



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TEMA:

**Uso de la enzima pectolítica en el proceso de fermentación
de dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.): Fino de
aroma y CCN51**

AUTOR:

Rosero Pérez, Paul André

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TUTORA

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

25 de febrero del 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Rosero Pérez, Paul André**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial**.

TUTORA

f. _____
Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph. D.

Guayaquil, a los 25 del mes de febrero del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Rosero Pérez, Paul André

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, Uso de la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.): Fino de aroma y CCN51, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.**

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular referido.

Guayaquil, a los 25 del mes de febrero del año 2022

EL AUTOR

f. _____
Rosero Pérez, Paul André



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Rosero Pérez, Paul André**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **Trabajo de Integración Curricular, Uso de la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.): Fino de aroma y CCN51**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 25 del mes de febrero del año 2022

EL AUTOR:

f. _____
Rosero Pérez, Paul André



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CERTIFICADO URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Uso de la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.): Fino de aroma y CCN51**, presentado por el estudiante **Rosero Pérez Paul André**, de la carrera de **Agroindustria**, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

Curiginal	
Document Information	
Analyzed document	TIC Paul.Rosero .pdf (D128046842)
Submitted	2022-02-16T18:39:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	paul.rosero@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	noelia.caicedo.ucsg@analysis.orkund.com

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2022

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.
Director Carreras Agropecuarias
UCSG-FETD

Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.
Revisora - URKUND

AGRADECIMIENTO

Dios es el único testigo de todo el esfuerzo y horas dedicadas para lograr esta nueva meta, no fue la única a lo largo de este tiempo y estoy seguro de que tampoco será la última. El tiempo me enseñó a no rendirme, luchar, soñar, reír, viajar, amar, ser paciente, audaz, valiente, fuerte, e incluso locuaz. Y mientras escribo, regreso a ver, y me doy cuenta de que el tiempo ha terminado, una nueva etapa de mi vida comienza, no puedo asegurar como será esa etapa, pero estoy más que seguro que el “tiempo” me dirá que hacer, como desenvolverme, actuar y volver a luchar, de seguro por algo aún más duro.

Mamá siempre decía cuando pequeño, esfuérzate y se valiente mientras Papá me enseñaba la importancia de aprender, “Debes ser como tu abuelito Jorge, papá era un maestro”, Amo a mis padres, sus enseñanzas han logrado ser de mí un gran profesional. Amo escribir, tal vez algún día me anime a escribir un libro de las experiencias que tengo.

Por lo pronto debo agradecer a:

Dios

Tanyi; compañera, amor mío, confidente...

André; hijo amado, mi pequeña semilla.

Rossana; mamita hermosa, primer amor.

Paul; papito, mejor amigo e instructor.

Sharóne, Darlin, Paulette, Noah; hermanos amados.

Familia; su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

Johanna, John, Kevin, Christian; amigos queridos.

Ing. Bella, Ing. Velásquez; las mejores enseñanzas.

UCSG; mi éxito académico es gracias a ustedes.

Gracias por formar parte de mis logros.

DEDICATORIA

A mi pequeño regalo de Dios. Hijo Jorge André, tu mirada de amor y confianza me dio un impulso para mejorar, de alcanzar si o si este objetivo, gracias por alegrarme todos los días, por ser mi inspiración de superación, por darme esa fuerza todas las noches, no puedo explicar cómo tu corazón tan pequeño puede mover cosas tan grandes. Hijo, sé que leerás algún día esto, nunca dejes de luchar por tus sueños, no te fijes en los objetivos de la sociedad, haz lo que tu corazón te diga que debes hacer, estoy orgulloso de ti.

A mi princesa Tanya, amor mío, sin tus palabras de aliento de seguro la historia fuese diferente, me animaste a seguir en la batalla desde que te conocí, siempre conté con tu apoyo.

A mis padres Rossana y Paul, gracias por guiarme por el camino correcto, por corregir, enseñar y educarme. Como no dedicar este éxito a quienes me dieron la vida y su amor incondicional.

Amados hermanos Sharóne, Darlin, Paulette y Noah, sus alegrías son las mías, y mis logros son los suyos, juntos haremos grandes cosas.

Querida familia, su apoyo es invaluable y si de alguna manera puedo pagar por todo eso es dedicándoles mi esfuerzo.

Dedico con todo mi amor este logro a esos dos ángeles que hoy se encuentran cuidándome desde el cielo, abuelitas Yolanda y Zoila Luz, mi anhelo siempre fue verlas sentadas en primera fila en mi graduación, hoy entiendo que Dios les tuvo un mejor puesto.

Abuelito Jorge, tuya es mi inspiración.

A todos los que me apoyaron durante este proceso.

De los dedico con mucho amor.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Bella Cecilia, Crespo Moncada, M. Sc.
TUTORA

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.
DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.
COORDINADOR DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CALIFICACIÓN

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M. Sc
TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general.	3
1.1.2 Objetivos específicos.	4
1.2 Pregunta de investigación	4
1.3 Hipótesis	4
2 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Generalidades sobre el cultivo de cacao	5
2.2 Origen	5
2.3 Botánica	5
2.3.1 Género.....	5
2.3.2 Morfología.....	6
2.3.3 Taxonomía.....	6
2.3.4 Caracterización del fruto	7
2.3.5 Dimensiones.	9
2.4 Hibridación de cacao	9
2.5 Condiciones climáticas	10
2.5.1 Temperatura.	10
2.5.2 Agua.	10
2.5.3 Viento.	11
2.5.4 Sombreamiento.	11
2.5.5 Exigencias en el suelo.	11
2.6 Características sensoriales	11
2.6.1 Sabor.	12
2.6.2 Olor.....	12
2.6.3 Color.	12
2.6.4 Textura.	12
2.7 Industria del chocolate	12
2.7.1 Origen.....	12
2.7.2 Proceso de elaboración.	13

2.8 Tipos de chocolate	19
2.9 Fase anaeróbica en el proceso de fermentación	20
2.10 Fase aeróbica en el proceso de fermentación	20
2.11 Cualidades nutricionales del cacao	21
2.12 Generalidades sobre enzimas	22
2.12.1 Enzimas	22
2.12.2 Estructura de las enzimas	23
2.12.3 Aprovechamiento de las enzimas	23
2.12.4 Función de las enzimas en los alimentos	24
2.13 Uso de enzimas en fermentación del cacao	25
2.14 Enzima pectolítica	26
3 MARCO METODOLÓGICO.....	27
3.1 Ubicación	27
3.2 Características climáticas de la zona	27
3.3 Duración.....	28
3.4 Materiales, equipos y reactivos	28
3.4.1 Materia prima.....	28
3.4.2 Materiales.....	28
3.4.3 Equipos.....	28
3.4.4 Insumos.....	29
3.4.5 Reactivos.....	29
3.5 Flujograma de proceso.....	29
3.5.1 Elaboración del proceso de fermentación del cacao.....	30
3.6 Análisis estadístico.....	32
3.6.1 Población prueba de corte.....	32
3.6.2 Población análisis sensorial.....	32
3.7 Objeto de estudio	33
3.8 Enfoque de la investigación.....	33
3.9 Alcance de la investigación.....	33
3.10 Diseño de la investigación.....	33
3.11 Factores estudiados.....	34
3.12 Tratamientos estudiados	35
3.13 Unidad de análisis	35
3.14 Variables independientes	36

3.15 Variables dependientes	36
3.16 Diseño experimental.....	36
3.17 Procedimiento experimental	38
3.18 Análisis.....	39
3.19 Análisis de ANOVA	41
3.20 Rendimiento	41
3.21 Costo / beneficio.....	42
4 RESULTADOS	44
4.1 Condiciones climáticas	44
4.1.1 Temperatura ambiental	44
4.1.2 Humedad relativa.....	45
4.2 Rendimiento de tratamientos.....	47
4.3 Caracterización de materia prima, variedad Fino de Aroma	49
4.3.1 Cálculo de muestra.....	49
4.3.2 Sorteo aleatorio.	50
4.3.3 Forma del fruto.	51
4.3.4 Forma del ápice.....	51
4.3.5 Construcción basal.	52
4.3.6 Rugosidad.	53
4.3.7 Dimensiones.....	53
4.3.8 Dureza de la cáscara.....	54
4.3.9 Presencia de plaga.....	54
4.3.10 Coloración.....	55
4.3.11 Olor.....	55
4.3.12 Análisis de rendimiento.....	56
4.3.13 Análisis físicos y químicos.	56
4.4 Caracterización de materia prima, variedad CCN-51.....	57
4.4.1 Cálculo de muestra.....	57
4.4.2 Sorteo aleatorio.	57
4.4.3 Forma del fruto.	58
4.4.4 Forma del ápice.....	59
4.4.5 Construcción basal.	59
4.4.6 Rugosidad.	60
4.4.7 Dimensiones.....	60

4.4.8 Dureza de la cáscara.	61
4.4.9 Presencia de plaga.	61
4.4.10 Coloración.....	62
4.4.11 Olor.....	62
4.4.12 Análisis de rendimiento.	63
4.4.13 Análisis físicos químicos.	63
4.5 Agrupación de datos	64
4.6 Análisis de varianza variable temperatura	66
4.7 Análisis de varianza variable humedad	68
4.9 Análisis de varianza variable °Brix.....	74
4.10 Análisis de varianza variable peso	77
4.11 Análisis de varianza variable porcentaje de fermentación	80
4.12 Análisis de varianza variable brillo.....	83
4.13 Análisis de varianza variable color	86
4.14 Análisis de varianza variable aroma	89
4.15 Análisis de varianza variable textura	92
4.1 Análisis costo/beneficio	95
4.1.1 Materia prima.	95
4.1.2 Materiales.	95
4.1.3 Movilización.	96
4.1.4 Sustancias.	96
4.1.5 Equipos.....	96
4.1.6 Servicios.	97
4.1.7 Análisis de costo.	97
5 DISCUSIÓN.....	99
5.1 Condiciones climáticas	99
5.2 Rendimiento del grano fermentado	99
5.3 Caracterización de la materia prima	99
5.4 Dimensiones del cacao por variedad.....	100
5.5 Contenido de azúcar en la fruta.....	100
5.6 Efecto de la adición de enzimas en las variables de fermentación	100
5.7 Costo / beneficio	102
5.8 Influencia del uso de enzimas en las variables de fermentación	102
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103

6.1 Conclusiones.....	103
6.2 Recomendaciones.....	105
7 REFERENCIAS	
8 ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cacao	6
Tabla 2. Tipos de chocolate	19
Tabla 3. Valor nutricional por cada 100 gramos	22
Tabla 4. Dosif. basadas en la ficha técnica de la enzima Pectolítica	35
Tabla 5. Tratamientos bajo estudio	38
Tabla 6. Análisis de varianza con grados de libertad.....	41
Tabla 7. Registro de temperaturas	44
Tabla 8. Estadísticos descriptivos en temperatura ambiental	45
Tabla 9. Registro de humedad relativa en porcentaje.....	46
Tabla 10. Estadísticos descriptivos en humedad relativa	46
Tabla 11. Cálculo de muestra variedad Fino de Aroma	49
Tabla 12. Sorteó de mazorcas para su caracterización.	50
Tabla 13. Forma del fruto variedad Fino de Aroma	51
Tabla 14. Forma del ápice variedad Fino de Aroma	52
Tabla 15. Construcción basal variedad Fino de Aroma	52
Tabla 16. Rugosidad del fruto variedad Fino de Aroma	53
Tabla 17. Dimensiones del fruto variedad Fino de Aroma	53
Tabla 18. Dureza de la cáscara variedad Fino de Aroma	54
Tabla 19. Presencia de plaga variedad Fino de Aroma	54
Tabla 20. Coloración del fruto variedad Fino de Aroma.....	55
Tabla 21. Olor del fruto variedad Fino de Aroma	55
Tabla 22. Rendimiento variedad Fino de Aroma.....	56
Tabla 23. Análisis físicos y químicos variedad Fino de Aroma	56
Tabla 24. Cálculo de muestra variedad CCN-51	57
Tabla 25. Sorteó de mazorcas para su caracterización	58
Tabla 26. Forma del fruto variedad CCN-51	58
Tabla 27. Forma del ápice variedad CCN-51.....	59
Tabla 28. Construcción basal variedad CCN-51	60
Tabla 29. Rugosidad del fruto variedad CCN-51	60
Tabla 30. Dimensiones del fruto variedad CCN-51	61
Tabla 31. Dureza de la cáscara variedad CCN-51.....	61

Tabla 32. Presencia de plaga variedad CCN-51	62
Tabla 33. Coloración del fruto variedad CCN-51	62
Tabla 34. Olor del fruto variedad CCN-51	63
Tabla 35. Análisis de rendimiento de la variedad de cacao CCN-51	63
Tabla 36. Análisis físicos químicos de la variedad de cacao CCN-51	64
Tabla 37. Resultado de tratamientos y variables estudiadas	65
Tabla 38. Análisis de varianza – temperatura	67
Tabla 39. Estadística de ajuste – temperatura	67
Tabla 40. Análisis de varianza – humedad	69
Tabla 41. Estadística de ajuste – humedad	70
Tabla 42. Análisis de varianza - pH	72
Tabla 43. Estadística de ajuste – pH	73
Tabla 44. Análisis de varianza – °Brix	75
Tabla 45. Estadística de ajuste – °Brix	76
Tabla 46. Análisis de varianza – peso	78
Tabla 47. Estadística de ajuste – peso	79
Tabla 48. Análisis de varianza – porcentaje de fermentación	81
Tabla 49. Estadística de ajuste – porcentaje de fermentación	82
Tabla 50. Análisis de varianza – brillo	84
Tabla 51. Estadística de ajuste - humedad	85
Tabla 52. Análisis de varianza – color	87
Tabla 53. Estadística de ajuste – color	88
Tabla 54. Análisis de varianza – aroma	90
Tabla 55. Estadística de ajuste – aroma	91
Tabla 56. Análisis de varianza – textura	93
Tabla 57. Estadística de ajuste - textura	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación del domicilio	27
Gráfico 2. Flujograma fermentación de cacao.....	29
Gráfico 3. Aumento de la temperatura vs tiempo	68
Gráfico 4. Porcentaje de humedad por tratamiento.....	71
Gráfico 5. Evolución de pH vs tiempo	74
Gráfico 6. Evolución de °Brix vs tiempo	77
Gráfico 7. Análisis de rendimiento del peso por tratamiento	80
Gráfico 8. Granos fermentados por tratamiento	83
Gráfico 9. Calificación sensorial de variable brillo	86
Gráfico 10. Calificación sensorial de variable color	89
Gráfico 11. Calificación sensorial de variable aroma.....	92
Gráfico 12. Calificación sensorial de variable textura	95

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Clasificación materia prima.	116
Anexo 2. Caracterización de la mazorca de cacao.....	119
Anexo 3. Formato de registros de controles diarios.	122
Anexo 4. Control de variables	125
Anexo 5. Pruebas de corte durante el proceso.	130
Anexo 6. Grano fermentado por tratamiento.	134
Anexo 7. Conteo de granos fermentados según norma INEN	138
Anexo 8. Formato de encuesta sensorial.	142
Anexo 9. Análisis de laboratorio.....	143
Anexo 10. Elaboración de cajas de fermentación.....	151
Anexo 11. Ficha técnica de la enzima pectolítica.	153
Anexo 12. Norma NTE INEN 176:2018	159

RESUMEN

El cacao debe llevar un proceso de fermentación el cual ayuda a potenciar sus características sensoriales. Además, es fundamental para la degradación del mucílago. El uso de enzimas esta presente en la industria de alimentos optimizando procesos y aumentando el rendimiento. El objetivo de la investigación fue usar la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de dos variedades de cacao: Fino de aroma y CCN-51. El alcance de la investigación fue exploratorio, correlacional, explicativo y descriptivo. La investigación tiene un diseño experimental con un arreglo factorial A x B + 2 y un total de 24 tratamientos. El factor A corresponde a las dosificacioones de la enzima (0.6,0.12,0.18) y le factor B corresponde a las variedades (Fino de aroma y CCN-51), se realizó un análisis de varianza a las variables encontrando diferencias significativas en el uso de la enzima y el porcentaje de fermentación, en base a lo obtenido en el ANOVA y la norma INEN NTE 176:2018, se concluye que el mejor tratamiento correspnde a la variedad Fino de aroma y dosificación de 0.18 mL por cada 1.8 kg de masa con un porcentaje de fermentación del 87 %.

Palabras clave: cacao, fermentación, enzima, pectolítica, calidad, chocolate.

ABSTRACT

Cocoa must go through a fermentation process which helps enhance its sensory characteristics. In addition, it is essential for the degradation of mucilage. The use of enzymes is present in the food industry, optimizing processes and increasing performance. The objective of the research was to use the pectolítica enzyme in the fermentation process of two varieties of cocoa: Fino de aroma and CCN-51. The scope of the research was exploratory, correlational, explanatory and descriptive. The research has an experimental design with a factorial arrangement $A \times B + 2$ and a total of 24 treatments. Factor A corresponds to the dosages of the enzyme (0.6,0.12,0.18) and factor B corresponds to the varieties (Fino de aroma and CCN-51), an analysis of variance was performed on the variables, finding significant differences in the use of the enzyme and the percentage of fermentation, based on what was obtained in the ANOVA and the INEN NTE 176:2018 standard, it is concluded that the best treatment corresponds to the Fino variety of aroma and dosage of 0.18 mL per 1.8 kg of mass with a fermentation percentage of 87 %.

Keywords: cocoa, fermentation, enzyme, pectolítica, quality, chocolate.

1 INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es un árbol característico que posee un fruto el cual contiene una semilla que es fundamental para el proceso de elaboración de chocolate. Ecuador tiene una variedad catalogada como denominación de origen por su alta calidad, procedencia y algunos conocimientos ancestrales que se involucra en el cultivo. Esta especie es conocida como “cacao de arriba” o “Fino de aroma”. Por tal razón el cacao representa un rol importante en la economía del Ecuador, siendo uno de los productos de exportación primaria (SENADI, 2021).

La historia menciona que el significado de la palabra chocolate es “agua espumosa” identificada como una líquido de fuerte sabor y con propiedades energéticas. El consumo de esta bebida data de los años 1500 A.C., proveniente de culturas las cuales ingerían esta bebida amarga a base de cacao para poder tener más energía y soportar jornadas extenuantes. En tiempos de conquista el cacao fue utilizado como moneda de cambio, además, en esta temporada se dio a conocer sobre este fruto en el continente europeo (Valenzuela, 2007).

El cacao debe llevar un proceso de fermentación correcto para transformarse en chocolate, este proceso ayuda a potenciar sus características organolépticas, fundamental para la degradación de mucílagos, producción de ácidos orgánicos y compuestos volátiles, es un proceso bioquímico y metabólico el cual forma polifenoles que pueden ser aromáticos, es el paso principal junto con el tostado el cual permite tener un sabor de alta calidad en el producto final “chocolate” (Ordoñez, Quispe y García, 2020).

El proceso bioquímico modifica la composición química de la almendra del cacao potenciando el aroma y sabor. Estos cambios se ven reflejados en el cambio de color de violeta a marrón indicando una correcta fermentación.

Se ejecuta diferentes métodos de fermentación, los más comunes se realizan en sacos de yute, cajones de madera y un montón, donde se controla periódicamente temperaturas y tiempos, mismos que tienden a ser entre 3 a 7 días. Comprendiendo la importancia que es llevar a cabo un buen proceso de fermentación, el mismo que puede ser ayudado con un potenciador como lo son las enzimas, el cual permita acelerar el proceso de fermentación y potenciar sus características sensoriales (Medina, Zuñiga, Segobia, Cadme y Rojas, 2020).

Las enzimas son usadas en diferentes gamas de la industria, como la farmacéutica, textilera, energética, química y por supuesto agroindustria. Su utilización ha sido milenaria, en proceso de fermentación de pan, vinos, cervezas, entre otros. Pero de manera natural y no provocada, es decir, involuntario, por lo que no han llevado un control o documentación al respecto. Actualmente, no se encuentra mucha información sobre el uso de enzimas inducidas en el proceso de fermentación de la almendra del cacao. Pero algo similar se ha podido evidenciar en la industria del café, actuando en la reducción de la viscosidad y degradación del mucílago disminuyendo los tiempos de fermentación (Peñuel, Pabón y Oliveros, 2011).

La optimización de tiempo y recursos siempre será un factor principal para la industria alimenticia, el usar una enzima con doble proposito en el proceso de fermentación de cacao reduciendo su tiempo, potenciando su aroma y sabor, puede ser de gran ayuda. Expuesto esta información, el trabajo de investigación tiene como objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Usar la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de dos variedades de cacao: Fino de aroma y CCN51.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Caracterizar la materia prima, física, química y sensorialmente.
- Diseñar combinaciones para la implementación de la enzima en el proceso de fermentación de cacao de las dos variedades.
- Identificar entre los tratamientos cual tiene los mejores parámetros de fermentación y si existe diferencia significativa entre tratamientos y variedades.
- Caracterizar física, química y sensorialmente el mejor tratamiento de fermentación.
- Determinar el costo / beneficio al usar la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de las dos variedades de cacao.

1.2 Pregunta de investigación

¿Adicionar la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de cacao, potencia las características sensoriales y físicas del producto final?

1.3 Hipótesis

Ho = Usar la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de cacao afectará en las características sensoriales, físicas y sus parámetros, siendo diferente de un proceso de fermentación en el cual no se agrega la enzima.

H1= Usar la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de cacao no afectará en las características sensoriales, físicas y sus parámetros, siendo igual de un proceso de fermentación en el cual no se agrega la enzima.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades sobre el cultivo de cacao

El cacao es un cultivo antiguo que se ha caracterizado por un crecimiento tecnológico lento, debido a su alta incompatibilidad genética, motivo por el que se trabaja asiduamente en mejorar la producción con plantas resistentes a enfermedades y plagas; el objetivo de empresas dedicadas a producir chocolate es tener un cacao altamente reproductivo en el menor tiempo. La industria de chocolate es una de las más codiciadas, por eso, grandes empresas buscan mejorar la tecnología empezando desde el cultivo, analizando el ADN del cacao para obtener recombinaciones genéticas que provea una planta resistente a sequías, plagas, que desarrolle un mejor fruto, con un mayor rendimiento (Arevalo, 2011).

2.2 Origen

Se presume que el origen de esta especie proviene de países amazónicos como lo es Colombia, Perú, Ecuador, Brasil y Bolivia, dentro de esta delimitación se puede observar y distinguir la mayor variación de la especie. Actualmente, el cacao se encuentra distribuida en algunas zonas del mundo, con mayor fuerza desde Sudamérica a México; en la región de Centro América ha sido cultivado por más de tres milenios, siendo un misterio el cómo llegó a esa región, posiblemente con la ayuda del hombre. La expansión se ha sobredimensionado, actualmente África es quien produce más del 50 % de cacao en el mundo, a pesar de aquello los estudios demuestran que la mejor prosperidad para el cacao se la tiene en el territorio ecuatoriano a una altitud inferior a los 1 200 msnm (J. Peña, 2019).

2.3 Botánica

2.3.1 Género.

Theobroma está dentro de la familia *Malvaceae* y su subfamilia *Sterculloideae* la cual comprende 22 especies en seis secciones. Todas las especies sin excepción crecen en un entorno tropical, similar a la Amazonía,

haciendo que su mayor punto de diversidad tenga origen en el área limitada entre Brasil, Venezuela, Perú, Colombia y Ecuador. Esta especie se define por ser un árbol ramificado, hojas simples y un fruto indehisciente. A pesar de su gran diversificación el cacao que consume el mundo es el *Theobroma cacao* L, las demás especies son cultivadas localmente (Doster, Roque, Cano, Torre y Weigend, 2012).

2.3.2 Morfología.

El *Theobroma cacao* es un árbol semicaducifollo que alcanza una altura de aproximadamente 12 metros, pero por cuestiones agrícolas se lo mantiene a una altura inferior a los 8 metros, con un tallo parcialmente pubescente, una corteza oscura, ramas vellosas, hojas coriáceas simples entre 17 a 48 cm de largo y 7 a 10 cm de ancho (Ramírez, Lagunes, Ortiz y Gutiérrez, 2018).

2.3.3 Taxonomía.

En la Tabla 1 se presenta la agrupación de los nombres biológicos del cacao, manteniendo la jerarquía.

Tabla 1. Taxonomía del cacao

División	<i>Espermatofita</i>
Clase	<i>Angiosperma</i>
Subclase	<i>Dicotiledónea</i>
Orden	<i>Malvales</i>
Suborden	<i>Malvinas</i>
Familia	<i>Esterculiáceas</i>
Tribu	<i>Bitnería</i>
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>Cacao</i>

Fuente: Baudilio y Cumana (2005)

Elaborado por: El Autor

2.3.4 Caracterización del fruto.

Según Arvelo, González, Maroto, Delgado y Montoya (2017), se puede caracterizar la mazorca de cacao de la siguiente manera:

Se recomienda revisar Anexo 2.

2.3.4.1 Forma del fruto.

- Cundeamor: cuando la mazorca tiene forma de luna cuarto creciente, más alargada en las puntas que en el centro.
- Angoleta: cuando la mazorca es más alargada que ancha.
- Criollo: no es muy alargado ni redondeado, forma típica.
- Pentágona: suele presentar lados más rectos de lo normal.
- Amelonado: tendencia a ser circular.
- Deforme: no posee una forma específica.

2.3.4.2 Forma del ápice.

El ápice es la punta final de la mazorca de cacao, se la puede clasificar de la siguiente manera.

- Redondeado: cuando no existe protuberancia.
- Obtuso: comprende una ligera punta, pero redondeada.
- Agudo: su pronunciación es evidente, la punta está en forma de “V”.
- Mamilado: tiene semejanza a la forma de una glándula mamaria.
- Atenuado: tiene las mismas características que el agudo, pero la punta no es tan pronunciada.
- Dentado: termina en dos o más puntas asemejando un diente.
- Caudado: la punta es evidente, más gruesa que el agudo y con la terminación obtusa.

2.3.4.3 Construcción basal.

Es la base la cual está sujeta al árbol antes de su cosecha.

- Ausente: su base tiende a ser redonda, sin protuberancias.
- Suave: existe una protuberancia mínima en la base, asemejando una pequeña montaña.
- Intermedia: su base es aún más evidente que la anterior.
- Fuerte: se distingue a simple vista la base, de la parte media de la mazorca.

2.3.4.4 Rugosidad.

- Ausente: la mazorca es lisa.
- Suave: presenta muy poca rugosidad.
- Intermedia: característica del cacao Fino de aroma.
- Fuerte: característica del cacao CCN-51.

2.3.4.5 Dureza.

- Suave: suele darse en frutas sobre maduras, resulta fácil introducir los dedos.
- Intermedia: está en la fase de maduración perfecta para su despulpe, no presenta complicaciones al momento de cortar la mazorca.
- Fuerte: generalmente una mazorca con cáscara fuerte es signo de una fruta sin madurar, presenta complicaciones en el corte y despulpado.

2.3.4.6 Presencia de plaga.

Existen distintas variedades de plaga presentes en la mazorca de cacao, se puede considerar plaga a cualquier presencia o rastro de insectos, hongos, moho y bacterias que afecte al desarrollo y coloración normal de la mazorca.

- Ausente: tiene un 0 % de presencia de cualquier tipo de plaga por medio de la inspección visual.
- Suave: tiene entre 1 a 25 % de presencia de cualquier tipo de plaga por medio de la inspección visual.

- Intermedia: tiene entre 25 a 50 % de presencia de cualquier tipo de plaga por medio de la inspección visual.
- Fuerte: tiene un 50 % en adelante de presencia de cualquier tipo de plaga por medio de la inspección visual.

2.3.4.7 Coloración.

La coloración de la mazorca está en dependencia de varios factores tales como; variedad, zona climática, nutrientes del suelo, estado de maduración. Por lo que es complicado clasificar por grupo a cada mazorca, sin embargo, los colores más frecuentados son: mostaza, anaranjado, rojo, café y verde.

2.3.4.8 Olor.

- Característico: debe ser un olor no invasivo, puede oler a tierra o incluso a madera.
- Contaminado: cualquier tipo de olor que no se asemeje al característico.

2.3.5 Dimensiones.

Existen diversos estudios que demuestran la importancia de reproducir una semilla basándose en las dimensiones de la mazorca relacionada al mejor rendimiento, hay diferencias significativas en las dimensiones del cacao con la variable rendimiento. Es decir, no siempre una mazorca grande significa que tiene un mejor rendimiento. Para obtener las dimensiones se debe medir desde la base hasta el ápice dando una vuelta completa y en el punto más ancho de la mazorca de manera horizontal hasta completar la vuelta (Graziani, Ortiz, Angulo y Parra, 2002).

2.4 Hibridación de cacao

Los injertos de cacao o también conocidos como híbridos, deben formarse bajo la misma especie o incluso utilizando dos diferentes especies, pero es normativa hacerlo con el mismo género, en este caso *Theobroma*.

Este tipo de prácticas se la realiza con el único objetivo de fortalecer o mejorar varias características del cultivo, obteniendo de esa manera diferentes variedades con una misma base de clasificación molecular, es poco común encontrar híbridos que se forman de manera natural. Dentro del Ecuador, el injerto más utilizado y el cual cuenta con una certificación de calidad por parte del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) es el CCN-51 (Barrón, Azpeitia, López y Mirafuentes, 2014).

2.5 Condiciones climáticas

Toda planta se rige a unas condiciones agroclimáticas que le permite desarrollarse de mejor manera, en el caso del *Theobroma*, la temperatura y la lluvia son los puntos críticos para su crecimiento, seguido de viento y luz solar. El cacao es una planta que prefiere un entorno sobrio, a este tipo de cultivos se debe controlar mucho la humedad relativa porque es una de las causales de distintas enfermedades en el fruto. Según las exigencias, el *Theobroma cacao* ocupa un lugar en zonas tropicales de baja altura (ANECACAO, 2021).

2.5.1 Temperatura.

La temperatura promedio para un correcto crecimiento es de 21 °C, aunque se le hace más fácil desarrollar en climas más cálidos no lo puede hacer en zonas con temperaturas bajas, el extremo calor no permitirá un correcto desarrollo provocando alteraciones fisiológicas, exigiendo un crecimiento bajo sombra (Jaimez, Tezara, Coronel y Urich, 2010).

2.5.2 Agua.

En este aspecto el cacao es muy exigente, no soporta ningún extremo, las altas sequias y sobreabundancia de agua son puntos sensibles para el correcto desarrollo. El cacao necesita de mucha agua para crecer, pero su sistema de drenaje debe ser el mejor para evitar un estancamiento que provoque la asfixia de las raíces provocando la muerte. Su consumo de agua es de 1 500 a 2 500 mm en zonas bajas y 1 200 a 1 500 mm en zonas frescas (Orozco y López, 2016).

2.5.3 Viento.

Es recomendable cultivar cacao en zonas donde no haya exceso de vientos continuos, de no ser el caso el uso de árboles ya sean frutales o de madera de gran longitud deben cubrir el perímetro del cultivo para ser una barrera del viento y hacer que este ingrese con menos fuerza. El viento en exceso provoca fácilmente la muerte, desecamiento y caída de las hojas (Lérido, 2009).

2.5.4 Sombreamiento.

El cacao está caracterizado por ser un cultivo umbrófilo, por lo que se debe tener un cuidado desde el inicio de su crecimiento protegiéndole de la radiación solar reduciendo su actividad. Al inicio necesitará un 50 % de luminosidad, una vez el cultivo madure durante los primeros cuatro años se podrá someter a un porcentaje de sombreo máximo del 30 %. Esto se puede controlar con una plantación mixta, alternando especies de árboles frutales que soporten la luz solar y que a su vez provean de sombra al cacao (Roa, Salgado y Alvarez, 2009).

2.5.5 Exigencias en el suelo.

El suelo debe tener una topografía regular, su desarrollo es mejor en suelos profundos, franco arcilloso, con un excelente drenaje y ricos en materia orgánica, un punto crítico es la rápida degradación de la capa húmica en el suelo debido a la alta exposición solar y de vientos. La alternación del cultivo con plantas leguminosas de manera auxiliar provee de sustancias nitrogenadas al cultivo. El pH adecuado para su crecimiento es de 4.0 a 7.0. Siendo una planta que crece en una gama muy diversa de suelos (Barrezueta, 2019).

2.6 Características sensoriales

Según Guzmán y Gómez (2014) en su artículo de evaluación sensorial y Solórzano, Nicklin, Amores, Jiménez y Barzola (2015) en su texto

“Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador”, las características sensoriales son atributos de los alimentos definida por los sentidos tales como:

2.6.1 Sabor.

Puede describirse como: cacao, amargo, astringente, ácido, frutal, floral, nuez, caramelo, intenso, frutos secos, frutos dulces, almendra, ahumado, mohoso, crudo – verde, fermentado.

2.6.2 Olor.

Puede describirse como: chocolate, aromático, intenso, suave, imperceptible, persistente, ahumado, tostado, oxidado, fermentado.

2.6.3 Color.

Puede describirse como: marrón, café claro, oscuro, brillante, opaco, turbio, vetado, uniforme, pronunciado, mezcla, envejecido, manchado.

2.6.4 Textura.

Puede describirse como: granuloso, harinoso, viscoso, seca, granoso, diluido, compacto

2.7 Industria del chocolate

2.7.1 Origen.

Es incierto el origen del chocolate, pero se presume que nació en México, la cultura azteca utilizaba el cacao como moneda de cambio y para hacer una bebida mezclada con especias la cual tenía un alto valor energético, la bebida era oscura, espesa y espumosa a la cual la denominaron “tchocolatl” actualmente escrito como chocolate. Con la entrada de Hernán Cortés a México modifica la bebida endulzándola, llevando el resultado a España, lo que resultó a posterior una distribución por todo el mundo debido a su gran sabor (NESTLÉ, 2021).

2.7.2 Proceso de elaboración.

A continuación, se detalla los procesos fundamentales de elaboración de chocolate, cabe destacar que lo normal es recibir una materia prima de un grano ya fermentado, pero de acuerdo con el presente trabajo investigativo se establece un flujo de proceso desde la recepción de la mazorca del cacao:

2.3.4.9 Recepción materia prima.

El inicio del procesamiento del cacao para la obtención de chocolate está en la recepción de la materia prima, y la calidad de esta definirá la calidad del producto final, por lo que, se debe ser muy riguroso en la aceptación. Se debe identificar el origen, descartar algún tipo de enfermedad, putrefacción, contaminación o cualquier factor que perjudique el producto final, se debe realizar análisis físicos, químicos y sensoriales de un muestreo al azar (K. Sánchez, Bacca, Arévalo, Arguello y Castillo, 2021).

Es importante medir la concentración de sólidos solubles al receptor la materia prima, la presencia de azúcares durante el proceso de fermentación es fundamental para que estos puedan transformarse en alcohol, al receptor las mazorcas de cacao se debe realizar un corte para extraer la pulpa y con la ayuda de un refractómetro medir los sólidos solubles, el promedio ideal es de 16 °Brix, cantidad suficiente para que el proceso de fermentación se lleve a cabo sin ningún problema (Agrobiz Insitu, 2020).

2.3.4.10 Clasificación, control de calidad.

Una vez identificada la materia prima se procede a su clasificación, se debe separar por especie, tamaño, grado de maduración, todo está en dependencia de la línea de proceso, lo importante es realizar el correcto control de calidad e identificar mazorcas no aptas para el proceso, es decir aquellas que no aprobaron el control de calidad, esta clasificación ayudará a tener estadísticas para la producción y la correcta formulación (Sánchez et al., 2021).

2.3.4.11 *Despulpado.*

Para un correcto despulpado de la mazorca de cacao se debe tomar en consideración varias recomendaciones, como cortar la mazorca de tal manera que no se lastime el grano, esto evitará posible contaminación de bacterias. De ser el caso que accidentalmente se corte los granos dentro de la mazorca es necesario separar esos granos puesto que pueden afectar al proceso de fermentación. Correspondiente a las normas de seguridad alimentaria, es recomendable evitar el contacto excesivo con la pulpa de cacao, debido a que esta puede degradarse de diferente manera afectando sus características sensoriales (Cardona, Rodríguez y Cadena, 2016).

2.3.4.12 *Fermentado.*

Dentro del procesamiento del cacao, se considera a la fermentación como una etapa fundamental para convertir el cacao crudo en chocolate, llevar a cabo este proceso no es simple, se consideran muchas variables y características que afectan directamente al desarrollo del sabor, aroma y la acidez. Dentro del proceso químico de la fermentación ocurre una descomposición enzimática exclusivamente de proteínas e hidratos de carbono dentro del grano, son las causantes del sabor característico y representativo del cacao. Los microorganismos son parte fundamental de este proceso químico que se encargan de proveer las condiciones perfectas mediante una correcta fermentación del mucílago del grano de cacao (Rivera et al., 2012).

En la actualidad existen varios métodos de fermentación que están en dependencia de factores regionales, económicos e incluso culturales. No existe un protocolo riguroso que exija llevar a cabo un proceso de fermentación bajo las mismas condiciones o parámetros, muchos productores lo hacen con diferentes materiales, sacos de yute, cajas de madera, directo en el asfalto e incluso dentro de la mazorca. La finalización de un proceso de fermentación dependerá de la temperatura alcanzada,

los días expuestos, la frecuencia de cada volteo, el reacondicionamiento de la pulpa como otros factores más (López y Hernández, 2010).

En términos generales, la fermentación del cacao tiene el mismo objetivo, independientemente del método, cumplir con la fase aerobia y anaerobia, tiempos, temperaturas, cantidad de sólidos solubles, influenciados por la madurez de la mazorca, condiciones climáticas y ambientales, tamaño del lote entre otros (Mejía, Coronel, Gálvez, Rosas y Vásquez, 2018).

El clima del ambiente influye en el grado de fermentación de cacao, es importante controlar la temperatura ambiental durante el proceso de fermentación, los microorganismos que actúan durante este proceso necesitan una temperatura cálida para su correcto desarrollo. La temperatura ideal para el proceso de fermentación oscila entre 20 °C y 30 °C (García, Murillo, Pantoja, Aricapa y Rodríguez, 2019).

2.3.4.13 Tostado.

Junto con el proceso de fermentación, el tostado influye de igual manera en las características sensoriales, siendo un proceso fundamental para la transformación de cacao a chocolate, esta fase es determinante para potenciar aún más el sabor y aroma que le caracteriza al chocolate. Además, este proceso es fundamental para cumplir con estándares de calidad y seguridad alimentaria debido a que reduce la carga microbiana o posibles contaminantes que pudiesen estar presentes dentro de los procesos antes mencionados, organismos típicos y precursores de un proceso de fermentación que producen ciertas sustancias químicas esenciales para el sabor del chocolate, otro punto muy importante es la disminución de la humedad para obtener un producto seco que garantice la durabilidad del producto final (Domínguez et al., 2019).

2.3.4.14 Enfriado.

El objetivo principal de esta fase es enfriar el cacao para contrarrestar las temperaturas alcanzadas en el proceso de tostado y evitar el sobrecalentamiento o incluso posibles quemaduras de la materia a tratar. Dentro de la industria alimenticia se acostumbra a tener tostadores con una excelente ventilación para evitar quemar el grano. Es importante recalcar, que para proceder al proceso de descascarillado el grano debe estar a temperatura ambiente, esto evita en gran porcentaje la pérdida de olores y otras características sensoriales. La fase debe ser controlada mediante el factor tiempo, para evitar un contacto excesivo con la humedad, puesto a que el grano no debe estar expuesto más tiempo que lo necesario (Arciniega y Espinoza, 2020).

2.3.4.15 Descascarillado.

Durante todo el proceso se debe salvaguardar la inocuidad alimentaria, pero desde esta fase en adelante el proceso se torna crítico debido a la manipulación y exposición del grano a diferentes factores, por eso se prefiere utilizar métodos mecanizados que eviten al máximo el contacto con el operario. La cáscara del cacao puede proporcionar un sabor no agradable al producto final por lo cual se hace imposible proceder a la etapa de molienda sin antes descascarillar, de esta manera se asegura un producto de alta calidad sensorial debido a que la fibra que posee la cascarilla no permite obtener un mejor resultado en la molienda. Si el proceso se lo hace manualmente se puede hacer un segundo tostado para reducir la carga microbiana (Ordoñez et al., 2020).

2.3.4.16 Molienda.

Esta fase tiende a ser la más llamativa puesto a que se observa a simple vista la transformación de granos de cacao a un licor o pasta, se lo logra mediante la reducción de las partículas y la fricción que esta genera. En dependencia del producto final suele pasarse una o varias veces la masa por

el molino, con o sin ingredientes añadidos, eso lo decide cada productor (Molina, Villanueva y Henríquez, 2019).

2.3.4.17 Mezclado y refinado.

La presente fase suele manejarse de diferente manera en dependencia al tipo de producto a procesar, se entiende que la industria de chocolate tiene una inmensa variedad de subproductos con diferentes mezclas y dosificaciones. Con base a la cantidad de licor de cacao se puede agregar azúcar en varios porcentajes, comúnmente 25, 50 o 75 %. El proceso se repite con la adición de otros ingredientes como puede ser, leche en polvo o manteca de cacao a un 20 y 5 %, respectivamente; Este proceso ayuda a obtener una masa con mejores características sensoriales y mejorar sus propiedades físicas como el brillo. Además, se utiliza comúnmente un emulsificador como la lectina, en porcentajes no superiores al 1 % facilitando el manejo y conservación del chocolate. En la industria se puede observar máquinas especializadas que trabajan en un mismo lote durante horas o incluso días para obtener la textura deseada, obteniendo el denominado chocolate fino con partículas inferiores a treinta micrómetros (Ramos, Guevara, Sarduy y Diéguez, 2020).

Por otro lado, en la producción artesanal se pueden encontrar varias alternativas para la producción, pero es muy complicado obtener los mismos resultados de solubilidad o textura. Durante el refinado se obtiene una serie de cambios reflejados en el sabor del producto, esto se debe a la evaporación de ciertos componentes volátiles de manera lenta y que suelen perjudicar de cierta manera al producto final, debido a esta necesidad, el proceso suele tardar varias horas con un mezclado constante el cual se llama conchado, obteniendo como resultado una masa recubierta de mejor manera con grasa mejorando aquella sensación característica en el paladar (Angós, 2017).

2.3.4.18 *Temperado.*

Durante esta etapa se realizan procesos térmicos con la finalidad de buscar una mejor estabilidad en la manteca de cacao al solidificarse, optimando su aspecto y evitando cristalización o la aparición de grasa en la superficie del chocolate. Este proceso tiene mayor importancia en la parte visual del producto final, mejorando su textura o incluso el sonido al quebrarlo. Un correcto manejo del temperado tiene efectos positivos incrementando la temperatura de fusión, evitando un derretimiento indeseado en la mano del consumidor (C. Molina et al., 2020).

2.3.4.19 *Moldeo.*

Antes de que el chocolate temperado alcance temperatura ambiente, es recomendable colocar en moldes a preferencia del productor, normalmente estos moldes suelen ser de plástico o silicona; en esta fase suelen implementar una mezcla heterogénea con diferentes ingredientes como pasas, almendras, gomitas entre otros. El método para llenar los moldes puede ser a comodidad del operario, con una manga o rebalsando el molde y limpiando el exceso con una espátula. Es recomendable colocar los moldes en una mesa vibradora para evitar burbujas y forzar al correcto montaje de la masa dentro del molde. Después, se realiza un choque térmico en el cual el producto se solidifica y luego reposa a una temperatura inferior a 18 °C (R. Molina et al., 2019).

2.3.4.20 *Empaque.*

Existe una diversidad de empaques para la industria de chocolate, lo ideal sería envolver el producto con un material que no absorba la grasa similar al papel aluminio, celofán o plástico, es ideal mantener un chocolate en refrigeración, pero la tecnología y el manejo adecuado del proceso ha logrado hacer que el chocolate se mantenga en temperaturas ambientales (Aguilar, 2017).

2.8 Tipos de chocolate

Según la norma INEN NTE 621:2010, se puede obtener del cacao diferentes derivados de chocolate descritos en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipos de chocolate

Tipo	Descripción
Chocolate negro	Mezcla entre la pasta de cacao y azúcar.
Chocolate con leche	Tiene un 40% de licor de cacao y leche en polvo.
Chocolate de cobertura	Adición de manteca o algún tipo de grasa vegetal al proceso de chocolate negro.
Chocolate para la taza	Es chocolate negro en un porcentaje superior al 50%, se añade fécula o almidones.
Masa, pasta o licor de cacao	Es la materia prima con los correspondientes procesos físicos, pero sin la adición de elementos como leche, azúcar o manteca.
Manteca de cacao	Prensado a altas temperaturas del licor de cacao.
Cacao en polvo (cocoa)	Materia seca resultante del prensado, llamada torta.
Chocolate blanco	No es chocolate, es la mezcla de manteca de cacao, azúcar y leche en polvo.

Fuente: INEN (2010)

Elaborado por: El Autor

2.9 Fase anaeróbica en el proceso de fermentación

Este tipo de fase es la que carece de oxígeno para su correcto procesamiento. El grano de cacao es recubierto por una pulpa denominada mucílago creando una barrera ante el oxígeno evitando su ingreso en el sistema; esta pulpa está compuesta principalmente por azúcares y algunos ácidos, siendo el factor ideal para el crecimiento de microorganismos presentes en el proceso de fermentación, como levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y diferentes enzimas, mediante este tipo de fermentación las levaduras se encargan de consumir los azúcares transformándolos en dióxido de carbono, etanol e incluso energía. Este tipo de bacterias lácticas transforman a ácido cítrico, glucosa e hidratos de carbono, pero para lograr esta transformación deben trabajar aproximadamente durante 24 horas (Rojas, Hernández y Mencía, 2021).

Dentro del proceso las enzimas naturales intervienen en la descomposición del mucílago, formando sudoración. Durante este proceso la masa pierde tamaño y peso, por lo cual el espacio es incrementado permitiendo el paso progresivo de oxígeno; cuando sucede este proceso el pH tiende a aumentar y su combinación junto con la presencia de aire convierte esta fase a una fase aeróbica (Vila y Schubert, 2021).

2.10 Fase aeróbica en el proceso de fermentación

Después de aproximadamente 24 horas de fermentación anaeróbica, esta fase da inicio y cabida a la presencia de oxígeno mediante el primer volteo de la masa de granos, el oxígeno estará en dependencia del tipo de fermentación aplicado, el recipiente e incluso el aislamiento y el tamaño de la masa a fermentar. Uno de los objetivos fundamentales de la rotación es la fermentación pareja de cada lote (USIL, 2018).

Debido a la interacción de algunos microorganismos esta fase genera mucho calor oxidando el etanol y los ácidos presentes y por la interacción de las bacterias se llega a producir el ácido acético, entre más oxígeno esté

dentro de la fase, mayor producción de dióxido de carbono y agua. Este ciclo se repite al menos una vez por día dentro de la práctica, donde las reacciones exotérmicas generadas están manifestadas en forma de calor, de esa manera elevan la temperatura de la masa y por cada volteo, la temperatura disminuye considerablemente, pero en pocas horas recupera la temperatura adecuada cuando se introduce más oxígeno (SINEACE, 2017).

La combinación de una correcta temperatura con el etanol y ácido acético provoca la descomposición de las paredes celulares del grano, por lo que, su estructura interna es alterada y su germinación es nula, de esa manera la acción de diferentes actividades químicas son las precursoras de proporcionar el sabor correcto. Debido al alto contenido de fenoles presentes en el grano de cacao su sabor es astringente, amargo y presenta una coloración púrpura. La masa por mejor fermentación que lleve, no tendrá el sabor a nibs de cacao sin antes haber sido tostada (SINEACE, 2017).

2.11 Cualidades nutricionales del cacao

El cacao tiene una gran representación en la dieta de muchas personas, actualmente África occidental, es el mayor productor de cacao en el mundo, al tener una materia prima tan importante es necesario saber cuáles son sus cualidades nutricionales (Tafurt, Suarez, Lares, Alvarez y Liconte, 2020). La Tabla 3 muestra el valor nutricional por cada 100 g.

Tabla 3. Valor nutricional por cada 100 gramos

Descripción	Cantidad
Calorías	228 kcal
Grasas	14 g
Proteínas	20 g
Hidratos de carbono	58 g
Cafeína	230 mg
Hierro	13.9 mg
Calcio	128 mg

Fuente: A. Sánchez, Naranjo, Córdova, Ávalos y Zaldíva (2017)

Elaborado por: El Autor

Este tipo de alimento se lo considera calórico con una gran importancia en los aportes nutricionales, la cantidad de fibra existente ayuda a una correcta fluidéz intestinal, otras de sus funciones es la regulación de problemas arteriales y baja el índice de colesterol. El licor de cacao puede llegar a obtener un sin número de antioxidantes que son aún más beneficiosos en comparación a otras materias primas. Cuando se obtiene un antioxidante se encargan de contrarestrar algunos radicales libres y de esa manera protegen a la células. Además, se ha demostrado que el cacao actúa como antimicrobiano, analgésico e incluso antiinflamatorio, incrementado el sistema inmunológico en la persona. Por último, la gran cantidad de flavonoides presentes en el cacao, favorecen a la hidratación y elasticidad de la piel (Godoy et al., 2020).

2.12 Generalidades sobre enzimas

2.12.1 Enzimas.

Este tipo de biomoléculas son en su gran mayoría de origen proteico y natural, su función es acelerar una reacción química tan solo hasta alcanzar un equilibrio. Están constituidas por un amplio número de proteínas especializadas para catalizar una reacción química que en general suelen presentarse en seres vivos o sistemas biológicos. El trabajo de una enzima no

puede ser realizado de manera independiente, normalmente las enzimas tienen actividad cuando trabajan en conjunto y en condiciones especiales, organizándose de una manera secuencial, o comúnmente llamada rutas metabólicas, la mayoría tienen la capacidad de regular su actividad (Badui, 2006).

2.12.2 Estructura de las enzimas.

Las enzimas son formadas mediante una o varias cadenas de polipéptidos, consideradas como proteínas globulares. Para que suceda la reacción, se crea una hondonada donde se ajusta perfectamente el sustrato. Esta zona de la enzima se le conoce como centro activo donde muy pocos aminoácidos están presentes. En este centro activo una estructura terciaria determina la proximidad de los aminoácidos, aunque no con mucha frecuencia, pero suele darse la ocupación de posiciones en una estructura primaria (Castañeda, 2019).

Cuando la enzima cuenta con una estructura cuaternaria, en el centro activo se puede encontrar aminoácidos formando diferentes cadenas, el centro activo en conjunto con el sustrato genera una configuración tridimensional, distribuyendo de manera complementaria las cargas que posee sobre la superficie de unión. Esto indica que, si el sustrato tiene una carga negativa, el centro activo tendrá una carga positiva o viceversa (Sunil, 2020).

2.12.3 Aprovechamiento de las enzimas.

La tecnología ha permitido usar las enzimas en diferentes áreas y de diferentes maneras, bajo su extracción de organismos, ampliando su uso significativamente. Su aplicación en la actualidad es variada, en la industria alimenticia, de bebidas, síntesis de farmacéuticos y varios compuestos relevantes de la industria química. Su función consiste en la degradación de hidratos de carbono complejos mediante enzimas como, proteasas, lipasas y

amilasas, además, sirven para la desintegración de restos de proteínas y grasas (Ozatay, 2020).

Dentro de diferentes industrias se puede encontrar estas aplicaciones biotecnológicas y muchas más, optimizando recursos, reduciendo costos operativos y lo principal es que su producción puede darse a gran escala con un bajo coste. Utilizar las herramientas de la ingeniería genética ha sido principal y necesario para el crecimiento industrial, resultado de estas aplicaciones se puede realizar una extracción de un gen de un organismo codificando una enzima específica e introducirlo en el material genético de otro organismo (Snehal y Dubey, 2019).

Para lograr de manera eficaz el uso de enzimas en diferentes áreas se utiliza a multiplicadores exponenciales como son las bacterias o levaduras, debido a su fácil manipulación y las bajas exigencias nutricionales. Hay una evolución en la producción de enzimas, originalmente se obtenían de diferentes plantas y órganos de animales, en la actualidad la provisión de estas enzimas se debe a los microorganismos, produciéndose de manera recombinante (Chaudhary y Sagar, 2015).

2.12.4 Función de las enzimas en los alimentos.

La función de la aplicación de enzimas dentro de la industria de alimentos es diversa, se suele utilizar comúnmente para optimizar procesos en base a la recuperación de subproductos, potenciadores de características sensoriales, y controladores de la calidad de los alimentos. Comúnmente las enzimas que se utilizan con mayor frecuencia corresponden a las carbohidrasas, proteasas y lipasas, suelen emplearse con normalidad las enzimas oxidorreductasas e isomerasas. El origen de las mencionadas enzimas es microbiano, como la obtención de glucosa que sucede mediante el proceso de hidrólisis enzimática del almidón de maíz. Dentro de la obtención de jarabes ricos en glucosa interviene la funcionalidad de las enzimas, estos jarabes suelen utilizarse en la preparación de bebidas, caramelos, destilerías

e industrias panaderas, por otro lado, se puede encontrar los jarabes ricos en fructosa, utilizados comúnmente en frutas enlatadas, conservas o yogures, la diversidad es muy amplia (Kaushal, Mehandia, Gursharan, Raina y Arya, 2018).

El Ecuador es un país productor de caña de azúcar, para este cultivo y su procesamiento utilizan enzimas para obtener la glucosa y fructosa mediante el uso de levaduras, este producto obtenido mediante la hidrólisis enzimática se lo conoce como azúcar invertido y es bien cotizado debido a la ausencia de cristalización. Un producto muy utilizado últimamente en el cual se utiliza las enzimas para su obtención es la leche deslactosada, por otro lado, se obtiene pectinas mediante el prensado de frutas y verduras para mejorar la viscosidad de algún producto (Moral, Ramírez y García, 2015).

Dentro del proceso de clarificación de bebidas o vinos se utilizan enzimas como la pectinesterasas, hemicelulasas, celulasas o pectinliasas, obteniendo productos menos viscosos con una concentración estable y de calidad. En la panificación el uso de enzimas se ha vuelto convencional el uso de harinas con la adición de enzimas que mejoran el proceso de fabricación, sabor y calidad del pan (Peña y Quirasco, 2014).

2.13 Uso de enzimas en fermentación del cacao

El cacao es un producto tan importante para la industria alimenticia, y su estudio es constante y está en crecimiento, siempre busca nuevas alternativas que mejore sus características sensoriales, reduzca tiempo de procesamiento y optimice costos, es por esa razón que se ha implementado enzimas en el proceso de fermentación de cacao, sabiendo que es un paso importante para alcanzar la calidad sensorial que requiere el chocolate. Los primero estudios realizados fueron mezclar la masa en fermentación con frutas en un grado de fermentación con alto contenido de enzimas, se ha logrado obtener resultados positivos, sin embargo no ha sido suficiente para implementar esta metodología, por su alto costo (Guevara, 2017).

Se ha experimentado usando pulpa de frutas como manzana, piña, banano, aguacate, en todos los casos se ha tenido un efecto positivo en la fermentación de cacao, reduciendo tiempo de fermentación, aumentando el grado de fermentación y potenciando las características sensoriales. Dentro de este proceso ya se cuenta con la acción de varias enzimas y levaduras propias del grano de cacao, al querer adicionar un porcentaje de enzima interactúa directamente en la reacción de fermentación, acelerando la degradación de sólidos solubles para convertirlos en alcohol y posterior ácido acético (Navia y Pazmiño, 2012).

2.14 Enzima pectolítica

Dentro de un entorno natural como puede ser los vegetales o frutas se encuentra enzimas denominadas pectinolíticas, incluso en la mazorca de cacao se encuentra este tipo de enzimas, a su vez, se puede reproducir este tipo de enzimas utilizando microorganismos diferentes como las levaduras, bacterias y hongos filamentosos. En la actualidad la industria de vinos, pulpa de frutas, jugos naturales, o procesamiento de vegetales se puede evidenciar el uso de enzimas pectinasas, con la finalidad de mejorar la viscosidad y aumentar el rendimiento (Castañeda, 2019).

Las pectinasas comprenden poligalacturunas, pectinestearasa, pectinialiasa y pectatoliasa, su función es catalizar y degradar polímeros existentes en sustancias pécticas. La poligalacturonasa contiene una actividad pectolítica con una temperatura de 50 °C y un pH de 4.5 (Otárola, 2018).

Los mecanismos y actividad enzimática encargadas de la síntesis en la fermentación del cacao están en dependencia de diferentes variables tales como; clima, pH, cantidad de masa a fermentar, presencia de carbono en el mucílago, temperatura de fermentación, tiempo de contacto con la masa y concentración enzimática (Otárola, 2018).

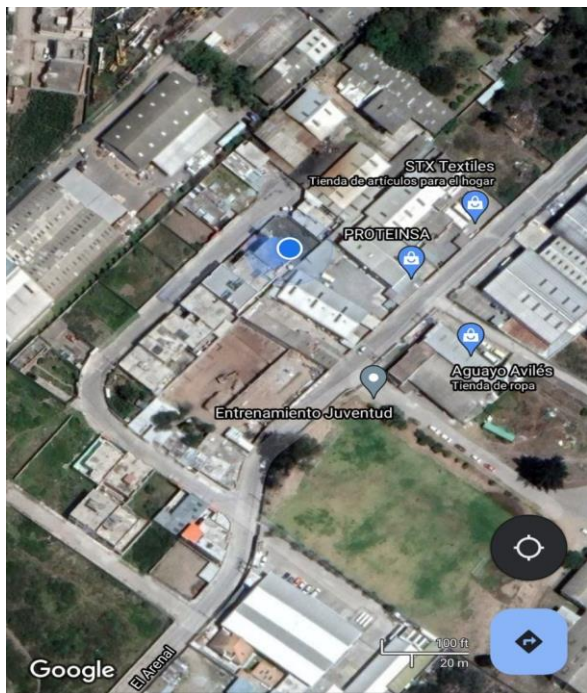
3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación

El presente Trabajo de Titulación se llevó a cabo en el domicilio ubicado en Calderón, Sierra Dorada. Av. Caspicara y Luis Heredia LT 14, ciudad de Quito, coordenadas 0°6'0" S y 78°25'60"W.

El Gráfico 1 muestra la ubicación del domicilio

Gráfico 1. Ubicación del domicilio



Fuente: Google Earth Pro (2022)

3.2 Características climáticas de la zona

The Weather Channel (2022) establece que Calderón – Quito se encuentra a dos mil quinientos treinta y seis metros sobre el nivel del mar con temperatura anual entre 10.66 °C a 21.00 °C. y una precipitación aproximada de 507 mm.

3.3 Duración

La investigación tuvo una duración de 2 meses a partir de su aprobación.

3.4 Materiales, equipos y reactivos

Los materiales, equipos y reactivos que se utilizaron son:

3.4.1 Materia prima.

- Cacao Fino de Aroma
- Cacao CCN51

3.4.2 Materiales.

- Cajas de madera de 20 cm²
- Soportes para las cajas de madera
- Balde blanco de grado alimenticio
- Etiquetas para rotulado
- Cuchillo
- Cuchara
- Materiales de oficina
- Guantes
- Mascarillas
- Cofia
- Mandil

3.4.3 Equipos.

- Balanza
- Calefactores
- Refractómetro
- Termómetro
- pHmetro
- Termómetro de ambiente

- Computadora

3.4.4 Insumos.

- Agua destilada

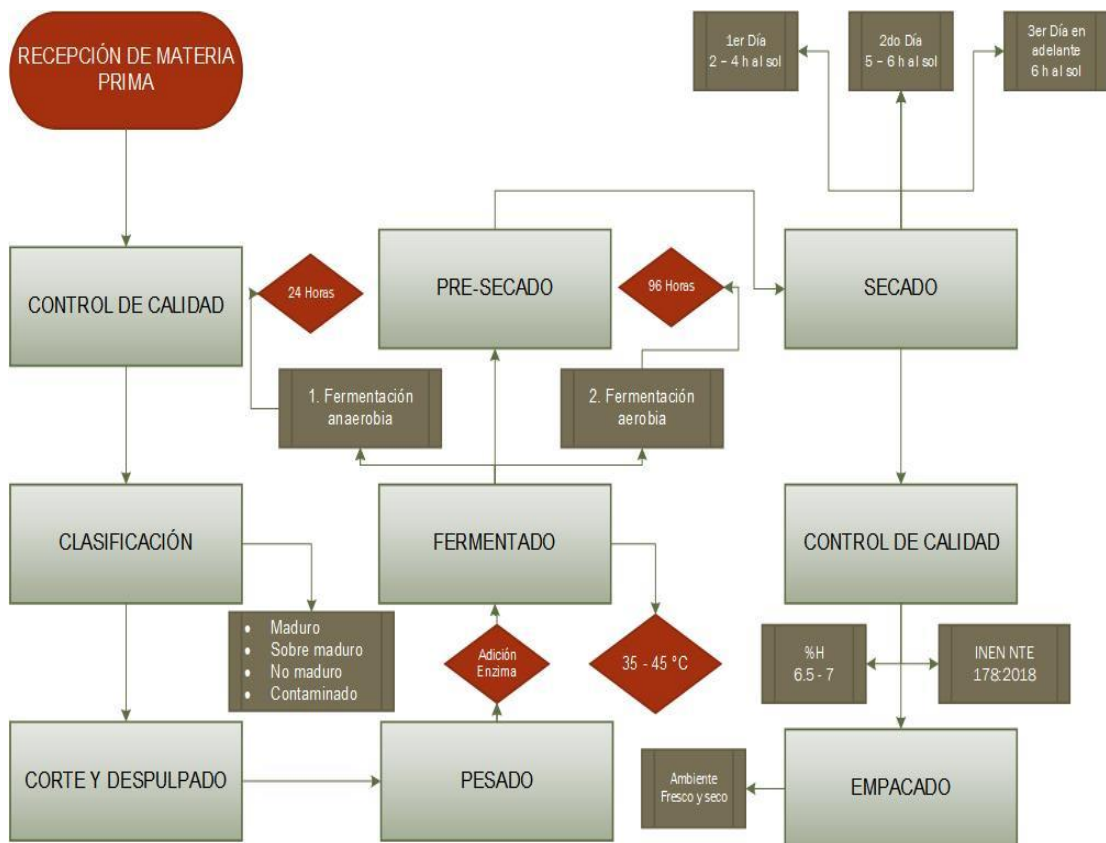
3.4.5 Reactivos.

- Enzima Pectolítica / ROHAPECT PTE 100.

3.5 Flujoograma de proceso

En el Gráfico 2 se representa el flujoograma correspondiente al proceso de fermentación de cacao de acuerdo con López et al. (2010).

Gráfico 2. Flujoograma fermentación de cacao



Fuente: López et al. (2010)

Elaborado por: El Autor

3.5.1 Elaboración del proceso de fermentación del cacao.

- Recepción de materia prima

Las mazorcas de ambas variedades se receptaron en sacos de grado alimenticio, se procedió al control de peso y registros de este.

- Control de calidad

Es importante poder evaluar la materia prima antes de su procesamiento, en este caso se hace un análisis superficial de presencia o ausencia de materia no deseada, olores contaminantes, por objetivos de la investigación se tomó muestras de las variedades para analizar características, físicas, químicas, sensoriales, presencia o ausencia de plagas.

- Clasificación

Esta etapa es de relevancia para garantizar la calidad del producto final, la clasificación consiste en la separación de aquellas mazorcas que pueden afectar el proceso de fermentación, tales como, sobre maduras, inmaduras, o con problemas fitosanitarios.

- Corte y despulpado

Existen varias formas de corte de la mazorca de cacao, la norma básica es no lastimar el grano para evitar la contaminación de este, además esto prevé una posible contaminación por moho en la fermentación. Mientras que el despulpado tiene que ser de tal manera que se manipule lo menos posible los granos de cacao, es importante recalcar que por objetos de estudio el grano se manipuló fuera de lo normal.

- Pesado

Llevar un control de peso de granos es importante para realizar cálculos pertinentes de la fermentación, rendimiento y adición de enzima. En el estudio se pesó 1 800 gramos por 24 cajas de laurel.

- Adición de la enzima pectolítica

Se realiza el cálculo y relación según la ficha técnica del fabricante, 2 mL por cada 20 kg de masa de cacao. La enzima se disuelve en agua y se le baña a la masa tratando de agitar suavemente para que logre cubrir la mayor superficie.

- Fermentación anaerobia

Iniciar el proceso de fermentación asegurándose de que la caja de madera este bien tapada y solo con los agujeros de drenaje, es recomendable cubrir la masa con hojas de plátano fresca o seca; esta fase de la fermentación consiste en evitar la entrada de oxígeno en la masa durante 24 horas, debe alcanzar temperaturas entre 30 a 35 grados centígrados.

- Fermentación aerobia

Una vez se realice el primer volteo de la masa inicia la fase de fermentación aerobia debido al contacto con el aire, aquí los alcoholes fermentados deben convertirse en vinagres suaves, esta fase suele extenderse entre 4 a 5 días en dependencia de las condiciones climáticas, cantidad de masa, tipo de madera de fermentación y la variedad de cacao, la temperatura ideal debe ser entre 35 a 42 grados centígrados, entre más alta la temperatura es mejor.

- Pre-secado

Una vez se acabe el proceso de fermentación, el objetivo es bajar el porcentaje de humedad de 50 % a un 7 %, sin embargo, no es recomendable someter directamente al sol durante tiempos prolongados, se pierde la calidad del producto, por lo que entra en una fase de pre-secado, colocando la masa en tablas con agujeros bajo sombra durante 4 horas.

- Secado

El secado se hace a escala de preferencia durante 5 días, tiempo aproximado hasta alcanzar la humedad requerida, el primer día se expone los granos durante dos horas al sol, al día siguiente cuatro horas, el tercer día seis horas, a partir del cuarto día los granos deben estar seis horas diarias.

- Control de calidad

Se toma muestra de los granos para medir la humedad y hacer la prueba de corte, en donde se analiza si el grano paso por una buena fermentación, se puede clasificar el grano entre: fermentado, mal fermentado, sobre fermentado, pizarro, mohoso entre los más importantes. Se hace un conteo por cada 100 granos y se realiza una relación porcentual según la norma INEN NTE 176:2018.

- Empacado

Se almacena los granos debidamente fermentados y secos en sacos de yute con un peso de 45 kg bien amarrados y almacenados en un lugar fresco y seco. Se recomienda dejar reposar antes de que los granos pasen por el proceso de transformación a licor de cacao.

3.6 Análisis estadístico

3.6.1 Población prueba de corte.

La toma de muestra se realizó según la norma INEN NTE 176:2018, donde indica realizar un conteo de 100 granos como tamaño de muestra en este caso por cada tratamiento para poder obtener el porcentaje de fermentación.

3.6.2 Población análisis sensorial.

Se realizó la encuesta sensorial a toda la población caracterizada como grupo familiar, obteniendo cuarenta catadores que cumplieron con las normativas básicas para un panelista sensorial.

3.7 Objeto de estudio

El objeto de estudio fue obtener la mejor formulación usando la enzima pectolítica en la fermentación de cacao que cumpla con la normativa INEN NTE 176:2018.

3.8 Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación fue cuantitativo debido a que se recolectará datos para probar que el uso de la enzima tiene diferencia significativa en un proceso de fermentación normal, utilizando el análisis estadístico correspondiente para establecer un patrón que relacione las variables y compruebe la hipótesis planteada. Se realizó de una manera secuencial, utilizando el método deductivo como el inductivo para la interpretación de los resultados obtenidos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.9 Alcance de la investigación.

El alcance de la investigación fue exploratorio debido a la poca información encontrada en páginas web, revistas científicas y bibliotecas virtuales, utilizando la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de cacao. A su vez, tuvo un alcance correlacional debido a la relación que se estableció entre los efectos causados por la enzima en las dos variedades de cacao. Por último, un alcance explicativo y descriptivo debido a que se estableció las causas de los hechos sucedidos en cada tratamiento (Hernández et al., 2014).

3.10 Diseño de la investigación.

El presente proyecto se encuentra dentro de una línea de investigación basada en: Implementación de tecnología para la optimización de procesos agroindustriales. Siendo una investigación con diseño cuantitativo obteniendo conclusiones estadísticas y el correcto manejo de los datos, además, fue una

investigación experimental la cual estableció si hubo o no diferencia significativa en usar la enzima pectolítica en la fermentación del cacao (Hernández et al., 2014).

3.11 Factores estudiados.

El factor estudiado en la investigación fue el uso de la enzima pectolítica y sus diferentes dosificaciones durante el proceso de fermentación del cacao, basados en la ficha técnica del producto proporcionado por la empresa encargada de la distribución.

La enzima utilizada es común en el proceso de fermentación de café, por lo cual, la ficha técnica establece una dosificación de 2 mL por cada 20 kg de café con mucílago, mediante el método deductivo, se utilizó la misma dosificación para la fermentación de cacao, es decir: 2 mL por cada 20 kg de cacao en baba. Revisar ficha técnica en el Anexo 11.

Utilizando el método inductivo, se planteó la siguiente premisa: Si el uso de la enzima pectolítica reduce el tiempo de fermentación del café, no afecta su calidad y trabaja con diferentes variedades, lo mismo puede pasar con el proceso de fermentación de cacao.

Dentro de la ficha técnica se menciona que la dosificación de la enzima depende de las materias primas utilizadas y las condiciones de reacción tales como el pH, la temperatura y el tiempo. Además, establece que la dosis final deberá ser determinada por el cliente mediante la ejecución de pruebas internas.

Por lo que se concluye, dividir la dosis recomendada en la ficha técnica para la fermentación de café en tres partes iguales, teniendo una base experimental para futuros estudios relacionados a este, cumpliendo con el alcance exploratorio de la investigación.

Con base a lo antes mencionado, y bajo la metodología de Otárola (2018), se concluye en la Tabla 4. Las dosificaciones utilizadas en la investigación.

Tabla 4. Dosificaciones basadas en la ficha técnica de la enzima Pectolítica

Dosificación recomendada	2 mL por cada 20 kg de materia prima	
Peso de materia prima por tratamiento	1800 g	
Dosificación de la enzima por 1 800g	0.18 mL	
Dosificación inductiva y exploratoria	Dosificación mL	Nomenclatura
Dosificación mínima	0.06	x
Dosificación media	0.12	y
Dosificación máxima	0.18	z

Fuente: Granotec (2022); Otárola (2018)

Elaborado por: El Autor

3.12 Tratamientos estudiados

Para realizar el diseño experimental se tomó como referencia la investigación “Adicción de enzimas y levaduras sobre los cambios químicos y organolépticos del cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51” (Guevara, 2017), donde utilizó dos tipos de levaduras, tres diferentes enzimas con tres repeticiones, mientras que en esta investigación se utilizó dos variedades de cacao, tres dosificaciones de una enzima y tres repeticiones.

3.13 Unidad de análisis

Para el experimento se analizó el tiempo, temperatura y el porcentaje de granos fermentados aplicando la norma NTE INEN 176:2018, las características sensoriales (olor, color, textura, brillo) el sabor no se analizó debido a que el grano de cacao recién fermentado no está apto para el

consumo; el análisis sensorial se lo realizó mediante encuestas a 40 personas que cumplieron los requisitos de un panelista.

3.14 Variables independientes

- Cantidad de enzima pectolítica
- Variedad de cacao
- Condiciones climáticas (temperatura, humedad de ambiente)
- Material de fermentación (cajas de laurel)

3.15 Variables dependientes

- Características sensoriales (brillo, color, aroma, textura)
- Temperatura
- pH
- Grados Brix
- Porcentaje de fermentación

3.16 Diseño experimental

La investigación tiene un diseño experimental verdadero en donde se analizó las variables independientes y el efecto que tiene en las variables dependientes, con un arreglo factorial $A \times B + 2$, donde se evaluó el efecto de la adición de la enzima pectolítica con tres diferentes dosificaciones (x, y, z) denominado factor A, en las dos variedades de cacao A y B denominadas como factor B, por lo tanto, se tendrán dos testigos, el testigo correspondiente a una fermentación tradicional de la variedad de cacao A y por defecto de la variedad B. Teniendo en total 6 tratamientos más 2 tratamientos de testigo y tres repeticiones.

A continuación, se presenta el modelo matemático del diseño experimental.

(Ecuación 1)

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} es variable dependiente

μ es la media general

α_i es el efecto del factor A (dosificación de la enzima)

γ_j es el efecto del factor B (variedades de cacao)

$\alpha\gamma_{ij}$ es la interacción de los factores A x B

ϵ_{ijk} es el error experimental

Cada tratamiento estuvo compuesto de 1.8 kg de cacao según su variedad, en cajas de fermentación de laurel. Los tratamientos se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Tratamientos bajo estudio

Tratamiento	Descripción	Código	Repetición
T1	Cacao Fino de Aroma + 0.06 mL de enzima pectolítica	A + X	3
T2	Cacao Fino de Aroma + 0.12 mL de enzima pectolítica	A + Y	3
T3	Cacao Fino de Aroma + 0.18 mL de enzima pectolítica	A + Z	3
T4	Cacao CCN-51 + 0.06 mL de enzima pectolítica	B + X	3
T5	Cacao CCN-51 + 0.12 mL de enzima pectolítica	B + Y	3
T6	Cacao CCN-51 + 0.18 mL de enzima pectolítica	B + Z	3
T7	Testigo Fino de Aroma	AA	3
T8	Testigo CCN-51	BB	3
		TOTAL	24

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 5 se expone los tratamientos bajo estudio; se puede observar los factores correspondientes a variedad y dosificación, los dos testigos correspondientes de cada variedad y fue realizado con 3 repeticiones, cumpliendo con un análisis factorial AxB + 2 con 3 bloques.

3.17 Procedimiento experimental

Se receiptó 394 mazorcas de cacao fino de aroma al cual se le denominó por concepto de estudio “**A**” y 118 mazorcas de cacao CCN-51 al cual se le denominó “**B**” provenientes de la costa ecuatoriana de la zona de pedernales, se analizó una muestra aplicando la fórmula correspondiente. Se describió la forma del fruto, forma del ápice, construcción basal, rugosidad, dimensiones, dureza de la cáscara, presencia de plaga, coloración, olor, peso

de la mazorca, número de granos, peso de granos, peso de placenta, temperatura y °Brix como caracterización de materia prima.

Durante los controles diarios se hizo la toma de temperatura cuatro veces al día en excepción del primer día respetando la fase anaerobia de la fermentación, mientras que el pH y °Brix se realizó la medición cada 24 horas, los mismos corresponde al mucílago del cacao, por lo que se dejó de medir cuando éste ya no fue suficiente para una correcta medición, generalmente esto sucede cuando la fermentación está por terminar. De igual manera, se tomó la temperatura ambiental y humedad relativa como factores climáticos cuatro veces al día.

La fermentación finalizó para todos los tratamientos a los 6 días, todos los tratamientos tuvieron las mismas condiciones, por lo que se procede a realizar la prueba de corte según la denota la norma INEN NTE 176:2018, obteniendo así el porcentaje de fermentación.

3.18 Análisis

A continuación, se describe los análisis durante el proceso de fermentación según INEN (2021).

- Análisis de materia prima

Se analizó la forma del fruto, ápice, construcción basal, dimensiones, características sensoriales, presencia o ausencia de plagas.

- Análisis de temperatura

La toma de temperatura se realizó en tres diferentes partes de la masa, se sumaron los valores y se calculó el promedio, se realizó con un termómetro digital de grado alimenticio debidamente calibrado.

- Análisis de pH

La toma de pH se realizó al mucílago del cacao hasta que se desintegró, utilizando tiras de medición rápida de pH.

- Análisis de °Brix

La medición de °Brix se realizó mediante un refractómetro calibrado de 0 a 100, se analizó el porcentaje de sólidos solubles del mucílago del cacao hasta que éste se desintegró.

- Análisis sensorial

Se realizó con la ayuda de un panel debidamente calificado; los parámetros de análisis fueron, brillo, olor, color y textura.

A continuación, se describe los análisis que se realizó bajo requerimiento de la norma INEN NTE 176:2018:

- Análisis de humedad

Se analizó la humedad mediante el método de análisis AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire certificado por Multianalítica S.A.

- Análisis de grado de fermentación

Se realizó un conteo de 100 granos clasificando en granos fermentados, violetas, pizarrosos y mohosos.

- Análisis de peso

Durante toda la investigación se realizó varias mediciones de peso, utilizando una balanza digital. Repitiendo la medición tres veces y obteniendo un promedio de ésta.

3.19 Análisis de ANOVA

A continuación, en la Tabla 6 se describe el análisis de varianza con grados de libertad del diseño factorial AXB + 2.

Tabla 6. Análisis de varianza con grados de libertad

FV		GL
Tratamientos	t-1	7
Factor A (Dosificación de Enzima)	b-1	2
Factor B (Variedades de cacao)	a-1	1
Factor A x Factor B	(a-1) (b-1)	2
Testigo vs resto		2
Error experimental	ab(n-1)	16
Total	abn-1	23

Fuente: IBM SPSS (2021)

Elaborado por: El Autor

3.20 Rendimiento

Para obtener el rendimiento se debe indicar que la única parte aprovechable en la investigación fue el grano de cacao recién fermentado, por lo cual, se obvió el uso y optimización de la mazorca, embrión y líquido del cacao.

Por lo cual, se denominó a la masa uno como el promedio de masa (g) de cacao de la variedad A y B que hayan culminado el proceso de fermentación. Por otro lado, la masa dos corresponde a la masa inicial del cacao con mucílago. El rendimiento promedio varía entre el 60 a 70 % (Umaña, 2013).

Mediante la siguiente fórmula se obtiene el porcentaje de rendimiento.

(Ecuación 2)

$$R = \frac{P_1}{P_2} \times 100\%$$

3.21 Costo / beneficio

Según Aguilera (2017), cuando se realiza un proyecto investigativo que conlleva una inversión se debe analizar su beneficio, para ello se utiliza un proceso donde establece una relación entre los costos y beneficios, determinando si la posible inversión tiene o no rentabilidad.

Para aquello se procede de la siguiente manera:

- Costos directos = materia prima + mano de obra
- Costos de transformación = costos indirectos + mano de obra + gastos indirectos
- Gastos de ejecución = gastos administrativos + gastos de financiamiento + gastos de distribución + gastos de materiales
- Costo total = Costos directos + costos de transformación + gastos de ejecución
- Costo unitario = Costo total / Unidades totales
- Precio de venta = costo total / 1 – Margen de utilidad

(Ecuación 3)

$$PV = \frac{CV}{(1 - \% M)}$$

- Costo beneficio (B/C) = Precio de venta / Costo unitario

(Ecuación 4)

$$B/C = PVP/CU$$

Relación:

- Si B/C es mayor a 1, el proyecto sería rentable
- Si B/C es igual a 1, no existirían ganancias
- Si B/C es menor a 1, el proyecto no sería rentable

4 RESULTADOS

4.1 Condiciones climáticas

4.1.1 Temperatura ambiental

Mediante el estudio se hizo el control diario de temperatura ambiental, haciendo lectura cuatro veces al día. El proceso de fermentación se inició a temperatura ambiente, se tomó la decisión de fortalecer la temperatura ambiente con calefactores debido a que la temperatura interna de la masa de cacao no subía de temperatura. Simulando de esa manera un clima cálido con una temperatura promedio de 29.22 °C desde el momento en que se prendió los calefactores, antes de los calefactores la temperatura promedio fue de 15.91 °C. A continuación, en la Tabla 7 se muestra el registro de temperatura ambiental.

Tabla 7. Registro de temperaturas

Día/hora	8:00	12:00	16:00	20:00
11-ene	14.7	16	16	15
12-ene	15.9	17.3	16.6	15.8
13-ene	27.8	28.8	29.1	28.6
14-ene	29.3	27.2	29.8	30.1
15-ene	30.2	29.8	28.8	30
16-ene	29.8	30.5	27.4	31.2
17-ene	28.9			

Elaborado por: El Autor

Se realizó un análisis estadístico descriptivo el cual se expone en la Tabla 8 sobre los datos recaudados en los controles diarios de temperatura ambiental.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos en temperatura ambiental

Estadísticos descriptivos		Estadístico	Error estándar
Temperatura de ambiente	N	25	
	Rango	16.50	
	Mínimo	14.70	
	Máximo	31.20	
	Suma	624.10	
	Media	24.96	1.28
	Desviación estándar	6.41	
	Varianza	41.14	
	Cfvar	25.69 %	
	N válido (por lista)	N	25

Fuente: IBM SPSS (2021)

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 7 se puede observar el cambio drástico de temperatura entre el 12 y 13 de enero teniendo un incremento de 12 °C. Además, se observa en la Tabla 8 la temperatura más alta y baja registrada, el rango de temperatura ambiental fue de 16.50 °C con un coeficiente de variación alto y un porcentaje de error estándar de 1.28 % para una media de 24.96 °C. Lo que indica que el trabajo investigativo cumplió con las condiciones de temperaturas expuestas por López et al. (2010) para que la fermentación tenga suceso.

4.1.2 Humedad relativa.

Para un control riguroso de la investigación se tomó lectura de la humedad relativa, llevando registros como éste permite tomar decisiones a tiempo en posibles problemas sobre el proceso de fermentación de cacao. En la Tabla 9 se detalla el porcentaje de humedad relativa medido en el proceso de fermentación.

Tabla 9. Registro de humedad relativa en porcentaje.

Día/hora	8:00	12:00	16:00	20:00
11-ene	86	76	71	81
12-ene	75.6	68.3	67.6	65.9
13-ene	64.4	73.2	52.4	60.2
14-ene	75.3	69.3	45.7	54.2
15-ene	54.5	60.7	72.3	65.3
16-ene	75.6	43.2	38.9	56
17-ene	56.9			

Elaborado por: El Autor

El análisis estadístico de los datos obtenidos en la medición de humedad relativa se ve reflejado en la Tabla 10.

Tabla 10. Estadísticos descriptivos en humedad relativa

Estadísticos descriptivos		Estadístico	Error estándar
Humedad relativa ambiente	N	25	
	Rango	47.10	
	Mínimo	38.90	
	Máximo	86.00	
	Suma	1 609.50	
	Media	64.38	2.39
	Desviación estándar	11.96	
	Varianza	143.16	
	Cfvar	18.58 %	
N válido (por lista)	N	25	

Fuente: IBM SPSS (2021)

Elaborado por: El Autor

Se puede observar cual es el porcentaje de humedad relativo máximo y mínimo y un rango de 47.10 % un coeficiente de variación alto, se debe recordar la simulación de temperatura ambiental, la que está directamente relacionada con la humedad relativa, de esa manera se justifica el coeficiente de variación elevado.

4.2 Rendimiento de tratamientos

- Promedio rendimiento tratamiento A + X

$$P1 = 1\ 505.33\ \text{g}$$

$$P2 = 1\ 800\ \text{g}$$

$$R = \frac{1\ 505.33}{1\ 800} \times 100\ \%$$

$$R = 83.63\ \%$$

- Promedio rendimiento tratamiento A + Y

$$P1 = 1\ 467.67\ \text{g}$$

$$P2 = 1\ 800\ \text{g}$$

$$R = \frac{1\ 467.67}{1\ 800} \times 100\ \%$$

$$R = 81.54\ \%$$

- Promedio rendimiento tratamiento A + Z

$$P1 = 1\ 471\ \text{g}$$

$$P2 = 1\ 800\ \text{g}$$

$$R = \frac{1\ 471}{1\ 800} \times 100\ \%$$

$$R = 81.72\ \%$$

- Promedio rendimiento tratamiento AA

$$P1 = 1\,472\text{ g}$$

$$P2 = 1\,800\text{ g}$$

$$R = \frac{1\,472}{1\,800} \times 100\%$$

$$R = 81.77\%$$

- Promedio rendimiento tratamiento B + X

$$P1 = 1\,050.67\text{ g}$$

$$P2 = 1\,800\text{ g}$$

$$R = \frac{1\,050.67}{1\,800} \times 100\%$$

$$R = 58.37\%$$

- Promedio rendimiento tratamiento B + Y

$$P1 = 1\,075.33\text{ g}$$

$$P2 = 1\,800\text{ g}$$

$$R = \frac{1\,075.33}{1\,800} \times 100\%$$

$$R = 59.74\%$$

- Promedio rendimiento tratamiento B + Z

$$P1 = 1\,031\text{ g}$$

$$P2 = 1\,800\text{ g}$$

$$R = \frac{1\,031}{1\,800} \times 100\%$$

$$R = 57.27\%$$

- Promedio rendimiento tratamiento BB

$$P1 = 1\ 014\ \text{g}$$

$$P2 = 1\ 800\ \text{g}$$

$$R = \frac{1\ 014}{1\ 800} \times 100\ \%$$

$$R = 56.33\ \%$$

4.3 Caracterización de materia prima, variedad Fino de Aroma

4.3.1 Cálculo de muestra.

Para el cálculo de muestreo con un nivel de confianza del 95 % y un nivel de significancia de 0.05, se aplicó la Ecuación 5.

(Ecuación 5)

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

En base a la Ecuación 5, en la Tabla 11 se presenta el resultado del tamaño de muestra deseado para la caracterización de la materia prima.

Tabla 11. Cálculo de muestra variedad Fino de Aroma

Símbolo	Descripción	Cantidad
n	Tamaño de muestra deseado	195
N	Tamaño de población	394
Z	Nivel de confianza	1.96
e	Error de estimación	5 %
p	Probabilidad de que ocurra el evento	50 %
q	Probabilidad de que no ocurra el evento	50 %

Elaborado por: El Autor

4.3.2 Sorteo aleatorio.

El sorteo se lo realizó utilizando Microsoft Excel 2016 mediante la aplicación de la fórmula de “aleatorio.entre”. Las mazorcas se ubicaron en una posición aleatoria y se enumeraron para poder identificar cuáles fueron las sorteadas para su caracterización. En la Tabla 12 se detalla cuáles fueron los números sorteados.

Tabla 12. Sorteo de mazorcas para su caracterización.

Sorteo aleatorio sin repetición entre las 394 mazorcas variedad A									
7	41	77	118	165	219	256	296	329	368
10	44	80	119	166	222	257	297	331	374
13	45	89	124	167	223	258	298	332	375
15	46	90	125	168	224	260	304	333	377
17	48	91	127	174	228	262	305	334	378
18	49	93	131	175	230	264	306	335	379
20	50	94	132	178	231	266	307	336	380
21	51	96	133	179	233	267	308	337	382
22	52	97	140	183	234	269	310	340	385
23	53	99	145	184	235	274	311	342	387
24	54	100	146	185	236	277	313	343	389
25	55	101	147	187	237	278	314	346	390
28	56	104	148	188	238	279	315	347	392
29	58	108	150	193	240	281	316	350	393
30	59	109	155	198	241	284	317	353	394
35	67	110	157	199	242	285	318	356	
36	68	111	159	202	243	286	319	358	
37	70	113	160	204	248	289	320	359	
39	73	114	161	205	250	291	322	362	
40	74	117	164	218	255	293	323	364	

Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.3.3 Forma del fruto.

A continuación, se detalla en la Tabla 13 los resultados de la caracterización de la forma del cacao de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 13. Forma del fruto variedad Fino de Aroma

Forma del fruto		
Descripción	Unidad	R %
Cundeamor	0	0.00
Angoleta	14	7.18
Criollo	136	69.74
Pentágona	0	0.00
Amelonado	38	19.49
Deforme	7	3.59
Total	195	100.00

Elaborado por: El Autor

4.3.4 Forma del ápice.

A continuación, se detalla en la Tabla 14 los resultados de la caracterización de la forma del ápice de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 14. Forma del ápice variedad Fino de Aroma

Forma del ápice		
Descripción	Unidad	R %
Redondeado	43	22.05
Obtuso	53	27.18
Agudo	59	30.26
Mamilado	32	16.41
Atenuado	2	1.03
Dentado	3	1.54
Caudado	3	1.54
Total	195	100.00

Elaborado por: El Autor

4.3.5 Construcción basal.

A continuación, se detalla en la Tabla 15 los resultados de la caracterización de la construcción basal del cacao de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 15. Construcción basal variedad Fino de Aroma

Construcción basal		
Descripción	Unidad	R %
Ausente	20	10.26
Suave	80	41.03
Intermedia	66	33.85
Fuerte	29	14.87
Total	195	100.00

Elaborado por: El Autor

4.3.6 Rugosidad.

A continuación, se detalla en la Tabla 16 los resultados de la caracterización de la rugosidad del cacao de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 16. Rugosidad del fruto variedad Fino de Aroma

Rugosidad		
Descripción	Unidad	R %
Ausente	6	3.08
Suave	53	27.18
Intermedia	131	67.18
Fuerte	5	2.56
Total	195	100.00

Elaborado por: El Autor

4.3.7 Dimensiones.

A continuación, se detalla en la Tabla 17 los resultados del promedio de dimensiones del cacao de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 17. Dimensiones del fruto variedad Fino de Aroma

Dimensiones (cm) n=195	
Descripción	Promedio
Vertical	34.35
Horizontal	26.33

Elaborado por: El Autor

4.3.8 Dureza de la cáscara.

A continuación, se detalla en la Tabla 18 los resultados de la caracterización de la dureza de la cáscara del cacao de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 18. Dureza de la cáscara variedad Fino de Aroma

Dureza de la cáscara		
Descripción	Unidad	R %
Suave	1	0.51
Intermedia	3	1.54
Fuerte	191	97.95
Total	195	100.00

Elaborado por: El Autor

4.3.9 Presencia de plaga.

A continuación, se detalla en la Tabla 19 los resultados de presencia de plaga en el cacao de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 19. Presencia de plaga variedad Fino de Aroma

Presencia de plaga		
Descripción	Unidad	R %
Ausente	83	42.56
Suave	58	29.74
Intermedia	43	22.05
Abundante	11	5.64
Total	195	100.00

Elaborado por: El Autor

4.3.10 Coloración.

A continuación, se detalla en la Tabla 20 los resultados de la coloración del cacao de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 20. Coloración del fruto variedad Fino de Aroma

Coloración		
Descripción	Unidad	R %
Mostaza-café	136	69.74
Tomate-café	37	18.97
Verde-café	5	2.56
Café oscuro	12	6.15
Rojo-café	5	2.56
Total	195	100,00

Elaborado por: El Autor

4.3.11 Olor.

A continuación, se detalla en la Tabla 21 los resultados del olor del cacao de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 21. Olor del fruto variedad Fino de Aroma

Olor	
Descripción	Cantidad
Característico	188
Contaminado	8
Total	196

Elaborado por: El Autor

4.3.12 Análisis de rendimiento.

A continuación, se detalla en la Tabla 22 los resultados del análisis de rendimiento del cacao de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 22. Rendimiento variedad Fino de Aroma

Relación de peso n=195		
Descripción	Sumatoria	Promedio
(2) Masa de mazorca (g)	67 567	363.26
N° de granos	5 418	29.13
(1) Masa de granos (g)	10 531	56.62
Masa de placenta (g)	943	5.07
Rendimiento (1)/(2), %		15.59

Elaborado por: El Autor

4.3.13 Análisis físicos y químicos.

A continuación, se detalla en la Tabla 23 los resultados de los análisis físicos y químicos del cacao de la variedad Fino de Aroma en un tamaño de muestra de 195 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 23. Análisis físicos y químicos variedad Fino de Aroma

Mediciones físicas y químicas n=195		
Descripción	Sumatoria	Promedio
Temperatura, °C	3 735	20.08
Sólidos solubles, °Brix	2 552	13.72

Elaborado por: El Autor

4.4 Caracterización de materia prima, variedad CCN-51

4.4.1 Cálculo de muestra.

Para el cálculo de muestreo con un nivel de confianza del 95 % y un nivel de significancia de 0.05, se aplicó la Ecuación 5.

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

En la Tabla 24 se explica la Ecuación 5. Se obtiene el resultado del tamaño de muestra deseado correspondiente a 91.

Tabla 24. Cálculo de muestra variedad CCN-51

Símbolo	Descripción	Cantidad
n	Tamaño de muestra deseado	91
N	Tamaño de población	118
Z	Nivel de confianza	1.96
e	Error de estimación	5 %
p	Probabilidad de que ocurra el evento	50 %
q	Probabilidad de que no ocurra el evento	50 %

Elaborado por: El Autor

4.4.2 Sorteo aleatorio.

El sorteo se realizó utilizando Microsoft Excel 2016 mediante la aplicación de la fórmula de “aleatorio.entre”. Las mazorcas se ubicaron en una posición aleatoria y se enumeraron para poder identificar cuáles fueron las sorteadas para su caracterización. En la Tabla 25 se detalla cuáles fueron los números sorteados.

Tabla 25. Sorteo de mazorcas para su caracterización

Sorteo aleatorio sin repetición entre las 118 mazorcas variedad B									
1	14	26	38	50	63	77	91	102	113
2	15	27	39	52	64	78	92	103	114
4	17	29	40	54	65	79	94	105	116
5	19	30	41	55	68	80	95	106	117
6	20	31	43	57	70	82	97	108	118
7	22	33	44	58	73	84	98	109	
8	23	34	45	59	74	86	99	110	
9	24	35	47	60	75	88	100	111	
13	25	37	48	61	76	90	101	112	

Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.4.3 Forma del fruto.

A continuación, se detalla en la Tabla 26 los resultados de la caracterización de la forma del cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 26. Forma del fruto variedad CCN-51

Forma del fruto		
Descripción	Unidad	R %
Cundeamor	5	5.49
Angoleta	60	65.93
Criollo	17	18.68
Pentágona	0	0.00
Amelonado	6	6.59
Deforme	3	3.30
Total	91	100.00

Elaborado por: El Autor

4.4.4 Forma del ápice.

A continuación, se detalla en la Tabla 27 los resultados de la caracterización de la forma del ápice del cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 27. Forma del ápice variedad CCN-51

Forma del ápice		
Descripción	Unidad	R %
Redondeado	8	8.79
Obtuso	19	20.88
Agudo	35	38.46
Mamilado	13	14.29
Atenuado	5	5.49
Dentado	4	4.40
Caudado	7	7.69
Total	91	100.00

Elaborado por: El Autor

4.4.5 Construcción basal.

A continuación, se detalla en la Tabla 28 los resultados de la caracterización de la construcción del cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 28. Construcción basal variedad CCN-51

Construcción basal		
Descripción	Unidad	R %
Ausente	24	26.37
Suave	46	50.55
Intermedia	18	19.78
Fuerte	3	3.30
Total	91	100.00

Elaborado por: El Autor

4.4.6 Rugosidad.

A continuación, se detalla en la Tabla 29 los resultados de la caracterización de la rugosidad del cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 29. Rugosidad del fruto variedad CCN-51

Rugosidad		
Descripción	Unidad	R %
Ausente	0	0.00
Suave	1	1.10
Intermedia	18	19.78
Fuerte	72	79.12
Total	91	100.00

Elaborado por: El Autor

4.4.7 Dimensiones.

A continuación, se detalla en la Tabla 30 los resultados de las dimensiones promedio obtenidas del cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 30. Dimensiones del fruto variedad CCN-51

Dimensiones (cm) n=91	
Descripción	Promedio
Vertical	50.77
Horizontal	32.54

Elaborado por: El Autor

4.4.8 Dureza de la cáscara.

A continuación, se detalla en la Tabla 31 los resultados de la caracterización de la dureza de la cáscara cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 31. Dureza de la cáscara variedad CCN-51

Dureza de la cáscara		
Descripción	Unidad	R %
Suave	1	1.10
Intermedia	1	1.10
Fuerte	89	97.80
Total	91	100.00

Elaborado por: El Autor

4.4.9 Presencia de plaga.

A continuación, se detalla en la Tabla 32 los resultados del análisis de plagas del cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 32. Presencia de plaga variedad CCN-51

Presencia de plaga		
Descripción	Unidad	R %
Ausente	46	50.55
Suave	29	31.87
Intermedia	15	16.48
Abundante	1	1.10
Total	91	100.00

Elaborado por: El Autor

4.4.10 Coloración.

A continuación, se detalla en la Tabla 33 los resultados de la coloración del cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 33. Coloración del fruto variedad CCN-51

Coloración		
Descripción	Unidad	R %
Rojo-negro	79	86.81
Amarillo-café	1	1.10
Verde-café	2	2.20
Café	1	1.10
Rojo-amarillo	8	8.79
Total	91	100.00

Elaborado por: El Autor

4.4.11 Olor.

A continuación, se detalla en la Tabla 34 los resultados del olor del cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 34. Olor del fruto variedad CCN-51

Olor	
Descripción	Cantidad
Característico	90
Contaminado	1
Total	91

Elaborado por: El Autor

4.4.12 Análisis de rendimiento.

A continuación, se detalla en la Tabla 35 los resultados del análisis de rendimiento del cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 35. Análisis de rendimiento de la variedad de cacao CCN-51

Relación de peso n=91		
Descripción	Sumatoria	Promedio
(2) Masa de mazorca (g)	75 742	870.6
Nº de granos	3 112	35.77
(1) Masa de granos (g)	14 982	172.21
Masa de placenta (g)	3 238	37.22
Rendimiento (1)/(2), %		19.78

Elaborado por: El Autor

4.4.13 Análisis físicos químicos.

A continuación, se detalla en la Tabla 36 los resultados de los análisis físicos y químicos del cacao de la variedad CCN-51 en un tamaño de muestra de 91 mazorcas a un nivel de confianza del 95 % y de significancia de 0.05.

Tabla 36. Análisis físicos químicos de la variedad de cacao CCN-51

Mediciones físicas y químicas n=91		
Descripción	Sumatoria	Promedio
Temperatura, °C	1 481.5	17.03
Sólidos solubles, °Brix	1 258	14.46

Elaborado por: El Autor

4.5 Agrupación de datos

En la Tabla 37 se representa los tratamientos con las respuestas de cada variable, en la parte inferior se observa el valor mínimo y máximo de cada variable y el promedio general obtenido, tomando en cuenta las dos variedades de cacao y sus tratamientos testigos.

Tabla 37. Resultado de tratamientos y variables estudiadas

Bloq.	Vari.	Dosi.	T °C	%H	pH	°Brix	%RP	%GF	Brillo	Color	Aroma	Textura	PS
1	A	0.06	31.60	6.15	1.88	12.38	81.83	88.00	4.18	4.05	3.70	4.20	4.03
1	A	0.12	31.65	6.04	1.88	10.88	81.28	90.00	4.00	4.33	4.03	4.30	4.17
1	A	0.18	31.80	6.20	2.00	10.63	80.83	93.00	3.93	4.33	4.30	4.20	4.19
1	B	0.06	32.01	7.84	2.00	10.00	58.56	78.00	3.93	3.58	3.80	3.75	3.77
1	B	0.12	32.50	8.32	1.88	9.88	59.78	81.00	3.75	3.73	3.55	3.93	3.74
1	B	0.18	32.75	8.46	2.13	10.75	57.67	85.00	4.23	3.98	3.88	3.83	3.98
1	TA	0.00	29.04	5.99	2.00	10.88	81.78	87.00	3.70	3.63	4.03	3.70	3.77
1	TB	0.00	30.58	8.34	1.88	10.75	56.33	75.00	3.48	3.70	3.55	3.60	3.58
2	A	0.06	31.13	-	1.88	11.75	81.44	-	3.78	3.98	4.05	3.73	3.89
2	A	0.12	31.58	-	2.00	11.00	81.83	-	3.98	4.13	3.73	3.90	3.94
2	A	0.18	31.89	-	2.00	11.00	82.22	-	4.10	4.15	4.08	4.25	4.15
2	B	0.06	32.05	-	1.88	10.75	58.44	-	4.18	3.95	3.90	3.60	3.91
2	B	0.12	32.74	-	1.88	10.88	59.17	-	3.80	3.98	3.88	3.78	3.86
2	B	0.18	32.69	-	2.00	11.25	58.00	-	3.70	3.93	4.05	3.93	3.90
2	TA	0.00	29.52	-	1.88	11.00	81.61	-	3.48	3.98	3.55	3.75	3.69
2	TB	0.00	31.02	-	1.88	10.75	56.44	-	3.55	3.73	3.88	3.48	3.66
3	A	0.06	31.37	-	2.00	11.50	87.61	-	4.23	4.08	3.95	3.75	4.00
3	A	0.12	31.52	-	1.88	11.50	81.50	-	4.03	4.20	4.15	4.23	4.15
3	A	0.18	31.76	-	2.00	10.38	82.11	-	3.88	4.08	4.20	3.85	4.00
3	B	0.06	31.84	-	1.88	10.50	58.11	-	3.95	3.48	3.93	3.68	3.76
3	B	0.12	32.33	-	1.88	10.88	60.28	-	3.95	3.93	3.85	3.45	3.80
3	B	0.18	32.69	-	1.88	11.00	56.17	-	3.88	3.95	3.75	4.00	3.90
3	TA	0.00	28.78	-	2.00	10.38	81.83	-	3.75	3.63	4.30	3.83	3.88
3	TB	0.00	30.43	-	1.88	11.00	56.83	-	3.55	3.73	4.05	3.48	3.70
	Máximo		32.75	8.46	2.13	12.38	87.61	93.00	4.23	4.33	4.30	4.30	4.19
	Mínimo		28.78	5.99	1.88	9.88	56.17	75.00	3.48	3.48	3.55	3.45	3.58
	Promedio		31.47	7.17	1.93	10.90	70.07	84.63	3.87	3.93	3.92	3.84	3.89

%RP = %Rendimiento peso; %GF= %Granos fermentados; PS = Promedio sensorial

Elaborado por: El Autor

4.6 Análisis de varianza variable temperatura

En la variable temperatura se realizó un análisis estadístico correspondiente a ANOVA o análisis de varianza, el cual permite comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Por lo que se estableció las siguientes hipótesis:

(Ho=hipótesis nula / Hi=hipótesis alternativa)

1. Ho = todas las dosificaciones actúan de igual manera en la temperatura de fermentación del cacao
2. Ho = Las dos variedades actúan de igual manera en la temperatura de fermentación del cacao
3. Ho = La multiplicación de los factores actúan de igual manera en la temperatura de fermentación del cacao
1. Hi = Al menos existe una dosificación que actúe diferente en la temperatura de fermentación del cacao
2. Hi = Al menos existe una variedad que actúe diferente en la temperatura de fermentación del cacao
3. Hi = La multiplicación de los factores actúan diferente en la temperatura de fermentación del cacao

Tabla 38. Análisis de varianza – temperatura

F. V	SC	GL	CM	F	p - valor
Bloque	0.0002	2	0.0001		
Modelo	0.029	7	0.0041	111.93	< 0.0001
A-Dosis	0.0219	3	0.0073	197.34	< 0.0001
B-Variedad	0.0062	1	0.0062	166.85	< 0.0001
A*B	0.0009	3	0.0003	8.21	0.0021
Error	0.0005	14	0.0000		
Total	0.0298	23			

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

Analizando la Tabla 38 se observa si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula. Concluyendo así, la aceptación de todas las hipótesis alternativas.

Para el análisis estadístico de temperatura se utilizó la función: Logaritmo natural, obteniendo los siguientes resultados de ajuste plasmados en la Tabla 39.

Tabla 39. Estadística de ajuste – temperatura

Descripción	Valor
Std. Dev.	0.0061
Mean	3.45
C.V. %	0.1765
R ²	0.9824
Adjusted R ²	0.9737
Predicted R ²	0.9484
Adeq Precision	31.6006

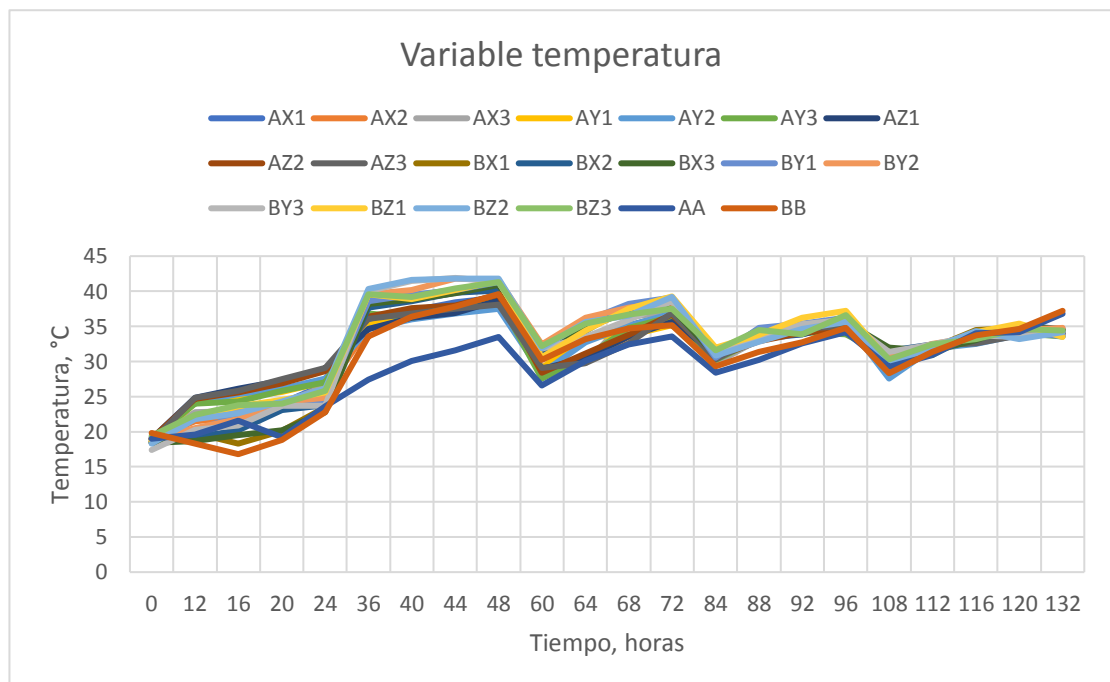
Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

El valor de desviación estándar indica que la dispersión de los datos es mínima, el coeficiente de variación refleja la poca dispersión de los datos siendo un análisis compacto, el coeficiente de correlación manifiesta un excelente ajuste del modelo estudiado.

Mediante el Gráfico 3 se determinó la variación de la temperatura por cada tratamiento y entre tratamientos.

Gráfico 3. Aumento de la temperatura vs tiempo



Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.7 Análisis de varianza variable humedad

En la variable humedad se realizó un análisis estadístico correspondiente a ANOVA o análisis de varianza, el cual permite comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Por lo que se estableció las siguientes hipótesis:

1. Ho = todas las dosificaciones actúan de igual manera en la humedad del cacao.
2. Ho = Las dos variedades actúan de igual manera en la humedad del cacao.
3. Ho = La multiplicación de los factores actúan de igual en la humedad del cacao.
1. Hi = Al menos existe una dosificación que actúe diferente en la humedad del cacao.
2. Hi = Al menos existe una variedad que actúe diferente en la humedad del cacao.
3. Hi = La multiplicación de los factores actúan diferente en la humedad del cacao.

Tabla 40. Análisis de varianza – humedad

F. V	SC	GL	CM	F	p - valor
Modelo	0.0064	1	0.0064	282.71	< 0.0001
B-Variedad	0.0064	1	0.0064	282.71	< 0.0001
Error	0.0001	6	0.0000		
Total	0.0065	7			

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

Analizando la Tabla 40. Se observa si $p\text{-valor} < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula. Concluyendo así, la aceptación de la segunda hipótesis alternativa y la aceptación de la hipótesis nula 1 y 3.

Para el análisis estadístico de humedad se utilizó la función: Raíz cuadrada inversa, obteniendo los siguientes resultados de ajuste plasmados en la Tabla 41.

Tabla 41. Estadística de ajuste – humedad

Descripción	Valor
Std. Dev.	0.0048
Mean	0.3768
C.V. %	1.26
R ²	0.9792
Adjusted R ²	0.9758
Predicted R ²	0.9631
Adeq Precision	23.7785

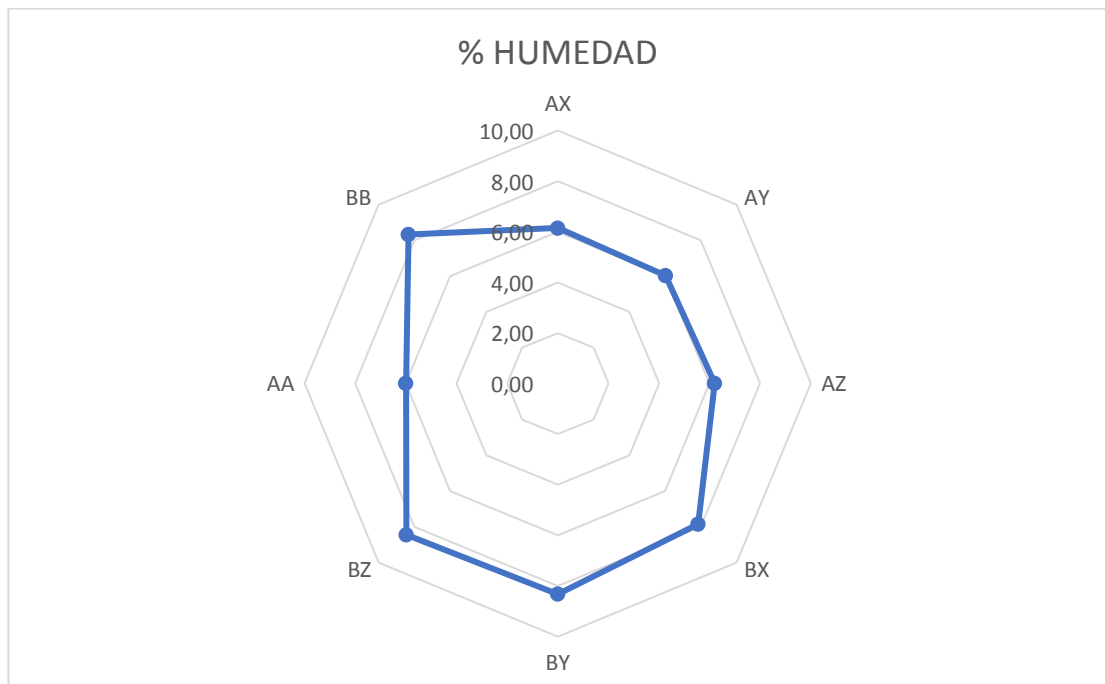
Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado: El Autor

El valor de desviación estándar indica que la dispersión de los datos es mínima, el coeficiente de variación refleja la poca dispersión de los datos siendo un análisis compacto, el coeficiente de correlación manifiesta un excelente ajuste del modelo estudiado.

Mediante el Gráfico 4 se determinó el porcentaje de humedad obtenido mediante análisis de laboratorio por cada tratamiento.

Gráfico 4. Porcentaje de humedad por tratamiento



Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.8 Análisis de varianza variable pH

En la variable pH se realizó un análisis estadístico correspondiente a ANOVA o análisis de varianza, el cual permitió comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Por lo que se estableció las siguientes hipótesis:

1. H_0 = todas las dosificaciones actúan de igual manera en el pH del cacao
 2. H_0 = Las dos variedades actúan de igual manera en el pH del cacao
 3. H_0 = La multiplicación de los factores actúan de igual manera en el pH del cacao
1. H_i = Al menos existe una dosificación que actúe diferente en el pH del cacao

2. H_1 = Al menos existe una variedad que actúe diferente en el pH del cacao
3. H_1 = La multiplicación de los factores actúan diferente en el pH del cacao

Tabla 42. Análisis de varianza - pH

F. V	SC	GL	CM	F	p - valor
Bloque	0.0002	2	0.0001		
Modelo	0.0000	0			
Error	0.0039	21	0.0002		
Total	0.0041	23			

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

Analizando la Tabla 42 se observa si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula. Concluyendo así, la no significancia de la variable pH con los factores, por lo que el análisis ANOVA no obtiene datos de comparación de varianza.

Para el análisis estadístico de pH se utilizó la función: Raíz cuadrada inversa, obteniendo los siguientes resultados de ajuste plasmados en la Tabla 43.

Tabla 43. Estadística de ajuste – pH

Descripción	Valor
Std. Dev.	0.0136
Mean	0.7196
C.V. %	1.89
R ²	0.00
Adjusted R ²	0.00
Predicted R ²	0.3061
Adeq Precision	1.1499

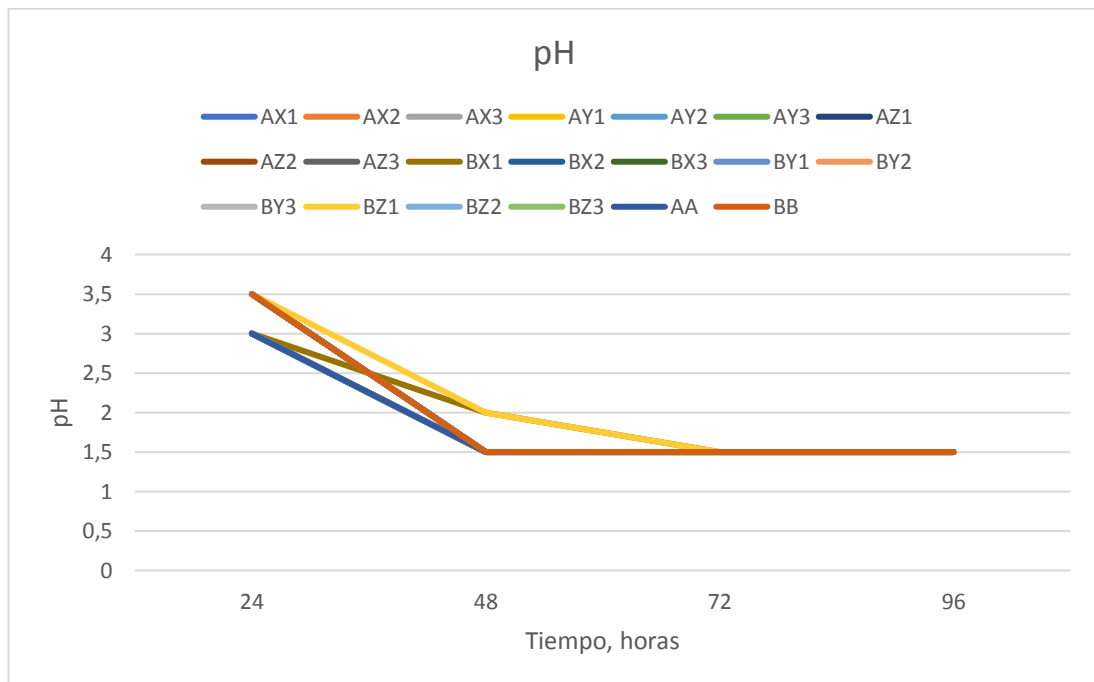
Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

El valor de desviación estándar indica que la dispersión de los datos es mínima, el coeficiente de variación refleja la poca dispersión de los datos siendo un análisis compacto, el coeficiente de correlación manifiesta un pésimo ajuste del modelo estudiado.

Mediante el Gráfico 5 se determinó la evolución del pH con respecto al tiempo.

Gráfico 5. Evolución de pH vs tiempo



Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.9 Análisis de varianza variable °Brix

En la variable °Brix se realizó un análisis estadístico correspondiente a ANOVA o análisis de varianza, el cual permitió comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Por lo que se estableció las siguientes hipótesis:

1. H_0 = todas las dosificaciones actúan de igual manera en los °Brix en la fermentación del cacao.
2. H_0 = Las dos variedades actúan de igual manera en los °Brix en la fermentación del cacao.
3. H_0 = La multiplicación de los factores actúan de igual manera en los °Brix en la fermentación del cacao.

1. H_1 = Al menos existe una dosificación que actúe diferente en los °Brix en la fermentación del cacao.
2. H_1 = Al menos existe una variedad que actúe diferente en los °Brix en la fermentación del cacao.
3. H_1 = La multiplicación de los factores actúan diferente en los °Brix en la fermentación del cacao.

Tabla 44. Análisis de varianza – °Brix

F. V	SC	GL	CM	F	p - valor
Bloque	0.003	2	0.0015		
Modelo	0.0352	7	0.005	4.54	0.0078
A-Dosis	0.0035	3	0.0012	1.04	0.4041
B-Variedad	0.0081	1	0.0081	7.32	0.0171
AB	0.0236	3	0.0079	7.11	0.0039
Error	0.0155	14	0.0011		
Total	0.0537	23			

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

Analizando la Tabla 44 se observa si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula. Concluyendo así, la aceptación de las hipótesis alternativas 2, 3 y la aceptación de la hipótesis nula 1.

Para el análisis estadístico de °Brix se utilizó la función: Logaritmo natural, obteniendo los siguientes resultados de ajuste plasmados en la Tabla 45.

Tabla 45. Estadística de ajuste – °Brix

Descripción	Valor
Std. Dev.	0.0333
Mean	2.39
C.V. %	1.39
R ²	0.6941
Adjusted R ²	0.5412
Predicted R ²	0.1011
Adeq Precision	7.3744

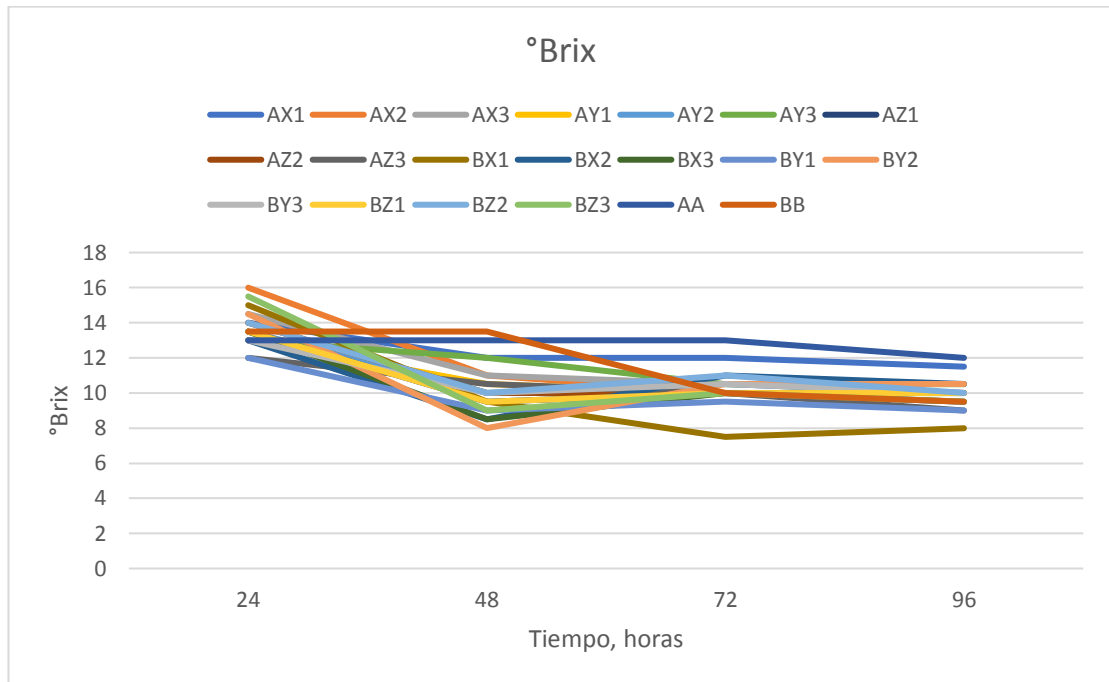
Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

El valor de desviación estándar indica que la dispersión de los datos es mínima, el coeficiente de variación refleja la poca dispersión de los datos siendo un análisis compacto, el coeficiente de correlación manifiesta un mediano ajuste del modelo estudiado.

Mediante el Gráfico 6 se determinó la variación de los °Brix por cada tratamiento y entre tratamientos.

Gráfico 6. Evolución de °Brix vs tiempo



Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.10 Análisis de varianza variable peso

En la variable peso se realizó un análisis estadístico correspondiente a ANOVA o análisis de varianza, el cual permitió comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Por lo que se estableció las siguientes hipótesis:

1. H_0 = todas las dosificaciones actúan de igual manera en el rendimiento de peso de los granos de cacao.
2. H_0 = Las dos variedades actúan de igual manera en el rendimiento de peso de los granos de cacao.
3. H_0 = La multiplicación de los factores actúan de igual manera en el rendimiento de peso de los granos de cacao.

1. H_i = Al menos existe una dosificación que actúe diferente en el rendimiento de peso de los granos de cacao.
2. H_i = Al menos existe una variedad que actúe diferente en el rendimiento de peso de los granos de cacao.
3. H_i = La multiplicación de los factores actúan diferente en el rendimiento de peso de los granos de cacao.

Tabla 46. Análisis de varianza – peso

F. V	SC	GL	CM	F	p - valor
Bloque	0.0004	2	0.0002		
Modelo	0.729	1	0.729	1 398.37	< 0.0001
B-Variedad	0.729	1	0.729	1 398.37	< 0.0001
Error	0.0104	20	0.0005		
Total	0.7398	23			

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

Analizando la Tabla 46 se observa si p -valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula. Concluyendo así, la aceptación de la hipótesis alternativa 2. Y la aceptación de las hipótesis nulas 1 y 2.

Para el análisis estadístico de peso se utilizó la función: Logaritmo natural, obteniendo los siguientes resultados de ajuste plasmados en la Tabla 47.

Tabla 47. Estadística de ajuste – peso

Descripción	Valor
Std. Dev.	0.0228
Mean	4.23
C.V. %	0.5392
R ²	0.9859
Adjusted R ²	0.9852
Predicted R ²	0.9797
Adeq Precision	38.3389

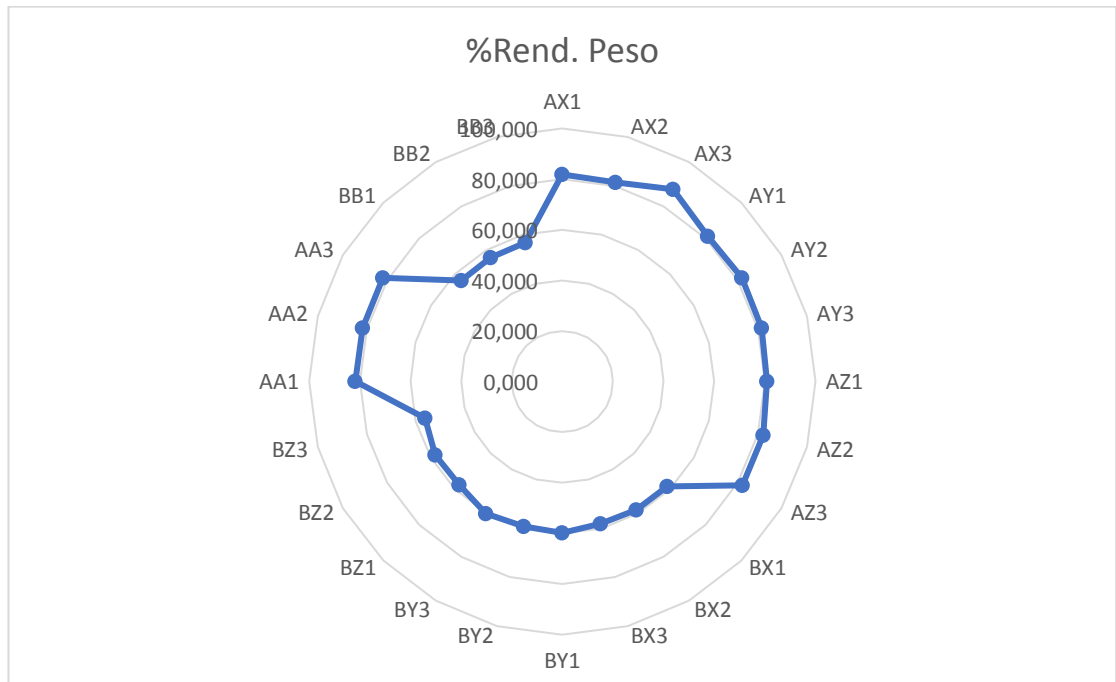
Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

El valor de desviación estándar indica que la dispersión de los datos es mínima, el coeficiente de variación refleja la poca dispersión de los datos siendo un análisis compacto, el coeficiente de correlación manifiesta un excelente ajuste del modelo estudiado.

Mediante el Gráfico 7 se determinó el análisis del rendimiento de los granos de cacao con respecto al tratamiento aplicado.

Gráfico 7. Análisis de rendimiento del peso por tratamiento



Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.11 Análisis de varianza variable porcentaje de fermentación

En la variable porcentaje de fermentación se realizó un análisis estadístico correspondiente a ANOVA o análisis de varianza, el cual permitió comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Por lo que se estableció las siguientes hipótesis:

1. H_0 = todas las dosificaciones actúan de igual manera en el porcentaje de fermentación del grano de cacao.
2. H_0 = Las dos variedades actúan de igual manera en el porcentaje de fermentación del grano de cacao.
3. H_0 = La multiplicación de los factores actúan de igual manera en el porcentaje de fermentación del grano de cacao.

1. H_i = Al menos existe una dosificación que actúe diferente en el porcentaje de fermentación del grano de cacao.
2. H_i = Al menos existe una variedad que actúe diferente en el porcentaje de fermentación del grano de cacao.
3. H_i = La multiplicación de los factores actúan diferente en el porcentaje de fermentación del grano de cacao.

Tabla 48. Análisis de varianza – porcentaje de fermentación

F. V	SC	GL	CM	F	p - valor
Modelo	0.027	1	0.027	14.5	0.0089
B-Variedad	0.027	1	0.027	14.5	0.0089
Error	0.0112	6	0.0019		
Total	0.0381	7			

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

Analizando la Tabla 48 se observa si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula. Concluyendo así, la aceptación de la hipótesis alternativa 2. Y la aceptación de las hipótesis nulas 1 y 3.

Para el análisis estadístico de porcentaje de fermentación se utilizó la función: logaritmo natural, obteniendo los siguientes resultados de ajuste plasmados en la Tabla 49.

Tabla 49. Estadística de ajuste – porcentaje de fermentación

Descripción	Valor
Std. Dev.	0.0431
Mean	4.44
C.V. %	0.9721
R ²	0.7073
Adjusted R ²	0.6585
Predicted R ²	0.4796
Adeq Precision	5.3845

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

El valor de desviación estándar indica que la dispersión de los datos es mínima, el coeficiente de variación refleja la poca dispersión de los datos siendo un análisis compacto, el coeficiente de correlación manifiesta un mediano ajuste del modelo estudiado.

Mediante el Gráfico 8 se determinó el porcentaje de granos fermentado por tratamiento

Gráfico 8. Granos fermentados por tratamiento



Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.12 Análisis de varianza variable brillo

En la variable brillo se realizó un análisis estadístico correspondiente a ANOVA o análisis de varianza, el cual permitió comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Por lo que se estableció las siguientes hipótesis:

1. H_0 = todas las dosificaciones actúan de igual manera en el brillo del grano de cacao.
2. H_0 = Las dos variedades actúan de igual manera en el brillo del grano de cacao.
3. H_0 = La multiplicación de los factores actúan de igual manera en el brillo del grano de cacao.

1. H_i = Al menos existe una dosificación que actúe diferente en el brillo del grano de cacao.
2. H_i = Al menos existe una variedad que actúe diferente en el brillo del grano de cacao.
3. H_i = La multiplicación de los factores actúan diferente en el brillo del grano de cacao.

Tabla 50. Análisis de varianza – brillo

F. V	SC	GL	CM	F	p - valor
Bloque	0.0023	2	0.0011		
Modelo	0.0473	3	0.0158	10.28	0.0004
A-Dosis	0.0473	3	0.0158	10.28	0.0004
Error	0.0276	18	0.0015		
Total	0.0771	23			

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

Analizando la Tabla 50 se observa si p -valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula. Concluyendo así, la aceptación de la hipótesis alternativa 1. Y la aceptación de las hipótesis nulas 2 y 3.

Para el análisis estadístico de brillo se utilizó la función: raíz cuadrada, obteniendo los siguientes resultados de ajuste plasmados en la Tabla 51.

Tabla 51. Estadística de ajuste - humedad

Descripción	Valor
Std. Dev.	0.0392
Mean	1.97
C.V. %	1.99
R ²	0.6313
Adjusted R ²	0.5699
Predicted R ²	0.3446
Adeq Precision	7.0384

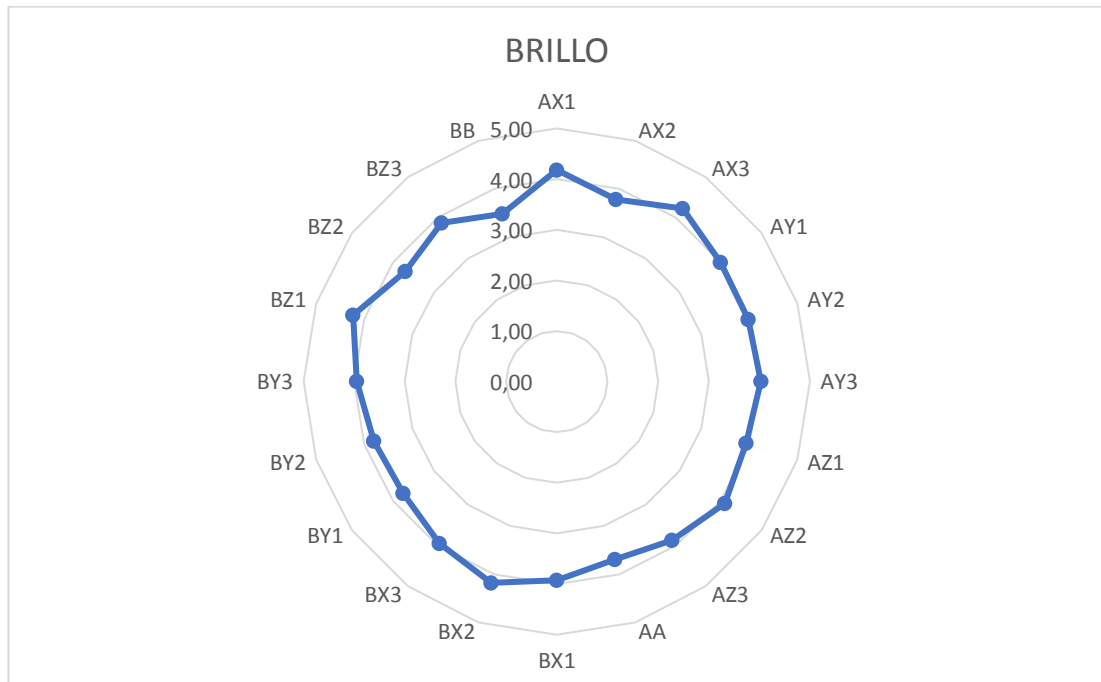
Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

El valor de desviación estándar indica que la dispersión de los datos es mínima, el coeficiente de variación refleja la poca dispersión de los datos siendo un análisis compacto, el coeficiente de correlación manifiesta un mediano ajuste del modelo estudiado.

Mediante el Gráfico 9 se determinó la calificación obtenida mediante la encuesta de la variable brillo por tratamiento.

Gráfico 9. Calificación sensorial de variable brillo



Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.13 Análisis de varianza variable color

En la variable calor se realizó un análisis estadístico correspondiente a ANOVA o análisis de varianza, el cual permitió comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Por lo que se estableció las siguientes hipótesis:

1. H_0 = todas las dosificaciones actúan de igual manera en el color del grano fermentado de cacao
2. H_0 = Las dos variedades actúan de igual manera en el color del grano fermentado de cacao
3. H_0 = La multiplicación de los factores actúan de igual manera en el color del grano fermentado de cacao

1. H_1 = Al menos existe una dosificación que actúe diferente en el color del grano fermentado de cacao
2. H_1 = Al menos existe una variedad que actúe diferente en el color del grano fermentado de cacao
3. H_1 = La multiplicación de los factores actúan diferente en el color del grano fermentado de cacao

Tabla 52. Análisis de varianza – color

F. V	SC	GL	CM	F	p - valor
Bloque	0.0025	2	0.0012		
Modelo	0.0522	4	0.0131	9.26	0.0004
A-Dosis	0.0301	3	0.01	7.12	0.0026
B-Variedad	0.0221	1	0.0221	15.67	0.001
Error	0.024	17	0.0014		
Total	0.0787	23			

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

Analizando la Tabla 52 se observa si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula. Concluyendo así, la aceptación de las hipótesis alternativas 1 y 2. Y la aceptación de la hipótesis nula 3.

Para el análisis estadístico de color se utilizó la función: raíz cuadrada, obteniendo los siguientes resultados de ajuste plasmados en la Tabla 53.

Tabla 53. Estadística de ajuste – color

Descripción	Valor
Std. Dev.	0.0376
Mean	1.98
C.V. %	1.9
R ²	0.6853
Adjusted R ²	0.6113
Predicted R ²	0.3728
Adeq Precision	8.3887

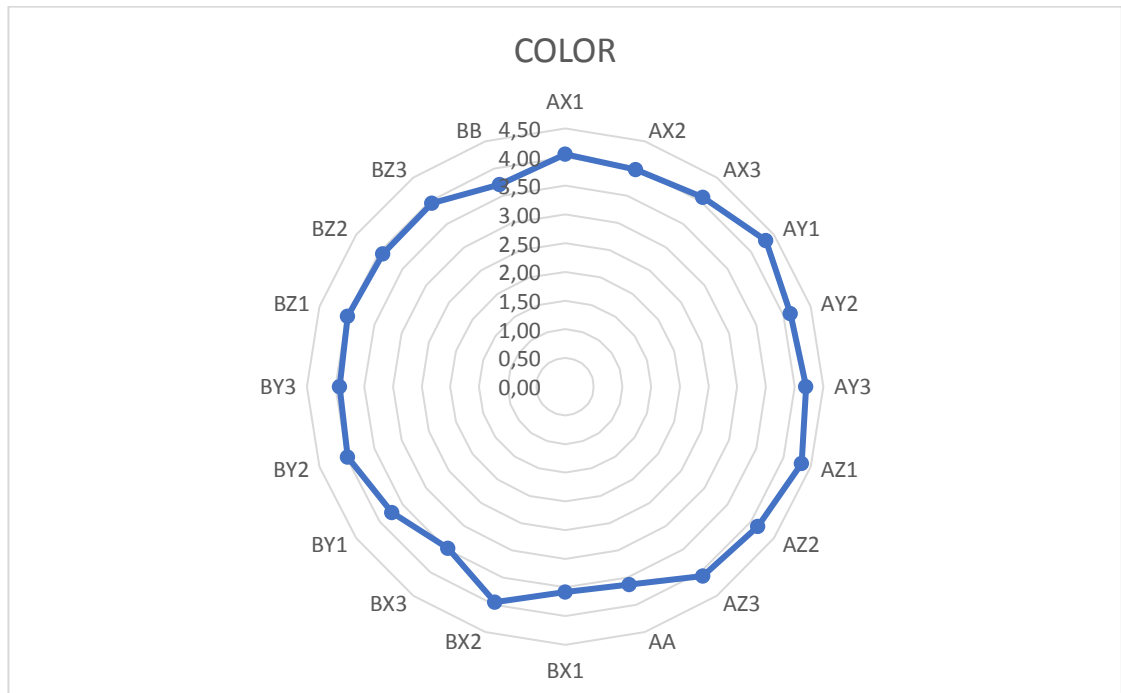
Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

El valor de desviación estándar indica que la dispersión de los datos es mínima, el coeficiente de variación refleja la poca dispersión de los datos siendo un análisis compacto, el coeficiente de correlación manifiesta un mediano ajuste del modelo estudiado.

Mediante el Gráfico 10 se determinó la calificación obtenida mediante la encuesta de la variable color por tratamiento.

Gráfico 10. Calificación sensorial de variable color



Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.14 Análisis de varianza variable aroma

En la variable aroma se realizó un análisis estadístico correspondiente a ANOVA o análisis de varianza, el cual permitió comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Por lo que se estableció las siguientes hipótesis:

1. H_0 = todas las dosificaciones actúan de igual manera en el aroma del grano de cacao.
2. H_0 = Las dos variedades actúan de igual manera en el aroma del grano de cacao.
3. H_0 = La multiplicación de los factores actúan de igual manera en el aroma del grano de cacao.

1. H_i = Al menos existe una dosificación que actúe diferente en el aroma del grano de cacao.
2. H_i = Al menos existe una variedad que actúe diferente en el aroma del grano de cacao.
3. H_i = La multiplicación de los factores actúan diferente en el aroma del grano de cacao.

Tabla 54. Análisis de varianza – aroma

F. V	SC	GL	CM	F	p - valor
Bloque	0.0081	2	0.004		
Modelo	0	0			
Error	0.0605	21	0.0029		
Total	0.0686	23			

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

Analizando la Tabla 54 se observa si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula. Concluyendo así, la no significancia de la variable aroma con los factores, por lo que el análisis ANOVA no obtiene datos de comparación de varianza.

Para el análisis estadístico de aroma se utilizó la función: raíz cuadrada inversa, obteniendo los siguientes resultados de ajuste plasmados en la Tabla 55.

Tabla 55. Estadística de ajuste – aroma

Descripción	Valor
Std. Dev.	0.0537
Mean	1.98
C.V. %	2.71
R ²	0
Adjusted R ²	0
Predicted R ²	0.3061
Adeq Precision	2.25

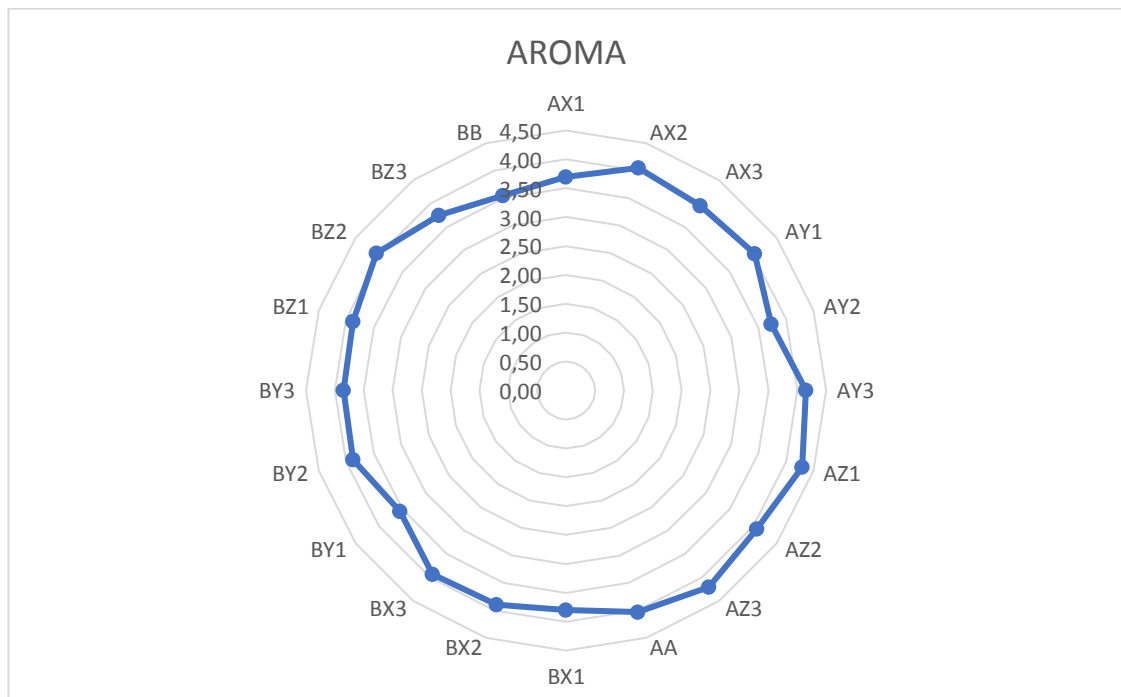
Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

El valor de desviación estándar indica que la dispersión de los datos es mínima, el coeficiente de variación refleja la poca dispersión de los datos siendo un análisis compacto, el coeficiente de correlación manifiesta un pésimo ajuste del modelo estudiado.

Mediante el Gráfico 11 se determinó la calificación obtenida mediante la encuesta de la variable aroma por tratamiento.

Gráfico 11. Calificación sensorial de variable aroma



Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.15 Análisis de varianza variable textura

En la variable textura se realizó un análisis estadístico correspondiente a ANOVA o análisis de varianza, el cual permitió comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Por lo que se estableció las siguientes hipótesis:

1. H_0 = todas las dosificaciones actúan de igual manera en la textura del grano fermentado del cacao.
2. H_0 = Las dos variedades actúan de igual manera en la textura del grano fermentado del cacao.
3. H_0 = La multiplicación de los factores actúan de igual manera en la textura del grano fermentado del cacao.

1. H_i = Al menos existe una dosificación que actúe diferente en la textura del grano fermentado del cacao.
2. H_i = Al menos existe una variedad que actúe diferente en la textura del grano fermentado del cacao.
3. H_i = La multiplicación de los factores actúan diferente en la textura del grano fermentado del cacao.

Tabla 56. Análisis de varianza – textura

F. V	SC	GL	CM	F	p - valor
Bloque	0.0005	2	0.0002		
Modelo	0.0039	4	0.001	9.21	0.0004
A-Dosis	0.0021	3	0.0007	6.58	0.0038
B-Variedad	0.0018	1	0.0018	17.1	0.0007
Error	0.0018	17	0.0001		
Total	0.0063	23			

Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

Analizando la Tabla 56 se observa si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula. Concluyendo así, la aceptación de las hipótesis alternativas 1, 2 y la aceptación de la hipótesis nula 3.

Para el análisis estadístico de textura se utilizó la función: raíz cuadrada inversa, obteniendo los siguientes resultados de ajuste plasmados en la Tabla 57.

Tabla 57. Estadística de ajuste - textura

Descripción	Valor
Std. Dev.	0.0103
Mean	0.511
C.V. %	2.02
R ²	0.6841
Adjusted R ²	0.6098
Predicted R ²	0.3705
Adeq Precision	9.3859

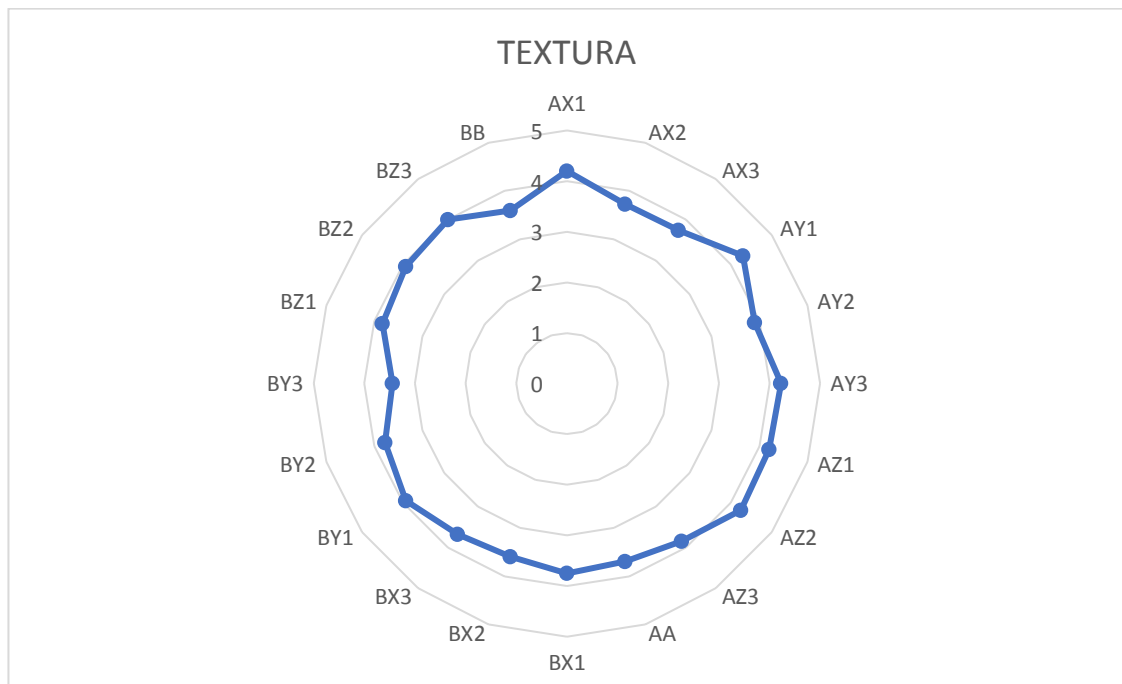
Fuente: *Design expert 11.0* (2016)

Elaborado por: El Autor

El valor de desviación estándar indica que la dispersión de los datos es mínima, el coeficiente de variación refleja la poca dispersión de los datos siendo un análisis compacto, el coeficiente de correlación manifiesta un mediano ajuste del modelo estudiado.

Mediante el Gráfico 12 se determinó la calificación obtenida mediante la encuesta de la variable textura por tratamiento.

Gráfico 12. Calificación sensorial de variable textura



Fuente: Microsoft Excel (2016)

Elaborado por: El Autor

4.1 Análisis costo/beneficio

Se determinó el costo para la obtención de 30.26 kg de cacao fermentado con y sin la adición de la enzima pectolítica.

4.1.1 Materia prima.

- 394 mazorcas Fino de aroma = \$ 30
- 118 mazorcas CCN-51 = \$ 15

Total = \$ 45

4.1.2 Materiales.

- 24 cajas de madera de laurel = \$ 105
Vida útil = 1 095 días (3 años)
Tiempo de uso = 7 días
Costo por día = \$ 0.10
Gasto por producción = \$ 0.70

- 100 tiras de pH = \$ 5

Total = \$ 5.70

4.1.3 Movilización.

- Transporte de mazorcas = \$ 38

Total = \$ 38

4.1.4 Sustancias.

- 1 000 mL de enzima pectolítica = \$ 52

Costo por mL = \$ 0.052

Cantidad requerida = 2.7 mL

Gasto por producción = \$ 0.14

- 000 mL agua destilada = \$ 3

Costo por mL = \$ 0.001

Cantidad requerida = 1 510 mL

Gasto por producción = \$ 1.51

Total = \$ 1.65

4.1.5 Equipos.

- 2 termómetros ambientales = \$ 22

Vida útil = 1 825 días (5 años)

Tiempo de uso = 7 días

Costo por día = \$ 0.012

Gasto por producción = \$ 0.08

- Termómetro digital = \$ 15

Vida útil = 1 825 días (5 años)

Tiempo de uso = 7 días

Costo por día = \$ 0.008

Gasto por producción = \$ 0.06

- Refractómetro = \$ 30
Vida útil = 1 825 días (5 años)
Tiempo de uso = 5 días
Costo por día = \$ 0.016
Gasto por producción = \$ 0.08
- 3 calefactores = \$ 60
Vida útil = 1 825 días (5 años)
Tiempo de uso = 6 días
Costo por día = \$ 0.032
Gasto por producción = \$ 0.20
Total = \$ 0.42

4.1.6 Servicios.

- Kwh Energía eléctrica = \$ 0.11
Requerimiento = 105 Kwh
Gasto energía = \$ 11.55
- Análisis de laboratorio = \$ 64
- Hora SBU mano de obra = \$ 1.77
Requerimiento = 36 horas
Gasto por producción = \$ 63.72
Total = \$ 139.27

4.1.7 Análisis de costo.

- Costo total = Costos directos + costos de transformación + gastos de ejecución

$$Ct = 45 + 5.7 + 38 + 1.65 + 0.42 + 139.27$$

$$Ct = \$ 230.04 \text{ con enzima pectolítica}$$

$$Ct = 45 + 5.7 + 38 + 1.51 + 0.42 + 139.27$$

$$Ct = \$ 229.90 \text{ sin enzima pectolítica}$$

- Costo unitario = Costo total / Unidades totales
 $Cu = 230.04 / 30.26$
 $Cu = \$ 7,60$ por kg con enzima pectolítica
 $Cu = 229.90 / 30.26$
 $Cu = \$ 7,59$ por kg sin enzima pectolítica
- Precio de venta = costo total / $1 -$ Margen de utilidad

$$PV = \frac{7.60}{(1 - 20\%)}$$

$PV = \$ 9.5$ por kg con enzima pectolítica

$$PV = \frac{7.59}{(1 - 20\%)}$$

$PV = \$ 9.49$ por kg sin enzima pectolítica

- Costo beneficio (B/C) = Precio de venta / Costo unitario

$$B/C = 9.50/7.60$$

$B/C = 1.25$ con enzima pectolítica

$$B/C = 9.49/7.59$$

$B/C = 1.25$ sin enzima pectolítica

- Si B/C es mayor a 1, el proyecto sería rentable.

5 DISCUSIÓN

5.1 Condiciones climáticas

García et al. (2019) menciona en su estudio sobre la fermentación espontánea del cacao y la evaluación de la calidad de los granos en una producción a pequeña escala, la importancia de tener un ambiente controlado para una correcta fermentación, detallando una temperatura ambiental promedio de 23 °C. La presente investigación se realizó en una zona con un clima que posee una temperatura ambiente aproximada de 16 °C, por lo que, se tuvo que seguir la recomendación del autor mencionado y controlar el ambiente utilizando calefactores llegando a una temperatura ambiental promedio de 25 °C.

5.2 Rendimiento del grano fermentado

Umaña (2013) realizó una investigación completa sobre el rendimiento de la mazorca de cacao, donde incluye la pérdida de peso del grano de cacao antes y después del proceso de fermentación, obteniendo resultados entre 65 % a 70 %. El estudio realizado fue para obtener resultados positivos en la implementación de un anteproyecto para un lugar dedicado a la fermentación de cacao, recalca la importancia de medir el rendimiento de la fermentación para implementar infraestructura adecuada dentro del lugar. En la presente investigación se obtuvo diferentes porcentajes de rendimiento debido a la pérdida de peso del grano en el proceso de fermentación del cacao, obteniendo como resultado un promedio de 82 % en la variedad A correspondiente a Fino de aroma mientras que en la variedad B su porcentaje de rendimiento es muy bajo equivalente a 58 %.

5.3 Caracterización de la materia prima

Arvelo et al. (2017) creó un manual técnico para el cultivo del cacao, donde menciona las características físicas de las mazorcas, su forma, construcción basal, forma del ápice, rugosidad, dureza de la cáscara y demás. Clasifica de manera funcional las características antes mencionadas, sin

embargo, no incluye dentro de su manual un conteo porcentual por variedad y una muestra determinada. En esta investigación se encuentra detallado el conteo de cada una de estas características desde el punto 4.3.3 hasta el punto 4.3.11.

5.4 Dimensiones del cacao por variedad

Dentro de la investigación realizada por Graziani et al. (2002) establece las dimensiones promedio de largo y ancho de la mazorca del cacao, obteniendo como resultado 17.4 de largo y 7.82 de ancho en la variedad criollo, 16.17 de largo y 7.83 en la variedad forastero y 18.21 de largo con 8,24 de ancho para la variedad trinitario. Mientras que en esta investigación se obtuvo dimensiones de 17.26 de largo por 13.23 de ancho para la variedad Fino de Aroma y 25.38 de largo por 16.26 de ancho para la variedad CCN-51.

5.5 Contenido de azúcar en la fruta

Dentro del “Manual de cosecha y postcosecha del cacao Fino de Aroma” mencionan la investigación de Agrobiz Insitu (2020), en el cual se aclara que los °Brix necesarios del cacao en baba para que la fermentación se óptima son de 16 °Brix, esto se debe a la transformación de azúcares a alcoholes dentro del proceso de fermentación. En la investigación se obtuvo una medición promedio de 14 ° Brix en las mazorcas. Estando dos grados menos de lo recomendado para el proceso de fermentación.

5.6 Efecto de la adición de enzimas en las variables de fermentación

Mediante varios métodos de búsqueda se pudo encontrar tres trabajos directamente relacionados a la presente investigación, en el cual relacionan el uso de enzimas en el proceso de fermentación para poder mejorar sus cualidades físicas y sensoriales.

Navia y Pazmiño (2012) quienes utilizan dos enzimas en la variedad CCN-51, la enzima polifenoloxidasas, proveniente de una piña madura (*Ananas comosus*), y la enzima endo/exopeptidasa derivada de una cepa seleccionada

no genéticamente modificada del *Aspergillus oryzae*. La polifenoloxidasas con una dosis de 7,5 % de la masa total añadiéndola al inicio del proceso de fermentación, por otro lado, la endo/exopeptidasa se dosificó entre 0,25 % a 5 % del total de la masa a fermentar, la última se la añadió en el tercer día de fermentación cuando la masa alcanzó una temperatura de 40 °C. Dentro de sus conclusiones mencionan la diferencia significativa en las características sensoriales del licor de cacao.

Guevara (2017) realizó un estudio similar adicionando enzimas y levaduras sobre el proceso de fermentación del cacao de la variedad CCN-51 y evaluando las características sensoriales y químicas. Utilizó pulpa de banano, manzana y aguacate empleando una dosificación al 8 % del peso de masa de cacao a fermentar, las tres frutas comprenden la presencia de enzimas polifenol oxidasas. Él estudió concluyó una mejor fermentación utilizando la enzima proveniente del banano mejorando el proceso de fermentación, sin embargo, los demás tratamientos no tuvieron significancia en las características bioquímicas.

Por otro lado, en la presente investigación no se utilizó enzimas provenientes de frutas maduras de manera directa, la enzima utilizada en la investigación es la pectolítica, un extracto concentrado certificado por el distribuidor, por lo cual no se puede comparar las dosis empleadas en los estudios de Guevara, Navia y Pazmiño. Aun así, se obtuvo resultados parecidos, y el proceso de fermentación que se llevó a cabo fue el mismo.

Es importante mencionar que el trabajo investigativo que se relaciona fuertemente con este proyecto pertenece a Otárola (2018) quien analizó el efecto de la enzima pectolítica en la fermentación y calidad del cacao criollo, aplicando una dosis de 0.02 y 0.04 mL por kg de masa a fermentar, basándose en la ficha técnica del producto. El tratamiento el cual posee una dosificación de 0.04 mL por kg tiene efectos positivos en el proceso de fermentación del cacao reflejadas en la calidad física, química y sensorial, con un grado de

fermentación de 80.33 % mientras que la enzima con menor dosificación tiene un grado de fermentación de 77.33 %.

Relacionando el trabajo de Otárola, esta investigación utiliza la misma enzima, pero en diferentes dosificaciones, 0.06, 0.12 y 0.18 mL por cada 1.8 kg de masa a fermentar, lo que equivale a 0.033, 0.066 y 0.0999 por cada kilogramo de masa a fermentar. Obteniendo como resultado un nivel de significancia en algunas variables y porcentajes de fermentación de 88 %, 90 % y 93 %, respectivamente.

5.7 Costo / beneficio

En los trabajos más relacionados a esta investigación realizados por Otárola, Guevara, Navia y Pazmiño, antes mencionados. Se puede evidenciar que no existe un análisis de costo / beneficio. Por lo cual no se posee ningún método de comparación. En comparación, esta investigación estableció un análisis de costo / beneficio obteniendo un resultado positivo en el uso de la enzima pectolítica en el proceso de fermentación.

5.8 Influencia del uso de enzimas en las variables de fermentación

Otárola menciona en su investigación que el uso de la enzima pectolítica aumenta la temperatura de fermentación y reduce rápidamente los °Brix, por otro lado, en esta investigación se pudo evidenciar el aumento de temperatura relacionado a la dosificación de la enzima, en cuanto a los °Brix se tuvo un resultado que pudo ser mucho mejor. A diferencia de Otárola el logro obtener en el quinto día 0 °Brix y el estudio de esta investigación indicó que en el último día de fermentación el resultado más bajo de sólidos solubles corresponde a 9 °Brix. Deduciendo en el trabajo de Otárola una excelente transformación de sólidos solubles a alcoholes por efecto de la fermentación.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- El uso de la enzima pectolítica en el proceso de fermentación del cacao con tres dosificaciones tuvo diferencia significativa en las variables de temperatura, °Brix, brillo, color y textura, tanto en la variedad correspondiente al Fino de Aroma como el CCN-51.
- Las características físicas, químicas y sensoriales tienen diferencia entre las dos variedades, siendo característico su color, tamaño y rugosidad del fruto, en los °Brix el CCN-51 presenta un ligero aumento en relación con el fino de aroma, lo que puede indicar una mejor fermentación.
- La cantidad de enzima influye proporcionalmente al grado de fermentación del grano, al implementar las dosis mencionadas en los tratamientos se puede observar que entre más contenido de enzima pectolítica mayor temperatura alcanzada y mejor porcentaje de fermentación obtenido.
- Aplicando las pruebas estadísticas se puede concluir que el mejor tratamiento bajo análisis y los parámetros descritos corresponde al tratamiento tres de la variedad Fino de aroma con la dosificación de 0.18 mL de enzima por 1.8 kg de masa a fermentar.
- El mejor tratamiento logró obtener una temperatura promedio de fermentación de 31.80 °C, 6.20 %H, 9 °Brix finales, un rendimiento en peso de 80.83 %, porcentaje de fermentación del 93.00 %, y una calificación sensorial de 4.19/5. En diferencia del tratamiento testigo que obtuvo valores de 29.04 °C, 5.99 %H, 10.88 °Brix finales, un rendimiento en peso de 81.78 %, porcentaje de fermentación del 87.00 %, y una calificación sensorial de 3.77/5.

- El uso de la enzima pectolítica para el proceso de fermentación del cacao no representa mayor costo en relación con su beneficio, el incremento de costo equivale a \$ 0.01 por kg de grano fermentado.
- Se concluye que el uso de la enzima tiene diferencia significativa en la variedad a la cual es aplicado, siendo mejor opción el Fino de Aroma en relación con el CCN-51, en excepción de la temperatura alcanzada durante la fermentación, en esa variable el CCN-51 obtuvo los mejores puntajes.
- Si bien es cierto la variedad más grande y pesada según la caracterización de la materia prima es el CCN-51 no significa que tenga un mejor rendimiento, se pudo evidenciar la pérdida de su peso del grano de cacao ya fermentado de aquel que esta con la baba, esto se debe a la alta cantidad de líquido que éste posee, mientras pasa el tiempo esta variedad pierde aproximadamente el 40 % de su peso.
- La ubicación geográfica y condiciones climáticas influye en el proceso de fermentación de cacao. Los tratamientos no llegaron a una temperatura adecuada debido a la baja temperatura ambiental y la oscilante temperatura simulada por los calefactores.
- A pesar de que la temperatura no llegó a la ideal, se obtuvo buenos porcentajes de fermentación, lo que indica la acción de la enzima en los tratamientos.
- La variable pH no tuvo relación ni diferencia significativa, sin embargo, es un punto muy importante de controlar.

6.2 Recomendaciones

- Es importante poder realizar la fermentación del cacao en un ambiente controlado con una temperatura superior a 23 °C de ser posible, esto influye en el desarrollo de los microorganismos presentes en la pulpa de cacao que facilitan el proceso de fermentación.
- Al momento de realizar una encuesta sensorial calificando las dos variedades, Fino de Aroma y CCN-51, el olor suele ser invasivo y confuso, además, son dos olores diferentes pero que suelen gustar en la misma proporción, por lo que usar una escala del 1 al 5 donde 1 es muy malo y 5 excelente, no es favorable para el análisis de los datos, se recomienda ser más específicos al momento de una encuesta sensorial donde se compare las dos variedades.
- Es importante incrementar la masa de fermentación, puede influir directamente en el proceso. Una masa con poco peso representa mayor control y es más exquisito en los parámetros ambientales. Se recomienda utilizar una masa superior a 20 kg.
- La optimización de los residuales de la mazorca de cacao puede ser de gran ayuda para la obtención de abono. Se recomienda buscar nuevas alternativas para transformar el desperdicio a optimización.
- Usar madera como laurel puede ayudar en las características sensoriales del cacao, sin embargo, en el presente trabajo no se menciona cuál es su efecto, se recomienda usar este tipo de material remplazando los sacos de yute.
- Guardar las condiciones de inocuidad y seguridad alimentaria durante todo el proceso, evitando contaminación cruzada y posibles ETA'S.

7 REFERENCIAS

- Agrobiz Insitu. (2020). Manual De Cosecha y Poscosecha De Cacao Fino y De Aroma. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 1–30. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00XDCP.pdf
- Aguilar, H. (2017). *Guía de Buenas Prácticas de Poscosecha de Cacao*. 38. http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/Guia_buenas_practicas_de_poscosecha_de_cacao.pdf
- Aguilera, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofín Habana, 8.5.2017*, 322–344. <http://scielo.sld.cu/pdf/cofin/v11n2/cofin22217.pdf>
- ANECACAO. (2021). *Cacao de calidad exportable en tiempos de pandemia – MOCCA*. <https://mocca.org/anecacao-cacao-de-calidad-exportable-en-tiempos-de-pandemia/>
- Angós, G. (2017). *Bebidas* (Nobel S.A). [https://books.google.com.ec/books?id=FuOMDgAAQBAJ&pg=PA124&dq=refinado+del+cacao&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjtt-6bpNv1AhVxRTABHUh6CccQ6AF6BAgFEAl#v=onepage&q=refinado del cacao&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=FuOMDgAAQBAJ&pg=PA124&dq=refinado+del+cacao&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjtt-6bpNv1AhVxRTABHUh6CccQ6AF6BAgFEAl#v=onepage&q=refinado%20del%20cacao&f=false)
- Arciniega, G. y Espinoza, R. (2020). Optimización de una bebida a base del Mucílago del Cacao (*Theobroma cacao*), como aprovechamiento de uno de sus subproductos. *Dominio de Las Ciencias*, 6(3), 310–326. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1286>
- Arevalo, E. (2011). Identificación del cacao criollo como producto nativo de la biodiversidad de San Martín y evaluación de su potencialidad regional. *Biodiverso*. https://issuu.com/riicchperu/docs/identificaci__n-cacao-

nativo-san-ma

- Arvelo, M., González, D., Maroto, S., Delgado, T. y Montoya, P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao Buenas prácticas para América Latina. In *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*. file:///C:/Users/usuario/Downloads/BVE17089191e.pdf
- Badui, S. (2006). Química de los Alimentos. In *Química de los alimentos*. https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3608/1/Quimica_de_lo_s_alimentos.pdf
- Barrezueta, S. (2019). Propiedades de algunos suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro, Ecuador. *CienciaUAT*, 14(1), 155. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1210>
- Barrón, Y., Azpeitia, A., López, P. y Mirafuentes, F. (2014). Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5, 765–777. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5n5/v5n5a4.pdf>
- Baudilio, J. y Cumana, L. (2005). Taxonomic revision of genus *Theobroma* (Sterculiaceae) in Venezuela. *Acta Bot. Venez*, 28(1), 113–133. <https://www.redalyc.org/pdf/862/86228107.pdf>
- Cardona, L., Rodríguez, E. y Cadena, E. (2016). Diagnóstico de las prácticas de beneficio del cacao en el departamento de Arauca. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(1), 94–104. <https://doi.org/10.22507/rli.v13n1a8>
- Castañeda, M. (2019). Enzimas de interés biotecnológico. *LaTeX*. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/89649/Apunte_de_cátedra.pdf?sequence=1

- Chaudhary, S. y Sagar, S. (2015). The use of enzymes in food processing: A review. *South Asian Journal of Food Technology and Environment*, 01(3and4), 190–210. <https://doi.org/10.46370/sajfte.2015.v01i03and04.01>
- Desing Expert 11.0. (2016). *Design-Expert | Stat-Ease*. <https://www.statease.com/software/design-expert/>
- Domínguez, L., Lagunes, L., Barajas, J., Olán, M., García, R. y García, P. (2019). *Caracterización vibracional de grupos funcionales en granos de cacao durante el tostado usando espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier*. 1–17. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2172> Caracterización
- Doster, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M. y Weigend, M. (2012). Hoja botánica: Cacao. *Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*, 20. http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf
- García, E., Murillo, A., Pantoja, D., Aricapa, J. y Rodríguez, Constanza Montalvo, G. (2019). *Estudio de la fermentación espontánea de cacao (Theobroma cacao L) y evaluación de la calidad de los granos de una unidad productiva a pequeña escala*. <https://doi.org/10.23850/24220582.1635>
- Godoy, D., Daza, R., Fernández, L., Layza, A., Roque, R., Hidalgo, V., Gamarra, S. y Gómez, C. (2020). Caracterización del valor nutricional de los residuos agroindustriales para la alimentación de ganado vacuno en la región de San Martín, Perú. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(2), 1–14. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1374

- Google Earth Pro. (2022). Google. In (Vol. 16, Issue 2, pp. 119–146).
<https://doi.org/10.21608/pjas.2019.101398>
- Granotec. (2022). Ficha técnica: Enzima Pecteolítica, ROHAPECT PTE 100. In *Revista Alimentaria* (Vol. 1, Issue 1, pp. 1–5).
<https://alimentosecuador.com/2015/01/05/granotec-ecuador-inaugura-su-nueva-planta-en-el-pais/>
- Graziani, L., Ortiz, L., Angulo, J. y Parra, P. (2002). Características físicas del fruto de cacao tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de cumboto, venezuela. In *Agronomía Tropical* (Vol. 52, Issue 3, pp. 343–362).
- Guevara, K. (2017). “Adición de enzimas y levaduras sobre los cambios químicos y organolépticos del cacao (*Theobroma cacao* L) Clon CCN-51.” 172. <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2145/1/T-UTEQ-0024.pdf>
- Guzmán, J. y Gómez, S. (2014). *Vista de Evaluación sensorial de cacao (Theobroma cacao L) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar (Colombia)*.
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1338/1675>
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1338/1675>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*.
- IBM SPSS. (2021). *Software SPSS - España | IBM*. <https://www.ibm.com/es-es/analytics/spss-statistics-software>
- INEN. (2010). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 621:2010 Chocolates. Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–10.

<http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/index.php/buscar>

INEN. (2021). Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN – Ecuador. In *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.

Jaimez, R., Tezara, W., Coronel, I. y Urich, R. (2010). *Ecofisiología del cacao (Theobroma cacao): su manejo en el sistema agroforestal. Sugerencias para su mejoramiento en Venezuela*. 52(2), 253–258.
<http://www.sidalc.net/repdoc/A7723e/A7723e.pdf>

Kaushal, J., Mehandia, S., Singh, G., Raina, A. y Arya, S. K. (2018). Catalase enzyme: Application in bioremediation and food industry. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 16, 192–199.
<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.07.035>

Lépidio, B. (2009). Guía Técnica El Cultivo de Cacao. Santo Domingo, Republica Dominicana. Centro Para El Desarrollo Agropecuario y Forestal CEDAF, 2(1), 250.
<http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>

López, M. y Hernández, E. (2010). El proceso de fermentado del cacao (Theobroma cacao L.). *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias*, 20–24.
https://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_calidad_fisica_quimica_cacao.pdf

Medina, D., Zuñiga, M., Segobia, S., Cadme, M. y Rojas, L. (2020). Modificación bioquímica de las almendras de cacao en la etapa de postcosecha con la adición de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) y melaza , para mejorar su calidad. *RIINN*, 0474.

Mejía, J., Coronel, R., Gálvez, D., Rosas, R. y Vásquez, A. (2018). *Vista de Efecto de la fermentación y del tostado sobre el contenido de aminos biogénicas en semillas de cacao*. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.2778>

Microsoft Excel. (2016). *Microsoft Excel 2016*.

Molina, C., Pillco, B., Salazar, E., Coronel, B., Sarduy, L. y Diéguez, K. (2020). Producción más limpia como estrategia ambiental preventiva en el proceso de elaboración de pasta de cacao. Un caso en la Amazonia Ecuatoriana. *Industrial Data*, 23(2), 59–72. <https://doi.org/10.15381/idata.v23i2.17640>

Molina, R., Villanueva, S. y Henríquez, M. (2019). World trend in the elaboration of cocoa derived products Rosangel. *Revista Ingeniería UC*, 26. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/707/70760276010/70760276010.pdf>

Moral, S., Ramírez, L. y García, M. (2015). Aspectos relevantes del uso de enzimas en la industria de los alimentos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(3), 87–102. <http://www.reibci.org/publicados/2015/mayo/1000102.pdf>

Navia, A. y Pazmiño, N. (2012). *Mejoramiento de las Características Sensoriales del Cacao CCN51 a través de la Adición de Enzimas durante el Proceso de Fermentación*. 135. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90118/D-79626.pdf>

NESTLÉ. (2021). *Historia del Chocolate*. https://www.chocolatehersheys.com/es_mx/historia-chocolate-hersheys.html

- NTE INEN 176. (2018). Granos de cacao. Requisitos NTE INEN 176-5. *Norma Técnica Ecuatoriana*, 5, 8. http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_176-5.pdf
- Ordoñez, E., Quispe, Y. y García, L. (2020). Quantification of phenols, anthocyanins and sensory characterization of nibs and liquor of five cocoa varieties, in two fermentation systems. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 473–481. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.04.02>
- Orozco, L. y López, A. (2016). Balance de agua y requerimientos de riego en cacao. *CEI (Centro de Exportaciones e Inversiones)*, August, 1–3.
- Otárola, A. (2018). *Efecto de la enzima pectolítica y levadura (Saccharomyces cerevisiae) en la fermentación y calidad del cacao var. Criollo (Theobroma cacao)*. 1–202. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2412>
- Ozatay, S. (2020). Recent Applications of Enzymes in Food Industry. *Journal of Current Researches on Engineering, Science and Technology*, 6(6 (1)), 17–30. <https://doi.org/10.26579/jocrest.52>
- Peña, C. y Quirasco, M. (2014). ¿Enzimas En Los Alimentos? *Bioquímica Comestible. Revista Digital Universitaria*, 15(12), 1–6. <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art94/art94.pdf>
- Peña, J. (2019). Propagación De Plantas De Cacao Mediante Injertos. *Kuxulkab*, 25(51), 33. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a25n51.2923>
- Peñuel, A., Pabón, J. y Oliveros, C. (2011). Enzimas: una alternativa para remover rápida y eficazmente el mucílago del café. *Avances Tecnicos Cenicafe*, 406(4), 1–8. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/33/1/avt0406.pdf>

- Ramírez, M., Lagunes, L., Ortiz, C. y Gutiérrez, O. (2018). Variación morfológica de frutos y semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de plantaciones en Tabasco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(2), 117–125. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.2.117-125>
- Ramos, T., Guevara, D., Sarduy, L. y Diéguez, K. (2020). Producción Más Limpia Y Ecoeficiencia En El Procesado Del Cacao: Un Caso De Estudio En Ecuador. *Investigacion & Desarrollo*, 20(1), 135–146. <https://doi.org/10.23881/idupbo.020.1-10i>
- Rivera, R., Barrera, A., Guzmán, Á., Medina, H., Casanova, L., Peña, M. y Nivelá, P. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao*) tipo nacional. *Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7–12. <https://doi.org/10.18779/cyt.v5i1.77>
- Roa, H., Salgado, M. y Alvarez, J. (2009). Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Soconusco, Chiapas - México. *Acta Biologica Colombiana*, 14(3), 97–110. <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v14n3/v14n3a7.pdf>
- Rojas, K., Hernández, C. y Mencía, A. (2021). Transformaciones bioquímicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) durante un proceso de fermentación controlada. *Agronomía Costarricense*, 45(1), 53–65. <https://doi.org/10.15517/rac.v45i1.45694>
- Sánchez, Á., Naranjo, J., Córdova, V., Ávalos, D. y Zaldívar, J. (2017). Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Chontalpa, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14, 2817–2830. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i14.453>

- Sánchez, K., Bacca, J., Arévalo, L., Arguello, H. y Castillo, S. (2021). Classification of Cocoa Beans Based on their Level of Fermentation using Spectral Information. *TecnoLógicas*, 24(50), e1654. <https://doi.org/10.22430/22565337.1654>
- SENADI. (2021). *Cacao Arriba, la Pepa de Oro*. <https://www.derechosintelectuales.gob.ec/cacao-arriba-la-pepa-de-oro/>
- SINEACE. (2017). *Normas de competencia para la post cosecha y la cata de licor o pasta de cacao* (pp. 67–102). www.sineace.gob.pe
- Snehal, S. y Dubey, A. (2019). Role of Biotechnology in Food Processing. *Acta Scientific Agriculture*, 3(5), 60–61. <https://doi.org/10.14303/ajfst.2020.006>
- Solórzano, E., Nicklin, C., Amores, F., Jiménez, J. y Barzola, S. (2015). Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 8(1), 37. <https://doi.org/10.18779/cyt.v8i1.198>
- Sunil, K. (2020). Enzyme structure Biochemistry Enzyme structure. *Pathshala*, 1–11. http://biochem.du.ac.in/web/uploads/40_Structures_of_Proteins_and_Enzymes.pdf
- Tafurt, G., Suarez, O., Lares, M. del C., Álvarez, C. y Liconte, N. (2020). Capacidad antioxidante de un chocolate oscuro de granos cacao orgánico sin fermentar. *Revista Digital de Postgrado*, 10(1). <https://doi.org/10.37910/rdp.2021.10.1.e280>
- The Weather Channel. (2022). *Pronóstico del tiempo y condiciones meteorológicas para Ciudad de Mexico: The Weather Channel |*

Weather.com. <https://weather.com/es-MX/tiempo/hoy/l/308a2007aee4558ea1b664347cda98324ecc7b60f93b85796322d9be9c0c9e82>

Umaña, M. (2013). *Anteproyecto de una planta de procesamiento para la elaboración de un producto tradicional y un producto funcional obtenido a partir del grano de cacao (theobroma cacao l.)*. 121.

USIL. (2018). *Cacao: Tesoro de la Amazonía*. [https://books.google.com.ec/books?id=vRmNDwAAQBAJ&pg=PT110&dq=composicion+nutricional+del+cacao&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj85I2khbTrAhUxhOAKHXDvCnUQ6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=composicion nutricional del cacao&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=vRmNDwAAQBAJ&pg=PT110&dq=composicion+nutricional+del+cacao&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj85I2khbTrAhUxhOAKHXDvCnUQ6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=composicion%20nutricional%20del%20cacao&f=false)

Valenzuela, A. (2007). El chocolate, un placer saludable. *Revista Chilena de Nutricion*, 34(3), 180–190. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttps://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-75182007000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Vila, R. y Schubert, J. (2021). Beneficio del Cacao Chuncho: Cosecha y Poscosecha Call for submissions special Issue “Promoting Biodiversity in Forest and Landscape Restoration” View project Hotspots of plant diversity View project. *Biodiversity*, February, 1–34. www.biodiversityinternational.org

8 ANEXOS

Anexo 1. Clasificación materia prima.

a. Clasificación general



b. Clasificación Fino de aroma



c. Clasificación CCN-51



Anexo 2. Caracterización de la mazorca de cacao.

a. Forma del fruto



Cundeamor



Criollo



Calabacillo

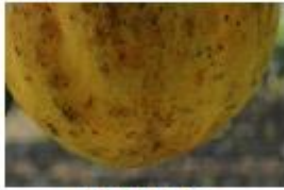


Amelonado



Angoleta

b. Forma del ápice



Redondeado



Caudado



Obtuso



Dentado



Agudo



Mamilado

c. Construcción basal



Ausente



Suave



Intermedia



Fuerte

d. Rugosidad



Ausente



Suave



Intermedia



Áspera

Imágenes extraídas del “Manual Técnico del Cultivo de Cacao” (Arvelo et al., 2017).

Anexo 3. Formato de registros de controles diarios.

CONTROL DIARIO DE pH EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN					
Día N°		Hora toma de muestra			
Fecha:		8:00	12:00	16:00	20:00
N° Tratamiento	Cod. Tratamiento	pH	pH	pH	pH
1	AX1				
2	AX2				
3	AX3				
4	AY1				
5	AY2				
6	AY3				
7	AZ1				
8	AZ2				
9	AZ3				
10	BX1				
11	BX2				
12	BX3				
13	BY1				
14	BY2				
15	BY3				
16	BZ1				
17	BZ2				
18	BZ3				
19	AA1				
20	AA2				
21	AA3				
22	BB1				
23	BB2				
24	BB3				
Observaciones:					

CONTROL DIARIO DE °BRIX EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN					
Día N°		Hora toma de muestra			
Fecha:		8:00	12:00	16:00	20:00
N° Tratamiento	Cod. Tratamiento	°BRIX	°BRIX	°BRIX	°BRIX
1	AX1				
2	AX2				
3	AX3				
4	AY1				
5	AY2				
6	AY3				
7	AZ1				
8	AZ2				
9	AZ3				
10	BX1				
11	BX2				
12	BX3				
13	BY1				
14	BY2				
15	BY3				
16	BZ1				
17	BZ2				
18	BZ3				
19	AA1				
20	AA2				
21	AA3				
22	BB1				
23	BB2				
24	BB3				
Observaciones:					

CONTROL DIARIO DE TEMPERATURA DE LA MASA EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN					
Día N°		Hora toma de muestra			
Fecha:		8:00	12:00	16:00	20:00
N° Tratamiento	Cod. Tratamiento	°C	°C	°C	°C
1	AX1				
2	AX2				
3	AX3				
4	AY1				
5	AY2				
6	AY3				
7	AZ1				
8	AZ2				
9	AZ3				
10	BX1				
11	BX2				
12	BX3				
13	BY1				
14	BY2				
15	BY3				
16	BZ1				
17	BZ2				
18	BZ3				
19	AA1				
20	AA2				
21	AA3				
22	BB1				
23	BB2				
24	BB3				
Observaciones:					

CONTROL DIARIO DE CONDICIONES CLIMÁTICAS					
Día N°		Hora toma de muestra			
Fecha:		8:00	12:00	16:00	20:00
Parámetro	Unidad				
Temperatura	°C				
Humedad	%				

Anexo 4. Control de variables

a. Temperatura primer día.



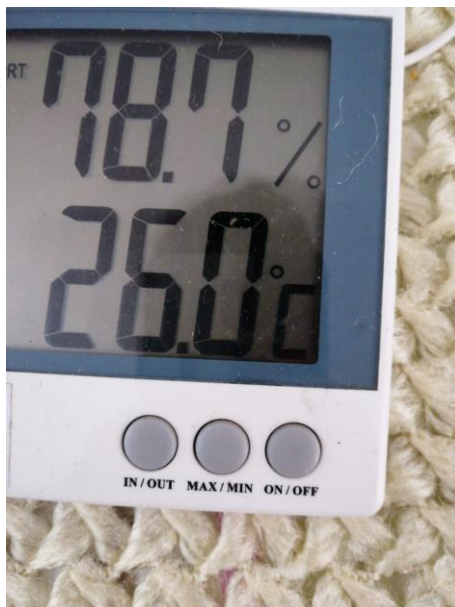
b. Temperatura segundo día.



c. Temperatura tercer día.



d. Temperatura cuarto día.



e. Temperatura quinto día



f. Temperatura sexto día.



g. Temperatura séptimo día.



h. Control °Brix.

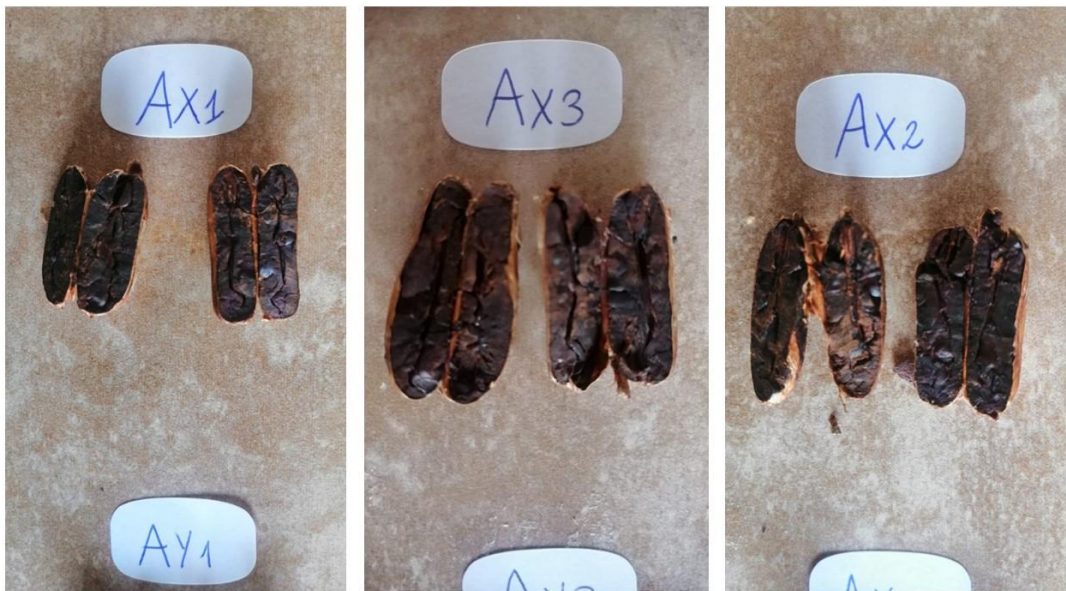


i. Control pH.



Anexo 5. Pruebas de corte durante el proceso.

a. Prueba de corte tratamiento Ax, cuarto día.



b. Prueba de corte tratamiento Ay, cuarto día.



c. Prueba de corte tratamiento Az, cuarto día.



d. Prueba de corte tratamiento Bx, cuarto día.



e. Prueba de corte tratamiento By, cuarto día.



f. Prueba de corte tratamiento Bz, cuarto día.



g. Prueba de corte tratamientos testigos, cuarto día.



h. Prueba de corte vista general, cuarto día.



Anexo 6. Grano fermentado por tratamiento.

a. Grano fermentado tratamiento Ax



b. Grano fermentado tratamiento Ay



c. Grano fermentado tratamiento Az



d. Grano fermentado tratamiento Bx



e. Grano fermentado tratamiento By



f. Grano fermentado tratamiento Bz



g. Grano fermentado tratamientos testigos



Anexo 7. Conteo de granos fermentados según norma NTE INEN 176:2018.

a. Muestra tratamiento A.



b. Muestra tratamiento B.



c. Muestra tratamientos testigos.



d. Calidad de granos fermentados tratamientos Ax y Ay.



e. Calidad de granos fermentados tratamientos Az y AA.



f. Calidad de granos fermentados tratamientos Bx y By.



g. Calidad de granos fermentados tratamientos Bz y BB.



Anexo 8. Formato de encuesta sensorial.

	AX1	AX2	AX3	AY1	AY2	AY3	AZ1	AZ2	AZ3	AA1	AA2	AA3
Brillo												
Color												
Aroma												
Textura												
	BX1	BX2	BX3	BY1	BY2	BY3	BZ1	BZ2	BZ3	BB1	BB2	BB3
Brillo												
Color												
Aroma												
Textura												

1	Muy malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy bueno

Anexo 9. Análisis de laboratorio.

a. Análisis de humedad tratamiento Ax



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.58783f

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ROSERO PAUL
Dirección:	FRANCISCO LA PITA 228 Y QUINTA TRANSVERSAL EL BOSQUE
Teléfono:	0998117697

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GRANOS DE CACAO FERMENTADO AX		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-01-24	Hora de Recepción	15:34:16
Fecha de Análisis:	2022-01-25	Fecha de Emisión:	2022-01-25
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 FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	6.15	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite. El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

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.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHIRIBOGA 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

RFQ-7.8-01 / Edición RG: 09

b. Análisis de humedad tratamiento Ay

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.58783d

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ROSERO PAUL
Dirección:	FRANCISCO LA PITA 228 Y QUINTA TRANSVERSAL EL BOSQUE
Teléfono:	0998117697

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GRANOS DE CACAO FERMENTADO AY		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-01-24	Hora de Recepción	15:34:16
Fecha de Análisis:	2022-01-25	Fecha de Emisión:	2022-01-25
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
HUMEDAD	6.04	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

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.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



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

c. Análisis de humedad tratamiento Az

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.58783c

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ROSERO PAUL
Dirección:	FRANCISCO LA PITA 228 Y QUINTA TRANSVERSAL EL BOSQUE
Teléfono:	0998117697

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GRANOS DE CACAO FERMENTADO AZ		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-01-24	Hora de Recepción	15:34:16
Fecha de Análisis:	2022-01-25	Fecha de Emisión:	2022-01-25
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
HUMEDAD	6.20	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite. El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

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.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



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

d. Análisis de humedad tratamiento AA

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.58783h

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ROSERO PAUL
Dirección:	FRANCISCO LA PITA 228 Y QUINTA TRANSVERSAL EL BOSQUE
Teléfono:	0998117697

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GRANOS DE CACAO FERMENTADO AA		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-01-24	Hora de Recepción	15:34:16
Fecha de Análisis:	2022-01-25	Fecha de Emisión:	2022-01-25
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.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

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

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	5.99	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite. El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

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.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



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

e. Análisis de humedad tratamiento Bx

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.58783e

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ROSERO PAUL
Dirección:	FRANCISCO LA PITA 228 Y QUINTA TRANSVERSAL EL BOSQUE
Teléfono:	0998117697

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GRANOS DE CACAO FERMENTADO BX		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-01-24	Hora de Recepción	15:34:16
Fecha de Análisis:	2022-01-25	Fecha de Emisión:	2022-01-25
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:	Ai Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FÍSICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	7.84	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.
Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.
El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.
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.
El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



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

f. Análisis de humedad tratamiento By

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.58783g

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ROSERO PAUL
Dirección:	FRANCISCO LA PITA 228 Y QUINTA TRANSVERSAL EL BOSQUE
Teléfono:	0998117697

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GRANOS DE CACAO FERMENTADO BY		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-01-24	Hora de Recepción	15:34:16
Fecha de Análisis:	2022-01-25	Fecha de Emisión:	2022-01-25
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:	Ai Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FÍSICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	8.32	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite. El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

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.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



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

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.58783b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ROSERO PAUL
Dirección:	FRANCISCO LA PITA 228 Y QUINTA TRANSVERSAL EL BOSQUE
Teléfono:	0998117697

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GRANOS DE CACAO FERMENTADO BZ		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-01-24	Hora de Recepción	15:34:16
Fecha de Análisis:	2022-01-25	Fecha de Emisión:	2022-01-25
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.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

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

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	8.46	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite. El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

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.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



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

h. Análisis de humedad tratamiento BB

Anexo 10. Elaboración de cajas de fermentación.



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.58783a

DATOS DEL CLIENTE

Ciente:	ROSERO PAUL
Dirección:	FRANCISCO LA PITA 228 Y QUINTA TRANSVERSAL EL BOSQUE
Teléfono:	0998117697

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GRANOS DE CACAO FERMENTADO BB		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-01-24	Hora de Recepción	15:34:16
Fecha de Análisis:	2022-01-25	Fecha de Emisión:	2022-01-25
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 FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	8.34	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

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.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

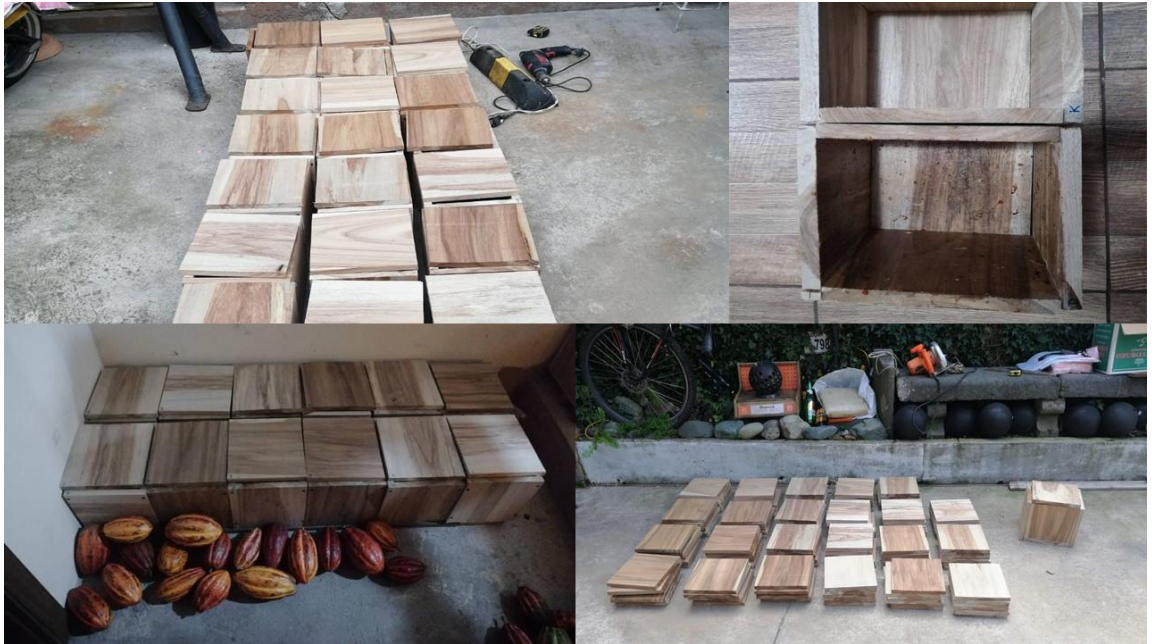
Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental





EDMUNDO CHIRIBOGA 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

RFQ-7.8-01 / Edición RG: 09



Anexo 11. Ficha técnica de la enzima pectolítica.

Nutrición y Biotecnología para la Salud																		
FICHA TECNICA																		
GRANOZYME																		
		Versión: 02 Elaboración: Enero 2017 Actualización: Febrero 2020																
Producto	GRANOZYME PTE 100 Enzima pectin liasa fungal Producto de grado alimenticio.																	
Código	OCC63																	
Composición	Agua (CAS no. 7732-18-5), glicerol (CAS no. 56-81-5), cloruro de potasio (CAS no. 7447-40-7), pectinasa concentrada (CAS no. 9033-35-6), benzoato de sodio (CAS no. 532-32-1) y sorbato de potasio (CAS no. 24634-61-5). Organismo de producción: <i>Trichoderma reesei</i> .																	
Especificaciones	<table border="1"><thead><tr><th>Características Físico-Químicas</th><th>Unidades</th><th>Especificaciones</th></tr></thead><tbody><tr><td>Apariencia</td><td></td><td>Líquido de color café y olor aromático característico.</td></tr><tr><td>Actividad declarada*</td><td>PTF/mg</td><td>Mín. 100.00</td></tr><tr><td>Densidad*</td><td>g/ml</td><td>Aprox. 1.16</td></tr><tr><td>Cloranfenicol*</td><td>ug/kg</td><td>< LoQ(0.3)</td></tr></tbody></table>	Características Físico-Químicas	Unidades	Especificaciones	Apariencia		Líquido de color café y olor aromático característico.	Actividad declarada*	PTF/mg	Mín. 100.00	Densidad*	g/ml	Aprox. 1.16	Cloranfenicol*	ug/kg	< LoQ(0.3)		
Características Físico-Químicas	Unidades	Especificaciones																
Apariencia		Líquido de color café y olor aromático característico.																
Actividad declarada*	PTF/mg	Mín. 100.00																
Densidad*	g/ml	Aprox. 1.16																
Cloranfenicol*	ug/kg	< LoQ(0.3)																
	* Parámetros de liberación del producto, tras verificación del certificado de análisis frente a la ficha técnica, verificación de que el producto concuerde con la marca comercial y el lote durante el proceso, además de la integridad del empaque previo al despacho. El producto cumple con las especificaciones internas, de la JECFA/Codex Alimentarius y la FCC.																	
Aplicación	Uso en procesamiento de frutas y hortalizas para reducción de viscosidad. Nota: Producto destinado a uso industrial, no consumir directamente.																	
Dosificación recomendada	La dosificación de la enzima depende de las materias primas utilizadas y las condiciones de reacción tales como el pH, la																	
	<ol style="list-style-type: none">1. Granotec Ecuador S.A. garantiza la calidad e inocuidad de sus productos, de conformidad con las especificaciones indicadas en sus fichas técnicas y certificados de análisis; información previamente aprobada por el cliente.2. La información proporcionada en este documento, en ningún caso reemplaza la necesidad del cliente de realizar sus pruebas internas para evaluar resultados y hacer los ajustes que garanticen las características deseadas en su producto final.3. El cliente es responsable único del adecuado uso y almacenamiento de los productos adquiridos, por lo tanto, Granotec Ecuador S.A. no puede ser responsable del cumplimiento de las especificaciones en el producto final del cliente.4. Este producto ha sido fabricado y/o almacenado en una planta que maneja insumos que contienen: gluten, soya, sulfitos, leche, pescado, y/o sus derivados.																	
<small>Granotec Ecuador Vía a Daule, Km. 10.5 Lot. Expogranos Mz. 16 Solar 4, Guayaquil - Ecuador</small>	<small>PBX: 04 370 5555 FAX ext. 127 correo@granotec.com.ec www.granotec.com</small>	<small>Transferencia Tecnológica Capacitación</small>	<small>Innovación Investigación y Desarrollo</small>	<small>Nutrientes e Ingredientes Productos</small>	<small>Garantía Calidad y Compromiso</small> 													

FICHA TECNICA

temperatura y el tiempo:

Aplicaciones	Dosis recomendadas	Condiciones Óptimas
Jugos cítricos (naranja, uva)	4 – 7 ppm	10 – 25°C / 10 – 20 min
Lavado de pulpas cítricas	15 – 30 ppm	30 – 45° C / 10 – 30 min
Brandy de frutas: peras, cerezas	20 – 40 ppm	Pulpa, a temperatura ambiente. Durante la fermentación, en combinación con celulasa
Jugo de zanahoria	70 – 80 ppm	Pulpa: 45 – 50°C / 1 – 2 h. En combinación con celulasa
Purés concentrados de mango, banano, maracujá, duraznos	15 – 30 ppm	35 – 55° C / 10 – 20 min
Tratamiento de pulpa de pera	50 - 100 ppm	15°C – 30°C / 10 – 60 min, sin agitación
Tratamiento de pulpa de manzana	40 - 80 ppm	35°C – 55°C / 15 – 60 min, sin agitación

La etapa de adición puede variar dependiendo del proceso, debiendo asegurar una adecuada distribución en el producto.

Nota: La dosis final deberá ser determinada por el cliente mediante la ejecución de pruebas internas.

Beneficios

- Se adapta perfectamente a una rápida reducción de la viscosidad en el procesamiento de frutas y hortalizas.
- En la producción de brandy de frutas el tratamiento enzimático proporciona una mejor fermentación, sin formación adicional de metanol.
- Para el procesamiento de jugo de zanahoria, el tratamiento aumenta el rendimiento en jugo y materia colorante.

Condiciones de almacenamiento

Almacenar el producto en su empaque original, sellado, en un ambiente seco y lejos de la luz solar. Temperatura recomendada: <10°C.

Nota: El producto puede ser transportado a temperatura ambiente, en transporte limpio, libre de plagas y de otros productos que no sean de grado alimenticio.

Presentación

Bidón de 25 kg.

1. Granotec Ecuador S.A. garantiza la calidad e inocuidad de sus productos, de conformidad con las especificaciones indicadas en sus fichas técnicas y certificados de análisis; información previamente aprobada por el cliente.
2. La información proporcionada en este documento, en ningún caso reemplaza la necesidad del cliente de realizar sus pruebas internas para evaluar resultados y hacer los ajustes que garanticen las características deseadas en su producto final.
3. El cliente es responsable único del adecuado uso y almacenamiento de los productos adquiridos, por lo tanto, Granotec Ecuador S.A. no puede ser responsable del cumplimiento de las especificaciones en el producto final del cliente.
4. Este producto ha sido fabricado y/o almacenado en una planta que maneja insumos que contienen: gluten, soya, sulfitos, leche, pescado, y/o sus derivados.

Granotec Ecuador
Via a Daula, Km. 10.5
Lot. Expogranos Mz. 16 Solar 4,
Guayaquil - Ecuador

PBX: 04 370 5555 FAX ext. 127
correo@granotec.com.ec
www.granotec.com

Transferencia
Tecnológica
Capacitación

Innovación
Investigación
y Desarrollo

Nutrientes e
Ingredientes
Productos

Garantía
Calidad y
Compromiso



FICHA TECNICA

Seguridad	Usar equipo de protección para el aparato respiratorio y evitar derrames. Algunas enzimas pueden irritar la piel, ojos y membranas mucosas cuando el contacto es prolongado.
País de origen	Finlandia.
Declaración de alérgenos	Este producto no contiene alérgenos.
Declaración de transgénicos	Este producto no es GMO.
Vida útil	36 meses a partir de la fecha de elaboración.

1. Granotec Ecuador S.A. garantiza la calidad e inocuidad de sus productos, de conformidad con las especificaciones indicadas en sus fichas técnicas y certificados de análisis; información previamente aprobada por el cliente.
2. La información proporcionada en este documento, en ningún caso reemplaza la necesidad del cliente de realizar sus pruebas internas para evaluar resultados y hacer los ajustes que garanticen las características deseadas en su producto final.
3. El cliente es responsable único del adecuado uso y almacenamiento de los productos adquiridos, por lo tanto, Granotec Ecuador S.A. no puede ser responsable del cumplimiento de las especificaciones en el producto final del cliente.
4. Este producto ha sido fabricado y/o almacenado en una planta que maneja insumos que contienen: gluten, soya, sulfitos, leche, pescado, y/o sus derivados.

Granotec Ecuador
Via a Daula, Km. 10.5
Lot. Expogranos Mz. 16 Solar 4,
Guayaquil - Ecuador

PBX: 04 370 5555 FAX ext. 127
correo@granotec.com.ec
www.granotec.com

**Transferencia
Tecnológica**
Capacitación

Innovación
Investigación
y Desarrollo

**Nutrientes e
Ingredientes**
Productos

Garantía
Calidad y
Compromiso





ROHAPECT® PTE 100

Pectin lyase enzyme for fruit- and vegetable processing

PRODUCT DESCRIPTION

ROHAPECT® PTE 100 is a liquid formulated fungal pectin lyase enzyme preparation. ROHAPECT® PTE 100 is recommended for depectinisation and viscosity reduction in fruit- and vegetable processing for enhanced pressing, clarification and filtration. ROHAPECT® PTE 100 is produced by controlled fermentation of a genetically modified strain of *Trichoderma reesei*.

PRODUCT CHARACTERISTICS

ROHAPECT® PTE 100 has the following characteristics & specifications:

- Liquid formulation.
- Composition: water (51%), glycerol (30%), potassium chloride (10%), pectinase enzyme concentrate (8.6%, 0.34% specific protein), sodium benzoate (0.3%), potassium sorbate (0.14%).
- Brown colour with characteristic aromatic odour.
- Density: ~1.16 g/ml.
- Activity: Minimum 100 PTF/mg. A method of analysis is available on request.
- IUB: 4.2.2.10
- CAS: 9033-35-6

ROHAPECT® PTE 100 complies with the recommended specifications of the FAO/WHO's Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA) and the Food Chemicals Codex (FCC) for food-grade enzyme preparations.

APPLICATION

ROHAPECT® PTE 100 contains mainly the specific pectintranseliminase or endopectin lyase activity, so that pectin degradation occurs by transeliminative pattern without previous de-esterification. ROHAPECT® PTE 100 suits perfectly for a fast viscosity reduction in the processing of fruit and vegetables. In fruit brandy production the enzyme treatment supplies a better fermentation, without additional formation of methanol. For the processing of carrot juice, the treatment increases the yield on juice and colouring matter.

DOSAGE

The dosage of the enzyme depends on raw materials used and reaction conditions such as pH, temperature and time. The optimal dose rate should be determined in trials.

ROHAPECT® PTE 100, Page 1 of 2





ROHAPECT® PTE 100

Pectin lyase enzyme for fruit- and vegetable processing

DOSAGE (continued)

For initial trials, typical conditions and dosages are:

Citrus juice (orange, grape fruit):	10-25 °C, 10-20 min,	4-7 ppm
Citrus pulp wash:	30-45 °C, 10-30 min,	15-30 ppm
Fruit brandies (pears, cherries, plums, etc):	mash, ambient temp, during fermentation(*),	20-40 ppm 20-40 ppm
Carrot juice:	mash, 45-50 °C, 1-2 hrs(*),	70-80 ppm
Puree concentrates(**):	35-55 °C, 10-20 min,	15-30 ppm
Pear mash treatment (no stirring):	15-30 °C, 10-60 min,	50-100 ppm
Apple mash treatment (no stirring):	35-55 °C, 15-60 min,	40-80 ppm

(*) in combination with ROHAMENT® CL cellulase.

(**) mango, banana, maracuja, apricot, peach, etc.

PACKAGING

ROHAPECT®PTE 100 is available in 25 kg canisters.

STORAGE & HANDLING

When stored in original packaging, unopened, at dry conditions at temperatures below 10 °C, ROHAPECT® PTE 100 is best used within 36 months from the date of production. Avoid unnecessary contact with enzyme preparations during handling and avoid the formation of aerosol and dust of the product. Repeated inhalation of enzyme aerosol or dust may cause sensitisation and may cause allergic type reactions in sensitised individuals. For detailed information and instructions, please refer to the Safety Data Sheet (SDS).

DISCLAIMER

©AB Enzymes GmbH. ROHAPECT® and ROHAMENT® are registered trademarks of AB Enzymes GmbH. Use and/or sale of these products may be covered by one or more patents as well as patent applications in EU, US and other countries. Product registration requirements apply in selected regions and countries; consult with AB Enzymes for latest updates on product registrations and product availability in your country.

We have used diligent efforts to ensure that all information and statements given in this brochure are correct at the time of publication. Despite thereof, neither AB Enzymes GmbH nor ROAL OY nor any of their affiliates can guarantee, represent or warrant that the information and statements are accurate, current and/or complete.

As the user controls the application or specific use of our products as well as the technical conditions therefor, we cannot make any representations or warranties with respect to this specific use or application including, but not limit to, any results obtained in the processing of our products. The customer or user is solely responsible for its specific use or application of our products and that such use or application will comply with applicable laws, regulations and all patent or other intellectual property rights of third parties.

All information and statements are intended for persons having the required skill and know-how and do not relieve the customer or user from verifying the suitability of information and statements given for a specific purpose prior to use of products.

We reserve the right to change content of this brochure, product specifications and not specified properties of the products without prior notice.

AB Enzymes GmbH

Feldbergstrasse 78

64293 Darmstadt

Germany

Tel: +49 (0)6151 3680 100

Email: info@abenzymes.com

www.abenzymes.com

2017-02-14, RevNo. 06

ROHAPECT® PTE 100, Page 2 of 2



FICHA DE APLICACION

GRANOZYME CAFÉ 100

BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ – FERMENTACIÓN

- En la fermentación del proceso de beneficio húmedo del café, de manera natural se producen enzimas, por eso se llama fermentación.
- Esto es lo que permite que luego de algún tiempo se pueda separar el mucilago, pero esto lleva mucho tiempo
- Con GRANOZYME CAFÉ 100, le agregamos más enzimas para que el proceso sea más rápido.

VENTAJAS DEL USO DE GRANOZYME CAFÉ

- Disminuye el tiempo de fermentación a 20 – 30 min
- Disminuye la cantidad de lavados de café luego de la fermentación
- No afecta a la calidad del café
- Ayuda a asegurar una mejor calidad del café ya que existe menos riesgo a sobre fermentación
- Se pueden trabajar con ambas variedades: robusta y arábico

CÓMO USARLO

- Colocar de manera acostumbrada el café despulpado (en baba) en las tinas
- Agregar 2 ml de GRANOZYME CAFÉ 100 por cada 20 Kg de café cereza disuelto en un poco de agua
- Dejar por 20 o 30 minutos con agitación constante y proceder al lavado
- Continuar con el procedimiento habitual

Anexo 12. Norma NTE INEN 176:2018.



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 176
Quinta revisión
2018-02

GRANOS DE CACAO. REQUISITOS

COCOA BEANS. REQUIREMENTS

GRANOS DE CACAO REQUISITOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos de calidad para los granos de cacao y los criterios para su clasificación.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN-ISO 1114, *Granos de cacao. Prueba de corte*

NTE INEN-ISO 2291, *Granos de cacao. Determinación del contenido de humedad (Método de rutina)*

NTE INEN 177, *Cacao en grano. Muestreo*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:

3.1

granos de cacao

Semillas provenientes del fruto del árbol *Theobroma cacao* L.

NOTA. El grano de cacao fermentado y seco también es conocido con el nombre de "cacao beneficiado".

3.2

cacao fino

Granos de cacao que se caracterizan por tener sabores y aromas florales, frutales y otros especiales.

NOTA. "arriba" denominación reconocida en el comercio internacional.

3.3

cacao CCN51

Granos de cacao que se caracterizan por tener sabores frutales (nuez y cítricos) y distintivo sabor a chocolate. Las siglas CCN51 significan "Colección Castro Naranjal" y el número "51" se refiere al cruce de la semilla de la cual se obtuvo esta variedad.

3.4

granos de cacao fermentados

Granos cuyos cotiledones presentan una coloración marrón o marrón rojiza y estrías profundas, o también cotiledones de una ligera coloración violeta y estrías no profundas.

3.5

granos de cacao violetas

Granos que presentan un color violeta, en al menos, la mitad de la superficie expuesta de los cotiledones.

3.6**granos de cacao pizarrosos (pastosos)**

Granos sin fermentar que presenta en su interior un color gris negruzco o verdoso y de aspecto compacto por sobre la mitad o más de la superficie expuesta.

3.7**granos de cacao mohosos (con mohos)**

Granos que han sufrido deterioro parcial o total en su estructura interna debido a la acción de mohos

3.8**granos de cacao defectuosos**

Granos que presentan los siguientes defectos:

3.8.1**granos de cacao dañados por insectos**

Granos que han sufrido deterioro en su estructura (perforaciones) debido a la acción de insectos.

3.8.2**granos de cacao germinados**

Granos que han sufrido deterioro en su calidad debido a un cambio evidente en su estructura por el proceso de germinación (presencia de germen o agujero).

3.8.3**granos de cacao múltiples o pelota**

Unión de dos o más granos por restos de mucilago.

3.8.4**granos de cacao negros**

Granos que se producen por enfermedades o por mal manejo postcosecha.

3.8.5**granos de cacao planos-vano o granza**

Granos cuyos cotiledones se han atrofiado hasta tal punto que cortando la semilla no es posible obtener una superficie completa de los cotiledones.

3.9**material relacionado al cacao**

Corresponde a los granos quebrados (fragmentos de granos que tienen menos de la mitad del grano entero), cascarillas, placenta y venas.

3.10**material extraño**

Sustancias o materiales distintos al grano de cacao.

3.11**granos infestados**

Granos que contienen insectos vivos o muertos o sus fragmentos, en cualquiera de sus estados biológicos.

4. CLASIFICACIÓN

Los granos de cacao se clasifica en:

4.1 Cacao fino**4.1.1 Arriba Superior Summer Selecto (A.S.S.S)****4.1.2 Arriba Superior Selecto (A.S.S)**

4.1.3 Arriba Superior Época (A.S.E)

4.2 Cacao CCN51

4.2.1 Cacao Superior Selecto (C.S.S)

4.2.2 Cacao Superior Corriente (C.S.C)

5. REQUISITOS

Los granos de cacao deben cumplir con los siguientes requisitos:

5.1 Los granos de cacao no deben presentar olor o sabor a humo, o que muestren signos de contaminación por humo;

5.2 Los granos de cacao no deben estar infestados;

5.3 Los granos de cacao deben cumplir con los requisitos físicos y de calidad indicados en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicos y calidad para los granos de cacao

Requisitos	Cacao Fino			Cacao CCN51		Método de ensayo
	A.S.S.S	A.S.S	A.S.E	C.S.S	C.S.C	
Humedad, máximo, %*	7	7	7	7	7	NTE INEN-ISO 2291
Peso de 100 granos, g	> 130	> 120 a 130	100 a 120	> 125	110-125	^a
Granos fermentados, mínimo, %	75	65	53	68	55	NTE INEN-ISO 1114
Granos violetas, máximo, %	15	21	25	18	26	NTE INEN-ISO 1114
Granos pizarrosos, máximo, %	9	12	18	12	15	NTE INEN-ISO 1114
Granos mohosos, máximo, %	1	2	4	2	4	NTE INEN-ISO 1114
TOTALES (análisis sobre 100 granos), mínimo	100	100	100	100	100	
Granos defectuosos, máximo, %	0	1	3	1	3	^b
Material relacionado al cacao, máximo, %	1	1	1	1	1	^b
Material extraño, máximo, %	0	0	0	0	0	^b

* El símbolo % (por ciento) representa al número 0,01, que expresa a la fracción másica.

^a masa determinada por medio de una balanza u otro instrumento equivalente.

^b determinado en 500 g de muestra.

NOTA. Se permite la presencia de granza solo en el Cacao A.S.E y en el Cacao C.S.C en un máximo del 1,5 %

6. MUESTREO

El número de unidades de muestra y los criterios sobre el nivel aceptable de calidad a ser acordados por las partes tendrá como base lo establecido en NTE INEN 177

7. ENVASADO

Los granos de cacao deben comercializarse en envases nuevos y no reutilizados que aseguren la protección del producto contra la acción de agentes externos que puedan alterar sus características químicas o físicas y resistir las condiciones de manejo, transporte y almacenamiento.

8. ROTULADO

El rotulado de los envases para los granos de cacao debe contener al menos la siguiente información:

- a) nombre de los granos de cacao de acuerdo con su clasificación;
- b) identificación del lote;
- c) razón social de la empresa y logotipo;
- d) cantidad del producto en unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI);
- e) país de origen;
- f) puerto de destino (si aplica).

BIBLIOGRAFÍA

ISO-DIS 2451:2015, *Cocoa beans — Specification and quality requirements*.

Vicente Illingworth Carrasco. *Estudio sobre la normalización del cacao en el Ecuador. Tesis previa a la obtención del título de ingeniero en alimentos*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Ambato. 1973.

Cacao en Grano: Requisitos de Calidad de la Industria del Chocolate y del Cacao. CHOCOLATE, BISCUITS & CONFETIONERY OF EUROPE (CAOBISCO), EUROPEAN COCOA ASSOCIATION (ECA) AND FEDERATION OF COCOA COMMERCE LTD. (FCC).

Susanne van der Kooij, *Market study of fine flavour cocoa in 11 selected countries – revised version*. ROYAL TROPICAL INSTITUTE. Amsterdam, October 2013.

ICC/REP/83:2011 Meeting of the Ad hoc Panel on Fine or Flavour Cocoa 18 September 2015. DELIBERATIONS OF THE 2010 AD HOC PANEL ON THE REVIEW OF ANNEX “C” OF THE INTERNATIONAL COCOA AGREEMENT, 2001.

Freddy Amores. *Proyecto para establecer parámetros físicos, químicos y organolépticos que permitan diferenciar entre cacao fino y ordinario. Evaluación de parámetros físicos*. INIAP. TALLER INTERNACIONAL PARA PRESENTACION DE RESULTADOS. Guayaquil, Abril 3-5/2006.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 176 Quinta revisión	TÍTULO: GRANOS DE CACAO. REQUISITOS	Código ICS: 67.140.30
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación por Consejo Directivo 2006-07-26 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 06 399 de 2006-09-18 publicado en el Registro Oficial No. 384 de 2006-10-25 Fecha de iniciación del estudio: 2016-04-01	
Fechas de consulta pública: 2016-04-06 al 2016-06-06		
Comité Técnico de Normalización: Cacao		
Fecha de iniciación: 2016-09-23	Fecha de aprobación: 2017-07-11	
Integrantes del Comité:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
Merlyn Casanova (Presidenta)	ANECACAO	
Consuelo Jácome	MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ACUICULTURA	
Sofía Arellano	MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD	
Yessenia Echeverría	AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO – AGROCALIDAD	
Erika Alegría	MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ACUICULTURA – CAFÉ Y CACAO	
Iván Samaniego	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INIAP	
Oznella Abarca	AGROARRIBA	
Francisco Miranda	GUANGALA	
Rodrigo Caicedo	NESTLE	
Carlos Arias Vega	ESPOL-CIBE	
James Quiroz	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INIAP	
Dennys Ugarte	AGROARRIBA	
Margoth Casco (Secretaria Técnica)	SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN	
Otros trámites: Esta NTE INEN 176:2018 (Quinta revisión) reemplaza a la NTE INEN 176:2006 (Cuarta revisión).		
La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma.		
Oficializada como: Voluntaria Registro Oficial No. 178 de 2018-02-08	Por Resolución No. 17632 de 2017-12-28	



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Rosero Pérez Paul André**, con C.C: # 1723381859 autor/a del **Trabajo de Integración Curricular: Uso de la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de dos variedades de cacao (Theobroma cacao L.): Fino de aroma y CCN51**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **25 de febrero de 2022**

f. _____

Nombre: **Rosero Pérez, Paul André**

C.C: **1723381859**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Uso de la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de dos variedades de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.): Fino de aroma y CCN51		
AUTOR(ES)	Paul André, Rosero Pérez		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Bella Cecilia, Crespo Moncada, M. Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Carrera de Agroindustria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	25 de febrero de 22	No. DE PÁGINAS:	165
ÁREAS TEMÁTICAS:	Agroindustria, biotecnología, optimización de procesos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	<i>Cacao, fermentación, enzima, pectolítica, calidad, chocolate.</i>		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El cacao debe llevar un proceso de fermentación el cual ayuda a potenciar sus características sensoriales. Además, es fundamental para la degradación del mucílago. El uso de enzimas esta presente en la industria de alimentos optimizando procesos y aumentando el rendimiento. El objetivo de la investigación fue usar la enzima pectolítica en el proceso de fermentación de dos variedades de cacao: Fino de aroma y CCN-51. El alcance de la investigación fue exploratorio, correlacional, explicativo y descriptivo. La investigación tiene un diseño experimental con un arreglo factorial A x B + 2 y un total de 24 tratamientos. El factor A corresponde a las dosificaciones de la enzima (0.6,0.12,0.18) y le factor B corresponde a las variedades (Fino de aroma y CCN-51), se realizó un análisis de varianza a las variables encontrando diferencias significativas en el uso de la enzima y el porcentaje de fermentación, en base a lo obtenido en el ANOVA y la norma INEN NTE 176:2018, se concluye que el mejor tratamiento correspnde a la variedad Fino de aroma y dosificación de 0.18 mL por cada 1.8 kg de masa con un porcentaje de fermentación del 87 %.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 99 811 7697	E-mail: paul.rosero@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Noelia, Caicedo Coello, M. Sc.		
	Teléfono: +593 98 736 1675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			