UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos

Título del Proyecto de Investigación:

"TIEMPO Y TEMPERATURA PARA LA TORREFACCIÓN DE LA SEMILLA DE FRUTA DE PAN (*Artocarpus Altilis*) CON CHOCOLATE DE COBERTURA"

Autora:

Geomara Karina Zamora Vazco

Docente del Proyecto de Investigación:

Ing. Jaime Fabián Vera Chang M. Sc.

Codirector del Proyecto de Investigación

Ing. Jácome López German Alexander M. Sc

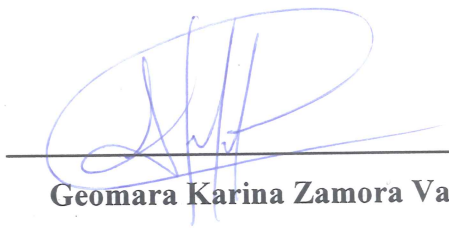
Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Geomara Karina Zamora Vazco, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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



Geomara Karina Zamora Vazco

C.I. 120553748 -1

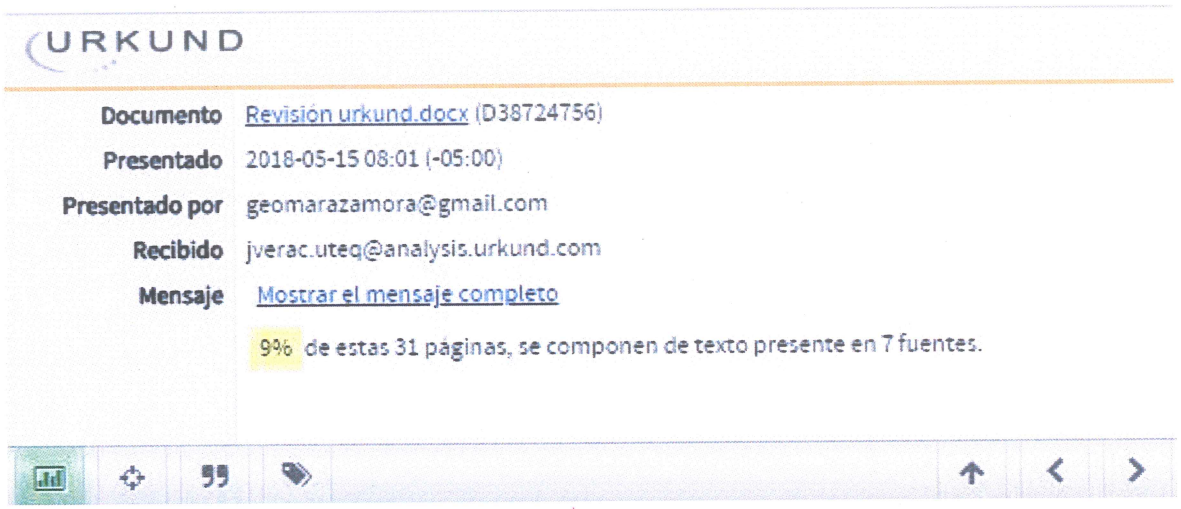
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Jaime Fabián Vera Chang, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Geomara Karina Zamora Vazco, realizó el Proyecto de Investigación titulado: "Tiempo y temperatura para la torrefacción de la semilla de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) con chocolate de cobertura", previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Jaime Fabián Vera Chang M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación

CERTIFICACIÓN DEL URKUND EMITIDA POR EL DIRECTOR

Ing. Jaime Fabián Vera Chang M. Sc., en calidad de Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y como Director certifico que he usado la herramienta informática URKUND producto del análisis se obtuvo una similitud de un 9%, la cual no indica en ningún momento la presencia demostrada de plagio o de falta de rigor en el documento: por consiguiente doy constancia que he revisado el Proyecto de Investigación titulado: "Tiempo y temperatura para la torrefacción de la semilla de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) con chocolate de cobertura", el mismo que ha sido elaborado y presentado por la estudiante Geomara Karina Zamora Vazco, por lo tanto el presente trabajo cumple con los requisitos técnicos y legales por la institución.


URKUND

Documento	Revisión urkund.docx (D38724756)
Presentado	2018-05-15 08:01 (-05:00)
Presentado por	geomarazamora@gmail.com
Recibido	jverac.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Mostrar el mensaje completo

9% de estas 31 páginas, se componen de texto presente en 7 fuentes.

Ing. Jaime Fabián Vera Chang M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

"TIEMPO Y TEMPERATURA PARA LA TORREFACCIÓN DE LA SEMILLA DE FRUTA DE PAN (*Artocarpus altilis*) CON CHOCOLATE DE COBERTURA"

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. Christian Vallejo Torres M. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Verónica Puente M. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Gustavo Quintana M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador
2018

AGRADECIMIENTO

Jamás hubiese podido alcanzar mis metas, sin el apoyo incondicional de mi familia, sin su amor o sin su empuje. Gracias a ustedes, supe desde pequeña lo que es el amor, y lo que significa ser parte de una familia que se quiere, compartiendo un hogar. Agradezco a cada uno de ustedes, por su hermosa forma de ser, la cual se ha impregnado en mi ser.

A mi director de tesis, mi maestro y uno de mis más grandes amigos el Ing. Jaime Vera Chang y a mi codirector el Ing. German Jácome López, quienes fueron mis asesores en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

A la Ing. Lourdes Ramos y al Sr. Robert Kaiser, quienes me ayudaron de manera desinteresada.

Le expreso mi enorme gratitud a Rosa Romero quien con su apoyo me ayudo a culminar con éxito este trabajo investigativo

A mis amigas Briggitte, Melina y Génesis, por ser como son y apoyarme en todas mis locuras mil gracias por brindarme su amistad confianza, ayuda y cariño sincero.

Geomara Zamora Vazco.

DEDICATORIA

La tesis la dedico con todo mi amor y cariño.

A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

A papi lucho que desde cielo guía mi camino.

A mi madre Loidy por ser mi mejor amiga y mi compañera que me ha ayudado a crecer, por brindarme su mano amiga dándome a cada instante una palabra de aliento para llegar a culminar mi profesión.

A mi padre Vicente por brindarme su amor y paciencia, este es un logro que quiero compartir contigo, gracias por ser mi papa y por creer en mí. Quiero que sepas que ocupas un lugar muy especial.

A mis hermanas Shirley y Zharick por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas

A mi compañero de vida Edwin, tu ayuda ha sido fundamental has estado conmigo incluso en los momentos más difíciles. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían.

Posiblemente en este momento no entiendas mis palabras, pero para cuando seas capaz, quiero que te des cuenta lo que significas para mí. Eres la razón por la cual lucho cada día en el presente y en el mañana eres mi principal motivación gracias por llegar a mi vida te amo mi pequeña Julieth.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis compañeros y amigos quisiera nombrar a cada uno de ustedes, pero son muchos, pero eso no quiere decir que no me acuerde de cada uno, gracias por apoyarme cuando más los necesite, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre las llevo en mi corazón.

Geomara Zamora Vazco.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el tiempo y temperatura para la torrefacción de la semilla de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) con chocolate de cobertura. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar dentro un arreglo factorial 2x2, con cinco repeticiones. Para determinar diferencias entre los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad, los tratamientos correspondieron a la combinación de los factores: tiempo (20 y 30 min) y temperatura (160 y 180 °C). Se analizaron variables bromatológicas (pH, acidez titulable, grados brix, humedad o pérdida de calentamiento, materia seca o sólidos totales, cenizas o materia inorgánica, materia orgánica, fibra bruta, nitrógeno total o proteína bruta, extracto etéreo o grasa bruta y energía), microbiológicas (aerobios mesófilos, coliformes totales y hongos – levaduras), sensoriales (color, olor, gusto, textura y aceptabilidad general) y económicas (beneficio neto, relación beneficio/costo y rentabilidad). Con base en el análisis bromatológico a la fruta de pan torrefactada se determinó que no hay significancia estadística para las variables humedad, pH, materia seca, cenizas, materia orgánica y energía. A nivel sensorial no se halló significancia estadística, pero el T3 (30 min / 160 °C) obtuvo mayor preferencia del 53%, mientras el T2 (20 min / 180 °C) registró el menor valor de preferencia de 12%. Con respecto al análisis económico se indica que los mayores costos de producción los registraron el T3 (30 min / 160 °C) y T4 (30 min / 180 °C) con valores de $5,28; mientras los menores costos de producción fueron para el T1 (20 min / 160 °C) y T2 (20 min / 180 °C) con valores de $5,16. El T1 (20 min / 160 °C) y T2 (20 min / 180 °C) emitieron el beneficio neto más alto con valores de $1,01. La relación beneficio/costo más alta presentaron el T1 (20 min / 160 °C) y T2 (20 min / 180 °C) con valores de $0,20, por otra parte el T3 (30 min / 160 °C) y T4 (30 min / 180 °C) registraron menores valores de $0,17, es decir, que por cada dólar invertido se recibe una utilidad de 23,15 y 22,15% respectivamente.

Palabras claves: *Artocarpus altilis*, alimento, calidad, nutrición y torrefacción.

ABSTRACT AND KEY WORDS

The objective of the present investigation was to evaluate the time and temperature for roasting the breadfruit seed (Artocarpus altilis) with cover chocolate. A completely random design was applied within a 2x2 factorial arrangement, within a Completely Random Design (DCA), with five repetitions. To determine differences between means of the physicochemical analysis the Tukey test ($p \leq 0,05$) was used, the evaluated variables were acidity, Brix, dry matter, ash, inorganic matter, organic matter, crude fiber, protein, fat, energy , mesophilic aerobes, total coliforms, fungi and yeasts as well as a descriptive sensory analysis. From the bromatological analyzes performed on the roasted bread fruit there is no statistical significance for the variables pH, humidity or loss of heating, dry matter, ash, organic matter and energy and based on the sensory analysis there is no statistical significance, but the T3 obtained greater preference of 53%, while the T2 registered the lowest value of preference of 12% of the economic analysis the higher production costs were recorded by T3 and T4 with values of $ 5.28, while the lower production costs were for T1 and T2 with values of $ 5.16. T1 and T2 emitted the highest net profit with values of $ 1.01. The highest benefit / cost ratio presented T1 and T2 with values of $ 0.20, and T3 and T4 have lower values of $ 0.17, that is, for each dollar invested that receives a profit of 23.15 and 22 , 15% obtaining a general acceptance of 53%.

Key words: Artocarpus altilis, food, quality, nutrition, torrefaction.

CÓDIGO DUBLIN

Título:	"Tiempo y temperatura para la torrefacción de la semilla de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) con chocolate de cobertura"				
Autora:	Geomara Karina Zamora Vazco				
Palabras claves:	*Artocarpus Altilis*	Alimento	Calidad	Nutrición	Torrefacción
Fecha de publicación:	2018				
Editorial:	Quevedo. UTEQ, 2018				
Resumen:	La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el tiempo y temperatura para la torrefacción de la semilla de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) con chocolate de cobertura. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar dentro un arreglo factorial 2x2, con cinco repeticiones. Para determinar diferencias entre los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad, los tratamientos correspondieron a la combinación de los factores: tiempo (20 y 30 min) y temperatura (160 y 180 °C). Se analizaron variables bromatológicas (pH, acidez titulable, grados brix, humedad o pérdida de calentamiento, materia seca o sólidos totales, cenizas o materia inorgánica, materia orgánica, fibra bruta, nitrógeno total o proteína bruta, extracto etéreo o grasa bruta y energía), microbiológicas (aerobios mesófilos, coliformes totales y hongos – levaduras), sensoriales (color, olor, gusto, textura y aceptabilidad general) y económicas (beneficio neto, relación beneficio/costo y rentabilidad). Con base en el análisis bromatológico a la fruta de pan torrefactada se determinó que no hay significancia estadística para las variables humedad, pH, materia seca, cenizas, materia orgánica y energía. A nivel sensorial no se halló significancia estadística, pero el T3 (30 min / 160 °C) obtuvo				

	mayor preferencia del 53%, mientras el T2 (20 min / 180 °C) registró el menor valor de preferencia de 12%. Con respecto al análisis económico se indica que los mayores costos de producción los registraron el T3 (30 min / 160 °C) y T4 (30 min / 180 °C) con valores de $5,28; mientras los menores costos de producción fueron para el T1 (20 min / 160 °C) y T2 (20 min / 180 °C) con valores de $5,16. El T1 (20 min / 160 °C) y T2 (20 min / 180 °C) emitieron el beneficio neto más alto con valores de $1,01. La relación beneficio/costo más alta presentaron el T1 (20 min / 160 °C) y T2 (20 min / 180 °C) con valores de $0,20, por otra parte el T3 (30 min / 160 °C) y T4 (30 min / 180 °C) registraron menores valores de $0,17, es decir, que por cada dólar invertido se recibe una utilidad de 23,15 y 22,15% respectivamente.
Descripción:	118 hojas A4s: dimensiones 21 x 29,7 cm + CD - ROM
URI:	En blanco hasta cuando se dispongan en los repositorios

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN iii
CERTIFICACIÓN DEL URKUND EMITIDA POR EL DIRECTOR iv
CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN v
AGRADECIMIENTO vi
DEDICATORIA vii
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES viii
ABSTRACT AND KEY WORDS ix
CÓDIGO DUBLIN x
TABLA DE CONTENIDO xii

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÒN 3
1.1. Problema de la investigación. 4
1.1.1. Planteamiento del problema. 4
1.1.1.1. Diagnóstico 4
1.1.1.2. Pronóstico 5
1.1.2. Formulación del problema. 5
1.1.3. Sistematización del problema. 5
1.2. Objetivos. 6
1.2.1. Objetivo general. 6
1.2.2. Objetivo específico. 6
1.3. Justificación. 7

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN 8
2.1. Marco conceptual. 9
2.2. Marco referencial. 10
2.2.1. Fruta de pan (*Artocarpus altilis*). 10

2.2.2. Etimología. 10
2.2.3. Variedades. 10
2.2.4. Descripción botánica. 10
2.2.5. Datos ambientales. 11
2.2.6. Principales usos. 11
2.2.7. Producción y productividad. 11
2.2.8. Composición nutricional. 12
2.2.9. Tostado o torrefacción de la semilla de fruta de pan. 13
2.2.10. Curva de torrefacción. 13
2.2.11. Etapas de torrefacción. 14
2.2.12. Temperatura de la torrefacción. 14
2.2.13. Tiempo de la torrefacción. 15
2.2.14. Aspectos generales sobre el chocolate. 15
2.2.15. Tipos de chocolate más comunes. 15
2.2.16. Aspectos nutricionales del chocolate. 16
2.2.17. Atemperado del chocolate. 16
2.2.18. Proceso de templado. 17
2.2.19. Características sensoriales del chocolate. 17
CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 18
3.1. Localización. 19
3.1.1. Condiciones geográficas. 19
3.2. Tipos de investigación. 19
3.2.1. Investigación exploratoria. 19
3.2.2. Investigación experimental. 19
3.3. Métodos de investigación. 20
3.3.1. Método inductivo – deductivo. 20
3.3.2. Método estadístico. 20
3.4. Fuentes de recopilación de la investigación. 20
3.5. Diseño de la investigación. 20
3.5.1. Factores y niveles. 20
3.5.2. Interacciones. 21
3.5.3. Esquema del ANDEVA. 21
3.5.4. Modelo matemático. 21

3.5.5. Esquema del experimento. 22
3.6. Instrumentos de la investigación. 22
3.6.1. Análisis fisicoquímicos. 23
3.6.2. Análisis microbiológico. 23
3.6.3. Análisis sensorial. 24
3.6.4. Análisis económico. 24
3.7. Procedimiento experimental. 27
3.7.1. Diagrama de bloques del proceso para la elaboración de semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. 27
3.7.2. Descripción del diagrama de bloques del proceso para la elaboración de semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. 28
3.7.2.1. Recepción. 28
3.7.2.2. Selección y pesado. 28
3.7.2.3. Lavado. 28
3.7.2.4. Torrefactado. 28
3.7.2.5. Descascarado y enfriado. 28
3.7.2.6. Cubierto. 29
3.7.2.7. Reposar. 29
3.7.2.8. Empacar. 29
3.7.2.9. Almacenar. 29
3.8. Tratamiento de los datos. 29
3.8.1. Prueba de Tukey (Diferencia Honestamente Significativa, DHS). 29
3.8.2. Prueba de Kruskal – Wallis. 30
3.9. Recursos humanos y materiales. 31
3.9.1. Recursos humanos. 31
3.9.2. Materiales. 31
3.9.2.1. Materia prima. 31
3.9.2.2. Insumo. 31
3.9.2.3. Equipos. 31
3.9.2.4. Materiales de laboratorio. 32
3.9.2.5. Reactivos. 32
3.9.2.7. Materiales de oficina. 33
3.9.2.8. Materiales de seguridad. 33

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 34
4.1. Análisis fisicoquímicos de la fruta de pan. 35
4.2. Análisis fisicoquímicos de la fruta de pan torrefactada. 35
4.2.1. pH. 35
4.2.1.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 35
4.2.1.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 36
4.2.2. Acidez titulable. 37
4.2.2.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 37
4.2.2.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 37
4.2.3. Grados brix. 38
4.2.3.1. Efecto del factor tiempo y temperatura 38
4.2.3.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 39
4.2.4. Humedad o pérdida por calentamiento. 40
4.2.4.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 40
4.2.4.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 40
4.2.5. Materia seca o sólidos totales. 41
4.2.5.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 41
4.2.5.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 42
4.2.6. Cenizas o materia inorgánica. 43
4.2.6.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 43
4.2.6.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 43
4.2.7. Materia orgánica. 44
4.2.7.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 44
4.2.7.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 45
4.2.8. Fibra bruta. 46
4.2.8.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 46
4.2.8.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 46
4.2.9. Nitrógeno total o proteína bruta. 47
4.2.9.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 47
4.2.9.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 48
4.2.10. Grasa bruta o extracto etéreo. 49
4.2.10.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 49
4.2.10.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 49

4.2.11. Energía. 50
4.2.11.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 50
4.2.11.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 51
4.3. Análisis microbiológicos de la fruta de pan torrefactada. 52
4.3.1. Aerobios mesófilos. 52
4.3.1.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 52
4.3.1.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 52
4.3.2. Coliformes totales. 53
4.3.3. Hongos y levaduras. 54
4.3.3.1. Efecto del factor tiempo y temperatura. 54
4.3.3.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. 54
4.4. Análisis sensorial de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. ...55
4.4.1. Color (café claro y cremoso). 55
4.4.2. Olor (fruta de pan y quemado). 56
4.4.3. Gusto (fruta de pan y chocolate) 56
4.4.4. Textura (fragmentable y dura). 57
4.4.5. Aceptación general. 59
4.5. Análisis económico de la tecnología aplicada a la fruta de pan. 59
CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 61
5.1. Conclusiones. 62
5.2. Recomendaciones. 63
CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA 64
CAPÍTULO VII
ANEXOS 71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productividad de árboles de pan adultos. 12
Tabla 2. Valor nutricional del fruto de pan por cada 100 g. 12
Tabla 3. Composición nutricional de la semilla de fruta de pan. 13
Tabla 4. Condiciones Meteorológicas aproximadas de cantón Mocache. FCP – UTEQ. 2018. 19
Tabla 5. Factores en estudio del ensayo experimental. FACP – UEQ. 2018. 21
Tabla 6. Esquema del ANDEVA. FCP – UTEQ. 2018. 21
Tabla 7. Factores en estudio del ensayo experimental. FCP – UTEQ. 2018. 22
Tabla 8. Métodos y referencias para los análisis fisicoquímicos de laboratorio. FCP – UTEQ. 2018. 23
Tabla 9. Métodos y referencias para los análisis microbiológicos de laboratorio. FCP – UTEQ. 2018. 23
Tabla 10. Valores del análisis bromatológico de la fruta de pan. FCP - UTEQ. 2018. 35
Tabla 11. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable pH de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 36
Tabla 12. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable pH de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 36
Tabla 13. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable acidez titulable de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 37
Tabla 14. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable acidez titulable de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 38
Tabla 15. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable grados brix de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 39
Tabla 16. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable grados brix de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 39
Tabla 17. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable humedad de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 40
Tabla 18. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable humedad de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 41
Tabla 19. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable materia seca de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 42

Tabla 20. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable materia seca de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 42
Tabla 21. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable cenizas de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 43
Tabla 22. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable cenizas de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 44
Tabla 23. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable materia orgánica de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 45
Tabla 24. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable materia orgánica de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 45
Tabla 25. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable fibra bruta de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 46
Tabla 26. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable fibra bruta de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 47
Tabla 27. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable nitrógeno total de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 48
Tabla 28. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable nitrógeno total de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 48
Tabla 29. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable extracto etéreo de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 49
Tabla 30. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable extracto etéreo de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 50
Tabla 31. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable energía de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 51
Tabla 32. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable energía de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 51
Tabla 33. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable aerobios mesófilos de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 52
Tabla 34. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable aerobios mesófilos de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 53
Tabla 35. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable hongos y levaduras de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 54
Tabla 36. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable hongos y levaduras de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018. 55

Tabla 37. Valores promedios del análisis sensorial descriptivo de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. FCP – UTEQ. 2018. 58
Tabla 38. Análisis económico de la tecnología aplicada a la fruta de pan. FCP – UTEQ. 2018. 60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. FCP – UTEQ. 2018. 27
Figura 2. Prueba Kruskal – Wallis en la evaluación sensorial de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. FCP – UTEQ. 2018. 58
Figura 3. Análisis de preferencia de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. FCP – UTEQ. 2018. 59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotografías del experimento. 72
Anexo 2. Balance de masa del proceso para la elaboración de semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. 75
Anexo 3. Técnica para la medición de pH, grados brix y acidez titulable. 78
Anexo 4. Técnica para la medición de humedad y materia seca. 79
Anexo 5. Técnica para la medición de cenizas y materia orgánica. 80
Anexo 6. Técnica para la medición de fibra bruta. 81
Anexo 7. Técnica para la medición de nitrógeno total. 83
Anexo 8. Técnica para la medición de extracto etéreo. 85
Anexo 9. Técnica para la medición de energía. 86
Anexo 10. Hoja de respuesta para la evaluación sensorial. 88
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable pH. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 89
Anexo 12. Análisis de varianza para la variable acidez titulable. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 89
Anexo 13. Análisis de varianza para la variable grados brix. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 89
Anexo 14. Análisis de varianza para la variable humedad o pérdida por calentamiento. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 90
Anexo 15. Análisis de varianza para la variable materia seca o sólidos totales. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 90
Anexo 16. Análisis de varianza para la variable materia inorgánica o cenizas. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 91
Anexo 17. Análisis de varianza para la variable materia orgánica. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 91
Anexo 18. Análisis de varianza para la variable fibra bruta. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. .92
Anexo 19. Análisis de varianza para la variable nitrógeno total o proteína bruta. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 92
Anexo 20. Análisis de varianza para la variable grasa bruta o extracto etéreo. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 93
Anexo 21. Análisis de varianza para la variable energía. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 93
Anexo 22. Análisis de varianza para la variable aerobios mesófilos. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 94

Anexo 23. Análisis de varianza para la variable mohos y levaduras. FCP – UTEQ. 2017 – 2018. 94
Anexo 24. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable color – atributo café claro. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.....95
Anexo 25. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable color – atributo cremoso. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.....95
Anexo 26. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable olor – atributo fruta de pan. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.....95
Anexo 27. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable olor – atributo quemado. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.....96
Anexo 28. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable gusto – atributo fruta de pan. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.....96
Anexo 29. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable gusto – atributo chocolate. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.....96
Anexo 30. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable textura – atributo fragmentable. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.....97
Anexo 31. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable textura – atributo dura. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.....97
Anexo 32. Norma salvadoreña NSO 67.31.02:04 para el café tostado en grano y café tostado molido.....98

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la fruta de pan (*Artocarpus altilis*) es muy abundante en climas cálidos y húmedos, encontrándose en huertos caseros de la Amazonia y Costa, da frutos durante largos periodos del año, pero la producción del mismo no se ve explotada. La utilización de los frutos en la alimentación humana adquiere en la actualidad un importante papel en virtud de garantizar una mayor producción de alimentos con bajos costos, si se tiene en cuenta que más del 70% de la producción de frutas de este árbol se pierde por baja demanda y escaso conocimiento de su uso. Utilizar especies promisoras permiten no solo suplir las necesidades alimentarias de la población, sino también constituir en una fuente de comercialización mejorando la economía de las personas y aún de las comunidades (1).

La fruta de pan (*Artocarpus altilis*) conocido comúnmente como "pan del árbol o árbol del pan o breadfruit (2), es una planta perenne originaria de las islas del pacífico que se trasladó y se naturalizó en las zonas tropicales del planeta, es cultivada por número reducido de campesinos durante varios meses del año (1). Este árbol, obtiene una altura que oscila entre 8 y 20 m y tiene un tronco con un diámetro de 60 cm o más. Se propaga por pedazos de raíces o acodo y produce un fruto de 10 a 20 cm de ancho, se utiliza para el consumo humano o animal por su riqueza en compuestos energéticos, aunque es pobre en proteína (3).

Las evaluaciones de calidad realizadas en racimos de frutos provenientes de plantas establecidas en campo experimental del centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (CENIAP), demuestran que sus pesos promedios oscilan entre 2 y 3 kg, encontrando frutos de 8 kg. La proporción del fruto en madurez fisiológica es de aproximadamente 59% de pulpa, 37% de cáscara y 4% semilla, estas miden de 2 a 4 cm de largo y de 1,25 a 2 cm de ancho, de color blanco y sin ondulaciones, encontrándose entre un numero de 100 y 500 en un solo fruto, aunque el número de semillas varia significativamente de frutos de una planta a otra, siendo el peso de este alrededor de 7 g, los valores de SST, acidez y vitamina C muy variable entre la madurez fisiológica y organoléptica (4).

En la ciudad de Quevedo la fruta de pan es normalmente consumida, cocida en postres o como alimento para animales, gran parte de la ciudadanía aún desconoce de la gran variedad de usos alimentarios que se pueden obtener de la semilla de fruta pan, es importante impulsar esta fruta siendo su inversión mínima y además resulta económico cultivar esta fruta debido que su producción es muy buena.

El chocolate utilizado como coberturas, a nivel mundial son muy populares debido a sus características sensoriales y a su excelente valor nutricional. La transformación del cacao en cobertura comprende distintas etapas algunas de ellas muy críticas, que inciden directamente en el producto. En el transcurso del proceso de la elaboración la cobertura se incluye, operaciones que son críticas desde las características organolépticas y otras propiedades del producto. Iniciando con la obtención del licor proveniente de un cacao bien fermentado y seco de partículas de tamaño adecuado. Continuando con el conchado de dicho licor que es el punto central para la obtención de la cobertura (5).

El chocolate de cobertura se caracteriza por contener un alto contenido de manteca de cacao que otros tipos de chocolate, la proporción de esa manteca varía naturalmente con el destino del producto, el cual contiene 15% más que el chocolate común. Puede ser negro, con leche o blanco y resulta de la mezcla entre la pasta de caco y azúcar con o sin adición de manteca de cacao. La cobertura se usa porque es fácil de manejar y conseguir dar brillo al producto (6).

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÒN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El árbol de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) es parte de la biodiversidad del agro - ecosistema campesino, mismo que culturalmente contribuye parcialmente como alimento cocido para las familias. Sin embargo, este producto (semilla) es poco conocido en la industria alimentaria, pese a las bondades nutricionales que posee este fruto. Es poco difundido debido a la carencia de investigaciones que posibiliten agregar valor para mejorar la oferta del producto y estimular el consumo, ante este escenario se hace necesario identificar metodologías que permitan usar la semilla del árbol de fruta de pan como producto alimenticio con chocolate de cobertura nacional.

La idea central consiste en resolver el problema del limitado consumo de la semilla de fruta de pan, esta investigación planteó procesar la fruta de pan mediante el proceso de torrefacción considerando parámetros de tiempo y temperatura, con el propósito de obtener un producto de alta calidad de consumo humano.

Fruto torrefactado con chocolate de cobertura es una respuesta de innovación tecnológica para ampliar la oferta alimentaria de un producto 100% elaborado con materias primas locales, sin duda este producto con grandes cualidades nutritivas, se convertiría en una nueva alternativa nutricional y económica que crea oportunidades de negocios y mejoramiento de las economías locales.

1.1.1.1. Diagnóstico.

La semilla de fruta de pan como parte de los productos biodiversos del agro - ecosistema campesino presentan potencialidades nutricionales, los productores la aprovechan como alimento cocido, en la elaboración artesanal de tortas o como alimento para cerdos. Sin embargo, la escasa investigación y deficiente tecnología limitan innovar nuevos usos nutricionales de dicha semilla. La agregación de valor mediante el proceso de torrefacción es una oportunidad para ampliar la oferta de un nuevo y novedoso producto alimentario. Escenario que asigna importancia social, económica y ambiental al árbol de fruta de pan. En ese mismo orden, la agregación de valor contribuye a la generación de empleo y mejora de la economía de las familias productoras.

1.1.1.2. Pronóstico.

¿Es posible obtener semilla de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) con chocolate de cobertura con características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales aceptables para el consumo humano mediante procesos de torrefacción?

1.1.2. Formulación del problema.

- ¿Cuál es el tiempo y la temperatura apropiada para el proceso de torrefacción de la semilla de fruta de pan con chocolate de cobertura?
- ¿El empleo de tiempo y temperatura para la torrefacción de semilla de fruta de pan con chocolate de cobertura permitirá evaluar un producto local con valor agregado de calidad?
- ¿El empleo de tiempo y temperatura durante el proceso de torrefacción permitirá evaluar la calidad de la semilla de fruta de pan con chocolate de cobertura?

1.1.3. Sistematización del problema.

- ¿Cuál será el tiempo y temperatura apropiados para una correcta torrefacción de la semilla de fruta de pan con chocolate de cobertura?
- ¿Cómo determinar el efecto que tendrá en los procesos fisicoquímicos y microbiológicos la semilla de fruta de pan (torrefactada)?
- ¿De qué manera el realizar las pruebas sensoriales ayudará a determinar el grado de aceptación de la semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura?
- ¿Cómo establecer la relación B/C de la obtención de la semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar el tiempo y temperatura para la torrefacción de la semilla de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) con chocolate de cobertura.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la semilla de fruta de pan.
- Valorar la aceptabilidad sensorial de la semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura.
- Determinar la rentabilidad a través del indicador B/C del mejor tratamiento.

1.3. Justificación.

La presente investigación enriquece el campo axiológico, siendo una exploración técnica experimental que servirá como referencia de investigación, y los beneficiarios directos serán los agricultores dueños de fincas, siendo los que necesitan ampliar su conocimiento sobre los procesos de producción para su posterior comercialización de la semilla fruta de pan.

Este trabajo investigativo se realizó con la finalidad de determinar el proceso de torrefacción de la semilla de fruta de pan con chocolate de cobertura, al cual se aplicó variaciones de tiempo y temperatura. Con este proyecto se pretendió no solo a generar una investigación, sino también a contribuir a obtener conocimientos que se van adquiriendo en todo el proceso de elaboración del producto, para que el producto terminado sea considerado por quienes desarrollen esta labor y que logren no solamente un beneficio económico sino una nueva alternativa de trabajo.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

Artocarpus Altilis

El árbol del pan (*Artocarpus Altilis*) es un árbol longevo, tropical, perennifolio cultivado principalmente por su fruto rico en almidones (7).

Alimento

Producto o sustancia de cualquier naturaleza que una vez ingerido aporta materiales asimilables que cumplen una función nutritiva en el organismo (8).

Calidad

Es el grado en el que un conjunto de características cumple con los requisitos "La calidad es más una condición psicológica y emocional que técnica" (9).

Nutrición

Se define como "el conjunto de fenómenos mediante los cuales se obtiene, utilizan y excretan las sustancias nutritivas" (10).

Torrefacción

Es una operación en la cual son formados, bajo la acción del calor, los principios aromáticos que no existen previamente, en su mayoría, en la semilla. Consiste en calentar los granos a una temperatura que provoque modificaciones químicas, físicas y físico-químicas que hace que de éstos se pueda obtener una infusión cuyas cualidades sean satisfactorias (11).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Fruta de pan (*Artocarpus altilis*).

El árbol del pan (*Artocarpus altilis*) es una planta perenne, originaria de las islas del pacífico, en muchas regiones tropicales del mundo constituyen una fuente de energía y minerales para la alimentación humana y de animales domésticos. En la actualidad, este árbol se encuentra difundido por todos los continentes en grandes y pequeñas poblaciones (12).

2.2.2. Etimología.

Artocarpus, del griego artos = pan

Karpos = Fruto, aludiendo a su fruto comestible.

Altilis, del latín altilis - e = engorde o alimentar, el cual refiere a sus frutos (12).

2.2.3. Variedades.

Hay dos tipos, con semilla y sin semilla: los tipos sin semilla tienen cubierta lisa, las hojas profundamente recortadas con copa más erecta y más corta. Los frutos con semilla tienen tipo espinas, las hojas no son tan recortadas y la copa es más ancha. Hay formas intermedias que sólo tienen de cinco a diez semillas y existen otras que poseen entre 50 y 100 por fruto (13).

2.2.4. Descripción botánica.

Es un árbol grande, normalmente de 20 - 25 m de altura y 50 – 90 cm de diámetro del árbol, pero puede alcanzar hasta 35 - 40 y 150 cm diámetro del árbol. El tronco es recto, habitualmente con aletones bien desarrollados. Las ramas son ascendentes, formado una copa redondeada o piramidal. La corteza es áspera, gris negruzca y frecuentemente con escamas grandes y cuadradas. La corteza interna exuda una savia o látex pegajoso y rosado en contacto con el aire, siendo una de las características distintas de este árbol (14).

- **Fruta:** es climatérica, carnosa y grande, con forma ovoide, tienen de 13 a 20 cm de largo y 7 a 12 cm de diámetro. El peso varía entre 0,8 y 1,5 kg. La piel es de color que varía entre un verde oscuro y un color verde amarillento, cuando está maduro.

Presenta una textura espinosa flexible. La pulpa, es de un color blanco amarillento cuando está madura, con dulce aroma y sabor. Del peso total de la fruta, el 49% es semilla, 21% cáscara, 21% pulpa y el 9% corazón (15).

- **Semilla:** son de color marrón, brillante, redondas y comprimidas de manera irregular (16). Tienen forma convexa y un tamaño de 3,5 x 2,5 cm; posee dos cutículas o cascarilla protectora, una externa leñosa y una interna apergaminada y delgada. El peso promedio por semilla es de 8,5 gramos. Del peso total de la semilla, el 75% es parte comestible y el 25% restante es cáscara o cutícula. El número de semillas por kg es de 120 aproximadamente (17).

2.2.5. Datos ambientales.

Cosecha: se realiza mediante recolección manual de los frutos caídos en el suelo, entre octubre y abril. La producción comienza a los cinco años, puede producir hasta once toneladas/ha/año de frutos para una densidad de 100 árboles/ ha (18).

2.2.6. Principales usos.

La masa se consume cocida. Se hornea como pan y la semilla se hierven, también pueden ser ingerida como nuez por su sabor agradable. Contienen entre 20 y 37% de carbohidratos, es rico en hierro, fosforo, calcio y niacina además contienen vitamina C (13).

2.2.7. Producción y productividad.

El árbol del pan empieza a producir a partir de los 5 a 6 años de ser plantado, lo cual se muestra en la Tabla 1 (15).

Tabla 1. *Productividad de árboles de pan adultos.*

Características	Números
Número de frutas x árbol x año	120
Peso de frutas x árbol x año	156 kg
Semilla comestible	52 kg
Forraje (cáscara, corazón, fibra) x árbol por año	90 kg
Número de árboles x hectárea	100 (10 x 10 m)
Fruta por hectárea x año	15,6 toneladas
Forraje x hectárea x año	9,0 toneladas
Semilla comestible x hectárea x año	5,2 toneladas

FUENTE: (15).
ELABORADO: AUTORA.

2.2.8. Composición nutricional.

La semilla de fruta de pan es rica en carbohidratos, y son una buena fuente de vitaminas y minerales. En la Tabla 2, se detalla su valor nutricional del fruto de pan por cada 100 g. (1).

Tabla 2. *Valor nutricional del fruto de pan por cada 100 g.*

Componentes	Fruto crudo	Fruto hervido
Agua (%)	63,80 – 74,30	67,30 – 71,20
Proteína (g)	3,80	0,95 – 1,20
Carbohidratos (g)	77,30	24,50 – 30,30
Grasa (g)	0,71	0,24
Calcio (mg)	24	12,10 – 21,10
Potasio (mg)	352	--
Fosforo (mg)	90	27,30 – 37,90
Hierro (mg)	0,96	0,27 – 0,49
Sodio (mg)	7,10	--
Vitamina B1 (mg)	0,07 – 0,12	0,08
Vitamina B2 (mg)	0,20	0,05 – 0,07
Vitamina B3 (mg)	2,40	0,62 – 0,74
Vitamina C (mg)	22,70	2,90 – 3,20

FUENTE: (1).
ELABORADO: AUTORA.

En la Tabla 3, se indica la composición nutricional de la semilla de pan (*Artocarpus Artilis*) (1) (19).

Tabla 3. *Composición nutricional de la semilla de fruta de pan.*

Componentes	Semilla de pan
Agua (%)	56,67
Proteína (g)	8,80
Carbohidratos (g)	26,60
Grasa (g)	6,10
Fibra (g)	1,80
Ceniza (g)	1,60

FUENTE: (1).
ELABORADO: AUTORA.

2.2.9. Tostado o torrefacción de la semilla de fruta de pan.

La torrefacción de la semilla de fruta de pan es un proceso en el cual intervienen mecanismo de transferencia de calor y de masa simultánea. Depende del tiempo y la temperatura, donde se inducen los cambios en la semilla de fruta de pan. Existen grandes diferencias entre mencionado producto agrícola tostado y crudo, porque al sufrir este proceso, la composición de la semilla de fruta de pan modifica su estructura; estas modificaciones pueden ser tanto físicas (volumen, densidad, color, dureza), como también cambios químicos que dan origen a las cualidades organolépticas de la semilla de fruta pan (20).

2.2.10. Curva de torrefacción.

La curva de torrefacción o perfiles de torrado son gráficas en las cuales se representan la variación de la temperatura del proceso (eje Y) frente al tiempo (eje X), el diseño de la curva o perfil de torrefacción se realiza de acuerdo a las características sensoriales que se quieran resaltar o atenuar, también al origen o calidad de la materia prima (21).

Existen tres sistemas de aplicación de las curvas de tueste:

- La primera se refieres al uso de tres intensidades de calor. Una primera fase de calor alto para secar la humedad, una segunda fase con intensidad media y la última con menor intensidad para acabar de desarrollar perfectamente el producto.

- El segundo sistema se vale de un calor constante durante todo el proceso.

- El tercer sistema sería justamente lo contrario que la primera entre los tostadores, la más habitual es la primera porque se aprovecha mejor la energía y acentúa los atributos del producto (22).

Entre los factores a controlar, es muy importante la luz. Nunca se puede controlar bien el producto con la luz natural o la iluminación de la sala de tueste, por las variaciones en función de la claridad/oscuridad externa y por el volumen de ocupación de la semilla (22).

2.2.11. Etapas de torrefacción.

La torrefacción se divide en tres fases:

- **Fase de secado:** es un proceso endotérmico tiene tres etapas, la primera es la evaporación de agua de la semilla que ocurre durante el 80% del tiempo de torrefacción; en la segunda, la semilla pierden el agua ligada que es el 3% del total de la humedad inicial y la tercera cuando la semilla pierde color café y se torna café marrón adicionalmente cambia el aroma característico de la semilla (23).

- **Fase de tostion o pirolisis:** por acción del calor, los compuestos de la semilla comienzan a sufrir una serie de reacciones pirolíticas carácter exotérmico dentro de la célula, conllevando a aumentar el espesor de la membrana y produciendo compuestos responsables del aroma y sabor. Cuando la semilla logra su máximo hinchamiento. Por los cambios en a la composición química de la semilla se liberan gran cantidad de CO_2 con presencia de humo, primero de color azulado, luego grisáceo y opaco (23).

- **Fase de enfriamiento:** una vez se alcanza el grado de tueste deseado, se debe interrumpir la pirolisis mediante enfriamiento. Los medios más empleados son el aire y el agua, hay presencia de humo blanco denso y un aroma a pan tostado (23)**.**

2.2.12. Temperatura de la torrefacción.

La temperatura de tueste depende del tipo de máquina de tostar, el tiempo de tueste y la intensidad del color final requerido, En una primera fase se seca la humedad de la materia prima a utilizar, es la fase que influye menos en el gusto final. En una segunda fase se origina la expansión de las celdillas de la semilla de la fruta de pan y empieza la creación de los

gases. La tercera fase debe ser más lenta pues es la que confiere básicamente el gusto final al producto (24).

2.2.13. Tiempo de la torrefacción.

El tiempo de torrefacción oscila según los factores de tiempo que se vaya a utilizar. Este tiempo también depende de varios factores como son el hábito de consumo del país, el tipo de maquina a utilizar y la materia prima que se utilice (22).

Existen dos sistemas de torrefacción o tostado:

- **Sistema lento:** es muy apreciado por los tostadores artesanales. Se consigue así una semilla con un color oscuro, con una óptima presencia para ser vendido (24).

- **Proceso rápido:** tienen detractores que le achacan por producir menos calidad que el sistema anterior con el que se obtiene menos merma. (24).

2.2.14. Aspectos generales sobre el chocolate.

El chocolate es un alimento cuya ingestión produce sensación de bienestar en el organismo. Esto ocurre porque este alimento contiene una serie de componentes con propiedades euforizantes y estimulantes. Entre ellos destaca la feniletilamina, un componente que, en realidad, pertenece a la familia de las anfetaminas (25).

Este producto se obtiene mezclando cacao, azúcar, vainilla, lecitina, manteca de cacao, edulcorantes. También se le pueden añadir una gran variedad de ingredientes como frutos secos enteros (almendras y avellana, principalmente), frutos secos en pasta, frutos desecados (pasas) café, licor, cereales (arroz, trigo, maíz) inflados o en flecos, así como edulcorantes (miel, fructuosa, edulcorantes artificiales) y otros productos semi - elaborados (cremas aromatizadas como menta o fresa) (25).

2.2.15. Tipos de chocolate más comunes.

- **Chocolate negro:** es el resultado de las mezclas de la pasta y la manteca del cacao con azúcar, sin añadido de ningún otro producto, las proporciones con que se elabora depende del fabricante, el chocolate negro debe presentar una proporción de pasta de cacao superior aproximadamente 50% del producto, pues es partir de esa cantidad

cuando el amargor del cacao empieza a ser perceptible en cualquier caso, existen en el mercado tabletas de chocolate negro con distintas proporciones de caco, llegando incluso hasta el 99% (26).

- **Chocolate de cobertura:** es el chocolate que utilizan los chocolateros y los pasteleros como materia prima. Puede ser negro o con leche, pero en todo caso se trata de un chocolate con una proporción de manteca de cacao de alrededor del 30%, lo que supone el doble que en los otros tipos de chocolate. La cobertura se usa para conseguir un alto brillo al templar el chocolate y por qué se funde fácilmente y es muy moldeable (26).

- **Chocolate blanco:** estrictamente, no se trata de chocolate como tal, pues carece en su composición de la pasta de cacao, que es la materia que aporta las propiedades del cacao. Se elabora con manteca de cacao (por lo menos el 20%), leche (en polvo o condesada) y azúcar. Es un producto extremadanamente energético y dulce (no posee regusto amargo). Visualmente muy atractivo, es un elemento decorativo muy usado en repostería (26).

2.2.16. Aspectos nutricionales del chocolate.

El chocolate es una fuente de alto valor energético, alto contenido de carbohidratos, lípidos y proteína. El chocolate con leche es fuente de calcio, magnesio, vitamina B1, B2, B3 hierro, muy esencial en la dieta diaria de las personas. Contiene del 3 al 10% de fibra, además tiene un contenido de teobromina y cafeína, alcaloides de efectos estimulantes al celebro, el chocolate es un alimento con un alto contenido de grasa y azucares, motivo por el que presenta un notable valor energético, este elevado contenido graso del chocolate junto a la presencia de azúcar, es el motivo por el cual posee un valor energético tan alto. De hecho, 100 g de chocolate aportan unas 500 cal, debido a su elevado contenido de grasas (35/ 100 g, aproximadamente) y de azucares (45/ 100 g el equivalente a 4 sobres de azucares) (27).

2.2.17. Atemperado del chocolate.

En la técnica operatoria cuando se compra un chocolate de calidad, este ya está templado y al fundirlo para bañar o preparar artículos de bombonería con moldes se destempla, por lo cual se dispersa y se provoca la separación de los cristales. La función del templado es

reagruparlos de nuevo como se explicó previamente, y para que el chocolate tenga brillo durable, resistencia al calor y sea crocante (28).

2.2.18. Proceso de templado.

1) Cortar en trozos el chocolate cobertura de manera homogénea.

2) Colocar en un recipiente enlozado o de acero inoxidable.

3) Generar baño maría: utilizar un recipiente para colocar el producto que sea de mayor tamaño que el que contiene el agua, de este modo el vapor/calor quedaría retenido en el interior. También existen ollas especiales que encajan perfectamente una sobre otra, evitando así que el vapor escape y afecte a la cobertura (29).

2.2.19. Características sensoriales del chocolate.

Tienen su origen en los precursores del aroma que están presentes en las almendras de cacao, en los tratamientos post – cosecha y finalmente se transforman en las características sensoriales del chocolate durante el proceso de fabricación, en el cual se desarrollan también las propiedades organolépticas más ligadas al aspecto y a la textura. Además de los factores inherentes mencionados, los ingredientes utilizados y las técnicas de proceso también influyen en la calidad sensorial final del chocolate. Algunos de los 15 atributos sensoriales más utilizados para evaluar la apariencia del chocolate son color, brillo, fusión en la mano y aspecto de la superficie (27).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología y Rumiología de la Finca Experimental "La María" pertenecientes a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Entre las coordenadas geográficas de 01 º 06 ´ de latitud sur y 79 º 29 ´ de longitud oeste a una altura de 120 msnm con una temperatura media de 25,8 ˚C.

3.1.1. Condiciones geográficas.

En la Tabla 4, se indican las condiciones meteorológicas que presenta el lugar donde se realizó la investigación.

Tabla 4. *Condiciones Meteorológicas aproximadas de cantón Mocache. FCP – UTEQ. 2018.*

Datos meteorológicos	Valores promedios
Humedad relativa (%)	85,84
Temperatura (ºC)	27,47
Precipitación (mm/anual)	2223,85
Heliofania (horas luz año)	898,66
Zona ecológica	Bosque semi - húmedo tropical

FUENTE: (31).
ELABORADO: AUTORA.

3.2. Tipos de investigación.

3.2.1. Investigación exploratoria.

Se realizó con el propósito de destacar aspectos fundamentales ante la problemática planteada que corresponde al deficiente consumo e industrialización de la fruta de pan en la zona de estudio. Siendo necesario utilizar este tipo de investigación, porque permite abrir líneas de investigación y proceder a su consecuente comprobación.

3.2.2. Investigación experimental.

Mediante este tipo de investigación se evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica de la semilla de fruta de pan (torrefactada), posterior a esto se realizó el cubrimiento con chocolate de cacao nacional para su correspondiente análisis sensorial.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método inductivo – deductivo.

Se aplicaron estos métodos con el propósito de formular el tema del proyecto de investigación, y generar soluciones partiendo de un problema ya establecido que corresponde al deficiente aprovechamiento de la fruta de pan. Permitiendo establecer una posible metodología para la industrialización de mencionada materia prima, evaluando si la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial se ven influenciadas por la variación en el tiempo y temperatura en el proceso de la torrefacción.

3.3.2. Método estadístico.

Se utilizó un software estadístico (Infostat) para cuantificar, tabular y ordenar los datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la semilla de fruta de pan torrefactada y en la evaluación sensorial del producto semielaborado con chocolate de cobertura.

3.4. Fuentes de recopilación de la investigación.

La información presentada en el proyecto de investigación se tomó de diversas fuentes primarias (consulta a expertos, pre – ensayos, encuestas) y secundarias (revistas científicas, sitios y páginas web, tesis, artículos científicos, entre otros).

3.5. Diseño de la investigación.

La investigación se ejecutó con un arreglo factorial 2x2, dentro de un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco repeticiones. Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la Prueba de Tukey al 5% de significancia ($p \leq 0,05$).

3.5.1. Factores y niveles.

El planteamiento de factores que corresponde a los tiempos y temperaturas de torrefacción de la presente investigación se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. *Factores en estudio del ensayo experimental. FCP – UTEQ. 2018.*

Factores	Código	Niveles
Tiempo	A	a_1 20 min a_2 30 min
Temperatura	B	b_1 160 ºC b_2 180 ºC

ELABORADO: AUTORA.

3.5.2. Interacciones.

De la combinación entre los factores y niveles indicados en la Tabla 6, se obtuvieron las siguientes interacciones:

- a_1 x b_1 = 20 min / 160 ºC
- a_1 x b_2 = 20 min / 180 ºC
- a_2 x b_1 = 30 min / 160 ºC
- a_2 x b_2 = 30 min / 180 ºC

3.5.3. Esquema del ANDEVA.

En la Tabla 6, se detalla el esquema del análisis de la varianza para la presente investigación.

Tabla 6. *Esquema del ANDEVA. FCP – UTEQ. 2018.*

Fuente de variación (FV)		Grados de libertad (GL)
Tratamiento	(a * b -1)	3
Factor A	(a - 1)	1
Factor B	(b – 1)	1
Interacción A* B	(a – 1) (b – 1)	1
Error Experimental	(a * b) (r – 1)	16
Total	a * b * r – 1	19

ELABORADO: AUTORA.

3.5.4. Modelo matemático.

La fuente de variación para esta investigación se efectuó bajo el siguiente modelo de experimentación simple representado de la siguiente forma**:**

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + bj + a*b_{ij} + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = El total de una observación

μ = Valor de la media general de la población

a_i = Efecto "i-esimo" del factor a (tiempo de torrefacción)

b_j = Efecto de la interacción del factor b (temperatura de torrefacción)

$a*b_{ij}$ = Efecto de la interacción del factor a por el factor b

e_{ijk} = Efecto del error experimental

3.5.5. Esquema del experimento.

En la Tabla 7, se muestra el esquema del experimento planteado en la presente investigación con los respectivos tratamientos, repeticiones y unidades experimentales. Donde cada unidad experimental corresponde a 62 g de semilla de fruta de pan torrefactada para la evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial.

Tabla 7. *Factores en estudio del ensayo experimental. FCP – UTEQ. 2018.*

Tratamiento	Código	Replica	Unidad experimental 62 g	Subtotal
T1	a_1 b_1	5	1	5
T2	a_1 b_2	5	1	5
T3	a_2 b_1	5	1	5
T4	a_2 b_2	5	1	5
			Total	**20**

ELABORADO: AUTORA.

3.6. Instrumentos de la investigación.

Para establecer el mejor tratamiento en la investigación se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos a la semilla de fruta de pan torrefactada, y sensorial al producto semielaborado con chocolate de cobertura, trabajo desarrollado en el Laboratorio de Bromatología y Rumiología pertenecientes a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Además de una evaluación económica para la tecnología aplicada a la fruta de pan.

3.6.1. Análisis fisicoquímicos.

En la Tabla 8, se muestran las referencias de los métodos de ensayo de laboratorio para cada variable fisicoquímica. Cabe indicar que en el capítulo VII anexos se describen las técnicas de ensayo para cada análisis.

Tabla 8. *Métodos y referencias para los análisis fisicoquímicos de laboratorio. FCP – UTEQ. 2018.*

Análisis	Método – Referencia
pH	Potenciómetro (NMX – F – 317 – S – 1978)
Acidez titulable	Solución de hidróxido de sodio (NMX – F – 102 – S – 1978)
Grados brix	Brixómetro
Humedad o pérdida por calentamiento	Gravimetría (NMX – F – 083 - 1986)
Materia seca o sólidos totales	Diferencia (Cálculo)
Cenizas o materia inorgánica	Gravimetría (NMX – F – 066 – S – 1978)
Materia orgánica	Diferencia (Cálculo)
Fibra bruta	Digestión ácida y alcalina (NOM – F – 90 – S – 1978)
Nitrógeno total o proteína bruta	Kjeldahl (NOM – F – 68 – S – 1980)
Extracto etéreo o grasa bruta	Hidrólisis ácida (NMX – F – 427 – 1982)
Energía	Calorimetría

ELABORADO: AUTORA.

3.6.2. Análisis microbiológico.

En la Tabla 9, se muestran las referencias de los métodos de ensayo de laboratorio para cada variable microbiológica. Cabe indicar que en el capítulo VII anexos se describen las técnicas de ensayo para cada análisis.

Tabla 9. *Métodos y referencias para los análisis microbiológicos de laboratorio. FCP – UTEQ. 2018.*

Análisis	Método – Referencia
Aerobios mesófilos	NTE INEN 1529 – 5: 2006
Coliformes totales	NTE INEN 1529 – 7: 1990
Hongos y levaduras	NTE INEN 1529 – 10: 1998

ELABORADO: AUTORA.

3.6.3. Análisis sensorial.

El análisis sensorial se basó en determinar el efecto de la variación del tiempo y temperatura en el proceso de la torrefacción sobre las principales propiedades de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. Siendo:

- Color
- Olor
- Gusto
- Textura
- Aceptabilidad general

Se hizo uso de una prueba descriptiva (perfil sensorial) y de una escala de intervalo de cinco niveles (1 ligeramente, 2 moderadamente, 3 bastante, 4 mucho y 5 extremadamente) para la medición de los atributos asignados a cada propiedad. Además se aplicó una prueba afectiva (aceptación) para establecer el tratamiento más aceptable por parte de los jueces. Cabe indicar que en el capítulo VII anexos se muestran los formatos correspondientes para las encuestas sensoriales.

3.6.4. Análisis económico.

La evaluación económica se desarrolló a todos los tratamientos, para ello fue necesario calcular lo siguiente:

- **Costos totales**

Es la suma de los costos directos (materia prima, insumos, materiales directos de fabricación y mano de obra directa) y los costos indirectos (materiales de seguridad, suministro de fabricación y control de calidad del producto).

$$\mathbf{CT} = CD + CI$$

Dónde:

CT= Costos totales

CD= Costos directos

CI= Costos indirectos

- **Precio de venta**

Forma mediante la cual logra cubrir los costos de producción, entre otros. Se incluye además un porcentaje de utilidad, siendo este un precio ex – fábrica porque solamente determina cuanto es el ingreso por ventas.

$$\mathbf{PV=}\ CT + \text{margen de utilidad (\%)}$$

Dónde:

PV= Precio de venta

CT= Costos totales

- **Ingresos brutos**

Se refiere a las entradas de dinero que en proyecto comprende, principalmente por las actividades normales de operación y otras.

$$\mathbf{IB=}\ PV + Q$$

Dónde:

IB= Ingresos brutos

PV= Precio de venta

Q= Cantidad o peso de los productos fabricados

- **Beneficio neto**

Es el valor que se obtiene a través de la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales.

$$\mathbf{BN=}\ IB - CT$$

Dónde:

BN= Beneficio neto

IB= Ingresos brutos

CT= Costos totales

- **Relación beneficio/costo**

Relación existente entre los ingresos brutos y los costos totales, con ello se logra establecer los beneficios por cada dólar invertido en la elaboración del producto.

$$\mathbf{R}_{\mathbf{C}}^{\mathbf{B}} = IB/CT$$

Dónde:

R B/C= Relación beneficio/costo

IB= Ingresos brutos

CT= Costos totales

- **Tasa promedio de rentabilidad**

Hace referencia al valor que comprende la relación del beneficio neto y los costos totales multiplicado por el 100%.

$$\mathbf{TPR=} \frac{BN}{CT} \mathbf{*} 100\%$$

Dónde:

TPR= Tasa promedio de rentabilidad

BN= Beneficio neto

CT= Costos totales

3.7. Procedimiento experimental.

3.7.1. Diagrama de bloques del proceso para la elaboración de semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura.

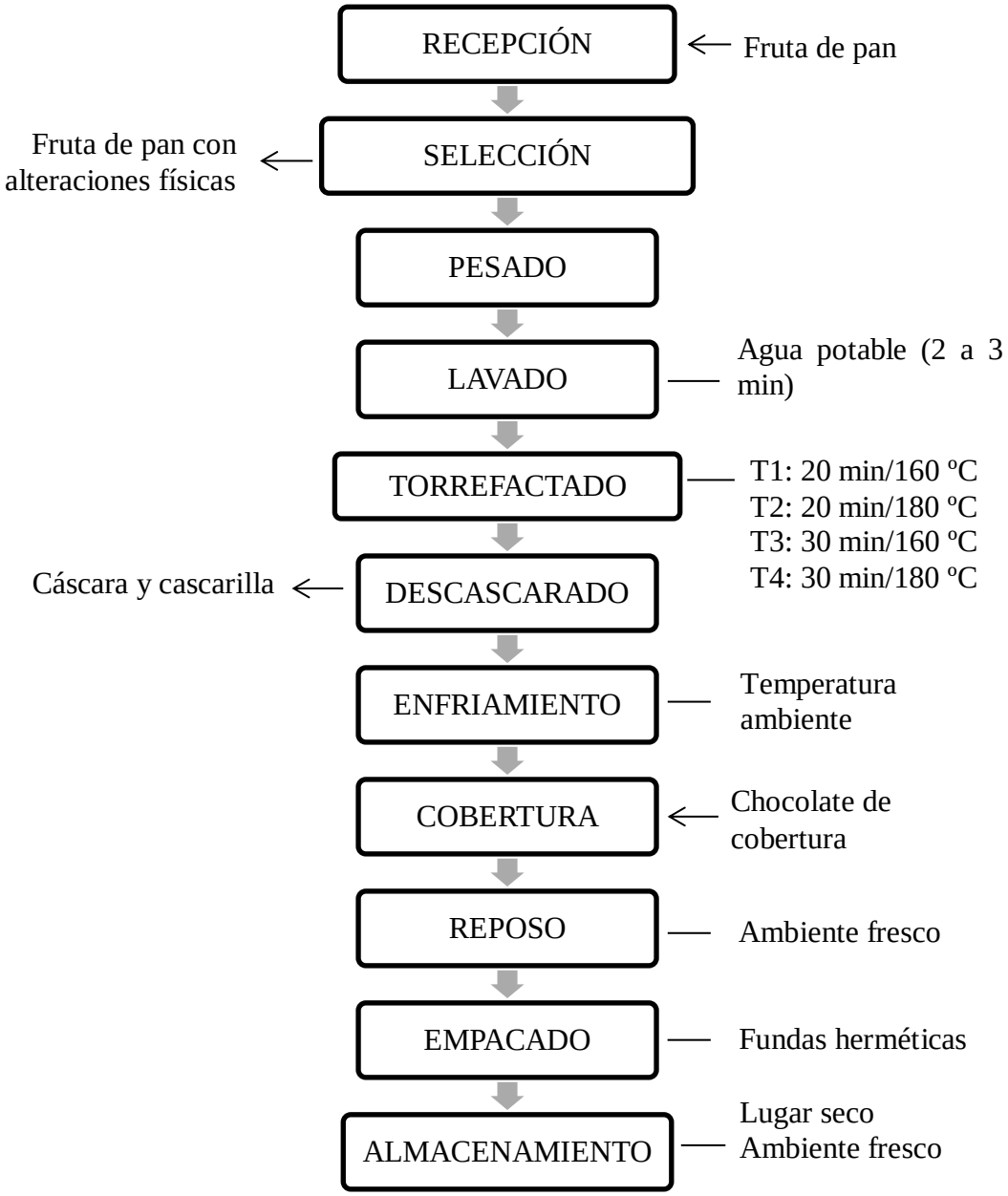


Figura 1. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. FCP – UTEQ. 2018.
ELABORADO: AUTORA.

3.7.2. Descripción del diagrama de bloques del proceso para la elaboración de semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura.

3.7.2.1. Recepción.

La materia prima (fruta de pan) se obtuvo en la parroquia La Esperanza, ciudad de Quevedo, la fruta de pan fue trasladada al Laboratorio de Bromatología para el correspondiente procesamiento, empleando para ello fundas plásticas. El chocolate de cobertura fue adquirido en un local de repostería de la ciudad de Quevedo.

3.7.2.2. Selección y pesado.

Se realizó la selección de la semilla de fruta de pan producto agrícola de acuerdo a las propiedades organolépticas, observando que se encuentren libres de alteraciones. Posteriormente se pesó 443,2 g de fruta de pan para cada tratamiento dando un total de 1772,8 g a ser utilizado en la investigación.

3.7.2.3. Lavado.

La fruta de pan fue sometida a un proceso de enjuague con agua potable, esto con la finalidad de eliminar impurezas adheridas a la materia prima, dejando escurrir por 2 a 3 minutos en una superficie limpia y seca.

3.7.2.4. Torrefactado.

Especificado el gramaje para cada tratamiento, se procedió a colocar la fruta de pan en una bandeja de aluminio y se llevó a la estufa de aire forzado, de acuerdo a las condiciones establecidas en la Tabla 5.

3.7.2.5. Descascarado y enfriamiento.

Cumplido el tiempo de torrefactado se retiró la bandeja de aluminio y se dejó enfriar a temperatura ambiente por algunos minutos. Posteriormente, se descascararon y se introdujeron unos palillos de bambú en cada fruta de pan para facilitar el siguiente proceso. Conservando una cantidad del producto semielaborado en fundas herméticas para el análisis

fisicoquímico y microbiológico. Para el análisis sensorial la cantidad correspondiente de fruta de pan continuó con la fase de recubrimiento.

3.7.2.6. Cobertura.

Se fundió el chocolate en un recipiente de acero inoxidable, luego se llevó el contenido al interior del equipo baño maría a 50 ºC por 5 minutos, se tomó la fruta de pan con la ayuda de un palillo de madera para sumergirla en el chocolate bañándola completamente, retirando el exceso.

3.7.2.7. Reposo.

Se preparó la superficie a utilizar para el producto terminado cubriéndola con papel de aluminio, en ella se ubicó el producto terminado, dejando reposar para que se enfríe y se endurezca a temperatura ambiente.

3.7.2.8. Empacado.

Las frutas de pan con chocolate de cobertura fueron colocadas en fundas herméticas para su conservación.

3.7.2.9. Almacenamiento.

El producto terminado fue almacenado en un lugar seco a temperatura ambiente.

3.8. Tratamiento de los datos.

Para el tratamiento de los datos obtenidos en la presente investigación se aplicaron las siguientes pruebas:

3.8.1. Prueba de Tukey (Diferencia Honestamente Significativa, DHS).

Está diseñada para comparar todas las parejas posibles de medias, manteniendo a α, el error tipo I para todo el conjunto completo de comparaciones. Basándose en utilizar el cuadrado medio del error, que se obtiene de un análisis de varianza, para calcular un valor de referencia, ω, que se compara con las diferencias de cada par de medias, si el resultado es mayor que ω se asumen medias diferentes, en caso contrario se consideran semejantes o estadísticamente iguales.

Cuya fórmula de cálculo es:

$$\omega = q_{\propto}(k, v)\sqrt{\frac{CM_E}{n_g}}$$

Dónde:

k= número de tratamientos o niveles

v= grados de libertad asociados al CME, con v= N – k

n_g= número de observaciones en cada uno de los **k** niveles (lo que implica un diseño balanceado)

α= nivel de significancia

$q_{\propto}(k, v)$= valor de tablas de Tukey (rangos estudentizados de Tukey) (32).

3.8.2. Prueba de Kruskal – Wallis.

Es una alternativa a la Prueba F correspondiente al análisis de varianza para diseños de clasificación simple. Consiste en la comparación de varios grupos, utilizando la mediana de cada uno de ellos, en lugar de las medias.

Ho: la mediana de las k poblaciones consideradas son iguales y

Ha: al menos una de las poblaciones tiene mediana distinta a las otras.

$$H = \frac{12}{n(n+1)}\sum_{i=1}^{k}\frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Donde n es el total de datos.

Si hay igualdad en los datos se aplica la siguiente modificación a H (33).

$$H' = \frac{H}{1 - \frac{\sum_{i=1}^{g} t_i^3 - t_i}{n^3 - n}}$$

3.9. Recursos humanos y materiales.

3.9.1. Recursos humanos.

En la presente investigación se contó con los siguientes recursos humanos.

- Ing. Jaime Vera, Director del proyecto de investigación.
- Ing. Lourdes Ramos y Sr. Robert Kaiser, encargados del Laboratorio de Bromatología.
- Ing. David Zapatier, encargado del Laboratorio de Rumiología.
- Tesista.

3.9.2. Materiales.

3.9.2.1. Materia prima.

- Fruta de pan

3.9.2.2. Insumo.

- Chocolate de cobertura

3.9.2.3. Equipos.

- Estufa
- Autoclave
- Balanza gramera
- Balanza analítica
- Calentador agitador
- Baño maría
- Potenciómetro.
- Refractómetro.
- Mufla
- Cámara de sembrado
- Incubadora microbiológica
- Contador de colonias

3.9.2.4. Materiales de laboratorio.

- Matraces Erlenmeyer de 500 y 1000 mL
- Vasos de precipitación de 50 y 500 mL
- Cajas Petri
- Tubos de ensayo con corchos plásticos
- Gradillas plásticas
- Agitadores magnéticos
- Probeta de 10 mL
- Micropipeta de 1 mL
- Mechero de bunsen
- Puntas para micropipetas de 0,5 y 1 mL
- Espátula
- Nabetas de aluminio
- Soporte universal y accesorios
- Bureta graduada

3.9.2.5. Reactivos.

- Solución de hidróxido de sodio al 0,1 N
- Fenolftaleína
- Agua destilada
- Agar billis rojo – violeta para el cultivo de coliformes totales
- Agar potato dextrose para el cultivo de hongos y levaduras
- Agar plate count para el cultivo de aerobios mesófilos
- Alcohol antiséptico superior

3.9.2.6. Otros materiales.

- Fundas ziploc
- Bandejas de aluminio
- Palillos de bambú
- Recipiente de acero inoxidable
- Cuchara
- Algodón

3.9.2.7. Materiales de oficina.

- Cuaderno de apuntes
- Esferográficos
- Computadora
- Impresora
- Pendrive
- Carpetas de varilla
- Teléfono móvil
- Adhesivos
- Lápiz
- Borrador
- Calculadora

3.9.2.8. Materiales de seguridad.

- Mandil blanco
- Guantes de látex
- Mascarillas
- Cofias

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis fisicoquímicos de la fruta de pan.

En la Tabla 10, se muestran los valores registrados en el análisis fisicoquímico de la fruta de pan, los cuales corresponden: humedad de 69,05%, materia seca de 30,95%, potencial de hidrógeno de 6,02, grados brix de, acidez titulable de 0,35%, cenizas de 3,38%, materia orgánica de 96,62%, extracto etéreo de 11,75%, proteína bruta de 9,60%, fibra bruta de 4,50% y energía de 255,25 kcal/100 g.

Tabla 10. *Valores del análisis bromatológico de la fruta de pan. FCP - UTEQ. 2018.*

Parámetros	**Fruta de pan**
Potencial de hidrógeno	6,02
Acidez titulable	0,35%
Grados brix	
Humedad	69,05%
Materia seca	30,95%
Cenizas	3,38%
Materia orgánica	96,62%
Fibra bruta	4,50%
Proteína bruta	9,60%
Extracto etéreo	11,75%
Energía bruta	255,25 kcal/100 g

ELABORADO: AUTORA.

4.2. Análisis fisicoquímicos de la fruta de pan torrefactada.

4.2.1. Potencial de hidrógeno.

4.2.1.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable pH de la fruta de pan torrefactada (Tabla 11), se reportó significancia estadística para el factor tiempo, obteniendo para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 6,56 y 6,44 respectivamente. Sin embargo, para el factor temperatura no se encontró significancia estadística, registrando para los niveles de 160 y 180 ºC valores medios de 6,50, una media general de 6,50 y un coeficiente de variación de 0,64%.

Tabla 11. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable pH de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Potencial de hidrógeno (H+)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	6,56 b	160 ºC	6,50 a
30 minutos	6,44 a	180 ºC	6,50 a
Promedio	**6,50**		**6,50**
C.V. (%)	**0,64**		**0,64**
s.e.	**		n.s.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.1.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de pH de la fruta de pan torrefactada (Tabla 12), existió significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. El T1 y T2 presentaron diferencias con valores promedios de 6,57 y 6,56 respectivamente, frente al T3 y T4 con valores medios de 6,44 y 6,45 respectivamente. La mayor valoración de pH lo obtuvo el T1 con 6,57, mientras la menor valoración fue para el T3 con 6,44, una media general de 6,51 y un coeficiente de variación de 0,64%.

Tabla 12. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable pH de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Potencial de hidrógeno (H+)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	6,57 b
T2 (20 min / 180 ºC)	6,56 b
T3 (30 min / 160 ºC)	6,44 a
T4 (30 min / 180 ºC)	6,45 a
Promedio	**6,51**
C.V. (%)	**0,64**
s.e.	*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Riaño (34), en el efecto de la humedad del café crudo en las propiedades del café tostado, expone un valor de 4,95 de pH, el cual resulta inferior a los encontrados en la presente investigación.

Bonilla (35), en la evaluación de tostado y desarrollo de chocolate con leche a partir de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Trinitario, muestra valores entre 5,03 y 5,27 de pH, siendo inferiores a los registrados, pudiendo deberse a la composición de los granos de cacao frente a la fruta de pan.

4.2.2. Acidez titulable.

4.2.2.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable acidez titulable de la fruta de pan torrefactada (Tabla 13), no se obtuvo significancia estadística para el factor tiempo, reportando para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 0,30%. Mientras que, para el factor temperatura se encontró significancia estadística, registrando para los niveles de 160 y 180 ºC valores medios de 0,29 y 0,31% respectivamente, una media general de 0,30% y un coeficiente de variación de 3,52%.

Tabla 13. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable acidez titulable de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Acidez titulable (%)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	0,30 a	160 ºC	0,29 a
30 minutos	0,30 a	180 ºC	0,31 b
Promedio	**0,30**		**0,30**
C.V. (%)	**3,52**		**3,52**
s.e.	n.s.		*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.2.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de acidez titulable de la fruta de pan torrefactada (Tabla 14), se halló significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. Sin embargo, el T2 y T3 presentaron igualdades con valores promedios de 0,26 y 0,27% respectivamente, pero el T1 y T4 mostraron diferencias con valores medios de 0,33 y 0,35% respectivamente. La mayor valoración de acidez titulable lo obtuvo el T4 con 0,35%, mientras la menor valoración fue para el T3 con 0,26%, una media general de 0,30% y un coeficiente de variación de 3,52%.

Tabla 14. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable acidez titulable de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Acidez titulable (%)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	0,33 b
T2 (20 min / 180 ºC)	0,27 a
T3 (30 min / 160 ºC)	0,26 a
T4 (30 min / 180 ºC)	0,35 c
Promedio	**0,30**
C.V. (%)	**3,52**
s.e.	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Castaño & Torres (36), en la caracterización de café tostado a partir de café perforado por broca, obtuvieron valores de acidez titulable en un rango entre 0,8075 y 1,0567%, siendo superiores a los que se registraron en la investigación.

Alegría (37), en la evaluación de tratamientos previos al proceso de tostado de semillas de cacao para el diseño del área de producción de pasta de cacao (*Theobroma cacao* L.), registró valores que fluctuaron entre 8,91 y 5,10 meq/100 g, siendo superiores a los obtenidos en el presente estudio. Además, se indica que la acidez titulable mide el contenido de ácidos orgánicos, mientras que el pH determina los iones que se encuentran presentes en la solución y por ello pueden o no tener relación entre sí.

4.2.3. Grados brix.

4.2.3.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable grados brix de la fruta de pan torrefactada (Tabla 15), se encontró significancia estadística para el factor tiempo, alcanzando para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 1,79 y 1,41% respectivamente. Lo mismo ocurrió para el factor temperatura, obteniendo para los niveles de 160 y 180 ºC valores medios de 1,66 y 1,54% respectivamente, una media general de 1,60% y un coeficiente de variación de 3,95%.

Tabla 15. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable grados brix de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Grados brix (%)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	1,79 b	160 ºC	1,66 b
30 minutos	1,41 a	180 ºC	1,54 a
Promedio	**1,60**		**1,60**
C.V. (%)	**3,95**		**3,95**
s.e.	*		*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.3.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de grados brix de la fruta de pan torrefactada (Tabla 16), se determinó significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. Todos los tratamientos presentaron diferencias con valores promedios de 2,16, 1,42, 1,16 y 1,66% respectivamente. La mayor valoración de grados brix lo obtuvo el T1 con 2,16%, mientras la menor valoración fue para el T3 con 1,16%, una media general de 1,60% y un coeficiente de variación de 3,95%.

Tabla 16. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable grados brix de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Grados brix (%)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	2,16 d
T2 (20 min / 180 ºC)	1,42 b
T3 (30 min / 160 ºC)	1,16 a
T4 (30 min / 180 ºC)	1,66 c
Promedio	1,60
C.V. (%)	3,95
s.e.	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Buenaventura & Castaño (38), en el estudio de la influencia de la altitud en la calidad de la bebida de muestras de café procedente del ecotipo 206B en Colombia, obtuvieron valores que estuvieron en un rango entre 2,05 y 2,35%, estando un poco altos, debido a que se

siguieron patrones establecidos por el panel de catación de Cenicafé y no los correspondientes a tostión muy clara y molienda media, siendo estos valores superiores a los registrados en la presente investigación, pero con excepción para el T1.

Por otra parte, los valores promedios obtenidos en la presente investigación son próximos a los de Castaño & Torres (36), en la caracterización de café tostado a partir de café perforado por broca, quienes registraron un valor de 1,78% de grados brix.

4.2.4. Humedad o pérdida por calentamiento.

4.2.4.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de humedad de la fruta de pan torrefactada (Tabla 17), se observó significancia estadística para el factor tiempo, registrando para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 53,68 y 52,13% respectivamente. Lo mismo ocurrió para el factor temperatura, marcando para los niveles de 160 y 180 ºC valores promedios de 53,70 y 52,12% respectivamente, una media general de 52,91% y un coeficiente de variación de 2,03%.

Tabla 17. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable humedad de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Humedad o pérdida por calentamiento (%)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	53,68 b	160 ºC	53,70 b
30 minutos	52,13 a	180 ºC	52,12 a
Promedio	52,91		52,91
C.V. (%)	2,03		2,03
s.e.	*		*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.4.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de humedad de la fruta de pan torrefactada (Tabla 18), se observó significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. Sin embargo, el T4 presentó diferencia con un valor promedio de 51,11%, frente al T1, T2 y T3 con valores medios de 54,24, 53,13 y 53,16% respectivamente. La mayor valoración de humedad lo obtuvo el T1 con 54,24%, mientras la

menor valoración fue para el T4 con 51,11%, una media general de 52,91% y un coeficiente de variación de 2,03%.

Tabla 18. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable humedad de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Humedad o pérdida por calentamiento (%)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	54,24 b
T2 (20 min / 180 ºC)	53,13 b
T3 (30 min / 160 ºC)	53,16 b
T4 (30 min / 180 ºC)	51,11 a
Promedio	52,91
C.V. (%)	2,03
s.e.	*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadístMUCica (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Mencionados valores difieren a los resultados de Sánchez et al. (39), en el estudio de la hidrodinámica del café (*Coffea arabica* L.) en lecho fluidizado, quienes registraron valores que oscilaron entre 1,68 y 2,60% de humedad, además indican que la humedad del grano se pierde en los primeros minutos del proceso de la torrefacción, pudiendo ser que la pérdida de humedad esté gobernada por condiciones internas del grano, porque solamente es cuestión del tiempo y temperatura más que la velocidad del aire.

Corroborando con Riaño (34), en el efecto de la humedad del café crudo en las propiedades del café tostado, quien obtuvo un valor de 1,45% de humedad.

4.2.5. Materia seca o sólidos totales.

4.2.5.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA para la variable materia seca de la fruta de pan torrefactada (Tabla 19), se demostró significancia estadística para el factor tiempo, alcanzando para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 46,32 y 47,87% respectivamente. Siendo igual para el factor temperatura, registrando para los niveles de 160 y 180 ºC valores promedios de 46,30 y 47,88% respectivamente, una media general de 47,10% y un coeficiente de variación de 2,28%.

Tabla 19. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable materia seca de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Materia seca o sólidos totales (%)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	46,32 a	160 ºC	46,30 a
30 minutos	47,87 b	180 ºC	47,88 b
Promedio	47,10		47,10
C.V. (%)	2,28		2,28
s.e.	*		*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.5.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de materia seca de la fruta de pan torrefactada (Tabla 20), se observó significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. Sin embargo, el T4 presentó diferencia con un valor promedio de 48,89%, frente al T1, T2 y T3 con valores medios de 45,76, 46,87 y 46,84% respectivamente. La mayor valoración de materia seca lo obtuvo el T4 con 48,89%, mientras la menor valoración fue para el T1 con 45,76%, una media general de 47,09% y un coeficiente de variación de 2,28%.

Tabla 20. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable materia seca de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Materia seca o sólidos totales (%)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	45,76 a
T2 (20 min / 180 ºC)	46,87 a
T3 (30 min / 160 ºC)	46,84 a
T4 (30 min / 180 ºC)	48,89 b
Promedio	47,09
C.V. (%)	2,28
s.e.	*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Bratschi et al. (40), en la caracterización química del grano de soja sometido a diferentes tratamientos de desactivación 2: efecto del tostado, registraron un rango entre 94,1 y 94,6% de materia seca, siendo valores superiores a los que se muestran en la presente investigación.

Los resultados obtenidos en la presente investigación tampoco coinciden a los de Lon – Wo et al. (41), en el estudio de extrusión, tostado o secado al sol de granos de leguminosas tropicales. Nota técnica, quienes obtuvieron valores de 90,53 y 94,32% de materia seca para la mucuna y canavalia respectivamente.

4.2.6. Cenizas o materia inorgánica.

4.2.6.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA para la variable cenizas de la fruta de pan torrefactada (Tabla 21), no se indicó significancia estadística para el factor tiempo, consiguiendo para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 1,24%. Siendo igual para el factor temperatura, registrando para los niveles de 160 y 180 ºC valores promedios de 1,22 y 1,26% respectivamente, una media general de 1,24% y un coeficiente de variación de 5,18%.

Tabla 21. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable cenizas de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Cenizas o materia inorgánica (%)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	1,24 a	160 ºC	1,22 a
30 minutos	1,24 a	180 ºC	1,26 a
Promedio	1,24		1,24
C.V. (%)	5,18		5,18
s.e.	n.s.		n.s.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.6.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de cenizas de la fruta de pan torrefactada (Tabla 22), no se determinó significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. Todos los tratamientos presentaron igualdades con valores promedios de 1,21, 1,26, 1,22 y 1,26% respectivamente. La mayor valoración de cenizas lo

obtuvo el T4 con 1,26%, mientras la menor valoración fue para el T1 con 1,21%, una media general de 1,24% y un coeficiente de variación de 5,18%.

Tabla 22. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable cenizas de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Cenizas o materia inorgánica (%)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	1,21 a
T2 (20 min / 180 ºC)	1,26 a
T3 (30 min / 160 ºC)	1,22 a
T4 (30 min / 180 ºC)	1,26 a
Promedio	1,24
C.V. (%)	5,18
s.e.	n.s.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Mencionado valores son inferiores a los obtenidos por Álvarez et al. (42), en la caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas (150 ºC por 30 minutos) cultivadas en la región de Cuyagua, Estado Aragua, quienes registraron valores entre 2,86 y 3,32% de cenizas.

Coincidiendo con lo expuesto por Alves & Canniatti – Brazaca (43), en la disponibilidad de hierro in vitro de granos de soja tostados por diferentes tratamientos, quienes registraron valores en un rango entre 4,44 y 4,81% de cenizas.

4.2.7. Materia orgánica.

4.2.7.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable materia orgánica de la fruta de pan torrefactada (Tabla 23), no se encontró significancia estadística para el factor tiempo, obteniendo para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 98,76%. Siendo igual para el factor temperatura, registrando para los niveles de 160 y 180 ºC valores medios de 98,78 y 98,74% respectivamente, una media general de 98,76% y un coeficiente de variación de 0,06%.

Tabla 23. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable materia orgánica de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Materia orgánica (%)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	98,76 a	160 ºC	98,78 a
30 minutos	98,76 a	180 ºC	98,74 a
Promedio	98,76		98,76
C.V. (%)	0,06		0,06
s.e.	n.s.		n.s.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.7.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de materia orgánica de la fruta de pan torrefactada (Tabla 24), no se mostró significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. Todos los tratamientos presentaron igualdades con valores promedios de 98,78, 98,74, 98,78 y 98,74% respectivamente. La mayor valoración de materia orgánica lo registraron el T1 y T3 con 98,78%, mientras la menor valoración fue para el T2 y T4 con 98,74%, una media general de 98,76% y un coeficiente de variación de 0,06%.

Tabla 24. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable materia orgánica de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Materia orgánica (%)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	98,78 a
T2 (20 min / 180 ºC)	98,74 a
T3 (30 min / 160 ºC)	98,78 a
T4 (30 min / 180 ºC)	98,74 a
Promedio	98,76
C.V. (%)	0,06
s.e.	n.s.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Chávez et al. (44), en la incidencia de la torrefacción en el valor nutricional de las harinas complementadas germinadas y no germinadas, registraron un contenido de 98,07 y 98,16%

materia orgánica en la cebada y lenteja tostada respectivamente, siendo inferiores a los determinados en la presente investigación.

Concordando con Lares et al. (45), en el estudio del efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda – Venezuela, quienes obtuvieron un contenido de 97,04 y 96,94% materia orgánica, los cuales resultaron inferiores a los registrados en la investigación experimental.

4.2.8. Fibra bruta.

4.2.8.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable fibra bruta de la fruta de pan torrefactada (Tabla 25), no se halló significancia estadística para el factor tiempo, obteniendo para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 2,02 y 1,94% respectivamente. Lo mismo ocurrió para el factor temperatura, mostrando para los niveles de 160 y 180 ºC valores medios de 1,94 y 2,02% respectivamente, una media general de 1,98% y un coeficiente de variación de 7,55%.

Tabla 25. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable fibra bruta de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Fibra bruta (%)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	2,02 a	160 ºC	1,94 a
30 minutos	1,94 a	180 ºC	2,02 a
Promedio	1,98		1,98
C.V. (%)	7,55		7,55
s.e.	n.s.		n.s.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.8.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de fibra bruta de la fruta de pan torrefactada (Tabla 26), se determinó significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. El T1 y T4 mostraron diferencias con valores promedios de 1,57%, frente al T2 y T3 con valores medios de 2,46 y 2,31% respectivamente. La mayor

valoración de fibra bruta lo registró el T2 con 2,46%, mientras la menor valoración compartieron el T1 y T4 con 1,57%, una media general de 1,98% y un coeficiente de variación de 7,55%.

Tabla 26. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable fibra bruta de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Fibra bruta (%)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	1,57 a
T2 (20 min / 180 ºC)	2,46 b
T3 (30 min / 160 ºC)	2,31 b
T4 (30 min / 180 ºC)	1,57 a
Promedio	1,98
C.V. (%)	7,55
s.e.	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Quintero et al. (46), en la caracterización de una tortilla tostada elaborada con maíz (*Zea mays*) y alga (*Ulva clathrata*) como prospecto de alimento funcional, obtuvieron un contenido de 3,4%, constituyéndose una buena fuente de fibra soluble y carotenoides, pero defiriendo al valor registrado en la investigación.

Díaz (47), en el estudio de los efectos de la altitud sobre la calidad del café torrefactado (*Coffea arábica* L. Var. Colombia) producido en los municipios de Buesaco y La Unión - Nariño, pertenecientes al Ecotopo E - 220 A, obtuvo un rango de valores menores o igual a la unidad, saliendo de la estructura factorial del análisis respectivo, siendo inferiores a los registrados en el experimento.

4.2.9. Nitrógeno total o proteína bruta.

4.2.9.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de nitrógeno total de la fruta de pan torrefactada (Tabla 27), se observó significancia estadística para el factor tiempo, registrando para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 10,41 y 12,59% respectivamente. Lo mismo ocurrió para el factor temperatura, contrastando para los niveles de 160 y 180 ºC valores

medios de 11,31 y 11,70% respectivamente, una media general de 11,50% y un coeficiente de variación de 0,25%.

Tabla 27. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable nitrógeno total de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Nitrógeno total o proteína bruta (%)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	10,41 a	160 ºC	11,31 a
30 minutos	12,59 b	180 ºC	11,70 b
Promedio	11,50		11,50
C.V. (%)	0,25		0,25
s.e.	*		*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.9.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable nitrógeno total de la fruta de pan torrefactada (Tabla 28), se indicó significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. Todos los tratamientos presentaron diferencias con valores promedios de 9,60, 11,23, 13,02 y 12,16% respectivamente. La mayor valoración de nitrógeno total lo obtuvo el T3 con 13,02%, mientras la menor valoración fue para el T1 con 9,60%, una media general de 11,50% y un coeficiente de variación de 0,25%.

Tabla 28. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable nitrógeno total de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Nitrógeno total o proteína bruta (%)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	9,60 a
T2 (20 min / 180 ºC)	11,23 b
T3 (30 min / 160 ºC)	13,02 d
T4 (30 min / 180 ºC)	12,16 c
Promedio	11,50
C.V. (%)	0,25
s.e.	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Lon – Wo et al. (41), en el estudio de extrusión, tostado o secado al sol de granos de leguminosas tropicales. Nota técnica, registraron valores de 25,52 y 26,78% para la mucuna y canavalia respectivamente, siendo superiores a los de la presente investigación.

Lozano et al. (48), en el estudio de pinole de alto valor nutricional obtenido a partir de cereales y leguminosas, registraron valores que estaban próximos a los obtenidos en la investigación, encontrándose en un rango entre 10,12 y 15,55% de proteína bruta. Además indican que una combinación optima de cereales con leguminosas mejora la cantidad y la calidad de la proteína sin demeritar la palatabilidad del alimento, por lo cual representan excelente fuente de aminoácidos esenciales para la dieta de la población mexicana.

4.2.10. Grasa bruta o extracto etéreo.

4.2.10.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable grasa bruta de la fruta de pan torrefactada (Tabla 29), no se obtuvo significancia estadística para el factor tiempo, registrando para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 2,50 y 2,57% respectivamente. Sin embargo, para el factor temperatura se encontró significancia estadística, presentando para los niveles de 160 y 180 ºC valores medios de 2,44 y 2,63% respectivamente, una media general de 2,54% y un coeficiente de variación de 3,41%.

Tabla 29. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable extracto etéreo de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Extracto etéreo o grasa bruta (%)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	2,50 a	160 ºC	2,44 a
30 minutos	2,57 a	180 ºC	2,63 b
Promedio	2,54		2,54
C.V. (%)	3,41		3,41
s.e.	n.s.		*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.10.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de extracto etéreo de la fruta de pan torrefactada (Tabla 30), se estableció significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el

factor tiempo y temperatura. El T4 presentó diferencia con un valor promedio de 2,82% frente al T1, T2 y T3 con valores medios de 2,55, 2,44 y 2,32% respectivamente. La mayor valoración de extracto etéreo lo registró el T4 con 2,82%, mientras la menor valoración fue para el T2 con 2,32%, una media general de 2,54% y un coeficiente de variación de 3,41%.

Tabla 30. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable extracto etéreo de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Extracto etéreo o grasa bruta (%)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	2,55 b
T2 (20 min / 180 ºC)	2,44 ab
T3 (30 min / 160 ºC)	2,32 a
T4 (30 min / 180 ºC)	2,82 c
Promedio	2,54
C.V. (%)	3,41
s.e.	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Álava (49), en el efecto tiempo – temperatura de tostado del cacao fino de aroma en sus características fisicoquímicas y organolépticas, obtuvo un promedio de 53,1% de contenido graso, siendo un valor superior al registrado en la investigación.

Concordando con Lares et al. (45), en el estudio del efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda - Venezuela, quienes mostraron valores de 46,27 y 45,42% de grasa bruta para los granos fermentados y secados al sol, y granos fermentados, secados al sol y tostados respectivamente.

4.2.11. Energía bruta.

4.2.11.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de energía de la fruta de pan torrefactada (Tabla 31), se observó significancia estadística para el factor tiempo, registrando para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 4147,97 y 4767,65 kcal/100 g respectivamente. Para el factor temperatura, no existió significancia estadística contrastando para los niveles

de 160 y 180 ºC valores medios de 4435,67 y 4479,96 kcal/100 g respectivamente, una media general de 4457,81 kcal/100 g y un coeficiente de variación de 1,55%.

Tabla 31. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable energía de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Energía (kcal/100 g)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	4147,97 a	160 ºC	4435,67 a
30 minutos	4767,65 b	180 ºC	4479,96 a
Promedio	4457,81		4457,81
C.V. (%)	1,55		1,55
s.e.	*		n.s.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.2.11.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable energía de la fruta de pan torrefactada (Tabla 32), se expuso significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. El T1 y T2 mostraron diferencias con valores promedios de 4121,91 y 4174,04 kcal/100 g respectivamente, frente al T3 y T4 con valores medios de 4749,43 y 4785,87 kcal/100 g respectivamente. La mayor valoración de energía lo obtuvo el T4 con 4785,87 kcal/100 g, mientras la menor valoración fue para el T1 con 4121,91 kcal/100 g, una media general de 4457,81 kcal/100 g y un coeficiente de variación de 1,55%.

Tabla 32. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable energía de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Energía (kcal/100 g)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	4121,91 a
T2 (20 min / 180 ºC)	4174,04 a
T3 (30 min / 160 ºC)	4749,43 b
T4 (30 min / 180 ºC)	4785,87 b
Promedio	4457,81
C.V. (%)	1,55
s.e.	*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.3. Análisis microbiológicos de la fruta de pan torrefactada.

El análisis microbiológico se realizó a los 3 días de conservación de la fruta de pan torrefactada, bajo los métodos de ensayo mencionados en el capítulo anterior.

4.3.1. Aerobios mesófilos.

4.3.1.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable aerobios mesófilos de la fruta de pan torrefactada (Tabla 33), se determinó significancia estadística para el factor tiempo, obteniendo para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 2,75 $x10^6$ y 9,47 $x10^5$ ufc/g respectivamente. Lo mismo ocurrió para el factor temperatura, mostrando para los niveles de 160 y 180 ºC valores medios de 2,44 $x10^6$ y 1,26 $x10^6$ ufc/g respectivamente, una media general de 1,85 $x10^6$ ufc/g y un coeficiente de variación de 9,98%, según lo establecido en la norma no cumple lo requisitos para aerobios mesofilos.

Tabla 33. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable aerobios mesófilos de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Aerobios mesófilos (ufc/g)			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	2,75 $x10^6$	160 ºC	2,44 $x10^6$
30 minutos	9,47 $x10^5$	180 ºC	1,26 $x10^6$
Promedio	1,85 $x10^6$		1,85 $x10^6$
C.V. (%)	9,98		9,98
s.e.	**		**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
ufc/g= Unidades formadoras de colonias por gramo.
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.3.1.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de aerobios mesófilos de la fruta de pan torrefactada (Tabla 34), se estableció significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. El T1 y T3 presentaron diferencias con valores promedios de 4,37 $x10^6$ y 5,18 $x10^6$ ufc/g respectivamente, frente al T2 y T4 que compartieron igualdades con valores medios de 1,14 $x10^6$ y 1,38 $x10^6$ ufc/g respectivamente. La mayor valoración de aerobios mesófilos lo obtuvo el T3 con 5,18 $x10^6$

ufc/g, mientras la menor valoración fue para el T2 con 1,14 x10^6 ufc/g, una media general de 1,85 x10^6 ufc/g y un coeficiente de variación de 9,98%.

Tabla 34. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable aerobios mesófilos de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Aerobios mesófilos (ufc/g)	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	4,37 x10^6 c
T2 (20 min / 180 ºC)	1,14 x10^6 b
T3 (30 min / 160 ºC)	5,18 x10^5 a
T4 (30 min / 180 ºC)	1,38 x10^6 b
Promedio	1,85 x10^6
C.V. (%)	9,98
s.e.	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
ufc/g= Unidades formadoras de colonias por gramo.
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

Quintero et al. (46), en la caracterización de una tortilla tostada elaborada con maíz (*Zea mays*) y alga (*Ulva clathrata*) como prospecto de alimento funcional, obtuvieron un producto con un contenido de menos de 10 ufc/g en las muestras de tortilla de maíz y de tortilla adicionada, difiriendo a los resultados de la presente investigación.

Concordando en la diferencia de los resultados experimentales con los requisitos de la norma salvadoreña NSO 67.31.02.04 (Anexo 32) para el café tostado en grano y el café tostado molido, donde indica que el índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad es 2000 ufc/g.

4.3.2. Coliformes totales.

Con base a la valoración microbiológica de la fruta de pan torrefactada, se indicó que no se observó presencia de coliformes totales.

Al realizar la comparación con los requisitos de la norma salvadoreña NSO 67.31.02.04 (Anexo 32) para el café tostado en grano y el café tostado molido, se muestra que concuerda con los datos obtenidos en el presente experimento, donde no debe existir presencia de este tipo de microorganismos.

4.3.3. Hongos y levaduras.

4.3.3.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable hongos y levaduras de la fruta de pan torrefactada (Tabla 35), no se obtuvo significancia estadística para el factor tiempo, reportando para los niveles de 20 y 30 minutos valores promedios de 4,04 $x10^4$ y 7,61 $x10^4$ ufc/g respectivamente. Lo mismo ocurrió para el factor temperatura, registrando para los niveles de 160 y 180 ºC valores medios 3,87 $x10^4$ y 7,78 $x10^4$ ufc/g respectivamente, una media general de 5,82 $x10^4$ ufc/g y un coeficiente de variación de 11,27. según lo establecido en la norma no cumple lo requisitos para hongos y levaduras como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 35. *Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable hongos y levaduras de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Hongos y levaduras (ufc/g)*			
Factor A: Tiempo		**Factor B:** Temperatura	
20 minutos	4,04 $x10^4$	160 ºC	3,87 $x10^4$
30 minutos	7,61 $x10^4$	180 ºC	7,78 $x10^4$
Promedio	5,82 $x10^4$		5,82 $x10^4$
C.V. (%)	11,27		11,27
s.e.	n.s.		n.s.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
*Datos transformados a raíz de n + 0,5 (coeficiente de variación).
ufc/g= Unidades formadoras de colonias por gramo.
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

4.3.3.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable de hongos y levaduras de la fruta de pan torrefactada (Tabla 36), se halló significancia estadística para el efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura. El T2 y T3 presentaron diferencias con valores promedios de 1,36 y 1,03 $x10^4$ ufc/g respectivamente, frente al T4 con un valor medio de 1,42 $x10^4$ ufc/g. La mayor valoración de hongos y levaduras lo obtuvo el T1 con 6,71 $x10^4$ ufc/g, mientras la menor valoración fue para el T3 con 1,03 $x10^4$ ufc/g, una media general de 5,82 $x10^4$ ufc/g y un coeficiente de variación de 11,27%.

Tabla 36. *Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura en la variable hongos y levaduras de la fruta de pan torrefactada. FCP – UTEQ. 2018.*

Hongos y levaduras (ufc/g)*	
Interacciones A*B: Tiempo por temperatura	
T1 (20 min / 160 ºC)	6,71 x10^4 ab
T2 (20 min / 180 ºC)	1,36 x10^4 a
T3 (30 min / 160 ºC)	1,03 x10^4 a
T4 (30 min / 180 ºC)	1,42 x10^4 b
Promedio	5,82 x10^4
C.V. (%)	11,27
s.e.	*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
*Datos transformados a raíz de n + 0,5 (coeficiente de variación).
ufc/g= Unidades formadoras de colonias por gramo.
C.V.= Coeficiente de variación.
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

El valor experimental difiere al requisito para hongos y levaduras de la norma salvadoreña NSO 67.31.02.04 (Anexo 32) para el café tostado en grano y el café tostado molido, donde manifiestan que el índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad es de 200 ufc/g, siendo mayor al obtenido.

4.4. Análisis sensorial de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura.

4.4.1. Color (café claro y cremoso).

Para el atributo café claro según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 37), no se demostró significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 3,14. El T4 obtuvo el mayor valor promedio de 3,00, mientras el T1 presentó el menor valor de 1,94, una media general de 2,46, donde mencionado valor corresponde a la escala 3 (bastante) y un coeficiente de variación de 9,39%.

Al igual que el atributo cremoso según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 37), no se demostró significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 4,01. El T1 registró el mayor valor promedio de 3,53, mientras el T3 demostró el menor valor de 2,41,

una media general de 3,01, donde mencionado valor corresponde a la escala de 3 (bastante) y un coeficiente de variación de 7,64%.

Hasbún et al. (50), en el estudio de propiedades físico – químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa, obtuvieron un producto que presentó un menor oscurecimiento con tendencia a una tonalidad amarilla, siendo diferente a la fruta de pan, lo cual se debe a que el proceso de la torrefacción se encuentra relacionado con el contenido de azucares reductores.

4.4.2. Olor (fruta de pan y quemado).

Para el atributo fruta de pan según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 37), no se demostró significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,25. El T4 obtuvo el mayor valor promedio de 2,71, mientras el T1 presentó el menor valor de 2,18, una media general de 2,50, donde mencionado valor corresponde a la escala 3 (bastante) y un coeficiente de variación de 8,25%.

Lo mismo ocurrió para el atributo quemado según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 37), no se demostró significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,29. El T2 registró el mayor valor promedio de 1,29, mientras el T1 demostró el menor valor de 0,65, una media general de 0,88, donde mencionado valor corresponde a la escala de 1 (ligeramente) y un coeficiente de variación de 11,92%.

Magro (51), en la caracterización fisicoquímica, químico proximal y sensorial de harina pre - cocida a partir de semilla germinada de linaza (*Linum usitatissimum*) mediante autoclavado y tostado, obtuvo valores de 3,87 y 4,57 cuyo calificativo corresponde a la escala 4 (regular) y 5 (bueno) respectivamente, encontrándose aceptable en comparación con la fruta de pan torrefactada, debido al proceso térmico aplicado que fue el tostado, ya que este proceso permite la formación de compuestos en su mayoría del tipo de las pirazinas.

4.4.3. Gusto (fruta de pan y chocolate).

Para el atributo fruta de pan según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 37), no se demostró significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 2,23. El T2 obtuvo el mayor valor promedio de 3,06, mientras el T1 y T3 presentaron el menor valor de 2,35, una

media general de 2,57, donde mencionado valor corresponde a la escala 3 (bastante) y un coeficiente de variación de 8,65%.

Lo mismo ocurrió para el atributo chocolate según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 37), no se demostró significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,36. El T1 registró el mayor valor promedio de 3,41, mientras el T2 demostró el menor valor de 2,65, una media general de 3,01, donde mencionado valor corresponde a la escala de 3 (bastante) y un coeficiente de variación de 8,60%.

Chávez *et al*. (44), en la incidencia de la torrefacción en el valor nutricional de las harinas complementadas germinadas y no germinadas, obtuvieron como mejor tratamiento a la mezcla 1 que corresponde a 80% de harina de cebada tostada + 15% de harina de lenteja tostada + 5% de harina de maíz dulce tostado, eligiéndose por presentar un mejor sabor y aceptabilidad a pesar que su contenido en aminoácido sea el más bajo.

4.4.4. Textura (fragmentable y dura).

Para el atributo fragmentable según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 37), no se demostró significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,71. El T3 obtuvo el mayor valor promedio de 2,35, mientras el T1 presentó el menor valor de 1,59, una media general de 2,01, donde mencionado valor corresponde a la escala 2 (moderadamente) y un coeficiente de variación de 10,07%.

Lo mismo ocurrió para el atributo dura según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 37), no se demostró significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,32. El T1 registró el mayor valor promedio de 3,65, mientras el T2 demostró el menor valor de 2,88, una media general de 3,31, donde mencionado valor corresponde a la escala de 3 (bastante) y un coeficiente de variación de 7,84%.

Hasbún et al. (50), en el estudio de propiedades físico – químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa, consiguieron un producto crujiente, indicando que la crujencia está relacionada al contenido de sólidos totales, lo cual difiere a la textura de la fruta de pan.

Tabla 37. *Valores promedios del análisis sensorial descriptivo de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. FCP – UTEQ. 2018.*

Tratamiento	Propiedades organolépticas							
	Color		Olor		Gusto		Textura	
	Café claro	Cremoso	Fruta de pan	Quemado	Fruta de pan	Chocolate	Fragmentable	Dura
T1	1,94 a	3,53 a	2,18 a	0,65 a	2,35 a	3,41 a	1,59 a	3,65 a
T2	2,24 a	3,35 a	2,53 a	1,29 a	3,06 a	2,65 a	2,29 a	2,88 a
T3	2,65 a	2,41 a	2,59 a	0,82 a	2,35 a	3,12 a	2,35 a	3,12 a
T4	3,00 a	2,76 a	2,71 a	0,76 a	2,53 a	2,88 a	1,82 a	3,59 a
Promedio	2,46	3,01	2,50	0,88	2,57	3,01	2,01	3,31
C.V. (%)	9,39	7,64	8,25	11,92	8,65	8,60	10,07	7,84
K – W. (H)	3,14	4,01	1,25	1,29	2,23	1,36	1,71	2,32
s.e.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).
T1= (20 min / 160 ºC), **T2=** (20 min / 180 ºC), **T3=** (30 min / 160 ºC) y **T4=** (30 min / 180 ºC).
C.V.= Coeficiente de variación.
K – W (H)= Estadístico de Kruskal – Wallis (no corregido por empates).
s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).
ELABORADO: AUTORA.

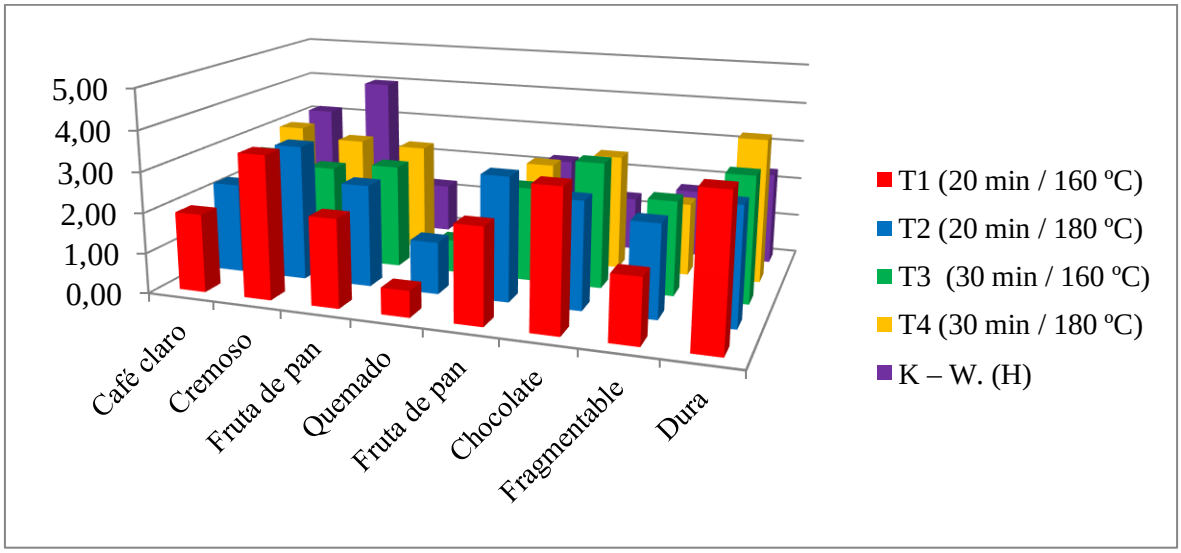


Figura 2. Prueba Kruskal – Wallis en la evaluación sensorial de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. FCP – UTEQ. 2018.
ELABORADO: AUTORA.

En la Figura 2, se indica que no existió significancia estadística para los atributos sensoriales de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. Además el panel de catación

logró caracterizar al producto terminado por presentar color cremoso en su interior, olor predominante a fruta de pan, sabor a chocolate y textura dura.

4.4.5. Aceptación general.

Al evaluar las propiedades sensoriales (color, olor, gusto y textura) de manera generalizada de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura (Figura 3), se determinó que el T3 obtuvo el mayor índice de preferencia de 53%, mientras el T2 registró el menor valor de preferencia de 12%.

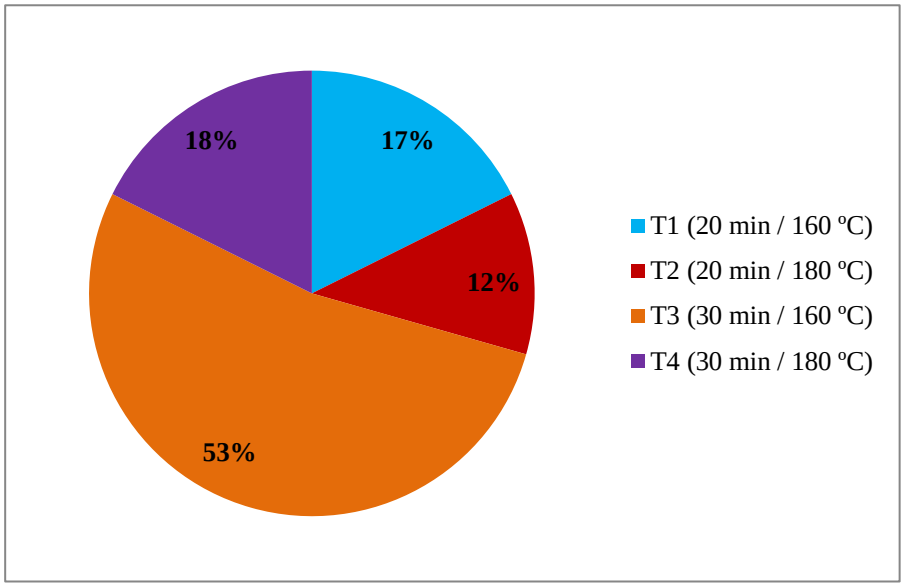


Figura 3. Análisis de preferencia de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura. FCP – UTEQ. 2018.
ELABORADO: AUTORA.

4.5. Análisis económico de la tecnología aplicada a la fruta de pan.

En el análisis económico de la tecnología aplicada a la fruta de pan (Tabla 38), se observó que los mayores costos de producción lo registraron el T3 y T4 con valores de $5,28, mientras los menores costos de producción fueron para el T1 y T2 con valores de $5,16.

El T1 y T2 emitieron el beneficio neto más alto con valores de $1,01, seguidos del T3 y T4 con valores de $0,90.

La relación beneficio/costo más alto presentaron el T1 y T2 con valores de $0,20, mientras que, el T3 y T4 comparten los menores valores de $0,17, es decir, que por cada dólar invertido en la presente tecnología se recibe una utilidad de 23,15 y 22,15% respectivamente.

Conviene indicar que los valores registrados presentan igualdad, debido a la proximidad en las condiciones del proceso para la torrefacción de la fruta de pan.

Tabla 38. *Análisis económico de la tecnología aplicada a la fruta de pan. FCP – UTEQ. 2018.*

Ítems	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Ingresos				
Rendimiento (g)	503,24	503,24	503,24	503,24
Precio del producto + margen de utilidad 20% (100g)	1,23	1,23	1,23	1,23
Total de ingresos	6,18	6,18	6,18	6,18
Egresos				
Costos variables				
Materiales directos	2,42	2,42	2,42	2,42
Materiales indirectos	1,96	1,96	1,97	1,97
Mano de obra	0,69	0,69	0,80	0,80
Total de costos variables	5,06	5,06	5,18	5,18
Costos fijos				
Depreciación de equipos y materiales	0,10	0,10	0,10	0,10
Total de costos fijos	0,10	0,10	0,10	0,10
Total de egresos	5,16	5,16	5,28	5,28
Beneficio neto	1,01	1,01	0,90	0,90
Relación Beneficio/Costo	1,20	1,20	1,17	1,17
Rentabilidad (%)	23,15	23,15	22,15	22,15

T1= (20 min / 160 ºC), **T2=** (20 min / 180 ºC), **T3=** (30 min / 160 ºC) y **T4=** (30 min / 180 ºC).
ELABORADO: AUTORA.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

Con base a los objetivos planteados en el presente proyecto de investigación se establecen las siguientes conclusiones:

- Del análisis bromatológico de la fruta de pan torrefactada se concluye que para las variables pH, humedad o pérdida de calentamiento, materia seca, cenizas, materia orgánica y energía no se encontraron significancia estadística, indicando que el producto torrefactado a 160 a 180 °C por 20 a 30 min es una fuente nutricional rica en fibra, proteína y energía. Según la evaluación microbiológica se concluye que los valores obtenidos (1,85 $x10^6$ ufc/g aerobios mesófilos, ausencia de coliformes totales y 5,82 $x10^4$ ufc/g de hongos y levaduras) no se encuentran acorde a norma salvadoreña NSO 67.31.02.04 (Anexo 32) para el café tostado en grano y el café tostado molido, debiéndose a las condiciones del proceso de la torrefacción y lugar del desarrollo para los análisis correspondientes.

- Con base al análisis sensorial se concluye que no existió significancia estadística para los atributos sensoriales de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura, pero el T3 obtuvo el mayor índice de preferencia de 53%, mientras el T2 registró el menor valor de preferencia de 12%. Se logró caracterizar al producto torrefactado por presentar color cremoso en su interior, olor predominante a fruta de pan, sabor a chocolate y textura dura.

- Del análisis económico de la tecnología aplicada a la fruta de pan se concluye que los mayores costos de producción lo registraron el T3 y T4 con valores de $5,28, mientras los menores costos de producción fueron para el T1 y T2 con valores de $5,16. El T1 y T2 alcanzaron el beneficio neto más alto con valores de $1,01. La relación beneficio/costo más alta presentaron el T1 y T2 con valores de $0,20, mientras que, el T3 y T4 comparten los menores valores de $0,17, es decir, que por cada dólar invertido en la presente tecnología se recibe una utilidad de 23,15 y 22,15% respectivamente.

5.2. Recomendaciones.

- Promover el cultivo de la fruta de pan y la difusión de la alternativa tecnológica de torrefacción con chocolate de cobertura como estrategia para mejorar la oferta alimentaria y económica sostenible de las familias campesinas.
- En base a los análisis sensoriales con mejor aceptabilidad se recomienda el T3 por presenta una textura adecuada del agrado del panelista con un tiempo de torrefacción de 30 min a una temperatura de 180 ˚C.
- Estudiar otras técnicas de torrefacción como estufa al aire forzado, horneo combinado y, deshidratación osmótica, para medir los efectos sensoriales.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

1. Carrazco Y. Elaboración y evaluación nutritiva de la harina de fruta de pan (Artocarpus altilis) obtenida por proceso de deshidratación. Tesis de grado previa a la obtención del título de bioquímico farmaceútico. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Bioquímica y Farmacia; 2010.
2. Campos J. Efecto hipolipidémico del extracto acuoso de las hojas de Artocarpus altilis "árbol del pan" en en Rattus norvegicus con hiperlipidemia inducida. Scientia Agropecuaria. 2013 Agosto 5; 4: p. 275 - 283.
3. Valdivié M, Álvarez R. Nota sobre la utilización del árbol de la fruta del pan (Artocarpus communis) en pollos de engorde. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 2003; 37(2): p. 169 - 172.
4. Piña-Dumoulín G, Quiroz J, Ochoa A, Magaña-Lemus S. Caracterización físico-química de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela I la yaca. Agronomía Tropical. 2010 Septiembre; 60(3): p. 35-42.
5. Bejarano A, Calderón S. Obtención de una cobertura de chocolate a partir de cacao silvestres, copoazú (Theobroma grandiflorum) y maraco (Theobroma bicolor), de la amazonía colombiana. Trabajo de investogación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos. Bogotá: Universidad de Salle, Facultad de Ingeniería en Alimentos; 2006.
6. Velasteguí V. Desarrollo de la tecnología para la elaboración de chocolate de cobertura. Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniería en Alimentos. Ambato: Universidad Técnica De Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos; 2010.
7. Dulloo M, Hanson J, Jorge M, Thormann I. Guía para la regeneración de germoplasma: lineamientos generales y principios orientadores. 2009. Disponible en línea: https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/other_crops/Introduction_SP.pdf.
8. Carbajal Á. Universidad Complutense de Madrid. [Online].; 2013 [cited 2017 Noviembre 12. Available from: Disponible en lénea: http://eprints.ucm.es/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf.
9. Barillas Cd, Hernández G, Paredes J. Inducción a la calidad. 2011. Disponible en línea: https://es.slideshare.net/AurysteladeChirino/induccin-a-la-calidad-60911625.

10. Otero B. Nutrición. 2012..
11. Gil J. La torrefacción: una tecnología innovadora en el pre tratamiento y la densificación energética de la biomasa. s.f. septiembre 9. Disponible en línea: http://www.energylab.es/fotos/090930123817_O8qk.pdf.
12. Ortíz A. Efecto hipolipemiante del extrato de las hojas de frutipan (Artocarpus altilis), en ratas (Rattus novergicus) con hiperlidemia inducida. Tesis de grado previo a la obtención del título de bioquímico farmaceútico. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Bioquímica y Farmacia; 2012.
13. Castro H. Algunos frutales potenciales en Panamá, su producción para la comercialización. 2004 Agosto. Disponible en línea: http://imapanama.com/documentos/FRUTALESFINAL18AGOSTO2004.pdf.
14. Oliva M, Rivas R. Elaboración de harina a base de semilla de árbol de pan (Artocarpus altilis) y semilla de árbol de ojushte (Brosimum alicastrum) como un enriquecedor por su alto contenido nutricional. Monografía presentada para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Antiguo Cuscatlán, La Libertad: Universidad "DR. José Matías Delgado", Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola; 2014.
15. Benítez F. Desarrollo del proceso de elaboración de harina de las semillas del arbol del pan (Artocarpus camansi) y determinación de una mezcla nutritiva de soya (Glycine max L.) para uso humano. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria; 2011.
16. Sikarwar M, Hui BJ, Subramaniam K, Valeisamy BD, Yean LK, Balajii K. Artocarpus altilis(Parkinson) Fosberg (fruta del pan). 2014 Agosto; 4(8): p. 91-97.
17. López L. Árbol de pan. [Online].; 2016 [cited 2016 Diciembre 1. Available from: Disponible en línea: http://luislopezweb.es.tl/Arbol-de-Pan.htm.
18. Argueta A, Estrada A, García M. Determinación de la aceptabilidad de las galletas para niños en edad escolar elaboradas a partir de las semillas de fruta de pan (Artocarpus altilis) enel municipio de San Lorenzo del departamento de Suchitepéquez. Informe final del proyecto. Mazatenango: Universidad San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación; 2008.

19. Sisa J. ecoaldea. [Online].; 2004 [cited 2016 Noviembre 26. Available from: Disponible en línea: http://www.ecoaldea.com/plmd/arbol_pan.htm.
20. Prieto Y. Caracterización física de café semitostado. Proyecto de grado para optar el título de Ingeniería Química. Bogotá: Fundación Universidad de América, Facultad de Ingeniería Química; 2002.
21. Garay D. Estandarización de la tostión de café tipo pasilla de máquinas a través de cromatografía líquida de alta eficiencia en la procesadora de café cafetal del río. Proyecto de grado para optar al título de Especialista en Procesos de Alimentos y Biomateriales. Ibagué: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería; 2014.
22. Gine J. forumdelcafe. [Online].; 2009 [cited 2016 Noviembre 27. Available from: Disponible en: http://www.forumdelcafe.com/pdf/F-37_Tueste_de_cafe.pdf.
23. López P. Mejoramiento del rendimiento en el proceso de extracción del cafe de la empresa DECAFÉ S.A. Tesis para optar el título de Ingeniería Química. Univesidad Nacional de Colombia, Ingeniería Química; 2003.
24. Sola A. infocafes. [Online].; 2008 [cited 2016 noviembre 27. Available from: Disponible en línea: http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/18.pdf.
25. Castrillo M, López E. Análisis del potencial de mercado de chocolate orgánico en los municipios de Matagalpa, León, Esteli y Managua, a partir de la producción de cacao orgánico del municipio de Matiguas, en el año 2008. Trabajo de grado. Managua: Universidad Nacional Agraria, Facultad de Desarrollo Rural; 2009.
26. Gallo M. Proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada a la producción y la comercialización de chocolate para publicidad ubicada en el districto metropolitano de Quito. Proyecto previo a la obtención del título de: Ingeniero Comercial con especialización en Administración de Empresas. Quito: Universidad Politécnica Salesiana Sede de Quito, Carrera: Administración de Empresas; 2013.
27. Silva S. Sustitución de ingredientes de origen animal por ingredientes de origen vegetal, en la elaboración de trufas de chocolate. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingenieria en Industrias Pecuarias. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2013.

28. Hernqvist L. gobiernodecanarias. [Online].; 1995 [cited 2016 Dicicmebre 4. Available from: Disponible en línea: http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/aminoje/files/2014/03/atemperado-chocolate-.pdf.
29. Dpto. de Calidad - Chocolate Colonial S.A. chocolatecolonial. [Online].; 2013 [cited 2016 diciembre 4. Available from: Disponible en línea: http://www.chocolatecolonial.com.ar/templado-manual.pdf.
30. Anzaldúa A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica Zaragoza: ACRIBIA, S.A.; 2005.
31. INIAP (Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). [Online].; s.f. [cited 2016 Diciembre 12. Available from: Disponible en línea: http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=35&Itemid=14.
32. Cervantes A, Marques M. Diseño de experimentos. Curso práctico. 2007. Disponible en línea: https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/ecocuan/ecocuan_dis_manual.pdf.
33. Zuñiga R. Estadìstica no paramétrica. 2009 Enero 19. Disponible en línea: http://www.iuma.ulpgc.es/~nunez/mastertecnologiastelecomunicacion/RecursosGenerales/AnalisisEstadisticoClase9.pdf.
34. Riaño E. Efecto de la humedad del café crudo en las propiedades del café tostado. Revista Entramado. 2013 Julio - Diciembre; 9(2): p. 214 - 222.
35. Oliva JCB. Evaluación de tostado y desarrollo de chocolate con leche a partir de cacao (Theobroma cacao L.) var. Trinitario. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, Carrera de Agroindustria Alimentaria; 2014.
36. Castaño J, Torres M. Caracterización de café tostado a partir de café perforado por broca. 1997 Octubre. Disponible en.
37. Alegría E. Evaluación de tratamientos previos al proceso de tostado de semillas de cacao para el diseño del área de producción de pasta de cacao (Theobroma cacao L.). Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniería Agroindustrial. Quito:

Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria; 2015.

38. Castaño J, Buenaventura C. Influencia de la altitud en la calidad de la bebida de muestras de café procedente del ecotipo 206B en Colombia. Revista Cenicafé. 2002; 53(2): p. 119 - 131.
39. Sánchez J, Anaya I, Vizcarra M, Gutiérrez G, Pineda T. Estudio de la hidrodinámica del café tostado (Coffea arabica L.) en lecho fluidizado. Revista Mexicana de Ingeniería Química. 2007; 6(2): p. 185 - 192.
40. Bratschi C, Hirigoyen A, Furtado S, Arias G, González A, Bauza R. Caracterización química del grano de soja sometido a diferentes tratamientos de desactivación 2: efecto del tostado. 2012 Octubre 16. Disponible en línea:.
41. Lon - Wo E, Beltrán M, Campos D, Rodríguez B, Dieppa O. Extrusión, tostado o secado al sol de granos de leguminosas tropicales. Nota técnica. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 2002; 36(2): p. 149 - 152.
42. Álvarez C, Pérez E, Lares M. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, Estado Aragua. Revista Agronomía Trop. 2007; 57(4): p. 249 - 256.
43. Alves M, Canniatti - Brazaca S. Disponibilidad de hierro in vitro de granos de soja tostados por diferentes tratamientos. Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2008; 28(1): p. 78 - 83.
44. Chávez M, Acurio S, Paredes M. Alimentos. Ciencia e Ingeniería. 2000 Abril. Disponible en línea: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24473/2/Alimentos_9_1_2000.pdf#page=5.
45. Lares MdC, Gutiérrez R, Pérez E, Álvarez C. Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda, Venezuela. Revista Científica UDO Agrícola. 2012 Septiembre; 12(2): p. 439 - 446.
46. Quintero A, González G, Solano A, Reyes G, Villanueva J, Bravo G. Caracterización de una tortilla tostada elaborada con maíz (Zea mays) y alga (Ulva clathrata) como prospecto de alimento funcional. Revista Española de Nutrición Comunitaria. 2014; 20(1): p. 22 - 28.

47. Díaz P. Efectos de la altitud sobre la calidad del café torrefactado (Coffea arábica L. Var. Colombia) producido en los municipios de Buesaco y La Unión - Nariño, pertenecientes al Ecotopo E - 220 A. Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero de Alimentos. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Básicas e Ingeniería; 2014.
48. Lozano O, Solórzano E, Bernal I, Rebolledo H, Jacinto C. Pinole de alto valor nutricional obtenido a partir de cereales y leguminosas. Ra Ximhai. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. 2008 Mayo - Agosto; 4(2): p. 283 - 294.
49. Álava L. Efecto tiempo - temperatura de tostado del cacao fino de aroma, en sus características fisicoquímicas y organolépticas. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Carrera Agroindustrias; 2016.
50. Hasbún J, Esquivel P, Brenes A, Alfaro I. Propiedades físico - químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. Revista Agronomía Costarricense. 2009; 33(1): p. 77 - 89.
51. Magro M. Caracterización fisicoquímica, químico proximal y sensorial de harina pre - cocida a parir de semilla germinada de linaza (Linum usitatissimum) mediante autoclavado y tostado. Trabajo para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias; 2015.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías del experimento.

Fruta de pan

Almendras de fruta de pan

Pesaje de almendras de fruta de pan

Almendras de fruta de pan torrefactas

Templado de chocolate

Frutas de pan (torrefactadas) con chocolate de cobertura

Análisis de pH de la fruta de pan torrefactada

Análisis de grados brix de la fruta de pan torrefactada

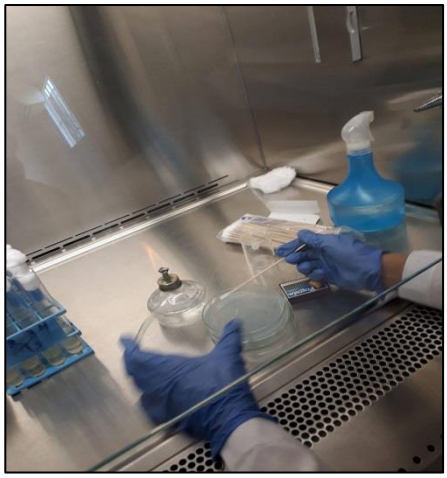
Análisis de humedad de la fruta de pan torrefactada

Análisis de cenizas de la fruta de pan torrefactada

Análisis de acidez titulable de la fruta de pan torrefactada

Análisis de nitrógeno total de la fruta de pan torrefactada

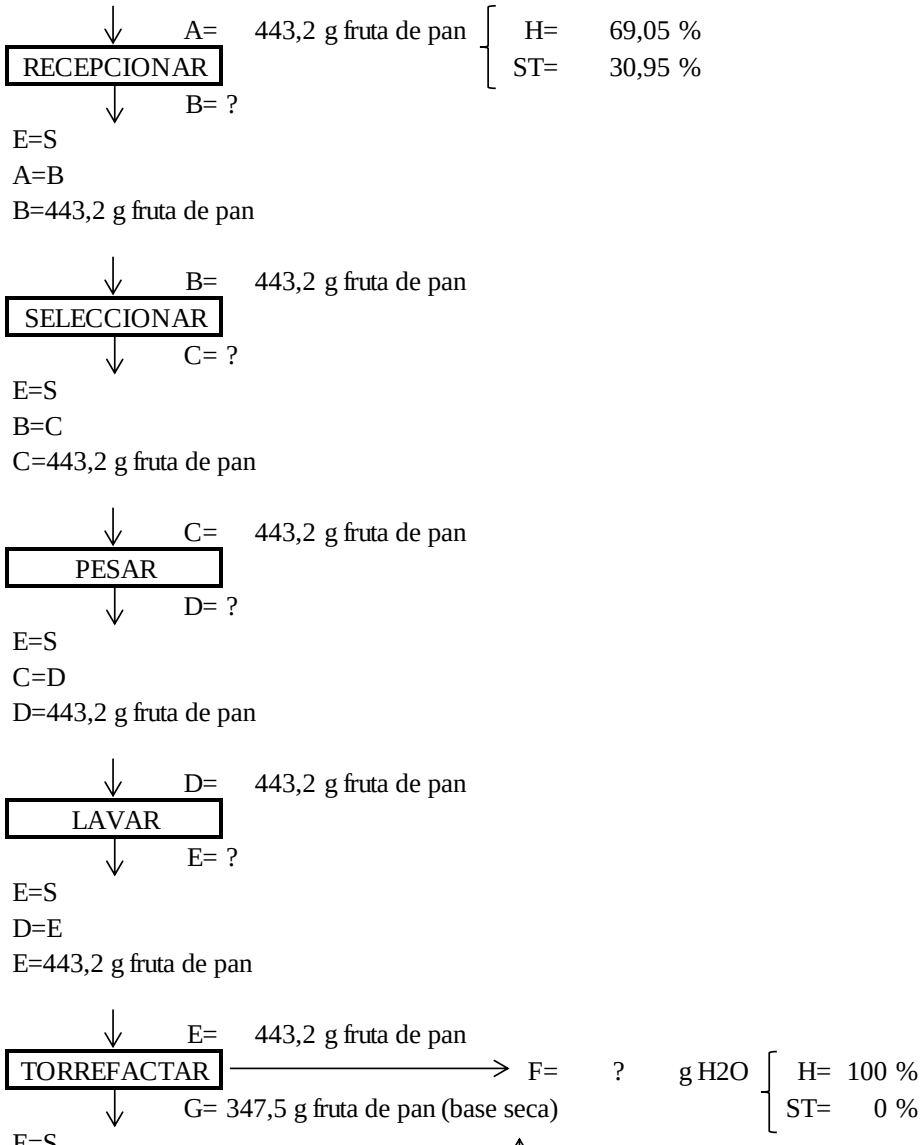
Medios de cultivos para los análisis microbiológicos del producto torrefactado



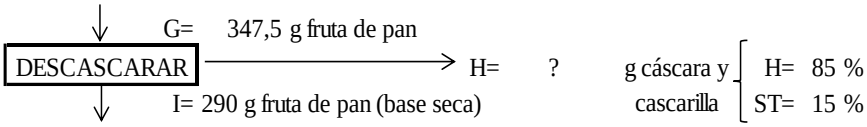
Siembra de muestras de fruta de pan torrefactada

Evaluación sensorial de la fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura

Anexo 2. Balance de masa del proceso para la elaboración de semilla de fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura.



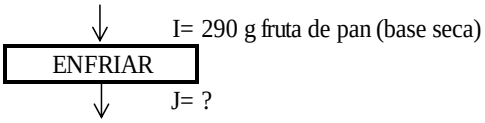
BALANCE DE HUMEDAD
E(H)-F(H)=G(H)
G(H)=E(H)-F(H)
347,5(H)=443,2(0,6905)-95,7(1)
347,5(H)=306,02-95,7
347,5(H)=210,32
H=210,32/347,5
H=60,52%



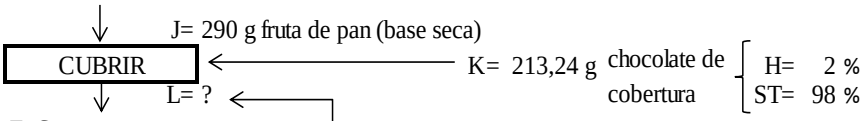
E=S
G-H=I
G-I=H
H=347,5 g - 290 g
H=57,5 g cáscara y cascarilla

H= 55,66 %
ST= 44,34 %

BALANCE DE HUMEDAD
I(H)=G(H)-H(H)
290(H)=347,5(0,6052)-57,5(0,85)
290(H)=210,31-48,88
290(H)=161,43
H=55,66%



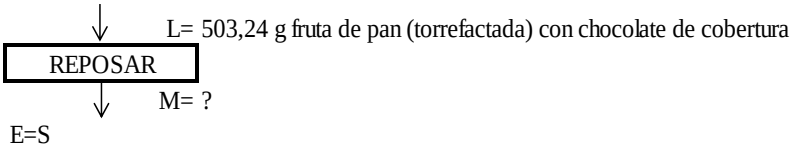
E=S
I=J
J=290 g fruta de pan (base seca)



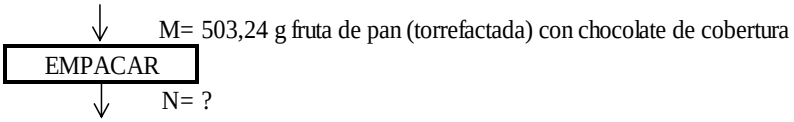
E=S
J+K=L
L=290 g+213,24 g
L=503,24 g fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura

H= 32,92 %
ST= 67,08 %

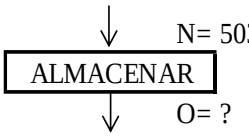
BALANCE DE HUMEDAD
L(H)=J(H)+K(H)
503,24(H)=290(0,5566)+213,24(0,02)
503,24(H)=161,41+4,26
503,24(H)=165,67
(H)=32,92%



E=S
L=M
M=503,24 g fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura



E=S
M=N
N=503,24 g fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura



E=S
N=O
O=503,24 g fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura

Rendimiento del proceso de elaboración
443,2 g fruta de pan (base húmeda)/(503,24 g = 1,11 lb fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura

↓

0,40 kg fruta de pan/lb fruta de pan (torrefactada) con chocolate de cobertura

Entrada
Fruta de pan= 443,2 g
Chocolate de cobertura= 213,24 g
Total de entrada= 656,44 g

Salida
Evaporación de agua= 95,7 g
Cáscara y cascarilla= 57,5 g
Total de salida= 153,2 g

ΣEntrada-ΣSalida=Producto final
656,44 g-153,2 g=503,24 g

Rendimiento (%)= (Producto final/Σentrada)*100
Rendimiento (%)=(503,24 g/656,44 g)*100
Rendimiento (%)=0,77*100
Rendimiento (%)=77

Anexo 3. Técnica para la medición de pH, grados brix y acidez titulable.

1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de pH, grados brix y acidez titulable en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

2. INSTRUMENTAL

- pH-metro digital
- Brixómetro
- Piceta con agua destilada
- Bureta
- Soporte universal y accesorios
- Matraz Erlenmeyer
- Probeta

3. REACTIVOS

- Solución alcohólica de fenolftaleína
- Hidróxido de sodio (NaOH) al 0,1 N
- Agua destilada

4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

4.1. Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

4.2. La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.

4.3. Se colocó 10 g de muestra y 50 mL de agua destilada en un procesador de alimentos, depositando la solución en un matraz Erlenmeyer.

5. PROCEDIMIENTO

pH

5.1. Sumergir el electrodo del pH-metro digital en la muestra.

5.2. Registrar el dato que se genera en la pantalla del equipo una vez que se estabiliza.

Grados brix

5.3. Depositar dos a tres gotas de muestra para cubrir la base de cristal del brixómetro.

5.4. Se da inicio al equipo y se registra el valor que muestra en la pantalla digital.

Acidez titulable

5.5. Nivelar la bureta graduada con NaOH al 0,1 N.

5.6. Agregar tres o cinco gotas del indicador fenolftaleína en la muestra.

5.7. Adicionar hidróxido de sodio poco a poco hasta obtener un color rosáceo.

5.8. Registrar el volumen consumido de NaOH.

6. CÁLCULO

$$\%\ \mathbf{AT} = \frac{(V * N * f_N)NaOH * f_{ácido} * 100}{V_{muestra}}$$

Dónde:
V = volumen en mL de NaOH al 0,1 N consumido
N = normalidad (concentración) de la solución de NaOH
$\mathbf{f_N}$= factor normalidad
$\mathbf{f_{ácido}}$ = factor del ácido predominante en la materia prima (frutas 0,064)
$\mathbf{V_1}$ = volumen en mL de la solución de NaOH gastada en la determinación
$\mathbf{V_{muestra}}$= masa en gramos de la muestra

Anexo 4. Técnica para la medición de humedad y materia seca.

1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de humedad y otras materias volátiles en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados con baja cantidad de agua.

2. INSTRUMENTAL

- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg
- Estufa, con regulador de temperatura
- Desecador, provisto de silicagel u otro deshidratante
- Crisoles de porcelana
- Espátula
- Pinza

3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

3.1. Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

3.2. La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.

3.3. Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. La determinación debe efectuarse por duplicado.

4.2. Calentar el crisol de porcelana durante 30 min en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.

4.3. Homogenizar la muestra y pesar 2 g con aproximación al 0,1 mg.

4.4. Llevar a la estufa a 130 ºC por dos horas o 105 ˚C por 12 horas.

4.5. Transcurrido este tiempo sacar y dejar enfriar en el desecador por media hora, pesar con precisión.

5. CÁLCULOS

$$\% \text{ HT} = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

Dónde:
$\mathbf{W_0}$ = peso de la muestra (g)
$\mathbf{W_1}$= peso del crisol (g) más la muestra después del secado
$\mathbf{W_2}$= peso del crisol (g) más la muestra antes del secado

Determinación de materia seca o sólidos totales

$$\% \text{ MS} = 100 - \text{HT}$$

Dónde:
MS= materia seca
HT= humedad total

Anexo 5. Técnica para la medición de cenizas y materia orgánica.

1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de ceniza en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

2. INSTRUMENTAL

- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg
- Mufla, con regulador de temperatura, ajustada a 600 ºC
- Estufa, con regulador de temperatura
- Desecador, con silicagel u otro deshidratante
- Crisoles de porcelana
- Espátula
- Pinza

3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

3.1. Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
3.2. La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.
3.3. Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
4.2. Lavar cuidadosamente y secar el crisol de porcelana en la estufa ajustada a 100 ºC durante 30 minutos. Dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.
4.3. Sobre el crisol pesar con aproximación al 0,1 mg aproximadamente 2 g de muestra.
4.4. Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerlo allí durante unos pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material que podrían ocurrir si el crisol se introduce directamente en la mufla.
4.5. Introducir el crisol en la mufla a 600 ± 2 ºC hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón (esto se obtiene al cabo de 3 horas).
4.6. Sacar el crisol con las cenizas, dejar enfriar en el desecador y pesar.

5. CÁLCULOS

$$\% \text{ C} = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

Dónde:
W_0 = peso de la muestra (g)
W_1= peso del crisol vacío (g)
W_2= peso del crisol (g) más la muestra calcinada

Determinación de materia orgánica

%MO= 100 - C

Dónde:
MO= materia orgánica
C= cenizas

Anexo 6. Técnica para la medición de fibra bruta.

1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de Fibra Cruda por el método de weende en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

2. INSTRUMENTAL

- Equipo dosi-fiber
- Balanza analítica sensible al 0,1 mg
- Tropa o bomba de vacío
- Matraz kitasato
- Crisoles porosos
- Estufa
- Mufla
- Desecador

3. REACTIVOS

- Ácido sulfúrico H_2SO_4 0,180M (7,1 mL 96% en 1 litro con agua destilada)
- Hidróxido potasio KOH o hidróxido de sodio NaOH 0,223 (12,5 g en litro con agua destilada)
- Antiespumante, por ejemplo octanol
- Acetona

4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

4.1. Moler la muestra de tamiz de 1mm.
4.2. Calentar el reactivo en la placa calentadora (accesorios 4000634 o similar) a una T^a de 95 -1000C.
4.3. Llenar los crisoles con las muestras molidas y situarlo en la "gradillas porta-crisoles "(4). Esta gradilla se puede figar en la parte frontal de la unidad principal. Mediante la "asa de crisoles" Recoger los crisoles e introducirlos en la unidad principal frente a las resistencias (6). Bajar la palanca de fijación (5) y bajar la palanca reflectora.
4.4. Situar los mandos de la válvula (5) en posición "OFF".
4.5. Abrir el grifo de entrada de agua refrigerante. Caudal entre 1 y 2 litros/minuto.
4.6. Accionar el interruptor principal (POWER) (9), el piloto ámbar se iluminara. El potenciómetro (7) en posición "Off".

5. PROCESO DE EXTRACCIÓN CALIENTE

5.1. Levantar la tapa superior (1) y añadir el reactivo en cada columna. (10) determinar la cantidad de reactivos mediante la escala graduada de cada columna.
5.2. Girar el potenciómetro de ajuste (7) (sentido horario) hasta la posición 80-90%. La resistencia se pone en marcha.
5.3. Añadir antiespumante en cada columna.

5.4. Cuando el reactivo empiece a hervir disminuir la potencia de calor girando el potenciómetro (7) (sentido anti horario) hasta el 20-30%.
5.5. Mientras dura la extracción puede aprovecharse de calentar el segundo reactivo o agua destilada.
5.6. Finalizada la extracción apagar el calefactor por el interruptor (9).
5.7. Abrir el grifo de la trompa de agua (si se ha utilizado este sistema para producir presión de vacío). Situar los mandos de la válvula (5) en la posición "Aspirar". Una vez completada la filtración cerrar la válvula.
5.8. Si durante la filtración es necesario disolver el residuo, accionando el interruptor de la bomba de aire (8) (PRESSURE) y situar el mando de la válvula en la posición soplar volviendo luego a la posición espirar. La potencia de la bomba de soplar es ajustable interiormente.

NO PARA LA BOMBA (PRESSURE) CON LAS VÁLVULAS EN POSICIÓN "SOPLAR"

5.9. Lave la muestra con agua destilada caliente. El agua se introduce por la entrada de cada columna. Situar los mandos de la válvulas en la posición espirar para dejar las muestra seca. Cerrar de nuevo las válvulas. Si el método precisa de varias extracciones repetir el proceso.
5.10. Para sacar los crisoles de la unidad de extracción utiliza el "asa porta-crisoles" encajando en los crisoles y librándolos desbloqueados de la palanca de la izquierda.
5.11. Trasladarlos a la gradilla.

6. PROCEDIMIENTO

6.1. Pesar (con una presión de ±1mg) de 1 a 1,5 g de muestra en un crisol poroso. La cantidad de muestra es W0.
6.2. Introducir los crisoles en el dosi-fiber.

7. HIDRÓLISIS ÁCIDA EN CALIENTE

7.1. Asegurarse que las válvulas están en la posición "cerrado".
7.2. Añadir 100-150 de H_2SO_4 caliente en cada columna y unas gotas de anti-espumante
7.3. Abrir el circuito de refrigeración y activar las resistencias calefactoras (potencial 90%).
7.4. Esperar a que hierva, reducir la potencial al 30% y dejar hervir durante el tiempo de extracción (30min a 1h. dependiendo del material). Para una hidrólisis más efectiva accionar la bomba de aire en la posición "Soplar".
7.5. Para la calefacción Abrir el circuito de vacío y poner los mandos de las válvula en posición "Adsorción". Lavar con agua destilada y filtrar. Repetir este proceso tres veces.

8. HIDRÓLISIS BÁSICA EN CALIENTE

8.1. Repetir los pasos 3 y 7 pero utilizando KOH o NaOH en lugar de H_2SO_4.

9. EXTRACCIÓN EN FRIO CON ACETONA

NO REALIZAR LAS EXTRACCIONES EN FRIO CON ACETONA EN EL EQUIPO DOSI-FIBER.

9.1. Preparar el fisco "kitasatos" con las trompas de vacío. Situar el crisol en la entrada del kitasato y añadir acetona a la vez que el circuito de vacío está adsorbiendo hacia el frasco. Repetir esta operación 3 veces.
9.2. Poner las muestras a secar en la estufa a 150 ºC durante 1 hora.
9.3. Dejar enfriar en desecador.
9.4. Pesar con una precisión de 0,1mg. La cantidad pesada es W1.
9.5. Incinerar las muestras de los crisoles en el Horno de mufla a 500 ºC durante un tiempo de 3 horas.
9.6. Dejar enfriar en desecador. Tener en cuenta las recomendaciones dadas para la manipulación de los crisoles.
9.7. Pesar los crisoles con una precisión de 0,1 mg. La cantidad pesada es W2.

10. CÁLCULO

$$\% \text{ FB} = \frac{W1 - W2}{W0} \times 100$$

Anexo 7. Técnica para la medición de nitrógeno total.

1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de proteína bruta por el método de Kjeldahl (Método directo), en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

2. INSTRUMENTAL

- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg
- Unidad digestora J.P. SELECTA, s.a. (Block 40 plazas-Digest)
- Sorbona o colector/extractor de humos (unidad scrubber y bomba de vacío de circulación de agua)
- Unidad de destilación FISHER DESTILLING Unit DU 100
- Plancha de calentamiento con agitador magnético
- Micro - tubos de destilación de 100 mL
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Gotero
- Bureta graduada y accesorios
- Espátula
- Gradilla

3. REACTIVOS

- Ácido sulfúrico concentrado 96% (d= 1,84)
- Solución de hidróxido de sodio al 40%
- Solución de ácido bórico al 2%
- Solución de ácido clorhídrico 0,1 N (HCI), debidamente estandarizada

- Tabletas catalizadoras
- Indicador kjeldahl
- Agua destilada

4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

4.1. Moler aproximadamente 100 g de muestra en un micro molino que contenga un tamiz de abertura de 1 mm y que a través de mencionado tamiz pase un 95% del producto.

4.2. Transferir rápidamente la muestra molida y homogenizada a un recipiente herméticamente cerrado, hasta el momento de análisis.

4.3. Se homogeniza la muestra interviniendo varias veces el recipiente que lo con tiene.

5. PROCEDIMIENTO

A. DIGESTIÓN:

5.1. Pesar aproximadamente 0,3 g de muestra prepara sobre un papel exento de nitrógeno y colocarle en el micro-tubo digestor.

5.2. Añadir al micro-tubo una tableta catalizadora y 5 mL de ácido sulfúrico concentrado.

5.3. Colocar los tubos de digestión con las muestras en el block-digest con el colector de humos funcionando.

5.4. Realizar la digestión a una temperatura de 350 a 400 ºC y un tiempo que puede variar entre 1 y 2 horas.

5.5. Al finalizar, el líquido obtenido es de un color verde o azul transparente dependiendo del catalizador utilizado.

5.6. Dejar enfriar la muestra a temperatura ambiente.

5.7. Evitar la precipitación agitando de vez en cuando.

B. DESTILACION:

5.8. En cada micro- tubo adicionar 15 mL de agua destilada.

5.9. Colocar el micro-tubo y el matraz de recepción con 50 mL de ácido bórico al 2% en el sistema de destilación kjeltec.

5.10. Encender el sistema y adicionar 30 mL de hidróxido de sodio al 40%, cuidando que exista un flujo normal de agua.

5.11. Recoger aproximadamente 200 mL de destilado, retirar del sistema los accesorios y apagar.

C. TITULACIÓN:

5.12. Del destilado recogido en el matraz colocar tres gotas de indicador.

5.13. Titular con Ácido Clorhídrico 0,1 N utilizando un agitador mecánico.

5.14. Registrar el volumen de ácido consumido.

6. CÁLCULOS

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

$$\%\ PB = \frac{(VHCI - Vb) * 1{,}401 * NHCL * F}{\text{Muestra (g)}}$$

Dónde:

1,401= Peso atómico del nitrógeno

NHCl= Normalidad de ácido clorhídrico 0,1 N

F = Factor de conversión (6,25)

VHCI = Volumen del ácido clorhídrico consumido en la titulación
Vb = Volumen del Blanco (0,3)

Anexo 8. Técnica para la medición de extracto etéreo.

1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de grasa o extracto etéreo en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

2. INSTRUMENTAL

- Vasos Beacker para grasa
- Aparato golfish
- Dedales de extracción
- Portadedales
- Vasos para recuperación del solvente
- Balanza analítica
- Estufa (105 ºC)
- Desecador
- Espátula
- Pinza universal
- Algodón liofilizado e hidrolizados

3. REACTIVOS

- Éter de Petróleo

4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

4.1. Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
4.2. La cantidad de la muestra extraída dentro de un lote debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.
4.3. Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que lo contiene.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
5.2. Secar los vasos beakers en la estufa a 100 °C, por el tiempo de una hora. Transferir al desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.
5.3. Pesar aproximadamente 1 g de muestra sobre un papel filtro y colocarlos en el interior del dedal, taponar con suficiente algodón hidrófilo, luego introducirlo en el portadedal.
5.4. Colocar el dedal y su contenido en el vaso beaker, llevar a los ganchos metálicos del aparato de golfish.
5.5. Adicionar en el vaso beaker 40 mL de solvente, al mismo tiempo abrir el reflujo de agua.
5.6. Colocar el anillo en el vaso y llevar a la hornilla del aparato golfish, ajustar al tubo refrigerante del extractor. Levantar las hornillas y graduar la temperatura a 55 ºC.
5.7. Cuando existe sobre presión abrir las válvulas de seguridad 2 o 3 veces.
5.8. El tiempo óptimo para la extracción de grasa es de 4 horas, mientras tanto se observa que éter no se evapore caso contrario se colocará más solvente.

5.9. Terminada la extracción, bajar con cuidado los calentadores, retirar momentáneamente el vaso con el anillo, sacar el portadedal con el dedal y colocar el vaso recuperar del solvente.

5.10. Levantar los calentadores, dejar hervir hasta que el solvente este casi todo en el vaso de recuperación, no quemar la muestra.

5.11. Bajar los calentadores, retirar los beaker, con el residuo de la grasa, el solvente transferir al frasco original.

5.12. El vaso con la grasa llevar a la estufa a 105 ºC hasta completa evaporación del solvente por 30 minutos.

5.13. Colocar los vasos beaker que contiene la grasa, durante 30 minutos en la estufa calentada a 100 ±5 ˚C, enfriar hasta temperatura ambiente en desecador. Pesar y registrar.

6. CÁLCULO

$$\textbf{\% GB} = \frac{W_2 - W_1}{W_0} X\ 100$$

G= porcentaje de grasa
W_0= peso de la muestra (g)
W1= peso del vaso beaker vacío (g)
W2=peso del vaso (g) más la grasa

Anexo 9. Técnica para la medición de energía.

1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de energía en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

2. INSTRUMENTAL

- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg
- Bomba de ignición
- Prensa para pastillado
- Calorímetro
- Cubeta del calorímetro
- Alambre cromo-niquel
- Tanque de oxígeno
- Bureta graduada de 25 mL
- Matraz erlenmeyer
- Vasos de precipitación
- Espátula

3. REACTIVOS

- Carbonato de Sodio 0.1 N
- Solución de Fenolftaleina al 2%
- Oxígeno
- Agua destilada

4. PROCEDIMIENTO

4.1. En la prensa realizar una pastilla de la muestra, y pesar sobre la capsula en una balanza analítica entre 1 a 1,5 g de muestra.
4.2. Llevar la muestra a la bomba de ignición, sellar y colocar 30 atmósferas de oxígeno.
4.3. En la cubeta del calorímetro colocar 2000 mL de agua destilada o desmineralizada. La temperatura del agua debe estar por debajo de la temperatura de la sala de trabajo.
4.4. Colocar la bomba de ignición en la cubeta del calorímetro, llevar al calorímetro y conectar los electrodos de conducción de la corriente eléctrica.
4.5. Colocar la tapa del calorímetro y la correa en las poleas para accionar el brazo agitador.
4.6. Dejar funcionar el brazo agitador durante tres minutos para que se estabilice la temperatura.
4.7. Registrar la temperatura inicial y obturar el botón de encendido con la consiguiente ignición, la temperatura empieza a subir, leer la temperatura cada minuto hasta que se estabilice.
4.8. Registrar la temperatura final, parar el motor y retirar la correa, levantar la cubierta del calorímetro y colocarlo sobre el soporte estándar para que permanezca sostenido.
4.9. Desconectar los electrodos, y levantar la bomba, secarla con una toalla limpia.
4.10. Abrir lentamente la válvula situada en la parte superior de bomba y expulsar los gases.
4.11. Después de haberse liberado toda la presión, desenroscar la tapa, halar de la cabeza del cilindro y colocarlo sobre el soporte estándar.
4.12. Examinar el interior de la bomba y enjuagar con agua destilada los residuos en el interior de la bomba y colocarlos en un matraz erlenmeyer.
4.13. Luego adicionar al matraz con el contenido 1 ml. de solución de fenolftaleína al 2%.
4.14. Determinar la cantidad de ácidos presentes mediante la valoración de la solución acuosa, con solución de carbonato de sodio 0,1 N.

Los ácidos formados (sulfuro y nítrico), durante la ignición de la muestra se expresa como ácido nítrico.

5. CÁLCULOS

$$\% Hg = \frac{Tw - e1 - e2 - e3}{m}$$

Dónde:
Hg= calor de combustión cal/g
T= temperatura final – temperatura inicial
W= energía equivalente del calorímetro 2410,16
e1= mililitros consumidos de solución carbonato de sodio
e2= (13,7 X 1,02) peso de la pastilla
e3= cm del alambre restante X 2,3
m= peso de la pastilla

Anexo 10. Hoja de respuesta para la evaluación sensorial.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CATADOR: _____ **FECHA:** _____
PRODUCTO: Semillas de fruta de pan (torrefactadas) con chocolate de cobertura

PRUEBA DESCRIPTIVA (PERFIL SENSORIAL)

Indicaciones: Pruebe las muestras marcadas con una clave e indique su calificación para cada una de las características sensoriales, esto de acuerdo a la escala de intervalo que se presenta, se recomienda evaluar la parte interna del producto. Recuerde beber agua para que su valoración sea la más adecuada.

1 ligeramente
2 moderadamente
3 bastante
4 mucho
5 extremadamente

Clave:						
Propiedades	***Atributos***	***Escala de intervalo***				
		1	***2***	***3***	***4***	***5***
Color	*Café claro*					
	Cremoso					
Olor	*Fruta de pan*					
	Quemado					
Gusto	*Fruta de pan*					
	Chocolate					
Textura	*Fragmentable*					
	Dura					

Clave:						
Propiedades	***Atributos***	***Escala de intervalo***				
		1	***2***	***3***	***4***	***5***
Color	*Café claro*					
	Cremoso					
Olor	*Fruta de pan*					
	Quemado					
Gusto	*Fruta de pan*					
	Chocolate					
Textura	*Fragmentable*					
	Dura					

Clave:						
Propiedades	***Atributos***	***Escala de intervalo***				
		1	***2***	***3***	***4***	***5***
Color	*Café claro*					
	Cremoso					
Olor	*Fruta de pan*					
	Quemado					
Gusto	*Fruta de pan*					
	Chocolate					
Textura	*Fragmentable*					
	Dura					

Clave:						
Propiedades	***Atributos***	***Escala de intervalo***				
		1	***2***	***3***	***4***	***5***
Color	*Café claro*					
	Cremoso					
Olor	*Fruta de pan*					
	Quemado					
Gusto	*Fruta de pan*					
	Chocolate					
Textura	*Fragmentable*					
	Dura					

Observaciones:
_____

PRUEBA AFECTIVA (ACEPTACIÒN)

Indique la clave de la muestra que ha sido de su preferencia _____.

Observaciones:
_____

GRACIAS

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable pH. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	0,07	3	0,02	13,38	3,24	5,29	*
Factor A	0,07	1	0,07	39,62	4,49	8,53	**
Factor B	0,000045	1	0,000045	0,03	4,49	8,53	n.s.
Interacción A*B	0,00085	1	0,00085	0,49	4,49	8,53	n.s.
Error experimental	0,03	16	0,0017				
Total	0,10	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 12. Análisis de varianza para la variable acidez titulable. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	0,03	3	0,01	90,14	3,24	5,29	**
Factor A	0,00012	1	0,00012	1,11	4,49	8,53	n.s.
Factor B	0,0022	1	0,0022	19,60	4,49	8,53	**
Interacción A*B	0,03	1	0,03	250,00	4,49	8,53	**
Error experimental	0,0018	16	0,00011				
Total	0,03	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 13. Análisis de varianza para la variable grados brix. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	2,72	3	0,91	226,33	3,24	5,29	**
Factor A	0,72	1	0,72	180,50	4,49	8,53	**
Factor B	0,07	1	0,07	18,00	4,49	8,53	**
Interacción A*B	1,92	1	1,92	480,50	4,49	8,53	**
Error experimental	0,06	16	0,004				
Total	2,78	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 14. Análisis de varianza para la variable humedad o pérdida por calentamiento. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	25,63	3	8,54	7,39	3,24	5,29	*
Factor A	12,06	1	12,06	10,43	4,49	8,53	*
Factor B	12,47	1	12,47	10,78	4,49	8,53	*
Interacción A*B	1,11	1	1,11	0,96	4,49	8,53	n.s.
Error experimental	18,49	16	1,16				
Total	44,13	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 15. Análisis de varianza para la variable materia seca o sólidos totales. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	25,63	3	8,54	7,39	3,24	5,29	*
Factor A	12,06	1	12,06	10,43	4,49	8,53	*
Factor B	12,47	1	12,47	10,78	4,49	8,53	*
Interacción A*B	1,11	1	1,11	0,96	4,49	8,53	n.s.
Error experimental	18,49	16	1,16				
Total	44,13	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 16. Análisis de varianza para la variable materia inorgánica o cenizas. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	0,01	3	0,0034	0,83	3,24	5,29	n.s.
Factor A	0,000045	1	0,000045	0,01	4,49	8,53	n.s.
Factor B	0,01	1	0,01	2,46	4,49	8,53	n.s.
Interacción A*B	0,00013	1	0,00013	0,03	4,49	8,53	n.s.
Error experimental	0,07	16	0,0041				
Total	0,08	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 17. Análisis de varianza para la variable materia orgánica. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	0,01	3	0,0034	0,83	3,24	5,29	n.s.
Factor A	0,000045	1	0,000045	0,01	4,49	8,53	n.s.
Factor B	0,01	1	0,01	2,46	4,49	8,53	n.s.
Interacción A*B	0,00013	1	0,00013	0,03	4,49	8,53	n.s.
Error experimental	0,07	16	0,0041				
Total	0,08	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 18. Análisis de varianza para la variable fibra bruta. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	3,40	3	1,13	50,67	3,24	5,29	**
Factor A	0,03	1	0,03	1,19	4,49	8,53	n.s.
Factor B	0,03	1	0,03	1,40	4,49	8,53	n.s.
Interacción A*B	3,34	1	3,34	149,41	4,49	8,53	**
Error experimental	0,36	16	0,02				
Total	3,75	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 19. Análisis de varianza para la variable nitrógeno total o proteína bruta. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	32,19	3	10,73	13206,23	3,24	5,29	**
Factor A	23,67	1	23,67	29138,31	4,49	8,53	**
Factor B	0,75	1	0,75	926,42	4,49	8,53	**
Interacción A*B	7,76	1	7,76	9553,94	4,49	8,53	**
Error experimental	0,01	16	0,00081				
Total	32,20	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 20. Análisis de varianza para la variable grasa bruta o extracto etéreo. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	0,68	3	0,23	30,4	3,24	5,29	**
Factor A	0,02	1	0,02	3,19	4,49	8,53	n.s.
Factor B	0,19	1	0,19	24,94	4,49	8,53	**
Interacción A*B	0,47	1	0,47	63,17	4,49	8,53	**
Error experimental	0,12	16	0,01				
Total	0,80	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 21. Análisis de varianza para la variable energía bruta. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	1930131,45	3	643377,15	134,37	3,24	5,29	**
Factor A	1920016,51	1	1920016,51	401,00	4,49	8,53	**
Factor B	9807,13	1	9807,13	2,05	4,49	8,53	n.s.
Interacción A*B	307,80	1	307,80	0,06	4,49	8,53	n.s.
Error experimental	76609,51	16	4788,09				
Total	2006740,96	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 22. Análisis de varianza para la variable aerobios mesófilos. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	44239567021660,00	3	14746522340553,30	432,07	3,24	5,29	**
Factor A	16324763293620,00	1	16324763293620,00	478.31	4,49	8,53	**
Factor B	7021812316820,00	1	7021812316820,00	205,74	4,49	8,53	**
Interacción A*B	20892991411220,00	1	20892991411220,00	612,16	4,49	8,53	**
Error experimental	546078863360,00	16	34129928960,00				
Total	44785645885020,00	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 23. Análisis de varianza para la variable mohos y levaduras. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

F. V.	S.C.	g.l.	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabla		s.e.
					5%	1%	
Tratamientos	56851466320,00	3	18950488773,33	4,15	3,24	5,29	*; n.s.
Factor A	6376734720,00	1	6376734720,00	1,40	4,49	8,53	n.s.
Factor B	7626855680,00	1	7626855680,00	1,67	4,49	8,53	n.s.
Interacción A*B	42847875920,00	1	42847875920,00	9,39	4,49	8,53	*
Error experimental	72988352960,00	16	4561772060,00				
Total	129839819280,00	19					

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo).

Anexo 24. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable color – atributo café claro. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

Variable	Tiempo	Temperatura	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Color/Café claro	20 min	130 ºC	17	1,94	1,95	3,00	3,14	0,3378
Color/Café claro	20 min	180 ºC	17	2,24	1,99	3,00		
Color/Café claro	30 min	130 ºC	17	2,65	1,80	3,00		
Color/Café claro	30 min	180 ºC	17	3,00	2,03	3,00		

Anexo 25. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable color – atributo cremoso. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

Variable	Tiempo	Temperatura	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Color/Cremoso	20 min	130 ºC	17	3,53	1,12	4,00	4,01	0,2188
Color/Cremoso	20 min	180 ºC	17	3,35	1,46	4,00		
Color/Cremoso	30 min	130 ºC	17	2,41	1,80	3,00		
Color/Cremoso	30 min	180 ºC	17	2,76	1,68	3,00		

Anexo 26. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable olor – atributo fruta de pan. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

Variable	Tiempo	Temperatura	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Olor/Fruta de pan	20 min	130 ºC	17	2,18	1,29	2,00	1,25	0,7292
Olor/Fruta de pan	20 min	180 ºC	17	2,53	1,66	3,00		
Olor/Fruta de pan	30 min	130 ºC	17	2,59	1,46	2,00		
Olor/Fruta de pan	30 min	180 ºC	17	2,71	1,57	3,00		

Anexo 27. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable olor – atributo quemado. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

Variable	Tiempo	Temperatura	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Olor/Quemado	20 min	130 ºC	17	0,65	0,86	0,00	1,29	0,6772
Olor/Quemado	20 min	180 ºC	17	1,29	1,49	1,00		
Olor/Quemado	30 min	130 ºC	17	0,82	1,19	0,00		
Olor/Quemado	30 min	180 ºC	17	0,76	0,97	1,00		

Anexo 28. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable gusto – atributo fruta de pan. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

Variable	Tiempo	Temperatura	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Gusto/Fruta de pan	20 min	130 ºC	17	2,35	1,77	3,00	2,23	0,5055
Gusto/Fruta de pan	20 min	180 ºC	17	3,06	1,71	4,00		
Gusto/Fruta de pan	30 min	130 ºC	17	2,35	1,62	3,00		
Gusto/Fruta de pan	30 min	180 ºC	17	2,53	1,74	3,00		

Anexo 29. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable gusto – atributo chocolate. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

Variable	Tiempo	Temperatura	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Gusto/Chocolate	20 min	130 ºC	17	3,41	1,84	4,00	1,36	0,6903
Gusto/Chocolate	20 min	180 ºC	17	2,65	2,09	4,00		
Gusto/Chocolate	30 min	130 ºC	17	3,12	1,93	4,00		
Gusto/Chocolate	30 min	180 ºC	17	2,88	2,06	3,00		

Anexo 30. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable textura – atributo fragmentable. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

Variable	Tiempo	Temperatura	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Textura/Fragmentable	20 min	130 ºC	17	1,59	1,77	1,00	1,71	0,6132
Textura/Fragmentable	20 min	180 ºC	17	2,29	1,86	3,00		
Textura/Fragmentable	30 min	130 ºC	17	2,35	1,90	3,00		
Textura/Fragmentable	30 min	180 ºC	17	1,82	1,85	1,00		

Anexo 31. Prueba Kruskal Walis interacciones A*B, variable textura – atributo dura. FCP – UTEQ. 2017 – 2018.

Variable	Tiempo	Temperatura	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Textura/Dura	20 min	130 ºC	17	3,65	1,73	4,00	2,32	0,4804
Textura/Dura	20 min	180 ºC	17	2,88	1,80	3,00		
Textura/Dura	30 min	130 ºC	17	3,12	1,93	4,00		
Textura/Dura	30 min	180 ºC	17	3,59	1,66	4,00		

Anexo 32. Norma salvadoreña NSO 67.31.02:04 para el café tostado en grano y café tostado molido

NORMA SALVADOREÑA **NSO 67.31.02:04**

CONACYT

ESTANDARES DE CALIDAD.

CAFÉ TOSTADO EN GRANO Y CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO.

CORRESPONDENCIA: Esta norma es una adaptación de la Norma Técnica Colombiana NTC 3534. Café Tostado.

ICS 67.140.20

Editada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, Colonia Médica, Avenida Dr. Emilio Alvarez, y Pasaje Dr. Guillermo Rodríguez Pacas # 51, San Salvador, El Salvador, Centro América. Tel: 226- 2800, 225-6222; Fax. 225-6255; e-mail: info@ns.conacyt.gob.sv.

Derechos Reservados