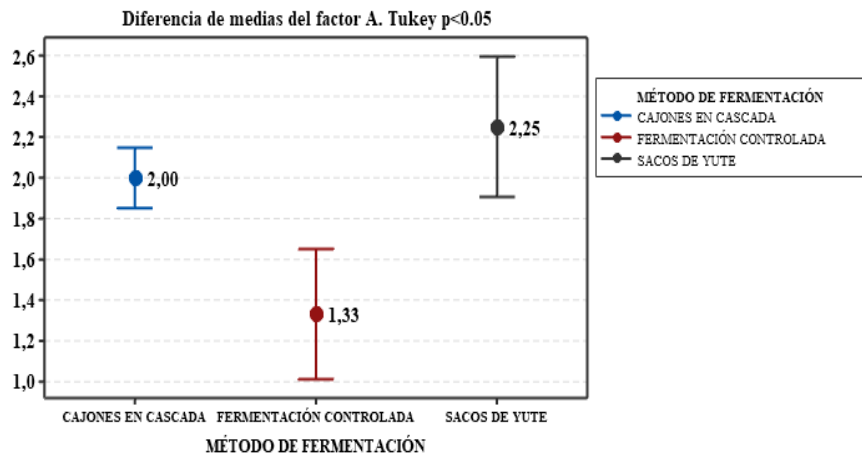
Acidez

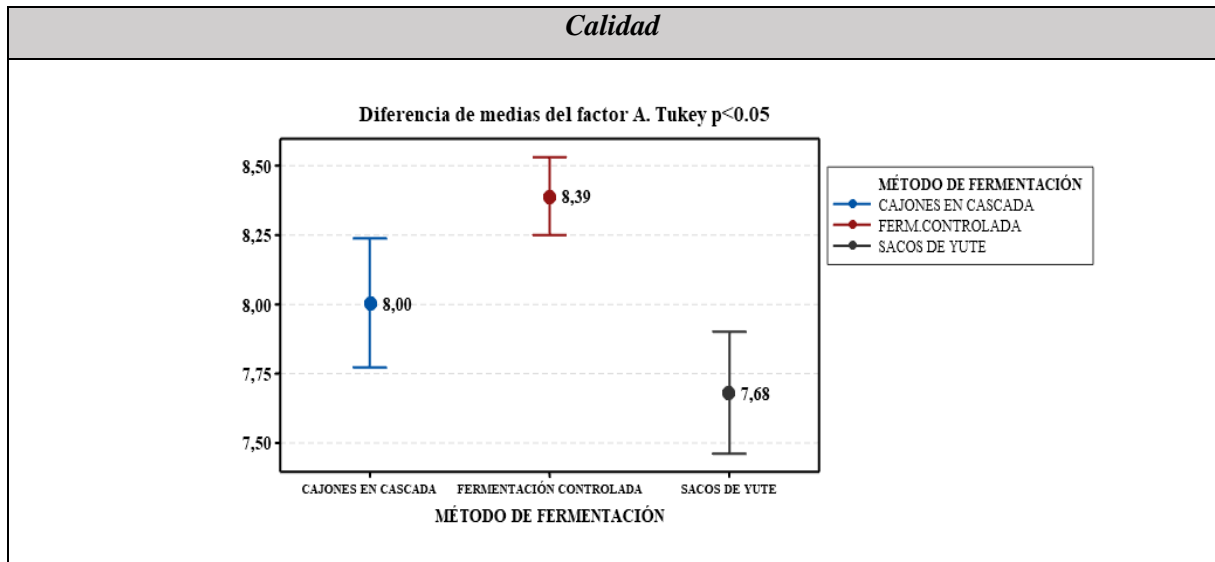


Amargor



Astringencia





ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

En la **figura 14**, se observa los valores de Tukey ($p < 0,05$) correspondientes a las intensidades de cada una de las variables en estudio en el perfil sensorial realizado al producto final, considerando el factor A (Método de fermentación).

En lo que respecta a la categoría aroma se determinó diferencia significativa, estableciendo que la mayor intensidad se situó en el grupo C (**a₂**: fermentación controlada) con un valor de 3,50 dando a conocer que la apreciación de esta variable caracteriza la muestra, mientras que la menor intensidad se presentó en el grupo A (**a₀**: cajones en cascada) con una valoración de 2,72 siendo una muestra que según el indicador se percibe claramente.

De acuerdo al perfil sensorial de acidez se estableció tres grupos homogéneos, por lo tanto, la más alta intensidad para esta categoría se obtuvo en el grupo C (**c₁**: sacos de yute) con una calificación de 2,53 percibiéndose claramente, en comparación a la menor acidez que se determinó en el grupo A (**c₀**: cajones en cascada) con 1,89 siendo apenas detectable, débil en su presencia.

En cuanto la categoría amargor, se identificó diferencia significativa entre las medias de sus tratamientos, estableciendo la mayor escala de intensidad en el grupo C (**a₁**: sacos de yute) con una valoración de 2,69 la cual caracteriza la muestra y la menor intensidad en el grupo A (**a₀**: fermentación controlada) con una puntuación de 1,97 según esta intensidad se otorga como apenas detectable.

Según los resultados obtenidos en la categoría astringencia, se pudo observar que el mayor valor se encontró en el grupo C (**a1**: sacos de yute) con 2,25 percibiéndose claramente en la muestra. Mientras que la menor intensidad se ubicó en el grupo A (**a2**: fermentación controlada) con un valor de (1,33), situándose según el indicador como apenas detectable.

En los resultados obtenidos para la categoría de calidad, se determinó que la valoración más alta se encontró en el grupo C (**a2**: fermentación controlada) con un puntaje de 8,39 ubicando a la muestra según la intensidad como excelente, mientras que el menor puntaje para esta categoría se obtuvo en el grupo A (**a1**: sacos de yute) con una valoración de 7,68 ubicándose con una buena calidad.

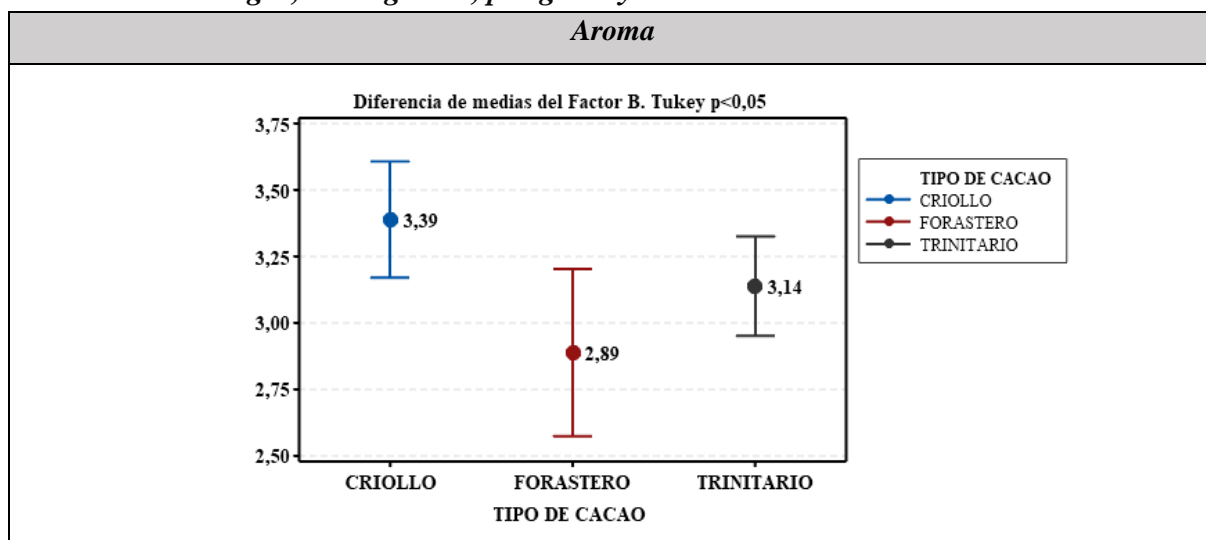
4.1.6.2. Resultados respecto a los perfiles sensoriales de tres tipos de cacao (Factor B) en el chocolate.

Tabla 67. Prueba de significancia de Tukey del Factor B (Tipo de cacao).

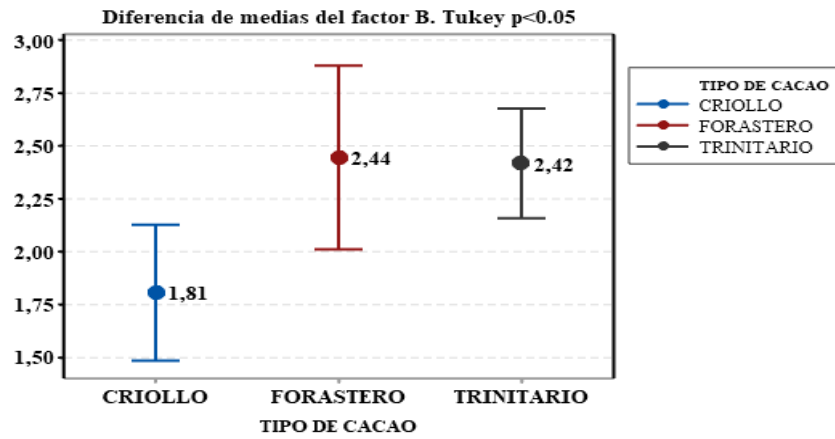
<i>Factor B</i>	<i>Aroma</i>	<i>Acidez</i>	<i>Amargor</i>	<i>Astringencia</i>	<i>Pos gusto</i>	<i>Calidad</i>
B ₀ : Criollo	3,39 ^C	1,81 ^A	2,22 ^A	1,52 ^A	2,86 ^B	8,33 ^C
B ₁ : Forastero	2,89 ^A	2,44 ^B	2,50 ^B	1,91 ^B	2,52 ^A	7,83 ^A
B ₂ : Trinitario	3,14 ^B	2,42 ^B	2,27 ^A	2,13 ^C	2,75 ^B	7,91 ^B

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p \leq 0,05$).
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

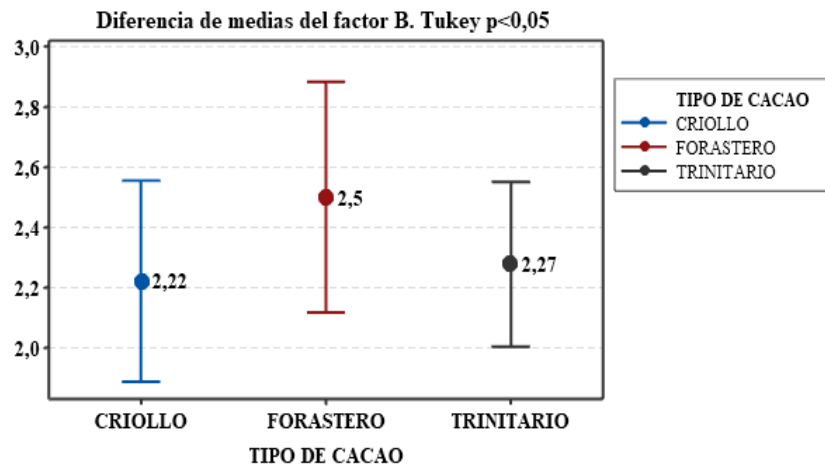
Figura 15. Diferencia de medias del factor B (Tipo de cacao) considerando aroma, acidez, amargor, astringencia, pos gusto y calidad.



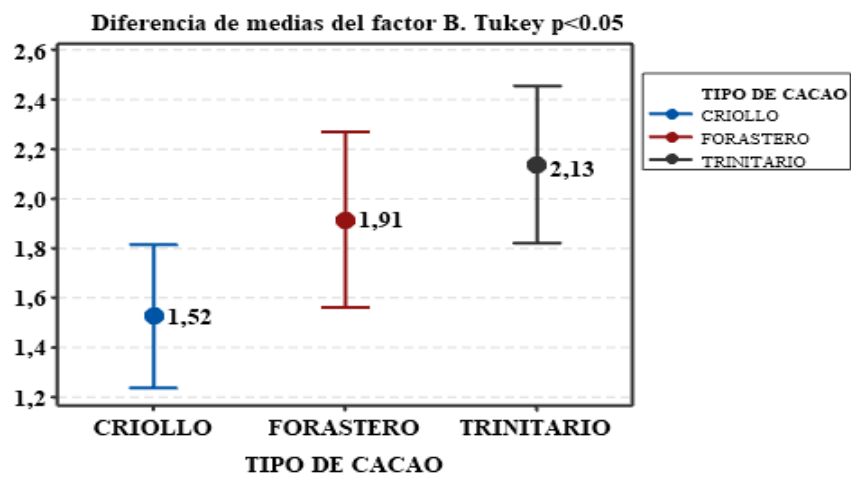
Acidez



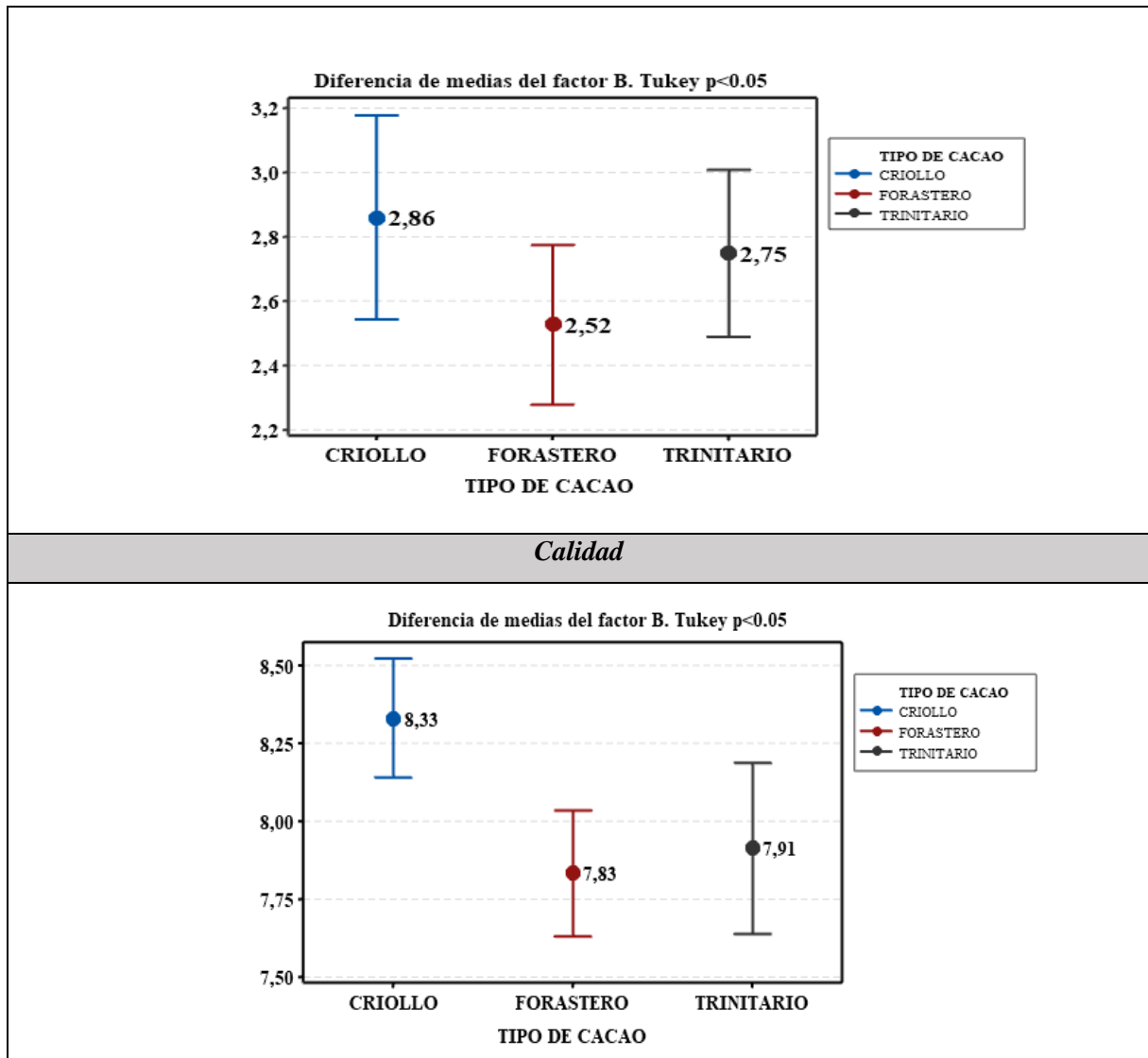
Amargor



Astringencia



Pos gusto



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

En la **figura 15**, se puede observar la valoración de las categorías del perfil sensorial del producto final (chocolate), que presentaron diferencia significativa considerando los tipos de cacao en estudio (Factor B), a los cuales se aplicó una prueba de comparación múltiple Tukey ($p < 0,05$).

Los resultados obtenidos del perfil sensorial aroma mostraron diferencia significativa, determinando que la mayor intensidad para esta categoría se situó en el grupo C (**b₀**: criollo) con una calificación de 3,39 de esta forma caracterizando la muestra, mientras que el menor valor se presentó en el grupo A (**b₁**: forastero) con un valor de 2,89 presentando una denominación de aroma que se percibe claramente.

En la categoría acidez presente el producto final al existir diferencia significativa se establecieron tres grupos homogéneos. Por lo tanto, se identificó que la mayor escala de intensidad se obtuvo en el grupo B (**b₁**: forastero) con una calificación de 2.41 percibiéndose claramente, mientras que la menor intensidad se determinó en el grupo A (**b₀**: criollo) con 1,50 de esta forma ubicándose con una acidez apenas detectable.

En cuanto a la categoría amargor, se pudo observar que existió diferencia significativa, para lo cual se muestra que el mayor valor se dispuso en el grupo B (**b₁**: forastero) con una intensidad de 2,50; caso contrario ocurrió en el grupo A en los niveles (**b₀**: criollo y **b₂**: trinitario) con 2,22 y 2,27 siendo estos valores los más bajos, de acuerdo a la puntuación se determina que la variable en mención se percibe claramente en las muestras.

Considerando los resultados de la intensidad de astringencia, se demostró diferencia significativa, situando la mayor calificación en el grupo C (**b₂**: trinitario) con un valor de 2,13 en la cual la astringencia se percibe claramente, mientras que la menor intensidad para esta categoría se presentó en el grupo A (**b₀**: criollo) con una intensidad de 1,52 siendo apenas detectable.

Según los resultados obtenidos en la intensidad del perfil sensorial pos gusto, se determinó diferencia significativa estableciendo dos grupos homogéneos, donde la mayor intensidad se presentó en el grupo B (**b₀**: criollo y **b₂**: trinitario) con una calificación de 2,86 y 2,75 respectivamente, en comparación al grupo A (**b₁**: forastero) el cual situó la menor intensidad con 2,52. De esta manera, se denominó que el pos gusto se percibe claramente.

De acuerdo a los resultados en la escala de calidad, se identificó diferencia significativa obteniendo la mayor calificación en el grupo C, el cual corresponde al nivel (**b₀**: criollo con una puntuación de 8,33; seguido del grupo A (**b₁**: forastero) que presentó el menor valor con 7,83. Por lo tanto, se determina que según el puntaje obtuvieron una calidad buena.

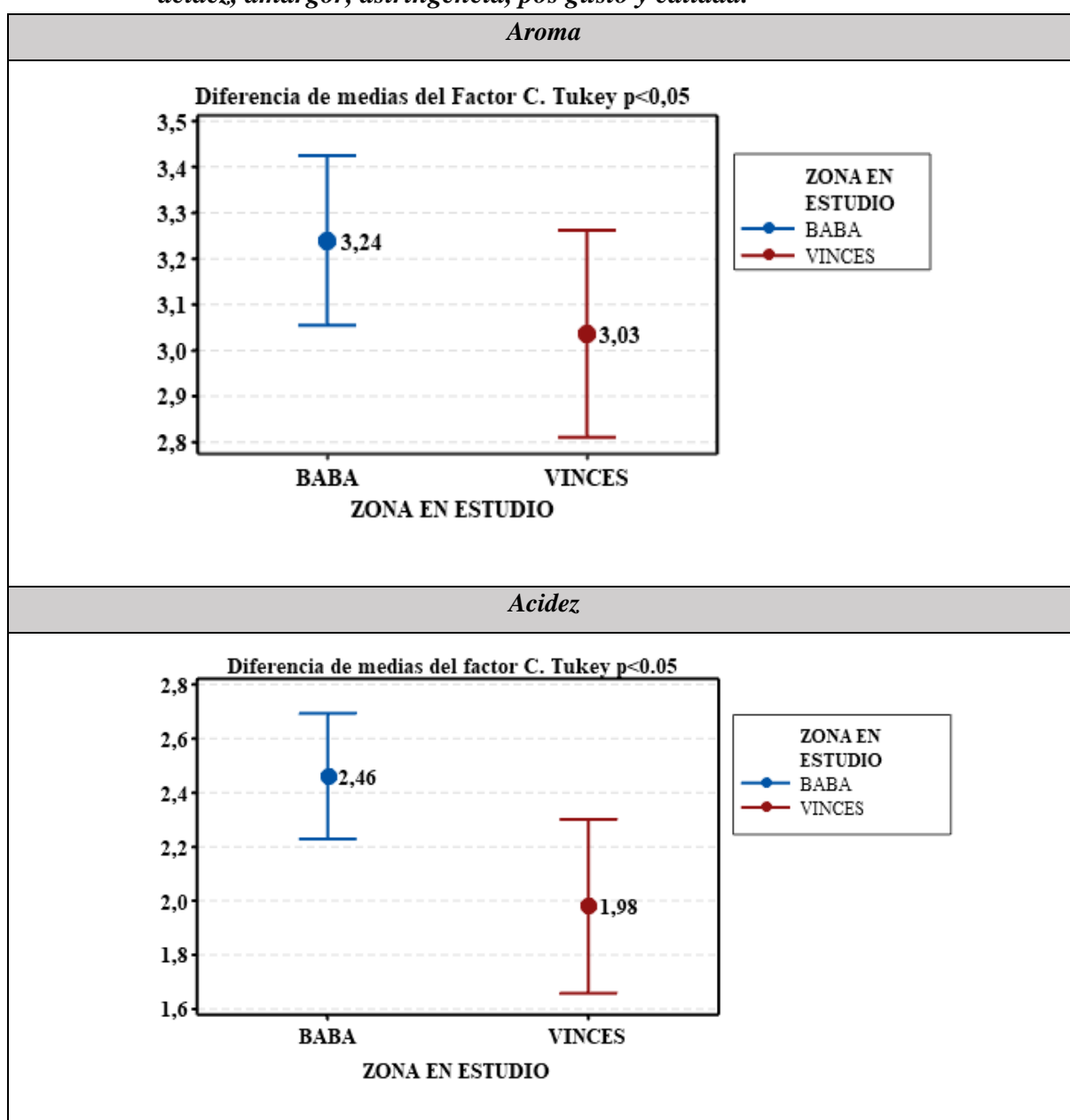
4.1.6.3. Resultados respecto a la influencia de las zonas en estudio (Factor C) en las características sensoriales del chocolate.

Tabla 68. Prueba de significancia de Tukey del Factor C (Zona en estudio).

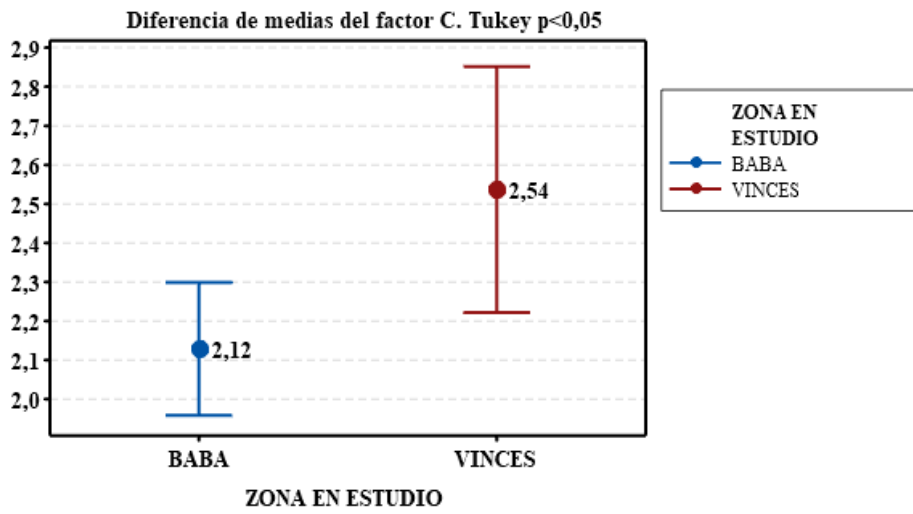
<i>Factor C</i>	<i>Aroma</i>	<i>Acidez</i>	<i>Amargor</i>	<i>Astringencia</i>	<i>Pos gusto</i>	<i>Calidad</i>
C ₀ : Cantón Vinces	3,03 ^A	1,98 ^A	2,54 ^B	1,96 ^B	2,50 ^A	7,96 ^A
C ₁ : Cantón Baba	3,24 ^B	2,46 ^B	2,12 ^A	1,76 ^A	2,92 ^B	8,09 ^B

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p \leq 0,05$).
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

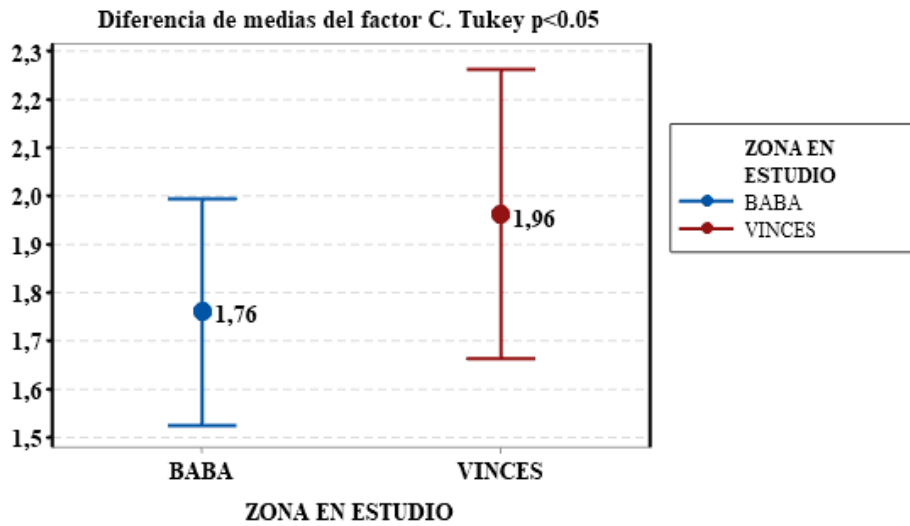
Figura 16. Diferencia de medias del factor C (Zona en estudio) considerando aroma, acidez, amargor, astringencia, pos gusto y calidad.



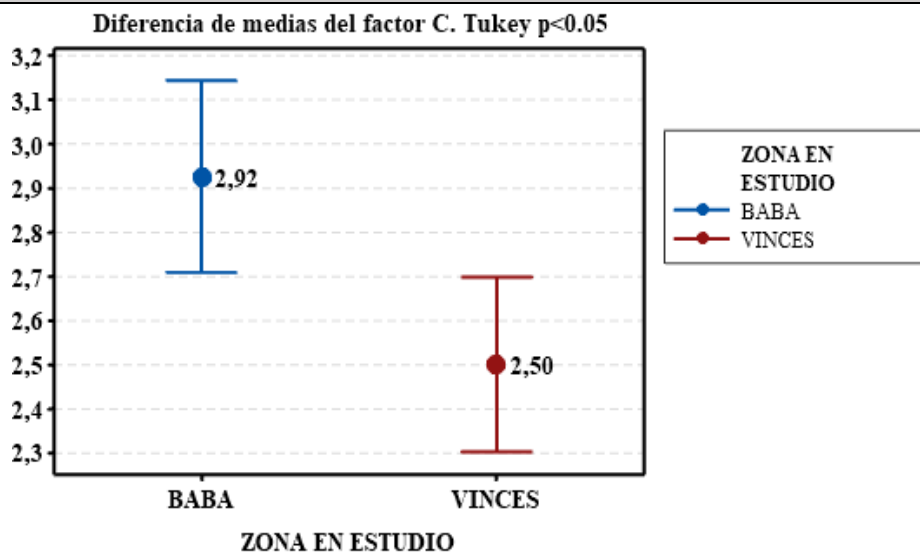
Amargor

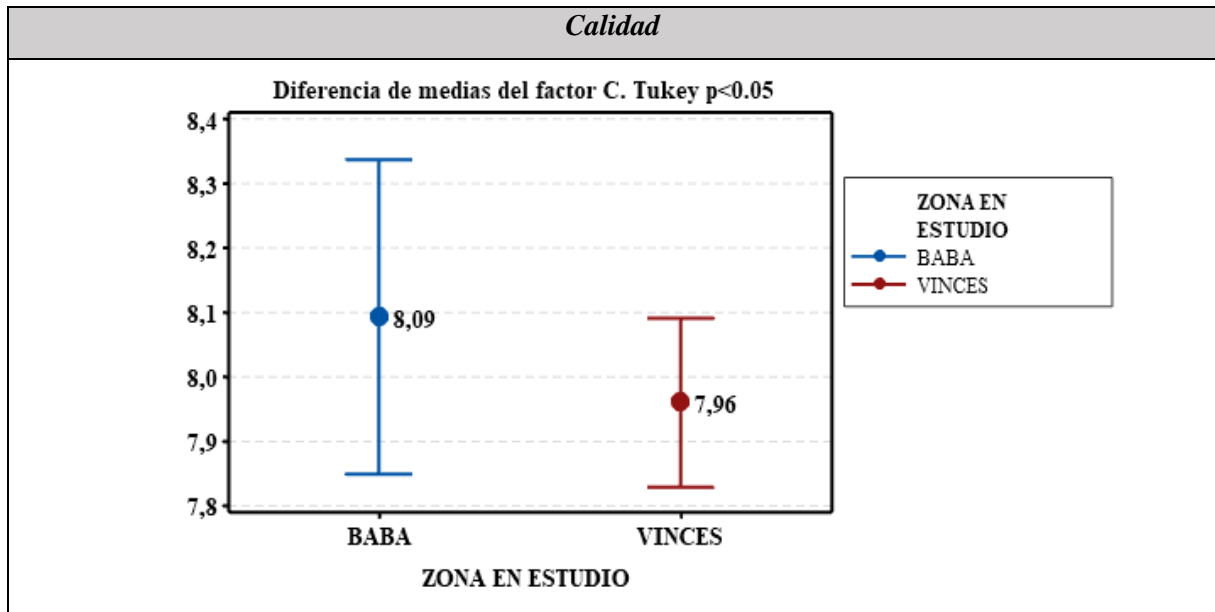


Astringencia



Pos gusto





ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$).

La **figura 16**, muestran los valores de Tukey ($p < 0,05$) resumidos de las variables evaluadas correspondientes al Factor C (zona en estudio)

Según los resultados obtenidos en la categoría aroma, al existir diferencia significativa se pudo establecer dos grupos homogéneos, donde la mayor escala de intensidad se presentó en el grupo B (c_1 : Cantón Baba) con una valoración de 3,24, mientras que la menor intensidad se determinó en el grupo A (c_0 : Cantón Vinges) con 3,03. Según la cuantificación de estas calificaciones se puede decir que el aroma caracterizó la muestra, es decir fue una característica resaltante en cada uno de los niveles de este factor.

En relación a la categoría acidez presente en el producto final, se determinó diferencia significativa, obteniendo dos grupos homogéneos, para lo cual, el valor más alto se presentó en el grupo B (c_1 : Cantón Baba) con una calificación de 2,46 percibiendo claramente esta categoría, frente al grupo A (c_0 : Cantón Vinges) que obtuvo una intensidad inferior con 1,98 siendo apenas detectable en la muestra.

De acuerdo a la escala de intensidad del perfil amargor, se identificó diferencia significativa y se denotó que la mayor escala situó en el grupo B (c_1 : Cantón Vinges) con una intensidad de 2,54; en comparación al menor valor presentando en el grupo A (c_0 : Cantón Baba) con 2,12. Por lo tanto, según la escala de intensidad de la categoría amargor se determinó que se puede percibir claramente en los niveles en mención.

Considerando la valoración de la categoría sensorial de astringencia, se pudo observar que las zonas en estudio presentaron diferencia significativa, de esta manera otorgando la mayor intensidad en el grupo B (**c₀**: Cantón Vinces) con una calificación de 1,96, mientras que la menor intensidad se ubicó en el grupo A (**c₁**: Cantón Baba) con una puntuación de 1,76. De acuerdo a las intensidades obtenidas, se describe que esta categoría se encontró apenas detectable en las muestras.

En cuanto a la categoría pos gusto, al existir diferencia significativa, se observó una intensidad superior en el grupo B (**c₁**: Cantón Baba) con una valoración de 2,92, caso contrario ocurrió en el grupo A (**c₀**: Cantón Vinces) el cual presentó una intensidad inferior con un valor de 2,50. Sin embargo, a estos dos niveles se les atribuye la denominación que se percibe claramente en las muestras.

En lo que respecta a la calidad del chocolate, en los resultados obtenidos se determinó la mayor calificación en el grupo B (**c₁**: Cantón Baba) con un puntaje de 8,09, donde según la escala de intensidad se ubicó con una calidad excelente, mientras que la menor calificación se presentó en el grupo A (**c₀**: Cantón Vinces) con 7,96 obteniendo una puntuación buena para esta categoría

Tabla 69. Prueba de significación de Tukey de la Interacción ABC (Método de fermentación-Tipo de cacao-Zona en estudio).

<i>Interacción ABC</i>	<i>Método de fermentación</i>	<i>Tipo de cacao</i>	<i>Zona en estudio</i>	<i>Aroma</i>	<i>Acidez</i>	<i>Amargor</i>	<i>Astringencia</i>	<i>Pos gusto</i>	<i>Calidad</i>
a ₀ b ₀ c ₀	Cajones en cascada	Criollo	Cantón Vinces	3,17 ^{BCDE}	1,00 ^{AB}	1,33 ^A	2,00 ^{DEF}	2,00 ^{AB}	8,28 ^{EF}
a ₀ b ₀ c ₁	Cajones en cascada	Criollo	Cantón Baba	2,83 ^{BCD}	2,83 ^{FG}	2,50 ^{CDE}	1,83 ^{CDE}	3,17 ^{DE}	8,58 ^G
a ₀ b ₁ c ₀	Cajones en cascada	Forastero	Cantón Vinces	1,83 ^A	0,67 ^A	2,83 ^{DEF}	2,17 ^{EF}	3,00 ^{DE}	7,57 ^C
a ₀ b ₁ c ₁	Cajones en cascada	Forastero	Cantón Baba	2,50 ^{AB}	3,00 ^G	3,00 ^{EFG}	1,83 ^{CDE}	3,17 ^{DE}	7,25 ^B
a ₀ b ₂ c ₀	Cajones en cascada	Trinitario	Cantón Vinces	2,67 ^{BC}	2,17 ^{DEF}	2,33 ^{BCD}	1,83 ^{CDE}	1,83 ^A	8,20 ^{DE}
a ₀ b ₂ c ₁	Cajones en cascada	Trinitario	Cantón Baba	3,33 ^{CDEF}	1,67 ^{BCD}	2,00 ^{ABC}	2,33 ^{EF}	3,00 ^{DE}	8,15 ^{DE}
a ₁ b ₀ c ₀	Sacos de yute	Criollo	Cantón Vinces	3,17 ^{BCDE}	1,33 ^{ABC}	3,33 ^{FG}	1,67 ^{BCDE}	2,17 ^{ABC}	7,70 ^C
a ₁ b ₀ c ₁	Sacos de yute	Criollo	Cantón Baba	3,50 ^{DEF}	2,17 ^{DEF}	2,17 ^{BCD}	2,00 ^{DEF}	3,17 ^{DE}	8,12 ^{DE}
a ₁ b ₁ c ₀	Sacos de yute	Forastero	Cantón Vinces	3,00 ^{BCDE}	2,50 ^{EFG}	3,67 ^G	3,17 ^G	2,17 ^{ABC}	7,55 ^C
a ₁ b ₁ c ₁	Sacos de yute	Forastero	Cantón Baba	3,17 ^{BCDE}	3,17 ^G	1,67 ^{AB}	1,33 ^{ABCD}	2,17 ^{ABC}	8,18 ^{DE}
a ₁ b ₂ c ₀	Sacos de yute	Trinitario	Cantón Vinces	3,17 ^{BCDE}	3,00 ^G	3,33 ^{FG}	2,67 ^{FG}	3,17 ^{DE}	7,65 ^C
a ₁ b ₂ c ₁	Sacos de yute	Trinitario	Cantón Baba	3,17 ^{BCDE}	3,00 ^G	2,00 ^{ABC}	2,67 ^{FG}	3,17 ^{DE}	6,88 ^A
a ₂ b ₀ c ₀	Fermentación controlada	Criollo	Cantón Vinces	3,67 ^{EF}	1,83 ^{CDE}	2,17 ^{BCD}	0,67 ^A	3,00 ^{DE}	8,42 ^{FG}
a ₂ b ₀ c ₁	Fermentación controlada	Criollo	Cantón Baba	4,00 ^F	1,67 ^{BCD}	1,83 ^{ABC}	1,00 ^{AB}	3,67 ^E	8,88 ^H
a ₂ b ₁ c ₀	Fermentación controlada	Forastero	Cantón Vinces	3,17 ^{BCDE}	2,83 ^{FG}	2,00 ^{ABC}	1,17 ^{ABC}	2,67 ^{BCD}	8,22 ^{DE}

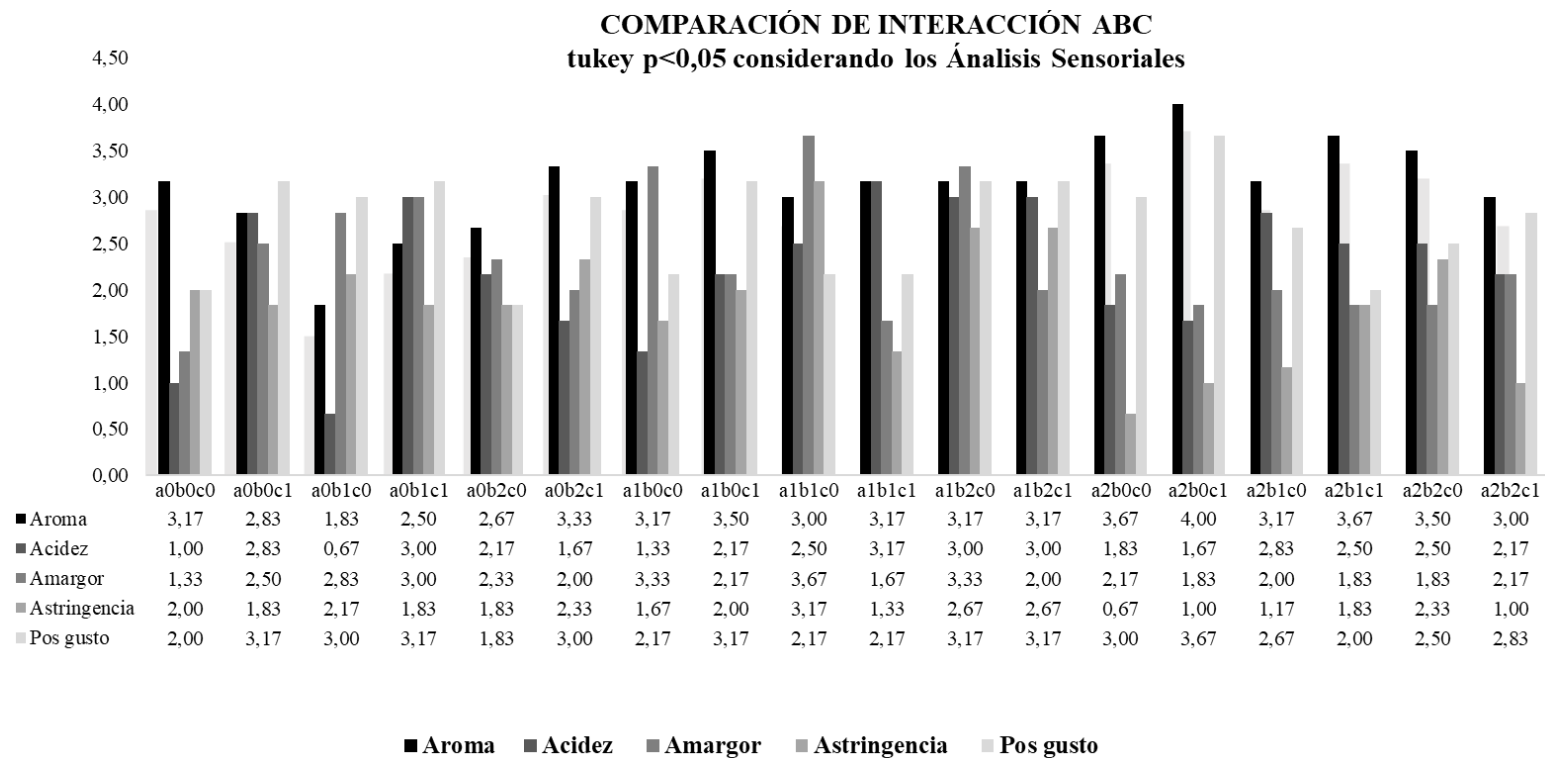
a ₂ b ₁ c ₁	Fermentación controlada	Forastero	Cantón Baba	3,67 ^{EF}	2,50 ^{EFG}	1,83 ^{ABC}	1,83 ^{CDE}	2,00 ^{AB}	8,23 ^E
a ₂ b ₂ c ₀	Fermentación controlada	Trinitario	Cantón Vines	3,50 ^{DEF}	2,50 ^{EFG}	1,83 ^{ABC}	2,33 ^{EF}	2,50 ^{ABCD}	8,05 ^D
a ₂ b ₂ c ₁	Fermentación controlada	Trinitario	Cantón Baba	3,00 ^{BCDE}	2,17 ^{DEF}	2,17 ^{BCD}	1,00 ^{AB}	2,83 ^{CD}	8,55 ^G

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p \leq 0,05$).

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

4.1.6.4. Respecto a los resultados de la interacción ABC del análisis sensorial del chocolate.

Figura 17. Diferencia de medias de la interacción ABC considerando aroma, acidez, amargor, astringencia y pos gusto del producto final (chocolate).



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

En la **figura 17**, se observa los resultados de la diferencia de medias obtenidos de la prueba de comparaciones múltiples Tukey ($p < 0,05$) considerando la interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio), donde se representó gráficamente el nivel de intensidad según el perfil sensorial predominante de cada tratamiento en estudio.

De acuerdo los resultados de las intensidades de aroma, situó el mayor valor (4) en la interacción **a2b0c1**: Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba, presentando un aroma dominante a cítrico/ floral, frente al menor valor con (1,83) en la interacción **a0b1c0**: Cajones en cascada+ Forastero+ Cantón Vines, obteniendo un aroma apenas detectable, es decir débil en su presencia a frutal/leve café tostado.

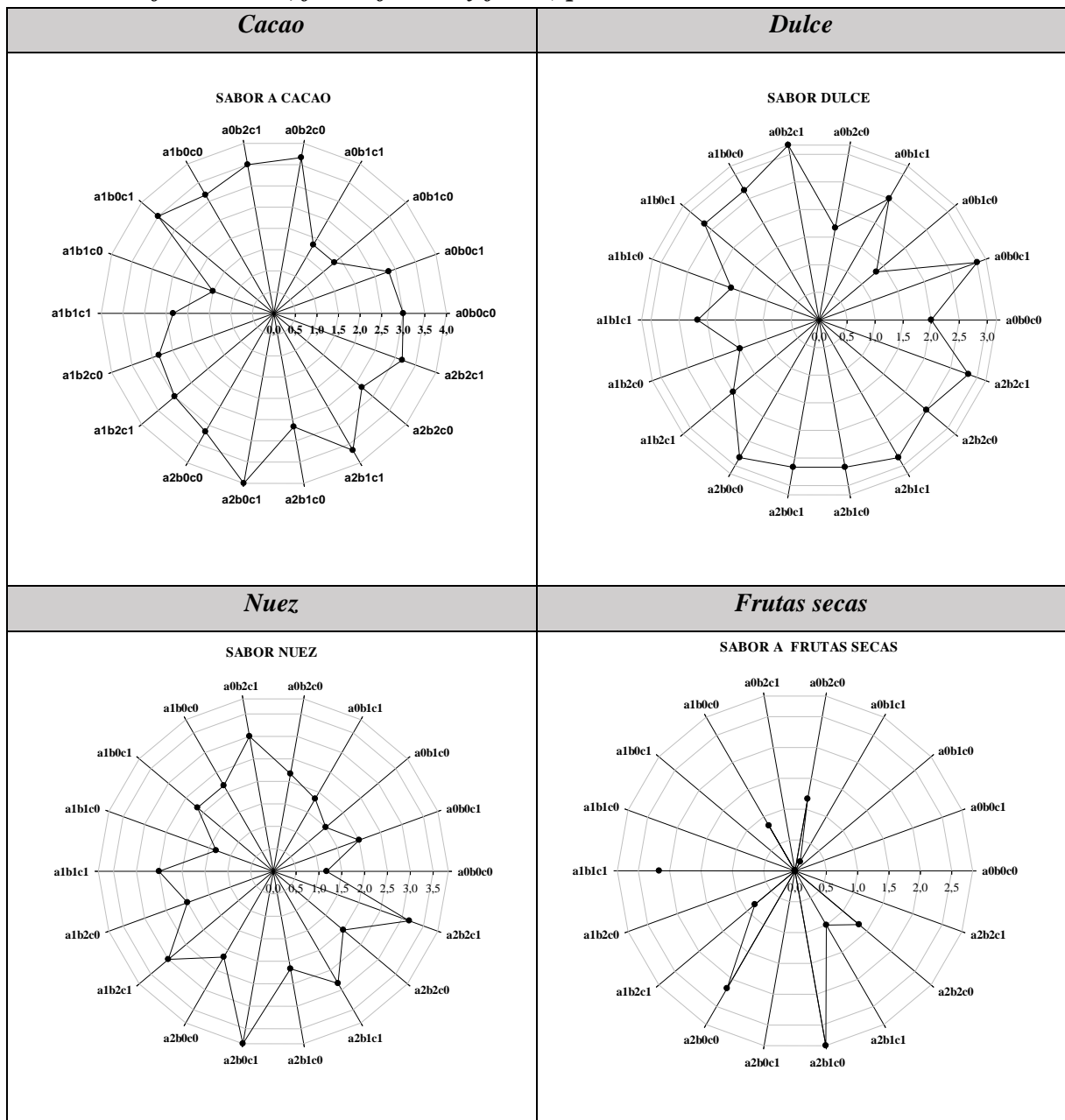
Según el perfil **Acidez**, se estableció diferencia significativa, presentando la mayor intensidad en la interacción **a1b1c1**: Sacos de yute + Forastero + Cantón Baba con (3,17) calificación que permite caracterizar la muestra con una sensación a ácido láctico; mientras que el menor valor se ubicó en la interacción **a0b1c0**: Cajones en cascada + Forastero+ Cantón Vines con una intensidad de (0,67), obteniendo una mínima sensación a ácido málico/manzana verde.

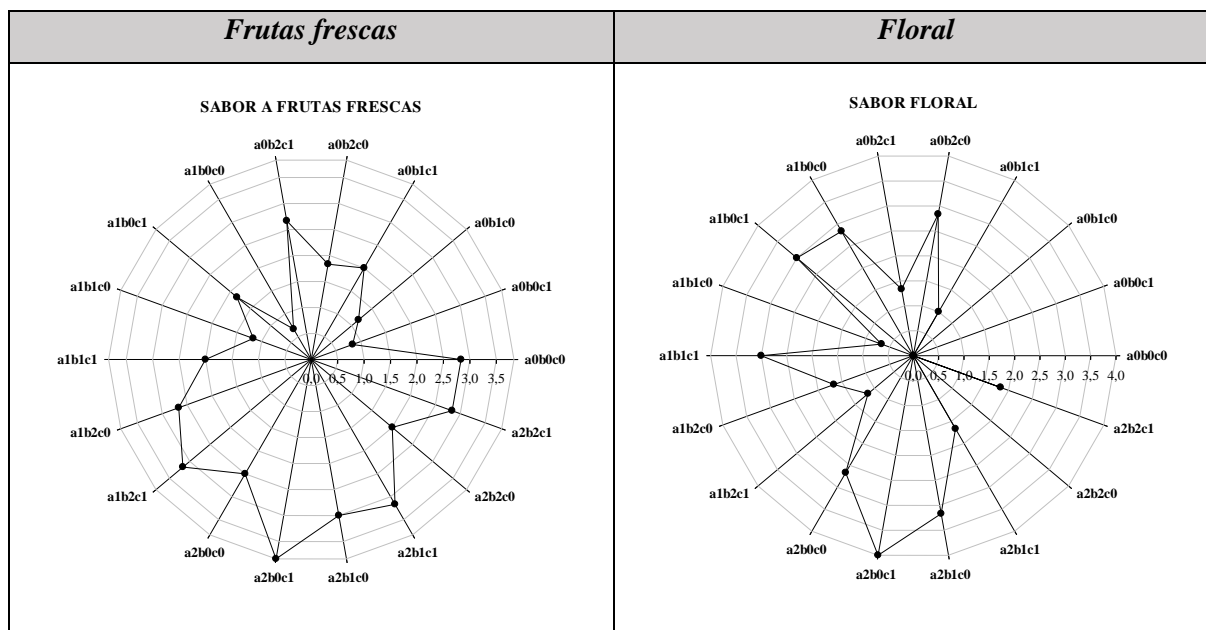
Con respecto al perfil sensorial **Amargor** muestra que la mayor calificación se encontró en la interacción **a1b1c0**: Sacos de yute + Forastero + Cantón Vines con (3,67) categoría sensorial que caracteriza la muestra a café tostado y la menor valoración con (1,33) en la interacción **a0b0c0** que corresponde a Cajones en cascada + Criollo + Cantón Vines, de esta manera se determinó que esta categoría fue apenas detectable con un amargor leve a cafeína.

Considerando el nivel de intensidad de **Astringencia**, se determinó diferencia significativa, presentando la mayor escala en la interacción **a1b1c0**: Sacos de yute + Forastero + Cantón Vines con una intensidad de (3,17), siendo este atributo que caracteriza la muestra con una sensación parecida a probar té amargo, en comparación a la interacción **a2b0c0**: Fermentación controlada + Criollo + Cantón Vines la cual presentó el menor valor con (0,67), de esta manera se denominó sin presencia de este atributo con un descriptor leve sensación a cáscara de plátano.

En cuanto a la categoría **Pos gusto**, se obtuvo la mayor intensidad en la interacción **a2b0c1**: Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba con un valor de (3,67): por lo tanto, de acuerdo al puntaje obtenido permite atribuir que esta categoría sensorial caracteriza la muestra presentando un pos gusto cítrico/foral, cremoso y suave que permite una progresión gradual del sabor en la boca, mientras que la menor intensidad se posicionó en la interacción **a0b2c0**: Cajones en cascada + Trinitario + Cantón Vinces con (1,83), donde según el nivel intensidad es apenas detectable, siendo débil en su presencia y además obtuvo un descriptor en esta categoría poco intenso.

Figura 18. Nivel de intensidad del perfil sensorial de los sabores (cacao, dulce, nuez, frutas secas, frutas frescas y floral) presentes en el chocolate.





ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

($p < 0,05$)

En la **figura 19**, se observa los resultados de la diferencia de medias obtenidas de la prueba de comparaciones múltiples Tukey ($p < 0,05$) considerando las interacciones ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio), donde se representó gráficamente el nivel de intensidad según el perfil sensorial de los sabores predominantes en cada tratamiento en estudio.

De acuerdo a los niveles de intensidad del **Sabor Cacao**, al existir diferencia entre las medias del tratamiento, ubicó el mayor nivel (4) en la interacción **a2b0c1**: Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba, siendo este atributo dominante en la muestra con una sensación a achocolatado, mientras que la menor intensidad se situó en la interacción **a1b1c0**: Sacos de yute + Forastero + Cantón Vinces con un valor de (1,50) por lo cual permitió atribuir que este sabor es apenas detectable en el tratamiento con un descriptor poco achocolatado.

Según la cuantificación del **Sabor Dulce** situó con la mayor valoración en la interacción **a0b2c1**: Cajones en cascada + Trinitario + Cantón Baba con (3,17), según la intensidad este atributo caracteriza el tratamiento en mención otorgándole un sabor dulce a caramelo. En comparación a la menor valoración que se ubicó en la interacción **a0b1c0**: Cajones en cascada + Forastero+ Cantón Vinces con una escala de (1,33), por lo tanto, se denomina como apenas detectable o leve acaramelado.

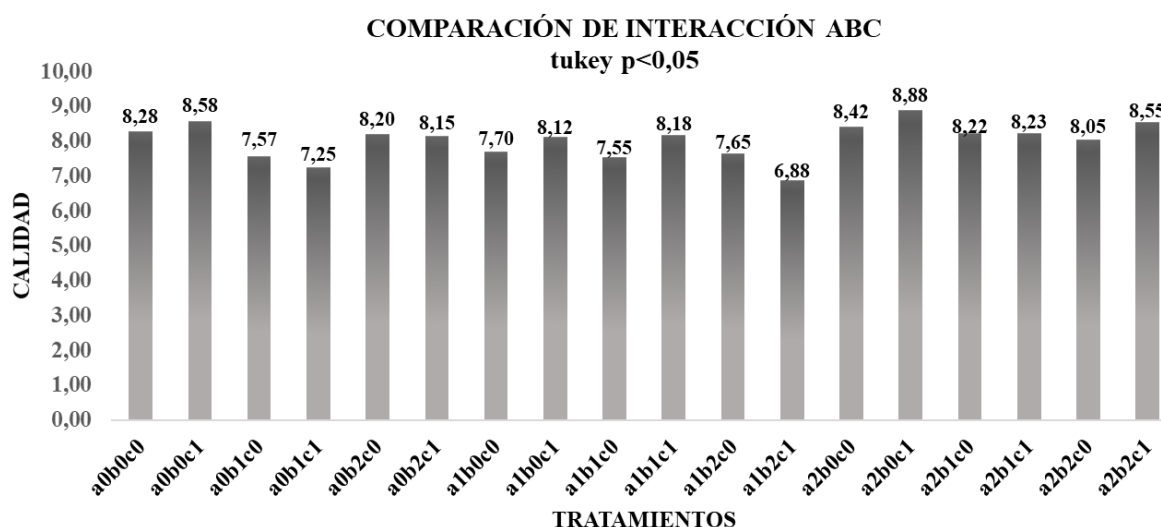
Con respecto a los resultados obtenidos del atributo sensorial *Sabor a nuez* mostró la mayor intensidad en la interacción **a2b0c1**: Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba con (3,83) de esta manera el atributo caracterizó la muestra, es decir es una característica resaltante a almendra y la menor intensidad con (1,17) se ubicó en la interacción **a0b0c0**: Cajones en cascada + Criollo + Cantón Vines perteneciendo a la denominación apenas detectable con una descripción poco perceptible.

Considerando la escala de intensidad del *Sabor Frutas Secas* se constató que el mayor valor se ubicó en la interacción **a2b1c0**: Fermentación controlada + Forastero + Cantón Vines con una puntuación de (2,83) con un descriptor a uva pasa percibiéndose claramente en la muestra, en relación a las interacciones **a0b0c0**: Cajones en cascada + Criollo + Cantón Vines ; **a0b0c1**: Cajones en cascada + Criollo + Cantón Baba; **a0b1c0**: Cajones en cascada + Forastero+ Cantón Vines; **a0b2c1**: Cajones en cascada + Trinitario + Cantón Baba; **a1b0c1**: Sacos de yute + Criollo + Cantón Baba; **a1b1c0**: Sacos de yute + Forastero + Cantón Vines; **a1b2c0**: Sacos de yute + Trinitario + Cantón Vines; **a2b0c1**: Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba; **a2b2c1**: Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Baba con valoración (0) no existió la presencia de este atributo.

En cuanto al nivel de intensidad del *Sabor Frutas Frescas*, presentó la mayor escala en la interacción **a2b0c1** perteneciente a Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba con un valor de (3,83) obteniendo un descriptor de naranja/limón caracterizando la muestra. Mientras que la menor escala con (0,67) se presentó en la interacción **a1b0c0**: Sacos de yute + Criollo + Cantón Vines es decir para este tratamiento se le otorgó la denominación ausente, sin presencia de este atributo con una sensación leve a plátano maduro.

En relación al *Sabor Floral* presente en los tratamientos en estudio, se determinó que la interacción **a2b0c1**: Fermentación controlada+ Criollo+ Cantón Baba se ubicó con la mayor intensidad con un valor de (4) obteniendo un sabor dominante a flor de café/jazmín. Por lo contrario, las interacciones **a0b0c0** (Cajones en cascada + Criollo + Cantón Vines), **a0b0c1** (Cajones en cascada + Criollo + Cantón Baba), **a0b1c0**, (Cajones en cascada + Forastero + Cantón Vines), **a2b2c0** (Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Vines) no presentaron intensidad en este atributo

Figura 19. Diferencia de medias de la interacción ABC considerando la calidad del producto final.



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

(p<0,05)

En relación a los resultados obtenidos en la *Calidad* de los tratamientos, se estableció diferencia significativa, determinando la mayor escala de calidad en la interacción **a2b0c1**: Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba con una valoración de (8,83), de esta forma el tratamiento en mención se ubicó con una excelente calidad. Mientras que la interacción **a1b2c1**: Sacos de yute + Trinitario + Cantón Baba, presentó la menor escala con una puntuación de (6,88), sin embargo, se ubicó con una calidad buena.

4.1.7. Resultados de la caracterización del tipo y morfología de las levaduras a partir del mucilago del cacao considerando las zonas en estudio.

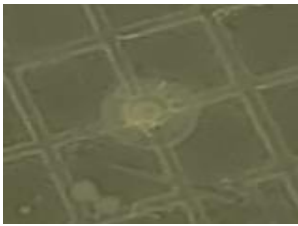

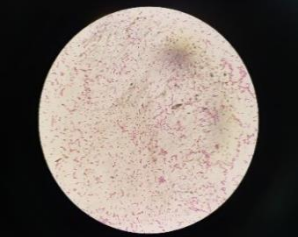
Tabla 70. Recuento de colonias del mucílago del cacao nacional.

Zona en estudio	Horas fermentación.	Absorbancia	Escala	UFC	Conteo de colonias
Cantón Vinces	48	1,419	Escala MCFarland 1	3.0x10 ⁸	MNPC
Cantón Baba	48	1,888	Escala MCFarland 2	6.0x10 ⁸	MNPC

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Interpretación: Según los resultados obtenidos en la tabla 70 del recuento de colonias, se empleó los estándares de McFarland para el ajuste de turbidez de suspensiones bacterianas. Tomando en cuenta el nivel de absorbancia para la muestra de mucílago del cacao nacional obtenido del Cantón Vinces que fue de 1,419, nivel de absorbancia que se encuentra dentro del patrón de McFarland al 1 %, por lo cual correspondió a una suspensión homogénea de 3.0×10^8 células bacterianas por mL. Mientras que para el Cantón Baba se utilizó el patrón de McFarland del 2 % debido a que su nivel absorbancia fue de 1,888, que correspondió aproximadamente a una suspensión homogénea de 6.0×10^8 . Posterior al recuento de colonias, se determinó según la microbiología básica que las colonias fueron muy numerosas para contar.

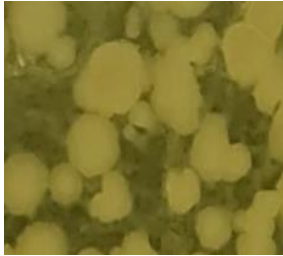
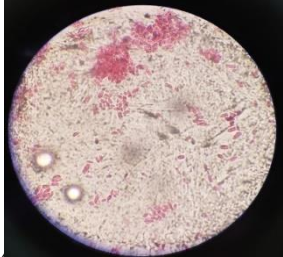

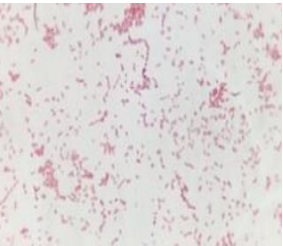
Tabla 71. Caracterización morfológica de las bacterias en el mucílago de cacao obtenido de la zona en estudio (Cantón Vinces).

<i>Vista Microbiológica</i>	<i>Caracterización de la colonia en placa</i>	<i>Vista Microbiológica</i>
	<i>Forma: Romboidal</i> <i>Margen: Irregular</i> <i>Color: Beige oscuro</i>	
	<i>Clasificación según Tinción Gram</i>	
<i>Aldas J, Revilla K (2020).</i>	<i>Bacilos Gram (-) /Acetobacter spp</i>	<i>Salazar, L. (2017).</i>

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

La tabla 71, ilustra la morfología de las colonias del mucílago obtenido de la zona en estudio (Cantón Vinces), utilizando el medio de cultivo MRS, se logró identificar colonias forma romboidal y margen irregular, color beige oscuro, Con la descripción realizada se deduce que corresponde Bacilos Gram (-) de colonias bacterianas Acetobacter spp. (Vista microscópica 100x).

Tabla 72. Caracterización morfológica de las bacterias en el mucílago de cacao obtenido de la zona en estudio (Cantón Baba).

<i>Vista Microbiológica</i>	<i>Caracterización de la colonia en placa</i>	<i>Vista Microbiológica</i>
  <p><i>Alzas J, Revilla K (2020).</i></p>	<p>Forma: Circular Margen: Circular Color: Blanco amarillento</p> <hr/> <p>Clasificación según Tinción Gram</p> <p>Bacilos Gram (-) /Gluconobacter spp</p>	  <p><i>Salazar, L. (2017).</i></p>

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

La tabla 72, ilustra la morfología de las colonias del mucílago obtenido de la zona en estudio (Cantón Baba), utilizando el medio de cultivo MRS, permitiendo identificar colonias de forma y margen circular, color blanco amarillento. Con la descripción realizada se deduce que corresponde Bacilos Gram (-) de colonias bacterianas Gluconobacter spp. (Vista microscópica 100x)

4.1.8. Resultados respecto a los análisis químicos y microbiológicos del tratamiento pos-cosecha que presentó mejores atributos sensoriales del cacao procesado.

Tabla 73. Metales pesados en el cacao fermentado y seco.

<i>Parámetros analizados</i>	<i>Resultado</i>	<i>Unidad</i>
Cadmio	<0,01	mg/kg
Arsénico	<0,01	mg/kg
Cobre	23,14	mg/kg

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

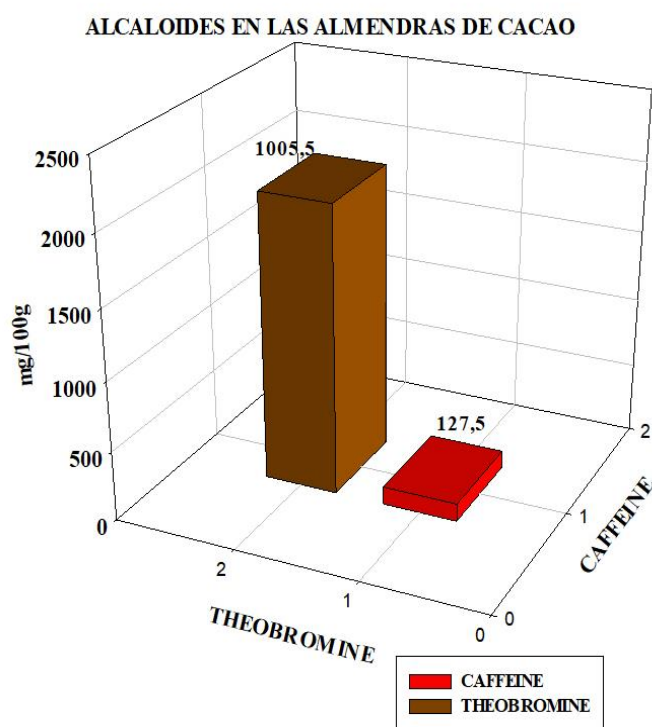
En la tabla 73 se hace referencia a los metales pesados presentes en el grano de cacao fermentado y seco (materia prima con mejores resultados) pertenecientes en la interacción **a2b0c1**: Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba. Donde se pudo observar que cadmio (Cd) y arsénico (As) presentaron valores inferiores a 0,01 mg/kg. En comparación a cobre (Cu) que se situó un nivel superior, obteniendo 23,14 mg/kg en la muestra.

Tabla 74. Análisis de alcaloides en el cacao fermentado y seco.

<i>Parámetros analizados</i>	<i>Resultado mg/100g</i>	<i>Resultado (%)</i>
Teobromina	1055,5	1,05
Cafeína	127,5	0,12
Suma Metilxantinas	1183,0	-----

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Figura 20. Alcaloides predominantes en las almendras de cacao fermentado y seco.



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

En la Figura 20, se presenta los alcaloides predominantes en las almendras de cacao fermentado y seco (materia prima del mejor tratamiento) donde cuya interacción **a2b0c1** correspondió al tratamiento (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba). En el estudio realizado se determinó un mayor contenido de Teobromina con un valor de 1055,5 mg/100g en comparación a Cafeína que presentó un menor contenido, siendo 127,5 mg/100g.

Tabla 75. Análisis físico-químicos del chocolate.

<i>Parámetro</i>	<i>Resultado</i>	<i>Unidad</i>
Proteína	9,31	%
Grasa	37,79	%
Cenizas	1,99	%
Humedad	3,63	%
Fibra bruta	-----	%
Calorías	566.47	Kcal/100 g
Carbohidratos	47.28	%
Colesterol	< 0.01	mg/100 g

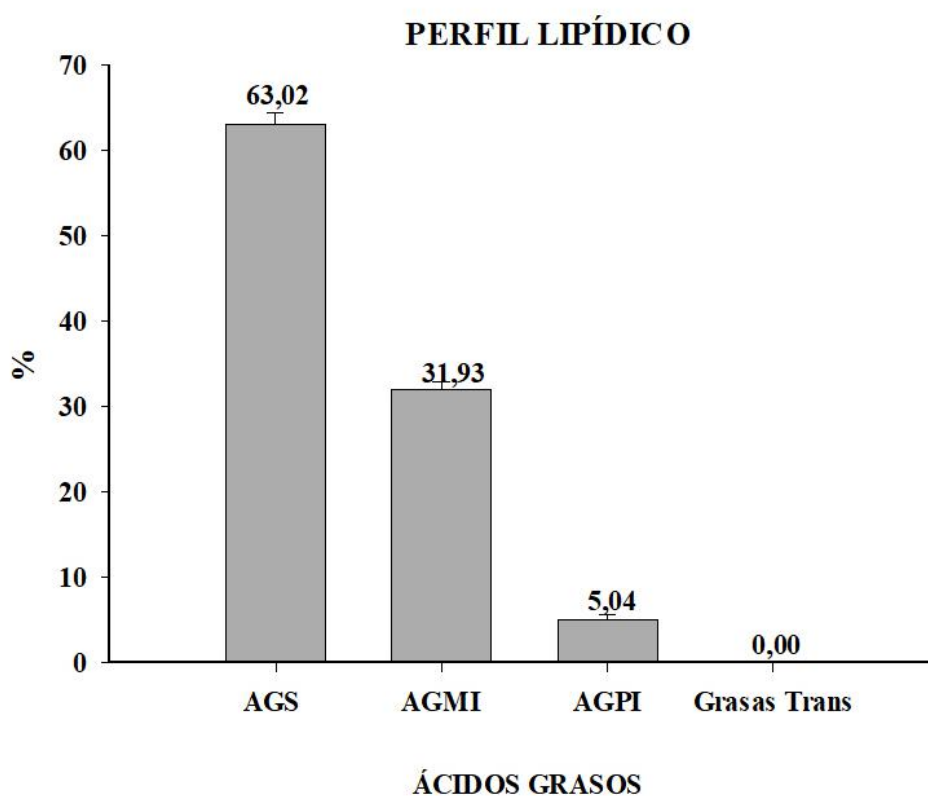
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 76. Perfil lipídico. Barra de chocolate de 45 g.

PERFIL LIPÍDICO			
PARÁMETRO	COMPUESTO	UNIDAD	RESULTADO
ÁCIDOS GRASOS SATURADOS	Ácido Butírico (C4:0)	%	0.00
	Ácido Caproico (C6:0)	%	0.00
	Ácido Caprílico (C8:0)	%	0.00
	Ácido Cáprico (C10:0)	%	0.00
	Ácido Undecanoico (C11:0)	%	0.00
	Ácido Láurico (C12:0)	%	0.00
	Ácido Tridecanoico (C13:0)	%	0.00
	Ácido Mirístico (C14:0)	%	0.00
	Ácido Pentanoico (C15:0)	%	0.00
	Ácido Palmítico (C16:0)	%	35.78
	Ácido Heptanoico (C17:0)	%	0.23
	Ácido Esteárico (C18:0)	%	23.94
	Ácido Araquídico (C20:0)	%	3.06
	Ácido Heneicosanoico (C21:0)	%	0.00
	Ácido Behémico (C22:0)	%	0.00
	Ácido Tricosanoico (C23:0)	%	0.00
Ácido Lignocerico (C24:0)	%	0.00	
ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS	Ácido Miristoleico (C14:1)	%	0.00
	Ácido cis-10 Pentadecenoico (C15:1)	%	0.00
	Ácido Palmitoleico (C16:1)	%	0.50
	Ácido cis-10 Heptadecenoico (C17:1)	%	0.00
	Ácido Elaidico (C18:1n9 trans)	%	0.00
	Ácido Oleico (C18:1n9cis)	%	31.43
	Ácido Eicosenoico (C20:1n11)	%	0.00
	Ácido Erucico (C22:1n9)	%	0.00
	Ácido Nervónico (C24:1n9)	%	0.00
	ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS	Ácido Linoelaidico (C18:2n6trans)	%
Ácido Linoleico (C18:2n6cis) (Omega 6)		%	5.04
Ácido gamma Linolénico (C18:3n6) (Omega 6)		%	0.00
Ácido Linolénico (C18:3n3) (Omega 3)		%	0.00
Ácido Eicosadienoico (C20:2n6)		%	0.00
Ácido Araquidónico (C20:4n6)		%	0.00
Ácido Eicosapentanoico (C20:5n3) EPA		%	0.00
Ácido Docosadienoico (C22: 2n6)		%	0.00
Ácido Docosahexaenoico (C22: 6n3)		%	0.00
ÁCIDOS GRASOS		DHA	
	SATURADOS	%	63.02
	MONOINSATURADOS	%	31.93
	POLIINSATURADOS	%	5.04
	TRANS.	%	0.00

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Figura 21. Perfil lipídico del chocolate



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

En la figura 21, se presenta el perfil lipídico de las barras de chocolate. En la cual se obtuvo el 63,02 % de **Ácidos Grasos Saturados** en los cuales incluye: Ácido Palmítico (C16:0) 35,78 %; Ácido Heptanoico (C17:0) 0,23 %; Ácido Estearico (C18:0) 23,94 % y Ácido Araquídico (C20:0) 3,06 %. En cuanto **Ácidos Grasos Monoinsaturados** presentó un total de 31,93 %, en los que incluye Ácido Palmitoleico (C16:1) 0,50 % y Ácido Oleico (C18:1n9cis) 31,43 %. En lo referente a los **Ácidos Grasos Poliinsaturados** con relevancia al Ácido Linoleico (C18:2n6cis) (Omega 6) con 5,04 %. En cuanto a las **Grasas Trans** no existió presencia en las barras de chocolate.

Tabla 77. Información nutricional en 45 g de porción de barra de chocolate.

Información Nutricional	
Tamaño por porción	45 g
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	1048 kJ (250 kcal)
Energía de grasa (Cal. Grasa)	629 kJ (150 kcal)
	% Valor Diario*
Grasa Total	17 g 26 %
Ácidos grasos saturados	11 g 55 %
Ácidos grasos monoinsaturados	5 g
Ácidos grasos poliinsaturados	1 g
Ácidos grasos trans	0 g
Colesterol	0 mg 0 %
Sodio	0 mg 0 %
Carbohidratos	21 g 7 %
Fibra	0 g 0 %
Azúcares	15 g
Proteína	4g 8 %

* Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).

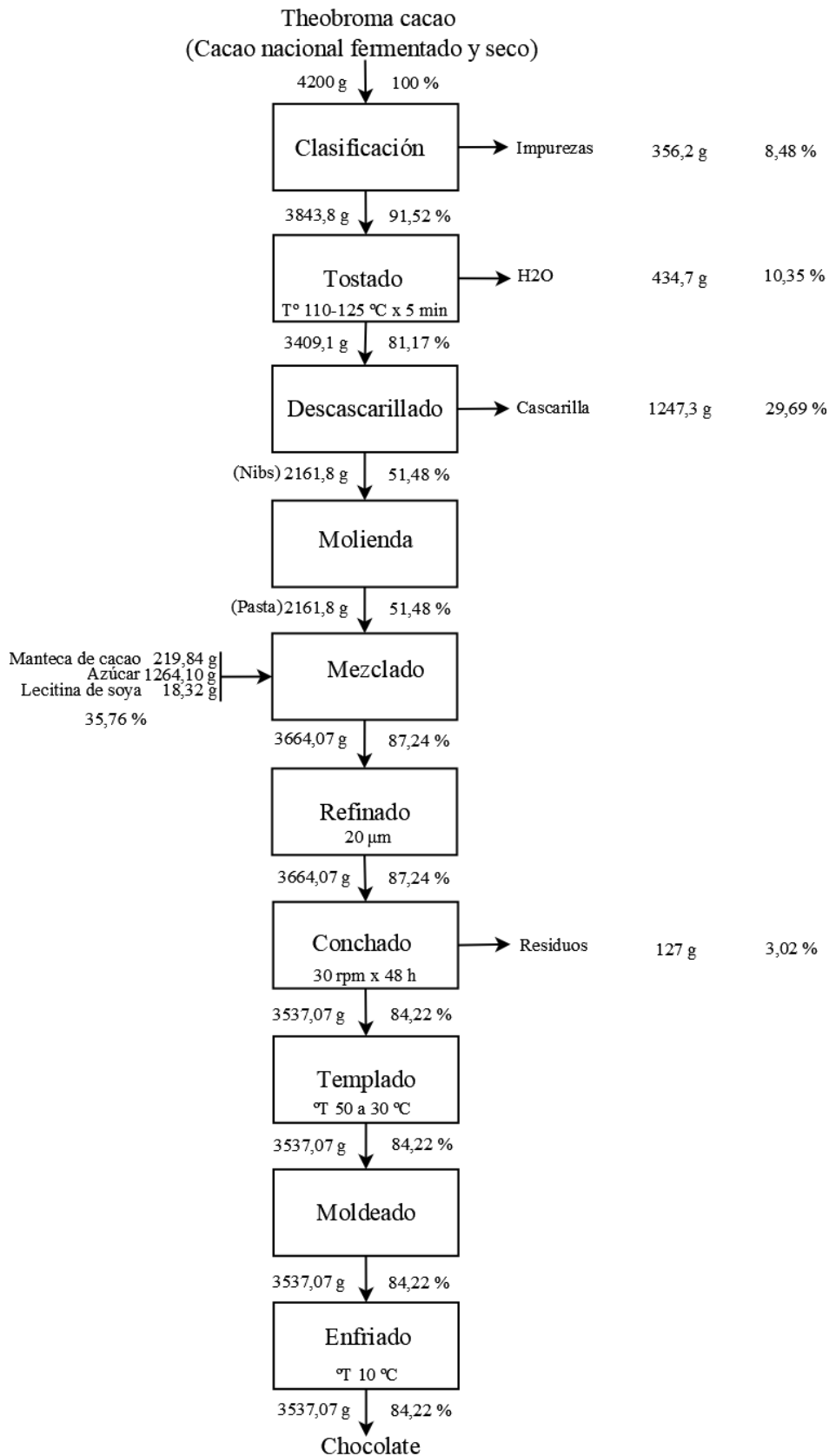
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Tabla 78. Resultados de los análisis microbiológicos de las barras de chocolate.

Parámetro	Resultado	Unidad	Especificaciones NTE INEN 0621: Chocolates Requisitos
Recuento de Aerobios totales	5,1 x 10 ²	UFC/g	5,0 x 10 ⁴
Recuento Coliformes totales	1,0 x 10 ²	UFC/g	1,0 x 10 ²
Recuento de Mohos	20	UFC/g	1,0 x 10 ³
Recuento de Levaduras	< 10	UFC/g	1,0 x 10 ³
Salmonella spp	Ausencia	Detección/25g	-----

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

4.1.9. Balance de materia del proceso de elaboración de chocolate.



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Rendimiento: Se calculó en base al cociente del peso que ingresa (cacao nacional fermentado y seco) sobre el peso de salida (chocolate).

R: Rendimiento

P.F: Peso final

P.I: Peso inicial

$$R = \frac{P.F}{P.I} * 100 \%$$

$$R = \frac{3573,97g}{4200g} * 100 \%$$

$$R = \frac{3573,97g}{4200g} * 100 \%$$

$$R = 85,09 \%$$

4.2. Discusión.

4.2.1. Respecto a la variabilidad de tres tipos de cacao (Factor A) durante los días de fermentación sobre las características físico-químicas.

Considerando el método fermentación controlada y zona en estudio (Cantón Vinces).

- **pH almendra.**

De acuerdo a la variable pH almendra, se observó un coeficiente de variabilidad bajo del 6,37 %. Por lo tanto los resultados para el tipo de cacao (Factor A), determinó que el cacao tipo trinitario (a_2) alcanzó el máximo valor con 5,26 seguido del tipo criollo (a_0) con 5,20 y en último lugar con el valor más bajo el forastero con 5,19. De esta forma se determinó que todos los tipos se encuentran dentro de lo reportado por Armijos, A. (2002) en su estudio titulado “*Características de acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (Theobroma cacao L) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación*” quien menciona valores entre 4,6 - 5,70. Donde también menciona que la remoción durante la fermentación es importante ya que ayuda a la reducción de acidez e influye en la calidad de los granos fermentados.

- **pH testa.**

Referente al comportamiento de los tipos de cacao (Factor A) en la variable pH testa, se observó un coeficiente de variabilidad moderadamente alto del 35,43 % existiendo diferencia entre sus valores. Por lo tanto el tipo trinitario (a_2) obtuvo el mayor valor con 5,85 seguido del criollo (a_0) con 5,16 y el tipo forastero (a_1) con el menor valor 4,78. Registrando de esta forma que los tipos trinitario y criollo presentaron resultados idóneos dentro del estudio de Peláez, P. Guerra, S. Contreras, D. (2016) titulado “*Cambios en la características físicas y químicas de granos de cacao (Theobroma cacao) fermentados con transferencia manual y semi-mecanizada, entre cajas de fermentación*” donde determinaron valores entre 4,80 - 6,20. Mientras que el tipo forastero, se ubicó fuera del contexto en referencia. También se afirma que el pH almendra y testa al finalizar el proceso de fermentación presentaron valores similares en sus resultados.

- **Acidez titulable.**

Respecto a la variable acidez titulable. Se observó un coeficiente de variabilidad muy inferior del 1,41 %. Donde se demostró que el tipo de cacao forastero (a_1) con 1,22 % tuvo el máximo valor, continuando con el tipo trinitario (a_2) 0,97 % y por último el menor valor en el tipo criollo (a_0) con 0,80 %. Valores que se encuentran dentro de lo establecido por Vallejo, C. Díaz, R. & Otros (2016) en la investigación titulada “*Utilización del mucílago de cacao, tipo nacional y trinitario en la obtención de jalea*”. Donde determinaron valores de acidez en la almendra entre 0,75 - 1,54 %. Además, mencionan que el descenso de la acidez en el proceso fermentativo se debe al contenido de ácido acético, el cual se reduce gradualmente, debido a la volatilización del mismo ácido provocado por las respectivas aireaciones o remociones y el incremento de la temperatura.

- **Considerando el método fermentación controlada y zona en estudio (Cantón Baba).**
- **pH testa.**

En cuanto a la incidencia que presentó el tipo de cacao (Factor A) denoto un coeficiente de variabilidad moderadamente alto del 39,40 % en el análisis de pH testa, determinando que el tipo trinitario (a_2), criollo (a_0) y forastero (a_1) obtuvieron como resultado 5,08; 4,92 y 4,55 respectivamente. Por consiguiente, Peláez, P. Guerra, S. Contreras, D. (2016) en su estudio titulado “*Cambios en la características físicas y químicas de granos de cacao (Theobroma cacao) fermentados con transferencia manual y semi-mecanizada, entre cajas de fermentación*” determinaron valores entre 4,80 - 6,2. De esta forma solo los tipos trinitario (a_2) y criollo (a_0) estuvieron dentro de lo establecido. Mientras que el tipo forastero se encontró por debajo de los valores en referencia

4.2.2. Respecto a la variabilidad del efecto de los días de fermentación (Factor B/A) sobre tres tipos de cacao (Factor A) en las características físico-químicas.

Considerando los métodos (cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada) y las zonas en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba).

- pH almendra.

En cuanto al efecto provocado por los días de fermentación (Factor B/A) sobre los tres tipos de cacao, los valores obtenidos de los métodos cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada, colocados según el orden presentaron: **día 1 (b₀)** (Cantón Vinces) 6,41; 6,36; 6,28 – (Cantón Baba) 5,17; 4,83; 6,35 donde Peláez, P. Guerra, S. Contreras, D. (2016) estipularon el rango 5,76 - 6,80, dejando el valor de sacos de yute (4,83) en el Cantón Baba por debajo del nivel en mención. Para el **día 3 (b₁)** los valores fueron (Cantón Vinces) 4,47; 4,49; 5,37- (Cantón Baba) 4,49; 4,51; 5,01 frente al rango 4,86 - 5,79 mencionado por Horta, H. Sandoval, A. García, M. Cerón, I. (2019) de esta forma al ser menor los resultados obtenidos de cajones en cascada (4,47 - 4,49) con sacos de yute (4,49 - 4,51) de los cantones Vinces y Baba quedan fuera del rango. Continuando en el **día 4 (b₂)** los valores fueron (Cantón Vinces) 4,69; 4,54; 5,49 – (Cantón Baba) 4,70; 4,83; 5,18 al evidenciar esta información se confirma que los datos de la fermentación controlada (5,49 - 5,18) en las dos zonas exceden el rango 4,46 - 5,05 mencionado por Peláez, P. Guerra, S. Contreras, D. (2016). Por último, en el **día 5 (b₃)** los resultados fueron (Cantón Vinces) 5,39; 4,69; 5,08 – (Cantón Baba) 5,93; 5,76; 4,94 donde Armijos, A. (2002) registra un nivel entre 4,6 - 5,70 determinando en base a la referencia que los valores cajones cascada (5,93) y sacos de yute (5,76) del Cantón Baba fueron superiores al finalizar los días de fermentación. Demostrando así para esta variable según los días de fermentación los coeficientes de variabilidad de los métodos cajones en cascada, sacos de yute, fermentación controlada fueron (Cantón Vinces) 99,88 %; 99,89 %; 93,56 % - (Cantón Baba) 88,06 %; 99,90 %; 99,96 %.

- **pH testa.**

Con respecto al efecto de los días de fermentación (Factor B/A) sobre los tres tipos de cacao, variaron según su comportamiento. Donde los datos obtenidos según el orden de los métodos cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada presentaron los siguientes valores: **día 1 (b₀)** (Cantón Vinces) 4,15; 4,01; 5,20 – (Cantón Baba) 4,06; 3,85; 4,67 valores que en comparación con el rango 3,4 - 4,6 registrado por Sánchez, V. (2007), deja a los datos de fermentación controlada (5,20 - 4,67) de las dos zonas superior a la referencia. Continuando en el **día 3 (b₁)** los datos fueron (Cantón Vinces) 4,44; 4,30; 4,95 – (Cantón Baba) 4,31; 4,27; 4,76 por lo tanto los valores obtenidos de las dos zonas citadas se situaron dentro del rango 4 - 5,7 según lo establecido por Dueñas, S. (2017). Para el **día 4 (b₂)** se obtuvo (Cantón Vinces) 4,98; 4,71; 5,33 – (Cantón Baba) 4,71; 5,19; 5,09 que en comparación con Steinau, I. (2017) menciona un rango 4,37 – 5,7 confirmando de esta forma que los resultados están dentro de los niveles referenciales. Por consiguiente, al **día 5 (b₃)** se registró (Cantón Vinces) 5,57; 4,80; 5,22 – (Cantón Baba) 6,48; 5,83; 5,01 siendo la mayoría de los valores idóneos a excepción del resultado de cajones en cascada (6,48) del Cantón Baba que es superior frente a lo determinado por Peláez, P. Guerra, S. Contreras, D. (2016) quienes mencionan valores de 4,80 - 6,2 para la testa del cacao en el último día de fermentación. Determinando así para esta variable según los resultados obtenidos de los métodos cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada los coeficientes de variabilidad los cuales son (Cantón Vinces) 99,95 %; 99,92 %; 64,53 % - (Cantón Baba) 99,96 %; 99,98 %; 59,82 %.

- **Acidez titulable.**

Referente a la variable acidez titulable, se determinó que existió variabilidad en el efecto de los días de fermentación (Factor B/A) sobre los tres tipos de cacao, donde se tomó en cuenta que los resultados fueron establecidos considerando los métodos cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada, de esta forma se colocaron según el orden citado para: **día 1 (b₀)** (Cantón Vinces) 0,88; 0,56; 0,49 % – (Cantón Baba) 0,59; 0,80; 0,61 % afirmando así que se encuentran dentro de lo establecido según Rivera, J. (2018) quien menciona una acidez de 0,48 - 1,38 al inicio de la fermentación. Pasando al **día 3 (b₁)** (Cantón Vinces) 1,51; 2,08; 0,99 % – (Cantón Baba) 1,66; 1,21; 1,00 % obtuvieron valores idóneos, por estar dentro del rango 0,75 - 2,82 % citado por Horta, H. Sandoval, A. García, M. Cerón, I. (2019). Continuando con la fermentación en el **día 4 (b₂)** se obtuvo (Cantón Vinces) 1,47; 1,25; 1,44 % – (Cantón Baba) 1,32; 0,92; 1,22 %, datos que en su mayoría son excelentes a excepción del valor de sacos de yute (0,92) obtenido del Cantón Baba que es inferior al rango de 1,02 - 2,3 % establecido por Steinau, I. (2017). Finalmente, en el **día 5 (b₃)** se registró una acidez de (Cantón Vinces) 0,82; 1,22; 1,06 % – (Cantón Baba) 0,75; 0,81; 1,25 % valores que se encuentran presentes conformes al rango 0,75 - 1,54 % citado por Vallejo, C. Díaz, R. & Otros (2016) para la etapa final del proceso fermentativo del cacao. Estableciendo así para esta variable según los resultados obtenidos de los métodos cajones en cascada, sacos de yute, fermentación controlada los coeficientes de variabilidad los cuales son (Cantón Vinces) 99,95 %; 99,96 %; 98,55 % - (Cantón Baba) 99,75 %; 99,22 %; 99,34 %.

4.2.3. Respecto al efecto de los métodos de fermentación (Factor A) en las características físico-químicas.

- **pH almendra.**

De acuerdo al pH almendra, se comprobó que los métodos sacos de yute y fermentación controlada obtuvieron los mejores resultados con valores de 5,49 y 4,94 próximos al reportado por Steinau, I. (2017), el cual manifiesta valores entre **5-5,4** en su investigación “*Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario*”. Por lo tanto, el método cajones en cascada presentó pH de 5,66 siendo un valor superior a la investigación en mención. A la vez se confirma la aseveración del autor quien menciona que la acidez y astringencia del grano disminuye mientras el pH aumenta.

- **pH testa.**

En lo que concierne al pH testa, los resultados con 6,47 y 5,55 que pertenecen a los métodos cajones en cascada y fermentación controlada se ubicaron como los más idóneos, debido a que se encuentran próximos a la investigación de Sánchez, V. (2007) titulada “*Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L*) para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial*” donde menciona un rango de pH testa entre 5,15 a 6,38. Mientras que el método sacos de yute se situó con un valor superior de 6,66. Simultáneamente se verificó que después del secado ocurrió un aumento de pH testa y en el cotiledón

- **Acidez titulable.**

Con respecto a la acidez titulable se determinó que los valores 0,78 y 0,75 % correspondientes a los métodos cajones en cascada y sacos de yute se encuentran dentro del rango de 0,66 a 1,1 % establecido por Bravo, D. (2007) en la investigación “*Evaluación físico-química del comportamiento de las almendras de cacao (*Theobroma cacao L*) de seis clones: ICS-1, ICS-95, UF-613, IMC-67, TSH-565, CCN 51, y el cacao criollo durante el proceso de fermentación y secado*” . En cuanto al método de fermentación controlada por situarse con un valor de 1,24 % sobrepasó el nivel de la investigación de referencia.

- **Humedad.**

Por consiguiente, el porcentaje de humedad del cacao beneficiado según lo establecido en la “*NORMA NTE INEN 0176*” es del 7 %. Por lo tanto, los valores 6,97; 6,98; 6,99 % que corresponden a los métodos: fermentación controlada; cajones en cascada; sacos de yute se encuentran óptimos al valor descrito por la norma. De acuerdo con Andrade, J. Rivera, J. & Otros (2019) describe que una humedad superior al 8 % provoca el deterioro del grano ya que se originan microorganismos en especial hongos, inferior al 6 % el grano tiende a presentarse quebradizo.

- **Índice de semilla.**

En lo referente al índice de semilla, la fermentación controlada con 1,39 g se situó con el mejor resultado concordando con J, Jiménez. F, Amores & Otros (2011) en la investigación “*Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao*” donde reportaron un valor de 1,33 g. Según la “*NORMA NTE INEN 0176*” considera aceptable un promedio desde 1,2 g en adelante, donde relaciona el peso de 100 granos con el nivel de fermentación. Por lo tanto, los métodos de fermentación cajones en cascada y sacos de yute con valores de 1,29 y 1,25 g respectivamente se encuentran dentro del rango óptimo.

4.2.4. Respecto a la identificación de las características físico-químicas del grano fermentado y seco de tres tipos de cacao (Factor B).

- **pH almendra.**

Considerando el pH almendra, se determinó resultados de 5,43, 5,40, 5,25 correspondientes a los tipos criollo, forastero y trinitario, valores que guardan relación con Zambrano, A. Gómez, A. & Otros (2010) en el artículo “*Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendra de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado*” que establecieron valores de 5,1 - 5,5. Al mismo tiempo describen que pH inferiores a 4,70 en el cacao fermentado y seco presentan ácidos no volátiles indeseables que otorgan aromas desagradables al chocolate y un pH 7.00 muestra granos sobre fermentados. Cabe recalcar, cuando el pH es mayor la acidez y astringencia disminuyen, por lo cual el cacao criollo con 5,44 se ubica con mayor relevancia.

- **pH testa.**

En relación al pH testa, se observó que hay diferencia significativa entre los tres tipos de cacao nacional y se determinó que los tipos de cacao criollo y trinitario con valores de 6,11 y 6,05 obtuvieron resultados idóneos dentro de lo reportado por Steinau, I. (2017), el cual manifiesta valores entre 5,9 - 6,3 en su investigación “*Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario*” para el cacao fermentado y seco. Mientras que el cacao forastero presentó un valor superior a los resultados reportados con 6,52.

- **Acidez titulable.**

En la variable acidez se observó que existió diferencia significativa entre los tres tipos de cacao. Por consiguiente, según Ortiz, L. Graziani, L & Rovedas, G. (2009) en el artículo “*Evaluación de varios factores sobre características químicas del grano de cacao en fermentación*” manifestaron valores de acidez para el cacao criollo entre 0,89 - 1,16 % y para el cacao forastero 0,53 - 0,95 %. De esta forma los resultados que se obtuvieron en esta investigación ubicaron el valor más alto en el cacao trinitario 1,00, seguido del tipo criollo con 0,96 y forastero 0,81 %. Denotando que estos resultados se encuentran dentro del rango del artículo en mención.

- **Grasa.**

Con respecto al porcentaje de grasa, se determinó diferencia significativa entre sus resultados, donde los valores para el tipo forastero con 47,97 % y trinitario 47 % se ubicaron próximos a lo reportado por Andrade, J. Rivera. J & Otros (2019) con un valor de 50,87 % mencionado en la investigación “*Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (Theobroma cacao L.) de Ecuador y Perú*”. Mientras que el tipo criollo con 42,02 % se situó con un valor inferior. De acuerdo con López & Canales (2019) se determinó que cuando el cacao es sometido a un proceso de fermentación y secado el (%) de grasa se reduce a valores entre 50 - 55 %.

- **Índice de semilla.**

De acuerdo al índice de semilla los resultados presentaron diferencia significativa entre los tipos de cacao criollo, forastero, trinitario y se colocaron con valores de 1,30 g; 1,29 g y 1,34 g respectivamente, donde el tipo trinitario demostró el mejor peso entre los tres. A la vez se determinó que todos los resultados obtuvieron un excelente nivel, superiores a lo reportado por Andrade, J. Rivera. J & Otros (2019) quienes mencionan un índice de semilla de 1,24 g en su investigación titulada “*Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (Theobroma cacao L.) de Ecuador y Perú*”. Además, denotan que el cacao nacional de Ecuador necesita una adecuada temperatura en el tostado para obtener un chocolate de calidad.

4.2.5. Respecto a la influencia de las zonas en estudio (Factor C) sobre las características físico-químicas.

- **pH almendra.**

En lo referente al Factor C, los resultados de pH almendra presentaron diferencia significativa entre las zonas en estudio. Por lo tanto, se determinó que el Cantón Vinces con un pH de 5,16 guarda relación con Jiménez, J. Amores, F. & Solórzano, E. (2014) en el estudio “*Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador*” donde mencionan un pH de 5,19. Investigación realizada en la APOV (Asociación de Productores Orgánicos de Vinces) ubicada en la Provincia de “Los Ríos”. Mientras que el Cantón Baba se situó con un pH de 5,57 siendo superior a la investigación en mención.

- **pH testa.**

En relación a los resultados obtenidos se identificó que existió diferencia significativa en el pH testa. De esta forma se determinó que la zona en estudio (Cantón Vinces) con un valor de 6,08 se encuentra próximo a lo mencionado por Jiménez, J. Amores, F & Solórzano, E. (2014) “*Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador*” quienes reportan un pH de 5,94 para la testa. Mientras que el Cantón Baba es notablemente superior con un valor de 6,37. Además, mencionan que las diferencias se atribuyen a la variabilidad genética de los materiales de las diferentes zonas y manejo del cultivo.

- **Acidez titulable.**

Considerando los resultados de acidez que se obtuvo de las zonas en estudio, se estableció diferencia significativa entre los Cantones Vinces y Baba con valores de 0,93 y 0,92 %. Donde se determina que los resultados obtenidos presentaron valores mínimamente superiores a la investigación de Rodríguez, A. (2013) titulada “*Estudio de tres métodos para la obtención de pulpa del mesocarpio de cacao (Theobroma cacao)*” el cual reportó una acidez de 0,91 % en el cacao cultivado en la Provincia de “Los Ríos”. A la vez menciona que el pH y la acidez son parámetros críticos en la calidad del cacao utilizados por la industria chocolatera. El exceso El ácido acético producido por una mala fermentación provoca alteraciones en el “*sabor*” del chocolate.

- **Índice de semilla.**

En el índice de semilla se determinó diferencia significativa entre las zonas en estudio. Para esta variable se obtuvo el mayor peso con 1,34 g en el Cantón Baba y un menor peso para el Cantón Vinces con 1,28 g. Sin embargo, los resultados reportados en la investigación guardan similitud con Bermúdez, K & Mendoza, C. (2016) en el estudio “*Postcosecha y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determinación de perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos*” quienes mencionan un peso promedio de 1,22 a 1,35 g en los cultivos del Cantón Chone. Como dato importante los resultados se situaron dentro de la calificación de Arriba Superior Selecto (A.S.S) establecido por NTE INEN 0176 (2006).

4.2.6. Respecto a los resultados obtenidos en la interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio).

- **pH almendra.**

De acuerdo a los resultados de pH almendra, interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) se observó que existió diferencia significativa. Donde Zambrano, A. Gómez, A. & Otros (2010) en el artículo “*Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendra de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado*” mencionan valores entre 5,1 - 5,5. A la vez hacen referencia, si el pH es inferior a 5 existe presencia de ácidos no volátiles, de la misma forma pH 7 muestra granos sobre fermentados. Por lo tanto, se reporta que la interacción **a₀b₀c₁** (Cajones en cascada + Criollo + Cantón Baba) obtuvo el mayor valor con 5,93, seguida del resto de interacciones que se encuentran próximas del estándar de referencia. Mientras que la interacción **a₂b₂c₀** (Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Vines) se situó con el menor valor 4,10 fuera de lo preestablecido.

- **Acidez titulable.**

Para el porcentaje de acidez titulable, se determinó que existió diferencia significativa entre las interacciones triples, reportando que la interacción **a₂b₀c₁** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) al obtener un valor moderado de 0,98 se ubicó como la mejor para esta variable. A la vez, **a₂b₂c₁** (Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Baba) se situó con el mayor valor 1,55 %, mismo que se encuentra superior a lo manifestado por Ortiz, L. Graziani, L. Rovedas, G. (2009) en el artículo “*Evaluación de varios factores sobre características químicas del grano de cacao en fermentación*” con valores de 0,53 - 1,16. En cuanto al menor valor lo obtuvo la interacción **a₀b₁c₀** (Cajones en cascada + Forastero + Cantón Vines) con un porcentaje de 0,45 %.

- **Índice de semilla.**

Con respecto al índice de semilla, se observó diferencia significativa entre las medias de la interacción triple ABC. Donde se situó la interacción **a2b1c1** (Fermentación controlada + Forastero + Cantón Baba) con el mayor valor de 1,45 g, siendo este resultado superior y excelente a lo reportado por Andrade, J. Rivera. J & Otros (2019) quienes mencionan un índice de semilla de 1,24 g en la investigación “*Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (Theobroma cacao L.) de Ecuador y Perú*”. Mientras que los menores valores se determinaron en las interacciones **a0b1c0**: Cajones en cascada + Forastero + Cantón Vices; **a1b1c0**: Sacos de yute+ Forastero + Cantón Vices; **a1b2c0**: Sacos de yute + Trinitario + Cantón Vices; **a0b2c0**: Cajones en cascada + Trinitario + Cantón Vices y **a0b0c1**: Cajones en cascada + Criollo + Cantón Baba con valores de 1,20 g - 1,23 g.

- **Índice de fermentación.**

Se cuantificó el total del índice de fermentación, donde se determinó que el promedio general entre los granos con buena y media fermentación fue 83 % para las interacciones en estudio. De esta forma se estableció que los mejores tratamientos fueron: **a1b2c0** (Sacos de yute + Trinitario + Cantón Vices) con 82 % (Fermentación buena), 10 % (Fermentación media), 8 % (Granos violeta) y **a2b1c1** (Fermentación controlada + Forastero + Baba) con 75 % (Fermentación buena), 18 % (Fermentación media), 7 % (Granos violetas) según los requisitos del cacao beneficiado “*NTE INEN 0176*” pertenecen a la clasificación **Arriba Superior Summer Plantación Selecta** (A.S.S.P.S). En este estudio en las interacciones no existió la presencia de granos mohosos, pizarrosos e infestados. Cabe recalcar que, según Amores, F. Palacios, A. & Otros (2009) en su estudio “*Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el Nor Oriente de la provincia de Esmeraldas*” mencionan que las almendras pizarrosas ocurren cuando el tiempo de fermentación es muy reducido, a la vez hacen referencia que niveles de fermentación superiores al 75 % corresponden a un excelente manejo de la temperatura en el proceso fermentativo y a un entorno ambiental adecuado.

4.2.7. Respecto a los resultados de la interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) del análisis sensorial.

En lo referente a las variables evaluadas en el análisis sensorial se determinó que existió diferencia significativa entre los resultados de las interacciones según la escala obtenida.

- **Aroma.**

Aroma presentó mayor valor con 4 en **a₂b₀c₁** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) con un perfil cítrico/floral, frente al menor valor con 1,83 en **a₀b₁c₀** (Cajones en cascada+ Forastero + Cantón Vinces) denotando perfil frutal/leve café tostado, estos resultados son semejantes a lo reportado por Álava, J. (2016) en su investigación “Efecto tiempo - temperatura de tostado del cacao fino de aroma, en sus características fisicoquímicas y organolépticas” con valores de 4,2 a 2,3. De esta forma se hace énfasis que las temperaturas durante el proceso fermentativo y el tostado deben manejarse adecuadamente para no eliminar los atributos aromáticos en los cacaos finos de aroma.

- **Acidez.**

En cuanto al perfil acidez, con una intensidad de 1,67 la interacción **a₂b₀c₁** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) presentó el valor más sobresaliente con notas cítrico a limón/naranja para esta categoría. Mientras que la mayor intensidad se ubicó en las interacciones: **a₀b₁c₁** (Cajones en cascada + Forastero + Cantón Baba); **a₁b₂c₀** (Sacos de yute + Trinitario + Cantón Vinces); **a₁b₂c₀** (Sacos de yute + Trinitario + Cantón Baba) y **a₁b₁c₁** (Sacos de yute + Forastero + Cantón Baba) con resultados de 3 a 3,17, en relación a la menor intensidad que se obtuvo en la interacción **a₀b₁c₀** (Cajones en cascada + Forastero + Cantón Vinces) con 0,67 situó un perfil ácido málico/manzana verde. Por lo tanto estos valores guardarían relación con lo reportado por Jiménez, J. Amores, F. & Otros (2014) en su estudio “*Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador*” quienes mencionan valores entre 1,1 a 4,8. A la vez resaltan que el sabor ácido se debe a ciertos ácidos que se forman durante la fermentación, como el acético que es volátil y el láctico que no es volátil, entre otros.

- **Amargor.**

Con respecto a la variable amargor situó la interacción **a2b0c1** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) con 1,83 como mejor, con notas leve amargo/ no caracterizando la muestra. En cuanto al mayor valor se ubicó en la interacción **a1b1c0** (Sacos de yute + Forastero + Cantón Vinces) con 3,67 perfil a café tostado, mientras que el menor valor con 1,33 para **a0b0c0** (Cajones en cascada + Criollo + Cantón Vinces) denotó un perfil a leve amargo/cafeína. Estos valores son semejantes a lo planteado por Álava, J. (2016) en su investigación “*Efecto tiempo – temperatura de tostado del cacao fino de aroma, en sus características fisicoquímicas y organolépticas*” que reporta un rango de 2 a 5. En esta investigación se recalca que los altos niveles de amargor están asociados a ciertas variedades de cacao o una fermentación insuficiente.

- **Astringencia.**

Referente a la astringencia situó la interacción **a2b0c1** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) al tener una sensación equilibrada a té negro (no dominante) como la mejor con una baja intensidad de 1,00. Por consiguiente, la mayor escala de intensidad con 3,17 se presentó en **a1b1c0** (Sacos de yute + Forastero + Cantón Vinces) con notas de sensación parecida a probar té amargo, mientras que la menor escala con 0,67 en **a2b0c0** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Vinces) denotó leve sensación a cáscara de plátano. Los resultados guardan relación a lo reportado por Jiménez, J. Amores, F. & Otros (2014) en su estudio “*Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador*” donde mencionan valores de 0,70 a 3,8. Además se denota en esta investigación que los altos niveles de astringencia se deben a presencia de granos violeta, pizarrosos o poca fermentación.

- **Pos gusto.**

En cuanto a la categoría Pos gusto, se observó que la mayor e ideal intensidad se presentó en la interacción **a₂b₀c₁** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) con un valor de 3,67 presentando notas cítrico/cremoso con progresión gradual del sabor en la boca. En comparación a la menor intensidad situada en la interacción **a₀b₂c₀** (Cajones en cascada + Trinitario + Cantón Vinces) con 1,83 siendo un perfil poco intenso. De esta forma los resultados de pos gusto guardan relación con lo reportado por Chaquila, E. (2020) en su investigación “*Optimización del proceso de fermentación de cacao criollo (Theobroma cacao L) bajo sistemas ecoeficientes*” con un valor de 2, haciendo referencia que una buena calidad está relacionada con sabores a cacao, dulce, nuez, frutal, floral y especias; mientras que una mala calidad guarda relación a la amargo y astringente.

- **Sabor.**

En cuanto a los perfiles sensoriales del sabor, la interacción **a₂b₀c₁** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) predomina con el mayor resultado los sabores **cacao, nuez, frutas frescas y floral** con valores de **4; 3,83; 3,83; 4** respectivamente. No obstante en el mismo orden según el tipo de sabor, los menores valores con 1,50; 1,17; 0,67 lo presentaron las interacciones **a₁b₁c₀** (Sacos de yute + Forastero + Cantón Vinces); **a₀b₀c₀** (Cajones en cascada + Criollo + Cantón Vinces); **a₁b₀c₀** (Sacos de yute + Criollo + Cantón Vinces) y para el caso de **a₀b₀c₀** (Cajones en cascada + Criollo + Cantón Vinces), **a₀b₀c₁** (Cajones en cascada + Criollo + Cantón Baba), **a₀b₁c₀**, (Cajones en cascada + Forastero + Cantón Vinces), **a₂b₂c₀** (Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Vinces) no presentaron intensidad en floral.

Con respecto a los sabores dulce y frutas secas, los mayores valores 3,17; 2,83 se situaron en las interacciones $a_0b_2c_1$ (Cajones en cascada + Trinitario + Cantón Baba), $a_2b_1c_0$ (Fermentación controlada + Forastero + Cantón Vinces) según el orden citado. Por el contrario los menores valores, para sabor dulce en $a_0b_1c_0$ (Cajones en cascada + Forastero + Cantón Vinces) con 1,33; sabor frutas secas en las interacciones $a_0b_0c_0$ (Cajones en cascada + Criollo + Cantón Vinces), $a_0b_0c_1$ (Cajones en cascada + Criollo + Cantón Baba), $a_0b_1c_0$ (Cajones en cascada + Forastero + Cantón Vinces), $a_0b_2c_1$ (Cajones en cascada + Trinitario + Cantón Baba), $a_1b_0c_1$ (Sacos de yute + Criollo + Cantón Baba), $a_1b_1c_0$ (Sacos de yute + Forastero + Cantón Vinces), $a_1b_2c_0$ (Sacos de yute + Trinitario + Cantón Vinces), $a_2b_0c_1$ (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba), $a_2b_2c_1$ (Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Baba) sin nivel de intensidad (0),

De esta forma los valores antes mencionados, guardan relación con lo determinado por Jiménez, J. Amores, F. & Otros (2014) en su estudio “*Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador*” quienes reportan en la Provincia Los Ríos, para los sabores cacao, nuez, frutal, floral y dulce valores de 3,4; 0,7; 1,8; 1,6; 3,6 respectivamente. A la vez Chang, J. Vallejos, C. & Otros (2014) en su investigación “*Atributos físico-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (Theobroma cacao L.) en el Ecuador*” hacen referencia que el sabor a cacao y nuez se expresan por la variabilidad del cacao, el sabor frutal está relacionado con el sabor dulce y nuez, mientras que el perfil floral está ligado a la higroscopia de la almendra y medio ambiente, sumando también el manejo pos-cosecha.

- **Calidad.**

Respecto a la puntuación obtenida en la calidad, se demostró el mayor puntaje en la interacción **a2b0c1** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) con un valor de 8,88 situándose como excelente. Mientras que **a1b2c1** (sacos de yute + Trinitario + Cantón Baba) presentó la menor puntuación con 6,88 obteniendo una calidad buena. Demostrando de esta forma según Acebo, M. (2016) “*Estudios industriales - Industria del cacao*” que la calidad del cacao está relacionada con los tipos genéticos, condiciones medio ambientales del sitio donde se encuentra el cultivo; actividades post cosecha como son la fermentación, secado y almacenamiento. Siendo la fermentación el proceso clave que da origen al sabor y color del chocolate. A la vez se hace énfasis que el tipo de cacao criollo se caracteriza por presentar frutos con las mejores cualidades.

4.2.8. Respecto a la caracterización del tipo y morfología de las levaduras a partir del mucílago del cacao considerando las zonas en estudio.

4.2.8.1. Determinación de recuento de colonias.

La determinación de UFC se realizó por medio del nivel de absorbancia donde se identificó que el Cantón Baba presentó un valor superior con 1,888 el cual se encuentra dentro del patrón de McFarland al 2 %, correspondiendo a una suspensión homogénea de 6.0×10^8 células bacterianas por mL. Por el contrario, para el mucílago obtenido del Cantón Vines se utilizó el patrón de McFarland al 1 %, debido a que presentó un nivel inferior de absorbancia con 1,419, el cual correspondió a una suspensión homogénea de 3.0×10^8 . Sin embargo, estos valores se encuentran inferiores a lo reportado por Ángulo, G. (2017) en la investigación titulada “*Evaluación del proceso fermentativo del mucílago del cacao aplicando (*Saccharomyces cerevisiae*) para la producción de bioetanol*” el cual manifestó una turbidez 3,07 para el mucílago del cacao nacional.

4.2.8.2. Caracterización morfología de levaduras a partir del mucilago de cacao considerando las zonas en estudio.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las características morfológicas, en esta investigación mediante observación microscópica mostró en el mucilago de la zona en estudio (Cantón Vinces) colonias de forma romboidal y margen irregular, color beige oscuro, dicha descripción corresponde Bacilos Gram (-) de colonias bacterianas *Acetobacter* spp. Mientras que el mucilago de cacao proveniente de la zona en estudio (Cantón Baba) presentó colonias de forma y margen circular, color blanco amarillento, perteneciendo a Bacilos Gram (-) de colonias bacterianas *Gluconobacter* spp.

Siendo esto corroborado por las descripciones y fotografías dadas por *Salazar, L. (2017)* en la investigación “*Aislamiento y caracterización de microorganismos durante el proceso de fermentación de cacao (Theobroma cacao L.)*”, donde determina que colonias de 2 mm de diámetro, convexa y margen irregular, cremosa y color beige oscuro pertenecen a bacterias *Acetobacter spp* y el género *Gluconobacter* presenta colonias con características en forma circular, 5 mm de diámetro, brillante, cremosa y color beige. Además, mencionan que el predominio de las *Acetobacter* sobre *Gluconobacter* se da por la preferencia de la oxidación del etanol, que se encuentra en el mucílago del cacao, en lugar de la fermentación de la glucosa, siendo resistentes al calor y al etanol. En cuanto, la mayor presencia de bacterias *Gluconobacter*, se debe a una fermentación diferente de la masa, ya que la fermentación de la glucosa controla la oxidación del etanol, permitiendo la producción de otros ácidos orgánicos distintos del ácido acético.

4.2.9. Respecto a los análisis químicos y microbiológicos del tratamiento pos-cosecha que presentó mejores atributos sensoriales del cacao procesado.

4.2.9.1. Respecto al análisis en el cacao fermentado y seco del mejor tratamiento.

4.2.9.1.1. Metales pesados.

- **Cadmio (Cd).**

En relación al cacao fermentado y seco se observó presencia relativamente baja en los niveles de Cadmio (Cd) con un resultado $< 0,01$ mg/kg. Teniendo en cuenta que la muestra evaluada fue 100 % cacao puro, se determina que el valor se encuentra dentro del rango permisible por la “*Unión Europea en su reglamento No 488/2014 UE (2024)*” donde establece una concentración máxima de 0,8 mg/kg para el producto cuyo contenido de materia seca de cacao es del ≥ 50 % de su peso. Según Lanza, I (2016) Señalan que las concentraciones de cadmio no se ven alteradas en el manejo del grano durante el proceso de beneficiado que realizan los agricultores, más bien se ven atribuidas a factores como: suelo, agua y tipo de fertilizante.

- **Arsénico (As).**

Con respecto al cacao beneficiado (fermentado y seco) presentó una concentración mínima de Arsénico (As) $< 0,01$ mg/kg, nivel que se encuentra dentro del rango permisible por el “*Codex alimentario*” en el cual se establece un nivel máximo de 1 mg/kg y a la vez se describe a la *NTE INEN 621:2010 (Instituto Ecuatoriano de Normalización)* que establece los límites máximos permitidos de metales tóxicos en chocolates con un valor de 0,5 mg/kg para el Arsénico (As). Cabe recalcar que la norma menciona que la materia prima para elaboración de chocolate debe estar limpia, sana. Además, hace énfasis que los residuos de sustancias tóxicas no deben superar los límites establecidos.

- **Cobre (Cu).**

El cacao fermentado y seco presentó un nivel de Cobre (Cu) de 23,14 mg/kg, valor que se encuentra superior a lo determinado por Lanza, J. & López, V. (2016) en el estudio “*Evaluación del contenido de metales pesados en el cacao (Theobroma cacao L.)*” donde mencionan que los niveles de cobre encontrados en las muestras para el cacao porcelana se sitúo entre 4,87 y 21,36 mg/kg. Sin embargo, se encuentra dentro de lo establecido por la Legislación Internacional (Unión Europea) que regula los límites máximos de cobre en los alimentos, en donde establece una concentración máxima de 50 mg/kg para este metal. La presencia de Cu en los cultivos de cacao se debe al uso de fungicidas con concentraciones de óxido cuproso que se acumulan en los suelos.

4.2.9.1.2. Alcaloides.

- **Teobromina y cafeína.**

Con relación a estas características intrínsecas, el alcaloide teobromina se encontró en mayor concentración con respecto a la cafeína donde presentaron valores de 1055,5 mg/100g correspondiendo al 1,05 % y 127,5 mg/100g siendo el 0,12 % respectivamente, resultados que se encuentran próximos a lo establecido por Castillo, E.(2014) en la investigación “*Estudio del contenido de grasa, alcaloides y polifenoles totales en almendras de cacao nacional fino de aroma en las zonas del litoral ecuatoriano para comparar su calidad y facilitar su comercialización*” donde obtuvo 1,10 a 2,29 % de teobromina y 0,20 a 0,40 % de cafeína. Cabe recalcar que estos alcaloides tienen una relación positiva al ser responsables del amargor y astringencia del cacao. Además, están relacionados con los días de fermentación en el proceso de beneficio, debido a que avanza el proceso estos disminuyen.

4.2.9.2. Respecto al análisis del chocolate del mejor tratamiento.

4.2.9.2.1. Respecto a los análisis físico-químicos.

En relación a los análisis físico-químicos se determinó que las barras de chocolate poseen un contenido de proteína de 9,31 %, grasa 37,79 % y cenizas 1,99 %. Valores que se encuentran dentro de lo establecido por la “*Norma Mexicana-061-1964*”, la cual especifica que el valor mínimo de proteína es de 5,8 %, la grasa debe ser superior al 20 % y la ceniza debe estar en un rango de 1,7 a 2,5 %. La humedad se situó con 3,69 % resultado que se encuentra superior a lo especificado por la norma en mención, la cual establece un valor máximo del 2 %. Dicha norma especifica las características físico-químicas de los chocolates de mesa y los clasifica en tres tipos: semiamargo; amargo y dulce. También menciona que la variación de los resultados está relacionada con la calidad final de las almendras durante el proceso de beneficiado.

En lo que se refiere al aporte calórico, para el caso de los chocolates esta proporcionado principalmente por calorías y carbohidratos, reportando valores de 566,47 kcal/100g y 47,28 %; resultados que se encuentran superiores a reportado por Mella, A & Borguenson, R. (2002) en la investigación “*Composición química y valor calórico de los chocolates. Características físicas y químicas de la materia grasa*” los cuales mencionan cantidades de 545,70 kcal/100g y 42,90 % en chocolates semiamargos. En cuanto al contenido de colesterol presentó mínima cantidad con < 0,01 mg/100g valor que guarda relación con la investigación citada, los cuales reportan un valor de 0 % para esta variable.

4.2.9.2.2. Respecto al perfil lipídico. Ácidos grasos en el chocolate.

En relación al perfil lipídico, se analizaron los ácidos grasos presentes en las barras de chocolate del mejor tratamiento pos-cosecha. Donde el contenido total para **Ácidos Grasos Saturados** fue 63,02 %. Siendo los principales AGS analizados en las muestras Ácido Palmítico (C16:0) 35,78 %, Ácido Heptanoico (C17:0) 0,23 %, Ácido Esteárico (C18:0) 23,94 % y Ácido Araquídico (C20:0) 3,06 %. Estos valores mantienen relación con Negro, E. Williner, M. (2019) en el artículo “*Calidad nutricional y origen de los ácidos grasos en chocolates y baños de repostería*”, donde mencionan 61,23 % para los AGS en los que corresponden Ácido Palmítico (C16:0) 26,55 %, Ácido Heptanoico (C17:0) 0,11 %, Ácido Esteárico (C18:0) 33,73 % y Ácido Araquídico (C20:0) 0,84 %.

En cuanto a los **Ácidos Grasos Monoinsaturados** presentó un contenido de 31,93 %, en los cuales se encontró Ácido Palmitoleico (C16:1) con 0,50 % y Ácido Oleico (C18:1n9cis) con 31,43 %. Siendo semejantes a lo determinado por Negro, E. Williner, M. (2019) en el artículo “*Calidad nutricional y origen de los ácidos grasos en chocolates y baños de repostería*” donde mencionan un total de 34,74 % de AGMI, en los cuales hacen referencia que el Ácido Palmitoleico (C16:1) obtuvo una concentración inferior al 1 % y Ácido Oleico (C18:1n9cis) presentó 34,43 % para el chocolate semiamargo.

Referente a los **Ácidos Grasos Poliinsaturados**, se hace mención al Ácido Linoleico (C18:2n6cis - Omega 6) con 5,04 %, valor que se encuentra superior a lo mencionado por Mella, A & Borguenson, R. (2002) en la investigación “*Composición química y valor calórico de los chocolates, características físicas y químicas de la materia grasa*” el cual manifiesta 3,01 % para Ácido Linoleico (C18:2n6cis - Omega 6). Además, ANECACAO menciona que el chocolate del Ecuador contiene un promedio de 2,40 % de AGPI. Por consiguiente, las muestras analizadas no presentaron la existencia de **Grasas Trans** por lo que se declaran como “libres de grasas trans” o “cero trans”.

4.2.9.2.3. Respecto a la información nutricional.

Para los porcentajes de los valores diarios se tomó 45 g de porción de chocolate, el procedimiento fue basado según la “*NTE INEN 1334 - 2. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos*” en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal). Donde se determinó que los resultados establecidos en el análisis fueron: Energía (Calorías) 1048 kJ (250 kcal); Energía de grasa (Cal. Grasa) 629 kJ (150 kcal); Grasa Total 17 g – 26 % (VD); Ácidos grasos saturados 11 g - 55 % (VD); Ácidos grasos poliinsaturados 1 g; Ácidos grasos trans 0 g; Colesterol 0 mg - 0 % (VD); Sodio 0 mg - 0 % (VD); Carbohidratos 21 g - 7 % (VD); Fibra 0 g - 0 % (VD); Azúcares 15 g; Proteína 4 g - 8 % (VD).

Estos resultados mantienen relación con lo reportado por Gil, A. (2010) en su investigación “*Composición y calidad nutritiva de los alimentos*” obteniendo valores para: Energía 449 - 534 kcal; Grasa 29 - 30,6 %; Grasas saturadas 15,1 - 18,2 %; Grasas poliinsaturadas 0,7 - 1,2 %; Sodio 0,02 - 0,08 %; Fibra 5,9 - 9 %; Azúcares 50,1 - 56,9 g; Proteína 4,2 - 7,8 %. Determinando así que el chocolate cumplió con los requisitos planteados en la composición nutricional del alimento.

4.2.9.2.4. Respecto a los análisis microbiológicos.

En cuanto al análisis microbiológicos se realizó recuento Aerobios totales donde se obtuvo 5,1 x 10² UFC/g, Coliformes totales 1,0 x 10² UFC/g, Mohos 20 UFC/g, Levaduras < 10 UFC/g y Salmonella spp (ausencia) detección/25 g. Resultados que se encuentran dentro de las especificaciones de la “*Norma NTE INEN 0621:2010: Chocolates. Requisitos*”, los cuales se detallan en la tabla 78. Con ello se garantizó el cumplimiento de los parámetros de inocuidad y por ende las barras de chocolate se encuentran aptos para el consumo humano.

4.2.10. . Tratamiento de Hipótesis.

- Los tres tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario) presentaron variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos de las variables pH almendra, pH testa y acidez titulable del método fermentación controlada de las zonas en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba) por lo tanto se acepta la Hipótesis alternativa para estos resultados. Mientras que los valores obtenidos de los tres tipos de cacao considerados a partir de cajones en cascada y sacos de yute al no presentar diferencia se acepta la Hipótesis nula. En cuanto a los días de fermentación (día 1, día 3, día 4, día 5) se acepta la Hipótesis alternativa ya que el efecto sobre los tres tipos de cacao influyó en los resultados de las características físico-químicas de todos los datos obtenidos.
- Los métodos de fermentación (cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada) presentaron diferencia significativa incidiendo en los resultados de las características físico-químicas durante el proceso fermentativo en las variables: pH almendra, pH testa, acidez titulable, humedad, índice semilla e índice de fermentación. De la misma forma en los perfiles sensoriales del chocolate: aroma, acidez, amargor, astringencia y calidad. Por lo tanto, se acepta la Hipótesis Alternativa al determinar que el efecto fue distinto en cada método. Mientras que en resto de variables (grasa y pos gusto) al no existir diferencia significativa se acepta la Hipótesis nula.
- Los tipos de cacao (criollo, forastero, trinitario), presentaron diferentes resultados en las características físico-químicas de su fase final de fermentación (fermentado y seco) en las variables: pH almendra, pH testa, acidez titulable, humedad, grasa, índice semilla e índice de fermentación. Así mismo en los perfiles sensoriales: aroma, acidez, amargor, astringencia, pos gusto y calidad. Por consiguiente, al evidenciar diferencia significativa en el efecto de cada tipo de cacao se acepta la Hipótesis alternativa.

- Las zonas en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba), influyeron de manera distinta en los resultados de las características físico-químicas: pH almendra, pH testa, acidez titulable, índice semilla e índice de fermentación presentando diferencia significativa, de esta forma se acepta la Hipótesis alternativa. No obstante, para las variables humedad y grasa al no existir diferencia significativa se acepta la Hipótesis nula. En cuanto a los perfiles sensoriales existió diferencia significativa en los perfiles: aroma, acidez, amargor, astringencia y pos gusto, por lo tanto, se acepta la Hipótesis alternativa.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

5.1.1. Con respecto a la variabilidad de tres tipos de cacao y el efecto de los días de fermentación sobre las características físico-químicas.

5.1.1.1. Tipo de cacao (Factor A).

Considerando el método fermentación controlada y zona en estudio (Cantón Vinces).

En cuanto al pH almendra se observó un coeficiente de variabilidad bajo con el 6,37 %. Por lo tanto, se concluye que existió mínima diferencia entre los niveles del Factor A (Tipo de cacao) donde obtuvo valores óptimos, siendo tipo trinitario (**a2**) (5,26), seguido del tipo criollo (**a0**) (5,20) y forastero (**a1**) (5,19). Referente al pH testa, presentó un coeficiente de variabilidad moderadamente alto con 35,43 %, concluyendo que el tipo trinitario (**a2**) y criollo (**a0**) presentaron los mejores resultados con valores de (5,85) y (5,16). Por consiguiente a la acidez titulable el coeficiente fue muy mínimo con el 1,41 %, de esta forma los tipos de cacao: forastero (**a1**) (1,22 %), trinitario (**a2**) (0,97 %) y criollo (**a0**) (0,80 %) son excelentes dentro de lo establecido.

Considerando el método fermentación controlada y zona en estudio (Cantón Baba).

De acuerdo a la variable pH testa, al presentar un coeficiente de variabilidad del 39,40 %. Se concluye según los resultados que el tipo trinitario (**a2**) (5,08) y tipo criollo (**a0**) (4,92) del factor A (Tipos de cacao) presentaron los mejores valores para esta variable.

5.1.1.2. Días de fermentación (Factor B/A).

Considerando los métodos (cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada) y zonas en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba).

Referente al efecto provocado de los días de fermentación sobre los valores de pH almendra, se concluye que el día 1 (**b₀**) los resultados obtenidos de los métodos de fermentación y zonas en estudio se situaron con valores óptimos a excepción de los datos obtenidos del método sacos de yute - Cantón Baba que presentó un valor inferior con (4,83). Continuando con el día 3 (**b₁**) se pudo observar que los valores obtenidos del método fermentación controlada de las dos zonas en estudio se ubicaron con los mejores resultados. Seguido en el día 4 (**b₂**) los promedios (4,69; 4,54) y (4,70; 4,83) de cajones en cascada y sacos de yute se situaron como mejores en ambas zonas. Por último, en el día 5 (**b₃**) los valores son idóneos a excepción de los obtenidos de cajones en cascada (5,93) y sacos de yute (5,76) – Cantón Baba. Además, se verificó que los coeficientes de variabilidad según los valores obtenidos de los métodos cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada son (Cantón Vinces) 99,88 %; 99,89 %; 93,56 % - (Cantón Baba) 88,06 %; 99,90 %; 99,96 %.

De acuerdo a los resultados de la variable pH testa, se concluye que el efecto de los días de fermentación varió en su comportamiento según los valores obtenidos de los métodos y zonas en estudio. Donde día 1 (**b₀**) presentó los mejores resultados en los métodos cajones en cascada (4,15; 4,06) y sacos de yute (4,01; 3,85) en las dos zonas. Continuando en el día 3 (**b₁**) todos los valores son idóneos al estar dentro del rango. Siguiendo en el día 4 (**b₂**) el comportamiento fue excelente al situar de la misma forma dentro del rango a todos los valores obtenidos. Para finalizar en el día 5 (**b₃**) la mayoría de los valores presentaron resultados idóneos a excepción de cajones en cascada- Cantón Baba (6,48) posicionándose con un valor superior. Por lo tanto, los coeficientes de variabilidad del efecto de los días de fermentación según los valores representados de los métodos cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada son (Cantón Vinces) 99,95 %; 99,92 %; 64,53 % - (Cantón Baba) 99,96 %; 99,98 %; 59,82 %.

Considerando los valores de acidez titulable al determinar la variabilidad del efecto de los días de fermentación. Se concluye que en el día 1 (**b0**) y día 3 (**b1**) según los resultados obtenidos de los métodos de fermentación y zonas en estudio se situaron con una acidez óptima durante el proceso. Continuando con la fermentación día 4 (**b2**) se pudo observar que los datos en su mayoría son excelentes a excepción del valor presentado en sacos de yute (0,92) siendo una acidez mínimamente inferior y al finalizar los días de fermentación día 5 (**b3**) se denotó que todos los resultados obtenidos presentaron una acidez aceptable. Estableciendo los coeficientes de variabilidad para los métodos cajones en cascada, sacos de yute y fermentación controlada (Cantón Vinces) 99,95 %; 99,96 %; 98,55 % y (Cantón Baba) 99,75 %; 99,22 %; 99,34 %. Por lo tanto, esto significa que los días de fermentación inciden significativamente durante todo el proceso fermentativo. Por el contrario, los tres tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario) no variaron mayormente, presentando una variabilidad baja según los resultados de las variables estudiadas.

5.1.2. Con respecto al efecto de los métodos de fermentación en las características físico-químicas y sensoriales del chocolate.

Al realizar el proceso fermentativo, utilizando tres métodos de fermentación, se pudo observar el efecto en las características físico-químicas del cacao fermentado y seco, obteniendo que el método fermentación controlada (**a2**) produce un mejor efecto en las variables pH almendra con un valor de (4,94), pH testa (5,55) e índice de semilla con un peso de (1,39 g). Por lo contrario, en los métodos cajones en cascada (**a0**) y sacos de yute (**a1**) presentaron valores óptimos en acidez titulable (0,78), (0,75) %. En cuanto al porcentaje humedad los métodos estudiados se mantuvieron próximos a lo establecido por la Norma NTE INEN 0176. Considerando el efecto de los métodos de fermentación sobre las características sensoriales del chocolate, se concluye que según la escala de intensidad obtenida el método fermentación controlada (**a2**) presentó los mejores niveles de intensidad en las categorías aroma con una puntuación de (3,50) dando a conocer que la apreciación de esta variable caracteriza la muestra, amargor (1,97) siendo apenas detectable, en astringencia con una intensidad de (1,33) situándose según el indicador como apenas detectable, en relación a la categoría calidad obtuvo un puntaje excelente con 8,39 ; no obstante, en el perfil acidez demostró un nivel de intensidad moderado con (2,25). Mientras los métodos en estudio no influyeron en la categoría pos gusto, por lo tanto, no presentó diferencia significativa.

5.1.3. En cuanto a la identificación de las características físico-químicas y sensoriales del grano fermentado y seco de tres tipos de cacao.

Se procede a concluir que el tipo de cacao criollo (**a₀**) presentó las mejores características en las variables pH almendra con (5,43) y pH testa (6,11). Mientras que en los valores de acidez titulable el resultado idóneo se situó en el tipo forastero (**a₁**) con un valor de (0,81 %). En cuanto al contenido de grasa el tipo forastero (**a₁**) con un valor de (47,97 %) y trinitario (**a₂**) con (47 %) se ubicaron con el mayor contenido. Referente al índice de semilla el cacao trinitario (**a₂**) resaltó con el mayor peso siendo (1,34 g), sin embargo, se demostró que el cacao forastero (**a₁**) y criollo (**a₀**) obtuvieron una diferencia mínima presentando valores de 1,30, 1,29 g. En relación al porcentaje humedad no existió diferencia entre los tipos de cacao. Con respecto a las características sensoriales en los tres tipos de cacao (criollo, forastero y trinitario) se encontró diferencia significativa y se concluye que los mejores niveles de intensidad para las categorías aroma con (3,39), acidez (1,81), amargor (2,22), astringencia (1,52), pos gusto (2,86) y calidad (8,33) se situó en el cacao criollo (**a₀**). Cabe recalcar, que un chocolate con buenas características debe poseer un nivel de acidez medio y en cuanto al amargor y astringencia la relación entre calidad e intensidad es inversa, es decir que entre menor sea la intensidad, mayor será la calidad.

5.1.4. En relación a la influencia de las zonas en estudio sobre las características físico-químicas y sensoriales.

En referencia a las zonas en estudio, se determinó que existió diferencia entre sus resultados. De esta forma se concluye que el Cantón Vinces (**a₀**) mostró resultados óptimos en pH almendra y pH testa con valores de (5,16) (6,08). Referente a la acidez titulable se concluye que las zonas en estudio (**a₀**: Cantón Vinces con 0,93 % y **a₁**: Cantón Baba con 0,92 %) son excelentes en sus resultados. Respecto al índice de semilla la zona en estudio (**a₁**: Cantón Baba) demostró un mayor peso con (1,34 g) la cual correspondió a la clasificación Arriba Superior Selecto (A.S.S). En relación a la intensidad de los perfiles sensoriales para las zonas en estudio, se concluye que el Cantón Baba (**a₁**) obtuvo los mejores niveles en las categorías: aroma (3,24) y pos gusto (2,92); además, presentó una intensidad leve en amargor (2,12), astringencia (1,76) y acidez (2,46). De esta forma se ubicó con la mejor calificación para calidad con una valoración de (8,09).

5.1.5. Interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) de las características físico-químicas.

Considerando la interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio), se concluye que en la variable **pH almendra** las interacciones se encontraron próximas de lo establecido (5,1 - 5,5) a excepción del tratamiento **a₂b₂c₀** (Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Vinces) situándose fuera del rango con un valor inferior (4,10). En relación al porcentaje de **acidez titulable** se determinó que la interacción **a₂b₀c₁** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) presentó el mejor resultado con un valor moderado de (0,98 %). En relación al **índice de semilla** se observó que existió diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, demostrando el mejor peso en la interacción **a₂b₁c₁** (Fermentación controlada + Forastero + Cantón Baba) con (1,45 g).

De acuerdo al **índice de fermentación** se concluye que los mejores tratamientos fueron: **a1b2c0** (Sacos de yute + Trinitario + Cantón Vinces) con 82 % (Fermentación buena), 10 % (Fermentación media), 8 % (Granos violeta) y **a2b1c1** (Fermentación controlada + Forastero + Cantón Baba) con 75 % (Fermentación buena), 18 % (Fermentación media), 7 % (Granos violetas) según los requisitos del cacao beneficiado “*NTE INEN 0176*” pertenecen a la clasificación *Arriba Superior Summer Plantación Selecta* (A.S.S.P.S). Cabe recalcar que en los tratamientos en estudio no existió la presencia de defectos como almendras mohosas, pizarrosas e infectadas.

5.1.6. Interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) del análisis sensorial.

En cuanto a los resultados del análisis sensorial se demostró que el tratamiento **a2b0c1** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) presentó los mejores resultados en cuanto a las categorías, según los niveles de intensidad de los perfiles sensoriales obteniendo los siguientes resultados: aroma (4), acidez (1,67), amargor (1,83), astringencia (1), pos gusto (3,67) y calidad (8,88). De la misma forma para las categorías del sabor: cacao (4), nuez (3,83), frutas frescas (3,83) y floral (4). Tratamiento que posee los siguientes descriptores: aroma cítrico/floral; acidez cítrica a limón/naranja; siendo leve amargo que no caracteriza la muestra; la astringencia presenta una sensación a té negro (no dominante) y en cuanto al pos gusto denota a cítrico/floral, cremoso y suave que permite una progresión gradual del sabor en la boca. Cabe destacar que las muestras no presentaron defectos por lo cual se las denominó muestras limpias.

5.1.7. Respecto a la caracterización del tipo y morfología de levaduras en el mucilago de cacao.

Al determinar los niveles de absorbancia se concluye que el Cantón Baba presentó valores superiores de colonias en relación al Cantón Vinces, influyendo estos resultados en las características físico-químicas. En cuanto a la zona en estudio Cantón Vinces por medio de vista microscópica se observó Bacilos Gram (-) de colonias bacterianas *Acetobacter* spp, presentando forma romboidal y margen irregular, color beige oscuro. Mientras que en el Cantón Baba se obtuvo Bacilos Gram (-) de colonias bacterianas *Gluconobacter* spp de forma y margen circular, color blanco amarillento.

5.1.8. Respecto a las características físico-químicas y sensoriales del tratamiento pos-cosecha que presentó mejores resultados en el cacao procesado.

En cuanto a los análisis realizados al mejor tratamiento **a2b0c1** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) se concluye que los metales pesados (cadmio, arsénico y cobre) se encuentran dentro de lo establecido por las normas de regulación; en cuanto a los alcaloides (teobromina y cafeína) presentaron un valor aceptable sin afectar la calidad ya que son responsables del amargor y astringencia del cacao. Por consiguiente, el contenido de perfil lipídico (AGS, AGMI) se encuentran dentro de los valores normativos a excepción de AGPI que presentó un valor superior. Además, el chocolate del tratamiento pos-cosecha posee propiedades nutricionales excelentes siendo una fuente propicia según los valores diarios. A la vez cumplió con los estándares microbiológicos establecidos en la norma NTE INEN 0621; 2010, presentando calidad e inocuidad demostrando ser apto para el consumo humano.

5.2. Recomendaciones.

5.2.1. En cuanto a la variabilidad de tres tipos de cacao y el efecto de los días de fermentación sobre las características físico-químicas.

Al observar que los tres tipos de cacao (Factor A) obtuvieron un bajo coeficiente de variabilidad en comparación al efecto de los días de fermentación (Factor B/A) que presentaron una mayor variación se pudo determinar que estos inciden significativamente en el cambio de las características físico-químicas, por lo tanto, se recomienda un mayor manejo, seguimiento y control durante los días del proceso de fermentación.

5.2.2. Respecto al efecto de los métodos de fermentación en las características físico-químicas y sensoriales del chocolate.

En lo que concierne a las variables pH almendra, pH testa e índice de semilla, se recomienda emplear el método de fermentación controlada (**a2**), debido a que produce un mejor efecto en los resultados. Por consiguiente, los métodos cajones en cascada (**a0**) y sacos de yute (**a1**), son recomendables debido que permiten obtener valores óptimos en acidez titulable. En cuanto a la variable humedad se recomienda los tres métodos en estudio (Factor A) por mantener resultados próximos a lo establecido por la Norma NTE INEN 0176.

En cuanto al efecto de los métodos de fermentación sobre las características sensoriales del chocolate, se recomienda implementar el método fermentación controlada (**a2**) porque mejora los atributos sensoriales, presentando niveles ideales según la escala de intensidad en las categorías aroma con (3,50) de puntuación caracterizando la muestra; siendo apenas detectable en amargor con (1,97) y astringencia (1,33). En cuanto al perfil acidez su intensidad fue moderada con (2,25). Atributos mencionados que contribuyen a la calidad permitiendo obtener un excelente valor con (8,39). Mientras que la categoría pos gusto no presentó diferencia significativa en ninguno de los métodos de estudio.

5.2.3. En cuanto a la identificación de las características físico-químicas del grano fermentado y seco de tres tipos de cacao.

Se recomienda el tipo de cacao criollo (**a0**) por presentar mejores resultados en las variables pH almendra y pH testa. Para la variable acidez titulable, es recomendable el tipo forastero (**a1**) al obtener un valor idóneo. En cuanto al contenido de grasa, es recomendable los tipos de cacao forastero (**a1**) y trinitario (**a2**) por sus altos niveles según los resultados obtenidos. Referente al índice de semilla el mayor peso lo posee el cacao trinitario (**a2**). Con respecto al porcentaje de humedad los tipos de cacao no influyen para esta variable.

En que lo respecta a las características sensoriales de los tipos de cacao, según los resultados obtenidos en la escala de intensidad se recomienda el cacao tipo criollo, por presentar mejores niveles en las categorías: aroma, acidez, amargor, astringencia, pos gusto y calidad. Siendo una materia prima excelente para la elaboración de chocolate.

5.2.4. En relación a la influencia de las zonas en estudio sobre las características físico-químicas y sensoriales.

Considerando las variables pH almendra y pH testa se recomienda la zona en estudio (**a0**: Cantón Vinces). En relación a la acidez titulable son recomendables las dos zonas en estudio (**a0**: Cantón Vinces) y (**a1**: Cantón Baba) debido que presentaron resultados excelentes. Respecto al índice de semilla se recomienda la zona en estudio (**a1**: Cantón Baba) por presentar mejores resultados en el peso ubicándose dentro de la clasificación Arriba Superior Selecto (A.S.S).

En relación a los perfiles sensoriales, se recomienda la zona en estudio (**a1**: Cantón Baba) por presentar los mejores niveles en las categorías: aroma, acidez, amargor, astringencia, pos gusto y calidad. A la vez, se recomienda continuar estudiando los distintos sectores de la zona en mención ampliando la información de futuras investigaciones relacionadas con el cacao nacional y sus derivados.

5.2.5. Interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) del análisis físico-químico.

En cuanto a la variable **pH almendra**, es recomendable emplear los tratamientos a excepción de **a2b2c0** (Fermentación controlada + Trinitario + Cantón Vinces) por presentar un valor muy inferior. Considerando la **acidez titulable** se recomienda interactuar el tratamiento **a2b0c1** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) donde cuya incidencia tiene un valor moderado de (0,98 %). Para el **índice de semilla** la interacción **a2b1c1** (Fermentación controlada + Forastero + Cantón Baba) presentó el mejor resultado en el peso del grano.

En lo que respecta al **índice de fermentación**, es recomendable emplear las interacciones **a1b2c0** (Sacos de yute + Trinitario + Cantón Vinces) y **a2b1c1** (Fermentación controlada + Forastero + Cantón Baba) porque proporcionan excelentes resultados en: fermentación buena, fermentación media y granos violetas.

5.2.6. Interacción ABC (Método de fermentación + Tipo de cacao + Zona en estudio) del análisis sensorial.

Para un excelente tratamiento poscosecha es recomendable la interacción **a2b0c1** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) debido que esta contribuye en las características sensoriales permitiendo obtener los mejores niveles según la escala de intensidad en las categorías: aroma, acidez, amargor, astringencia, pos gusto y calidad. De la misma forma para las categorías del sabor: cacao, nuez, frutas frescas y floral.

5.2.7. Respecto a la caracterización del tipo y morfología de levaduras en el mucilago de cacao.

En cuanto a la caracterización de bacterias, al encontrar Bacilos Gram (-) con colonias Acetobacter spp en el Cantón Baba y Gluconobacter spp en el Cantón Vinces presentes en el mucilago del cacao nacional, se recomienda realizar investigaciones sobre la influencia que tienen estos microorganismos en la fermentación del cacao obtenido de las dos zonas en estudio y cuál es la repercusión en las características físico-químicas y sensoriales del cacao procesado.

5.2.8. Respecto a las características sensoriales y químicas del tratamiento pos-cosecha que presentó mejores resultados en el cacao procesado.

Se recomienda el tratamiento **azboc₁** (Fermentación controlada + Criollo + Cantón Baba) al obtener los mejores atributos sensoriales, cumpliendo con los niveles de metales pesados y perfil lipídico (AGS: 63,02 % y AGMI: 31,93 %) según las normas de regulación. De la misma forma al obtener un valor aceptable para los alcaloides (teobromina: 1055,5 mg/100g correspondiendo a 1,05 % y cafeína: 127,5 mg/100g siendo el 0,12 %). Demostrando que el chocolate del mejor tratamiento pos-cosecha posee propiedades nutricionales excelentes siendo una fuente propicia según los valores diarios recomendados, situándose dentro de los estándares de calidad como un producto inocuo.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.

- [1] T. Teddi, Importancia De La Fermentacion Para La Obtención De Granos De Cacao De Calidad, Lima : Tarapoto S.A, 2015.
- [2] Y. Muñoz, Elaboración De Chocolate De Cobertura, Utilizando Licor De Cacao Nacional, Quevedo, 2013.
- [3] J. Aldas Y K. Revilla, Quevedo: Universidad Técnica Estatal De Quevedo, 2019.
- [4] F. G. Cerezo, Cacao- Un Nuevo Enfoque Para La Nutricion Y Salud, Caracas: Foncacao Sa, 1998.
- [5] Y. Mazariegos, «El Cultivo Del Cacao (Theobroma Cacao. L.) En El Sureste De México,» Mexico , 2009.
- [6] N. Rodriguez, Evaluación Del Efecto Del Procesado Y Tiempo De La Fermentación En Los Contenidos De Polifenoles, Alcaloides Y Ácidos Volátiles En Dos Genotipos De Cacao., Quito, 2007, P. 79.
- [7] N. Dostert, J. Roque Y A. Cano, «Botanica Del Cacao,» Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C., Lima , 2011.
- [8] R. Rivera Y F. Mecías, «Efecto Del Tipo Y Tiempo De Fermentación En La Calidad Física Y Química Del Cacao (Theobroma Cacao L.) Tipo Nacional,» *Ciencia Y Tecnología*, 2012.
- [9] Fedecacao, Guia Para El Cultivo De Cacao, Bogota, 2012.
- [10] J. Salas Y L. Yunuen, Morfologia Del Cacao, México , 2011.
- [11] J. Bueno Y M. Magdalena, Canales De Comercialización Y Su Incidencia En La Corporación De Organizaciones Campesinas Productoras De Chocolate Del Cantón Vinces Período, Guayaquil: Universidad De Guayaquil, 2015.
- [12] C. E. Berru, Inventario De Fauna Entomológica Asociada Al Cultivo De Cacao (Theobroma Cacao L.) En Una Plantación Con Sistema Agroforestal En El Cantón Baba, Recinto La Carmela, Provincia De Los Ríos, Babahoyo: Universidad Tecnica De Babahoyo, 2016.
- [13] G. A. D. B. (Gab), Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Cantón Baba, 2014.
- [14] S. Fernandez Y R. Brezan, «Cultivo Del Cacao,» Agorevis S.A , Mexico , 2014.

- [15] F. Amores, J. Jimenez Y Y. Peña, «Influencia Del Tiempo De Fermentacion Y El Tostado Sobre El Desarrollo De Compuestos Aromaticos Asociados Al Sabor A Chocolate En Almendras De Cacao De La Variedad Nacional,» De *Internacional Cocoa Research Conference*, San Jose-Costa Rica, 2006.
- [16] M. D. C. W. Rodarte, «Microorganismos Y Cacao,» *Revista Digital Universitaria*, Vol. 12, N° 4, 2011.
- [17] W. F. T. Llerena, *Mejoramiento Del Proceso De Fermentacion Del Cacao*, Santa María De Las Cuevas.: Universidad Internacional De Andalucía, 2014.
- [18] L. Velásquez, *Influencia Del Proceso De Fermentación Sobre Las Características De Calidad Del Grano De Cacao*, Medellín: Universidad Nacional De Colombia, 2006.
- [19] D. C. M. Sepúlveda, *Estrategia De Mejoramiento Para El Proceso De Fermentación Del Theobroma Cacao L. Para*, Pereira : Ciencia Y Tecnologia, 2008.
- [20] C. Carbajal, R. Chire Y M. Valdivia, «Ocratoxina A En Cacao Y Derivados. Medidas Preventivas,» *Ciencia E Investigacion*, 2014.
- [21] E. G. S. Chavez, *Evaluacion Sensorial Del Cacao Nacional Fino O De Aroma Procedente De Diferentes Zonas Del Pais*, Quevedo , 2011.
- [22] I. Dueñas, *Evaluación De La Incidencia De La Fermentación En La Calidad Del Grano De Cacao*, San Salvador: Facultad De Ciencias Agronómicas, 2017.
- [23] M. Bustamente Y A. Ramirez, «Efecto De Varios Métodos De Prefermentación Y Fermentación Del Cacao Ccn-5i (Theobroma Cacao L) En Las Propiedades Físicas Y Organolépticas De La Almendra,» Guayaquil, 2010.
- [24] E. Mejia, «Efecto De Las Revol Turas Sobre La Temperatura De Fermetacion En El Cacao,» Mexico , 2013.
- [25] H. Aguilar, «Requisitos De Calidad De La Industria De Chocolate Del Cacao,» *Coabisco*, 2016.
- [26] M. Espinoza, *Fermentación De Cacao (Theobroma Cacao L.) Tipo Criollo En Diferentes Tipos De Fermentadores En Sector La Unión Río Negro*, Satipo: Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2011.
- [27] M. E. G. Cabrera, *Diagnóstico Y Propuesta De Parámetros Para La Estandarización Y Homogenización Del Tratamiento Poscosecha De Cacao*, Lima: Unidad De Coordinación De Préstamos Sectoriales – Ucps, 2007.

- [28] A. Menendez, «Evaluación Del Extracto Lipofílico De Cucurbita Pepo L. Sobre La Hiperplasia Prostática Inducida Por Andrógenos,» *Revista Cubana De Plantas Medicinales*, 2006.
- [29] I. (623), Pasta (Masa, Licor) De Cacao Requisitos, Servicio Ecuatoriano De Normalización, 1988-06.
- [30] C. Gonzales, Derivados Del Chocolate, 2012.
- [31] M. Codini, F. Díaz, M. Ghirardi, Villavicencio Y Inés, Obtención Y Utilización De La Manteca De Cacao, Invenio, 2004.
- [32] C. R. Cruz, Lecitina De Soja, Sevilla: Universidad De Sevilla, 2006.
- [33] P. Peláe, S. Guerra Y D. Contreras, «Cambios En La Características Físicas Y Químicas De Granos De Cacao (Theobroma Cacao) Fermentados Con Transferencia Manual Y Semi-Mecanizada, Entre Las Cajas De Fermentación,» *Scientia Agropecuaria*, P. 9, 2016.
- [34] H. Horta, A. Sandoval, G. María Y I. Cerón, «Evaluación De La Fermentación Y Calidad Final De Cinco Clones De Cacao Proveniente Del Departamento Del Huila, Colombia.,» *Dyna*, Vol. 86, N° 210, P. 7, 2019.
- [35] A. A. Paredes, Fermentación., • Características De Acidez Como Parámetro Químico De Calidad En Muestras De Cacao (Theobroma Cacao L) Fino Y Ordinario De Producción Nacional Durante La, Quito: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador , 2002.
- [36] V. Sánchez, • Caracterización Organoléptica Del Cacao (Theobroma Cacao L.) Para La Selección De Árboles Con Perfiles De Sabor De Interés Comercial., Quevedo: Universidad Técnica Estatal De Quevedo, 2007.
- [37] J. Rivera, • *Correlación De La Porosidad Con El Grado De Fermentación Del Grano De Cacao Peruano (Theobroma Cacao L.)*, Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018.
- [38] C. Vallejo, R. Ocampo, W. Rodríguez, V. Roman Y J. Vera, «Utilización Del Mucílago De Cacao, Tipo Nacional Y Trinitario En La Obtención De Jalea,» *Espamciencia*, P. 8, 2016.
- [39] D. Bravo, Evaluación Físicoquímica Del Comportamiento De Las Almendras De Cacao (Theobroma Cacao L) De Seis Clones: Ics -1 (Imperial Collage Selection), Ics – 95 (Imperial Collage), Tarapotó: Universidad Nacional De San Martín, 2017.

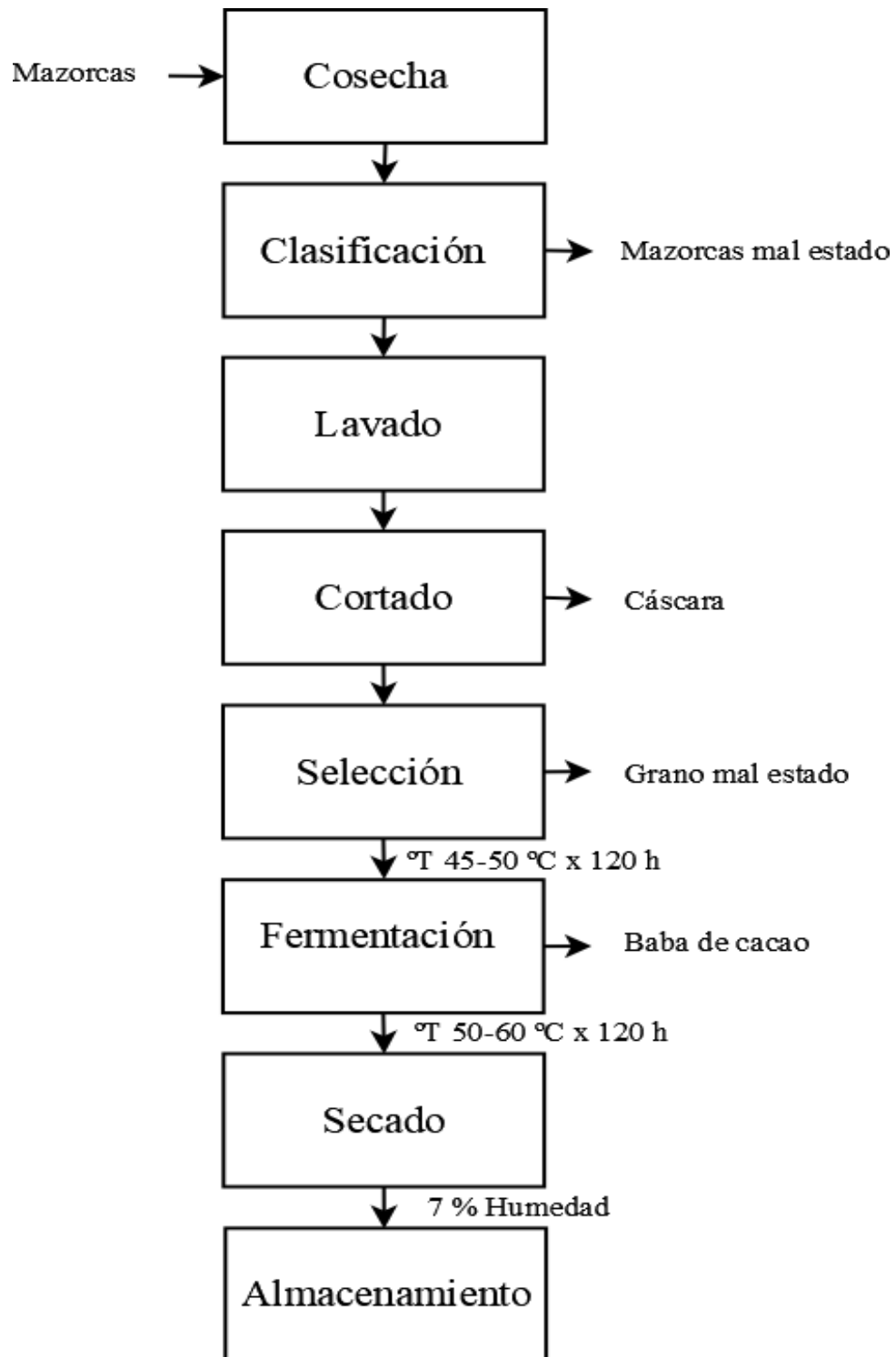
- [40] A. Zambrano, A. Gomez Y G. Ramos, Caracterización De Parámetros Físicos De Calidad En Almendra De Cacao Criollo, Trinitario Y Forastero Durante El Proceso De Secado., Mérida: Universidad De Los Andes, 2010.
- [41] L. Ortiz, L. Graziani Y G. Rovedas, Evaluación De Varios Factores Sobre Características Químicas Del Grano De Cacao En Fermentación., Aragua , 2009.
- [42] J. Andrade Y J. Rivera, Propiedades Físicas Y Químicas De Cultivares De Cacao (Theobroma Cacao L.) De Ecuador Y Perú, Universidad Tecnológica Equinoccial, 2019.
- [43] J. Jiménez, A. Fredy Y E. Solórzano, Componentes De Identidad Para Reconocer Las Diferencias Del Cacao Que Se Produce En Varias Regiones Del Ecuador, Quevedo: Estación Experimental Tropical Pichilingue, 2014.
- [44] K. Bermúdez Y C. Mendoza, Post-Cosecha Y Secado Del Grano Del Cacaonacional Fino Y De Aroma Para La Determinación De Perfiles Físicos, Bromatológicos Y Organolépticos, Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí, 2016.
- [45] F. Amores, A. Palacios Y J. Jimenez, Entorno Ambiental, Genética, Atributos De Calidad Y Singularización Del Cacao En El Nor Oriente De La Provincia De Esmeraldas, Fredy, Amores; Angela, Palacios; Juan, Jimenez: Iniap, 2009.
- [46] L. Salazar, Aislamiento Y Caracterización De Microorganismos Durante El Proceso De Fermentación De Cacao (Theobroma Cacao L.), Cuzco: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2017.
- [47] R. Rivera, F. Mecías, M. Guzmán, Peña Y H. Medina, Efecto Del Tipo Y Tiempo De Fermentación En La Calidad Física Y Química Del Cacao (Theobroma Cacao L.) Tipo Nacional, Quevedo: Unidad De Investigación Científica Y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal De Quevedo, 2012.
- [48] E. Chaquila, “Optimización Del Proceso De Fermentación De Cacao Criollo (Theobroma Cacao L) Bajo Sistemas Ecoeficientes”, Jaén – Perú: Universidad Nacional De Jaén, 2020.
- [49] J. Vera, C. Vallejo, D. Parraga Y W. Morales, «Atributos Físico-Químicos Y Sensoriales De Las Almendras De Quince Clones De Cacao Nacional (Theobroma Cacao L.) En El Ecuador,» Dialnet, Quevedo, 2014.
- [50] J. Lanza Y V. López, Evaluación Del Contenido De Metales Pesados En El Cacao (Theobroma Caca L.)”, De Santa Bárbara Del Zulia, Venezuela, 2016.

- [51] E. Castillo, Estudio Del Contenido De Grasa, Alcaloides Y Polifenoles Totales En Almendras De Cacao Nacional Fino De Aroma En Zonas Del Litoral Ecuatoriano Para Comparar Su Calidad Y Facilitar Su Comercialización., Ambato: Universidad Técnica De Ambato, 2014.
- [52] A. Mella Y B. Ricardo, «Composición Química Y Valor Calórico De Los Chocolates. Características Físicas Y Químicas De La Materia Grasa,» *Alimentos*, Vol. 12, N° 4, 1987, P. 8, 2002.
- [53] E. Negro, Williner Y María, «Calidad Nutricional Y Origen De Los Ácidos Grasos En Chocolates Y Baños De Repostería Producidos,» *Nutrición Clínica, Diética Y Hospitalaria*, N° 39(3), Pp. 129-137, 2019.
- [54] A. Gil, Composición Y Calidad Nutritiva De Los Alimentos, Madrid: Medica Panamericana, 2010.
- [55] NTE INEN, Cacao En Grano. Requisitos, Quito: INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 2006.
- [56] N. Inen, Requisitos Chocolates., Quito : Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2010.
- [57] C. Alimentarius, Norma Para El Chocolate Y Los Productos Del Chocolate Codex Stan 87-198, Fao, Oms, 2016.
- [58] U. Europea, Reglamento (Ce) No 1881/2006 Por Lo Que Respecta Al Contenido Máximo De Cadmio, Union Europea, 2014.
- [59] N. O. Mexicana, • Norma Mexicana-061-1964. Cacao, Chocolate Y Productos Similares, Y Derivados Del Cacao. Especificaciones Sanitarias. Denominación Comercial. Métodos De Prueba, México, 2013.
- [60] N. Inen, Nte Inen 1334-2. Rotulado De Productos Alimenticios Para Consumo Humano. Parte 2. Rotulado Nutricional. Requisitos, Quito: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2016.
- [61] M. Maisincho, Fermentación De Cacao (Theobroma Cacao) Variedad Ccn51 Inoculando Acetobacter, Ambato : Universidad Técnica De Ambato , 2006.
- [62] M. Egas, «Evaluacion Y Analisis Tecnico Financiero Del Procesode Prensado De Licor De Cacao (Theobroma Cacao) Para Laobtencion De Manteca Y Polvo De Cacao,» Quito , 2015.

CAPÍTULO VII

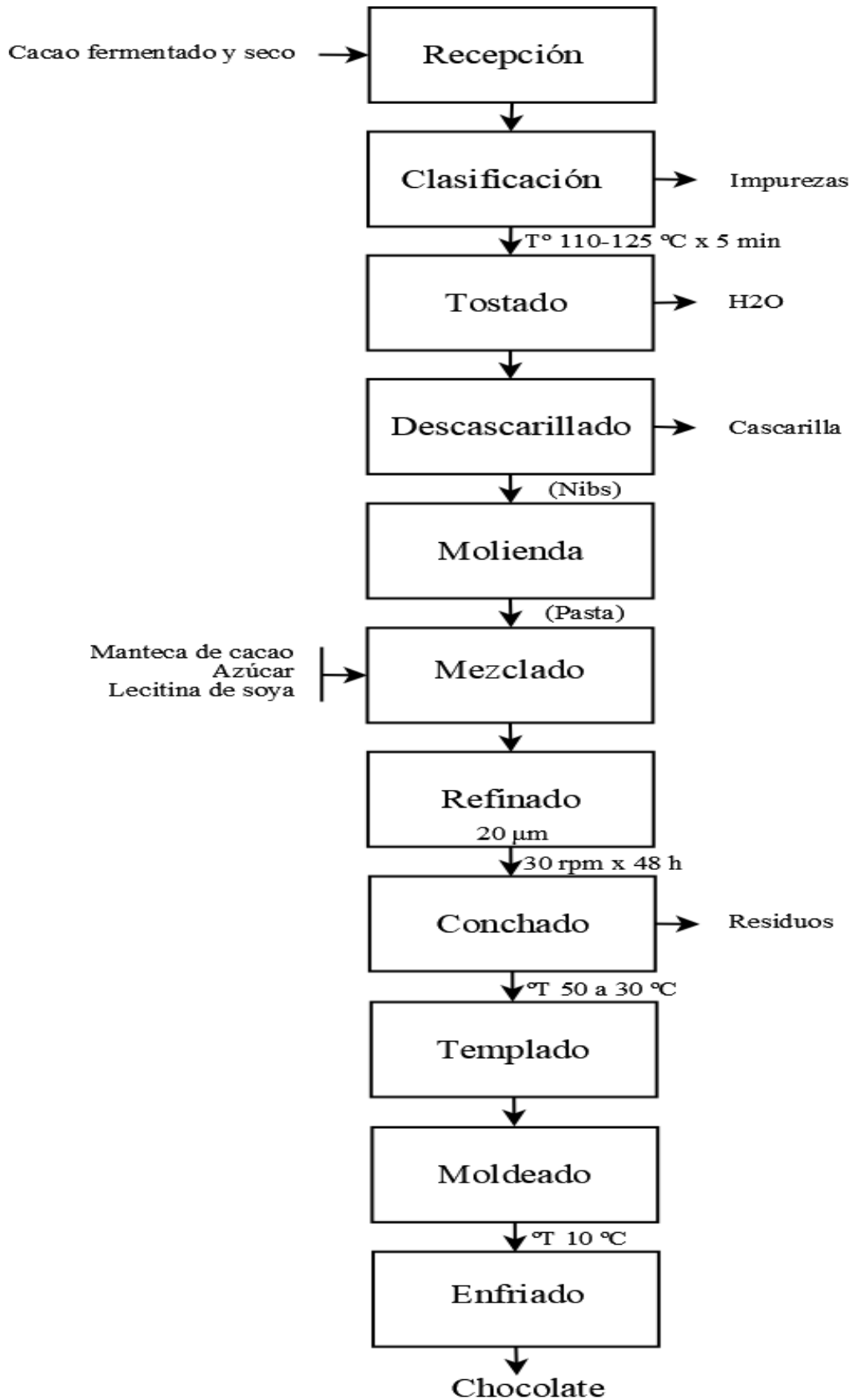
ANEXOS

Anexo 1. Flujograma de proceso para la fermentación de cacao.



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Anexo 2. Flujograma de proceso para la elaboración de chocolate.



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Anexo 3. Control de las variaciones de temperatura de los granos de cacao nacional en los diferentes métodos de fermentación y zonas en estudio.

<i>Cantón Vinces</i>				
<i>Métodos de fermentación</i>	<i>Días de fermentación</i>	<i>Temperatura (°C)</i>		
		<i>Criollo</i>	<i>Forastero</i>	<i>Trinitario</i>
Cajones en cascada	Día 1	36,40	38,00	37,50
	Día 3	47,80	47,70	48,40
	Día 4	45,60	45,00	44,20
	Día 5	40,90	40,70	39,80
Sacos de yute	Día 1	34,80	34,30	33,50
	Día 3	47,20	47,60	48,00
	Día 4	46,20	45,80	45,10
	Día 5	41,20	41,50	40,70
Fermentación controlada	Día 1	45,10	44,70	44,90
	Día 3	49,40	48,80	49,20
	Día 4	49,01	47,60	47,90
	Día 5	47,20	46,50	47,10
<i>Cantón Baba</i>				
<i>Métodos de fermentación</i>	<i>Días de fermentación</i>	<i>Temperatura (°C)</i>		
		<i>Criollo</i>	<i>Forastero</i>	<i>Trinitario</i>
Cajones en cascada	Día 1	42,60	43,40	41,30
	Día 3	48,40	47,80	47,20
	Día 4	43,80	43,40	44,30
	Día 5	42,30	41,70	42,10
Sacos de yute	Día 1	34,90	35,10	34,20
	Día 3	45,70	45,40	47,00
	Día 4	46,10	45,50	45,00
	Día 5	46,90	47,60	47,80
Fermentación controlada	Día 1	45,80	45,60	45,40
	Día 3	49,10	48,40	49,90
	Día 4	48,90	47,30	48,50
	Día 5	47,60	46,80	47,90

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Anexo 4. Índice de fermentación y defectos en almendras procedentes de los diferentes tipos de cacao nacional (criollo, forastero y trinitario).

<i>Tratamientos</i>	<i>FERMENTACIÓN</i>			<i>DEFECTOS</i>			
	<i>Fermentación Buena</i>	<i>Fermentación Media</i>	<i>Total</i>	<i>Violeta</i>	<i>Mohoso</i>	<i>Pizarroso</i>	<i>Infestado</i>
	a ₀ b ₀ c ₀	58,00	16,00	74,00	26,00	0,00	0,00
a ₀ b ₀ c ₁	70,00	12,00	82,00	18,00	0,00	0,00	0,00
a ₀ b ₁ c ₀	52,00	18,00	70,00	30,00	0,00	0,00	0,00
a ₀ b ₁ c ₁	58,00	14,00	72,00	28,00	0,00	0,00	0,00
a ₀ b ₂ c ₀	68,00	27,00	95,00	5,00	0,00	0,00	0,00
a ₀ b ₂ c ₁	54,00	24,00	78,00	22,00	0,00	0,00	0,00
a ₁ b ₀ c ₀	20,00	30,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00
a ₁ b ₀ c ₁	64,00	24,00	88,00	12,00	0,00	0,00	0,00
a ₁ b ₁ c ₀	65,00	22,00	87,00	13,00	0,00	0,00	0,00
a ₁ b ₁ c ₁	40,00	28,00	68,00	32,00	0,00	0,00	0,00
a ₁ b ₂ c ₀	82,00	10,00	92,00	8,00	0,00	0,00	0,00
a ₁ b ₂ c ₁	64,00	20,00	84,00	16,00	0,00	0,00	0,00
a ₂ b ₀ c ₀	60,00	28,00	88,00	12,00	0,00	0,00	0,00
a ₂ b ₀ c ₁	56,00	38,00	94,00	6,00	0,00	0,00	0,00
a ₂ b ₁ c ₀	44,00	51,00	95,00	5,00	0,00	0,00	0,00
a ₂ b ₁ c ₁	75,00	18,00	93,00	7,00	0,00	0,00	0,00
a ₂ b ₂ c ₀	61,00	33,00	94,00	6,00	0,00	0,00	0,00
a ₂ b ₂ c ₁	51,00	39,00	90,00	10,00	0,00	0,00	0,00
Promedio	57,89	25,11	83,00	17,00	0,00	0,00	0,00
V. máximo	82,00	51,00	95,00	50,00	0,00	0,00	0,00
V. mínimo	57,89	25,11	83,00	17,00	0,00	0,00	0,00
Desviación estándar	13,96	10,52	12,22	12,22	0,00	0,00	0,00
Coefficiente de variación	24,11	41,90	14,72	71,87	0,00	0,00	0,00

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Anexo 5. Descriptores presentes en el análisis sensorial (aroma, acidez, amargor, astringencia, defectos y pos gusto) del chocolate.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>AROMA</i>	<i>ACIDEZ</i>	<i>AMARGOR</i>	<i>ASTRINGENCIA</i>	<i>DEFECTOS</i>	<i>POS GUSTO</i>
a ₀ b ₀ c ₀	Frutas frescas	Ácido málico	Leve amargo/cafeína	Leve sensación a plátano	Muestra limpia	Leve amargo
a ₀ b ₀ c ₁	Cítrico/naranja	Cítrica a naranja	Leve amargo/piel de cítrico	Sensación parecida a nueces secas	Muestra limpia	Cítrico prolongado
a ₀ b ₁ c ₀	Frutal/leve café tostado	Ácido Málico/manzana verde	Café tostado	Leve sensación a cáscara de plátano	Muestra limpia	Sensación manchosa/característica de la muestra
a ₀ b ₁ c ₁	Frutal/floral leve sensación a flor de café	Agrio vinagre	Café tostado	Leve sensación a nueces	Muestra limpia	Sensación prolongada de nibs tostados
a ₀ b ₂ c ₀	Floral sensación a flor de café	Moderadamente a cítrico	Café tostado	Sensación parecida a probar té amargo	Muestra limpia	Poco intenso
a ₀ b ₂ c ₁	Floral	Cítrico	Leve amargo a cítrico	Sensación a nibs de cacao	Muestra limpia	Sensación a cacao que perdura e intensifica
a ₁ b ₀ c ₀	Floral:/ amaderado	Ácido tartárico/tamarindo	Leve amargo/cafeína	Sensación parecida a probar té amargo	Muestra limpia	Sensación amaderada/característica de la muestra
a ₁ b ₀ c ₁	Floral	Leva ácida a piel de cítrico	Leve amargo/cafeína	Sensación parecida a probar té amargo	Muestra limpia	Amargor que se intensifica en la boca
a ₁ b ₁ c ₀	Cítrico/naranja	Agrio vinagre	Café tostado	Sensación parecida a probar té amargo	Muestra limpia	Cítrico prolongado
a ₁ b ₁ c ₁	Floral	Ácido láctico	Leve cafeína	Leve sensación a té negro	Muestra limpia	Leve amargo prolongado
a ₁ b ₂ c ₀	Cítrico/naranja	Cítrica a naranja	leve amargo/café tostado	Té negro prolongado	Muestra limpia	Cítrico amargo
a ₁ b ₂ c ₁	Cítrico/naranja	Cítrico limón	Café tostado	Sensación parecida a probar té amargo	Muestra limpia	Cítrico amargo prolongado

a ₂ b ₀ c ₀	Floral	Cítrico a toronja	Leve amargo	Leve sensación a cáscara de plátano	Muestra limpia	Cítrico prolongado
a ₂ b ₀ c ₁	Cítrico/floral	Cítrico a limón/naranja	Leve amargo/ no caracteriza a la muestra	Sensación equilibrada a Té negro (no dominante)	Muestra limpia	Cítrico/floral, cremoso y suave que permite una progresión gradual del sabor en la boca”.
a ₂ b ₁ c ₀	Floral	Vinagre	Leve amargo/cafeína	Leve sensación a té negro	Muestra limpia	Amargo prolongado
a ₂ b ₁ c ₁	Frutal	Leve acidulado/cereza	Piel de cereza	Leve sensación a vino	Muestra limpia	Sensación a cereza se intensifica en la boca
a ₂ b ₂ c ₀	Cítrico naranja	Leve ácido/naranja	Leve amargo	Leve sensación a té negro	Muestra limpia	Cítrico prolongado
a ₂ b ₂ c ₁	Cítrico limón	Cítrico limón	Leve sensación a piel de cítricos	Leve sensación a té negro/no caracteriza la muestra	Muestra limpia	Cítrico prolongado se intensifica en la catación

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 6. Resultado de la diferencia de medias de los diferentes perfiles sensoriales del sabor considerando los tratamientos en estudio.

<i>Tratamientos</i>	<i>Sabores</i>					
	<i>Cacao</i>	<i>Dulce</i>	<i>Nuez</i>	<i>Frutas Secas</i>	<i>Frutas Frescas</i>	<i>Floral</i>
a ₀ b ₀ c ₀	3,00	2,00	1,17	0,00	2,83	0,00
a ₀ b ₀ c ₁	2,83	3,00	2,00	0,00	0,83	0,00
a ₀ b ₁ c ₀	1,83	1,33	1,50	0,00	1,17	0,00
a ₀ b ₁ c ₁	1,83	2,50	1,83	0,17	2,00	1,00
a ₀ b ₂ c ₀	3,67	1,67	2,17	1,17	1,83	2,83
a ₀ b ₂ c ₁	3,50	3,17	3,00	0,00	2,67	1,33
a ₁ b ₀ c ₀	3,17	2,67	2,17	0,83	0,67	2,83
a ₁ b ₀ c ₁	3,50	2,67	2,17	0,00	1,83	3,00
a ₁ b ₁ c ₀	1,50	1,67	1,33	0,00	1,17	0,67
a ₁ b ₁ c ₁	2,33	2,17	2,50	2,17	2,00	3,00
a ₁ b ₂ c ₀	2,83	1,50	2,00	0,00	2,67	1,67
a ₁ b ₂ c ₁	3,00	2,00	3,00	0,83	3,17	1,17
a ₂ b ₀ c ₀	3,17	2,83	2,17	2,17	2,50	2,67
a ₂ b ₀ c ₁	4,00	2,67	3,83	0,00	3,83	4,00
a ₂ b ₁ c ₀	2,67	2,67	2,17	2,83	3,00	3,17
a ₂ b ₁ c ₁	3,67	2,83	2,83	1,00	3,17	1,67
a ₂ b ₂ c ₀	2,67	2,50	2,00	1,33	2,00	0,00
a ₂ b ₂ c ₁	3,17	2,83	3,17	0,00	2,83	1,83
Promedio	2,91	2,37	2,28	0,69	2,23	1,71
V. Máximo	1,50	1,33	1,17	0,00	0,67	0,00
V. Mínimo	4,00	3,17	3,83	2,83	3,83	4,00
Desviación Estándar	0,69	0,55	0,68	0,92	0,88	1,28
Coefficiente de Variación %	23,61	23,33	29,80	132,03	39,53	74,76

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Anexo 7. Descriptores del análisis sensorial en el perfil sabor (cacao, dulce, nuez, frutas secas, frutas frescas y floral) del chocolate.

<i>Tratamientos</i>	<i>SABOR</i>							
	<i>Cacao/cocoa</i>	<i>Dulce</i>	<i>Nuez</i>	<i>Frutas secas</i>	<i>Frutas frescas</i>	<i>Floral</i>	<i>Espicias</i>	<i>Otros</i>
a ₀ b ₀ c ₀	Característico a chocolate	Azucarado	Poco perceptible	Ninguna	Sabor a plátano	Ninguna	Ninguna	Ninguna
a ₀ b ₀ c ₁	Dominante achocolatada	Caramelo	Presente en la muestra/almendra	Ninguna	Naranja	Ninguna	Ninguna	Ninguna
a ₀ b ₁ c ₀	Poco achocolatado	Leve acaramelado	Avellanas	Ninguna	Sabor a plátano	Ninguna	Ninguna	Ninguna
a ₀ b ₁ c ₁	Nibs tostado	Azucarado	Almendra	Ninguna	Fruta carnosa (mamey, durazno)	Flor de café	Ninguna	Tabaco
a ₀ b ₂ c ₀	Dominante achocolatada	Característico a melaza	Maní tostado	Ciruela pasa	Leve sensación a uva	Flor de café	Ninguna	Ninguna
a ₀ b ₂ c ₁	Nibs de cacao	Caramelo	Almendra	Ninguna	Fruta carnosa (mamey, durazno)	Flor de café	Ninguna	Ninguna
a ₁ b ₀ c ₀	Característico a chocolate	Malta	Presente en la muestra / Avellanas	Durazno seco	Leve sensación a plátano maduro	Flor de café/jazmín	Ninguna	Ninguna
a ₁ b ₀ c ₁	Característico a chocolate	Presente en la muestra/melaza	Nueces	Ninguna	Leve sensación a plátano maduro	Flor de café/jazmín	Ninguna	Ninguna
a ₁ b ₁ c ₀	Poco achocolatado	Característico a melaza	Nueces	Ninguna	Leve sensación a plátano maduro	Leve flor de café	Ninguna	Ninguna

a ₁ b ₁ c ₁	Cocoa en polvo	Acaramelado	Nueces	Durazno seco	Leve sensación a plátano maduro	Flor de café/jazmín	Ninguna	Ninguna
a ₁ b ₂ c ₀	Cocoa en polvo	leve sensación a melaza	Nueces	Ninguna	Naranja	Flor de café/jazmín	Ninguna	Ninguna
a ₁ b ₂ c ₁	Nibs de cacao	Malta	Almendra	Ninguna	Limón amargo	Leve flor de café	Ninguna	Ninguna
a ₂ b ₀ c ₀	Característico a chocolate	Azucarado	Almendra	Presente en la muestra/Uva pasa	Naranja	Flor de café/jazmín	Ninguna	Ninguna
a ₂ b ₀ c ₁	Dominante achocolatada	Miel/Azucarado	Almendra	Ninguna	Naranja/Limón	Flor de café/jazmín dominante	Ninguna	Ninguna
a ₂ b ₁ c ₀	Dominante achocolatada	Malta	Almendra	Uva pasa	Limón	Característico de la muestra/flor de café	Ninguna	Ninguna
a ₂ b ₁ c ₁	Achocolatado	Caramelo	Almendra	Cereza seca	Cereza	Se detecta notas de pétalos de rosas	Ninguna	Ninguna
a ₂ b ₂ c ₀	Polvo de cacao	Azucarado	Almendra	Ciruela pasa	Naranja	Ninguna	Ninguna	Ninguna
a ₂ b ₂ c ₁	Achocolatado	Panela	Almendra	Ninguna	Leve sensación a melón	Flor de café	Ninguna	Ninguna

*FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTYCACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)*

Anexo 8. Fotos de la cosecha y recolección de los distintos tipos de cacao nacional en el Cantón Vinces.

Cosecha



Clasificación



Lavado y cortado



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 9. Fotos de la cosecha y recolección de los distintos tipos de cacao nacional en el Cantón Baba.

Cosecha



Clasificación



Lavado y cortado



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 10. Fotos del proceso fermentativo de los distintos tipos de cacao nacional aplicando el método de fermentación cajones en cascada.

Cajón en cascada



Pesado



Escurredo



Fermentación anaerobia



Control temperatura



Remoción y volteo



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 11. Fotos del proceso fermentativo de los distintos tipos de cacao nacional aplicando el método de fermentación Sacos de yute.

Sacos de yute



Pesado



Ecurrido



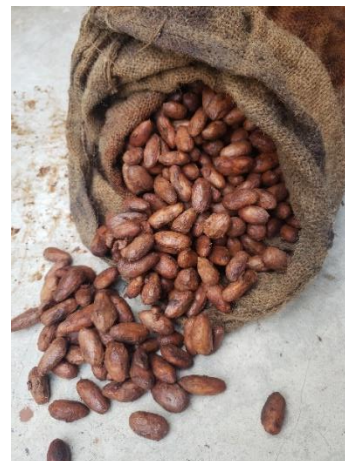
Fermentación anaerobia



Control temperatura



Remoción y volteo



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 12. Fotos del proceso fermentativo de los distintos tipos de cacao nacional aplicando el método de fermentación controlada.

Incubadora



Pesado



Ecurrido



Fermentación anaerobia



Control temperatura



Remoción y volteo



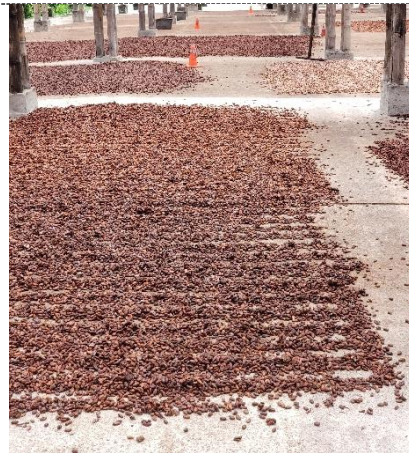
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 13. Fotos del secado de los distintos tipos de cacao nacional.

Marquesina de secado



Tendido



Remoción del cacao



Cacao fermentado y seco



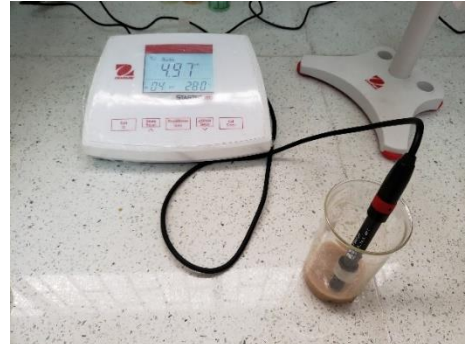
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 14. Fotos de los análisis físico-químicos de los tratamientos en estudio.

pH en la almendra



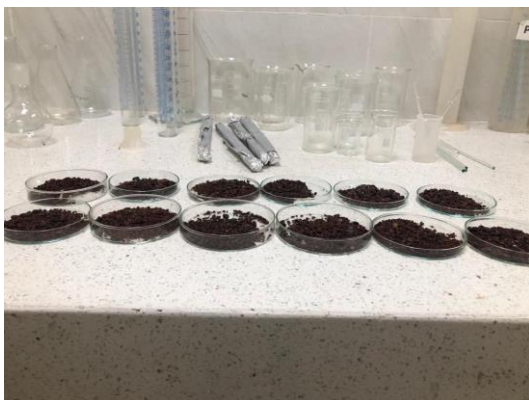
pH en testa



Acidez titulable



Humedad



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Índice de semilla



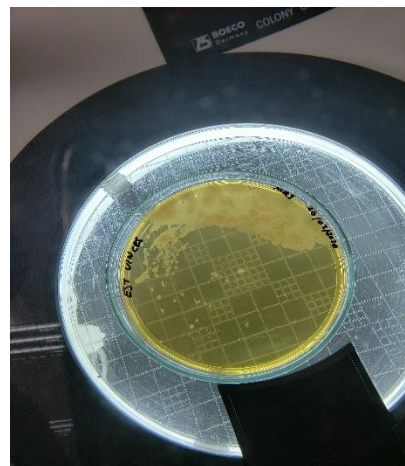
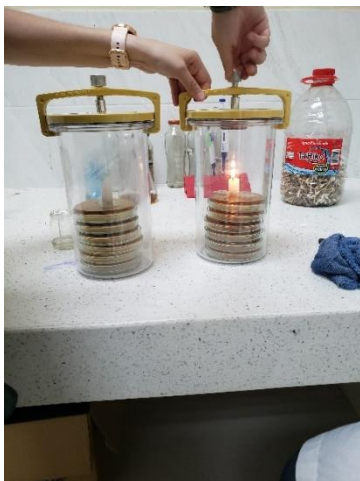
Índice de fermentación



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

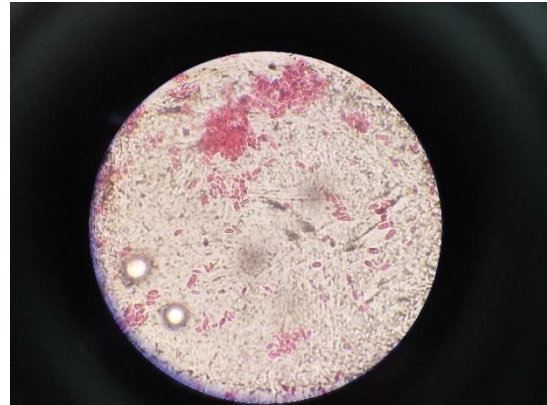
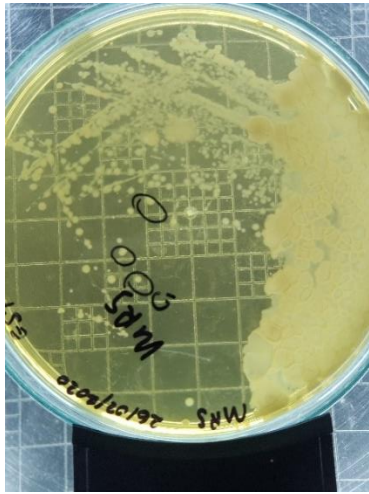
Anexo 15. Fotos de la caracterización de bacterias presentes en el mucilago del cacao nacional de las zonas en estudio (Cantón Vinces y Cantón Baba).

Recuento de colonias



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Determinación de bacterias por Tinsion Gram



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 16. Fotos del proceso del chocolate elaborado a partir de los distintos tratamientos en estudio.

Recepcion



Clasificación



Tostado



Descascarillado y triturado



Molienda



Conchado




Templado

Moldeado y enfriado



ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 17. Ficha sensorial y resultados de los análisis sensoriales realizadas al chocolate.



**ANÁLISIS SENSORIAL
DE CACAO**
Ficha de Catación

MUESTRA _____

CATADOR _____

FECHA _____

CATEGORIAS	INTENSIDAD	DESCRIPTORES	CALIDAD (0-10)	PUNTAJE
Aroma	0 1 2 3 4 5 			x1 =
Acidez	0 1 1 1 4 1 			x1 =
Amargor	INTENSIDAD 0 a 2,4: > 5 en calidad 2,5 a 3: < 5 en calidad 0 1 1 1 4 1 			x1 =
Astringencia	0 1 1 1 4 1 			x1 =
Defectos	0 1 1 1 4 1 			x2 =
Sabor	Cocoa/Cacao 0 1 1 1 4 1 		x2 =	
	Dulce 0 1 1 1 4 1 			
	Nuez 0 1 1 1 4 1 			
	Frutas secas 0 1 1 1 4 1 			
	Frutas frescas 0 1 1 1 4 1 			
	Floral 0 1 1 1 4 1 			
	Espesias 0 1 1 1 4 1 			
	Otros 			
Pos gusto	0 1 1 1 4 1 			x1 =
COMENTARIOS:		PUNTOS DE CATADOR		x1 =
PUNTAJE FINAL				

ESCALA DE INTENSIDAD

0	1	2	3	4	5
Ausente	Apenas detectable	Presente	Caracteriza la muestra	Dominante	Extremo


ESCALA DE CALIDAD

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pésimo	Mala	Regular	Buena	Excelente						

TIPS PARA EVALUAR CALIDAD EN DEFECTOS

Nombre el defecto: Una reducción de puntos en calidad debe ser justificada en Descriptores.

Relación inversa: Entre más intenso el sabor defectuoso, se reduce el puntaje en calidad.



FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTICACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-MI-47986a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	REVILLA ESCOBAR WALTER IVAN
Dirección:	ZAPALLO, BARRIO 24 DE SEPTIEMBRE
Teléfono:	099485945 0982843232

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	BARRAS DE CHOCOLATE		
Lote:	---	Contenido Declarado:	45g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2020-03-12	Hora de Recepción:	11:41:29
Fecha de Análisis:	2020-03-12	Fecha de Emisión:	2020-03-18
Material de Envase:	FUNDA METALIZADA		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS SENSORIALES

TRATAMIENTO	MÉTODO DE ANALIS	PARÁMETROS					
		AROMA	ACIDEZ	AMARGOR	ASTRINGENCIA	POS GUSTO	CALIDAD
TRATAMIENTO 1	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,17	1,00	1,33	2,00	2,00	8,28
TRATAMIENTO 2	EVALUACIÓN SENSORIAL	2,83	2,83	2,50	1,83	3,17	8,58
TRATAMIENTO 3	EVALUACIÓN SENSORIAL	1,83	0,67	2,83	2,17	3,00	7,57
TRATAMIENTO 4	EVALUACIÓN SENSORIAL	2,50	3,00	3,00	1,83	3,17	7,25
TRATAMIENTO 5	EVALUACIÓN SENSORIAL	2,67	2,17	2,33	1,83	1,83	8,20
TRATAMIENTO 6	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,33	1,67	2,00	2,33	3,00	8,15
TRATAMIENTO 7	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,17	1,33	3,33	1,67	2,17	7,70
TRATAMIENTO 8	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,50	2,17	2,17	2,00	3,17	8,12
TRATAMIENTO 9	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,00	2,50	3,67	3,17	2,17	7,55
TRATAMIENTO 10	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,17	3,17	1,67	1,33	2,17	8,18
TRATAMIENTO 11	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,17	3,00	3,33	2,67	3,17	7,65
TRATAMIENTO 12	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,17	3,00	2,00	2,67	3,17	6,88
TRATAMIENTO 13	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,67	1,83	2,17	0,67	3,00	8,42
TRATAMIENTO 14	EVALUACIÓN SENSORIAL	4,00	1,67	1,83	1,00	2,17	8,88
TRATAMIENTO 15	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,17	2,83	2,00	1,17	2,67	8,22
TRATAMIENTO 16	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,67	2,50	1,83	1,83	2,00	8,23
TRATAMIENTO 17	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,50	2,50	1,83	2,33	2,50	8,05
TRATAMIENTO 18	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,00	2,17	2,17	1,00	2,83	8,55

Nota 1: Los parámetros: Aroma, Acidez, Amargor, Astringencia y Pos gusto fueron calificados por escalas de intensidad 0=Ausente, 1= Apenas detectable, 2= Presente, 3= Caracteriza la muestra, 4= Dominante, 5= Extremo. Parámetro Calidad por calificativo 0= Pésimo, 2-4 = Malo, 4-6= Regular, 6-8= Bueno, 8-10=Excelente.

TRATAMIENTO	MÉTODO DE ANALIS	PARÁMETROS					
		SABORES					
		Cacao	Dulce	Nuez	Frutas Secas	Frutas Frescas	Floral
TRATAMIENTO 1	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,00	2,00	1,17	0,00	2,83	0,00
TRATAMIENTO 2	EVALUACIÓN SENSORIAL	2,83	3,00	2,00	0,00	0,83	0,00
TRATAMIENTO 3	EVALUACIÓN SENSORIAL	1,83	1,33	1,50	0,00	1,17	0,00
TRATAMIENTO 4	EVALUACIÓN SENSORIAL	1,83	2,50	1,83	0,17	2,00	1,00
TRATAMIENTO 5	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,67	1,67	2,17	1,17	1,83	2,83
TRATAMIENTO 6	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,50	3,17	3,00	0,00	2,67	1,33
TRATAMIENTO 7	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,17	2,67	2,17	0,83	0,67	2,83
TRATAMIENTO 8	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,50	2,67	2,17	0,00	1,83	3,00
TRATAMIENTO 9	EVALUACIÓN SENSORIAL	1,50	1,67	1,33	0,00	1,17	0,67
TRATAMIENTO 10	EVALUACIÓN SENSORIAL	2,33	2,17	2,50	2,17	2,00	3,00
TRATAMIENTO 11	EVALUACIÓN SENSORIAL	2,83	1,50	2,00	0,00	2,67	1,67
TRATAMIENTO 12	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,00	2,00	3,00	0,83	3,17	1,17
TRATAMIENTO 13	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,17	2,83	2,17	2,17	2,50	2,67
TRATAMIENTO 14	EVALUACIÓN SENSORIAL	4,00	2,67	3,83	0,00	3,83	4,00
TRATAMIENTO 15	EVALUACIÓN SENSORIAL	2,67	2,67	2,17	2,83	3,00	3,17
TRATAMIENTO 16	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,67	2,83	2,83	1,00	3,17	1,67
TRATAMIENTO 17	EVALUACIÓN SENSORIAL	2,67	2,50	2,00	1,33	2,00	0,00
TRATAMIENTO 18	EVALUACIÓN SENSORIAL	3,17	2,83	3,17	0,00	2,83	1,83

Nota 2: Las categorías del parámetro Sabor: Cacao, Dulce, Nuez, Frutas Secas, Frutas, Frutas secas, Floral fueron calificados por escalas de intensidad 0=Ausente, 1= Apenas detectable, 2= Presente, 3= Caracteriza la muestra, 4= Dominante, 5= Extremo.

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTICACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

TRATAMIENTO	MÉTODO DE ANALIS	PARÁMETROS					
		AROMA	ACIDEZ	AMARGOR	ASTRINGENCIA	DEFECTOS	POS GUSTO
TRATAMIENTO 1	EVALUACIÓN SENSORIAL	Frutas frescas	Ácido málico	Leve amargo/cafeína	Leve sensación a plátano	Muestra limpia	Leve amargo
TRATAMIENTO 2	EVALUACIÓN SENSORIAL	Cítrico/naranja	Cítrica a naranja	Leve amargo/piel de cítrico	Sensación parecida a nueces secas	Muestra limpia	Cítrico prolongado
TRATAMIENTO 3	EVALUACIÓN SENSORIAL	Frutal/leve café tostado	Ácido Málico/manzana verde	Café tostado	Leve sensación a cáscara de plátano	Muestra limpia	Sensación manchosa/característica de la muestra
TRATAMIENTO 4	EVALUACIÓN SENSORIAL	Frutal/floral leve sensación a flor de café	Agrio vinagre	Café tostado	Leve sensación a nueces	Muestra limpia	Sensación prolongada de nibs tostados
TRATAMIENTO 5	EVALUACIÓN SENSORIAL	Floral sensación a flor de café	Moderadamente a cítrico	Café tostado	Sensación parecida a probar té amargo	Muestra limpia	Poco intenso
TRATAMIENTO 6	EVALUACIÓN SENSORIAL	Floral	Cítrico	Leve amargo a cítrico	Sensación a nibs de cacao	Muestra limpia	Sensación a cacao que perdura e intensifica
TRATAMIENTO 7	EVALUACIÓN SENSORIAL	Floral/ amaderado	Ácido tartárico/tamarindo	Leve amargo/cafeína	Sensación parecida a probar té amargo	Muestra limpia	Sensación amaderada/característica de la muestra
TRATAMIENTO 8	EVALUACIÓN SENSORIAL	Floral	Leva ácida a piel de cítrico	Leve amargo/cafeína	Sensación parecida a probar té amargo	Muestra limpia	Amargor que se intensifica en la boca
TRATAMIENTO 9	EVALUACIÓN SENSORIAL	Cítrico/naranja	Agrio vinagre	Café tostado	Sensación parecida a probar té amargo	Muestra limpia	Cítrico prolongado
TRATAMIENTO 10	EVALUACIÓN SENSORIAL	Floral	Ácido láctico	Leve cafeína	Leve sensación a té negro	Muestra limpia	Leve amargo prolongado
TRATAMIENTO 11	EVALUACIÓN SENSORIAL	Cítrico/naranja	Cítrica a naranja	Leve amargo/café tostado	Té negro prolongado	Muestra limpia	Cítrico amargo
TRATAMIENTO 12	EVALUACIÓN SENSORIAL	Cítrico/naranja	Cítrico limón	Café tostado	Sensación parecida a probar té amargo	Muestra limpia	Cítrico amargo prolongado
TRATAMIENTO 13	EVALUACIÓN SENSORIAL	Floral	Cítrico a toronja	Leve amargo	Leve sensación a cáscara de plátano	Muestra limpia	Cítrico prolongado
TRATAMIENTO 14	EVALUACIÓN SENSORIAL	Cítrico/floral	Cítrico a limón/naranja	Leve amargo/ no caracteriza a la muestra	Sensación equilibrada a Té negro (no dominante)	Muestra limpia	Cítrico/floral, cremoso y suave que permite una progresión gradual del sabor en la boca.
TRATAMIENTO 15	EVALUACIÓN SENSORIAL	Floral	Vinagre	Leve amargo/cafeína	Leve sensación a té negro	Muestra limpia	Amargo prolongado
TRATAMIENTO 16	EVALUACIÓN SENSORIAL	Frutal	Leve acidulado/cereza	Piel de cereza	Leve sensación a vino	Muestra limpia	Sensación a cereza se intensifica en la boca
TRATAMIENTO 17	EVALUACIÓN SENSORIAL	Cítrico naranja	Leve ácido/naranja	Leve amargo	Leve sensación a té negro	Muestra limpia	Cítrico prolongado
TRATAMIENTO 18	EVALUACIÓN SENSORIAL	Cítrico limón	Cítrico limón	Leve sensación a piel de cítricos	Leve sensación a té negro/no caracteriza la muestra	Muestra limpia	Cítrico prolongado se intensifica en la catación

TRATAMIENTO	MÉTODO DE ANALIS	PARÁMETROS					
		SABORES					
		Cacao/cocoa	Dulce	Nuez	Frutas secas	Frutas frescas	Floral
TRATAMIENTO 1	EVALUACIÓN SENSORIAL	Característico a chocolate	Azucarado	Poco perceptible	Ninguna	Sabor a plátano	Ninguna
TRATAMIENTO 2	EVALUACIÓN SENSORIAL	Dominante achocolatada	Caramelo	Presente en la muestra/almendra	Ninguna	Naranja	Ninguna
TRATAMIENTO 3	EVALUACIÓN SENSORIAL	Poco achocolatado	Leve acaramelado	Avellanas	Ninguna	Sabor a plátano	Ninguna
TRATAMIENTO 4	EVALUACIÓN SENSORIAL	Nibs tostado	Azucarado	Almendra	Ninguna	Fruta carnosa (mamey, durazno)	Flor de café
TRATAMIENTO 5	EVALUACIÓN SENSORIAL	Dominante achocolatada	Característico a mézala	Maní tostado	Ciruella pasa	Leve sensación a uva	Flor de café
TRATAMIENTO 6	EVALUACIÓN SENSORIAL	Nibs de cacao	Caramelo	Almendra	Ninguna	Fruta carnosa (mamey, durazno)	Flor de café
TRATAMIENTO 7	EVALUACIÓN SENSORIAL	Característico a chocolate	Malta	Presente en la muestra / Avellanas	Durazno seco	Leve sensación a plátano maduro	Flor de café/jazmin
TRATAMIENTO 8	EVALUACIÓN SENSORIAL	Característico a chocolate	Presente en la muestra/melaza	Nueces	Ninguna	Leve sensación a plátano maduro	Flor de café/jazmin
TRATAMIENTO 9	EVALUACIÓN SENSORIAL	Poco achocolatado	Característico a mézala	Nueces	Ninguna	Leve sensación a plátano maduro	Leve flor de café
TRATAMIENTO 10	EVALUACIÓN SENSORIAL	Cocoa en polvo	Acaramelado	Nueces	Durazno seco	Leve sensación a plátano maduro	Flor de café/jazmin
TRATAMIENTO 11	EVALUACIÓN SENSORIAL	Cocoa en polvo	Leve sensación a mézala	Nueces	Ninguna	Naranja	Flor de café/jazmin
TRATAMIENTO 12	EVALUACIÓN SENSORIAL	Nibs de cacao	Malta	Almendra	Ninguna	Limón amargo	Leve flor de café
TRATAMIENTO 13	EVALUACIÓN SENSORIAL	Característico a chocolate	Azucarado	Almendra	Presente en la muestra/Uva pasa	Naranja	Flor de café/jazmin
TRATAMIENTO 14	EVALUACIÓN SENSORIAL	Dominante achocolatada	Miel/Azucarado	Almendra	Ninguna	Naranja/Limón	Flor de café/jazmin dominante
TRATAMIENTO 15	EVALUACIÓN SENSORIAL	Dominante achocolatada	Malta	Almendra	Uva pasa	Limón	Característico de la muestra/flor de café
TRATAMIENTO 16	EVALUACIÓN SENSORIAL	Achocolatado	Caramelo	Almendra	Cereza seca	Cereza	Se detecta notas de pétalos de rosas
TRATAMIENTO 17	EVALUACIÓN SENSORIAL	Polvo de cacao	Azucarado	Almendra	Ciruella pasa	Naranja	Ninguna
TRATAMIENTO 18	EVALUACIÓN SENSORIAL	Achocolatado	Panela	Almendra	Ninguna	Leve sensación a melón	Flor de café

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cía. Ltda.
Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.
Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.
El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.



Ing. José Carrera Z.
ASISTENTE TÉCNICO



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Desarrollado por RocioSoft.com pág. 1/1

RMI-7.8-01 / Edición RG: 08

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTYCACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Anexo 18. Resultados de los análisis de metales pesados al cacao en grano.



INFORME DE RESULTADOS

MF-DIV-FQ-47988a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	REVILLA ESCOBAR WALTER IVAN
Dirección:	ZAPALLO, BARRIO 24 DE SEPTIEMBRE
Teléfono:	099485945 0982843232

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GRANOS DE CACAO FERMENTADO Y FRESCO		
Lote:	---	Contenido Declarado:	200g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2020-03-12	Hora de Recepción:	12:26:19
Fecha de Análisis:	2020-03-13	Fecha de Emisión:	2020-04-13
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FÍSICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
⁶⁵ CADMIO	<0.01	mg/kg	MFQ-132	AOAC 999.11 Absorción Atómica
⁷⁵ ARSENICO	<0.01	mg/kg	MFQ-106	AOAC 994.16 Absorción Atómica
COBRE	23.14	mg/kg	MFQ-82	STANDARD METHODS 3111B-Cu
CENIZA	4.29	%	MFQ-03	AOAC 923.03

Nota 1: ⁶⁵Los resultados / la información, no forman parte del alcance de acreditación de Multianalityca Cia. Ltda., y fueron suministrados por N° SAE LEN 12-001, que no está acreditado para realizar dicha actividad.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda. Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite. Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento. El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

Ing. Lizeth Guevara
Jefe División Físico-Química



EDMUNDO CHIRBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La consagación - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7865, 226 6743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Desarrollado por RocioSoft.com pág. 1/1

RFQ-7.8-01 / Edición RG: 06

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTICACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 19. Resultados de los análisis de los alcaloides presentes en el cacao en grano.

	GLOBAL CONTROL	Eurofins Global Control GmbH Am Neuländer Gewerbepark 8 D-21079 Hamburg GERMANY	
		Tel: +49 40 49294 3450 Fax: +49 40 49294 3456	
Eurofins Global Control GmbH - Am Neuländer Gewerbepark 8 - D-21079 Hamburg		salesglobal@eurofins.de www.eurofins.de	
CLIENTE JHONNATAN ALDAS MOREJON QUEVEDO,AV. WALTER ANDRADE		Person in charge Mrs. V. Lenz	- 3463
ECUADOR		ASM Mrs. V. Lenz	- 3463
		Report date	20.03.2020
		Page	1/1
Analytical report AR-20-FJ-006465-01			
Sample Code 716-2020-00006084			
Reference	CACAO NACIONAL FERMENTADO Y SECO.MUESTREADOR:KAROL ROVILLA ESCOBAR ; FECHA DE MUESTREO: 04/03/2020 005-10530-0002345092		
Sample sender	Agrorum S.A.		
Prescriber	Agrorum S.A.		
Reception date time	12.03.2020		
Transport by	DHL 7381271564		
Purchase order date	09.03.2020		
Client sample code	GYE-20/0671		
Packaging	plastic bag		
Number	1		
Eingangstemperatur	Room temperature		
Start analysis	12/03/2020		
End analysis	20/03/2020		
Test results			
LG0C6 Caffeine / Theobromine	Method ASU L 45.00-1, 1999-11, SOP:45.19101.L, LC-DAD [performance at Täubchenweg 51] Subcontracted to a Eurofins laboratory accredited for this test.		
Caffeine	127.5		mg/100 g
Theobromine	1055.5		mg/100 g
Sum Methylxanthine	1183.0		mg/100 g
Signature	 Analytical Service Manager (Viktorija Lenz)		
<small> The results of examination refer exclusively to the checked samples. Any publication of this report requires written permission. An except publication is not allowed. Eurofins Global Control GmbH - Am Neuländer Gewerbepark 8 - D-21079 Hamburg Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HR2107194 General Manager: Gabriel Linder VNI No.: DE 204546900 Hipoenotatbank: 100002000 (04.2.2017/2017) BIKN DE45 2073 0017 1000 0020 00 / SWIFT:GLKY HYVEDE33MM17 Our General Terms & Conditions, available upon request and online at http://www.eurofins.com/german/ankunftsbedingungen, shall apply. </small>			
			 ISO 9001:2015

FUENTE: LABORATORIO DE ASESORÍA AGROINDUSTRIAL AMBIENTAL EUROFINS (AGRORUM S.A.).

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020).

Anexo 20. Resultados de los análisis físico-químicos del chocolate.



INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-FQ-47986a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	REVILLA ESCOBAR WALTER IVAN
Dirección:	ZAPALLO, BARRIO 24 DE SEPTIEMBRE
Teléfono:	099485045 0982843232

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	BARRAS DE CHOCOLATE		
Lote:	---	Contenido Declarado:	45g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2020-03-12	Hora de Recepción:	11-45-23
Fecha de Análisis:	2020-03-13	Fecha de Emisión:	2020-03-23
Material de Envase:	FUNDA METALIZADA		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Dior:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
PROTEINA	9.31	(F:6.25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11
GRASA	37.79	%	MFQ-02	AOAC 2003.06
HUMEDAD	3.63	%	MFQ-04	AOAC 925.10
CENIZA	1.99	%	MFQ-03	AOAC 923.03
FIBRA BRUTA	0.00	%	MFQ-06	NTE INEN 522:2013
CALORIAS	566.47	kcal/100g	CALCULO	CALCULO
CARBOHIDRATOS	47.28	%	CALCULO	CALCULO
SODIO	95.78	mg/kg	MFQ-68	STANDARD METHODS 3111B-Na
COLESTEROL	<0.01	mg/100g	MFQ-23	MFQ-23

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de MultiAnalityca Cia. Ltda.
 Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.
 Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.
 El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

Ing. Lizeth Guevara
 Jefe División Físico-Químico



EDMUNDO CHIRBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
 La consorcio - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
 Telef. (02) 226 7895, 226 9143, 244 4670 / email: informes@multianalytica.com

Desarrollado por iRocoSoft.com pág. 1/1

RFQ-4.1-06 / Edición RG: 07

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTYCACÍA.LTDA)
 ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 21. Resultados de los análisis Información nutricional en 45 g de porción de barra de chocolate.



INFORMACIÓN NUTRICIONAL

SA 47986a-47987a

CLIENTE:	REVILLA ESCOBAR WALTER IVAN		
DIRECCIÓN:	ZAPALLO, BARRIO 24 DE SEPTIEMBRE		
MUESTRA DE:	ALIMENTO	FECHA RECP.:	201219
DESCRIPCIÓN:	BARRAS DE CHOCOLATE		
PRESENTACIÓN:	45g	FECHA EMISIÓN:	2020-03-27

Información Nutricional	
Tamaño por porción	45g
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	1048kJ (250kcal)
Energía de grasa (Cal. Grasa)	629kJ (150kcal)
	% Valor Diario*
Grasa Total	17g 26%
Ácidos grasos saturados	11g 55%
Ácidos grasos monoinsaturados	5g
Ácidos grasos poliinsaturados	1g
Ácidos grasos trans	0g
Colesterol	0mg 0%
Sodio	0mg 0%
Carbohidratos	21g 7%
Fibra	0g 0%
Azúcares	15g
Proteína	4g 8%

* Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).

Jose Carrero
 Ing. José Carrero Z.
 ASISTENTE TÉCNICO

095 885 0928

facebook/multianalityca

informes@multianalityca.com

Dirección: Cap. Edmundo Chiriboga N47-154 y Anibal Pérez Telf: 2267895 / 2269743 / 2444670 Cel: 0958850754 / 0998281144 www.multianalityca.com QUITO-ECUADOR

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTICACÍA.LTDA)
 ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 22. Resultados de los análisis microbiológicos de las barras de chocolate.




INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV.MI.47985a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	REVILLA ESCOBAR WALTER IVAN
Dirección:	ZAPALLO, BARRIO 24 DE SEPTIEMBRE
Teléfono:	099485945 0982843232

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO
Descripción:	BARRAS DE CHOCOLATE
Lote:	---
Fecha de Elaboración:	---
Fecha de Recepción:	2020-03-12
Fecha de Análisis:	2020-03-12
Material de Envase:	FUNDA METALIZADA
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
RECIENTO DE AEROBIOS TOTALES	5.1 x 10 ²	UFC/g	MM1-01	AOAC 990.12
RECIENTO DE COLIFORMES TOTALES	1.0 x 10 ²	UFC/g	MM1-03	AOAC 991.14
RECIENTO DE MOHOS	20	UFC/g	MM1-02	AOAC 997.02
RECIENTO DE LEVADURAS	<10	UFC/g	MM1-02	AOAC 997.02
SALMONELLA spp.	Ausencia	Deteccion/25g	MM1-30	AOAC 2016.01

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.
Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.
Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.
El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.



Ing. Andrés Sarmiento
Jefe División Microbiología



EDMUNDO CHRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La concepcion - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Desarrollado por RocioSoft.com pág. 1/1

RMI-4.1-06 / Edición RG: 07

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTYCACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 23. Resultados de los análisis perfil lipídico. Barra de chocolate de 45 g.



INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-IN-47987a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	REVILLA ESCOBAR WALTER IVAN
Dirección:	ZAPALLO, BARRIO 24 DE SEPTIEMBRE
Teléfono:	099485945 0982843232

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	BARRAS DE CHOCOLATE		
Lote:	---	Contenido Declarado:	45g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2020-03-12	Hora de Recepción:	11:53:07
Fecha de Análisis:	2020-03-18	Fecha de Emisión:	2020-03-20
Material de Envase:	FUNDA METALIZADA		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS INSTRUMENTAL

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
AZUCARES TOTALES	34,04	%	MIN-93	HPLC



EDMUNDO CHRIBOGA NAT-154 Y JORGE ANBAL PAEZ
La concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7850, 226 9743, 244 4670 / email: informea@multianalytica.com

Desarrollado por RockSoft.com pág. 1/3

RIN-7.8-01 / Edición RG: 04



Nota 1: *Los ensayos/ la información, no forman parte del alcance de acreditación de Multianalytica Cia. Ltda., y fueron suministrados por LABPARRENDO, que no está acreditado para realizar dicha actividad.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite. Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento. El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

Quim. Mercedes Parra
jefe División Instrumental



EDMUNDO CHIRIBOGA NAT-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La concepcion - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7855, 226 9743, 244 4670 / email: informaa@multianalytica.com

Desarrollado por RocioSoft.com pág. 3/3

RIN-7.8-01 / Edición RQ: 04

FUENTE: LABORATORIO DE ANALISIS Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (MULTIANALÍTICACÍA.LTDA)
ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Anexo 24. Certificados de los análisis realizados en laboratorio de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo.



Quevedo, 28 de febrero del 2020

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Ing. Erick García

**TECNICO LABORATORIO DE QUIMICA Y BIOQUIMICA DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.**

CERTIFICO

Que los Sres. **ALDAS MOREJON JHONNATAN PLACIDO** con C.I. 1205948662 y **KAROL REVILLA ESCOBAR YANNELA** con C.I. 0804012300 estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Agroindustrial** de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, han realizado los análisis físico-químicos: pH, acidez titulable, humedad e índice de semilla en los distintos tratamientos del proyecto de investigación titulado **"ESTUDIO DEL PROCESO FERMENTATIVO DEL CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao*) CONSIDERANDO DISTINTOS TIPOS Y SU INCIDENCIA EN LAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS Y SENSORIALES"**. Durante la investigación los señores estudiantes estuvieron bajo mi supervisión de acuerdo lo establece las normas para el uso del laboratorio demostrando puntualidad, capacidad investigativa, responsabilidad y colaboración en el desempeño del proyecto de investigación.

Autorizo a los interesados hacer uso del presente certificado para fines académicos.

Atentamente

Ing. Erick García

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)

Quevedo, 28 de febrero del 2020

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Ing. Carla Torres

**TECNICO LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

CERTIFICO

Que los Sres. **ALDAS MOREJON JHONNATAN PLACIDO** con C.I. **1205948662** y **KAROL REVILLA ESCOBAR YANNELA** con C.I. **0804012300** estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Agroindustrial** de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, han realizado los análisis microbiológicos: recuento de colonias y determinación de bacterias en el mucilago del cacao nacional de las zonas en estudio Camión Víneces y Camión Baba del proyecto de investigación titulado "**ESTUDIO DEL PROCESO FERMENTATIVO DEL CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao*) CONSIDERANDO DISTINTOS TIPOS Y SU INCIDENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES**". Durante la investigación los señores estudiantes estuvieron bajo mi supervisión de acuerdo lo establece las normas para el uso del laboratorio demostrando puntualidad, capacidad investigativa, responsabilidad y colaboración en el desempeño del proyecto de investigación.

Autorizo a los interesados hacer uso del presente certificado para fines académicos.

Atentamente,



Ing. Carla Torres

ELABORADO POR: ALDAS J, REVILLA K (2020)