

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Evaluación de la factibilidad técnica y económica de elaborar productos de panificación que formarán parte de las meriendas de los estudiantes de maestrías de la Universidad del Valle de Guatemala

Trabajo de graduación presentado por Andrea del Rosario Estrada Morales para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Guatemala,
2021

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

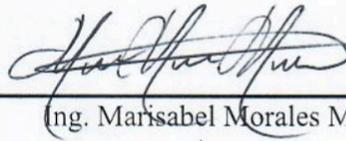


Evaluación de la factibilidad técnica y económica de elaborar productos de panificación que formarán parte de las meriendas de los estudiantes de maestrías de la Universidad del Valle de Guatemala

Trabajo de graduación presentado por Andrea del Rosario Estrada Morales para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos

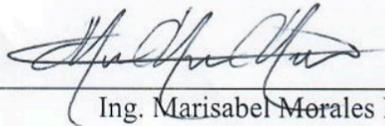
Guatemala,
2021

Vo.Bo.

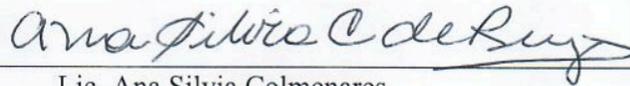


Ing. Marisabel Morales Muralles
Asesora

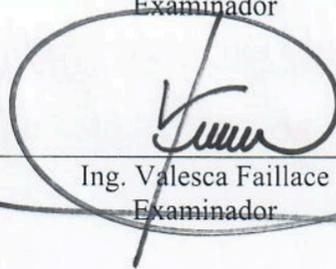
Tribunal examinador:



Ing. Marisabel Morales Muralles
Examinador



Lic. Ana Silvia Colmenares
Examinador



Ing. Valesca Faillace
Examinador

Fecha de aprobación del examen de graduación:

(Guatemala, miércoles 8 de diciembre de 2021)

Prefacio

En el siguiente trabajo de graduación se evaluó la factibilidad técnica y económica de elaborar productos de panificación que formarán parte de las meriendas de los estudiantes de maestrías de la Universidad del Valle de Guatemala.

El primer agradecimiento es a Dios, a la Virgen del Rosario y a Jesús del Buen Pensamiento por haberme guiado durante mi preparación como profesional y en la culminación de este trabajo.

A mi familia, especialmente a:

Mi papi Charlie, por ser mi motivación para que yo lograra ser una profesional, por llenarme de valentía todos los días y creer en mi.

Mi mami Claudita, por ser mi apoyo constante rebasando los límites de la distancia, por siempre brindarme las mejores soluciones y por creer en mi.

Lilo y Paulina, por haberme acompañado durante las largas noches de desvelo.

Mis abuelitos, por sus constantes oraciones para mi bienestar.

Tío Cristian, por siempre estar pendiente y orgulloso de mi.

A Alejandro, por motivarme constantemente a cumplir mis metas.

A Universidad del Valle de Guatemala por permitirme haber realizado mi trabajo de graduación dentro de sus instalaciones, por todas las áreas, maquinaria y equipo que estuvieron a mi disposición para poder llevar a cabo el proyecto.

A la empresa Caelus, por haber abierto sus puertas para brindarme el conocimiento necesario para la elaboración de los distintos tipos de pan.

A las catedráticas:

Ing. Marisabel Morales por su tiempo y dedicación para poder llevar a cabo el desarrollo y la culminación de este proyecto.

Lic. Ana Silvia Colmenares por su constante apoyo durante la elaboración de este trabajo.

Ing. Valesca Faillace por sus observaciones sobre este trabajo y por abrirme las puertas de Caelus.

Ing. Adilia Blandon por sus correcciones y guía en el planteamiento del protocolo.

A toda la promoción de Ingeniería en Ciencias de Alimentos 2021, por haberme acompañado durante cada año de la carrera y durante la realización de este trabajo.

A Byron e Iliana, por haberme acompañado y facilitado las herramientas para llevar a cabo el proceso de las pruebas piloto.

ÍNDICE

Prefacio.....	V
Listado de figuras	VIII
Listado de gráficos.....	X
Listado de cuadros	XI
Lista de ecuaciones.....	XII
Resumen	XIII
Abstract.....	XIV
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	2
1. La Universidad del Valle de Guatemala.....	2
2. Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos.....	2
3. Centro de Innovación y Tecnología (CIT)	2
4. Departamento de Maestrías	3
5. Evaluación de datos	4
6. Servicio de alimentación	4
III. Justificación	5
IV. Objetivos.....	6
V. Marco teórico.....	7
1. El pan	7
2. Materia prima	7
3. Parámetros de calidad en panificación	9
4. Operaciones en la elaboración de productos de panificación.....	11
5. Maquinaria y equipo de la planta de Innovación Alimentaria y Nutricional	12
6. Personal operativo	13
7. Costos de producción.....	14
VI. Metodología.....	18
1. Microbiología	22
2. Análisis sensorial.....	23
3. Merma.....	24
VII. Discusión y resultados	25
1. Pan de agua.....	30
2. Pan para hot dog	30
3. Pan chapata.....	31

4.	Pan para hamburguesa	31
5.	Análisis sensorial	32
6.	Microbiología	35
7.	Almacenamiento y vida de anaquel.....	36
8.	Análisis de costos	36
9.	Análisis de precios.....	42
10.	Almacenamiento	42
VIII.	Conclusiones.....	44
IX.	Recomendaciones	45
X.	Referencias bibliográficas	46
XI.	Anexos	48
	Parte I. Producción de un lote de pan	48
	Parte II. Microbiología.....	55
	Parte III. Gas	66
	Parte IV. Sensorial	68
	Parte V. Almacenamiento en cuarto de congelado	82
	Parte VI. Tablas para cálculos de análisis sensorial	83

Listado de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de productos de panadería artesanal.....	11
Figura 2. Pesado de ingredientes para elaboración de masa.....	48
Figura 3. Mezcla de ingredientes en mezcladora.	48
Figura 4. Pesado de cada producto.	49
Figura 5. Boleado de los panes.....	49
Figura 6. Colocación en bandejas.....	50
Figura 7. Fermentación del producto.....	50
Figura 8. Amasado.....	51
Figura 9. Base de harina dura.	51
Figura 10. Producto precocido.....	52
Figura 11. Selladora manual.....	52
Figura 12. Empaque de producto a congelar.	53
Figura 13. Producto empacado.	53
Figura 14. Producto congelado.....	54
Figura 15. Medición de agua utilizada durante la producción.	54
Figura 16. Peso de agua peptonada a utilizar.	55
Figura 17. Dilución de agua peptonada.	55
Figura 18. Peso de agar DRBC a utilizar.....	56
Figura 19. Dilución y calentamiento de agar DRBC.....	56
Figura 20. Agar DRBC en autoclave.....	57
Figura 21. Temperatura y presión de autoclave para agar y agua peptonada.....	57
Figura 22. Preparación de medios de cultivo en cajas de petri con agar DRBC.....	57
Figura 23. Preparación de muestras de los productos de panificación para sembrar en los medios de cultivo. Toma de muestra significativa para análisis.	58
Figura 24. Medición de 25 g de la muestra del producto de panificación.....	58
Figura 25. Adición de 225 ml de agua peptonada a muestra sólida.	58
Figura 26. Colocación de muestra en equipo STOMACHER 400.....	59
Figura 27. Muestra preparada para realizar la siembra en los medios de cultivo.....	59
Figura 28. Incubación de muestras en incubadora, con agar DRBC.....	59
Figura 29. Peso de agar Chromocult a utilizar.	60
Figura 30. Dilución y calentamiento de agar Chromocult.....	60
Figura 31. Preparación de medios de cultivo en cajas de petri con agar Chromocult.....	60
Figura 32. Incubación de muestras a 36°C, con agar Chromocult.....	61
Figura 33. Asa de Drigaslki para esparcimiento de muestra sobre el agar.....	61
Figura 34. Cultivo en agar DRBC de muestra de pan para hot dog almacenado a temperatura ambiente dilución 1×10^2	61
Figura 35. Cultivo en agar DRBC de muestra de pan para hot dog almacenado a temperatura ambiente dilución 1×10^3	62
Figura 36. Cultivo en agar DRBC de muestra de pan chapata almacenado a temperatura ambiente dilución 1×10^2	62
Figura 37. Cultivo en agar DRBC de muestra de pan chapata almacenado a temperatura ambiente dilución 1×10^3	62

Figura 38. Cultivo en agar Chromocult de muestra de pan de agua almacenado congelado dilución 1×10^1	62
Figura 39. Cultivo en agar Chromocult de muestra de pan para hot dog almacenado congelado dilución 1×10^1	63
Figura 40. Cultivo en agar Chromocult de muestra de chapata almacenado congelado dilución 1×10^1	63
Figura 41. Cultivo en agar Chromocult de muestra de pan para hamburguesa almacenado congelado dilución 1×10^1	63
Figura 42. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan de agua almacenado congelado dilución 1×10^2	64
Figura 43. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan de agua almacenado congelado dilución 1×10^3	64
Figura 44. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra pan para hot dog almacenado congelado dilución 1×10^2	64
Figura 45. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra pan para hot dog almacenado congelado dilución 1×10^3	64
Figura 46. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan chapata almacenado congelado dilución 1×10^2	65
Figura 47. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan chapata almacenado congelado dilución 1×10^3	65
Figura 48. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan para hamburguesa almacenado congelado dilución 1×10^2	65
Figura 49. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan para hamburguesa almacenado congelado dilución 1×10^3	65
Figura 50. Sistema para cálculo de libras de gas utilizadas en fermentador.....	66
Figura 51. Peso de persona más tambo de gas previo a encender el fermentador.....	66
Figura 52. Peso de persona más tambo de gas luego de utilizar el fermentador.....	67
Figura 53. Sistema para cálculo de libras de gas utilizado en horno.....	67
Figura 54. Bandeja con muestras para panelistas.....	68
Figura 55. Panelistas realizando la prueba en laboratorio de Análisis Sensorial.....	68
Figura 56. Hoja de evaluación de test de triángulo.....	69
Figura 57. Hoja de evaluación de prueba de aceptación.....	69
Figura 58. Hoja maestra de test de triángulo para pan de agua, pan para hotd dog, pan chapata y pan para hamburguesa.....	70
Figura 59. Hoja maestra de prueba de aceptación para pan de agua.....	71
Figura 60. Hoja maestra de prueba de aceptación para pan para hot dog.....	71
Figura 61. Hoja maestra de prueba de aceptación para pan chapata.....	71
Figura 62. Hoja maestra de prueba de aceptación pan para hamburguesa.....	71
Figura 63. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan de agua parte 1.....	72
Figura 64. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan de agua parte 2.....	73
Figura 65. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan de agua parte 3.....	74
Figura 66. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan de agua parte 4.....	74
Figura 67. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hot dog parte 1... 75	75
Figura 68. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hot dog parte 2... 76	76
Figura 69. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hot dog parte 3... 77	77
Figura 70. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan chapata parte 1.....	77
Figura 71. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan chapata parte 2.....	78

Figura 72. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan chapata parte 3.	79
Figura 73. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hamburguesa parte 1.	80
Figura 74. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hamburguesa parte 2.	80
Figura 75. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hamburguesa parte 3.	81
Figura 76. Cajas apiladas para almacenamiento de producto terminado en cuarto de congelado.....	82
Figura 77. Medición de área total de almacenamiento.	82
Figura 78. Tabla 17.8 de Meilgaard.	83

Listado de gráficos

Gráfico 1. Total de respuestas correctas e incorrectas en la prueba Test de Triángulo para el pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa.	32
---	----

Listado de cuadros

Cuadro 1. Costo y detalle de cargos de energía eléctrica dentro de planta Alimentaria y Nutricional.....	16
Cuadro 2. Fórmulas de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa elaborados con premezclas de Caelus.....	18
Cuadro 3. Unidades y tiempos de dos lotes de producción por día.....	25
Cuadro 4. Producción máxima por mes de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa.....	25
Cuadro 5. Plan de producción día lunes.....	26
Cuadro 6. Plan de producción día martes.....	27
Cuadro 7. Plan de producción día miércoles.....	28
Cuadro 8. Plan de producción día jueves.....	29
Cuadro 9. Total de respuestas correctas e incorrectas en la prueba Test de Triángulo para el pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa.....	32
Cuadro 10. Influencia de aceptación según el gusto general, color, textura y sabor de pan de agua, para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa almacenado a temperatura ambiente y almacenado congelado, a partir de un análisis Anova de un factor.....	33
Cuadro 11. Medias de los parámetros evaluados para las muestras almacenadas a temperatura ambiente y almacenadas congeladas para pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa.....	34
Cuadro 12. Recuento total de pan para hot dog y pan de chapata almacenado a temperatura ambiente.....	35
Cuadro 13. Recuento total de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa almacenado a temperatura de congelación.....	35
Cuadro 14. Ficha técnica de horno, fermentador y mezcladora.....	37
Cuadro 15. Gasto y costos de energía eléctrica de un mes de producción de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa en área de panificación.....	37
Cuadro 16. Gasto en m ³ y costos de agua potable de un mes de producción de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan de hamburguesa en área de panificación.....	38
Cuadro 17. Gasto y costos de gas utilizados mensualmente.....	38
Cuadro 18. Depreciación de maquinaria y equipo.....	39
Cuadro 19. Costos de materias primas por día de producción de pan de agua.....	40
Cuadro 20. Costos de materias primas por día de producción de pan para hot dog.....	40
Cuadro 21. Costos de materias primas por día de producción de pan chapata.....	40
Cuadro 22. Costos de materias primas por día de producción de pan para hamburguesa...	41
Cuadro 23. Costo unitario de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa.....	41
Cuadro 24. Posible precio de venta de unidad de pan de una unidad con un 10% de utilidad.....	42
Cuadro 25. Comparación entre precio de venta de pan producido en planta Alimentaria y Nutricional versus precio de venta en el mercado.....	42

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Merma.....	24
------------------------	----

Resumen

A continuación, se desarrolló un estudio y planteamiento de un plan de producción de productos de panadería en la planta de Innovación Alimentaria y Nutricional de la Universidad del Valle de Guatemala. Inicialmente se describen los procedimientos para llevar a cabo la producción de pan de agua, pan para hamburguesa, pan para hot dog y pan chapata; las capacidades máximas para una jornada de 8 horas; y los costos involucrados en la producción de los diferentes tipos de pan. Finalmente se presentan precios de venta sugeridos considerando un 10% de utilidad y una propuesta de plan de producción.

La necesidad de la implementación del plan nació a raíz de la petición del Departamento de Maestrías de la Universidad del Valle de Guatemala de tener un proveedor interno de meriendas para sus estudiantes. La empresa Caelus conocida por la elaboración de alimentos listos para consumir, está dispuesta a brindar el servicio de alimentación para los estudiantes de maestría, para lo cual el Departamento de Ingeniería en Alimentos fabricará productos de panadería que se utilizarán como ingrediente principal de las mismas.

Durante el comienzo de la investigación se deseaba almacenar el producto terminado a temperatura ambiente, sin embargo mediante los resultados de análisis sensorial y análisis microbiológico realizado, se pudo determinar que después de una semana de almacenamiento en estas condiciones el producto pierde su calidad.

Por lo anterior, se tomó la decisión de hacer pruebas de pre horneado y almacenamiento en congelador. En este caso los resultados de los análisis sensoriales y microbiológicos demostraron que este proceso permite mejores estándares de calidad y el producto conserva sus características de frescura, color, textura y sabor, similar a un pan recién producido.

En el presente trabajo se considera una plaza para un técnico panadero capacitado en el área de producción y maquinaria de alimentos, que estará a cargo de la producción y mejora continua del proyecto. Además durante los siguientes ciclos académicos, se espera beneficiar a varios estudiantes de cuarto año con la oportunidad de hacer la práctica profesional inspeccionando y laborando en la producción de materia prima y producto terminado dentro de la planta piloto de alimentos de la Universidad.

Abstract

A complete study and proposal of a production plan for bakery products was developed at the Food and Nutritional Innovation plant of the Universidad del Valle de Guatemala. Initially, the procedures for carrying out the production of water bread, hamburger bread, hot dog bread and ciabatta bread are described; the maximum capacities for an 8-hour shift; and the costs involved in the production of the different types of bread. Finally, suggested sale prices are presented considering a 15% profit and a production plan proposal.

The need for the implementation of the plan was born because of the request of the Department of Masters of the Universidad del Valle de Guatemala to have an internal supplier of snacks for its students. The Caelus company known for the preparation of ready-to-eat foods, is willing to provide food service for master's students, for which the Department of Food Engineering will manufacture bakery products that will be used as the main ingredient thereof.

During the beginning of the investigation, it was desired to store the finished product at room temperature, however, through the results of sensory analysis and microbiological analysis carried out, it was possible to determine that after a week of storage under these conditions the product loses its quality.

Therefore, the decision was made to do pre-baking and freezer storage tests. In this case, the results of the sensory and microbiological analyzes showed that this process allows better quality standards, and the product retains its characteristics of freshness, color, texture and flavor, similar to a freshly produced bread.

In the present work, a position is considered for a baker technician trained in the area of food production and machinery, who will be in charge of the production and continuous improvement of the project. In addition, during the following academic cycles, it is expected to benefit several fourth-year students with the opportunity to do professional practice inspecting and working in the production of raw materials and finished products within the University's food pilot plant.

I. Introducción

La finalidad del presente trabajo es la implementación de un plan de producción de productos de panificación en la planta de Innovación Alimentaria y Nutricional. Durante el proceso de elaboración se determinaron los costos de producir una unidad de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan de hamburguesa.

También se evaluaron microbiológica y sensorialmente muestras de pan chapata y de pan para hot dog almacenados a temperatura ambiente por cinco días. Con relación a los resultados obtenidos se tomó la decisión de evaluar el almacenamiento congelado por una semana de los productos de panificación. Se realizaron nuevamente análisis microbiológicos de presencia de mohos y levaduras, coliformes totales y *E. Coli* y sensoriales con pruebas de aceptación y de test de triángulo de las cuales se obtuvieron resultados aceptables y dentro de los límites permitidos.

En cuanto al análisis de costos de producir los distintos tipos de pan, se realizaron pruebas piloto con cada tipo de pan en las cuales se obtuvieron tiempos promedio, cantidad de panes por lote y consumos de energía eléctrica, gas y agua, los cuales fueron indispensables para el cálculo de los costos fijos y variables que se tienen durante la producción. De igual forma se determinaron la cantidad de lotes que pueden ser producidos en un día por un técnico panadero y dos practicantes, con la ayuda de la maquinaria disponible que es el horno, el fermentador y la mezcladora.

El costo unitario de producción del pan de agua se determinó que es de Q. 1.22, el pan para hot dog de Q. 1.45, el pan chapata de Q. 1.51 y el pan para hamburguesa de Q. 1.60. Tomando en cuenta estos datos se calcularon precios de venta con un 10% de utilidad, los cuales son cercanos a los precios de productos similares disponibles en el mercado. Así que se determinó que es factible económica y técnicamente la producción de productos de panificación con turnos de trabajo de 8 horas, sin embargo, se recomienda reevaluar y realizar un estudio tanto de los proveedores de las principales materias primas como de un posible incremento en los lotes de producción en el día y en la semana.

II. Antecedentes

1. La Universidad del Valle de Guatemala

La Universidad del Valle de Guatemala es un centro educativo reconocido por su excelencia académica y ha demostrado el liderazgo en las áreas de ciencia, tecnología, educación e investigación. Inició con seis estudiantes en su Campus Central, en Guatemala, con tres facultades: Ciencias y Humanidades, Ciencias Sociales y Educación, así como con el Colegio Universitario. Siempre tuvo la visión de ser una fuerza activa en el desarrollo de la educación superior como institución de vanguardia. Para ello, promueve la experimentación en métodos de enseñanza y sistemas de organización, la realización de investigaciones de largo alcance y la formación de personas altamente capacitadas para el desarrollo educativo.

2. Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos

La carrera de Ingeniería en Ciencias de Alimentos es una disciplina integral que provee los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para participar en cualquier etapa de la cadena productiva del alimento, desde la cosecha hasta el consumo. Esta carrera permite a los profesionales enfrentar retos relacionados con la reducción de desechos, aumento del valor nutricional y vida de anaquel, diseño de productos y procesos y la mejora del transporte y distribución de los alimentos.

Desde sus inicios, el Departamento de Alimentos ha trabajado de la mano con el Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios (CEAA) para lograr el fortalecimiento de la industria de alimentos mediante el análisis físico, sensorial, químico, nutricional y microbiológico de los productos elaborados.

3. Centro de Innovación y Tecnología (CIT)

El Centro de Innovación y Tecnología (CIT) es el nuevo y más grande proyecto de infraestructura de la Universidad del Valle de Guatemala y fue diseñado con el objetivo de fomentar el espíritu de emprendimiento y de innovación en las personas dentro del campus. Es un espacio que promueve el diálogo entre sectores privados y académicos, poniendo a su disposición la infraestructura adecuada y los servicios necesarios para unificar la tecnología y la ciencia a beneficio de la sociedad. Cuenta con centros de emprendimiento, laboratorios, aulas colaborativas, salones de clase y salas de conferencias, que en conjunto crean un ecosistema de innovación a disposición de toda la comunidad UVG.

Dentro del CIT se encuentra la planta de Innovación Alimentaria y Nutricional, esta es considerada como la planta más grande de Guatemala y la más completa para la investigación y la educación sobre la industria de los alimentos. La misma cuenta con un área total de 897.98 metros dentro de los cuales se puede encontrar más de 500 equipos aptos para el procesamiento

de toda clase de alimentos como cereales, frutas, vegetales, cárnicos, bebidas, lácteos, panadería, repostería, entre otros; así como áreas de microbiología, química, sensorial e innovación. Este espacio tiene el objetivo de brindar el apoyo necesario a los estudiantes para que con un aprendizaje completo y un pensamiento crítico puedan innovar en la industria de alimentos.

4. Departamento de Maestrías

El departamento de maestrías durante varios años ha brindado a los estudiantes inscritos en los distintos programas una merienda los días que asisten a cursos presenciales dentro del campus. Los alimentos que brindan en las refacciones han sido adquiridos por medio de diferentes proveedores externos de la Universidad.

Los programas de maestrías que ofrece la Universidad del Valle de Guatemala son los siguientes:

- Business Intelligence and Analytics
- Comportamiento no Verbal y Detección del Engaño
- Dirección y Gestión de Proyectos
- Finanzas Evanzadas
- Food Innovation and Global Management
- Gestión del Talento Humano
- Gestión y Evaluación de Sistemas Productivos Sostenibles
- Gestión de Negocios Energéticos
- Master in Supply Chain, Operations and Logistics
- MBA+
- Modelado y Gestión de Proyectos de Construcción BIM MANAGEMENT
- Perfilación Criminal
- Perfilación de la Personalidad, Negociación y Mediación
- Security Data Science and Cybersecurity
- Strategy and Corporate Compliance
- Turismo Sostenible
- Estructuras de Concreto Reforzado
- Modelado BIM
- Estructuras de Acero
- Consejería psicológica y salud mental
- Desarrollo
- Neuropsicología clínica
- Patrimonio
- Intersiones con Artes Expresivas
- Intersiones Psicológicas y Salud
- Monitoreo y evaluación de Proyectos Sociales
- Neuropsicología
- Patrimonio
- Políticas Públicas para el Desarrollo
- Currículo y Tecnología Educativa

- Docencia Superior e Innovación
- Liderazgo y Coaching Educativo
- Medición, Evaluación e Investigación Educativa
- Formación de Auditores en Buenas Prácticas de Manufactura Farmacéutica
- Coaching Nutricional y Nuevos Enfoques de Atención
- Epidemiología
- Gestión Ambiental y Sostenibilidad
- Nutrición en la Actividad Física y el Deporte

El promedio de estudiantes inscritos durante los últimos cinco años en estas es de 296 en total, sin embargo, los horarios de cada maestría varía mes a mes dependiendo de las actividades que se tengan programadas. Los días con más afluencia en las clases son los días sábados por la mañana y tarde y de lunes a viernes suele ser por la noche.

5. Evaluación de datos

El plan de evaluación de los datos se ejecutará a medida que se desarrollen los procesos de preparación de materia prima los cuales coadyuvaran a determinar aspectos como: durabilidad, cantidad, ingredientes, almacenamiento, aceptación entre otros. Para lo cual será necesario realizar diversas pruebas en determinados momentos de la evolución de la investigación.

6. Servicio de alimentación

Caelus es una empresa guatemalteca enfocada en la elaboración de variedad de refacciones en grandes cantidades. El acuerdo de trabajar de la mano con el Departamento de Alimentos y de Maestrías de la Universidad del Valle de Guatemala lo ha llevado a solicitar la producción de ciertos productos de panificación que se encuentran dentro del menú como ingredientes para poder realizar sándwiches, paninis, hamburguesas, hot dog, entre otros que formarán parte de las refacciones que se les brindarán en el año 2022 a los estudiantes de maestrías.

Siendo el principal servicio de Caelus la elaboración de refacciones, esta empresa será la encargada de proveer de menús completos de refacción para los estudiantes inscritos en las maestrías a partir del año 2022. El Departamento de Alimentos realizó un acuerdo con esta empresa para que todo el pan producido dentro de la planta de Innovación Alimentaria y Nutricional sea la principal materia prima de la elaboración de las refacciones.

III. Justificación

Desde hace varios años existe la necesidad de proveer a los estudiantes de maestría de la Universidad del Valle de Guatemala un servicio de alimentos para consumo dentro del campus, que incluya productos de alta calidad preparados con buenas prácticas de manufactura a un costo de producción favorable. Anteriormente este servicio ha sido adquirido por medio de proveedores externos a la institución académica debido a la falta de recursos internos.

A partir del año 2021 la Universidad pone a disposición de la comunidad el Centro de Innovación y Tecnología (CIT), el cual fue diseñado con el objetivo de fomentar el espíritu de emprendimiento y de innovación. Dentro del CIT se encuentra la planta de Innovación Alimentaria y Nutricional, la cual cuenta con más de 500 equipos aptos para el procesamiento de toda clase de alimentos como cereales, frutas, vegetales, cárnicos, bebidas, lácteos, panadería, repostería, entre otros; así como áreas de microbiología, química, sensorial e innovación. Se espera poder aprovechar al máximo estas instalaciones para beneficio de toda la comunidad, incluyendo la posibilidad de brindar el servicio de alimentación para el Departamento de Maestrías.

Para poder llevar a cabo este servicio de forma interna es importante ofrecer variedad y frescura, lo que hace necesario el desarrollo de un plan de producción que asegure la calidad y disponibilidad de los alimentos. Los productos de panificación son propensos a tener una vida de anaquel corta, sin embargo a través del uso de tecnología de alimentos y mejoras en la formulación su vida útil puede incrementarse, facilitando así el almacenamiento de grandes producciones.

La carrera de Ingeniería en Ciencias de Alimentos prepara a los estudiantes para la creación de nuevos productos, la constante mejora, el diseño e implementación de procesos industriales para una de las industrias más grandes del mundo, la cual se encuentra innovando y creando constantemente. Como objetivos de la carrera se encuentran el formar profesionales que cuenten con una gran capacidad tecnológica y científica, con pensamiento analítico y con criterio para poder resolver de manera profesional problemas en el ámbito de los alimentos.

Los conocimientos obtenidos durante la carrera serán la base para implementar un micro sistema de desarrollo de productos de panificación y plan de producción que permita la plena observancia de las buenas prácticas de manufactura, así como garantizar la inocuidad del establecimiento y los procesos. En consecuencia, el impacto de este trabajo de tesis está en aprovechar al máximo los recursos académicos y las instalaciones físicas que ofrece la Universidad. Al mismo tiempo, se abre la oportunidad de que estudiantes de Ingeniería en ciencias de alimentos puedan hacer prácticas profesionales dentro del campus.

Adicionalmente los estudiantes de maestría de todos los programas podrán adquirir productos elaborados con calidad que cumplan sus expectativas, lo que representa en general un beneficio compartido para la población estudiantil referida, radicando en esto último su relevancia.

IV. Objetivos

1. General

- Evaluar la factibilidad técnica y económica de elaborar productos de panificación que formarán parte de las meriendas de los estudiantes de maestrías de la Universidad del Valle de Guatemala.

2. Específicos

- Definir la capacidad máxima y un plan de producción por jornada de 8 horas de lunes a viernes dentro de la Planta de Innovación Alimentaria y Nutricional para productos de panificación.
- Determinar las condiciones de almacenamiento que garanticen la calidad del pan a través de evaluación sensorial y análisis microbiológicos.
- Hacer un análisis de los costos de elaboración de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa por mes de producción.
- Hacer un análisis de precios de venta considerando un 10% de utilidad y precios de los productos disponibles en el mercado.

V. Marco teórico

1. El pan

El pan es considerado como un producto perecedero que se desarrolla a partir de una masa elaborada con harina de trigo, sal, levadura y agua, con ayuda de procesos como fermentación y cocción. El CODEX STAN 192-1995 define la categoría 07.1.1.1 como un pan leudado con levadura y panes especiales, como todos los tipos de productos de panadería que no son dulces. A esta clasificación de pan se le pueden agregar ciertos coadyuvantes y aditivos autorizados que pueden influir notablemente en las características físicas de la miga. (Mesas y Alegre, 2002)

Existen ciertos factores de riesgo que pueden afectar la composición de los productos según el RTCA 67.04.54:10 de alimentos y bebidas procesadas, se listan a continuación:

- composición
- acidez
- pH
- actividad de agua
- humedad
- proceso de elaboración
- población consumidora
- forma de preparación
- condiciones de almacenamiento
- transporte

2. Materia prima

La clasificación de materias primas se refiere a las que influyen ya sea directa o indirectamente en los procesos de transformación, para poder calcular este rubro es necesario el conocimiento de las cantidades a utilizar, así como de los precios unitarios de cada materia prima. (Zugarramundi *et al.*, 1998)

2.1. Harina

Utilizar harina de trigo para la creación de la masa es de gran ventaja ya que esta tiene una gran capacidad para poder retener el gas que se produce durante la fermentación de la levadura. La harina es muy importante ya que es la encargada de la estructura y de las características que diferencian a los panes, esta suele elaborarse a partir de la unión y mezcla de seis tipos distintos de trigos que aportan las características únicas del sabor y olor de la misma. (AIB, 2014)

Existen distintos tipos de harina que se clasifican según su nivel proteico:

- Harina de pan molido a partir de trigo duro, esta contiene más de 10.5% de proteína.
- Harina dura con alto contenido de gluten a partir de trigo duro, suele contener un 12.5%-14% de proteína.

- Harina suave, esta suele contener menor a 10% de proteína
- Harina multipropósito, que también contiene porcentajes bajos de proteína. Menor al 10%. (AIB, 2014)

2.2. Grasa

La grasa suele añadirse en la formulación para brindar lubricación y para facilitar la expansión de la masa, así como para permitir cortar en rodajas sin dañar la estructura del producto final. Ayudar a retrasar el envejecimiento alargando así la vida útil y ablanda la miga ya que la lubrica, da mayor brillo a la corteza y volumen al producto final. (AIB, 2014)

2.3. Levadura

Las levaduras se pueden definir como un organismo que está vivo y se ve en riesgo cuando está expuesto a condiciones de temperatura, pH, disponibilidad de agua, entre otras condiciones no favorables para las mismas. Estas son capaces de transformar el azúcar que se encuentra en el medio, en dióxido de carbono y alcoholes que contribuyen a los distintos aromas y sabores característicos de los panes. Existen varias presentaciones de levadura, hay levadura fresca, levadura seca instantánea o incluso crema de levadura. La selección de la presentación de las mismas depende del volumen de masa que se desee producir. (AIB, 2014)

2.4. Sal

El uso de la sal es indispensable ya que ayuda a que los sabores de los productos horneados puedan resaltar. Los porcentajes utilizados para lograr los efectos beneficiosos son de 1.5 a 2.25%, ya que si se agrega más de estos porcentajes se puede llegar a obtener un sabor salado en el producto final. La adición de sal tiene múltiples ventajas en las harinas débiles ya que puede permitir el fortalecimiento de las mismas ya que ayuda a que el gluten en el pan se endurezca con facilidad. (AIB, 2014)

2.5. Azúcar

La función principal de este ingrediente esencial es que se encarga de alimentar a las levaduras para permitir que estas comiencen a producir el dióxido de carbono y el alcohol deseado. También proporciona un sabor dulce al producto terminado. La adición de azúcar también añade colores marrones oscuros a la corteza de los productos y ayuda a la retención de la humedad ya que tiene propiedades higroscópicas. (AIB, 2014)

2.6. Leche

Los sólidos de la leche aportan un rico sabor al producto terminado, así como un color de corteza que impone calidad. La calidad proteica y de calcio de la leche aumentan la calidad nutricional en general del producto. (AIB, 2014)

2.7. Agua

La función principal del agua es hidratar, sirve para que todos los ingredientes puedan mezclarse y homogeneizarse de mejor manera. Ayuda a que se de la formación de las redes del

gluten y a que se gelatinize el almidón. Tiene también la función de ayudar en la activación de las levaduras para la fermentación y en la correcta dispersión de los ingredientes. Mediante la adición del agua se puede controlar y modificar la temperatura de la masa ya que esta puede agregarse incluso a temperaturas bajas como en forma de hielo. (AIB, 2014)

2.8. Premezcla

Las premezclas con un conjunto de ingredientes previamente mezclados y agregados en las cantidades necesarias según sea la formulación del producto, en panificación suelen ser utilizadas con frecuencia ya que facilitan la elaboración y la producción reduciendo los tiempos entre procesos ya que no se debe de pesar cada uno de los ingredientes que pueda contener un producto. El uso de premezclas también brinda ventajas como facilidad en el manejo de inventario, espacio de almacenamiento, estandarización del producto en proceso y en anaquel. Suele estar conformada únicamente por los ingredientes en polvo como la harina, la leche, azúcar, sal, agentes antimicrobianos, entre otros, y para poder llevar a cabo el proceso de elaboración del pan únicamente es necesario agregar ciertos ingredientes como el agua, la levadura y la grasa. (Hernández, 2011)

3. Parámetros de calidad en panificación

3.1. Criterios microbiológicos

Un criterio microbiológico se considera un parámetro que indica la aceptabilidad que tendrá un alimento o ya sea del proceso o del sistema de control de inocuidad de los alimentos. Este parámetro es apropiado para que se pueda proteger la salud de los consumidores, así como para garantizar la inocuidad de los productos a elaborar. Luego de la obtención de resultados, se realiza un análisis de estos para determinar e identificar la presencia de microorganismos y poder determinar en qué punto específico se desarrolla para poder erradicarlo. (CAC/GL 21-1997)

El RTCA 67.04.50:08 sobre criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos incluye en el subgrupo 7.1 a las categorías relativas al pan, productos de panadería ordinaria y mezclas en polvo. Así como frescos o congelados y los productos de panadería fina como dulces, salados y aromatizados. Este documento indica que el parámetro a evaluar es *Escherichia coli* con un límite máximo permitido <3 NMP/g. Este reglamento también indica que estos productos presentan un tipo de riesgo B lo que significa que por su naturaleza, proceso, manipulación y población a la que se dirige, presentan una mediana probabilidad de causar daños en la salud de los consumidores.

Según el Real Decreto 135/2010 utilizado como norma en España, para la sección de productos de panadería y bollería, el límite máximo permitido es de 500 UFC/g para mohos y levaduras y la ausencia o <10 UFC/g para *E. Coli*. (Moragas, 2020)

3.2. Características sensoriales

Las características sensoriales son aquellas que se perciben de los alimentos u otras sustancias mediante los sentidos del gusto, vista, olfato, tacto y oído. (Schutz, 1971)

Para determinar dichas características se utiliza la evaluación sensorial, la cual tiene diversas aplicaciones, por ejemplo en el área de investigación y desarrollo es vital para poder orientar en el desarrollo de nuevos productos, para poder mejorarlos o evaluar posibles modificaciones y la aceptabilidad, preferencia o diferencias de las mismas. En el área de marketing, permite el aporte de información sobre valoración o posicionamiento del producto dentro del mercado. O ya sea en control de calidad, ya que se pueden evaluar las características sensoriales a lo largo del tiempo del o de los productos que se requieran estudiar. Tiene numerosas ventajas en la industria ya que también permite determinar la fecha de caducidad de un alimento con un menor costo, facilita la apertura de mercados nuevos y también para la evaluación de la influencia de la marca, así como muchas otras ventajas de su uso. (DePaz, 2009)

3.2.1. Pruebas

Existen diversos tipos de pruebas para realizar análisis sensoriales, por lo que es indispensable que se realice un estudio previo sobre lo que se desea evaluar para así poder seleccionar la prueba adecuada (DePaz, 2009)

La prueba Test de Triángulo se utiliza para saber si existe una diferencia significativa y perceptible entre dos muestras. La diferencia puede implicar entre varios o un solo atributo. Es funcional para poder determinar si hubo cambios en la formulación, procesos, control de calidad o almacenamiento de las pruebas. (DePaz, 2009)

Las pruebas de Aceptación, son útiles cuando los estímulos químicos no interfieren y son utilizadas cuando se desea obtener información acerca de un producto por parte de los consumidores reales del mismo, comparando con otros productos o no. Esto se realiza mediante una escala hedónica de 9 puntos para medir cuánto le gusta al consumidor el o los parámetros a evaluar de dichos productos. (DePaz, 2009)

3.2.2. Análisis ANOVA

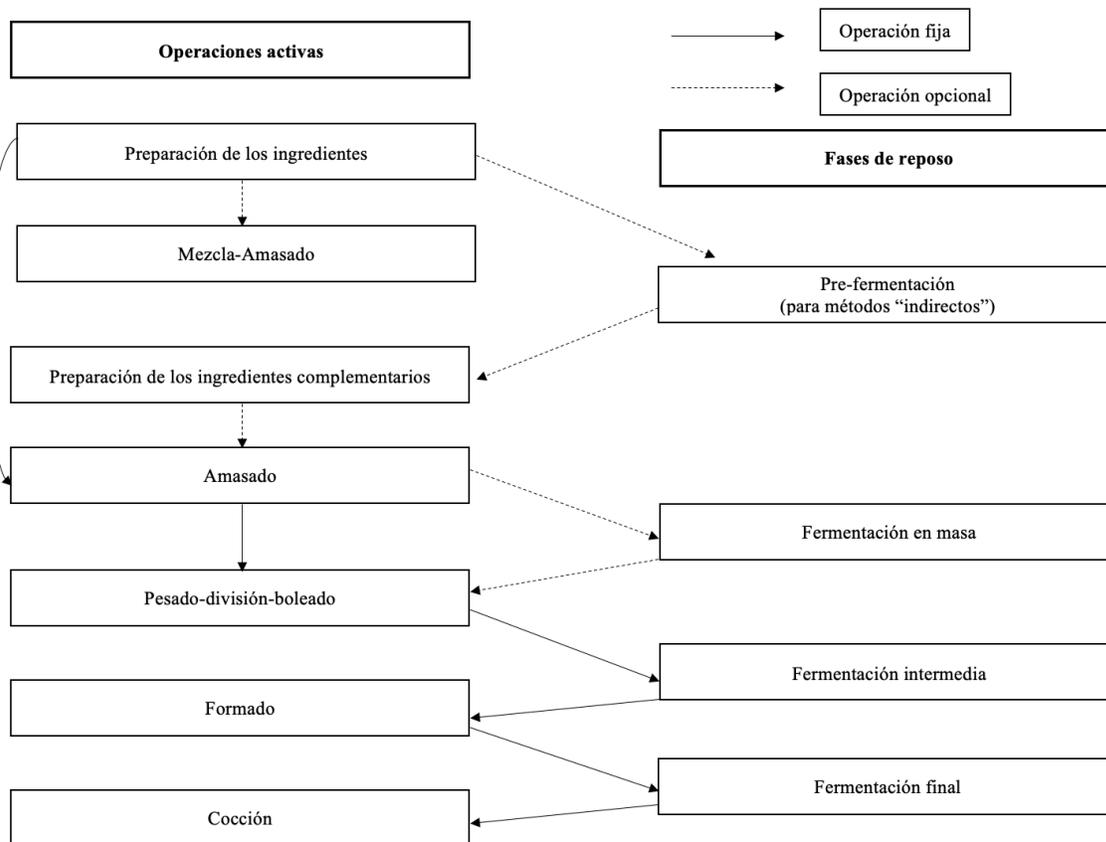
La mayoría de los experimentos de Anova son importantes para determinar el efecto que pueda tener alguna variable que sea dependiente, esta variable puede contener muchos y distintos niveles de algún factor que puede ser la variable independiente. Este factor puede ser cualquier cosa, un color, una temperatura, un mes del año, entre muchas otras variables. Lo principal del análisis de varianza es que se obtienen muestras aleatorias, que son independientes de la variable dependiente que está asociada a cada nivel de los factores independientes, para que permita determinar si los niveles distintos del factor, tienen o no un nivel significativo con el valor de la variable que es dependiente. (Terradez & Juan, 2003)

Sirve para identificar si un factor independiente es o no significativamente influyente sobre la variable dependiente, para lo cual puede servir el planteamiento de hipótesis para saber si estas se rechazan o no al final del análisis de resultados. (Terradez & Juan, 2003)

4. Operaciones en la elaboración de productos de panificación

Los procesos para la elaboración de productos de panadería pueden variar según el tipo de pan, sin embargo existen algunas operaciones básicas que afectan de forma directa la calidad del producto final. A continuación se presenta un diagrama de flujo del proceso de elaboración de productos de panadería tradicional:

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de productos de panadería artesanal.



(Mesas y Alegre, 2002)

Existen varias formas de mezclado, en la antigüedad solía ser únicamente mezclado manual. Sin embargo, a medida que se fueron creando máquinas de mezclado y la tecnología ha ido innovando, se han creado varios tipos de máquinas mezcladoras que facilitan este proceso. Existen varios factores que pueden influir en el tipo de mezclador que se desee utilizar, por ejemplo, se debe prever la velocidad a la que se desee mezclar, las cantidades y el tipo de movimiento que puede ser modificado con distintas herramientas y accesorios que pueden ser agregados a la maquinaria. Es un proceso importante ya que de esto depende la buena formación de la masa que consecuentemente influirá en el aspecto final de los panes que se elaboren. (AIB, 2014)

Para el procedimiento de dar forma a los panes esto suele realizarse manual, sin embargo, suele incrementar los costos ya que es un procedimiento bastante tardado que genera pérdida de tiempo. Sin embargo, existen ciertas máquinas que son utilizadas en la industria como la Boleadora. Esta realiza la función de “bolear” y dividir en el tamaño indicado toda la masa que se le agregue. Utilizar esta máquina ayuda a disminuir los cuellos de botella en los procesos de elaboración de los panes. (AIB, 2014)

Durante el proceso de fermentación ocurre la degradación de moléculas para transformarlas en moléculas más simples. Las levaduras transforman el almidón en glucosa gracias a diferentes enzimas y la mayor parte de los azúcares son utilizados por las levaduras que los utilizan como alimentos para desarrollarse. Este proceso produce alcoholes y dióxido de carbono, que son responsables del crecimiento de la masa. Los alcoholes luego son eliminados durante el proceso de horneado. Para poder vivir, desarrollarse y así dar lugar a la fermentación de la masa las levaduras necesitan unas determinadas condiciones favorables de alimento, humedad y temperatura. (Flecha, 2015)

El proceso de elaboración de pan culmina en el horneo, la cual es una de las etapas más importantes ya que de realizarse de forma adecuada se obtiene un producto aceptable y deseado con características organolépticas que definen la calidad final. Este paso de horneo es cuando la masa fermentada se convierte en un pan digerible y apto para el consumo, la cocción es un intercambio calorífico del calor del horno a la masa, transformándola así en un pan. (Flecha, 2015)

Por último, el almacenamiento se puede llevar a cabo a temperatura ambiente, refrigerado o congelado. Congelar los alimentos prolonga la vida útil de los mismos y evita que sucedan la mayoría de las reacciones químicas que los deterioran, así como también evita que se de la multiplicación de los microorganismos vivos que puedan estar dentro de ellos. Estos productos que se congelan pueden posteriormente ser vendidos y consumidos por los compradores como productos frescos al momento de descongelar e incluso luego de un proceso de cocción. (Salvadori, 1994)

5. Maquinaria y equipo de la planta de Innovación Alimentaria y Nutricional

5.1. Batidora industrial o mezcladora

La batidora industrial se considera como maquinaria electromecánica ya que por medio de su funcionamiento ayuda a la elaboración de productos en grandes proporciones, frecuentemente es utilizada para amasar, mezclar y batir y contiene distintos accesorios que son base para su mejor funcionamiento, siendo los siguientes gancho, batidor, cazo y pala. Otra característica de este equipo es que cuenta con distintas velocidades ajustables a cada proceso. (De la Oliva, 2014)

5.2. Fermentador

Los fermentadores suelen combinar temperaturas frías y calientes. Su objetivo principal es para acelerar la fermentación de masas, sin embargo, es utilizado con frecuencia como frigorífico o calentador de alimentos. (De la Oliva, 2014)

5.3. Horno

El horno es una máquina de calor utilizada para la cocción de distintos productos, existen dos tipos de hornos frecuentemente utilizados en la industria y son el horno de convección y el horno de sueste. El horno de convección funciona mediante la adición de calor al aire y este luego se mueve en el interior de una forma homogénea para mantener una temperatura constante durante todo el proceso de horneado. En el caso del horno de suelo este funciona de forma eléctrica y su temperatura puede variar con mayor facilidad dependiendo del producto que se requiera calentar. Ambos pueden ser abiertos para permitir la entrada de bandejas con productos en el caso común de la industria panadera. (De la Oliva, 2014)

5.4. Cuarto congelado

Un cuarto de congelado es un área cerrada y aislada que se mantiene a temperaturas bajas generalmente alrededor de -17°C en donde pueden almacenarse varios tipos de productos como por ejemplo alimentos. Los cuartos fríos y congelados suelen estar compuestos por una unidad condensadora, un tablero para el control de la temperatura, paneles de poliuretano, cortinas y puertas de servicio. Dentro de estos pueden apilarse distintos materiales como cajas plásticas, stands de acero inoxidable, entre otros equipos que aporten al mejor manejo del espacio dentro de los cuartos de congelado. Es importante que los equipos o materiales que se introduzcan y permanezcan dentro del mismo soporten temperaturas bajas para evitar accidentes que puedan provocar contaminación cruzada. (Salvadori, 1994)

6. Personal operativo

6.1. Técnico panadero

Un técnico panadero es una persona que cuenta con capacidades para preparar materias primas especialmente para panadería, conoce del manejo y limpieza de las máquinas, equipo y utensilios del área de panificación. Tiene conocimiento sobre fórmulas de productos de panadería y repostería a partir de ingredientes independientes o premezclas. Un técnico panadero debe tener conocimientos sobre los procedimientos de elaboración de productos de panadería, así como de estar familiarizado con el proceso de amasado y fermentación, cumpliendo con la calidad del producto. (INTECAP, 2021)

6.2. Practicantes

Los practicantes son estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias de Alimentos que se encuentren en su tercer o cuarto año de la carrera y estén dispuestos a laborar en el área de producción de panificación de la planta piloto de alimentos. Estos serán remunerados con horas

de práctica profesional ya que aprenderán sobre el proceso completo de elaboración y producción, así como de la papelería correspondiente de la compra de la materia prima y manejo de inventario.

7. Costos de producción

Los costos de producción que también se conocen como costos de operación, son los gastos que son esenciales para que un proyecto, equipos o línea de procesos pueda mantenerse. Existe una característica importante de los costos de producción y es que estos deben mantenerse de la forma más baja posible mediante el análisis de la eliminación de los costos innecesarios que puedan presentarse. (Zugarramundi *et al.*, 1998)

Los costos del producto se relacionan directamente con el producto final. Se toman en cuenta los materiales utilizados para su elaboración, la mano de obra y su costo de producción. Estos costos son de la creación del producto y presentan un beneficio hasta que el mismo es vendido, mientras tanto se vuelve parte del inventario. (Sáez, 2007)

7.1. Costo fijo

Los costos fijos se definen como un costo total constante en un nivel significativo de producción, estos costos abarcan ciertos costos que son indirectos durante la producción, pero que tienden a ser constantes. (Sáez, 2007)

7.1.1. Costo hora hombre

El rubro de mano de obra puede ser fijo o variable, de acuerdo a la operación. En el caso en el que la persona sea remunerada sin importar la cantidad de producto que fabrique, se considera un costo fijo.

Esto incluye los sueldos de los empleados que forman parte de la elaboración del producto o productos de forma directa, como los operadores, jefe de producción, ayudantes, entre otros. El costo de esta clasificación representa menos del 10% del costo de producción e incluye dos variables que son las encargadas de la regulación del rubro, siendo la primera el costo de horas hombre y la segunda la cantidad de horas hombre necesarias. (Zugarramundi *et al.*, 1998)

El costo de la hora hombre es determinada de acuerdo con el convenio laboral vigente. Incluyen feriados, enfermedades, accidentes, entre otros dependiendo de la empresa contratista. Otro rubro que se toma en cuenta es la supervisión el cual comprende de los salarios del personal encargado específicamente de la supervisión de las operaciones que se llevan a cabo. (Zugarramundi *et al.*, 1998)

7.1.2. Depreciación de equipos e instalaciones

Según el decreto 10-2012 perteneciente a la Ley de Actualización Tributaria, el cálculo de la depreciación se realiza mediante el uso del método de línea recta el cual consiste en que se le aplique al valor de la adquisición del producto ya sea maquinaria, equipo, bien inmueble o

mueble, instalaciones, entre otros, un porcentaje anual según sea su clasificación, este porcentaje será fijo y constante conforme las normas presentadas en los artículos 27 y 28 del mismo decreto del Congreso de la República de Guatemala. (Congreso, 2012)

Según el decreto 10-2012 estos son los porcentajes fijos anuales máximos de depreciación para el método antes descrito de línea recta:

- Edificios, construcciones e instalaciones adheridas a los inmuebles y sus mejoras, cinco por ciento (5%).
- Árboles, arbustos, frutales y especies vegetales que produzcan frutos o productos que generen rentas gravadas, incluidos los gastos capitalizables para formar las plantaciones, quince por ciento (15%).
- Instalaciones no adheridas a los inmuebles, mobiliario y equipo de oficina, buques - tanques, barcos y material ferroviario, marítimo, fluvial o lacustre, veinte por ciento (20%).
- Los semovientes utilizados como animales de carga o de trabajo, maquinaria, vehículos en general, grúas, aviones, remolques, semirremolques, contenedores y material rodante de todo tipo, excluido el ferroviario, veinte por ciento (20%).
- Equipo de computación, treinta y tres punto treinta y tres por ciento (33.33%).
- Herramientas, porcelana, cristalería, mantelería, cubiertos y similares, veinticinco por ciento (25%).
- Reproductores de raza, machos y hembras, la depreciación se calcula sobre el valor de costo de tales animales menos su valor como ganado común, veinticinco por ciento (25%).
- Para los bienes muebles no indicados en los incisos anteriores, diez por ciento (10%).

(Congreso, 2012)

7.2. Costos Variables

Los costos varían dependiendo de las cantidades que se produzcan. Los costos variables son los cuales el costo total va variando de acuerdo con los volúmenes de producción, consecuentemente, el costo unitario se mantiene constante. (Sáez, 2007)

7.2.1. Energía eléctrica

La energía eléctrica puede ser comprada a una empresa eléctrica o autogenerada. En el caso de la energía que se autogenera en la propia industria, el costo de cada kilovatio hora depende directamente de la producción que obtenga la usina. Con frecuencia la energía suele ser comprada en las industrias y el costo por kilovatio hora es generado por la empresa eléctrica y este varía con facilidad mes a mes. El costo total se ve involucrado por el nivel de consumo eléctrico y por el costo de la energía en la zona ubicada. (Zugarramundi et al., 1998)

Los rubros de consumo de energía para una empresa son bastante variantes y suelen depender principalmente de las horas del día en que se consumen, los precios suelen ser más altos en los horarios con mayor demanda a nivel del sistema eléctrico nacional y suelen ser más bajos cuando hay menos demanda, según la Empresa Eléctrica de Guatemala (EGGSA) estos son clasificados de la siguiente manera:

- Cargo fijo por cliente (sin IVA): indica el cargo por distribución de energía eléctrica (mantenimiento de postes).
- Energía en punta (sin IVA): es el cargo que se le realiza a cada cliente en el horario con mayor demanda de electricidad consumida. Los horarios son de 18:00 a 22:00 horas, basados en el segundo semestre del año 2021.
- Energía intermedia (sin IVA): es la energía utilizada en ciertas horas del día con poca demanda. Los horarios son de 6:00 a 18:00 horas, basados en el segundo semestre del año 2021.
- Energía en valle (sin IVA): Los horarios son de 22:00 a 6:00 horas, basados en el segundo semestre del año 2021.
- Energía en valle adicional (sin IVA): Los horarios son de 22:00 a 6:00 horas, basados en el segundo semestre del año 2021.
- Demanda en punta (sin IVA): es la carga máxima que el cliente utilizó durante el mes (consumo más alto del mes), esta puede variar semestralmente.
- Potencia contratada: es la cantidad contratada que limita la cantidad de los equipos que puedan ser utilizados al mismo tiempo sin que vea afectado el breaker eléctrico (flipón).
- Tasa municipal de alumbrado público: dicha tasa es un cobro que se lleva a cabo por la municipalidad de la zona mediante EGGSA para que se pueda mantener la infraestructura del alumbrado público. (CNEE, 2003)

Cuadro 1. Costo y detalle de cargos de energía eléctrica dentro de planta Alimentaria y Nutricional.

Detalle de cargos	Precios (Q)
Cargo fijo por cliente (Sin IVA)	Q.888.08
Energía en punta (Sin IVA)	Q. 0.89
Energía intermedia (Sin IVA)	Q. 0.89
Energía en valle (Sin IVA)	Q. 0.88
Energía en valle adicional (Sin IVA)	Q. 0.70
Demanda en punta (Sin IVA)	Q.38.21
Potencia contratada (Sin IVA)	Q.21.42
Tasa Municipal A.P (Sin IVA)	13%

Fuente: EGGSA

De acuerdo con el recibo de luz emitido por la empresa EGGSA, el costo calculado de un kilovatio hora para la planta de Innovación Alimentaria y Nutricional de la Universidad del Valle de Guatemala es de Q. 1.2373.

7.2.2. Agua potable

El costo del agua depende grandemente de si ésta es comprada o si es tratada dentro de la empresa, ya que para ser tratada de igual forma esta debe ser obtenida de pozos, nacimientos de agua o de algún río. El agua juega un rol muy importante en una planta de alimentos debido a que suele utilizarse como ingrediente principal en el desarrollo de productos, se utiliza para lavar maquinaria interna y externamente, también es utilizada dentro de las máquinas muchas veces en conjunto a la energía eléctrica, para procesos térmicos, entre otros. (Zugarramundi et al., 1998)

Según el recibo entregado a Universidad del Valle de Guatemala, EMPAGUA incluye un costo de alcantarillado que es un porcentaje (17.85%) del total de metros cúbicos que hayan sido utilizados en el mes, más un cargo fijo para poder estipular el costo del metro cúbico. Por lo que este costo puede variar mes a mes ya que depende del consumo que se de en el mismo y de las tarifas que aplique.

7.2.3. Gas propano

Existen varios tipos de combustibles que son utilizados con frecuencia en la industria, sin embargo, en la planta de Innovación Alimentaria y Nutricional el gas que se utiliza es el gas propano. Este es un gas combustible que se obtiene a raíz de la separación que se da entre hidrocarburos que están presentes en el petróleo cuando está crudo. Es frecuentemente utilizado para su uso en hornos y en la mayoría de las estufas que se utilizan en las viviendas en Guatemala. Luego de que los hidrocarburos se separan, estos atraviesan el proceso de destilado para su separación entre gas propano, gas butano y la gasolina. (Infante & Salas, 1988)

Algunas empresas proveedoras de gas propano en Guatemala son Zeta Gas y Tropigas con precios que oscilan entre Q. 4.40 y Q. 5.30 por libra.

VI. Metodología

Se realizó una visita de observación de la metodología a la planta de producción de la empresa Caelus, para el aprendizaje de los procedimientos de elaboración de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa. Cabe mencionar que de esta visita se tomaron también en cuenta los tamaños que maneja la empresa para cada tipo de pan que son 2 onzas para el pan de agua, 3 onzas para el pan para hot dog y hamburguesa y 7cm x 13cm para pan chapata.

A continuación se detallan las fórmulas y procedimientos de elaboración que se llevaron a cabo en la planta piloto de alimentos para los diferentes tipos de pan:

Cuadro 2. Fórmulas de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa elaborados con premezclas de Caelus.

Ingrediente	Porcentajes			
	Pan de agua	Pan para hot dog	Pan chapata	Pan para hamburguesa
Premezcla	62.42%	64.75%	60.18%	63.53%
Agua	34.27%	32.31%	38.05%	29.71%
Grasa	1.03%	1.18%	0.00%	5.07%
Levadura fresca	2.28%	1.76%	1.77%	1.69%

Fuente: Caelus

Procedimiento de elaboración de pan de agua

1. Preparar materias primas a utilizar y marcar en inventario.
2. Pesar ingredientes según la debida formulación.
3. Limpiar área de trabajo, equipos, materiales y utensilios a utilizar.
4. Colocar ingredientes ya pesados dentro de la mezcladora.
5. Mezclar por 8 minutos con velocidad 1.
6. Mientras se mezcla, preparar el área de boleado agregando manteca sobre la mesa a utilizar.
7. Encender el fermentador y colocarlo a 100°C.
8. Pasados los 8 minutos sacar la masa de la mezcladora.
9. Pesar 150 bolas de masa y boleado con técnica circular.
10. Preparar agregando manteca a las 10 bandejas a utilizar.
11. Dar forma de pan de agua a las primeras bolas y colocarlas en 5 bandejas.
12. Colocar en el fermentador por 40 minutos.
13. Encender el horno a 350°F.
14. Continuar pesando, boleando y dando forma a la masa restante.
15. Colocar los panes en las 5 bandejas restantes.
16. Colocar en el fermentador por 40 minutos.
17. Cambiar de orden las primeras bandejas colocadas en el fermentador.

18. Al culminar la fermentación de las primeras 5 bandejas, realizar un pequeño corte sobre el pan de agua con una hoja de gillette y agregar sobre la misma harina cernida.
19. Colocar dentro del horno por 20 minutos si se almacena a temperatura ambiente y por 12 minutos si se almacena en temperatura de congelación.
20. Cambiar de orden las bandejas pendientes en el fermentador hasta que culmine el tiempo de fermentación.
21. Extraer las primeras 5 bandejas del horno.
22. Dejar enfriar los panes, despegar los panes de la bandeja para un proceso de enfriado más eficiente.
23. Extraer las últimas 5 bandejas del fermentador, realizar el corte con una hoja de Gillette y esparcir la harina cernida sobre la parte superior de los panes.
24. Colocar dentro del horno por 20 minutos si se almacena a temperatura ambiente y por 12 minutos si se almacena en congelador.
25. Extraer del horno y realizar el mismo procedimiento de las primeras 5 bandejas para su enfriado.
26. Colocar dentro de bolsas plásticas y sellar con selladora manual.
27. Almacenar a temperatura ambiente o en congelador (-17°C) hasta su consumo.
28. El producto almacenado a temperatura ambiente servirlo directamente y el congelado se debe hornear 8 minutos adicionales antes de servir.

Procedimiento de elaboración de pan para hot dog

1. Preparar materias primas a utilizar y marcar en inventario.
2. Pesar ingredientes según la debida formulación.
3. Limpiar área de trabajo, equipos, materiales y utensilios a utilizar.
4. Colocar ingredientes ya pesados dentro de la mezcladora.
5. Mezclar por 8 minutos con velocidad 1.
6. Mientras se mezcla, preparar el área de boleo agregando manteca sobre la mesa a utilizar.
7. Encender el fermentador y colocarlo a 100°F.
8. Pasados los 8 minutos sacar la masa de la mezcladora.
9. Pesar 90 bolas de masa y bolear con técnica circular.
10. Preparar agregando manteca a las 10 bandejas a utilizar.
11. Dar forma de pan para hot dog a las primeras bolas y colocarlas en 5 bandejas.
12. Colocar en el fermentador por 40 minutos.
13. Encender el horno a 350°F.
14. Continuar pesando, boleando y dando forma a la masa restante.
15. Colocar los panes en las 5 bandejas restantes.
16. Colocar en el fermentador por 40 minutos.
17. Cambiar de orden las primeras bandejas colocadas en el fermentador.
18. Colocar dentro del horno por 20 minutos si se almacena a temperatura ambiente y por 12 minutos si se almacena en temperatura de congelación.
19. Cambiar de orden las bandejas pendientes en el fermentador hasta que culmine el tiempo de fermentación.
20. Extraer las primeras 5 bandejas del horno.
21. Dejar enfriar los panes, despegar los panes de la bandeja para un proceso de enfriado más eficiente.
22. Extraer las últimas 5 bandejas del fermentador.

23. Colocar dentro del horno por 20 minutos si se almacena a temperatura ambiente y por 12 minutos si se almacena en congelador.
24. Extraer del horno y realizar el mismo procedimiento de las primeras 5 bandejas para su enfriado.
25. Colocar dentro de bolsas plásticas y sellar con selladora manual.
26. Almacenar a temperatura ambiente o en congelador (-17°C) hasta su entrega.
27. El producto almacenado a temperatura ambiente servirlo directamente y el congelado se debe hornear 8 minutos adicionales antes de servir.

Procedimiento de elaboración de pan chapata

1. Preparar materias primas a utilizar y marcar en inventario.
2. Pesar ingredientes según la debida formulación.
3. Limpiar área de trabajo, equipos, materiales y utensilios a utilizar.
4. Colocar ingredientes ya pesados dentro de la mezcladora.
5. Mezclar por 8 minutos con velocidad 1.
6. Mientras se mezcla, preparar bandejas con manteca.
7. Encender el fermentador y colocarlo a 100°F.
8. Pasados los 8 minutos sacar masa de la mezcladora.
9. Pesar aproximadamente 1650 g de masa por bandeja y extender la masa a lo largo de la misma. Repetirlo con las otras 4 bandejas para que sea el primer grupo.
10. Colocar en el fermentador por 15 minutos.
11. Encender horno a 450°F.
12. Continuar pesando y colocando la masa en las 5 bandejas restantes.
13. Colocar segundo grupo de bandejas por 15 minutos.
14. Extraer del fermentador primer grupo de bandejas, con manteca en las manos realizar un doblez a la mitad de la masa de la primera fermentación y esparcir la masa nuevamente a lo largo de la bandeja. Realizar esto en todas las bandejas del primer grupo.
15. Colocar dentro del fermentador nuevamente por 15 minutos.
16. Extraer de fermentador el segundo grupo de bandejas, con manteca en las manos realizar un doblez a la mitad de la masa de la primera fermentación y esparcir la masa nuevamente a lo largo de la bandeja. Realizar esto en todas las bandejas del segundo grupo.
17. Extraer las primeras 5 bandejas luego de los 30 minutos de fermentación, colocarla sobre una capa de harina cernida sobre la mesa.
18. Agregar harina cernida a la parte de arriba de la masa para una mejor capacidad para moldear la masa.
19. Realizar cortes a la misma para hacer panes de formar rectangular con mediciones aproximadas de 7x13 cm.
20. Colocar nuevamente los panes con distancia entre sí sobre las bandejas engrasadas.
21. Colocar grupo de bandejas en horno por 13 minutos.
22. Extraer segundo grupo de 5 bandejas luego de los 30 minutos de fermentación, colocarla sobre una capa de harina cernida sobre la mesa.
23. Agregar harina cernida a la parte de arriba de la masa para una mejor capacidad para moldear la masa.
24. Realizar cortes a la misma para hacer panes de formar rectangular con mediciones aproximadas de 7x13 cm.

25. Colocar nuevamente los panes con distancia entre sí sobre las bandejas engrasadas.
26. Extraer primer grupo de 5 bandejas del horno luego de 13 minutos de horneado.
27. Dejar enfriar los panes, despegar los panes de la bandeja para un proceso de enfriado más eficiente.
28. Colocar segundo grupo de bandejas en horno por 13 minutos.
29. Extraer del horno y dejar enfriar panes del segundo grupo.
30. Colocar dentro de bolsas plásticas y sellar con selladora manual.
31. Almacenar a temperatura ambiente o en congelador (-17°C) hasta su entrega.
32. El producto almacenado a temperatura ambiente servirlo directamente y el congelado se debe hornear 10 minutos adicionales antes de servir.

Procedimiento de elaboración de pan para hamburguesa

1. Preparar materias primas a utilizar y marcar en inventario.
2. Pesarse ingredientes según la debida formulación.
3. Limpiar área de trabajo, equipos, materiales y utensilios a utilizar.
4. Colocar ingredientes ya pesados dentro de mezcladora.
5. Mezclar por 8 minutos con velocidad 1.
6. Mientras se mezcla, preparar área de boleado agregando manteca sobre la mesa a utilizar.
7. Encender el fermentador y colocarlo a 100°F.
8. Pasados los 8 minutos sacar masa de la mezcladora.
9. Pesarse 90 bolas de masa y bolear con técnica circular.
10. Preparar agregando manteca a las 10 bandejas a utilizar.
11. Dar forma de pan para hamburguesa (ejerciendo presión hasta “aplastar” las bolas) a las primeras bolas sobre las primeras 5 bandejas.
12. Colocar en el fermentador por 40 minutos.
13. Encender el horno a 350°F.
14. Continuar pesando, boleando la masa restante.
15. Colocar los panes en las 5 bandejas restantes y ejercer presión hasta “aplastar” las bolas.
16. Colocar en el fermentador por 40 minutos.
17. Cambiar de orden las primeras bandejas colocadas en el fermentador.
18. Colocar dentro del horno por 20 minutos si se almacena a temperatura ambiente y por 12 minutos si se almacena en congelador.
19. Cambiar de orden las bandejas pendientes en el fermentador hasta que culminen el tiempo de fermentado.
20. Extraer las primeras 5 bandejas del horno.
21. Dejar enfriar los panes, despegar los panes de la bandeja para un proceso de enfriado más eficiente.
22. Extraer las últimas 5 bandejas del fermentador.
23. Colocar dentro del horno por 20 minutos si se almacena a temperatura ambiente y por 12 minutos si se almacena en temperatura de congelación.
24. Extraer del horno y realizar el mismo procedimiento de las primeras 5 bandejas para su enfriado.
25. Colocar dentro de bolsas plásticas y sellar con selladora manual.
26. Almacenar a temperatura ambiente o en congelador (-17°C) hasta su entrega.

27. El producto almacenado a temperatura ambiente servirlo directamente y el congelado se debe hornear 8 minutos adicionales antes de servir.

1. Microbiología

1.1. Preparación de agua peptonada

Para el análisis de mohos y levaduras fue necesaria la preparación de agua peptonada con una concentración de 0.2%, la preparación de esta consistió en pesar 2 gramos del frasco “Difco Buffered Peptone Water” de la marca Becton, Dickinson and Company. Estos se disolvieron en 1000 ml de agua y luego se colocaron en el autoclave por un período de 15 minutos con temperatura de 17°C y presión de 1.3 kg/cm² en un frasco de vidrio con tapadera de rosca. Al salir del autoclave se refrigeró a una temperatura de 4°C.

1.2. Preparación de agar DRBC

Seguidamente se preparó el agar DRBC (Dichloran-Bengalrot-Chloramphenicol) de la marca Merck, la cantidad preparada fueron 600 ml ya que fueron 24 cajas de Petri preparadas con el agar en las cuales se les agregó 25 ml de agar DRBC a cada una. Para preparar el agar, este se encuentra de forma sólida por lo que se pesaron 18.96 g que luego se disolvieron en 600 ml de agua desmineralizada dentro de un enlermeyer, durante su disolución el agar fue expuesto al calor y se extrajo hasta que se obtuvo el primer hervor. Al terminar de hervir, se colocó dentro del autoclave de 15 minutos con temperatura de 17°C y presión de 1.3 kg/cm².

El agar fue agregado a las cajas de Petri cerca de un mechero encendido, a cada caja se le agregaron aproximadamente 25 ml de agar y se dejaron enfriar para que se pudiera solidificar. Luego se almacenaron en el refrigerador a 4°C hasta su uso.

1.3. Preparación de agar Chromocult

Para el análisis de coliformes totales y E. Coli se prepararon 100 ml de agar Chromocult de la marca Merck, se utilizó la cantidad indicada en el frasco del agar que indica la relación de 26.5 g de agar por cada 1000 ml de agua. El agar fue disueltos con agitación y calor constante hasta que se obtuvo el primer hervor y se extrajo para su enfriamiento.

1.4. Preparación de muestras

La preparación de las muestras consistió en tomar una muestra significativa de las mismas, por lo que se tomaron distintos panes de agua ya listos para consumir de forma aleatoria y se cortaron en pedazos pequeños con una pinza y un cuchillo esterilizados sobre una tabla con papel encerado, se mezclaron 25 g de muestra sólida con 225 ml de agua peptonada y se colocaron dentro de una bolsa especial para luego introducirla en el equipo Stomacher 400 donde se programó una simulación de digestión de 120 segundos. Luego del procedimiento de simulación, se obtuvo una separación de fases sólida y líquida de la muestra. Este procedimiento se realizó de la misma forma e individualmente para las muestras de pan chapata, pan para hot dog y pan para hamburguesa.

1.5. Siembra de muestras en agar DRBC

Con las muestras y el agar dentro de las cajas de Petri listos, se procedió a la siembra de estas. Para las primeras muestras que representan una dilución de 1×10^2 , se agregaron directamente de la muestra 100 microlitros con la pipeta y se colocaron sobre el agar. Para poder esparcir la muestra se utilizó un asa de Drigalski, esta se cambió para cada tipo de muestra. Para la segunda dilución de 1×10^3 se tomaron 1000 microlitros de la muestra 1×10^1 y se disolvieron en un tubo de ensayo que contenía 9 ml de agua peptonada, se agitó el tubo y se extrajo del mismo 100 microlitros que fueron agregados a la caja de Petri donde se repitió el procedimiento de esparcimiento de la muestra. Luego se esperaron 15 minutos previo a que se colocaran dentro de la incubadora a una temperatura de 24°C por 5 días, hasta su lectura. Este procedimiento se realizó de la misma manera para las muestras de pan de agua, pan chapata, pan para hot dog y pan para hamburguesa.

1.6. Siembra de muestras en agar Chromocult

La siembra de estas muestras se realizó inmediatamente cuando el agar comenzó a enfriarse. De las muestras de los panes ya preparados se extrajeron 1000 microlitros de la muestra 1×10^1 y se agregaron directamente a la caja de Petri, seguidamente se le agregó el agar encima y se realizaron movimientos circulares en ambas direcciones para lograr una mezcla eficaz. Luego de que se solidificaran las muestras, estas se dejaron dentro de la incubadora por 24 horas a 36°C . Este procedimiento fue realizado de la misma forma para el pan de agua, pan chapata, pan para hot dog y pan para hamburguesa.

1.7. Lectura de muestras

Luego de los días de incubación, las muestras se extrajeron de la incubadora y se realizó el recuento de las unidades formadoras de colonias (UFC) presentes en cada una de las cajas de Petri, las cuales fueron comparadas con los parámetros establecidos a nivel nacional por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA).

2. Análisis sensorial

Para el análisis sensorial se realizaron dos pruebas, la primera fue de aceptación en donde se evaluaron los parámetros de aceptación general, color, textura y sabor y la segunda fue una prueba de test de triángulo, cuyo objetivo fue determinar si existía una diferencia significativa entre la muestra de pan almacenado a temperatura ambiente y entre la almacenada congelada.

La prueba de aceptación consistió en codificar cada una de las muestras y colocarlas en un plato junto a su código. Las hojas de evaluación entregadas a los panelistas se encuentran en la sección IV de anexos. Cada hoja contenía una escala hedónica de 9 puntos de evaluación la cual los panelistas al degustar las muestras debían marcar del 1-9 ¿qué tanto les gustaba la muestra?, ¿qué les parecía el color de la muestra?, ¿qué tanto les gustaba la textura de la muestra? y por último ¿qué tanto les gustaba el sabor de la muestra? Se les entregó una hoja por cada muestra a evaluar.

Luego de haber completado la sección de aceptación, se les brindó otro plato con tres muestras distintas de panes con su debida codificación, y se les entregó una hoja de evaluación

en donde debían colocar en los cuadros de cada hoja el código de las muestras que les tocaron y circular el código de la muestra que percibían diferente.

En ambas pruebas se les brindó agua y una galleta soda para que pudieran limpiarse el paladar entre las degustaciones de las muestras. Las boletas con los resultados obtenidos fueron tabuladas y se realizaron sus respectivos análisis para determinar la aceptación de los parámetros evaluados y si hubo una diferencia significativa entre las muestras.

3. Merma

Se calculó la merma de cada tipo de pan con la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Merma

$$100 - \frac{\textit{Peso final}}{\textit{Peso inicial}} * 100 = \% \textit{ de merma}$$

VII. Discusión y resultados

Las pruebas piloto se llevaron a cabo en duplicado para cada tipo de pan dentro de la planta Alimentaria y Nutricional de Alimentos, con el objetivo de poder determinar la capacidad máxima de los equipos. Durante las mismas, los tiempos de cada fase de la elaboración de los productos fueron anotados para poder determinar las horas totales por producción diaria. En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en la producción de los cuatro tipos de panes.

Tomando en consideración que una jornada de trabajo será de 8 horas diarias, es de vital importancia el aprovechamiento de las horas muertas como lo son durante la fermentación, el horneado o enfriado del pan. Por lo que en estas horas pertenecientes al primer lote de 10 kilogramos de premezcla, se comienza la elaboración del segundo lote del día, procesando en total 20 kilogramos de premezcla diarios. Este procedimiento debe ser aplicado para todos los tipos de pan que se produzcan, ya que se ha estimado que la cantidad de lotes máximos que se pueden realizar en un turno es de dos.

Cuadro 3. Unidades y tiempos de dos lotes de producción por día.

Tipo	Pan de agua	Pan para hot dog	Pan chapata	Pan para hamburguesa
Unidades totales en 20 bandejas	588	360	320	336
Unidades por bandeja	30 (3 columnas de 10 panes)	18 (2 columnas de 9 panes)	16 (4 columnas de 4)	18 (3 columnas de 6)
Tiempo total de producción	7.35 horas	6.5 horas	7.25 horas	6.3 horas

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4. Producción máxima por mes de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa.

Tipo de pan	Producción mensual (unidades)
Pan de agua	2352
Pan para hot dog	1440
Pan chapata	1280
Pan para hamburguesa	1344

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5. Plan de producción día lunes.

Día	Cantidad de personal	Lote	Producto/Actividad	Operación	Hora inicio	Hora fin	Premezcla	Peso inicial (kg)	Unidades totales de producto					
Lunes	4	-	Limpieza del área	-	07:30	07:45	-	-	-					
	2	1	Pan de agua	Pesaje	07:45	08:00	Pan de agua	16.02	294					
	2			Mezclado	08:00	08:10								
	4			Formado	08:10	09:00								
	2			Fermentado	09:00	09:40								
	2			Decorado	09:40	09:55								
	2			Horneado	09:55	10:10								
	2			Enfriado	10:10	11:30								
	4			Empacado	14:00	14:40								
	4			2	Pan de agua	Pesaje				09:00	09:15	Pan de agua	16.02	294
	2					Mezclado				09:15	09:25			
	4	Formado	09:25			10:15								
	2	Fermentado	10:15			10:55								
	4	Decorado	10:55			11:10								
	2	Horneado	11:10			11:25								
	2	Enfriado	11:25			12:45								
	4	Empacado	14:00			14:40								
	4	-	Limpieza del área y utensilios	-	14:40	15:15	-	-	-					

Cuadro 6. Plan de producción día martes.

Día	Cantidad de personal	Lote	Producto/Actividad	Operación	Hora inicio	Hora fin	Premezcla	Peso inicial (kg)	Unidades totales de producto					
Martes	4	-	Limpieza del área	-	07:30	07:45	-	-	-					
	2	1	Pan para hamburguesa	Pesaje	07:45	08:00	Pan para hamburguesa	15.74	168					
	2			Mezclado	08:00	08:10								
	4			Formado	08:10	08:55								
	2			Fermentado	09:00	09:40								
	2			Decorado/extras	09:40	09:55								
	2			Horneado	09:55	10:10								
	2			Enfriado	10:10	11:30								
	4			Empacado	14:00	14:40								
	4			2	Pan para hamburguesa	Pesaje				09:00	09:15	Pan para hamburguesa	15.74	168
	2					Mezclado				09:15	09:25			
	4	Formado	09:25			10:10								
	2	Fermentado	10:15			10:55								
	4	Decorado	10:55			11:10								
	2	Horneado	11:10			11:25								
	2	Enfriado	11:25			12:45								
	4	Empacado	14:00			14:30								
	4	-	Limpieza del área y utensilios	-	14:40	15:15	-	-	-					

Cuadro 7. Plan de producción día miércoles.

Día	Cantidad de personal	Lote	Producto/Actividad	Operación	Hora inicio	Hora fin	Premezcla	Peso inicial (kg)	Unidades totales de producto
Miércoles	4	-	Limpieza del área	-	07:30	07:45	-	-	-
	4	1	Pan para hot dog	Pesaje	07:45	08:00	Pan para hot dog	20.88	180
	2			Mezclado	08:00	08:10			
	4			Formado	08:10	08:50			
	2			Fermentado	08:55	09:35			
	2			Horneado	09:40	09:55			
	2			Enfriado	09:55	11:40			
	4			Empacado	14:00	14:40			
	4			2	Pan para hot dog	Pesaje			
	2	Mezclado	09:30			09:40			
	3-4	Formado	09:40			10:20			
	2	Fermentado	10:20			11:00			
	2	Horneado	11:00			11:15			
	2	Enfriado	11:15			13:00			
	4	Empacado	14:00			14:30			
	4	-	Limpieza del área y utensilios	-	14:40	15:15	-	-	-

Cuadro 8. Plan de producción día jueves.

Día	Cantidad de personal	Lote	Producto/Actividad	Operación	Hora inicio	Hora fin	Premezcla	Peso inicial (kg)	Unidades totales de producto					
Jueves	4	-	Limpieza del área	-	07:30	07:45	-	-	-					
	3	1	Pan chapata	Pesaje	07:45	08:00	Pan chapata	23.23	160					
	2			Mezclado	08:00	08:10								
	4			Formado	08:10	08:25								
	2			Primer fermentado	08:25	08:40								
	4			Amasado	08:40	09:15								
	2			Segundo fermentado	09:15	09:30								
	4			Decorado/cortado	09:30	10:10								
	2			Horneado	10:10	10:23								
	2			Enfriado	10:25	11:45								
	4			Empacado	14:00	14:30								
	2			2	Pan chapata	Pesaje				09:15	09:30	Pan chapata	23.23	160
	2					Mezclado				10:10	10:20			
	4	Formado	10:20			10:35								
	2	Primer fermentado	10:35			10:50								
	4	Amasado	10:50			11:25								
	2	Segundo fermentado	11:25			11:40								
	4	Decorado/cortado	11:40			12:20								
	2	Horneado	12:20			12:33								
	2	Enfriado	12:35			01:55								
	4	Empacado	14:00			14:30								
	4	-	Limpieza del área	-	14:40	15:15	-	-	-					

1. Pan de agua

Se determinó que en un día de producción se puede elaborar un total de 588 unidades de pan de agua con un peso estimado de 2 onzas cada uno, lo cual equivale a 57 g. Con los datos obtenidos de las pruebas piloto, se estimó que el tiempo total de la producción de dos lotes en un día es de 7.35 horas, lo cual puede variar e ir mejorando dependiendo de la eficiencia de trabajo tanto del técnico panadero como de los practicantes. Además no hubo merma obtenida para el pan de agua, lo que significa que no hubo pérdidas de materia prima. Sin embargo, también evidencia la importancia del control adecuado de los pesos de las materias primas y del producto final por parte de los encargados de realizar los procesos ya que durante la producción es frecuente que se de cierto porcentaje de merma.

El proceso de elaboración de este pan es poco complejo, se basa en el mezclado, boleado, fermentado y horneado. Es un pan en el cual se desea que haya un buen desarrollo de las redes del gluten por lo que su amasado es muy importante para esto, una característica que lo diferencia de los demás tipos de pan producidos es el diseño con corte en la parte superior del mismo y la harina cernida sobre él.

La sensación que se obtiene en el paladar es de suavidad, es un pan que se percibe organolépticamente con una humedad alta y es debido al porcentaje de agua que tiene en su formulación. Es un pan de miga compacta, corteza suave y la harina que lleva en la parte exterior hace que se siente ligeramente deshidratado por fuera. Tiene un color ligeramente pálido y cremoso y su olor predominante es a trigo debido a la cantidad de harina que se contiene en la corteza.

2. Pan para hot dog

En el caso del pan para hot dog se determinó que el peso estimado de cada pan será de 3 onzas lo que equivale a 85g. El tiempo total de producción de dos lotes es de aproximadamente 6.5 horas, al igual que se menciona en el pan de agua este tiempo puede llegar a mejorarse con las técnicas del panadero. El porcentaje de merma obtenida de este tipo de pan fue de 0.93%, lo cual se considera que se encuentra en un valor aceptable, sin embargo, pueden existir ciertas mermas en dado caso ocurriera algún incidente en los puntos críticos de la producción que podrían llegar a causar pérdidas.

El proceso de elaboración de este tipo de pan al igual que el pan de agua no requiere de muchos pasos, su forma es la característica principal de este producto y esta debe dársele previo a la fermentación ya que luego este crece y está listo para colocarse dentro del horno.

En cuanto a la textura, se puede describir como un pan bastante ligero con poca cantidad de agujeros en la miga. La corteza suele tener un color mostaza claro y suele ser poco crujiente. Su forma alargada es la principal característica de diferencia, en el paladar se percibe como un pan con menor contenido de humedad que el anterior, suele ser suave, fácil de masticar y de digerir.

3. Pan chapata

El pan chapata comparándolo con las masas del pan de agua y pan para hot dog, es bastante compleja. El proceso consta de dos fermentaciones cortas de 15 minutos a 37.7°C y entre las mismas fue necesario amasar para poder lograr la aireación característica de la masa.

La cantidad por bandeja de masa obtenida fue de 16 unidades por bandeja, en un lote de producción de 10 kilos se obtuvieron 10 bandejas lo que significa que se producen 160 panes de 7x13 cm. El tamaño de cada tipo de pan fue determinado por la empresa Caelus, la cual fue de guía para el procedimiento, forma y peso de los panes. Durante las pruebas de elaboración y producción se observó que un cuello de botella en el proceso sucede al momento de cortar en porciones la masa de las bandejas, en donde se debe hacer con una medida exacta y al ser una masa bastante “pegajosa” se debe tener cuidado durante los cortes para evitar pérdidas de producto.

El porcentaje de merma que se obtuvo para la elaboración de este pan es de 0.69%. Esto indica que no hay mucha merma de producto durante la elaboración y el porcentaje restante puede deberse a pequeñas pérdidas durante los traslados de masa desde la mezcladora hacia las bandejas o entre los traslados entre las mismas bandejas.

La textura del producto final, es un pan con corteza bastante dura y crujiente, con tonos oscuros y cafés. Al morderlo se puede percibir en el paladar la cantidad de harina lo cual hace que se sienta que es un pan con poca humedad. La miga es bastante suave con agujeros grandes ya que durante la fermentación y los amasados se logra que se incorporen grandes cantidades de aire. En cuanto al sabor y olor estos son característicos de un pan de trigo, poco salado.

4. Pan para hamburguesa

El procedimiento de elaboración de este pan es muy similar a la del pan de agua y el pan para hot dog, siendo la única diferencia la forma que se le da al mismo. El porcentaje de merma que se obtuvo de la elaboración y producción de este pan fue de 9.25%.

Este tipo de pan es un pan bastante suave y húmedo, por dentro la miga presenta pocos o casi nula cantidad de agujeros. Es una masa poco aireada, se percibe pesada y suave a la vez en el paladar. El color es característico marrón claro, así mismo el olor se pueden percibir notas lácteas. La sensación de humedad y “pesadez” del pan es debido al porcentaje de grasa que tiene en su formulación, lo cual lo hace diferenciarse de los panes anteriormente descritos así como la textura y características de la miga .

5. Análisis sensorial

Para la parte de análisis sensorial con las pruebas de test de triángulo y pruebas de aceptación, se establece la siguiente hipótesis:

$$H_0 = A = B$$

$$H_1 = A \neq B$$

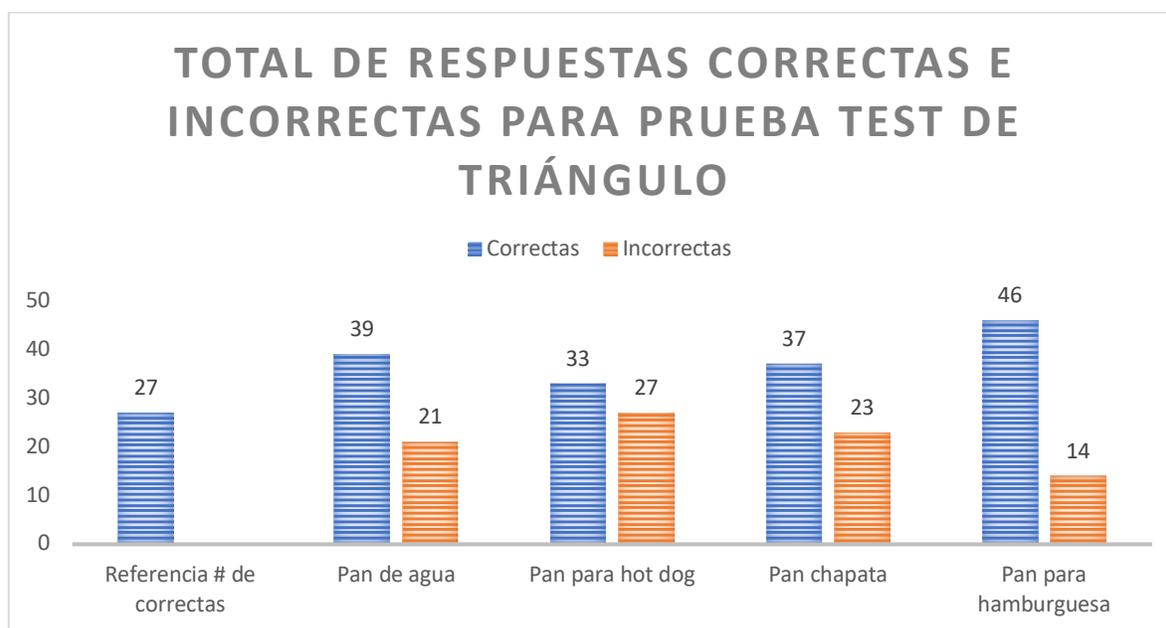
H_0 = No hay diferencia significativa entre muestras.

H_1 = Si hay diferencia significativa entre muestras.

Cuadro 9. Total de respuestas correctas e incorrectas en la prueba Test de Triángulo para el pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa.

Muestra	Total respuestas correctas	Total respuestas incorrectas
Pan de agua	39	21
Pan para hot dog	33	27
Pan chapata	37	23
Pan para hamburguesa	46	14

Gráfico 1. Total de respuestas correctas e incorrectas en la prueba Test de Triángulo para el pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa.



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 17.8 de Meilgaard listada en la sección V en anexos, el número mínimo de respuestas correctas para una población de 60 panelistas evaluados con un alfa de 0.05 es de 27. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula a favor de la alternativa, con 37 respuestas correctas para pan de agua, 33 correctas para pan para hot dog, 37 correctas para pan chapata y 46 para pan de hamburguesa y se determina que si hay una diferencia significativa entre las muestras almacenadas a temperatura ambiente y las almacenadas congeladas.

5.1.Prueba de aceptación

Cuadro 10. Influencia de aceptación según el gusto general, color, textura y sabor de pan de agua, para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa almacenado a temperatura ambiente y almacenado congelado, a partir de un análisis Anova de un factor.

Parámetro	Valor P			
	Pan de agua	Pan para hot dog	Pan chapata	Pan para hamburguesa
Aceptación general	8.76×10^{-7}	2.9×10^{-7}	0.000512	0.242
Color	1.34×10^{-5}	0.000651	0.073	0.247
Textura	0.000196	3.38×10^{-6}	2.39×10^{-8}	0.014
Sabor	2.46×10^{-15}	6.38×10^{-13}	5.79×10^{-6}	0.076

Fuente: Elaboración propia

Para todos los parámetros (exceptuando el parámetro de color en pan chapata y los parámetros de aceptación general, color y sabor de pan para hamburguesa) siendo los valores $P < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula a favor de la alternativa, por lo tanto, si existe diferencia significativa entre la aceptación en general, color, textura y sabor de las muestras de pan almacenado a temperatura ambiente y del pan almacenado congelado. En el caso del color en el pan chapata y pan para hamburguesa, junto con los atributos de sabor y aceptación general de pan para hamburguesa siendo $P > 0.05$ se rechaza la hipótesis alternativa, lo que significa que no hay diferencia significativa entre el color de la muestra almacenada a temperatura ambiente y la muestra almacenada congelada.

Los resultados obtenidos mediante un test de Anova de un factor con significancia del 0.05 realizado en el programa R studio, indican que la aceptación es mayor en todos los aspectos evaluados para las muestras de pan que fue almacenado congelado. Además los comentarios de los panelistas fueron bastante homogéneos sobre las muestras, siendo positivos en su mayoría para los panes que habían tenido un almacenamiento congelado y negativas para los que se almacenaron a temperatura ambiente, coincidiendo así con los resultados presentados por Anova.

Cuadro 11. Medias de los parámetros evaluados para las muestras almacenadas a temperatura ambiente y almacenadas congeladas para pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa.

Parámetro	Tipo de pan			
	Pan de agua	Pan para hot dog	Pan chapata	Pan para hamburguesa
Aceptación (almacenado congelado)	7.46	6.96	6.73	6.81
Aceptación (almacenado temperatura ambiente)	6.36	5.6	5.93	7.16
Color (almacenado congelado)	7.36	6.86	7.16	7.55
Color (almacenado temperatura ambiente)	6.31	6.06	6.76	7.20
Textura (almacenado congelado)	7.11	6.80	7.15	6.46
Textura (almacenado temperatura ambiente)	6.10	5.55	5.68	7.36
Sabor (almacenado congelado)	7.51	7.2	7.26	6.83
Sabor (almacenado temperatura ambiente)	5.36	4.9	5.75	7.45

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el Cuadro 11, las medias de los parámetros evaluados demuestran que se obtuvo una mayor aceptación en las muestras de los panes almacenados congelados versus las muestras almacenadas a temperatura ambiente a excepción del pan de hamburguesa que demuestra lo contrario. Sin embargo, ya que en la mayoría de los panes se tuvo mayor aceptación por el pan almacenado congelado esto respalda la conclusión que el mejor método para el almacenamiento y conservación de las muestras es mediante la congelación del producto.

6. Microbiología

Se llevó a cabo una prueba para análisis de la cantidad de mohos y levaduras presentes a los cinco días de almacenamiento a temperatura ambiente del pan chapata y pan para hot dog, para determinar si era factible almacenarlos de esa forma todos los panes. Mediante los resultados obtenidos, se pudo determinar sin necesidad de realizar el mismo análisis al pan de agua y al pan para hamburguesa, que este método de almacenaje no era factible.

Cuadro 12. Recuento total de pan para hot dog y pan de chapata almacenado a temperatura ambiente.

Análisis	Pan para hot dog	Pan chapata
Recuento de mohos y levaduras	>3000 UFC/g	>30000 UFC/g

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en el Cuadro 12, se puede observar que la cantidad de mohos y levaduras están rebasando por mucho los límites máximos permitidos según el Real Decreto 135/2010. Estos análisis demostraron que el almacenar el pan a temperatura ambiente no es factible ya que la aparición de microorganismos se vuelve visible desde antes de los 5 días, que se estimaba sería su tiempo de almacenaje. Por lo tanto, luego de estos resultados se tomó la decisión de continuar las pruebas de microbiología en las muestras de pan congelado.

Cuadro 13. Recuento total de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa almacenado a temperatura de congelación.

Análisis	Pan de agua	Pan para hot dog	Pan chapata	Pan para hamburguesa
Recuento de mohos y levaduras	<250 UFC/g	<250 UFC/g	100 UFC/g	<250 UFC/g
<i>E. Coli</i>	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta los resultados negativos del almacenamiento del pan a temperatura ambiente, se decidió aplicar la variable de congelado al almacenamiento del producto final. Por lo que se procedió a realizarle el análisis respectivo de mohos, levaduras y *E. Coli* a las muestras para determinar si el almacenaje a temperaturas bajas era un método de conservación ideal.

Como se observa en los resultados obtenidos de los cultivos realizados a las muestras de los cuatro tipos de panes elaborados y almacenados bajo congelación, este método de conservación hace factible el poder almacenar los panes por una semana ya que estos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos para mohos y levaduras para productos de panificación según la normativa Española y el Real Decreto 135/2010. Lo que respalda la

calidad del proceso de elaboración y de la producción entera de los panes, ya que tienen un límite máximo permitido de 500 UFC/g y de igual forma para el *E. Coli* según el RTCA 67.04.50:17 de Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos, permitiendo un límite máximo de <10UFC/g para el grupo de alimentos 7 (pan y productos de panadería y pastelería).

Las muestras de mohos y levaduras se realizaron en triplicado para lograr un mejor análisis de las mismas y en modo de prevención por si se daba la pérdida o mala manipulación de alguna muestra.

7. Almacenamiento y vida de anaquel

Tomando en cuenta los resultados de las pruebas sensoriales y microbiológicas, se determina que la mejor forma de almacenamiento del pan es a temperatura de congelación, ya que la aceptación fue mayor para las muestras de los panes congelados y sus análisis de mohos y levaduras presentaron resultados dentro de los límites máximos permitidos por la literatura. Y también se pudo determinar mediante prueba de test de triángulo que sí existe una diferencia significativa entre las muestras de pan almacenado congelado y el pan almacenado a temperatura ambiente.

Cabe mencionar que como todos los productos se almacenarán congelados, tendrán un tiempo de cocción denominado como pre horneado que podrá variar en tiempo y temperatura según el tipo de pan. Esto se llevará a cabo para asegurar que los productos permanezcan con sus características aceptadas y deseadas por una semana, que es el tiempo estimado para su consumo. Después de su almacenamiento y antes de su consumo, el producto deberá hornearse nuevamente por el tiempo restante según cada tipo de pan.

8. Análisis de costos

8.1. Costos de operación

La empresa EGGSA ha sido la contratada para brindar el servicio de energía eléctrica, los costos de los que cargan suelen ser variables cada semestre, el porcentaje de variación no es muy amplio, sin embargo, puede tener un gran efecto dependiendo de la cantidad de kilovatios hora utilizado durante el ciclo de cobro que suele ser cada 30 días. Como se mencionó anteriormente, el costo por kilovatio durante el período de junio a diciembre del año 2021 fue de Q. 1.2373. Los cargos encontrados fueron descritos en la sección 7.2.1 de marco teórico, son costos variables ya que dependen grandemente de la cantidad de kilovatios que se consuman durante el mes y también del horario en que son consumidos.

Para calcular el costo de energía eléctrica se tomaron en cuenta los tiempos de operación y la potencia que consumen los equipos de acuerdo a las fichas técnicas y especificaciones descritas en el Cuadro 11.

Cuadro 14. Ficha técnica de horno, fermentador y mezcladora.

Equipo	Potencia (kW)	Marca	Tipo de consumo
Mezcladora	0.75	SPAR	Eléctrico
Horno	11	Imperial	Eléctrico y gas propano

Fuente. Elaboración propia

Como se puede observar en el Cuadro 14, el total de la energía eléctrica consumida por los equipos a utilizar en los 44 lotes que se tiene estimado producir al mes es de 419.25 kilovatio hora lo que equivale a Q. 518.76.

Cuadro 15. Gasto y costos de energía eléctrica de un mes de producción de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa en área de panificación.

Elemento	Cantidad	Potencia (kW)	Horas de uso al día	Consumo de energía al mes (kWh)	Total al mes (Q)
Horno	1	11	0.83	200.86	Q 248.53
Mezcladora	1	0.75	0.26	4.29	Q 5.31
Lámparas	15	0.0811	8	214.104	Q 264.92

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, la determinación del consumo de agua fue un reto debido a que la maquinaria y los equipos no tienen sistemas automatizados de limpieza por lo que el agua que se utiliza es principalmente para el lavado del área de boleo como las mesas, utensilios, bandejas y algunas piezas de los equipos como la mezcladora. En este caso lo que se hizo para poder obtener un volumen, fue llenar recipientes de 20 litros y contabilizarlos al inicio y al final de la operación. De esta manera se calcularon los metros cúbicos utilizados durante un día de producción.

Como se mencionó en antecedentes, el precio de un metro cúbico se calculó según lo estipulado en el recibo de agua del área de la planta de Alimentos. Como se puede observar en el Cuadro 13, la cantidad de metros cúbicos promedio utilizados por lote de producción es de 0.12m³, lo que equivale a un costo de Q. 121.55 en 44 lotes al mes.

Cuadro 16. Gasto en m³ y costos de agua potable de un mes de producción de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan de hamburguesa en área de panificación.

Cantidad m ³ por lote	Cantidad de lotes al mes	Cantidad de m ³ utilizados por mes	Precio por m ³	Valor alcantarillado (17.85%)	Valor cargo fijo	Costo por mes
0.12 m ³ (6 cubetas de 20 litros)	44	5.28	Q. 14.07	Q. 13.26	Q. 34.00	Q. 121.55

Fuente: Elaboración propia

El costo de gas propano fue determinado mediante diferencia de peso medidos antes y después de utilizar los equipos. Para esto fue necesario conectar el sistema de entrada de flujo de gas del horno y del fermentador por separado a un cilindro de gas de 25 libras, el cual fue pesado antes de encender los equipos. En el caso del fermentador se encendió y tomó 20 minutos en alcanzar 37.7°C y luego se usó por 50 minutos adicionales; mientras que el horno tardó 15 minutos en alcanzar 350°C y se mantuvo así por otros 24 minutos. Si se comparan los tiempos, se puede observar que el fermentador se usa casi el doble del tiempo que el horno, por lo cual su consumo de gas propano es mayor aún cuando la temperatura y el flujo sea menor.

Según el proveedor principal de gas de la Universidad, Tropigas, el costo por libra de gas propano que se maneja actualmente es de Q. 5.28, por lo que al realizar el análisis completo de consumo en 44 lotes de producción da como costo total Q. 720.80 al mes.

Cuadro 17. Gasto y costos de gas utilizados mensualmente.

Equipo	Libras por lote	Costo total por mes (44 lotes)
Fermentador	1.6	Q. 371.80
Horno	1.4	Q. 325.24

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la depreciación de los equipos, según el decreto 10-2012 establecido por el Congreso de la República de Guatemala, el cálculo se realiza mediante el uso del método de la línea recta el cual consiste en que al valor de adquisición de la maquinaria se le aplica un porcentaje anual que será fijo y constante por los años de vida útil del mismo. En el caso del horno, fermentador y mezcladora se establece un 20% de depreciación anual como se puede observar en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Depreciación de maquinaria y equipo.

Equipo	Costo	Porcentaje de depreciación (%)	Total de depreciación mensual
Horno industrial	Q. 39,787.01	20	Q. 663.12
Mezcladora industrial	Q. 14,659.22	20	Q. 244.32
Fermentador	Q. 4,012.00	20	Q. 66.87

Fuente: Elaboración propia

8.2. Costos de mano de obra

La mano de obra es necesaria para que se pueda llevar a cabo la producción día a día, por lo que la contratación de un técnico panadero es de suma importancia. El salario estimado para este cargo estipulado por la Dirección del Departamento de Alimentos es de Q. 3,500.00 al mes, con un horario de lunes a viernes en jornadas de 8 horas.

El técnico contratado debe contar con experiencia en el área y en la elaboración de los tipos de panes que se planean producir, ya que es de mucha importancia por los tiempos que se deben cumplir para poder terminar día a día con la producción completa de dos lotes. Este cargo tiene un papel muy importante, ya que no solo se encargará de la parte de elaboración si no que también será el responsable de enseñar a los practicantes lo que conlleva la producción. Tendrá también que cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura para mantener la calidad del producto y deberá llevar al día el inventario y solicitar la materia prima cada vez que sea necesaria.

8.3. Costos de materia prima y material de empaque

El costo de las materias primas y material de empaque fue determinado mediante información obtenida por el departamento de compras y contabilidad de la Universidad del Valle de Guatemala. En los cuadros 19, 20, 21 y 22 se presentan los costos de materia prima por tipo de pan, calculados según las fórmulas y tamaños de lote.

Cuadro 19. Costos de materias primas por día de producción de pan de agua.

Tipo de pan	Pan de agua		
Insumo	Cantidad por día	Costo por Kg (Q)	Total al día
Pre-mezcla (kg)	20	Q. 12.99	Q. 259.80
Grasa (kg)	0.33	Q. 15.50	Q. 5.12
Levadura (kg)	0.73	Q. 30.00	Q. 21.90
Agua (kg)	10.98	Q. 0.68	Q. 7.47
Empaque (unidades)	25	Q. 0.20	Q. 5.00
Total			Q. 299.28

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20. Costos de materias primas por día de producción de pan para hot dog.

Tipo de pan	Pan para hot dog		
Insumo	Cantidad por día	Costo por Kg (Q)	Total al día
Pre-mezcla (kg)	20	Q. 11.67	Q. 233.40
Grasa (kg)	0.364	Q. 15.50	Q. 5.64
Levadura (kg)	0.544	Q. 30.00	Q. 16.32
Agua (kg)	9.978	Q. 0.68	Q. 6.79
Empaque (unidades)	23	Q. 0.20	Q. 4.60
Total			Q. 266.75

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 21. Costos de materias primas por día de producción de pan chapata.

Tipo de pan	Pan chapata		
Insumo	Cantidad por día	Costo por Kg (Q)	Total al día
Pre-mezcla (kg)	20	Q. 11.45	Q. 229.00
Levadura (kg)	0.588	Q. 30.00	Q. 17.64
Agua (kg)	12.64	Q. 0.68	Q. 8.60
Empaque (unidades)	20	Q. 0.20	Q. 4.00
Total			Q. 259.24

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Costos de materias primas por día de producción de pan para hamburguesa.

Tipo de pan	Pan para hamburguesa		
Insumo	Cantidad por día	Costo por Kg (Q)	Total al día
Pre-mezcla (kg)	20	Q. 12.55	Q. 251.00
Grasa (kg)	1.59	Q. 15.50	Q. 24.65
Levadura (kg)	0.53	Q. 30.00	Q. 15.90
Agua (kg)	9.35	Q. 0.68	Q. 6.36
Empaque (unidades)	19	Q. 0.20	Q. 3.80
Total			Q. 301.70

Fuente: Elaboración propia

Es importante considerar que los costos pueden llegar a disminuir si se realizan compras en cantidades mayores. Es necesario que se tome en consideración realizar un estudio de análisis de precios y de otros posibles proveedores que puedan dar una mejor oferta para llevar a cabo el proyecto. De igual forma con las pre mezclas, ya que no se tiene contemplado utilizar de otra empresa por el acuerdo de compra única con Caelus, se podría negociar un mejor precio con compras mayores y así beneficiar los costos de la producción.

Cuadro 23. Costo unitario de pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa.

Tipo de pan	Costo unitario
Pan de agua	Q. 1.22
Pan para hot dog	Q. 1.45
Pan chapata	Q. 1.51
Pan para hamburguesa	Q. 1.60

Fuente: Elaboración propia

En relación a los resultados obtenidos de los costos por consumo de agua, energía eléctrica, gas, materia prima, empaque, depreciación de equipos y mano de obra, se pudo determinar que el costo unitario de producir mensualmente pan de agua es de Q. 1.22, de pan para hot dog es de Q. 1.45, de pan chapata es de Q. 1.51 y de pan para hamburguesa es de Q. 1.60.

Se considera importante recalcar que los costos unitarios pueden disminuir según así disminuyan los costos variables como de la energía, luz, gas, etc. Pero también según los proveedores principales mejoren sus precios en virtud de que se realicen compras como una empresa mayorista. Todos los costos y cantidades de consumo fueron obtenidas experimentalmente mediante el desarrollo de pruebas piloto dentro de la Planta de Innovación Alimentaria y Nutricional y los costos son datos reales obtenidos mediante investigación con las empresas correspondientes.

9. Análisis de precios

Se llevó a cabo un análisis de precios considerando 10% de utilidad y se comparó con una empresa del mercado.

Cuadro 24. Posible precio de venta de unidad de pan de una unidad con un 10% de utilidad.

Tipo de pan	Precio unitario
Pan de agua	Q. 1.36
Pan para hot dog	Q. 1.62
Pan chapata	Q. 1.68
Pan para hamburguesa	Q. 1.78

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro se plantea una comparación entre los precios de la panadería San Martín, la cual vende pan chapata y pan de agua en presentación de pre horneado y almacenado congelado y del pan para hot dog y para hamburguesa congelado que son vendidos por la empresa Panifresh.

Cuadro 25. Comparación entre precio de venta de pan producido en planta Alimentaria y Nutricional versus precio de venta en el mercado.

Tipo de pan	Precio de venta UVG	Precio de venta en el mercado
Pan de agua	Q. 1.36	Q. 1.25
Pan chapata	Q. 1.68	Q. 1.66
Pan para hot dog	Q. 1.62	Q. 1.52
Pan para hamburguesa	Q. 1.78	Q. 1.65

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el cuadro anterior los precios de producir pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa dentro de la planta Alimentaria y Nutricional de la Universidad del Valle de Guatemala son muy cercanos a los precios que manejan las empresas dedicadas a la producción masiva de pan como por ejemplo la Panadería San Martín o la empresa Panifresh, sin embargo, sería de vital importancia considerar en futuros estudios la evaluación de mayor cantidad de turnos al día o la compra de maquinaria que permita incrementar la capacidad, además de posibles compradores del producto final que aumenten la demanda.

10. Almacenamiento

El área de almacenamiento en el cuarto de congelado se tiene destinado que será el fondo y se ocuparan únicamente 1.19 m² de área ya que serán 1.70 m de ancho x 0.70 m de largo, en la cual se pueden agrupar 4 columnas de 7 cajas cada una siendo un total de 28 cajas

plásticas. En este trabajo no se está considerando el costo de almacenamiento e inventario, pero es un valor que se recomienda incluir para futuros estudios, especialmente para cantidades mayores o tiempos más prolongados.

VIII. Conclusiones

- La capacidad máxima mensual de producción en una jornada de 8 horas de lunes a viernes es de 2352 panes de agua, 1440 panes para hot dog, 1280 para pan chapata y 1344 panes para hamburguesa produciendo un tipo de pan por cada día de la semana.
- Se determinó que la implementación de la variable de congelado es determinante para la calidad y aceptación del pan de agua, pan para hot dog, pan chapata y pan para hamburguesa, lo cual se comprobó a través de pruebas microbiológicas y de análisis sensorial.
- Se determinó que el precio unitario calculado con un 10% de utilidad es de Q. 1.36 para un pan de agua de 57g, Q. 1.62 para un pan para hot dog de 85g, Q. 1.68 para una unidad de 7x13 cm de pan chapata y Q. 1.78 para un pan para hamburguesa de 85 g, estando los precios por encima de los precios del mercado debido a los costos de la materia prima.
- La planta piloto de alimentos cuenta con los equipos e instalaciones necesarias para la producción de productos de panificación requeridos como ingredientes principales de las meriendas que se esperan preparar para estudiantes del Departamento de Maestría, por lo que se determinó que el proyecto es factible técnicamente pero tiene áreas de oportunidad desde el punto de vista económico.

IX. Recomendaciones

- Se recomienda solicitar la compra de bandejas plásticas cuadradas para la fermentación del pan chapata, debido a que conserva de mejor manera la forma rectangular de la masa, permite que tenga una mayor altura y facilita que se despegue sin perder la forma de la bandeja.
- Se recomienda que para la realización de pruebas piloto se permita la contratación temporal de un panadero profesional para poder calcular tiempos reales con la participación de un profesional y de los practicantes, para poder determinar con mayor exactitud la cantidad de lotes de producción que pueden realizarse por día.
- Realizar un estudio previo de los panelistas que realizarán las pruebas sensoriales, para asegurarse que sepan las características comunes de los panes que evaluarán, ya que muchos desconocen las características como color, textura, sabor de cada tipo de pan y puede influir de manera negativa en sus respuestas.
- Se recomienda para las muestras de análisis sensorial de pan chapata que lo realice un panadero profesional, ya que es una masa difícil de trabajar y su mala presentación causó resultados bajos de aceptación, por lo que el no haberle podido dar una forma adecuada ocasionó resultados negativos.
- Realizar un estudio de proveedores y de compras al por mayor para la materia prima, para poder obtener precios más accesibles que permitan la reducción del costo unitario de producción de los panes.
- Para continuación de este trabajo de graduación, evaluar costos de producción considerando dos turnos de elaboración al día y con contratación de personal capacitado para mejorar tiempos y así poder incrementar el volumen de producción para evaluar si los costos unitarios de los panes pueden disminuir y así ser factible su producción y su venta.
- Tomar en cuenta que los practicantes rotarán con constancia a lo largo del año, por lo que habrán posibles fuentes de error como la merma de la producción.

X. Referencias bibliográficas

- AIB. (2014). *Baking science and technology, Function of ingredients in bread production*. AIB International. Obtenido de https://www.aibinternational.com/aibonline_secure.aibonline.org/courses/contents/BST/Bread/03b_BSTFOI_RM20151215_ENG.pdf
- AIB. (2014). Obtenido de https://www.aibinternational.com/aibonline_secure.aibonline.org/courses/contents/BST/Bread/02b_BSTBrdMixingRM_20151215_ENG.pdf
- Alegre, M. Mesas, J. (2002). *El pan y su proceso de elaboración*. Cienc. Tecnol. Aliment. Vol. 3, No. 5, pp. 307-313, ISSN 1135-8122
- Beausset, S. (2015). *Formulación y aceptabilidad de un alimento funcional como vehículo para omega-3 para mujeres embarazadas y lactantes*. Maestría en Alimentación y Nutrición. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Codex Alimentarius. (CAC/GL 21-1997). *Principios y directrices para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relativos a los alimentos*.
- Codex Stan 192-1995. *Norma general para los aditivos alimentarios*.
- Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE. (2003). *Resolución CNEE-18 2003*. Guatemala, C.A.
- Congreso. (5 de Marzo de 2012). *Ministerio de Finanzas Públicas*. Obtenido de Ministerio de Finanzas Públicas: https://www.minfin.gob.gt/images/downloads/leyes_acuerdos/decreto_10_2012.pdf
- Correa, C. (2004). *Fenómenos Químicos*. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- De la Oliva, M. (2014). *Aprovisionamiento interno en pastelería. Géneros de uso común en repostería*. España: Editorial Ideaspropias.
- DePaz, J. (2009). Fortalecimiento de la cadena productiva de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maron) Con énfasis en el asocio de la Entomofauna, especies arvenses y fitopatógenos, en la aldea campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Alta Verapaz, Guatemala, Guatemala.
- Flecha, M. (2015). *Procesos y técnicas de panificación*. Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/.../Procesos_y_tecnicas_de_panificacion-MANUAL.pdf
- Hernández, H. (2011). *Elaboración de una premezcla para pan de orégano*. Guatemala: Universidad Galileo.
- Infante, H., & Salas, D. (1988). *Ciencias para la Metalmecánica*. Francia: SENA Servicio Nacional de Aprendizaje.
- INTECAP. (2021). *Panadero industrial*. Obtenido de INTECAP: <https://intecap.edu.gt/formacion-de-jovenes-y-adultos-forja/panadero-industrial/>
- Mesas, J. M. Alegre, M. T. (2002). *EL PAN Y SU PROCESO DE ELABORACIÓN THE BREAD AND ITS PROCESSING O PAN E O SEU PROCESO DE ELABORACIÓN, CYTA - Journal of Food*, 3:5, 307-313, DOI: 10.1080/11358120209487744
- Moragas, M. (1 de Enero de 2020). *Euskadi*. Obtenido de https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/doc_seguridad_alimentaria/es_def

[/adjuntos/control-alimentos/seguridad-microbiologica/normas-microbiologicas-alimentos-enero-2020.pdf](#)

- Ramos, J. (2002). *Diagnóstico y diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo de la planta de Lácteos de Zamorano*. Honduras: Universidad Zamorano.
- Reglamento Técnico Centroamericano. (RTCA). 67.04.50:08. *Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos*.
- Reglamento Técnico Centroamericano. (RTCA). 67.04.54:10. *Alimentos y bebidas procesadas. Aditivos alimentarios*.
- Reglamento Técnico Centroamericano. (RTCA). 67.04.50:17. *Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos*.
- Sáez, R. (2007). *Contabilidad de Costos*. Instituto Profesional Diego Portales.
- Salvadori, V. (1994). *Transferencia de calor durante la congelación, almacenamiento y la descongelación de alimentos*. Argentina.
- Schutz, H. G. (1971). Sources of invalidity in the sensory evaluation of foods. *Food Technology*, 53-57.
- Terradez, M., & Juan, Á. (2003). *Proyecto e-math*. Obtenido de Universidad Abierta de Cataluña: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60309250/ANOVA20190816-82517sn30ifwithcoverpagev2.pdf?Expires=1632734447&Signature=EMyODCPa4XIWCjRpX3crjyW0K0gc6hHqr~OweTF73dvCURdZ0fC7e11pqmuqsQmEZGSmWOorJLoE~PC18TL2DOe7npvx0hNoIg8OpbuCCi0KcKFWWhKzDq9FhfALYLo>
- Zugarramundi, A; Parín, M. Lupin, H. (1998). *Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera*. Roma. FAO Documento técnico de pesca 351.

XI. Anexos

Parte I. Producción de un lote de pan

Figura 2. Pesado de ingredientes para elaboración de masa.

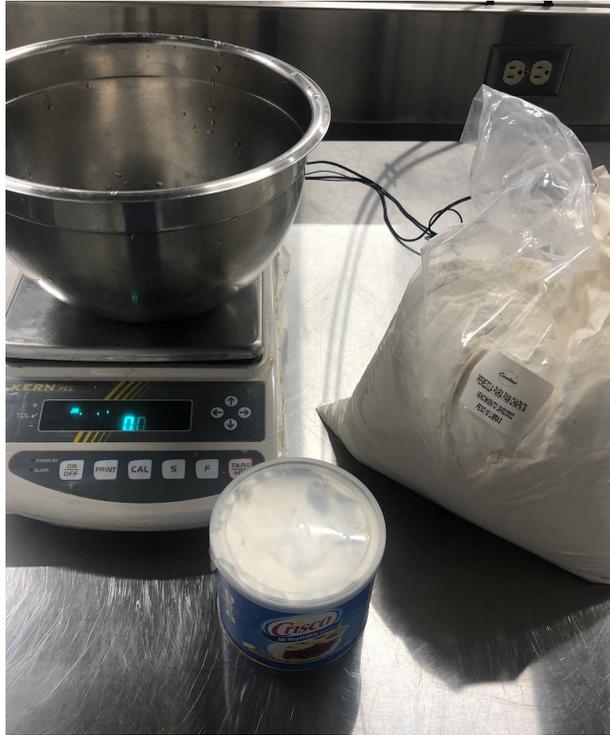


Figura 3. Mezcla de ingredientes en mezcladora.



Figura 4. Pesado de cada producto.

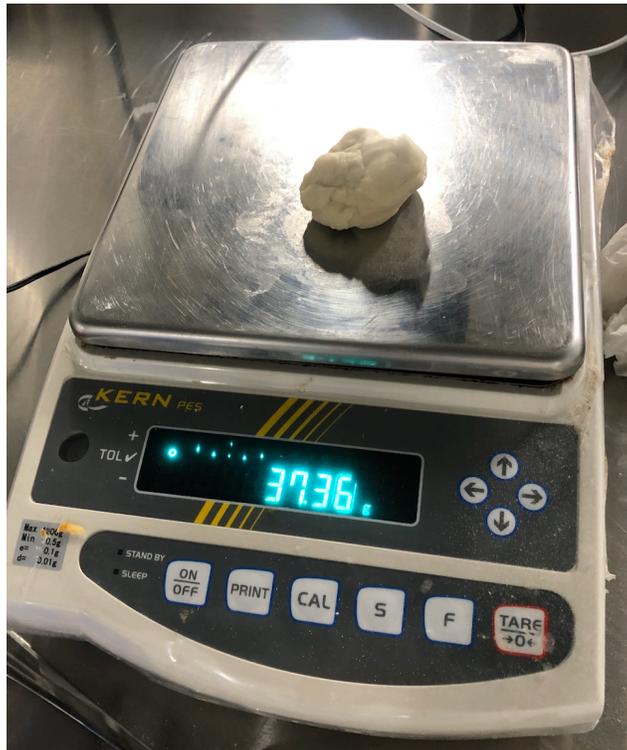


Figura 5. Boleado de los panes.



Figura 6. Colocación en bandejas.



Figura 7. Fermentación del producto.



Figura 8. Amasado.



Figura 9. Base de harina dura.



Figura 10. Producto precocido.



Figura 11. Selladora manual.



Figura 12. Empaque de producto a congelar.



Figura 13. Producto empacado.



Figura 14. Producto congelado.



Figura 15. Medición de agua utilizada durante la producción.



Parte II. Microbiología

Figura 16. Peso de agua peptonada a utilizar.

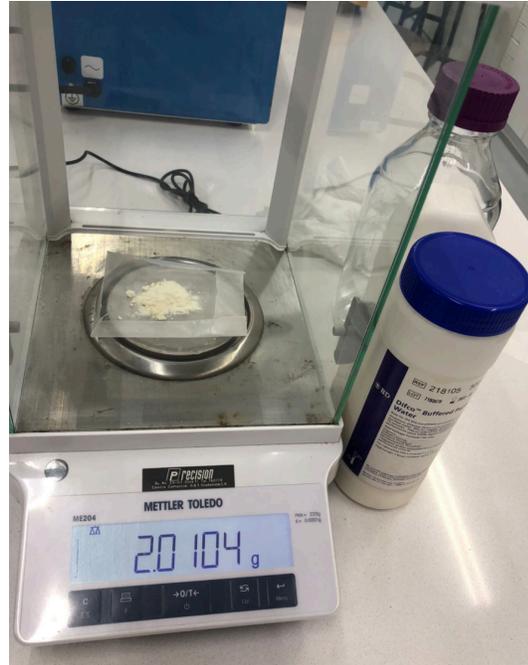


Figura 17. Dilución de agua peptonada.

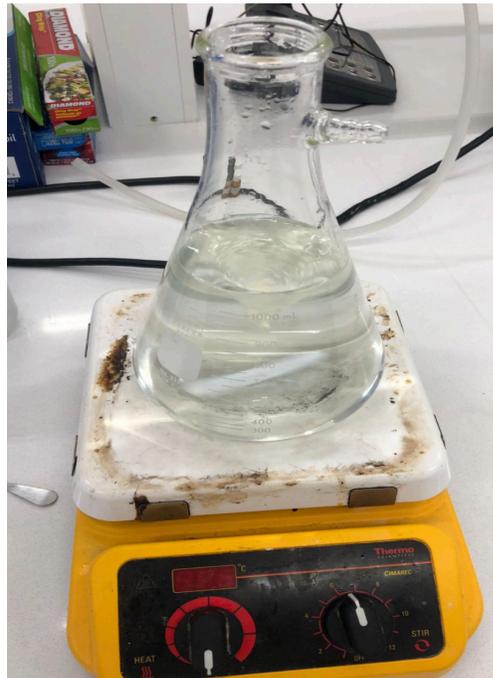


Figura 18. Peso de agar DRBC a utilizar.



Figura 19. Dilución y calentamiento de agar DRBC.



Figura 20. Agar DRBC en autoclave.



Figura 21. Temperatura y presión de autoclave para agar y agua peptonada.



Figura 22. Preparación de medios de cultivo en cajas de petri con agar DRBC.

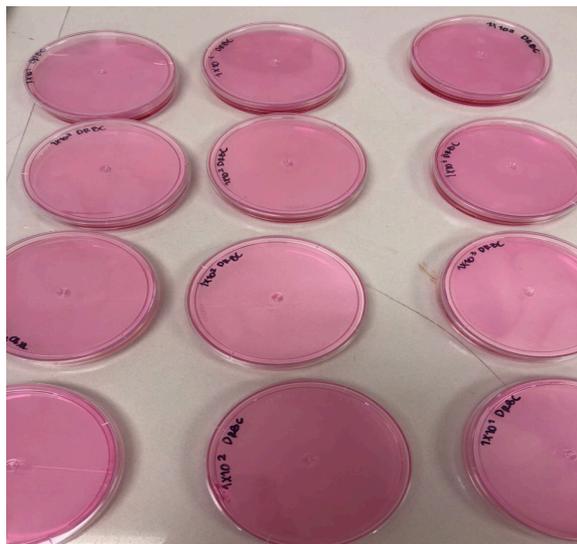


Figura 23. Preparación de muestras de los productos de panificación para sembrar en los medios de cultivo. Toma de muestra significativa para análisis.



Figura 24. Medición de 25 g de la muestra del producto de panificación.



Figura 25. Adición de 225 ml de agua peptonada a muestra sólida.



Figura 26. Colocación de muestra en equipo STOMACHER 400.



Figura 27. Muestra preparada para realizar la siembra en los medios de cultivo.

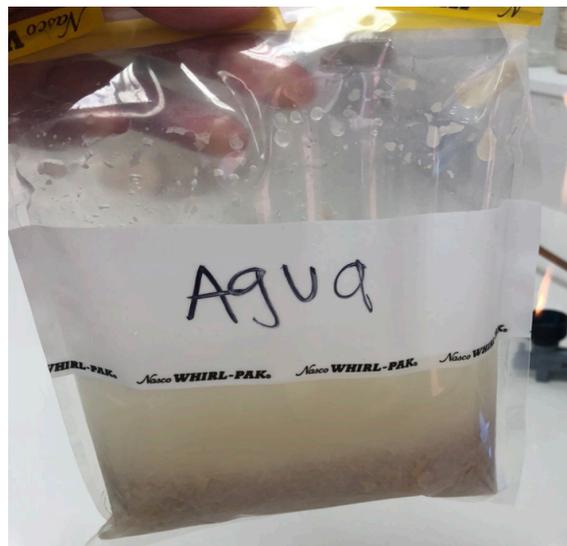


Figura 28. Incubación de muestras en incubadora, con agar DRBC.



Figura 29. Peso de agar Chromocult a utilizar.

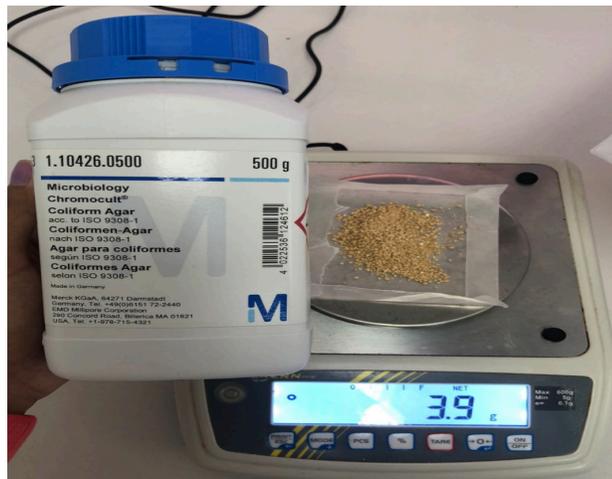


Figura 30. Dilución y calentamiento de agar Chromocult.

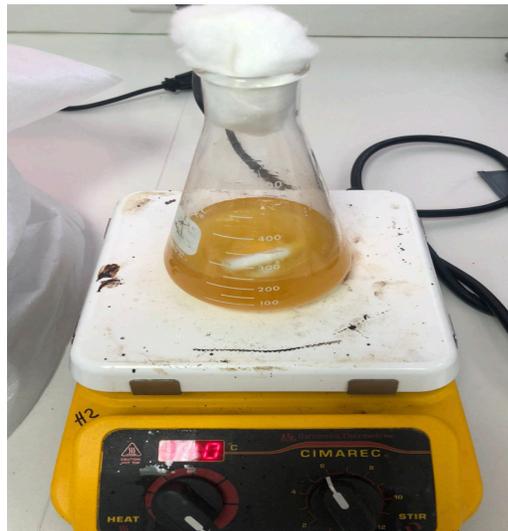


Figura 31. Preparación de medios de cultivo en cajas de petri con agar Chromocult.

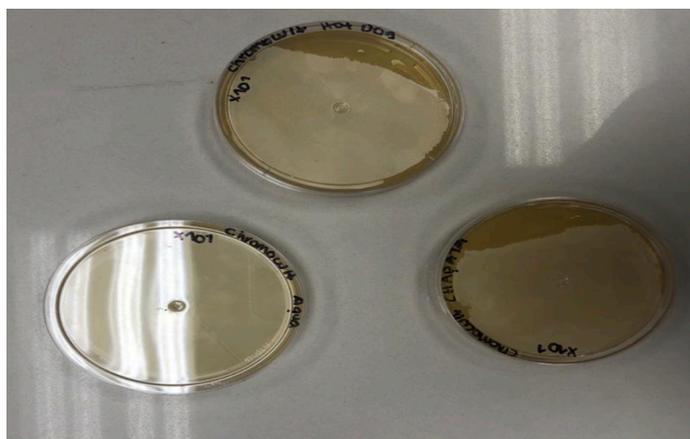


Figura 32. Incubación de muestras a 36°C, con agar Chromocult.



Figura 33. Asa de Drigasli para esparcimiento de muestra sobre el agar.

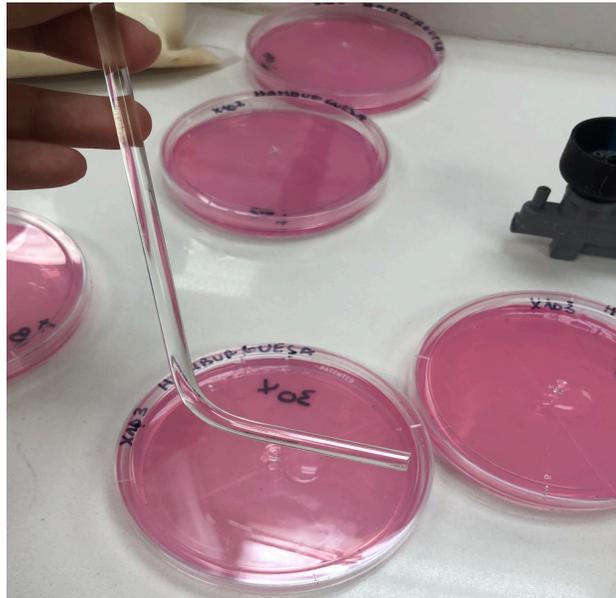


Figura 34. Cultivo en agar DRBC de muestra de pan para hot dog almacenado a temperatura ambiente dilución 1×10^2 .

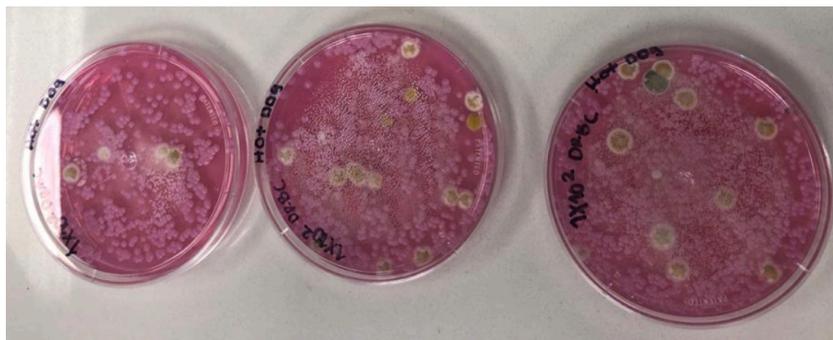


Figura 35. Cultivo en agar DRBC de muestra de pan para hot dog almacenado a temperatura ambiente dilución 1×10^3 .

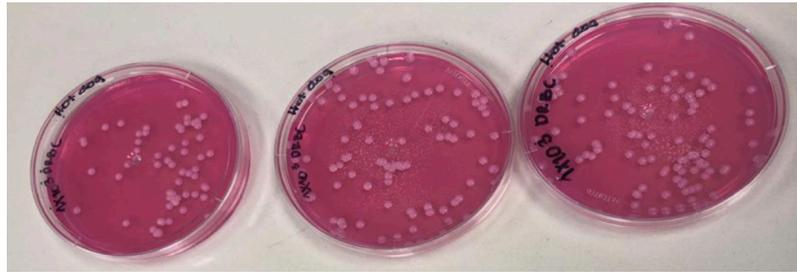


Figura 36. Cultivo en agar DRBC de muestra de pan chapata almacenado a temperatura ambiente dilución 1×10^2 .



Figura 37. Cultivo en agar DRBC de muestra de pan chapata almacenado a temperatura ambiente dilución 1×10^3 .



Figura 38. Cultivo en agar Chromocult de muestra de pan de agua almacenado congelado dilución 1×10^1 .



Figura 39. Cultivo en agar Chromocult de muestra de pan para hot dog almacenado congelado dilución 1×10^1 .



Figura 40. Cultivo en agar Chromocult de muestra de chapata almacenado congelado dilución 1×10^1 .

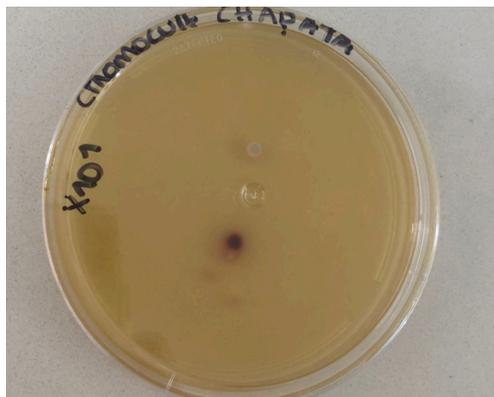


Figura 41. Cultivo en agar Chromocult de muestra de pan para hamburguesa almacenado congelado dilución 1×10^1 .



Figura 42. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan de agua almacenado congelado dilución 1×10^2 .

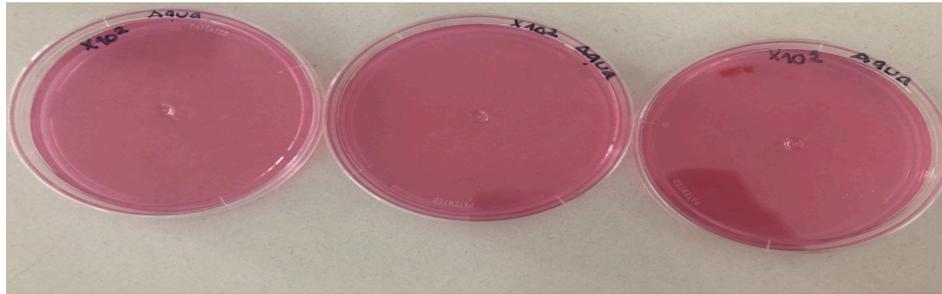


Figura 43. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan de agua almacenado congelado dilución 1×10^3 .



Figura 44. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra pan para hot dog almacenado congelado dilución 1×10^2 .



Figura 45. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra pan para hot dog almacenado congelado dilución 1×10^3 .

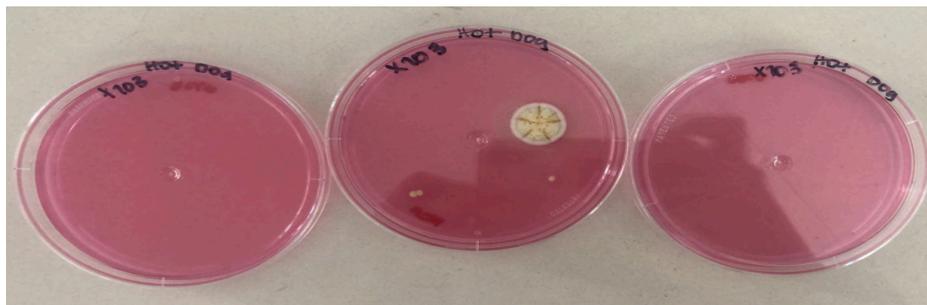


Figura 46. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan chapata almacenado congelado dilución 1×10^2 .

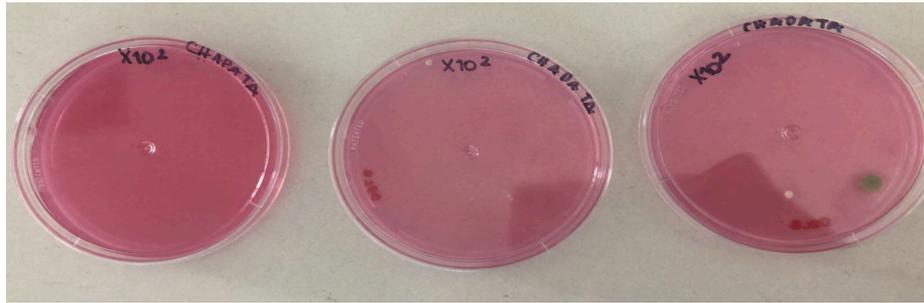


Figura 47. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan chapata almacenado congelado dilución 1×10^3 .

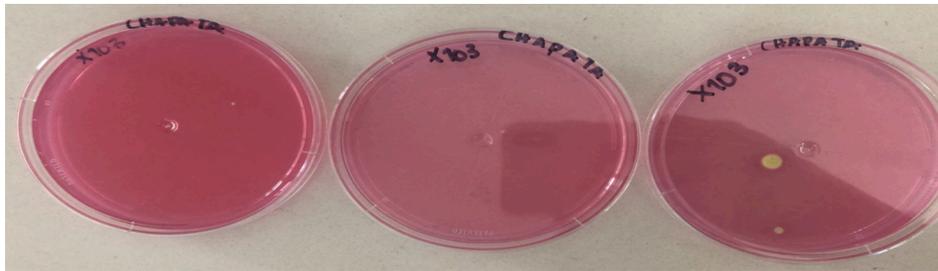


Figura 48. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan para hamburguesa almacenado congelado dilución 1×10^2 .

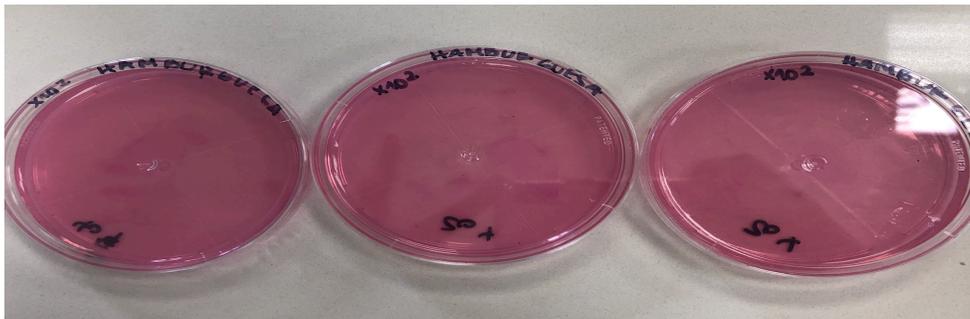
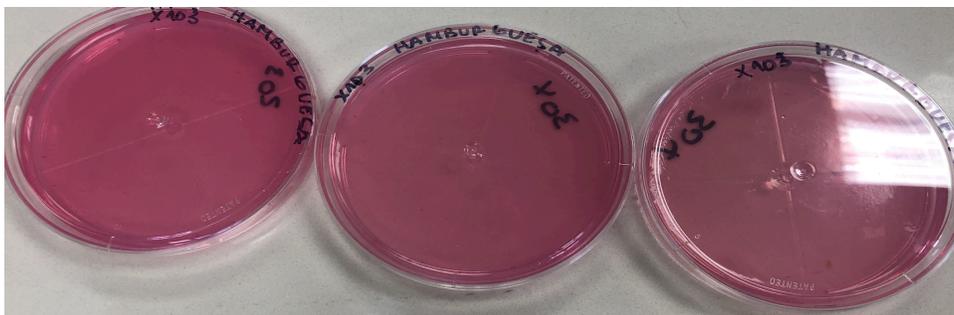


Figura 49. Triplicado de cultivo en agar DRBC de muestra de pan para hamburguesa almacenado congelado dilución 1×10^3 .



Parte III. Gas

Figura 50. Sistema para cálculo de libras de gas utilizadas en fermentador.



Figura 51. Peso de persona más tambo de gas previo a encender el fermentador.



Figura 52. Peso de persona más tambo de gas luego de utilizar el fermentador.



Figura 53. Sistema para cálculo de libras de gas utilizado en horno.



Parte IV. Sensorial

Figura 54. Bandeja con muestras para panelistas.



Figura 55. Panelistas realizando la prueba en laboratorio de Análisis Sensorial.

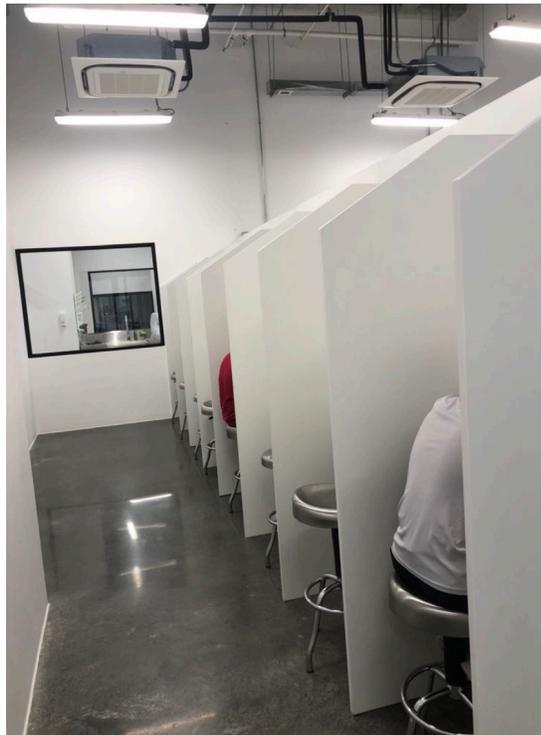


Figura 56. Hoja de evaluación de test de triángulo.

Universidad del Valle de Guatemala
Departamento de Alimentos
Panel Sensorial de productos de panificación



Número de Panelista: _____
 Género: M F

POR FAVOR EMPUJE LA VENTANA PARA RECIBIR SUS MUESTRAS
TOME UN PEDAZO DE GALLETA Y UN SORBO DE AGUA PARA ENJUAGARSE LA BOCA,
Y EVALÚE LAS MUESTRAS DE IZQUIERDA A DERECHA COLOCANDO EL CÓDIGO
DONDE CORRESPONDE.

INSTRUCCIONES

Dos de las muestras son idénticas y una es diferente. ENCUENTRE LA MUESTRA DIFERENTE.

Por favor, escriba en cada casilla el número de código de cada muestra y examine de izquierda a derecha y coloque un círculo alrededor del código de la muestra que es DIFERENTE.

--	--	--

¡DEBE ELEGIR UNA!

Si desea comentar acerca de sus razones para elegir esa muestra o si desea comentar acerca de las características del producto, por favor hágalo abajo en "Observaciones".

OBSERVACIONES

Figura 57. Hoja de evaluación de prueba de aceptación.

Universidad del Valle de Guatemala
Departamento de Alimentos
Panel Sensorial de productos de panificación



Número de Panelista: _____
 Género: M F

POR FAVOR EMPUJE LA VENTANA PARA RECIBIR SUS MUESTRAS
TOME UN PEDAZO DE GALLETA Y UN SORBO DE AGUA PARA ENJUAGARSE LA BOCA,
Y EVALÚE LAS MUESTRAS DE IZQUIERDA A DERECHA COLOCANDO EL CÓDIGO
DONDE CORRESPONDE.

CÓDIGO DE MUESTRA: _____

Marque en la siguiente escala CUÁNTO LE GUSTA la muestra en general.

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Marque en la siguiente escala CUÁNTO LE GUSTA EL COLOR de la muestra.

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Marque en la siguiente escala CUÁNTO LE GUSTA LA TEXTURA de la muestra.

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Marque en la siguiente escala CUÁNTO LE GUSTA EL SABOR de la muestra.

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Comentarios acerca de las muestras:

Figura 58. Hoja maestra de test de triángulo para pan de agua, pan para hotd dog, pan chapata y pan para hamburguesa.

**HOJA MAESTRA
TEST DE TRIÁNGULO**

Producto: Pan de agua congelado y horneado
Tipo de prueba: Prueba de triángulo

Muestras	Código de letra	Código oculto		
Pan congelado	A	297	128	
Pan horneado	B	156	497	

Panelista	Orden de presentación			
1	AAB	297	128	156
2	ABA	297	156	128
3	BAA	497	297	128
4	BBA	156	497	297
5	BAB	497	297	156
6	ABB	297	156	497
7	AAB	297	128	497
8	ABA	297	497	128
9	BAA	156	297	128
10	BBA	156	497	128
11	BAB	156	128	497
12	ABB	128	497	156
13	AAB	297	128	156
14	ABA	297	156	128
15	BAA	156	297	128
16	BBA	497	156	297
17	BAB	156	297	497
18	ABB	128	156	497
19	AAB	297	128	497
20	ABA	128	497	297
21	BAA	497	297	128
22	BBA	156	497	128
23	BAB	497	297	156
24	ABB	297	497	156
25	AAB	128	297	497
26	ABA	297	497	128
27	BAA	156	297	128
28	BBA	156	497	128
29	BAB	156	128	497
30	ABB	128	497	156
31	AAB	297	128	497
32	ABA	297	497	128
33	BAA	497	128	297
34	BBA	156	497	128
35	BAB	497	128	156
36	ABB	128	497	156
37	AAB	297	128	497
38	ABA	128	156	128
39	BAA	156	297	128
40	BBA	156	497	128
41	BAB	497	128	156
42	ABB	128	156	497
43	AAB	297	128	156
44	ABA	297	156	128
45	BAA	156	297	128
46	BBA	497	156	297
47	BAB	156	297	497
48	ABB	128	497	156
49	AAB	297	128	497
50	ABA	297	497	128
51	BAA	497	128	297
52	BBA	497	156	297
53	BAB	497	297	156
54	ABB	297	497	156
55	AAB	297	128	497
56	ABA	297	156	128
57	BAA	497	297	128
58	BBA	497	156	128
59	BAB	156	128	497
60	ABB	297	497	156

Figura 59. Hoja maestra de prueba de aceptación para pan de agua.

**HOJA MAESTRA
PRUEBA DE ACEPTACIÓN**

Producto: Pan de agua
Tipo de prueba: Prueba de aceptación

Muestra	Código oculto
Almacenado congelado	721
Almacenado temperatura ambiente	340

Figura 60. Hoja maestra de prueba de aceptación para pan para hot dog.

**HOJA MAESTRA
PRUEBA DE ACEPTACIÓN**

Producto: Pan para hot dog
Tipo de prueba: Prueba de aceptación

Muestra	Código oculto
Almacenado congelado	546
Almacenado temperatura ambiente	821

Figura 61. Hoja maestra de prueba de aceptación para pan chapata.

**HOJA MAESTRA
PRUEBA DE ACEPTACIÓN**

Producto: Pan chapata
Tipo de prueba: Prueba de aceptación

Muestra	Código oculto
Almacenado congelado	513
Almacenado temperatura ambiente	732

Figura 62. Hoja maestra de prueba de aceptación pan para hamburguesa.

**HOJA MAESTRA
PRUEBA DE ACEPTACIÓN**

Producto: Pan para hamburguesa
Tipo de prueba: Prueba de aceptación

Muestra	Código oculto
Almacenado congelado	107
Almacenado temperatura ambiente	989

Figura 63. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan de agua parte 1.

Andrea

Adilia de Villalta

25/9/2021

```
library(agricolae)

PANDEAGUA <- read.csv("PANDEAGUA.csv")

Aceptacion = aov(Aceptacion ~ Codigo, data=PANDEAGUA)
summary(Aceptacion)

##          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Codigo    1   36.3   36.30  26.96 8.76e-07 ***
## Residuals 118  158.9    1.35
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## 1 observation deleted due to missingness

seacceptacion <- LSD.test(Aceptacion,"Codigo", p.adj="bonferroni")
seacceptacion

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV t.value      MSD
## 1.346328 118 6.916667 16.77562 1.980272 0.4195074
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Codigo 2 0.05
##
## $means
##      Aceptacion      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## ambiente    6.366667 1.178431 60 6.07003 6.663303 3 9 6 6 7
## congelado    7.466667 1.141908 60 7.17003 7.763303 5 9 7 7 8
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##      Aceptacion groups
## congelado 7.466667 a
## ambiente 6.366667 b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"
```

Figura 64. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan de agua parte 2.

```

Color = aov(Color ~ Codigo, data=PANDEAGUA)
summary(Color)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)    ##
## Codigo         1  33.07   33.07   20.66 1.34e-05 ***
## Residuals    118 188.92    1.60
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## 1 observation deleted due to missingness

sepcolor <- LSD.test(Color, "Codigo", p.adj="bonferroni")
sepcolor

## $statistics
##   MSerror Df      Mean      CV t.value      MSD
## 1.600989 118 6.841667 18.49406 1.980272 0.4574656
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Codigo  2 0.05
##
## $means
##           Color      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## ambiente 6.316667 1.171580 60 5.99319 6.640144  4  8 6.00  6  7
## congelado 7.366667 1.352545 60 7.04319 7.690144  4  9 6.75  8  8
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Color groups
## congelado 7.366667    a
## ambiente  6.316667    b
##
## attr("class")
## [1] "group"

Textura = aov(Textura ~ Codigo, data=PANDEAGUA)
summary(Textura)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)    ##
## Codigo         1  31.01  31.008   14.78 0.000196 ***
## Residuals    118 247.58    2.098
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## 1 observation deleted due to missingness

septextura <- LSD.test(Textura, "Codigo", p.adj="bonferroni")
septextura

## $statistics
##   MSerror Df      Mean      CV t.value      MSD

```

Figura 65. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan de agua parte 3.

```
## 2.098164 118 6.608333 21.91935 1.980272 0.5237017
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Codigo 2 0.05
##
## $means
##      Textura      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## ambiente 6.100000 1.469463 60 5.729687 6.470313 3 8 5 6 7
## congelado 7.116667 1.427237 60 6.746354 7.486980 4 9 6 7 8
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##      Textura groups
## congelado 7.116667 a
## ambiente 6.100000 b
##
## attr("class")
## [1] "group"

Sabor = aov(Sabor ~ Codigo, data=PANDEAGUA)
summary(Sabor)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Codigo      1  138.7   138.67    83.1 2.46e-15 ***
## Residuals 118   196.9     1.67
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## 1 observation deleted due to missingness

sepSabor <- LSD.test(Sabor,"Codigo", p.adj="bonferroni")
sepSabor

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV t.value      MSD
## 1.668785 118 6.441667 20.05405 1.980272 0.4670512
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Codigo 2 0.05
##
## $means
##      Sabor      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## ambiente 5.366667 1.484001 60 5.036412 5.696922 2 9 4.75 5.5 6
## congelado 7.516667 1.065510 60 7.186412 7.846922 5 9 7.00 8.0 8
##
## $comparison
## NULL
##
```

Figura 66. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan de agua parte 4.

```
## $groups
##      Sabor groups
## congelado 7.516667 a
## ambiente 5.366667 b
##
## attr("class")
## [1] "group"
```

Figura 67. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hot dog parte 1.

ANDREA 3

Adilia de Villalta

26/9/2021

```

library(agricolae)

PANHOTDOG <- read.csv("PANHOTDOG.csv")

Aceptacion = aov(Aceptación ~ Código, data=PANHOTDOG)
summary(Aceptacion)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Código         1  66.01   66.01  29.62 2.9e-07 ***
## Residuals    118 262.98    2.23
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

sepacceptacion <- LSD.test(Aceptacion,"Codigo", p.adj="bonferroni")
sepacceptacion

## NULL

Color = aov(Color ~ Código, data=PANHOTDOG)
summary(Color)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Código         1  19.2   19.200  12.27 0.000651 ***
## Residuals    118  184.7    1.565
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

sepcolor <- LSD.test(Color,"Código", p.adj="bonferroni")
sepcolor

## $statistics
##   MSerror Df      Mean      CV t.value      MSD
## 1.564972 118 6.466667 19.34518 1.980272 0.4522906
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Código 2 0.05
##
## $means
##      Color      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## AMBIENTE 6.066667 1.176992 60 5.746849 6.386484 3 9 5 6 7
## CONGELADO 6.866667 1.320845 60 6.546849 7.186484 4 9 6 7 8
##

```

Figura 68. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hot dog parte 2.

```
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##          Color groups
## CONGELADO 6.866667    a
## AMBIENTE  6.066667    b
##
## attr("class")
## [1] "group"

Textura = aov(Textura ~ Código, data=PANHOTDOG)
summary(Textura)

##          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Código      1  46.87   46.87    23.8 3.38e-06 ***
## Residuals  118 232.45    1.97
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

septextura <- LSD.test(Textura,"Código", p.adj="bonferroni")
septextura

## $statistics
##      MSerror Df Mean      CV t.value      MSD
## 1.969915 118 6.175 22.72934 1.980272 0.5074439
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Código 2 0.05
##
## $means
##          Textura      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## AMBIENTE      5.55 1.500565 60 5.191183 5.908817  1  9  5  6 6.25
## CONGELADO      6.80 1.299283 60 6.441183 7.158817  4  9  6  7 8.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##          Textura groups
## CONGELADO      6.80    a
## AMBIENTE      5.55    b
##
## attr("class")
## [1] "group"

Sabor = aov(Sabor ~ Código, data=PANHOTDOG)
summary(Sabor)
```

Figura 69. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hot dog parte 3.

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Código      1  158.7  158.70   65.25 6.38e-13 ***
## Residuals  118  287.0    2.43
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

sepSabor <- LSD.test(Sabor, "Código", p.adj="bonferroni")
sepSabor

## $statistics
##      MSerror Df Mean      CV t.value      MSD
## 2.432203 118 6.05 25.77772 1.980272 0.5638508
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Código 2 0.05
##
## $means
##      Sabor      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## AMBIENTE  4.9 1.580603 60 4.501297 5.298703 1 8 4 5.0 6
## CONGELADO  7.2 1.538214 60 6.801297 7.598703 1 9 6 7.5 8
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##      Sabor groups
## CONGELADO 7.2 a
## AMBIENTE  4.9 b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"
```

Figura 70. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan chapata parte 1.

ANDrea 2

Adilia de Villalta

26/9/2021

```
library(agricolae)

PANCHAPATA <- read.csv("PANCHAPATA.csv")

Aceptacion = aov(Aceptacion ~ Codigo, data=PANCHAPATA)
summary(Aceptacion)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Codigo      1  19.2  19.200   12.77 0.000512 ***
## Residuals  118  177.5    1.504
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

sepacceptacion <- LSD.test(Aceptacion, "Codigo", p.adj="bonferroni")
sepacceptacion

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV t.value      MSD
## 1.503955 118 6.333333 19.36355 1.980272 0.4433857
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Codigo 2 0.05
##
## $means
##      Aceptacion      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## AMBIENTE  5.933333 1.246917 60 5.619812 6.246854 2 9 5 6 7
## CONGELADO  6.733333 1.205449 60 6.419812 7.046854 4 9 6 7 8
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##      Aceptacion groups
## CONGELADO 6.733333 a
## AMBIENTE  5.933333 b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

Color = aov(Color ~ Codigo, data=PANCHAPATA)
summary(Color)
```

Figura 71. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan chapata parte 2.

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Codigo      1   4.8   4.800   3.273 0.073 .
## Residuals  118 173.1   1.467
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

sepcolor <- LSD.test(Color,"Codigo", p.adj="bonferroni")
sepcolor

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV t.value      MSD
## 1.466667 118 6.966667 17.38364 1.980272 0.4378547
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Codigo 2 0.05
##
## $means
##           Color      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## AMBIENTE 6.766667 1.306654 60 6.457057 7.076277 3 9 6.00 7 8
## CONGELADO 7.166667 1.107244 60 6.857057 7.476277 5 9 6.75 7 8
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Color groups
## CONGELADO 7.166667 a
## AMBIENTE 6.766667 a
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

Textura = aov(Textura ~ Codigo, data=PANCHAPATA)
summary(Textura)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Codigo      1 64.53  64.53  35.81 2.39e-08 ***
## Residuals  118 212.63   1.80
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

septextura <- LSD.test(Textura,"Codigo", p.adj="bonferroni")
septextura

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV t.value      MSD
## 1.801977 118 6.416667 20.92017 1.980272 0.485332
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
```

Figura 72. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan chapata parte 3.

```
## Fisher-LSD bonferroni Codigo 2 0.05
##
## $means
##          Textura      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## AMBIENTE 5.683333 1.545816 60 5.340152 6.026515 1 9 5 6 7
## CONGELADO 7.150000 1.102001 60 6.806818 7.493182 5 9 6 7 8
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##          Textura groups
## CONGELADO 7.150000 a
## AMBIENTE 5.683333 b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

Sabor = aov(Sabor ~ Codigo, data=PANCHAPATA)
summary(Sabor)

##          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Codigo    1     69   69.01  22.56 5.79e-06 ***
## Residuals 118    361    3.06
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

sepSabor <- LSD.test(Sabor, "Codigo", p.adj="bonferroni")
sepSabor

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV t.value      MSD
## 3.059181 118 6.508333 26.87403 1.980272 0.6323636
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Codigo 2 0.05
##
## $means
##          Sabor      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
## AMBIENTE 5.750000 1.988313 60 5.302851 6.197149 1 9 4 6 7
## CONGELADO 7.266667 1.471384 60 6.819518 7.713815 2 9 6 8 8
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##          Sabor groups
## CONGELADO 7.266667 a
## AMBIENTE 5.750000 b
##
```

Figura 73. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hamburguesa parte 1.

```

RStudio
File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help
Acceptación ACR | Untitled1* | Untitled2* | datos | respuestas
1 #PRUEBAS DE
2
3 setwd("C:/Users/javsa/Desktop")
4
5 datos <- read.csv("hamburguesa.csv")
6
7 str(datos)
8
9 #Pruebas de aceptación general ANOVA
10 AceptacionGeneral = aov(ACEPTACION ~ Código.muestra, data=datos)
11 summary(AceptacionGeneral)
12
13 #Prueba t
14 t.test(datos$ACEPTACION ~ datos$Código.muestra)
15 boxplot(datos$ACEPTACION ~ datos$Código.muestra)
16
17 #Pruebas de aceptación COLOR ANOVA
18 AceptacionColor = aov(COLOR ~ Código.muestra, data=datos)
19 summary(AceptacionColor)
20
21 #Prueba t
22 t.test(datos$COLOR ~ datos$Código.muestra)
23 boxplot(datos$COLOR ~ datos$Código.muestra)
24
25 #Pruebas de aceptación TEXTURA ANOVA
26 AceptacionTextura = aov(TEXTURA ~ código.muestra, data=datos)
27 summary(AceptacionTextura)
28
1:13 [Top Level]
Console Terminal Jobs
C:/Users/javsa/Desktop/ #
> #PRUEBAS DE ACEPTACION
> AceptacionGeneral = aov(ACEPTACION ~ Código.muestra, data=datos)
> #ADMUESTRA es el nombre para el analisis de varianza. - significa con respecto al codigo en este caso.
> summary(AceptacionGeneral)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Código.muestra  1  3.68   3.675   1.384  0.242
Residuals    118 313.32  2.655
5 observations deleted due to missingness
#Prueba t
> t.test(datos$ACEPTACION ~ datos$Código.muestra)

Welch Two Sample t-test

data: datos$ACEPTACION by datos$Código.muestra
t = 1.1765, df = 117.72, p-value = 0.2418
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.2391499  0.9391499
sample estimates:
mean in group AMBIENTE mean in group CONGELADO
      7.166667      6.816667

> boxplot(datos$ACEPTACION ~ datos$Código.muestra)
> #Analisis de varianza y prueba t para la aceptación del atributo "Apariencia" con respecto al producto.
> AceptacionColor = aov(COLOR ~ Código.muestra, data=datos)
> summary(AceptacionColor)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Código.muestra  1  3.7   3.675   1.353  0.247
Residuals    118 320.4   2.716
5 observations deleted due to missingness
#Prueba t
> t.test(datos$COLOR ~ datos$Código.muestra)

Welch Two Sample t-test

data: datos$COLOR by datos$Código.muestra
t = -1.1633, df = 115.54, p-value = 0.2471
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.9459354  0.2459354
sample estimates:
mean in group AMBIENTE mean in group CONGELADO
      7.20      7.55

> boxplot(datos$COLOR ~ datos$Código.muestra)
> #Analisis de varianza y prueba t para la aceptación del atributo "textura" con respecto al producto.
> AceptacionTextura = aov(TEXTURA ~ Código.muestra, data=datos)
> summary(AceptacionTextura)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Código.muestra  1 24.3  24.300  6.781  0.0104 *
Residuals    118 422.9   3.584
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
5 observations deleted due to missingness
> #Analisis de varianza y prueba t para la aceptación del atributo "olor" con respecto al producto.
> AceptacionSabor = aov(SABOR ~ Código.muestra, data=datos)
> summary(AceptacionSabor)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Código.muestra  1 11.4  11.408  3.196  0.0764 .
Residuals    118 421.2   3.569
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
5 observations deleted due to missingness
> #Prueba t
> boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
> #Prueba t
> t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)

Welch Two Sample t-test

```

Figura 74. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hamburguesa parte 2.

```

RStudio
File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help
Acceptación ACR | Untitled1* | Untitled2* | datos | respuestas
1 #PRUEBAS DE
2
3 setwd("C:/Users/javsa/Desktop")
4
5 datos <- read.csv("hamburguesa.csv")
6
7 str(datos)
8
9 #Pruebas de aceptación general ANOVA
10 AceptacionGeneral = aov(ACEPTACION ~ Código.muestra, data=datos)
11 summary(AceptacionGeneral)
12
13 #Prueba t
14 t.test(datos$ACEPTACION ~ datos$Código.muestra)
15 boxplot(datos$ACEPTACION ~ datos$Código.muestra)
16
17 #Pruebas de aceptación COLOR ANOVA
18 AceptacionColor = aov(COLOR ~ Código.muestra, data=datos)
19 summary(AceptacionColor)
20
21 #Prueba t
22 t.test(datos$COLOR ~ datos$Código.muestra)
23 boxplot(datos$COLOR ~ datos$Código.muestra)
24
25 #Pruebas de aceptación TEXTURA ANOVA
26 AceptacionTextura = aov(TEXTURA ~ Código.muestra, data=datos)
27 summary(AceptacionTextura)
28
29 #Prueba t
30 t.test(datos$TEXTURA ~ datos$Código.muestra)
31 boxplot(datos$TEXTURA ~ datos$Código.muestra)
32
33 #Pruebas de aceptación SABOR ANOVA
34 AceptacionSabor = aov(SABOR ~ Código.muestra, data=datos)
35 summary(AceptacionSabor)
36
37 #Prueba t
38 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
39 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
40
41 #Prueba t
42 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
43 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
44
45 #Prueba t
46 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
47 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
48
49 #Prueba t
50 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
51 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
52
53 #Prueba t
54 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
55 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
56
57 #Prueba t
58 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
59 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
60
61 #Prueba t
62 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
63 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
64
65 #Prueba t
66 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
67 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
68
69 #Prueba t
70 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
71 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
72
73 #Prueba t
74 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
75 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
76
77 #Prueba t
78 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
79 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
80
81 #Prueba t
82 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
83 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
84
85 #Prueba t
86 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
87 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
88
89 #Prueba t
90 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
91 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
92
93 #Prueba t
94 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
95 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
96
97 #Prueba t
98 t.test(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
99 boxplot(datos$SABOR ~ datos$Código.muestra)
100

```

Figura 75. Código de R studio para la prueba de aceptación en pan para hamburguesa parte 3.

```
RStudio
File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help
Acceptación ACR | Untitled1* | Untitled2* | datos | respuestas |
1 #PRUEBAS DE
2
3 setwd("C:/Users/javsa/Desktop")
1:13 (Top Level)
Console Terminal Jobs
C:/Users/javsa/Desktop/ #
Welch Two Sample t-test
data: datos$COLOR by datos$Codigo.muestra
t = -1.1633, df = 115.54, p-value = 0.2471
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.9459354 0.2459354
sample estimates:
mean in group AMBIENTE mean in group CONGELADO
7.20 7.55
> boxplot(datos$COLOR ~ datos$Codigo.muestra)
> #Análisis de varianza y prueba t para la aceptación del atributo "Textura" con respecto al producto.
> AceptacionTextura = aov(TEXTURA ~ Codigo.muestra, data=datos)
> summary(AceptacionTextura)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Codigo.muestra  1  24.3  24.300   6.781 0.0104 *
Residuals    118  422.9   3.584
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
5 observations deleted due to missingness
> #Análisis de varianza y prueba t para la aceptación del atributo "olor" con respecto al producto.
> AceptacionSabor = aov(SABOR ~ Codigo.muestra, data=datos)
> summary(AceptacionSabor)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Codigo.muestra  1  11.4  11.408   3.196 0.0764 .
Residuals    118  421.2   3.569
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
5 observations deleted due to missingness
> boxplot(datos$SABOR ~ datos$Codigo.muestra)
> #Prueba t
> t.test(datos$SABOR ~ datos$Codigo.muestra)
Welch Two Sample t-test
data: datos$SABOR by datos$Codigo.muestra
t = 1.7878, df = 117.82, p-value = 0.07638
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.06640422  1.29973756
sample estimates:
mean in group AMBIENTE mean in group CONGELADO
7.450000  6.833333
> |
```

Parte V. Almacenamiento en cuarto de congelado

Figura 76. Cajas apiladas para almacenamiento de producto terminado en cuarto de congelado.



Figura 77. Medición de área total de almacenamiento.



Parte VI. Tablas para cálculos de análisis sensorial

Figura 78. Tabla 17.8 de Meilgaard.

Statistical Tables

433

TABLE 17.8

Critical Number of Correct Response in a Triangle Test (Entries are $x_{\alpha,n}$)

Entries are the minimum number of correct response required for significance at the stated α -level (i.e., column) for the corresponding number of respondents, n (i.e., row). Reject the assumption of "no difference" if the number of correct responses is greater than or equal to the tabled value.

n	α							n	α						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
3	2	2	3	3	3	—	—	31	12	13	14	15	16	18	20
4	3	3	3	4	4	—	—	32	12	13	14	15	16	18	20
5	3	3	4	4	4	5	—	33	13	13	14	15	17	18	21
6	3	4	4	5	5	6	—	34	13	14	15	16	17	19	21
7	4	4	4	5	5	6	7	35	13	14	15	16	17	19	22
8	4	4	5	5	6	7	8	36	14	14	15	17	18	20	22
9	4	5	5	6	6	7	8	42	16	17	18	19	20	22	25
10	5	5	6	6	7	8	9	48	18	19	20	21	22	25	27
11	5	5	6	7	7	8	10	54	20	21	22	23	25	27	30
12	5	6	6	7	8	9	10	60	22	23	24	26	27	30	33
13	6	6	7	8	8	9	11	66	24	25	26	28	29	32	35
14	6	7	7	8	9	10	11	72	26	27	28	30	32	34	38
15	6	7	8	8	9	10	12	78	28	29	30	32	34	37	40
16	7	7	8	9	9	11	12	84	30	31	33	35	36	39	43
17	7	8	8	9	10	11	13	90	32	33	35	37	38	42	45
18	7	8	9	10	10	12	13	96	34	35	37	39	41	44	48
19	8	8	9	10	11	12	14	102	36	37	39	41	43	46	50
20	8	9	9	10	11	13	14	108	38	40	41	43	45	49	53
21	8	9	10	11	12	13	15	114	40	42	43	45	47	51	55
22	9	9	10	11	12	14	15	120	42	44	45	48	50	53	57
23	9	10	11	12	12	14	16	126	44	46	47	50	52	56	60
24	10	10	11	12	13	15	16	132	46	48	50	52	54	58	62
25	10	11	11	12	13	15	17	138	48	50	52	54	56	60	64
26	10	11	12	13	14	15	17	144	50	52	54	56	58	62	67
27	11	11	12	13	14	16	18	150	52	54	56	58	61	65	69
28	11	12	12	14	15	16	18	156	54	56	58	61	63	67	72
29	11	12	13	14	15	17	19	162	56	58	60	63	65	69	74
30	12	12	13	14	15	17	19	168	58	60	62	65	67	71	76
								174	61	62	64	67	69	74	79
								180	63	64	66	69	71	76	81

Note: For values of n not in the table, compute $z = (k - 1(1/3)n) / \sqrt{(2/9)n}$, where k is the number of correct responses. Compare the value of z to the α -critical value of standard normal variable, i.e., the values in the last row of Tables 17.3 ($z_{\alpha} = t_{\alpha, \infty}$).

