

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



Universidad de El Salvador
Hacia la libertad por la cultura

**DETERMINACION DE PROTEINAS EN HARINA DE MAIZ ENRIQUECIDA
CON *Saccharomyces cerevisiae* (Levadura de cerveza)**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR
ERNESTO RENE CHACON ASCENCIO
EDWIN ERNESTO RAMIREZ GODOY

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

SEPTIEMBRE DE 2007

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rector(a):

Dra. María Isabel Rodríguez

Secretario(a) General:

Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos

Facultad de Química y Farmacia

Decano(a):

Lic. Salvador Castillo Arévalo

Secretario(a):

MSc. Miriam del Carmen Ramos de Aguilar

COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Coordinador(a) General

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

Asesor (a) de Área de Alimentos

Ing. Rina Lavinia Hidalgo de Medrano

Asesor (a) de Área de Microbiología

MSc. Coralia de los Ángeles González de Díaz

Docente Director(a)

MSc. Sonia Maricela Lémus Martínez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar sin duda a nuestros padres por apoyarnos y empujarnos siempre hacia delante aun en los momentos mas adversos. En segundo lugar a nuestra asesora MSc. Sonia Maricela Lemus por darnos la oportunidad y confiar en nosotros para prender la llama de la iniciativa en este proyecto y poder llevarlo a cabo.

También extendemos nuestras gratitudes a la profesora Maricela Miranda Directora del Centro Escolar “Cantón Los Pajales”, Panchimalco, por abrirnos las puertas del centro educativo y permitirnos desarrollar el análisis sensorial. Así también agradecemos a las personas que nos ayudaron en la realización del análisis quienes desinteresadamente ofrecieron su ayuda para este proyecto.

A MSc. Mirna Sorto por su asesoría y orientación en la parte estadística del trabajo.

Agradecemos también a la Licenciada Odette Rauda por apoyarnos durante la realización del trabajo, su apoyo nos inspiró a seguir adelante.

Finalmente al personal que nos ayudó en el Laboratorio de análisis de Procafé quienes sin su ayuda profesional no hubiese sido posible realizar la parte experimental del proyecto.

Terminamos agradeciendo de esta manera: gracias....totales!

DEDICATORIA

De: Ernesto René Chacón

Quiero dedicar en primer lugar este trabajo a Dios todo poderoso, por ser quien me ha dado tantas bendiciones y me ha permitido tener entereza y dedicación a este proyecto.

También se lo dedico a toda mi familia a quienes sin su apoyo en todo sentido no hubiera sido posible terminar el proyecto.

Le dedico también este proyecto a esas personas de quienes he aprendido mucho y a quienes sin su paciencia y enseñanzas no me habría permitido formarme como profesional y me refiero a mis docentes durante toda la carrera a quienes les debo mucho más, que solo agradecimientos.

A Evelyn Mirella por su apoyo incondicional y sincero que valoro tanto por estar conmigo en los buenos y en los malos momentos.

Quiero dedicarle también el presente trabajo a nuestra asesora MSc. Maricela Lemus por brindarnos su apoyo y conocimientos a lo largo de la planificación y desarrollo del proyecto de graduación.

Finalmente a mis amigos de quienes he tenido siempre consejo y apoyo constante especialmente a Sergio Castellon, Ricardo Peñate, Mauricio González, Patricia Valencia, Alfonso Parada y a quienes no menciono pues saben bien que los llevo conmigo.

DEDICATORIA

De: Edwin Ernesto Ramírez.

Agradezco primeramente a Jehová Dios por permitirme la vida, muchas bendiciones y el conocimiento necesario para poder lograr una de mis máximas aspiraciones y finalizar con éxito el presente trabajo de graduación.

Agradezco el esfuerzo y sacrificio que mis padres Jorge Alberto Ramírez y mi madre Francisca Otilia Godoy, han hecho en su vida para darme la educación necesaria y el apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

Dedico este proyecto de graduación a mi hermano(a) Neftaly Ramírez y Silvia Ramírez, que ya fallecieron pero siempre supieron enseñarme lo bueno con su ejemplo.

Dedico este trabajo a mi sobrino Jonathan Alberto Ramírez que es mi máxima inspiración para seguir adelante y no dejarme vencer por los problemas que surjan en vida.

Agradezco y dedico este trabajo a Roselia, por su apoyo incondicional y estar en los buenos y malos momentos de mi vida.

Le dedico este trabajo a nuestra asesora, a las personas e instituciones que ayudaron a llevar acabo este estudio.

Finalmente a mis amigos Rodrigo, William, David por estar siempre en las buenas y malas, y a todos quienes siempre tengo presente en mi corazón por su confianza y fidelidad, que son muchos y no aparecen en esta dedicatoria.

INDICE

	Pág.
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción.	xviii
Capítulo II	
2.0 Objetivos.	
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico.	23
3.1 Importancia de adición de nutrientes a los alimentos.	23
3.1.2 Enriquecimiento.	23
3.1.3 Fortificación.	23
3.1.4 Programa Nacional de Fortificación.	25
3.2 Proteínas.	25
3.2.1 Funciones.	27
3.2.2 Importancia en el organismo.	28
3.2.3 Síntomas de la deficiencia de proteínas.	28
3.2.4 Requerimientos de proteínas.	30
3.3 Levadura de Cerveza (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).	31
3.3.1 Formas Básicas de presentación.	32
3.3.2 Composición de la levadura.	33
3.3.3 Usos de la levadura de cerveza como suplemento en alimentación y medicina.	37
3.3.4 Propiedades.	38
3.3.5 Usos.	39
3.4 El Maíz.	39
3.4.1 Origen del maíz.	40
3.4.2 Estructura del grano de maíz.	41

3.4.3	Aplicaciones del maíz.	42
3.4.4	Proteínas en maíz.	43
3.4.5	Modalidades de consumo del maíz.	45
3.4.6	Elaboración del maíz integral: cocción en agua de cal.	46
3.4.6.1	Cocción en agua de cal en zonas rurales.	46
3.4.6.2	Cocción industrial en agua de cal.	47
3.4.7	Transformación industrial del maíz en harina instantánea.	48
3.4.8	Cómo mejorar el valor nutritivo del maíz.	50
3.4.8.1	Enriquecimiento del maíz.	51
3.4.8.2	Enriquecimiento con aminoácidos.	52
3.4.8.3	Enriquecimiento del maíz con fuentes de proteínas.	52
3.5	Determinación de proteínas por método Kjeldahl.	55
3.6	Análisis Sensorial.	59
3.6.1	Aplicaciones.	59
3.6.2	Pruebas orientadas al producto.	60
3.6.3	Pruebas orientadas al consumidor.	60
3.6.4	Aceptabilidad de alimentos.	60
Capítulo IV		
4.0	Diseño Metodológico.	63
4.1	Tipo de estudio.	63
4.2	Investigación bibliográfica.	63
4.3	Universo y muestras.	64
4.3.1	Investigación de campo	64
4.4	Parte experimental y trabajo de campo.	65
4.4.1	Ensayos Previos.	65
4.4.2	Actividades a realizar en la investigación.	65
4.4.3	Preparación de preformulaciones.	66
4.4.4	Método para preparar tortillas.	66

4.4.5 Control en proceso de preparación de tortillas.	67
4.4.6 Metodología para determinación de proteínas totales.	67
4.4.7 Metodología para realizar análisis sensorial.	69

Capítulo V

5.0 Resultados y Discusión de Resultados.	72
5.1 Evaluación del contenido de proteínas totales (mediante el método Kjeldahl) de harina de maíz y la levadura de cerveza.	72
5.1.1 Selección de harina de maíz a utilizar para elaborar tortillas de maíz enriquecidas.	73
5.2 Elaboración de preformulaciones de harina de maíz con levadura de cerveza en diferentes concentraciones de 0.5%, 1.0% y 5.0%.	75
5.3 Cuantificación de proteínas totales de las preformulaciones al 0.5% 1.0% y 5.0% , después del proceso de cocción de la tortilla.	76
5.4 Selección de la mejor concentración que no interfiera en el proceso de elaboración de la masa y la cocción de la tortilla.	79
5.5 Realización de análisis sensorial en tortillas enriquecidas al 0.5%, 1.0% y 5.0% con levadura de cerveza y tortillas sin enriquecer en el que se evalúe características organolépticas de sabor, olor color, textura, apariencia general y aceptabilidad.	80

Capítulo VI

6.0 Conclusiones.	96
-------------------	----

Capítulo VII

7.0 Recomendaciones.	99
Bibliografía.	
Glosario.	
Anexos.	

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

1. Esquema de trabajo (Metodología experimental).
2. Cuadro N° 1: Requerimientos Diarios de Proteínas en humanos.
3. Cuadro N° 2: Composición aproximada de aminoácidos de la levadura de cerveza en polvo, pescado y soja (expresado por 100 g de proteínas crudas).
4. Cuadro N° 3: Composición química de concentrados de proteínas y extracto de levadura de cerveza* (g/100g).
Cuadro N° 4: Contenido vitamínico en mg/Kg de materia seca en copos de levadura de cerveza.
5. Cuadro N° 5: Minerales en levadura de cerveza (en g./Kg. de materia seca en copos).
6. Cuadro N° 6: Composición química de las partes del grano de maíz expresado en porcentaje (%).
7. Cuadro N° 7: Contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas del germen y el endospermo del maíz.
8. Cuadro N° 8: Composición aproximada del maíz en bruto y de las tortillas de fabricación casera e industrial.
9. Cuadro N° 9: Variaciones de los aminoácidos durante la cocción alcalina del maíz.
10. Cuadro N° 10: Niveles recomendados de concentrados de proteínas para mejorar la calidad proteínica del maíz tratado con fuentes de proteína.
11. Reactivos y materiales para determinación de proteínas totales por método Kjeldahl.
12. Esquema de determinación de proteínas por método Kjeldahl.

13. Cálculos realizados en la determinación de proteínas y análisis estadístico.
14. Esquema de preparación de preformulaciones de harina de maíz con levadura de cerveza y de tortillas enriquecidas.
15. Hoja de control en proceso para preparación de tortillas enriquecidas.
16. Secuencia fotográfica de preparación de preformulaciones de harina y tortillas enriquecidas con levadura de cerveza.
17. Determinación del tamaño de muestra para estimar la proporción de personas que prueban tortillas enriquecidas con levadura de cerveza.
18. Instructivo para llenado de cuestionarios de análisis sensorial.
19. Cuestionario de características organolépticas.
20. Formulario para Evaluación de Aceptabilidad.
21. Fotografías de análisis sensorial realizado en el presente estudio.
22. Tabla de distribución t de Student.
23. Resultados de análisis de proteínas en muestras de harina de maíz y levadura de cerveza.
24. Resultados de análisis de proteínas en muestras de harina de maíz enriquecida con levadura de cerveza.
25. Resultados de análisis de proteínas en muestras de tortillas de harina de maíz enriquecida con levadura de cerveza.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°

1. Principales fuentes de proteínas.
2. Planta de Maíz.
3. Estructura del Grano de Maíz.
4. Aparato de Kjeldahl para determinación de proteínas.
5. Edades de personas que participaron en análisis sensorial.
6. Olor. Resultado de análisis sensorial. Tortilla sin enriquecer.
7. Color. Resultado de análisis sensorial. Tortilla sin enriquecer.
8. Sabor. Resultado de análisis sensorial. Tortilla sin enriquecer.
9. Textura. Resultado de análisis sensorial. Tortilla sin enriquecer.
10. Apariencia General. Resultado de análisis sensorial. Tortilla sin enriquecer.
11. Resultado de prueba de aceptabilidad o rechazo tortilla sin enriquecer.
12. Olor. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 2.
13. Color. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 2.
14. Sabor. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 2.
15. Textura. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 2.
16. Apariencia general. Resultado de análisis sensorial de preparación N° 2.
17. Resultado prueba aceptabilidad o rechazo de preparación N° 2.

18. Olor. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 3.
19. Color. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 3.
20. Sabor. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 3.
21. Textura. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 3.
22. Apariencia general. Resultado de análisis sensorial de preparación N° 3.
23. Resultado prueba aceptabilidad o rechazo de preparación N° 3.
24. Olor. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 4.
25. Color. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 4.
26. Sabor. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 4.
27. Textura. Resultado de análisis sensorial de Preparación N° 4.
28. Apariencia general. Resultado de análisis sensorial de preparación N° 4.
29. Resultado de prueba de aceptabilidad o rechazo de preparación N° 4.

INDICE DE TABLAS

TABLA N°

1. Evaluación del contenido de proteínas totales de harina de maíz y levadura de cerveza.
2. Proteínas totales en harina de maíz MASECA y DEL COMAL.
3. Resultados de análisis realizados a preformulaciones antes y después del proceso de cocción.
4. Resultados de análisis realizados a preformulación N° 2 y cálculos estadísticos.
5. Resumen de controles en proceso realizados en preparación de tortillas.
6. Edades de personas que participaron en análisis sensorial.
7. Preparación N° 1. Resultado de análisis sensorial (tortilla sin enriquecer).
8. Resultado de prueba de aceptabilidad o rechazo de tortilla sin enriquecer.
9. Preparación N° 2. (Tortilla enriquecida con 0.5% de levadura de cerveza).
10. Resultado de prueba de aceptabilidad o rechazo de preparación N ° 2.
11. Preparación N° 3. Tortilla enriquecida con 1.0% de levadura de cerveza).
12. Resultado de prueba de aceptabilidad o rechazo de preparación N° 3.
13. Preparación N° 4. (Tortilla enriquecida con 5.0% de levadura de cerveza).
14. Resultado de prueba de aceptabilidad o rechazo de preparación N° 4.

RESUMEN

En El Salvador existe un alto nivel de desnutrición y el municipio de Panchimalco se encuentra entre las poblaciones que se ven más afectadas con el problema de desnutrición (7).

Como un aporte ante el problema planteado, la presente investigación consiste en la determinación de proteínas totales por el método Kjeldhal en harina de maíz de las marcas “Maseca”, “Del Comal”, levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) y preparaciones de harina de maíz con levadura de cerveza en concentraciones de 0.50%, 1.0% y 5.0%, antes y después del proceso de cocción. Se evaluó el porcentaje de proteínas totales en las muestras de harina de maíz y levadura de cerveza con un contenido de proteínas de 7.41%, 7.31% y 44.67% respectivamente. Se determinó que no existe diferencia significativa entre contenido de proteínas de ambas harinas, por lo que se seleccionó la harina de maíz “Maseca” para enriquecer con levadura, por ser la de mayor consumo. En la cuantificación de proteínas totales en tortillas elaboradas con harina de maíz enriquecida con levadura de cerveza en concentraciones de 0.50% 1.0% y 5.0% de levadura, se obtuvieron promedios de 8.48%, 8.49%, 9.48% antes de cocimiento de las tortillas y 7.83%, 8.24%, 8.74% respectivamente, en porcentaje de proteínas después del cocimiento de las tortillas, además se determinó estadísticamente que el calor no degrada las proteínas que contienen las preparaciones enriquecidas con levadura de cerveza después del proceso de cocción.

Mediante análisis sensorial realizado en la población del cantón Los Pajales, municipio de Panchimalco, se determinó el grado de aceptación organoléptica, en el que se obtuvo un porcentaje de aceptabilidad de 93.94%, 81.82% y 56.06% en tortillas enriquecidas con levadura de cerveza en concentraciones de 0.50%, 1.0% y 5.0% respectivamente, siendo las de mejor aceptación organoléptica las concentraciones de 0.50% y 1.0% mientras que las tortillas enriquecidas con 5.0% de levadura, resultaron ser excelentes como alimento por su alto contenido proteico pero las de menor aceptación.

El valor nutricional de la harina de maíz se mejoró al enriquecerla con levadura de cerveza, debido a que es excelente fuente de proteínas y complementa nutrientes de los que carece la harina de maíz, por lo que es importante tomar en cuenta el presente estudio como alternativa para mejorar la nutrición alimentaria de la población.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

La desnutrición actualmente afecta a gran parte de la población en El Salvador y están relacionados con la calidad de vida, el estrato socioeconómico y con la calidad de alimentos que se ingieren.

Debido a que la alimentación no es solo una parte esencial del bienestar de las poblaciones, sino que es un derecho humano básico, según el Artículo 11 de la Carta de Derechos Humanos ⁽⁸⁾ , se encuentra en el centro de toda actividad humana, por lo que se necesita consumir alimentos de buena calidad nutritiva , para complementar la deficiencia nutricional de algunos alimentos se hace necesario la fortificación o enriquecimiento de los mismos con otros alimentos que posean mayor valor nutritivo. Por tal motivo se realizó el estudio de determinación de proteínas en harina de maíz enriquecida con ***Saccharomyces cerevisiae*** (levadura de cerveza).

Con este estudio se pretende brindar una alternativa de enriquecimiento de harina de maíz que pueda suplir algunas necesidades nutricionales, y en especial a la población de escasos recursos que consume tortilla de maíz.

Se enriqueció la harina de maíz con levadura de cerveza en concentraciones de 0.5%, 1.0% y 5.0%, luego se determinó el contenido de proteínas totales por el método Kjeldahl tanto a la harina como a la levadura cruda, posteriormente se mezclaron ambas muestras y se determinó la cantidad de proteína total a las tortillas elaboradas con dichas mezclas. Después de realizadas las determinaciones de proteínas totales, a las tortillas enriquecidas se les realizó una evaluación sensorial para determinar su aceptabilidad organoléptica, la cual se llevo a cabo en la escuela rural mixta “Cantón Los Pajales” del cantón Los Pajales municipio de Panchimalco.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las proteínas en harina de maíz enriquecida con ***Saccharomyces cerevisiae*** (levadura de cerveza).

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1 Evaluar el contenido de proteínas totales (mediante el método Kjeldahl) de la harina de maíz y la levadura de cerveza.

2.2.2 Elaborar preformulaciones de harina de maíz con levadura de cerveza en diferentes concentraciones de 0.5%, 1.0% y 5.0%.

2.2.3 Cuantificar las proteínas totales de las preformulaciones al 0.5%, 1.0% y 5.0%, después del proceso de cocción de la tortilla.

2.2.4 Seleccionar la mejor concentración que no interfiera en el proceso de cocción , elaboración de la masa y en la cocción de la tortilla.

2.2.5 Realizar análisis sensorial de las tortillas enriquecidas al 0.5%, 1.0% y 5.0% con levadura de cerveza y las tortillas sin enriquecer en el que se evalúe las características organolépticas de sabor, color, olor, textura, apariencia general así como su aceptabilidad.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 Importancia de la adición de nutrientes a los alimentos ⁽¹¹⁾.

Debido a las condiciones que conllevan a deficiencias nutricionales serias en algunos sectores de la población, los programas de fortificación y enriquecimiento de alimentos han presentado gran importancia y son hasta indispensables para alcanzar las metas nutricionales de la población.

Hay dos términos importantes para describir la adición de nutrientes a los alimentos: Enriquecimiento y Fortificación.

3.1.2 Enriquecimiento ⁽⁴⁾.

Es el mejoramiento nutricional de alimentos ampliamente consumidos por medio del agregado de nutrientes tales como: vitaminas, minerales y aminoácidos (u otros suplementos proteicos), sin producir ningún cambio detectable en la apariencia, sabor y propiedades de estos alimentos

3.1.3 Fortificación ⁽⁴⁾.

Es el agregado de cantidades nutricionales de un nutriente que ya está presente en el alimento; no se añaden nutrientes nuevos, sino que se aumenta la concentración de los ya existentes.

La adición de nutrientes a los alimentos es uno de los aspectos más difíciles y complejos de la tecnología de los alimentos. Antes de efectuar cualquier adición se deben de tomar en cuenta las necesidades del consumidor y el tipo de alimento base en que se va a efectuar esta adición. Sobre dicho punto existen muchas controversias en cuanto a los alimentos que se pueden fortificar, ya que

deben reunir ciertas características para que los nutrimentos añadidos sean estables y puedan ser aprovechados por el hombre.

La fortificación de alimentos se efectúa comúnmente atendiendo las siguientes causas y criterios:

- El consumo de nutriente usado en la fortificación se encuentra por debajo del nivel adecuado en la dieta de un número significativo de personas.
- El alimento utilizado en la fortificación debe consumirse en cantidades importantes para que contribuya adecuadamente en la dieta de la población necesitada.
- El nutriente añadido no desequilibra los nutrientes esenciales del alimento.
- No deben existir problemas de toxicidad causadas por los nutrientes en las concentraciones añadidas.

Entre las condiciones mas importantes que deben tenerse en cuenta para la fortificación están las siguientes:

- Debe ser consumido por la mayoría de la población
- Debe ser barato para permitir el consumo en los grupos mas pobres
- Su distribución debe permitir cubrir áreas geográficas extensas.
- El ingrediente para fortificar no debe afectar el sabor, olor u otro aspecto del vehiculo.

La eficiencia de la fortificación de alimentos para corregir, erradicar y prevenir enfermedades deficitarias, es ampliamente reconocida ya que es importante

que la población salvadoreña pueda llegar a consumir alimentos que contengan los nutrientes necesarios que contribuyan al alcance de una dieta diaria que favorezca el desarrollo normal del individuo ⁽⁵⁾.

3.1.4 Programa Nacional de Fortificación ⁽⁸⁾.

A nivel nacional, se han identificado los principales problemas nutricionales y su magnitud que son las deficiencias de nutrientes específicos tales como proteínas, vitaminas y minerales; con el objeto de erradicarlos se puede recurrir a la aplicación de proyectos sencillos y de bajo costo de fortificación de alimentos.

Actualmente el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, lleva a cabo programas de enriquecimiento y fortificación. Su plan de acción consiste en definir cual es el problema y realiza acciones que contribuyan a que la población alcance niveles nutricionales adecuados.

3.2 Proteínas.

Las proteínas son compuestos químicos muy complejos que se encuentran en todas las células vivas, en la sangre, en la leche, en los huevos y en toda clase de semillas. Hay ciertos elementos químicos que todas ellas poseen, pero los diversos tipos de proteínas los contienen en diferentes cantidades. En todas se encuentran un alto porcentaje de nitrógeno, así como de oxígeno, hidrógeno y carbono. En la mayor parte de ellas existe azufre y en algunas fósforo y hierro.



Las proteínas son sustancias complejas, formadas por la unión de ciertas sustancias más simples llamadas aminoácidos, que los vegetales sintetizan a partir de los nitratos y las sales amoniacaes del suelo. Los animales herbívoros reciben sus proteínas de las plantas; el hombre puede obtenerlas de las plantas o de los animales, pero las proteínas de origen animal son de mayor valor nutritivo que las vegetales. Esto se debe a que en las proteínas animales se encuentran los aminoácidos esenciales, imprescindibles para la vida del ser humano.

El valor químico (ó "puntuación química") de una proteína se define como el cociente entre los miligramos del aminoácido limitante existentes por gramo de la proteína y los miligramos del mismo aminoácido por gramo de una proteína de referencia. El aminoácido limitante es aquel en que el déficit es mayor comparado con la proteína de referencia, es decir, aquel que, una vez realizado el cálculo, da un valor químico mas bajo. La "proteína de referencia" es una proteína teórica definida por la FAO con la composición adecuada para satisfacer correctamente las necesidades proteicas. Se han fijado distintas proteínas de referencia dependiendo de la edad, ya que las necesidades de aminoácidos esenciales son distintas. Las proteínas de los cereales son en general severamente deficientes en lisina, mientras que las de las leguminosas lo son en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína). Las proteínas animales tienen en general composiciones más próximas a la considerada ideal.

El valor químico de una proteína no tiene en cuenta otros factores, como la digestibilidad de la proteína o el hecho de que algunos aminoácidos pueden estar en formas químicas no utilizables. Sin embargo, es el único fácilmente medible. Los otros parámetros utilizados para evaluar la calidad de una proteína (coeficiente de digestibilidad, valor biológico o utilización neta de proteína) se obtienen a partir de experimentos dietéticos con animales o con voluntarios humanos.

3.2.1 Funciones.

Las proteínas determinan la forma y la estructura de las células y dirigen casi todos los procesos vitales. Las funciones de las proteínas son específicas de cada una de ellas y permiten a las células mantener su integridad, defenderse de agentes externos, reparar daños, controlar y regular funciones, etc. Todas las proteínas realizan su función de la misma manera: por unión selectiva a moléculas. Las proteínas estructurales se agregan a otras moléculas de la misma proteína para originar una estructura mayor. Sin embargo, otras proteínas se unen a moléculas distintas: los anticuerpos a los antígenos específicos, la hemoglobina al oxígeno, las enzimas a sus sustratos, los reguladores de la expresión génica al ADN, las hormonas a sus receptores específicos, etc.

3.2.2 Importancia en el organismo.

Debe aportarse en la alimentación diaria al menos 0,8 gramos de proteínas por Kg. al día.

Para tener una capacidad inmune adecuada y evitar enfermedades es necesaria una alimentación balanceada y esto incluye mezclar proteínas en cada comida, esto es necesario para que a partir de las proteínas que se consumen se produzcan las estructuras básicas de las proteínas, conocidos como aminoácidos.

Diariamente se recambia el 1 a 2% de nuestras proteínas, razón por la que debemos ingerir dicha cantidad.

Existen aminoácidos indispensables para la salud dado que el organismo es incapaz de sintetizarlos si no se ingieren. Estos aminoácidos se conocen como esenciales y constituyen los factores limitantes para alcanzar la óptima nutrición proteica.

3.2.3 Síntomas de la deficiencia de proteínas.

- Reducción de la competencia inmune, vale decir la respuesta específica de anticuerpos y de glóbulos blancos disminuye.
- La respuesta inflamatoria de fase aguda se reduce considerablemente.
- La restricción proteica reduce la síntesis del antioxidante y protector más importante de nuestras células, el glutatión. Su deficiencia es secundaria

a una pobre ingesta de sus precursores aminoacídicos, el glutamato, la glicina y la cisteína.

- Su déficit reduce la capacidad de limpiar los productos de desechos que los microorganismos dejan a su paso, los conocidos Radicales Libres. Estos actúan prolongando el daño a las células propias y de paso aumentan el riesgo de un cáncer, promovido por una infección de un virus, por ejemplo la hepatitis B o por la ingestión de productos químicos inductores o promotores de cáncer, por ejemplo pesticidas, toxinas de hongos, etc.
- La falta de proteína produce vulnerabilidad a las infecciones en nuestro organismo lo que se manifiesta en el pulmón y en el intestino delgado. En ambos, la secreción continua de mucosidades permite un verdadero barrido de las sustancias dañinas, entre ellos sustancias potencialmente cancerígenas y también de microorganismos infecciosos que pudieron entrar. Esta sustancia viscosa constituida por azúcares y proteínas (glucoproteínas) es de secreción constante y requiere del aporte de proteínas adecuado, si este aporte falla en cantidad o calidad (falta de ciertos aminoácidos conocidos como cisteína o treonina) el mucus será pobre o de mala calidad reduciendo nuestra capacidad de defensa.



Figura N° 1 Principales fuentes de proteínas.

- Cereales (arroz, avena, maíz, trigo, etc.).
- Legumbres (frijoles, soya, arvejas, etc.).
- Semillas y frutos secos (nueces, almendras, maní, etc.).
- Carnes (res, pollo, pescado, etc.).
- Lácteos (leche, queso, crema, yogurt, etc.).

3.2.4 Requerimientos de proteínas.

Los aminoácidos esenciales en el niño son: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina e histidina. En recién nacidos, especialmente en prematuros, se agregan cisteína, tirosina y taurina que se comportan como condicionalmente esenciales dado que la capacidad de síntesis es insuficiente.

Las necesidades de proteínas en los menores de seis meses, se han estimado por datos de ingesta en niños alimentados al pecho que crecen a velocidad satisfactoria. En mayores de seis meses, los requerimientos de mantención han sido calculados mediante estudios de balance nitrogenado de corto plazo, en tanto que las necesidades de nitrógeno para crecimiento se han estimado considerando la velocidad de ganancia de peso esperada y la concentración de nitrógeno corporal (Anexo N° 2).

Es importante recordar que para que el aprovechamiento proteico sea máximo, debe asociarse a una ingesta calórica adecuada, pues de lo contrario, parte de los aminoácidos son derivados a la producción de energía, con la consiguiente disminución del crecimiento ⁽¹⁹⁾.

3.3 Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

La levadura de cerveza es un fermento que procede de la descomposición del gluten contenido en la cebada; está constituido por un hongo, conocido con el nombre de ***Saccharomyces cerevisiae***. Esta levadura es considerada el cultivo más antiguo realizado por el hombre que da nacimiento a la biotecnología y tiene gran importancia por su valor alimenticio intrínseco. Para asegurar el máximo de calidad y obtener cepas con los microorganismos más aptos, el cultivo se hace en laboratorio, bajo rigurosos controles de seguridad y se multiplica industrialmente ⁽²⁰⁾.

Se entiende por levadura seca a aquella cultivada y separada del líquido nutritivo, sometida a prensado para quitarle el exceso de humedad. Por ser un producto natural, durante muchos años esta especie de levadura ha formado parte de la dieta del hombre, y es utilizada en muchos alimentos y bebidas fermentadas pues mejora el perfil nutricional de los mismos. El resultado final es una levadura apta para el consumo humano, que es secada en forma de copos o en polvo, inactiva aún cuando conserva todas sus propiedades.

3.3.1 Formas básicas de presentación.

Levadura de cerveza inactiva: Seca, apta para el consumo humano que se comercializa en forma de copos, polvo o comprimidos. La levadura desecada es una levadura a la que se le ha extraído la mayor parte del agua que contiene. Esta desecación se obtiene por secado a baja temperatura. El producto obtenido contiene alrededor del 10% de agua, permitiendo su poder fermentativo, pero manteniendo sus propiedades naturales. Esta levadura es aconsejable en los países de clima cálidos, en los barcos y en ciertas preparaciones dietéticas.

Levadura de cerveza activa: Utilizado en la panificación, cuya propiedad es la de fermentar hidratos de carbono con producción de anhídrido carbónico. Por esta razón no debe consumirse cruda: puede producir trastornos gastrointestinales.

3.3.2 Composición de la levadura.

- Proteínas.

El contenido de proteínas de la levadura es el elemento nutricional más importante y se las ha llamado proteínas unicelulares. Tal vez el nombre más apropiado sería biomasa microbiana. Al ingerirse las proteínas de la levadura se liberan a nivel intestinal las envolturas celulares por acción de las enzimas digestivas, siendo hidrolizadas a aminoácidos, que luego son reconstituidos para formar enzimas y otros compuestos nitrogenados necesarios para la vida. Contiene todos los aminoácidos considerados esenciales por la OMS y la FAO (Anexo N° 3).

Las proteínas de la levadura presentan elevado contenido de lisina, de ahí su utilidad para combinarla con las proteínas de los cereales que generalmente carecen de ella; además son abundantes en isoleucina y treonina. Debe destacarse que contiene niveles menores de metionina y cisteína, aminoácidos azufrados que se hallan en mayor cantidad en las proteínas de origen animal. Del total de las proteínas debe tenerse en cuenta que el 6 – 8 % se halla compuesto por ácidos nucleicos. Las diferencias comparativas observadas son fácilmente compensadas con una dieta mixta.

Respecto a la presencia de los ácidos nucleicos antes mencionados (principalmente ARN) se hace necesario recomendar una restricción en el consumo de la levadura en pacientes con aumento del ácido úrico pues la

levadura contiene 6-8% de ácidos nucleicos contra el 2% estimado para la carne. Las investigaciones han demostrado que puede consumirse 20 g a 30 g de levadura seca (aproximadamente dos cucharadas soperas), por día sin inconvenientes en pacientes con ácido úrico alto ó gota. La ingesta de 20 g por día de levadura corresponde al 17% de la dosis diaria recomendada de 65 g por día de proteínas para un hombre adulto de 70 Kg. De esto se desprende que la levadura de cerveza es un suplemento proteico muy útil para dietas hipocalóricas deficientes en proteínas.

- Vitaminas.

Las levaduras contienen importante cantidad de vitaminas hidrosolubles del complejo B (Anexo N° 4), fuente indispensable para el hombre pues muchas veces deben ser incorporadas diariamente para lograr el normal desarrollo de las funciones celulares durante el crecimiento y la reproducción. Sobre todo teniendo en cuenta que se ve difícil su aprovechamiento debido al consumo de azúcar refinada (blanca), cafeína, alcohol, así como el cigarrillo y las dietas para adelgazar poco variadas y restrictivas.

El complejo B incluye a las vitaminas B₁-B₂-B₆, niacina y ácido fólico, biotina-pantotenato; sus funciones son las de participar en reacciones enzimáticas como co-enzimas (B₁, B₆, niacina, biotina, ácido fólico y pantotenato); en la síntesis de ácidos nucleicos (biotina y ácido fólico) y como activadores de funciones de la respiración celular (B₂ y Niacina). El consumo de 20 g. diarios

de levadura cubre buena parte del requerimiento de vitaminas del complejo B de la dieta humana. El contenido de la levadura en vitaminas B₁, B₂ y niacina, supera en magnitud al de alimentos tan importantes como leche, queso y carnes. Cabe destacar que las levaduras no aportan normalmente suficiente cantidad de vitaminas C, A, E, D y K. Pero, al ser ingeridas junto a otra variedad importante de alimentos (dieta mixta) cubriría en exceso todas las necesidades del organismo.

- Minerales y oligoelementos.

También tiene un alto contenido de minerales y oligoelementos indispensables, (Anexo N° 5) predominan en la levadura de cerveza los fosfatos y el potasio, que cubren una importante parte de los requerimientos en el hombre, 34% y 21% respectivamente con la ingesta de 20 g. de levadura. El contenido en elementos bioquímicamente importantes como azufre, magnesio y calcio es relativamente alto. Recientes estudios han demostrado que la suplementación con levadura seca, subsana total o parcialmente las deficiencias de hierro, cobre, zinc, cromo, selenio y molibdeno que a veces presentan ciertas dietas. En Estados Unidos y Europa se producen levaduras con alto contenido en estos últimos minerales con propiedades antioxidantes y oligoelementos que son incorporadas a los alimentos para mejorar de ese modo la deficiencia que ocurre con la utilización de ciertos tipos de dietas.

Por su bajo contenido en sodio, el extracto de levadura de cerveza, puede ser utilizado en hipertensos.

- Ácidos grasos insaturados.

El contenido en lípidos de las levaduras puede variar entre 4 % y 7 % en base seca según las condiciones de propagación impuestas y las especies o cepas utilizadas. La especie ***Saccharomyces cerevisiae*** empleada en la producción de levadura alimenticia contiene una cantidad considerable de ácidos grasos insaturados que ayudan a controlar el colesterol (bajando el popularmente conocido como “colesterol malo” –LDL colesterol-) y contribuye a reducir el exceso de peso. El contenido en ácidos oleico y linoléico es importante desde el punto de vista nutricional (hoy se considera a estas sustancias –al igual que los aceites de pescado de mar- como muy importantes para el buen estado de las arterias). La levadura contiene además esteroides de distintos tipos moleculares y compuestos como la lecitina.

- Carbohidratos.

La cantidad total de carbohidratos está en el orden del 30% a 35 % de sustancia seca. Son principalmente carbohidratos de reserva tales como glicógeno y trealosa; el material estructural de la pared celular son polímeros de glucosa y manosa (glucanos y mananos) muy poco asimilables por el hombre. Las levaduras son utilizadas además como agentes espesantes de alimentos pues poseen los mananos (polisacáridos constituidos por unidades de manosa),

los cuales no alteran sus propiedades por el calor y mejoran la viscosidad de ciertas preparaciones como salsas, comidas para niños, pastas, etc. Pueden además ser utilizadas como agentes ligantes en productos que contienen almidón para mejorar su comportamiento al ser sometidos a altas temperaturas (secados) o a altas presiones (extrusión). Otra utilidad industrial sería su empleo como ligante de agua y grasas en productos cárnicos triturados. Además la inclusión de levaduras en ciertos tipos de alimentos contribuye a disminuir la actividad del agua y mejorar su preservación.

- Fibras.

Rica en fibra dietaria, alrededor del 18% de la materia seca. Hoy se conoce de la importancia de la fibra en la dieta del ser humano ya que es el material no digerible y que corresponde en su mayor parte a la celulosa, que actúa como lastre facilitando el tránsito intestinal.

3.3.3 Usos de la levadura de cerveza como suplemento en alimentación y en medicina ⁽¹²⁾.

La levadura de cerveza se ajusta al concepto de alimento funcional. Se pueden definir como alimentos (o suplementos dietarios) que contienen sustancias que promueven una buena salud y/o contribuyen a evitar enfermedades crónicas relacionadas con una mala nutrición. Las preparaciones nutracéuticas incluyen a todas las preparaciones nutricionales que suponen una elaboración industrial y que sirven a una finalidad dietoterápica, las mismas

están sujetas a la aprobación de los organismos sanitarios correspondientes y deberá figurar en el envase su composición química exacta.

El interés de la levadura como alimento funcional se centra especialmente en dos atributos nutricionales:

- Fuente natural de proteínas concentradas de alta calidad.
- Abundancia del complejo vitamínico B.

Es importante destacar que los minerales contenidos en ella cumplen biofunciones como antioxidantes naturales

3.3.4 Propiedades.

Entre las extensas acciones beneficiosas de la levadura podemos señalar que:

- Activa el sistema inmunológico.
- Regenera la flora intestinal alterada por consumo de medicamentos o por deficiencias nutricionales.
- Estimula la glándula tiroides y restablece las funciones glandulares deprimidas.
- Es adecuada en el embarazo y la lactancia, para niños y adolescentes y ancianos con trastornos alimenticios.

3.3.5 Usos.

Se presta para gran cantidad de preparaciones. Puede ser mezclada con todo tipo de alimentos a los que enriquece el valor nutricional. Se puede espolvorear como si fuera queso rallado sobre:

- Fideos, verduras, caldos y sopas o ensaladas
- Jugos de frutas, leche común o de soya.
- Yogurt o cremas y cereales.
- Como agente espesante en hamburguesas, croquetas o budines, postres o flanes.

3.4 El maíz (18).

Maíz, palabra de origen indio caribeño, significa literalmente «lo que sustenta la vida». El maíz, que es junto con el trigo y el arroz uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales y es una materia prima básica de la industria de transformación, con la que se producen almidón, aceite , proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y desde hace poco, combustible.

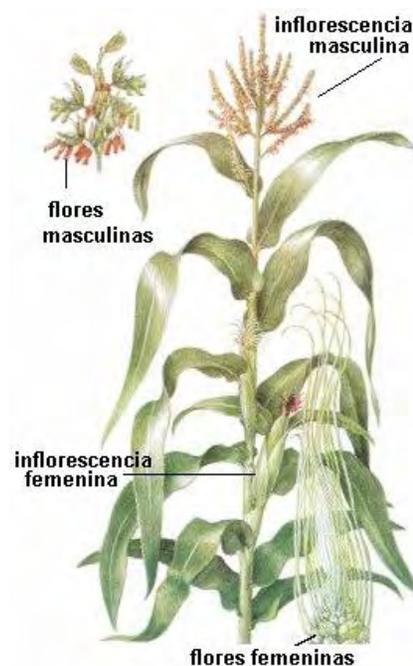


Figura Nº 2 Planta de Maíz

Botánicamente, el maíz (***Zea mays***) pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta dotada de un amplio sistema radicular fibroso. Se trata de una especie que se reproduce por polinización cruzada y la flor femenina (elote, mazorca, choclo o espiga) y la masculina (espiguilla) se hallan en distintos lugares de la planta. El maíz es a menudo de color blanco o amarillo, aunque también hay variedades de color negro, rojo y jaspeado. Hay varios tipos de grano, que se distinguen por las diferencias de los compuestos químicos depositados o almacenados en él.

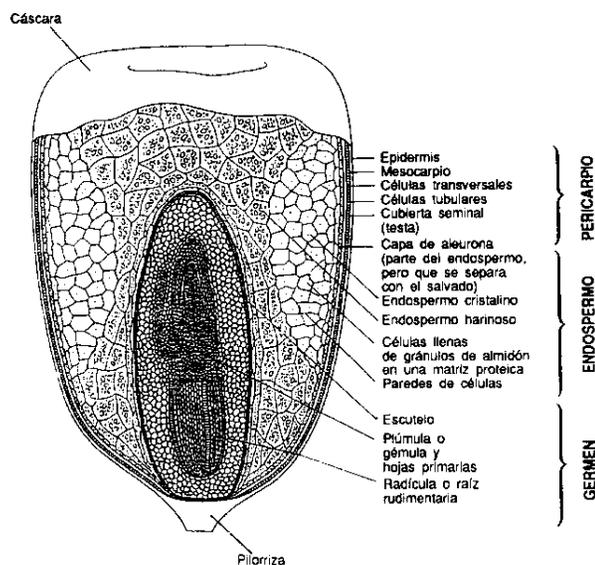
3.4.1 Origen del maíz.

El cultivo del maíz tuvo su origen, con toda probabilidad, en América Central, especialmente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta el Canadá y hacia el sur hasta la Argentina. Este cereal era un artículo esencial en las civilizaciones maya y azteca y tuvo un importante papel en sus creencias religiosas, festividades y nutrición; ambos pueblos incluso afirmaban que la carne y la sangre estaban formadas por maíz. La supervivencia del maíz más antiguo y su difusión se debió a los seres humanos, quienes recogieron las semillas para posteriormente plantarlas. A finales del siglo XV, tras el descubrimiento del continente americano por Cristóbal Colón, el grano fue introducido en Europa a través de España.

3.4.2 Estructura del grano de maíz.

Los granos de maíz se desarrollan mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta de maíz en la inflorescencia femenina denominada espiga. Esta estructura puede contener de 300 a 1000 granos según el número de hileras y el diámetro y longitud de la mazorca. El peso del grano puede variar mucho, de aproximadamente 19 a 30 g por cada 100 granos. Durante la recolección, las panojas de maíz son arrancadas manual o mecánicamente de la planta. El grano de maíz se denomina en botánica cariósipide o cariopsis; cada grano contiene el revestimiento de la semilla o cubierta seminal y la semilla.

En la figura N° 3 se muestran las cuatro estructuras físicas fundamentales del grano: el pericarpio, cáscara o salvado; el endospermo; el germen o embrión; y la piloriza (tejido inerte en que se unen el grano y el carozo).



(Facilitado por el Wheat Flour Institute, Chicago, Illinois, 1964)

Figura N° 3. Estructura del grano de maíz.

3.4.3 Aplicaciones del maíz.

El maíz tiene tres aplicaciones posibles: alimento, forraje y materia prima para la industria. El presente estudio se centra en el maíz como alimento. Se puede utilizar todo el grano, maduro o no, o bien se puede elaborar con técnicas de molienda en seco para obtener un número relativamente amplio de productos intermedios, como por ejemplo sémola de partículas de diferentes tamaños, sémola en escamas, harina y harina fina, que a su vez tienen un gran número de aplicaciones en una amplia variedad de alimentos; se debe notar que el maíz cultivado en la agricultura de subsistencia continúa siendo utilizado como cultivo alimentario básico. La molienda húmeda es un procedimiento que se utiliza fundamentalmente en la aplicación industrial del maíz, aunque el procedimiento de cocción en solución alcalina empleado para elaborar las tortillas también es una operación de molienda húmeda que sólo elimina el pericarpio⁽¹⁸⁾. La molienda húmeda produce almidón de maíz y subproductos entre los que figura el glúten que se utiliza como ingrediente alimenticio, mientras que el germen de maíz elaborado para producir aceite da como subproducto harina de germen que se utiliza como pienso.

La distribución ponderal de las partes del grano, su composición química concreta y su valor nutritivo tienen gran importancia cuando se procesa el maíz para consumo; a este respecto, hay dos cuestiones de importancia desde la perspectiva nutricional: el contenido de ácidos grasos y el de proteínas. Esta diferencia tiene importancia en lo que se refiere a las proteínas, dado que el

contenido de aminoácidos de las proteínas del germen difiere radicalmente del de las proteínas del endospermo. Si se analiza todo el grano, el contenido de aminoácidos esenciales refleja el contenido de aminoácidos de las proteínas del endospermo, a pesar de que la configuración de éstos en el caso del germen es más elevada y mejor equilibrada. No obstante, las proteínas del germen proporcionan una cantidad relativamente alta de determinados aminoácidos, aunque no suficiente para elevar la calidad de las proteínas de todo el grano. El germen aporta pequeñas cantidades de lisina y triptófano, los dos aminoácidos esenciales limitantes en las proteínas del maíz. Las proteínas del endospermo tienen un bajo contenido de lisina y triptófano, al igual que las proteínas de todo el grano (Ver Anexo N° 7).

La deficiencia de lisina, triptófano e isoleucina ha sido perfectamente demostrada mediante numerosos estudios con animales ⁽¹⁸⁾ y un número reducido de estudios con seres humanos ⁽¹⁸⁾.

3.4.4 Proteínas en maíz ⁽⁶⁾.

Después del almidón, las proteínas constituyen el siguiente componente químico del grano por orden de importancia. En las variedades comunes, el contenido de proteínas puede oscilar entre el 8 y el 11 por ciento del peso del grano, y en su mayor parte se encuentran en el endospermo. Las proteínas de los granos del maíz han sido estudiadas ampliamente ⁽¹⁸⁾, están formadas por lo menos por cinco fracciones distintas. Conforme a su descripción, las albúminas,

las globulinas y el nitrógeno no proteico totalizan aproximadamente el 18 por ciento del total de nitrógeno, con proporciones del 7%, 5% y 6% respectivamente.

Para determinar la suficiencia del contenido de aminoácidos esenciales, (Anexo N° 7) también el modelo de referencia de aminoácidos esenciales FAO/OMS. En el maíz común, son patentes la carencia de lisina y triptófano.

Numerosos investigadores han analizado las causas de la baja calidad de las proteínas del maíz y entre los primeros estudios estuvieron los de Mitchell y Smuts (1932), quienes consiguieron mejoras notorias en el crecimiento humano al complementar dietas de proteínas de maíz al 8 % con un 0.25 por ciento de lisina. Estos resultados han sido confirmados a lo largo del tiempo por otros autores (p. ej., Howe, Janson y Gilfillan, 1965), en tanto que otros (p. ej., Bressani, Elías y Braham, 1968) han mostrado que al agregar lisina al maíz, sólo mejora levemente la calidad de las proteínas. Esta diferencia de resultados se puede explicar por el distinto contenido de lisina de las variedades de maíz.

Según algunos investigadores es el triptófano, no la lisina, el principal aminoácido limitante de las proteínas del maíz, lo cual puede ser cierto en el caso de algunas variedades con una concentración elevada de lisina o para productos de maíz que hayan sido sometidos a algún tipo de elaboración. Todos los investigadores han coincidido, en cambio, en que la adición

simultánea de lisina y triptófano mejora considerablemente la calidad de las proteínas del maíz, como se ha demostrado experimentalmente con animales.

3.4.5 Modalidades de consumo del maíz.

El maíz se consume en muchas formas distintas, desde la sémola para pan de maíz al maíz para rosetas y productos como los copos de maíz. El proceso de cocción del maíz en agua de cal es propio de México y América Central ⁽¹⁸⁾, aunque actualmente se ha exportado la tecnología a otros países como los Estados Unidos. A partir del maíz cocido en agua de cal, se prepara una masa que es el ingrediente principal de muchos platos populares como el atole, una bebida con gran variedad de sabores, los tamalitos, que se confeccionan envolviendo la masa en tuza de maíz y cociéndola al vapor durante 20 a 30 minutos, para gelatinizar el almidón. Habitualmente la masa se mezcla con hojas tiernas de chipilín (*Crotalaria longirostrata*) flores de loroco (*Fernaldia pandurata*) o frijoles cocidos, lo que mejora la calidad nutritiva del producto y su sabor ⁽¹⁸⁾. La masa también se emplea para hacer tamales, una preparación más compleja por el número de ingredientes que contiene, la mayor parte de las veces carne de pollo o de cerdo añadida a la masa gelatinizada. También se utiliza como base de las enchiladas, los tacos (tortillas plegadas rellenas de carne, etc.) y las pupusas, que se hacen con queso fresco colocado entre dos capas de masa y que se hornean como las tortillas. Hay muchas maneras interesantes y aceptables de elaborar el maíz que, a condición de que se

presenten como productos atractivos y de fácil preparación, podrían contrarrestar la tendencia al consumo de alimentos a base de trigo.

3.4.6 Elaboración del maíz integral: cocción en agua de cal.

3.4.6.1 Cocción en agua de cal en las zonas rurales.

Diversos investigadores han descrito el modo en que se cocina el maíz en las zonas rurales de los países consumidores de tortillas ⁽¹⁸⁾, fue el primero en describir el proceso. Consiste en mezclar una parte de maíz integral con dos partes de una solución de cal a aproximadamente el 1 por ciento. La mezcla se calienta a 80°C durante un lapso de 20 a 45 minutos y luego se deja reposar toda la noche. Al día siguiente, se decanta el líquido cocido y el maíz, denominado entonces nixtamal, se lava dos o tres veces con agua para eliminar las cubiertas seminales, las pilorrizas, la cal sobrante y las impurezas del grano. La añadidura de cal en las fases de cocción y de remojo contribuye a eliminar las cubiertas seminales; los subproductos se desechan o bien sirven para alimentar ganado porcino. En El Salvador se sigue un proceso similar, descrito por Bressani, Paz y Paz y Scrimshaw (1958), en el que se usa tanto el maíz blanco como el amarillo, pero la concentración de cal varía de 0.17 por ciento a 0.58 por ciento según el peso del maíz, con una proporción entre el grano y el agua de 1:1.2, y el tiempo de cocción varía de 46 a 67 minutos a una temperatura de 94° C. El resto del proceso es en lo fundamental idéntico, salvo que la masa se prepara con un molinillo de disco y se tuesta durante unos cinco

minutos a una temperatura cerca de 170°C en los bordes y de 212°C en el centro (Anexo N° 8).

3.4.6.2 Cocción industrial en agua de cal.

Diversos factores, como la migración del campo a la ciudad, hicieron surgir una demanda de tortillas cocinadas o precocidas. Se ideó el equipo necesario para transformar el maíz en bruto en maíz tratado con cal y posteriormente en masa para tortillas; y luego se inició la producción industrial de harina para tortilla. Poco después de la segunda guerra mundial, la producción mecanizada de tortillas adquirió importancia. En las zonas urbanas hay dos variantes: la primera consiste en pequeñas industrias caseras de propiedad familiar que siguen el procedimiento descrito anteriormente, aunque también utilizan máquinas de mayores dimensiones para atender a un mercado relativamente más amplio. Esto ha sido posible gracias al empleo de molinos rotatorios y del tortillero diseñado por Romero en 1908; dichas máquinas fueron sustituidas posteriormente por un modelo más eficiente, en el que se pasa la masa por un tambor metálico rotatorio que la corta en forma de tortillas; éstas caen a una cinta transportadora o sartén de cocción continua y desembocan en un receptáculo situado al final de la cinta. Esta pequeña industria puede utilizar harina industrial para tortillas o maíz integral, en cuyo caso la masa se cuece en receptáculos de grandes dimensiones (Anexo N° 9).

3.4.7. Transformación industrial del maíz en harina instantánea.

La otra variante es la transformación industrial a gran escala del maíz en harina instantánea precocida para tortillas. El procedimiento, que ha sido descrito por diversos investigadores, se basa en el método utilizado tradicionalmente en las zonas rurales. Más recientemente, se ha extendido el procedimiento de producción de harina a la producción de tortillas.

El comprador elige el maíz tras examinar su calidad y tomar muestras. Rechaza los lotes que tienen un porcentaje elevado de granos deteriorados y paga los que acepta según los defectos que presente el material en bruto. El maíz también se selecciona según su contenido de humedad, pues si el grano tiene mucha humedad planteará problemas de almacenamiento. Durante la fase de limpieza, se eliminan todas las impurezas, como suciedad, y hojas. Una vez limpio, el maíz se envía a los silos y depósitos para su almacenamiento.

De ahí se transporta a las instalaciones de elaboración para su cocción en agua de cal, convirtiéndolo en nixtamal, ya sea en tandas o mediante un procedimiento de elaboración continua. Tras su cocción y macerado, el maíz tratado en agua de cal se lava con agua a presión o pulverización y se tritura hasta que forme una masa que se lleva a un secador y se convierte en harina basta. Dicha harina, formada por partículas de todos los tamaños, se pasa por un tamiz que separa las partículas gruesas de las finas. Las partículas gruesas regresan al molino para ser trituradas otra vez y las finas, que constituyen el

producto acabado, se envían a las instalaciones de empaquetado, donde se empaacan en bolsas de papel reforzado.

Una instalación completa de tratamiento debe tener maquinaria para realizar las siguientes operaciones: cocción en agua de cal, molienda, secado y cernido, así como una capacidad de producción diaria de 30 a 80 toneladas de harina.

La harina para tortilla es un polvo fino, seco, blanco o amarillento que tiene el olor característico de la masa de maíz. Dicha harina, mezclada con agua, proporciona una masa adecuada para elaborar tortillas, tamales, atoles y otros alimentos.

Cuando la harina tiene un contenido de humedad del 10 al 12 por ciento, es estable frente a la contaminación microbiana. Si la humedad supera el 12 por ciento, la atacan con facilidad los mohos y la levadura. El problema del ataque por bacterias es casi inexistente dado que el mínimo de humedad que esos organismos necesitan para desarrollarse es tan elevado que, de alcanzarlo la harina, ya se habría transformado en masa. Otra cuestión conexas con la estabilidad de la harina es la ranciedad, que normalmente no constituye un problema salvo que se empaquete a altas temperaturas. El tiempo mínimo para que la harina se eche a perder es de cuatro a seis meses en invierno y de tres meses en verano. Por lo general, se vende al consumidor dentro de los 15 días siguientes a su venta a los comerciantes al por menor y al por mayor, mientras que su período de conservación en los anaqueles es de un mes ⁽¹⁸⁾.

Las tortillas a base de harina de maíz cocido en agua de cal se pueden producir en el hogar o en fábricas, porque presentan grandes ventajas para ese tipo de confección.

3.4.8. Cómo mejorar el valor nutritivo del maíz.

A causa de la gran importancia del maíz como alimento básico de muchísimas personas, principalmente de los países en desarrollo, y de su bajo valor nutritivo, sobre todo en lo que se refiere a las proteínas, se han hecho múltiples esfuerzos para mejorar el aprovechamiento biológico de sus nutrientes. Se han ensayado tres métodos: la manipulación genética, la elaboración y el enriquecimiento, en el presente estudio se prestará más atención al tercer método.

Muchos datos demuestran la considerable variabilidad de la composición química del maíz. Aunque se puede deber en parte al medio ambiente y a las prácticas de cultivo, la variabilidad de diferentes compuestos químicos es de origen genético y por consiguiente se puede modificar mediante la adecuada manipulación. Las investigaciones al respecto se han centrado en la composición de los hidratos de carbono, en la cantidad y calidad del aceite y en la cantidad y calidad de las proteínas. Se han hecho algunos intentos también en lo que se refiere a otros compuestos químicos, como el ácido nicotínico y los carotenoides.

La elaboración, ocurre con frecuencia que la elaboración de productos alimenticios estabiliza los elementos nutritivos de los alimentos, pero se pueden producir pérdidas si se sobrepasan las condiciones óptimas. La elaboración puede, sin embargo, dar lugar a modificaciones positivas del alimento; a este respecto, la eliminación de los factores antifisiológicos de los frijoles es un ejemplo clásico aunque como medio para mejorar el valor nutritivo no goza de aceptación general.

En lo que se refiere al último método, ha habido muchos esfuerzos por enriquecer el maíz, con óptimos resultados, que sin embargo no se han aplicado en gran escala. No obstante, este método puede llegar a ser importante en el futuro, a medida que aumente el número de personas que consuman alimentos elaborados industrialmente, que se pueden enriquecer con más facilidad y eficacia.

3.4.8.1 Enriquecimiento del maíz.

El tercer método utilizado para mejorar el valor nutritivo de los alimentos, sobre todo de los granos de cereal, es el enriquecimiento. A causa de las grandes limitaciones nutritivas del maíz, se han hecho grandes esfuerzos para mejorar su calidad, en especial su calidad proteínica, añadiéndole aminoácidos o fuentes de proteínas ricas en aminoácidos limitantes.

3.4.8.2 Enriquecimiento con aminoácidos.

Se ha demostrado que las proteínas del maíz en bruto tienen un bajo valor nutritivo por tener deficiencia de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano. Muchos estudios realizados con animales demuestran que la adición de ambos aminoácidos mejora la calidad de las proteínas. Algunos investigadores han hallado, incluso, que, además de deficiencia de lisina y triptófano, el maíz también tiene deficiencia de isoleucina, probablemente por un exceso de leucina en sus proteínas ⁽¹⁸⁾. Se han obtenido datos similares con estudios realizados con animales al suplementar el maíz tratado con cal con lisina y triptófano ⁽¹⁸⁾. Dichos resultados han sido confirmados mediante estudios sobre el balance de nitrógeno llevado a cabo con niños. A menudo se ha concedido escasa importancia al hecho, demostrado experimentalmente, de que la adición de lisina y triptófano en los niveles inferiores de ingesta de proteínas produce una retención de nitrógeno considerablemente mayor que en el nivel más elevado de ingesta de proteína, y se ha prestado muchísima más atención a la ingesta de energía que a la calidad de las proteínas.

3.4.8.3 Enriquecimiento del maíz con fuentes de proteínas.

Los resultados de estudios realizados con animales y seres humanos, sobre adición de aminoácidos limitantes, han servido de base para evaluar distintos tipos de suplementos proteicos (con objeto de mejorar la calidad del maíz tratado en agua de cal). Muchos investigadores han publicado estudios sobre el enriquecimiento con proteínas de la harina de maíz tratada con cal, utilizando

diversas fuentes alimentarias, entre ellas leche, sorgo, harina de semilla de algodón, harina de pescado, levadura tórula y caseína. En la tabla del anexo N° 10 se resumen los resultados de añadir pequeñas cantidades recomendadas de diversas fuentes proteicas. El aumento de la calidad es de por lo menos el 200 por ciento del valor proteico del maíz. En experimentos realizados con cachorros de perro, los balances de nitrógeno con maíz suplementado con un 5 por ciento de leche desnatada, un 3 por ciento de Levadura tórula y un 4 por ciento de harina de pescado fueron muy superiores a los obtenidos en los alimentados únicamente con maíz. La mayoría de los suplementos experimentados comparten varias características: todos ellos tienen un contenido relativamente elevado de proteínas y constituyen buenas fuentes de lisina, a excepción de las proteínas de semillas de algodón y de la harina oleaginosa de sésamo, que es, en cambio, una fuente de metionina. Salvo la caseína y/o la leche o el concentrado de proteínas de pescado, los suplementos son de origen vegetal.

La mejora de la calidad proteínica de la harina para tortillas es, en la mayoría de los casos, una respuesta sinérgica a la mejora cualitativa ocasionada por la lisina y el triptófano, así como al nivel más elevado de proteínas, ambos ocasionados por el suplemento añadido al maíz. Debido a que las proteínas de la soja, en distintas modalidades, constituyen el suplemento de la harina para tortillas con el que más han experimentado distintos investigadores, y dado que también se trata del único experimentado con niños, con resultados

comparables a los obtenidos en estudios con animales, en esta sección se analizará su importancia y efectos (Anexo N° 10).

Los estudios muestran que se alcanza un PER máximo añadiendo de 4 a 6 g por ciento de proteínas de soja, ya sea de soja entera, de harina (50 por ciento), de concentrado proteico o de proteínas de soja obtenidas por aislamiento ⁽¹⁶⁾. Se analizarán los resultados conseguidos con soja entera por su mayor disponibilidad, menor costo y las aplicaciones prácticas que ofrece. El nivel de 4 a 6 g por ciento de proteínas suplementarias puede ser suministrado por un 15 por ciento de soja entera o un 8 por ciento de harina de soja, que han dado una mejora similar de la calidad proteínica. La utilización de un 15 por ciento de soja integral tiene la ventaja de que se puede efectuar la suplementación en el hogar con soja cultivada por la familia; la soja es un cultivo muy económico que, además de proporcionar un producto alimenticio de cantidad y calidad proteínica elevadas, constituye una fuente de energía adicional gracias al aceite que contiene.

Ante el aumento relativo de la producción industrial de harina de maíz tratado con cal, su enriquecimiento con fuentes de proteínas y otros nutrientes se lleva a cabo eficientemente en una mezcla en seco, como en el caso de otras harinas de cereales.

3.5 Determinación de proteínas por el método Kjeldahl ⁽¹⁷⁾.

El nitrógeno es un elemento constituyente de muchos materiales importantes en la actividad humana, como proteínas, fármacos, fertilizantes, etc. Por ello, el análisis de nitrógeno en una gran variedad de muestras es especialmente importante, tanto para la investigación como para la industria.

El método de Kjeldahl es uno de los análisis químicos más universalmente empleados, pues se adapta con facilidad a los análisis habituales de gran número de muestras, y constituye un método de referencia para determinar el nitrógeno proteico en cereales, carnes y otros materiales biológicos. Como la mayoría de las proteínas contienen aproximadamente el mismo porcentaje de nitrógeno, el producto de este porcentaje por un factor adecuado (6.25 para carnes, 6.38 para productos lácteos, y 5.70 para cereales) da el porcentaje de proteínas de una muestra.

El método se basa en la oxidación de la muestra con ácido sulfúrico concentrado en caliente (digestión), con lo que el nitrógeno combinado se convierte en ión amonio. A continuación se trata la disolución con un exceso de base fuerte, se destila y finalmente se valora el amoniaco liberado.

Durante la etapa de oxidación o digestión, que es la fase crítica del método, el carbono e hidrógeno de la muestra se transforman en dióxido de carbono y agua, respectivamente, mientras que el comportamiento del nitrógeno depende del tipo de combinación en que se encuentre. Si está en forma de amina o amida, como en la materia proteica, la conversión a ión amonio es casi siempre

cuantitativa. Sin embargo, el nitrógeno en un estado de oxidación superior, como en los grupos nitro, azo, o azoxi, pasa al estado elemental o a la forma de óxidos durante la oxidación y éstos no son retenidos por el ácido sulfúrico. En estos casos es necesario tratar la muestra con un agente reductor antes de la digestión con ácido sulfúrico.

Con el fin de mejorar la cinética del proceso de oxidación, que es la etapa más lenta en el método Kjeldahl, se añade una sal neutra, como el sulfato de potasio, para aumentar el punto de ebullición del ácido sulfúrico y con ello la temperatura a la que se desarrolla la oxidación. No obstante, hay que proceder con cuidado a fin de evitar la oxidación del ión amonio, especialmente si la concentración de la sal es alta y se produce una excesiva evaporación del ácido sulfúrico durante la digestión.

Muchas sustancias como el mercurio, cobre, selenio, tanto en estado libre como combinados, catalizan la etapa de oxidación. Si se utiliza el ión mercurio, debe precipitarse éste, con sulfúrico antes de la destilación, a fin de evitar la formación de complejos con amoníaco.

En la figura N° 4 se representa el equipo típico de destilación utilizado en el método Kjeldahl. El matraz de cuello largo, utilizado tanto para la oxidación como para la destilación, se llama frasco o matraz Kjeldahl. Cuando la oxidación se ha completado, se enfría el contenido del matraz y se diluye con agua, para darle a continuación la alcalinidad necesaria para que se libere el amoníaco

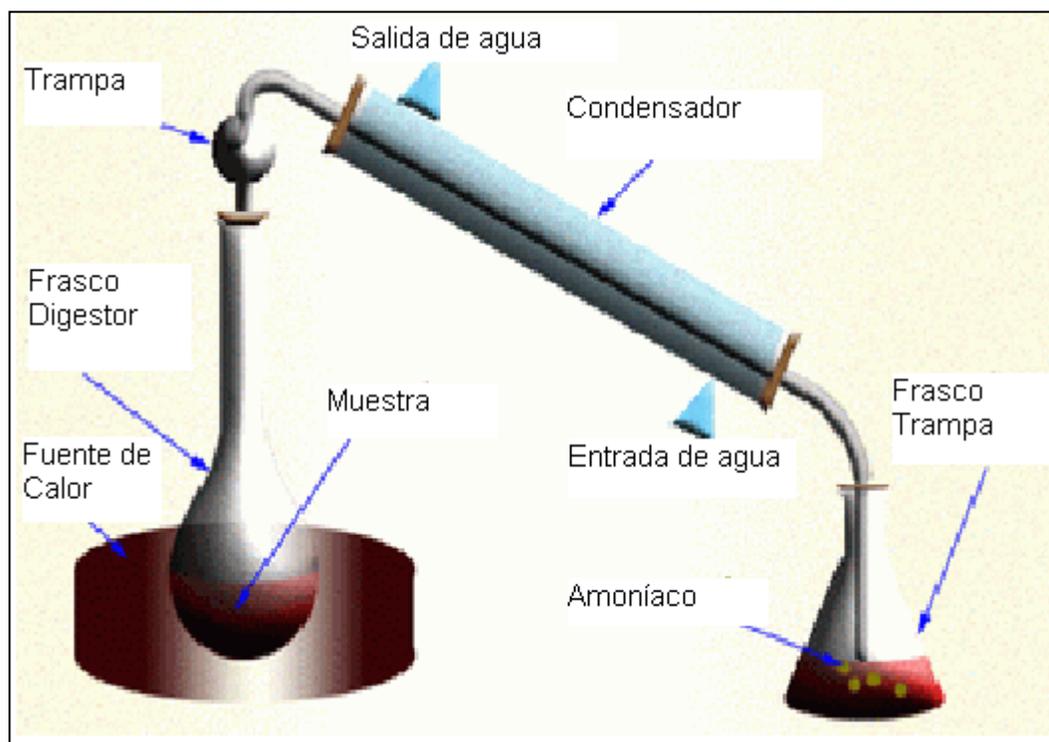


Figura N° 4. Aparato de Kjeldahl para determinación de proteínas (15).

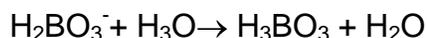
El aparato mostrado en la figura N° 4 consta, además, de una trampa para niebla, que evita que las gotas de la base fuerte puedan pasar arrastradas por la corriente del vapor, y de un condensador refrigerado por agua. Durante la destilación, el final del tubo adaptado al refrigerante se sumerge en la disolución de ácido del frasco colector.

Existen dos métodos para recoger y determinar el amoníaco. En uno, el colector donde se recoge el amoníaco, contiene una cantidad conocida de ácido patrón. Tras la destilación, se valora por retroceso el exceso de ácido con base patrón.

Se necesita un indicador con un viraje en la zona ácida, debido a la presencia de iones NH_4^+ en el punto de equivalencia.

Un segundo método, que sólo necesita una disolución patrón, consiste en el empleo de un exceso no medido de ácido bórico en el frasco colector, que reacciona con el amoniaco originando amonio y boratos:

El ión dihidrogenoborato producido es una base relativamente fuerte que se puede valorar con una disolución patrón de ácido clorhídrico:



En el punto de equivalencia, la disolución contiene ácido bórico e iones amonio, por lo que se requiere un indicador con viraje ácido (Ver figura N° 4).

Los más utilizados son el verde de bromocresol ($\text{pK}_a = 4.7$), que representa un intervalo de viraje desde pH 3.8 (amarillo) hasta 5.4 (azul), y el rojo de metilo ($\text{pK}_a = 5.0$), con intervalo de viraje desde pH = 4.2 (rojo) hasta 6.2 (amarillo). Si se utiliza este último indicador mezclado con azul de metileno se obtienen virajes muy definidos, cuando se valora el borato con ácido fuerte, pasando del verde inicial, que originan el amarillo más el azul, al violeta final, suma del rojo y el azul (15).

3.6 Análisis Sensorial (2).

El Análisis Sensorial o Evaluación Sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos (2). No existe otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico-químico o microbiológico, que sólo dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando llegado el caso, de un aspecto de importancia capital: su grado de aceptación o rechazo.

3.6.1 Aplicaciones.

La evaluación de la calidad sensorial de los alimentos cada día cobra más importancia en la industria alimentaria, dado las exigencias del mercado competitivo actual y su repercusión en el desarrollo de cualquier empresa o entidad productora, las aplicaciones a tomarse en cuenta son:

- Control de calidad de materias primas
- Control de calidad de productos finales
- Desarrollo y lanzamiento de nuevos productos
- Comunicación a los consumidores de las características de un producto
- Pruebas de mercado para nuevos productos
- Preferencias del consumidor
- Investigación de factores que influyen en el olor y el aroma de alimentos
- Investigación de aromas, etc.

Para conocer la aceptabilidad de un producto, es necesario realizar pruebas para las cuales se utilizan diferentes metodologías, que ayudan a determinar el grado de aceptación u oposición por las personas que están evaluando el producto. Dependiendo de los objetivos hay dos tipos de pruebas aplicadas en el análisis sensorial, éstas se detallan a continuación:

3.6.2 Pruebas orientadas al producto.

Se emplean pequeños paneles entrenados que funcionan como instrumentos de medición. Estos se utilizan para identificar diferencias entre productos alimenticios similares. Por lo general, estos paneles constan de 5 a 15 panelistas seleccionados por su agudeza sensorial.

3.6.3 Pruebas orientadas al consumidor.

Pruebas que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados, que se seleccionan aleatoriamente, compuestas de posibles usuarios, con el fin de obtener información sobre las actitudes o preferencias de los consumidores. Los resultados se utilizan para predecir actitudes de una población determinada. Entre estas se incluyen las pruebas de preferencia, pruebas hedónicas y pruebas de aceptabilidad ⁽²⁾.

3.6.4 Aceptabilidad de alimento.

La aceptabilidad es la expresión del grado de gusto o disgusto, cuando se pregunta acerca de un alimento o muestra preparada y consumida.

1. La aceptabilidad de un producto puede verse influenciada por una serie de factores entre los cuales están los factores fisiológicos internos que regulan el hambre y la sed ⁽²⁾.
2. Evaluación de los alimentos a nivel de los sentidos (gusto, olfato, vista, tacto).
Las características organolépticas se derivan de los mensajes registrados por los cuatro sentidos. Así, el sabor es una parte muy importante sobre todas las sensaciones que son percibidas durante las comidas o bebidas. Esta sensación es una estimulación simultánea de sensaciones químicas gusto y olor por un complejo mixto de moléculas densas y volátiles ⁽²⁾. La textura, es otra característica organoléptica que es un importante atributo del efecto de aceptación de los alimentos y que en algunas ocasiones es mucho más importante que el sabor ⁽²⁾. La visión también juega un papel en la aceptación y percepción de los alimentos donde la psicología interviene en los estímulos visuales ⁽¹⁾.

Tareas que hay que prever:

- Evaluar la cantidad de muestra necesaria.
- Realizar pruebas para determinar la forma de preparación.
- Convocar al grupo de sujetos.
- Compra de productos necesarios.
- Prever una ficha de instrucciones.
- Definir el tiempo de preparación y repartición de muestras.
- Definir la antelación de preparación de muestras.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO

4.0 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de estudio.

El trabajo de investigación se clasificó como experimental, porque para la demostración de los objetivos se realizaron experimentos en los cuales se enriqueció la harina de maíz con levadura *Saccharomyces cerevisiae*. También se clasificó como estudio de campo ya que se determinó mediante análisis sensorial la calidad de sabor, olor y textura de las tortillas en una comunidad de personas específica.

La realización del trabajo de investigación se dividió en las siguientes etapas:

4.2 Investigación bibliográfica.

- Facultad de Química y Farmacia, (U.E.S).
- Facultad de Ingeniería, (U.E.S).
- Facultad de Ciencias Agronómicas, (U.E.S).
- Facultad de Ciencias Naturales, (U.E.S).
- Biblioteca Central de Universidad de El Salvador.
- Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.
- Universidad Alberto Masferrer.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Organización Panamericana para la Salud y Organización Mundial para la Salud (OPS, OMS)

- Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social, (FUSADES)
- Revistas científicas.
- Internet
- Correos electrónico dirigido a profesionales conocedores del tema.

4.3 Universo y Muestras.

4.3.1 Investigación de campo.

El universo estuvo constituido por la población donde se realizó el análisis sensorial, este se llevó a cabo en la población del Cantón Los Pajales jurisdicción de Panchimalco, San Salvador, donde el número de habitantes según censo realizado por la municipalidad en 2004, fue de 207 personas y la muestra la formaron 66 personas de la población (la determinación del tamaño de muestra se presenta en el Anexo N° 17).

También se utilizaron muestras formadas por: Preformulaciones de harina de maíz con levadura de cerveza en concentraciones de 0.5 %, 1.0 % y 5.0%. Las muestras de harina de maíz utilizadas fueron de las marcas “DEL COMAL” y “MASECA”, elaboradas en El Salvador y obtenidas de diferentes establecimientos comerciales. La muestra de levadura que se utilizó para enriquecer la harina de maíz fue del tipo inactiva comercializada en forma de polvo, la misma utilizada en la industria panificadora, la marca de la misma fue: “SAF-INSTANT”, elaborada en México.

4.4 Parte experimental y Trabajo de campo.

4.4.1 Ensayos previos.

Para determinar las concentraciones en las cuales hay mejor aceptabilidad organoléptica de tortillas enriquecidas, se realizaron como ensayos previos pruebas de aceptabilidad en 4 personas con las formulaciones de harina de maíz y levadura de cerveza en concentraciones de 0.5% ,1.0 %, 5.0%, 7.0% y 10.0%. De los ensayos previos se determinó que las tortillas enriquecidas en concentraciones de 7.0% y 10.0%, tenían un sabor muy amargo y presentaban bastante hinchamiento al calentarse. Y las tortillas enriquecidas en concentraciones de 0.5%, 1.0 % y 5.0 % presentaron muy leve sabor amargo y no se hincharon en el proceso de cocción, por lo tanto fueron aceptables para realizar el enriquecimiento de tortillas con levadura de cerveza.

4.4.2 Actividades a realizar en la investigación.

1. Se determinó el porcentaje de proteínas totales en dos marcas de harina de maíz y a la muestra de levadura de cerveza conocida como: ***Saccharomyces cerevisiae***, dichos análisis se realizaron a partir de las muestras sin procesar y todos los análisis se hicieron por duplicado para cada muestra.
2. Se determinó el porcentaje de proteínas totales en harina enriquecida en concentraciones de 0.5 %, 1.0 % y 5.0% de levadura de cerveza,
3. Se elaboraron tortillas de mezcla de harina de maíz enriquecida.

4. Se determinó experimentalmente la mezcla en la cual la levadura no interfiera con el proceso de amasado y cocción de la tortilla.
5. Se cuantificó el porcentaje de proteínas totales de tortillas enriquecidas en concentraciones de 0.50% ,1.0% y 5.0% de levadura de cerveza y tortillas sin enriquecer.
6. Se realizó análisis sensorial con tortillas elaboradas en concentraciones de 0.5%, 1.0% y 5.0% de levadura de cerveza y tortilla sin enriquecer.

4.4.3 Preparación de Preformulaciones.

Se elaboraron tres preformulaciones de harina de maíz con levadura de cerveza en concentraciones de 0.5 %, 1.0% y 5.0%, la homogenización de estas mezclas se realizó por medio del método del ocho, posteriormente se elaboraron tortillas y se determinó su contenido proteico.

4.4.4 Método para preparar las tortillas.

1. Limpieza y sanitización del área de trabajo.
2. Pesar: levadura de cerveza y harina de maíz.
3. Depositar levadura y harina, previamente pesados en una bolsa plástica y mezclarlos mediante la técnica del ocho.
4. Colocar los polvos en un recipiente y agregar agua poco a poco hasta formar una masa suave y manipulable.
5. Tomar porciones de la masa y formar las tortillas de tamaño uniforme.
6. Colocar las tortillas en fuente de calor (comal o plancha metálica) e iniciar proceso de cocción.

7. Calentar hasta cocimiento completo de la tortilla.
8. Retirar la tortilla de la fuente de calor.
9. Colectar y guardar.

4.4.5 Controles en proceso de preparación de tortillas.

Con el fin de seleccionar la preformulación que no interfiere durante el proceso de preparación de la masa y cocción de tortillas se realizaron los siguientes controles en proceso:

- Cuarteado: Se observó en la tortilla si después de cocinarse, se resquebraja o no en la superficie de la misma.
- Sabor y Olor: Se determinó por medio de prueba organoléptica el sabor y olor de tortillas.
- Color: Se observó si la adición de levadura modifica el color de la tortilla, comparándola con un testigo (tortilla sin levadura).

4.4.6 Metodología para la determinación de proteínas totales.

Se determinó el contenido de proteínas totales por medio de método Kjeldahl. a:

- Levadura de cerveza ***Saccharomyces cerevisiae*** (Marca Saf Instant).
- Muestras de harina de maíz “Maseca” y “Del Comal”.
- Muestras de harina de maíz enriquecida.
- Tortilla de harina de maíz sin enriquecer.
- Tortillas de harina de maíz enriquecidas con levadura de cerveza de la marca “Saf-Instant”.

Procedimiento:

1. Pesar con balanza analítica 1 g de muestra y colocar en el matraz Kjeldahl; agregar 10 g de sulfato de potasio, 0.7g de óxido de mercurio y 20 mL de ácido sulfúrico concentrado.
2. Colocar el matraz en el digestor en un ángulo inclinado y calentar a ebullición hasta que la solución se vea clara, continuar calentando por media hora más. Si se produce mucha espuma, adicionar un poco de parafina.
3. Dejar enfriar; durante el enfriamiento adicionar poco a poco, alrededor de 90 mL de agua destilada y desionizada. Ya frío agregar 25 mL de solución de sulfato de sodio y mezclar.
4. Agregar una perla de ebullición y 80 mL de la solución de hidróxido de sodio al 40% manteniendo inclinado el matraz. Se formarán dos capas.
5. Conectar rápidamente el matraz a la unidad de destilación, calentar y coleccionar 50 mL del destilado que contiene el amonio producido durante la digestión y al que se ha adicionado previamente 50 mL de solución indicadora (Anexo N° 11).
6. Al terminar de destilar, remover el matraz receptor, enjuagar la punta del condensador y titular con la solución estándar de ácido clorhídrico.

El cálculo para la determinación de la proteína total se realizó por medio de las siguientes formulas:

$$\%N = \frac{A \times B \times 1.4007 \times C}{D \times E}$$

$$\%Proteína\ total = \%N \times 6.25$$

Donde:

%N: Porcentaje de Nitrógeno total en la muestra.

A: Mililitros de ácido sulfúrico valorante.

B: Normalidad de ácido sulfúrico.

C: Volumen total de la muestra.

D: Peso muestra en gramos.

E: Alícuota tomada en mililitros.

1.4007: Es el factor de nitrógeno.

4.4.7 Metodología para realizar análisis sensorial.

Para realizar el análisis sensorial, los instrumentos utilizados para la recolección de la información fueron, un instructivo donde se detalla el procedimiento a desarrollar (Anexo N° 18); un cuestionario para características organolépticas de la tortilla (anexo N° 19); y un cuestionario para la evaluación de la aceptabilidad (Anexo N° 20).

Procedimiento:

1. Se seleccionaron los siguientes grupos de personas, por medio de la determinación de tamaño de muestra, según anexo N° 17 y de acuerdo a los siguientes criterios :

- Que fuesen personas de ambos sexos.
 - Que tuvieran edades entre 7 a 60 años.
 - Que estuviesen de acuerdo en proporcionar la información que se les solicitara.
2. Se evaluaron los siguientes Parámetros en el análisis sensorial:
 - Textura.
 - Olor.
 - Color.
 - Sabor.
 - Apariencia general.
 - Grado de aceptación de tortilla.
 3. Se elaboraron muestras de tortillas sin enriquecer y de tortillas enriquecidas con porcentajes de 0.5%, 1.0% y 5.0% de levadura, preparadas poco tiempo antes de la evaluación sensorial (Preparaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente).
 4. Se explicó a los 66 participantes como tenían que llenar el cuestionario de las características organolépticas y aceptabilidad (Anexos N° 19 y 20).
 5. Se presentaron a los 66 participantes de una en una las muestras en platos desechables. Para neutralizar el sabor después de pasar cada una de las pruebas, se les proporcionó agua pura a cada uno de los participantes. Se mantuvo en secreto el contenido de las tortillas.
 6. El participante procedió a llenar los cuestionarios entre cada prueba de pequeñas porciones de tortillas enriquecidas y tortilla sin enriquecer, según su preferencia (Anexos N° 19 y 20).
 7. Se tabularon y se analizaron estadísticamente los resultados obtenidos.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

5.1 Evaluación del contenido de proteínas totales (mediante el método Kjeldahl) de harina de maíz y la levadura de cerveza.

Se evaluó el contenido de proteínas en dos muestras de harina de maíz de las marcas: “MASECA” y “DEL COMAL”. Para ambas marcas se utilizaron dos muestras de cada tipo de harina (ver Tabla N° 1).

Además se realizaron análisis de proteínas totales a la levadura de cerveza de la marca: “SAFT INSTANT” (ver Tabla N° 1).

El promedio de los porcentajes de proteína total obtenido de la muestra N° 1 de “MASECA” fue de 7.41% (Anexo N° 13), de la misma forma se calculó el porcentaje de proteínas totales para la muestra N° 2 de “MASECA” y para las muestras N° 1 y N° 2 de harina “DEL COMAL”, también se calculó el porcentaje de proteínas totales de la levadura de cerveza y los resultados se muestran en Tabla N° 1:

Tabla N° 1: Evaluación del contenido de proteínas totales de harina de maíz y levadura de cerveza.

TIPO DE HARINA	PORCENTAJE PROTEINA TOTAL (g/100g)	
	Muestra N° 1	Muestra N° 2
Del Comal	7.16%	7.44%
Maseca	7.41%	7.41%
Levadura de cerveza marca Saf Instant (<i>saccharomyces cerevisiae</i>)	44.67%	

Se comprobó experimentalmente, que la levadura de cerveza utilizada es una fuente rica en proteínas con un 44.67% de proteína total. Además, comparando

los resultados obtenidos en muestras de harina de maíz con la levadura de cerveza, se demostró que la levadura de cerveza tiene mayor porcentaje de proteínas totales que ambas muestras de harina de maíz analizadas.

5.1.1 Selección de harina de maíz a utilizar para elaborar tortillas de maíz enriquecidas.

Para la elaboración de tortillas enriquecidas se utilizó un tipo de harina de maíz (“MASECA” o “DEL COMAL”), y el criterio para tal selección fue la harina de maíz que tuviera mayor cantidad de proteínas totales, después del análisis de proteínas totales por el método de Kjeldahl. Para esta determinación se hizo necesario aplicar la distribución t de Student, para comprobar la hipótesis en la que se comparan las dos medias poblacionales, que son las harinas de maíz “MASECA” y “DEL COMAL”, y determinar si presentan o no presentan diferencia significativa entre el contenido de proteínas totales de ambas muestras.

Los datos obtenidos de análisis realizados a dos muestras de cada harina de maíz se resumen en la tabla N° 2:

Tabla N° 2: Proteínas totales en harina de maíz “Maseca” y “Del Comal”.

Harina de maíz “DEL COMAL” (g/100g)		Harina de maíz “MASECA” (g/100g)	
X	X ²	X	X ²
7.38	54.46	7.31	53.44
6.94	48.16	7.50	56.25
7.50	56.25	7.56	57.15
7.38	54.46	7.25	52.56
$\Sigma = 29.20$	213.33	$\Sigma = 29.62$	219.40

Se calculan las medias y varianzas para resultados de análisis de ambas muestras (Anexo N° 13), por medio de las siguientes fórmulas:

Fórmula de Media Aritmética
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Fórmula de Varianza
$$S^2 = \frac{\sum X^2}{n} - \left(\frac{\sum X}{n} \right)^2$$

Planteamiento de Hipótesis:

Hipótesis Nula (H_0): No hay diferencia significativa entre contenido de proteínas totales de ambas muestras.

Hipótesis Alternativa (H_1): Si hay diferencia significativa entre contenido de proteínas totales de ambas muestras.

La fórmula de la prueba t para diferencia de dos medias es la siguiente y se utilizó nivel de significación del 0.01:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \times \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (1)$$

Para obtener los grados de libertad se hace necesario utilizar la siguiente fórmula $\nu = n_1 + n_2 - 2$, aplicando la fórmula: $\nu = 4 + 4 - 2 = 6$ grados de libertad.

Comparando el valor calculado de $t = -0.716$ con el valor crítico de $t_{0.005}$ que es 3.71, el cual se encuentra en la fila 6 y última columna rotulada con $t_{0.005}$ de la

tabla (Anexo N° 13 y N° 22). Se puede observar que t calculada es menor, en valor absoluto que t_{α} ; por lo tanto la diferencia no es significativa y según los datos obtenidos no hay evidencia aparente para aceptar la hipótesis alternativa (H_1).

Al no haber diferencia significativa entre los resultados obtenidos de ambas harinas, se optó por utilizar harina de maíz “MASECA” para la elaboración de tortillas enriquecidas, esto debido a que al realizar sondeos en algunos supermercados de la capital y recibir información de personas que comercializan harinas de maíz indicaron que es la harina de mayor existencia en el mercado nacional y por lo tanto la que más se consume.

5.2 Elaboración de preformulaciones de harina de maíz con levadura de cerveza en diferentes concentraciones de 0.5%, 1.0% y 5.0%.

Para la elaboración de las tortillas enriquecidas con levadura de cerveza en concentraciones de 0.5%, 1.0% y 5.0% se siguió el procedimiento descrito en los numerales 4.4.3 y 4.4.4 del diseño metodológico, bajo los subtítulos: “Preparación de preformulaciones” y “Método para preparar tortillas”, respectivamente.

En los anexos N° 14 y N° 16 se detallan las fases de dichos procesos mediante esquema y fotografías.

5.3 Cuantificación de proteínas totales de las preformulaciones al 0.5%, 1.0% y 5.0%, después del proceso de cocción de la tortilla.

Para cuantificar la cantidad de proteína total en tortillas se utilizó el método Kjeldahl y se siguió el procedimiento descrito en el numeral 4.4.6 del diseño metodológico, bajo el subtítulo: “Metodología para la Determinación de Proteínas Totales”. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla N° 3:

Tabla N° 3: Resultados de análisis realizados a preformulaciones antes y después del proceso de cocción.

Número de Preformulación /Concentración de Levadura	Porcentaje Proteína total de preformulaciones antes de cocimiento de tortilla	Porcentaje Proteína total de preformulaciones después de cocimiento de tortilla
(1) Tortilla sin enriquecer	7.41%	7.37%
	7.50%	7.35%
	7.56%	7.39%
	7.45%	7.41%
(2) 0.5%	8.56%	7.94%
	7.87%	7.81%
	8.06%	7.77%
	9.44%	7.81%
(3) 1,0%	8.56%	8.26%
	8.25%	8.20%
	8.75%	8.17%
	8.38%	8.33%
(4) 5.0%	10.88%	8.76%
	11.38%	8.69%
	8.90%	8.86%
	8.75%	8.65%

Para determinar si existe diferencia significativa debido al proceso de calentamiento entre el porcentaje de proteínas obtenido antes del cocimiento de la harina y después del cocimiento de las tortillas fue necesario hacer uso de la prueba t de diferencias pareadas utilizando distribución t de student, realizando una prueba para cada preformulación (tortilla sin enriquecer, 0.5%, 0.1%, 5.0%).

El procedimiento que se siguió para preparación N° 2 (al igual que para el resto de preformulaciones) se presenta a continuación.

Primero se plantearon las hipótesis que fueron las siguientes:

Hipótesis Nula (H_0): No hay diferencia significativa entre porcentaje de proteínas obtenido de preformulaciones antes y después de cocimiento de tortillas.

Hipótesis Alternativa (H_1): Si hay diferencia significativa entre porcentaje de proteínas obtenido de preformulaciones antes y después de cocimiento de tortillas.

Se utilizó un nivel de significancia de 0.01 y se calculó el valor estadístico de t (Anexo N° 13), haciendo uso de las siguientes fórmulas de la prueba t de diferencias pareadas:

$$\bar{X}_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$t = \frac{\bar{X}_d - 0}{s_d / \sqrt{n}} = \frac{\bar{X}_d}{s_d / \sqrt{n}}$$

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n d_i\right)^2}{n}}{n-1}}$$

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{X}_d)^2}{n-1}}$$

Donde: \bar{X}_d = Media de las diferencias
 S_d = Varianza de la media de las diferencias
 n = Número de muestras
 d_i = Valor de la diferencia entre porcentajes de proteínas antes y después de cocimiento

Se calcula la diferencia entre cada uno de los datos obtenidos en análisis realizados, los resultados para la preformulación con 0.5% de levadura de cerveza y cálculos estadísticos se presentan en el anexo N° 13.

Para obtener los grados de libertad se hizo necesario utilizar la siguiente fórmula $\nu = n - 1$, aplicando la fórmula: $\nu = 4 - 1 = 3$ grados de libertad.

Al comparar valor calculado de $t = 1.88$, con 3 grados de libertad el valor crítico de $t_{0.005}$ es 5.84, el cual se encuentra en la fila 3 y última columna rotulada con $t_{0.005}$ de la tabla (Anexo N° 13 y N° 22). Se puede observar que t calculada es menor, en valor absoluto que t_{α} ; por lo tanto la diferencia no es significativa y según los datos obtenidos no hay evidencia aparente para aceptar la hipótesis alternativa (H_1) para la preparación N° 2.

La tabla N° 4 presenta todos los resultados calculados de las pruebas t de diferencias pareadas:

Tabla N° 4: Resultado de prueba t en preformulaciones enriquecidas con levadura de cerveza

Nº DE PREFORMULACIÓN	RESULTADO PRUEBA t	VALOR CRÍTICO DE $t_{0.005}$ (valor de tabla)
1	t calculado = 2.87	5.84
2	t calculado = 1.88	5.84
3	t calculado = 1.94	5.84
4	t calculado = 1.81	5.84

Por lo tanto, según la prueba de diferencias pareadas, no hay evidencia suficiente para reconocer que exista diferencia entre porcentajes de proteínas después del calentamiento de las tortillas.

5.4 Selección de la mejor concentración que no interfiera en el proceso de elaboración de la masa y en la cocción de la tortilla.

Para llevar a cabo este objetivo se utilizó un formulario de controles en proceso (Anexo N° 15), en el cual se evaluaron los siguientes parámetros: cuarteado, sabor, olor y color. Se tomaron 60 muestras de las tortillas de las tortillas enriquecidas y sin enriquecer. Los controles se realizaron por las personas que elaboraban las tortillas en los procesos de amasado y cocción. Los resultados de los controles en proceso se presentan en la tabla N° 5:

Tabla N° 5: Resumen de controles en proceso realizados en preparación de tortillas

Preformulación	Características Organolépticas							
	Sabor		Olor		Color		Cuarteado	
	Agrad.	Desag.	Agrad.	Desag.	Agrad.	Desag.	Se resq.	No se resq.
0.50%	51	9	49	11	48	12	0	60
1.0%	48	12	46	14	47	13	0	60
5.0%	31	29	30	30	35	15	0	60
TOTAL	60		60		60		60	

De acuerdo a los resultados de los controles en proceso, en la mayor parte de las tortillas, la percepción de las características organolépticas de sabor, olor y color es agradable, a excepción de la tortilla que contiene concentración de 5.0% de levadura de cerveza, en las que el sabor y olor presentan inconformidad respecto a lo que se esperaba (sabor desagradable: 29 de 60 muestras, olor desagradable: 30 de 60 muestras), esto debido a que esta tortilla es la que contiene mayor cantidad de levadura de cerveza. Además, se

determinó que ninguna de las muestras presentó problemas de cuarteado después de la cocción de la tortilla enriquecida. Por lo tanto se determinó que las preformulaciones de 0.5% y 1.0%, son las que presentan menor interferencia en los procesos de amasado y cocción de las tortillas enriquecidas por lo que el enriquecimiento con levadura de cerveza no afecta el cuarteado en las tortillas enriquecidas en las concentraciones de 0.5%, 1.0% y 5.0%.

5.5 Realización de análisis sensorial en tortillas enriquecidas al 0.5%, 1.0% y 5.0% con levadura de cerveza y tortillas sin enriquecer en el que se evalúe características organolépticas de sabor, olor, color, textura, apariencia general así como su aceptabilidad.

El análisis sensorial se realizó el día miércoles 21 de febrero de 2007, en la escuela rural mixta “Cantón Los Pajales”, del Cantón Los Pajales ubicada en el municipio de Panchimalco, donde la población es de 207 personas según datos recopilados en alcaldía del municipio ⁽¹⁴⁾. En el estudio participaron 66 personas residentes del lugar, con las cuales se llevó a cabo el procedimiento descrito en el numeral 4.4.7 del diseño metodológico bajo el subtítulo: “Metodología para realizar análisis sensorial”. En el anexo N° 21 se presentan las fotos del análisis sensorial realizado para el presente estudio. Los resultados de la evaluación sensorial se presentan a continuación:

Tabla N° 6: Edades de personas que participaron en análisis sensorial

Edades	Cantidad de personas	Porcentaje
6 – 11	35	53.03%
12 – 15	20	30.30%
16 – 20	3	4.55%
21 en adelante	8	12.12%
Total	66	100.0%

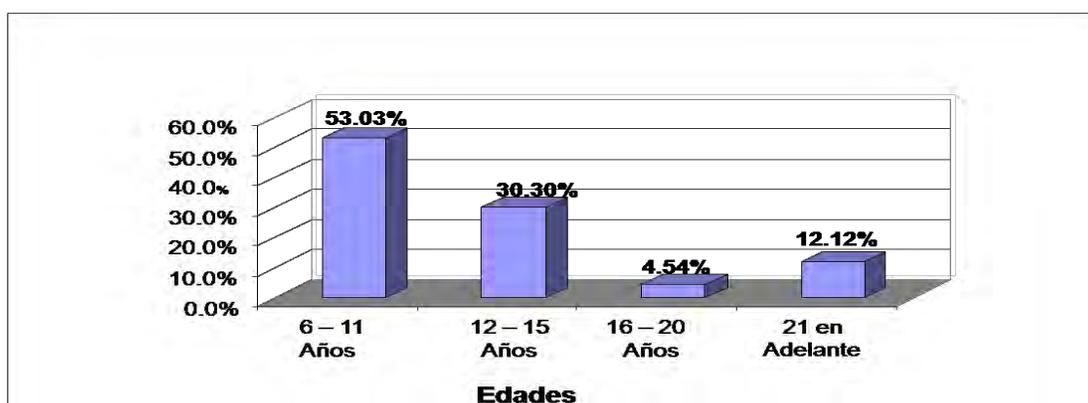


Figura N° 5 Edades de personas que participaron en análisis sensorial

Tabla N° 7: Resultado del análisis sensorial de Preparación N° 1 (Tortilla sin enriquecer)

	Agradable	Desagradable.	Indiferente.	No contestó
Olor	95.45%	0.00%	0.00%	4.55%
Color	93.94%	0.00%	1.50%	6.06%
Sabor	90.91%	0.00%	3.03%	6.06%
Textura	Suave	Dura	Normal	No contestó
	80.30%	1.51%	10.61%	7.58%
Apariencia General	Buena	Mala	Normal	No contestó
	71.21%	0.00%	19.70%	9.09%

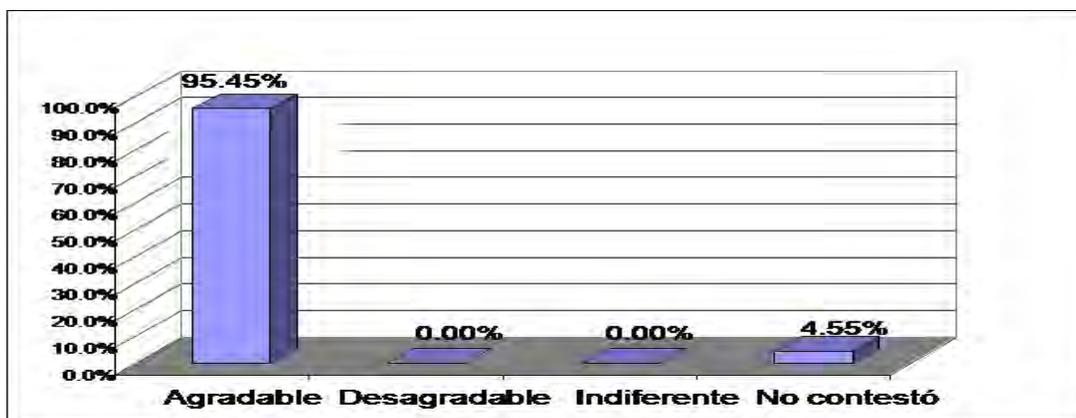


Figura N° 6. Resultado de olor. Análisis sensorial tortilla sin enriquecer

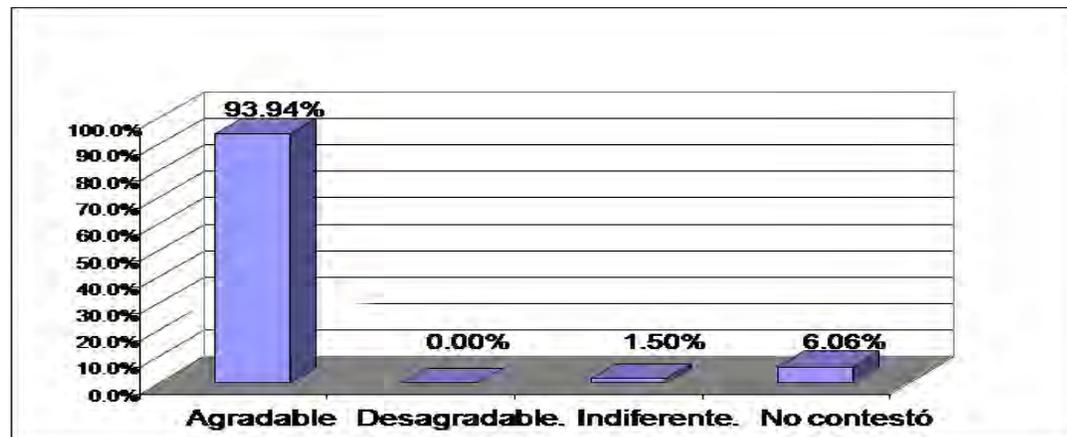


Figura N° 7. Resultado de color. Análisis sensorial tortilla sin enriquecer

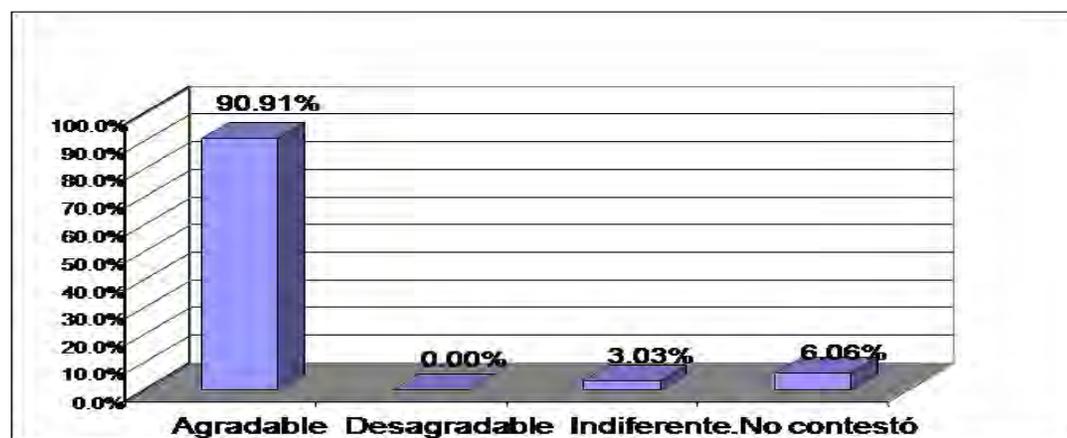


Figura N° 8. Resultado de sabor. Análisis sensorial tortilla sin enriquecer

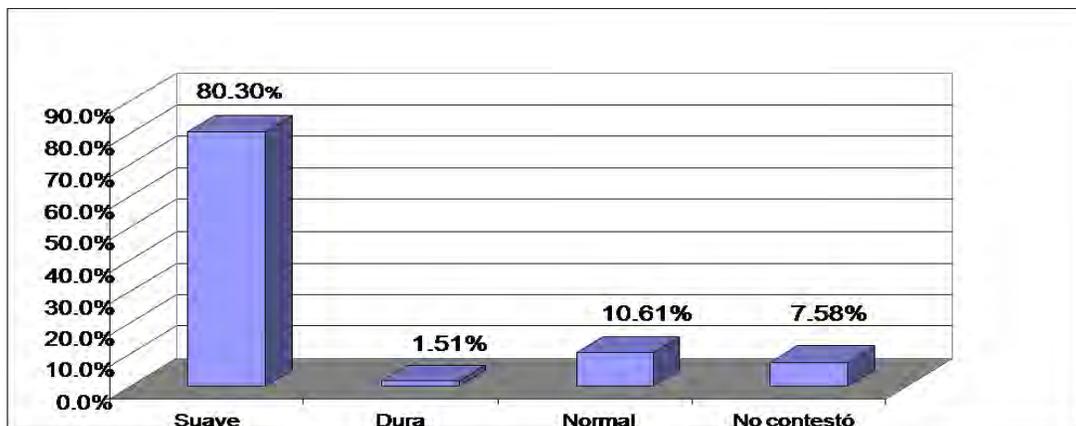


Figura N° 9. Resultado de textura. Análisis sensorial tortilla sin enriquecer

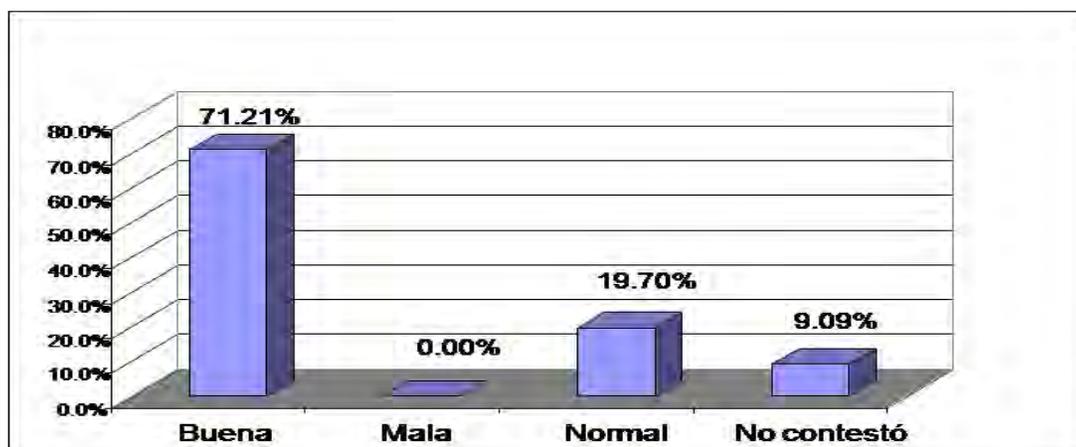


Figura N° 10. Resultado de apariencia general. Análisis sensorial tortilla sin enriquecer

Tabla N° 8: Resultados de pruebas de aceptabilidad o rechazo de tortilla sin enriquecer

Me gusta	93.94%
Indiferente (Ni me gusta, Ni me disgusta)	6.06%
No me gusta	0.00%

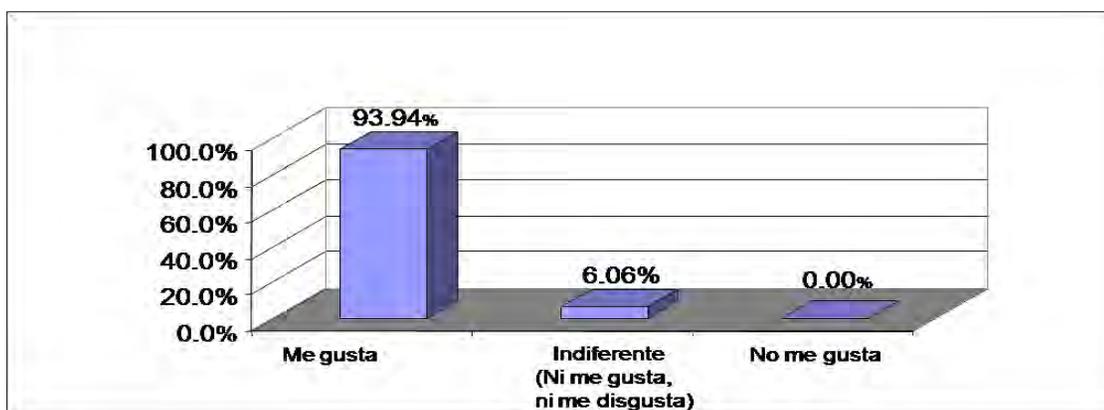


Figura N° 11. Resultado de aceptabilidad. Análisis sensorial tortilla sin enriquecer

El análisis sensorial de la preparación N° 1 corresponde la tortilla sin enriquecer. En esta preparación las características organolépticas de olor, color y sabor fueron agradables a la mayor parte de la población, además, la textura de la tortilla fue suave para un 80.30%, un 10.61%, sintió las tortillas con una textura normal, 7.58% no contestó y el resto 1.51%, sintió dura la tortilla. En la apariencia general un 71.21% percibió buena la tortilla sin enriquecer y el 19.70% evaluó como normal la tortilla. De los datos obtenidos en las características organolépticas se puede decir que los resultados fueron de acuerdo a lo que se esperaba pues las tortillas no contenían cantidad alguna de levadura de cerveza. Además, al 93.94% de las personas les gustó las tortillas lo que indica que la mayoría de la población acepta las tortillas como buenas y a un 6.06% de las personas les fue indiferente la tortilla sin enriquecer.

Tabla N° 9: Resultado del análisis sensorial de Preparación N° 2
(Tortilla Enriquecida con 0.5 % de Levadura de Cerveza)

	Agradable	Desagradable	Indiferente	No contestó
Olor	92.42%	0.00%	0.00%	7.58%
Color	87.88%	1.51%	3.03%	7.58%
Sabor	86.36%	1.51%	10.61%	1.51%
Textura	Suave	Dura	Normal	No contestó
	81.82%	0.00%	9.09%	9.09%
Apariencia General	Buena	Mala	Normal	No contestó
	80.30%	0.00%	18.18%	1.51%

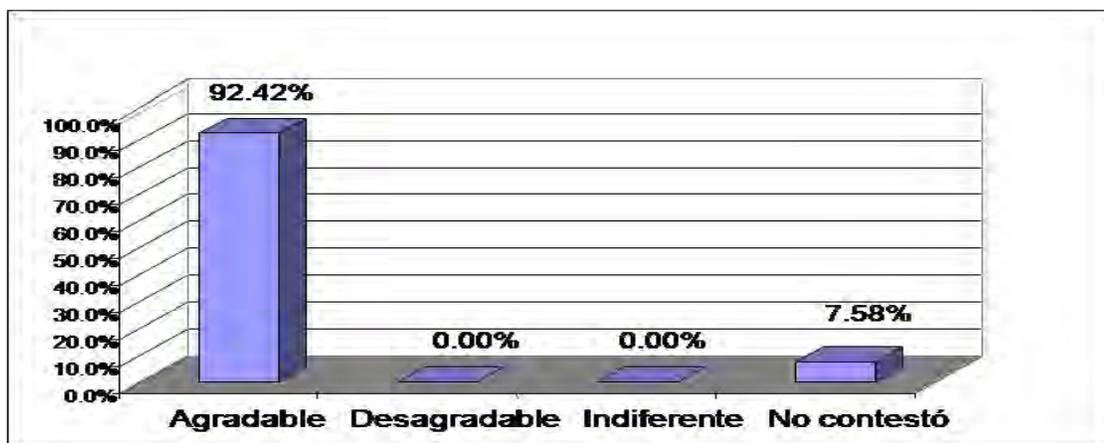


Figura N° 12. Resultado de olor. Análisis sensorial de preparación N° 2

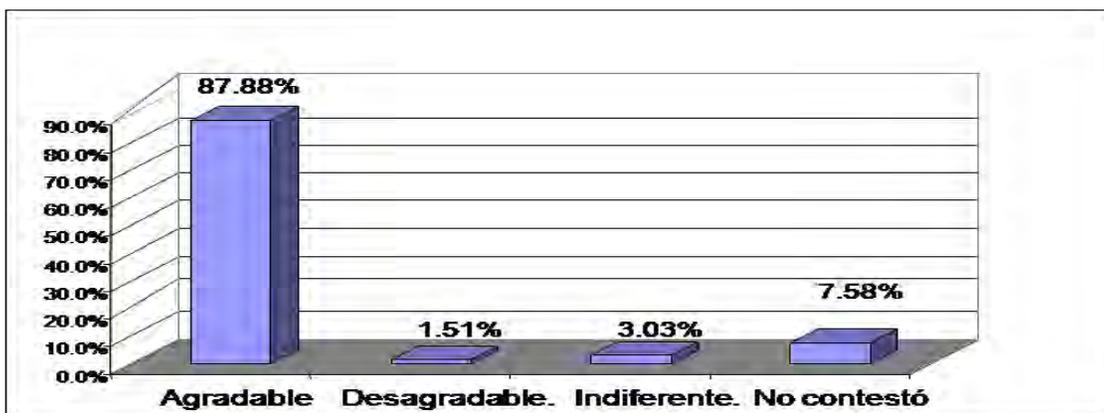


Figura N° 13. Resultado de color. Análisis sensorial de preparación N° 2

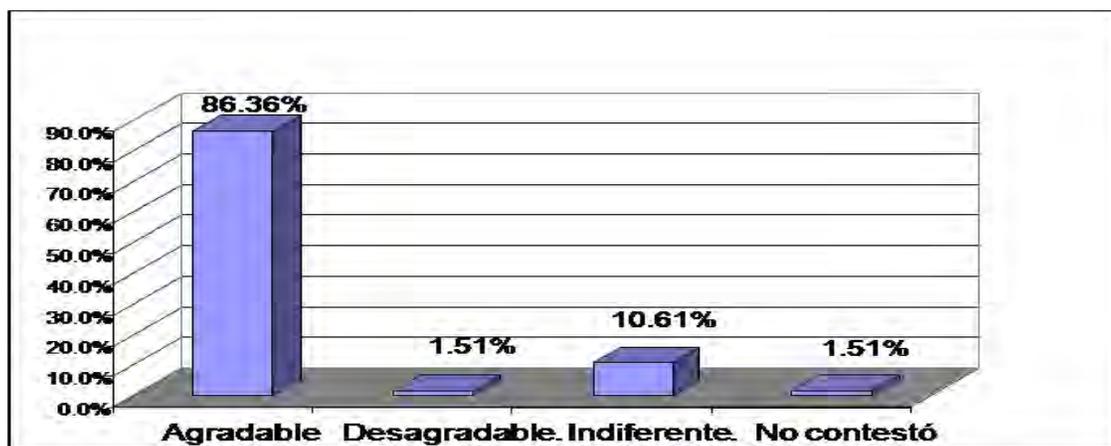


Figura N° 14. Resultado de sabor. Análisis sensorial Preparación N° 2

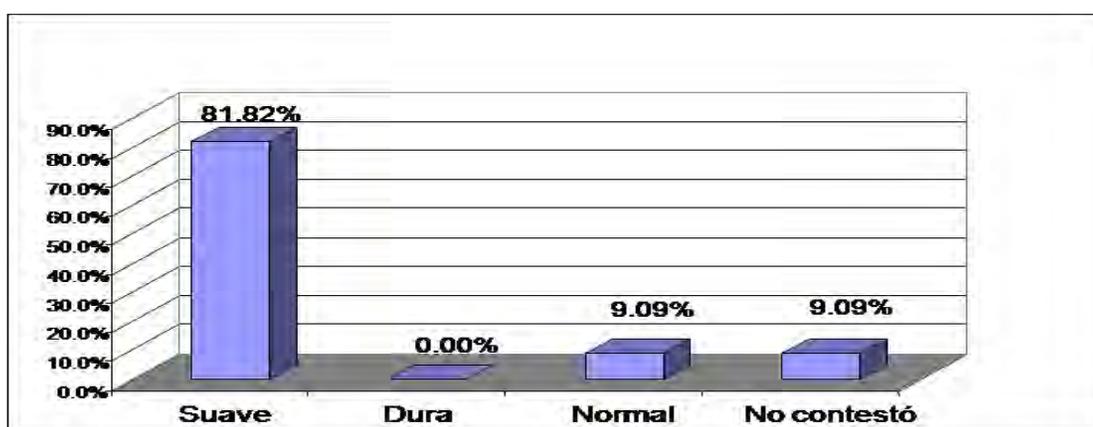


Figura N° 15. Resultado de textura. Análisis sensorial preparación N° 2

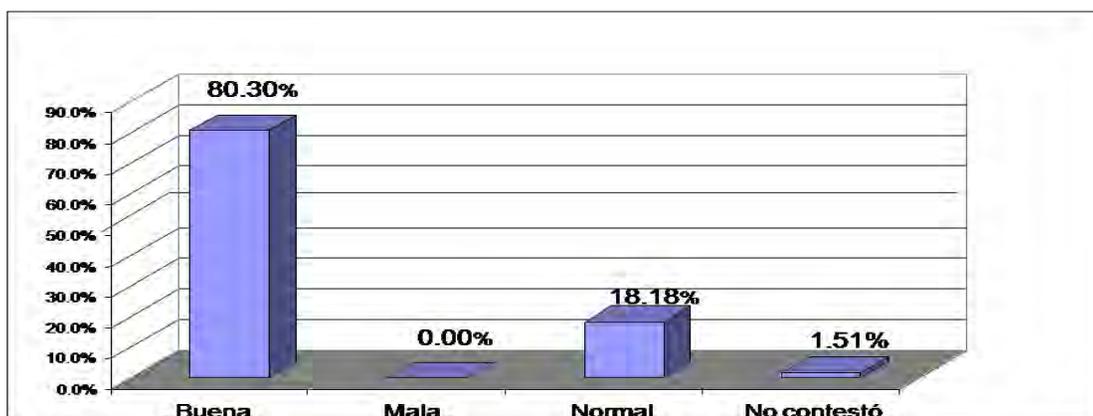


Figura N° 16. Resultado de Apariencia general. Análisis sensorial de preparación N° 2

Tabla N° 10: Resultado de prueba de aceptabilidad o rechazo de preparación N° 2

Me gusta	93.94%
Indiferente (Ni me gusta, ni me disgusta)	6.06%
No me gusta	0.00%

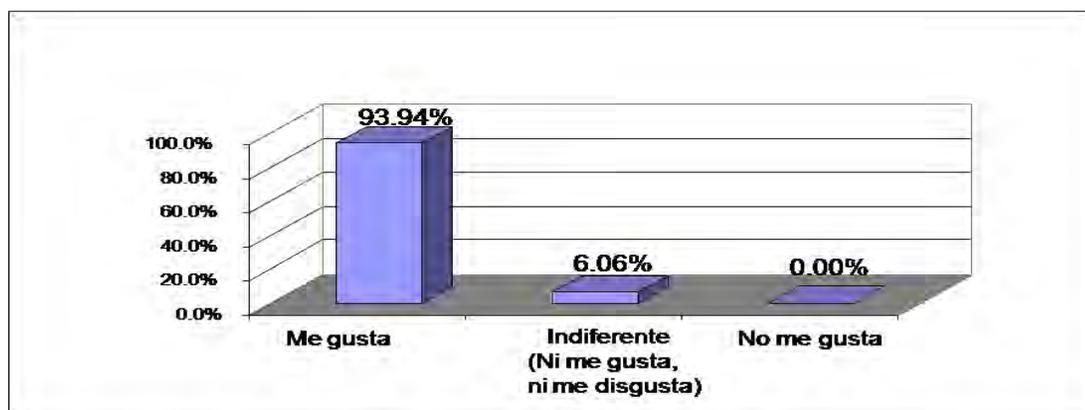


Figura N° 17. Resultado de aceptabilidad. Análisis sensorial de preparación N° 2

La preparación N° 2 corresponde a las tortillas enriquecidas con 0.5% de levadura. En cuanto a las características organolépticas de olor, color y sabor fueron en su mayoría evaluados como agradables pero se observa en los datos que un mínimo porcentaje de 1.51% de las personas percibió como desagradable tanto el sabor, como el color de las tortillas. En cuanto a textura el 81.82% la calificó como suave, el 9.09%, percibió la textura como normal y en la apariencia general 80.30% la refirió como buena, 18.18% consideró normal la apariencia. En cuanto a la aceptabilidad 93.94% de las personas les gustó la tortilla, 6.06% le resultó indiferente y no se presentaron personas que no les gustara la tortilla. Los resultados obtenidos se demuestran muy similares a los

obtenidos en la preparación N° 1 aparentemente debido a la baja concentración de levadura que contiene la tortilla por lo que no es perceptible por las personas y debido a esa condición, existe una aceptación positiva por parte de las personas.

Tabla N° 11: Resultado del análisis sensorial de Preparación N° 3
(Tortilla Enriquecida con 1.0 % de Levadura de Cerveza)

	Agradable	Desagradable	Indiferente	No contestó
Olor	80.30%	0.00%	9.09%	10.61%
Color	84.85%	0.00%	4.54%	10.61%
Sabor	71.21%	0.00%	16.67%	12.12%
Textura	Suave	Dura	Normal	No contestó
	66.67%	0.00%	15.15%	18.18%
Apariencia General	Buena	Mala	Normal	No contestó
	59.09%	0.00%	24.24%	16.67%

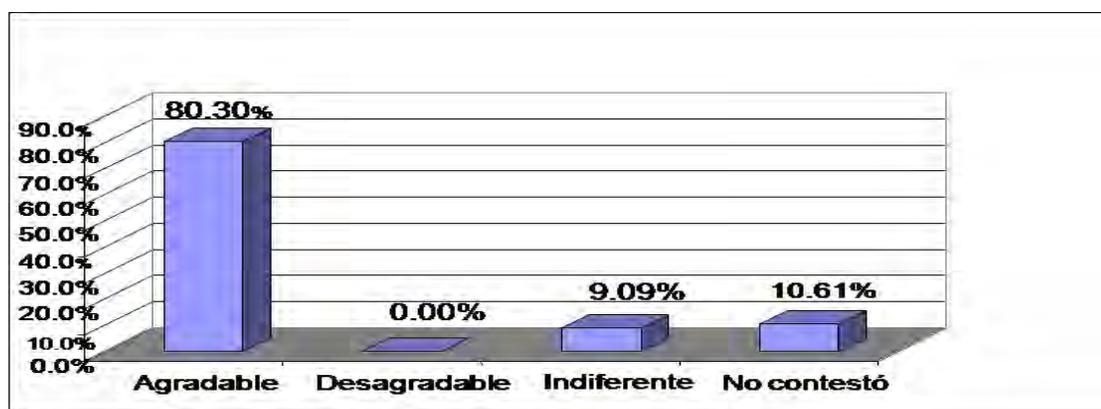


Figura N° 18. Resultado de olor. Análisis sensorial de preparación N° 3

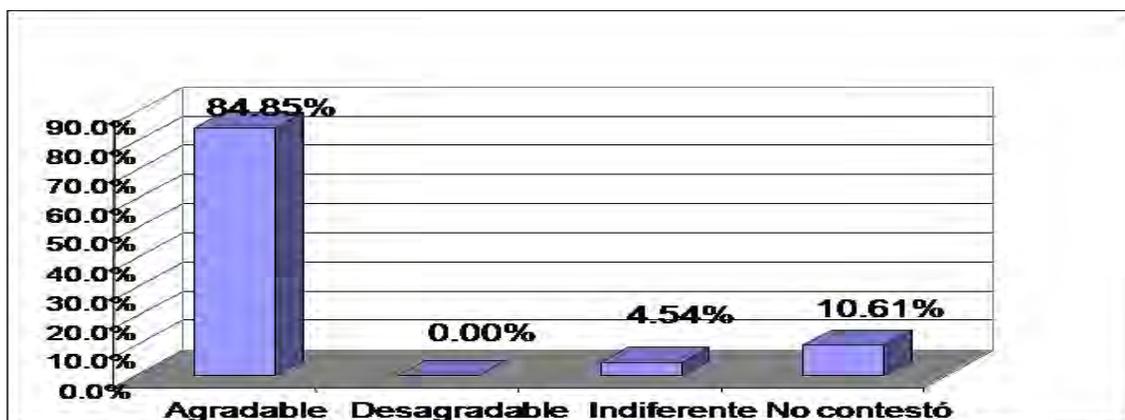


Figura N° 19. Resultado de color. Análisis sensorial de preparación N° 3

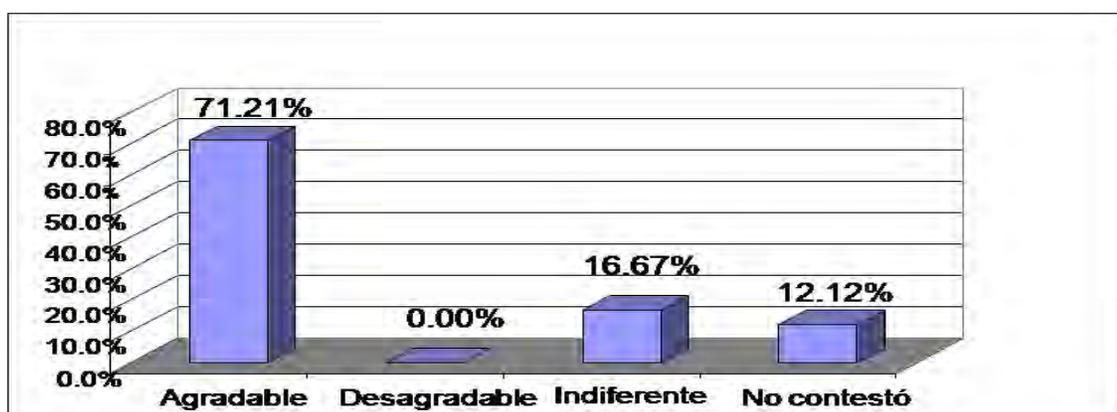


Figura N° 20. Resultado de sabor. Análisis sensorial de preparación N° 3

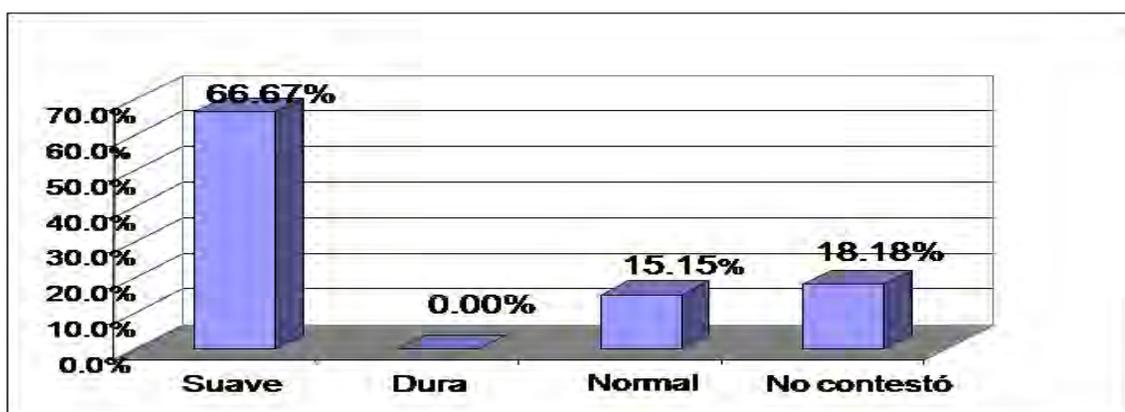


Figura N° 21. Resultado de textura. Análisis sensorial de preparación N° 3

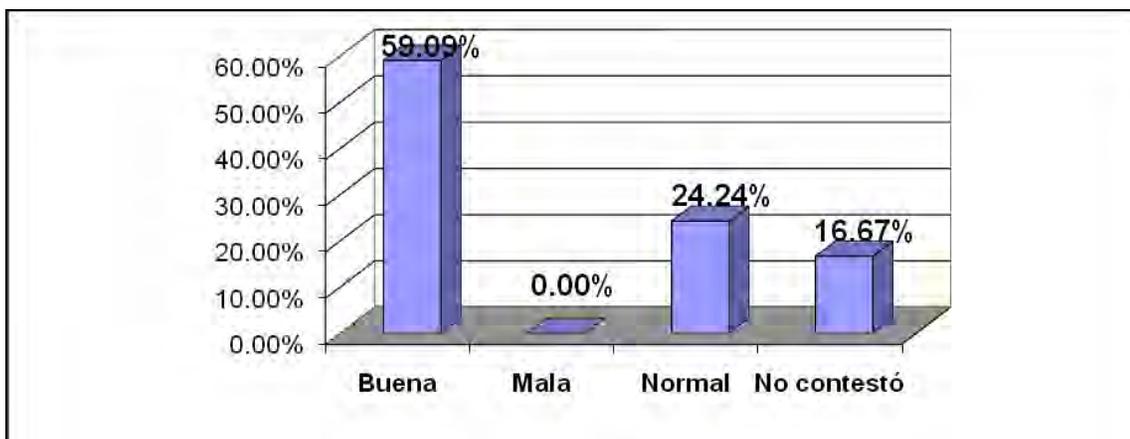


Figura N° 22. Resultado de apariencia general. Análisis sensorial de preparación N° 3

Tabla N° 12: Resultado de prueba de aceptabilidad o rechazo de preparación N° 3

Me gusta	81.82%
Indiferente (Ni me gusta, Ni me disgusta)	12.12%
No me gusta	1.51%
No contesta	4.54%



Figura N° 23. Resultado de aceptabilidad. Análisis sensorial de preparación N° 3

El análisis sensorial de la preparación N° 3 es la tortilla enriquecida con 1.0% de levadura de cerveza. En las características organolépticas de olor, color y sabor se obtuvo como resultado que un 80.30%, 84.85%, 71.21% de las personas consideran como agradables dichas características organolépticas. En la textura 66.67% de las personas evaluaron las tortillas como suaves, 15.15% la aceptaron como normales, en cuanto a la apariencia general 59.09% de las personas las calificaron como buena, 24.24% las consideraron normales y un 16.67% no contestó. La aceptabilidad de la tortilla indica que un 81.83% de las personas aceptaron agradablemente las tortillas. De los resultados obtenidos se observa que todavía la mayoría de las personas aceptan la preparación N° 3, se deduce que la mayoría de las personas no perciben diferencia en ninguna de las características organolépticas por la baja concentración de levadura de cerveza que si bien es cierto es muy levemente perceptible este cambio no es significativo.

Tabla N° 13: Resultado del análisis sensorial de Preparación N° 4
(Tortilla Enriquecida con 5.0 % de Levadura de Cerveza)

	Agradable	Desagradable.	Indiferente.	No contestó
Olor	65.15%	15.15%	6.06%	13.64%
Color	63.64%	10.61%	9.09%	16.67%
Sabor	48.48%	24.24%	7.58%	9.09%
Textura	Suave	Dura	Normal	No contestó
	75.76%	3.03%	7.58%	9.09%
Apariencia General	Suave	Mala	Normal	No contestó
	53.03%	19.70%	15.15%	12.12%

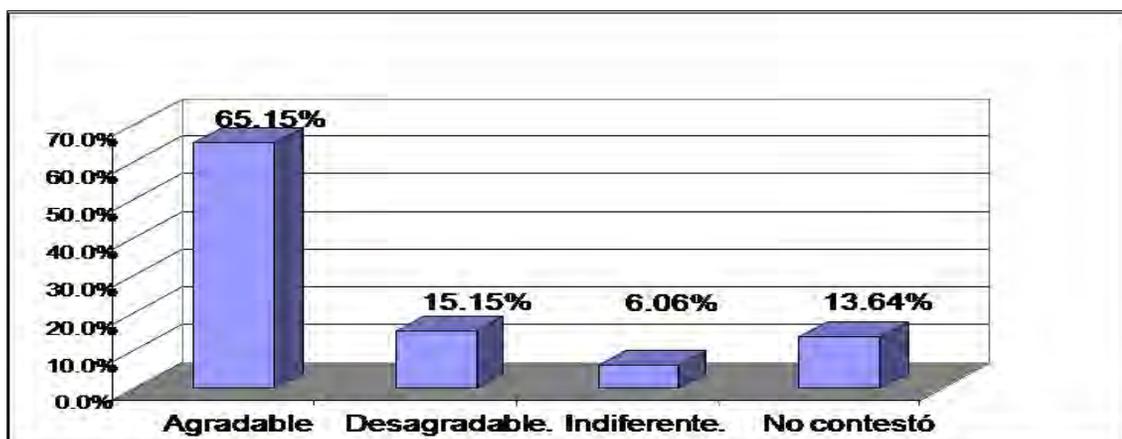


Figura N° 24. Resultado de olor. Análisis sensorial de preparación N° 4

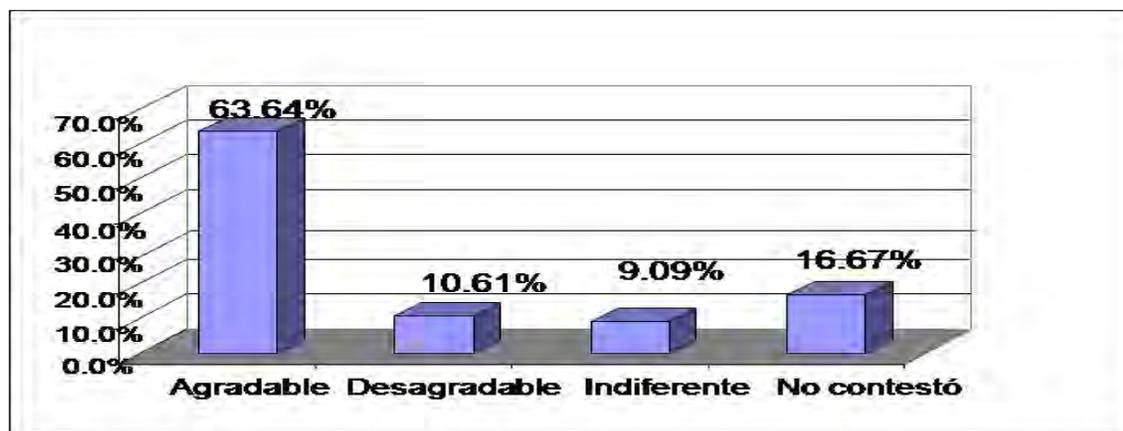


Figura N° 25. Resultado de color. Análisis sensorial de preparación N° 4

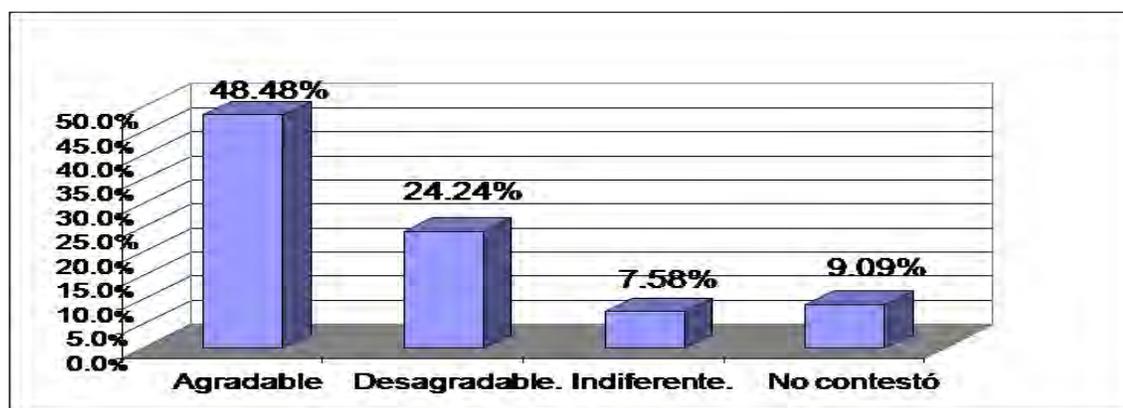


Figura N° 26. Resultado de sabor. Análisis sensorial de preparación N° 4

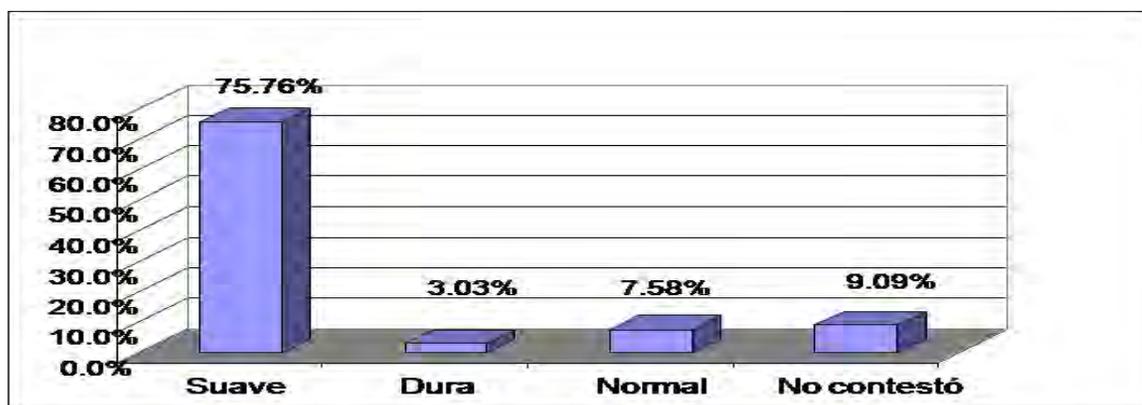


Figura N° 27. Resultado de textura. Análisis sensorial de preparación N° 4

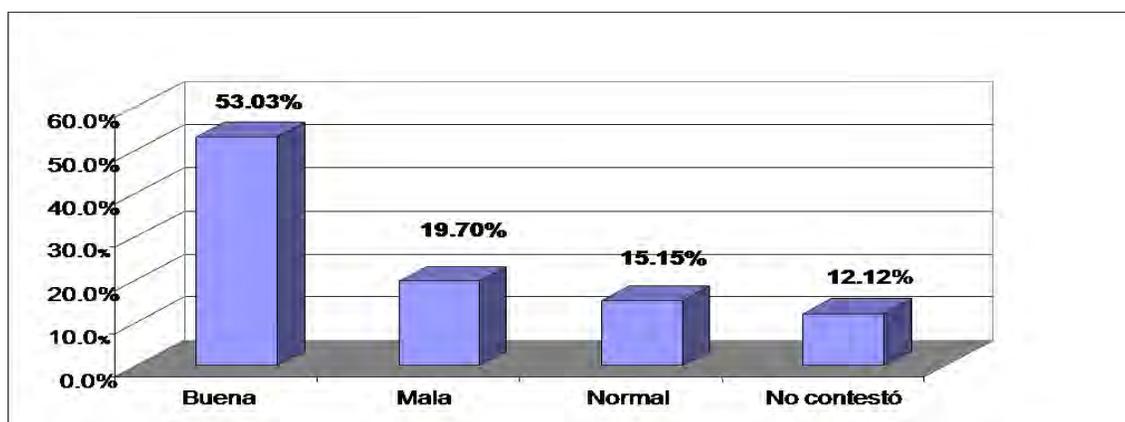


Figura N° 28. Resultado de apariencia general. Análisis sensorial de preparación N° 4

Tabla N° 14: Resultado de prueba de aceptabilidad o rechazo de preparación N° 4

Me gusta	56.06%
Indiferente (Ni me gusta, Ni me disgusta)	4.54%
No me gusta	39.39%



Figura N° 29. Resultado de aceptabilidad. Análisis sensorial de preparación N° 4

El análisis sensorial de la preparación N° 4 corresponde a las tortillas enriquecidas con 5.0% de levadura de cerveza, se determinó que a un 65.15%, 63.64% y 48.48%, respectivamente, les pareció agradable el Olor, Color y Sabor de la tortilla que contiene dicha concentración.

A un 75.76% y 53.03% les pareció suave y buena tanto la textura como la apariencia general de la tortilla. En la prueba de aceptabilidad al 39.39% no le gusta la preparación, al 4.54% ni le gusta ni le disgusta (indiferente) y al 56.06% acepta como agradable la preparación N° 4. En la preparación N°4, existe una diferencia marcada respecto a las preparaciones anteriores, tanto en las características organolépticas como en la aceptabilidad de la tortilla, esto debido a que dicha preparación es la que contiene mayor porcentaje de levadura de cerveza. En las pruebas de aceptabilidad o rechazo, se observa que un poco más de la tercera parte de la población en estudio rechaza dicha preparación.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. La levadura de cerveza no interfiere en ninguno de los procesos de: mezcla, amasado y cocción de las tortillas enriquecidas.
2. El calor no degrada las proteínas que contienen las tortillas enriquecidas con levadura de cerveza, ni el contenido de las tortillas sin enriquecer, por lo que no afecta el contenido proteico de las mismas.
3. Las tortillas enriquecidas con 0.5% y 1.0% de levadura de cerveza presentaron la mejor aceptación organoléptica ya que a estas concentraciones no imparte características organolépticas muy diferentes a la harina de maíz.
4. Las tortillas enriquecidas con levadura de cerveza al 5.0% resultaron ser excelentes como alimento por su alto contenido proteico, pero fueron las de menor aceptación debido a los cambios notables en las características organolépticas que estas presentaron, este efecto puede ser corregido consumiendo la tortilla junto a otro alimento para enmascarar estas características.
5. El valor nutricional de la harina de maíz se mejoró al enriquecerla con levadura de cerveza, ya que esta constituye una excelente fuente de proteínas y puede complementar los nutrientes de los que carece la harina de maíz.
6. El enriquecer la harina de maíz es una buena alternativa para corregir las deficiencias proteicas de la población con problemas nutricionales, ya que es un método sencillo y práctico para elaborar tortillas enriquecidas.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Se deben realizar más análisis sensoriales en concentraciones de 2.0%, 3.0% ó 4.0% de levadura de cerveza, para comprobar su aceptabilidad por la población del país.
2. Utilizar otros nutrientes diferentes a la levadura de cerveza como puede ser la harina de soya, suero de leche, concentrado de proteínas, para enriquecer las tortillas u otros alimentos de alto consumo por la población.
3. Llevar a cabo preparaciones a partir de harina de maíz enriquecida en concentraciones igual o mayor de 5.0% de levadura de cerveza tales como pupusas, tamales, u otros preparados que permitan aprovechar el alto contenido proteico de harina de maíz enriquecida y atenuar de esta forma los cambios notables en las características organolépticas de esta concentración
4. Dar a conocer el presente estudio a entidades como: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Empresas Privadas y organismos no gubernamentales para implementar el enriquecimiento de la harina de maíz con levadura de cerveza como una alternativa que permita mejorar la nutrición alimentaria.
5. Apoyar programas de enriquecimiento de alimentos en áreas geográficas en las cuales se detecten deficiencias de micronutrientes.
6. Promover campañas de educación nutricional que orienten a la población a llevar dietas saludables de alimentos ricos en vitaminas, minerales y proteínas.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Bonilla, G. 1997, "Estadística II, Métodos Prácticos de Inferencia Estadística", 4ª edición., UCA editores. Vol. 2.
2. Fajardo, M. y otros, 1995, "Aceptabilidad de Tortillas Elaboradas a Base de Maíz y Soya en Tres Comunidades del Oriente de Guatemala", Universidad de San Carlos, Guatemala.
3. Figueroa, C. y otros, 2001, "Fortificación y evaluación de tortillas de nixtamal", vol.51, no.3, p.293-302.Cuba.
4. Galdámez, M. y otros, 2002 "Desarrollo de producto extruído (nacho) fortificado con hierro a partir de sémola de malanga y posible inclusión en escuela saludable", Facultad de Química y Farmacia, UES, El Salvador.
5. Martínez C., 1974, "Estudio Bromatológico de la ***Colocasia sculenta*** (malanga) cultivada en El Salvador como fuente de nutrición", Facultad de Química y Farmacia, UES, El Salvador.
6. MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social), 1995 "Fortificación de harina de trigo con micronutrientes esenciales", San Salvador, El Salvador.
7. MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social), 1998, "Encuesta de la situación alimentaria y nutricional de El Salvador", (E.S.A.N.A.S), El Salvador.

8. MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social), Gerencia de Atención Integral en Salud a la Niñez, “Manual Básico para la suplementación con micro nutrientes”, 2002, 2ª edición, El Salvador.
9. OPS (Organización Panamericana de la Salud), 2000, “Informe sobre la situación de alimentos fortificados en El Salvador”, El Salvador.
10. OPS (Organización Panamericana de la Salud), 1997, “Conocimientos actuales sobre nutrición” 7ª edición, Publicación científica N° 565.
11. OPS (Organización Panamericana de la Salud), 2003, “Situación de los alimentos fortificados en El Salvador en el año 2002”, 1ª edición, San Salvador, El Salvador.
12. OPS (Organización Panamericana de la Salud), 1996 “Malnutrición Proteico-energética”, Publicación científica N° 553, EUA.
13. Otero, M. y otros, 2000, “Tecnología para la utilización integral de la levadura de cerveza en la industria alimenticia”, vol.50, no.4, p.361-365, Cuba.
14. Plan Estratégico Participativo de Desarrollo e Inversión. Municipio de Panchimalco, San Salvador. 2003-2006.
15. Kirk R. 1966, “Enciclopedia de Tecnología Química”, Tomo I, Unión Tipográfica, editorial Hispanoamérica, México. P. 972.
16. Hodgson B. “Influencia de la nutrición en el crecimiento y Desarrollo” (En Línea). Chile. Consultado 19 octubre de 2006. Disponible en:
<http://escuela.med.puc.c//publicaciones/manual/Ped/>.

17. Olvera M. y Otros. 1993. Manual de Técnicas de Laboratorio de Nutrición de Peces y Laboratorio (En Línea). México D.F. México. FAO. Consultado 18 de octubre de 2006. Disponible en:
<http://www.fao.org/doccrep/field/>
18. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1993. El maíz en la nutrición humana (En línea). Roma, Italia. Consultado 18 de octubre de 2006. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/T0395500.html/>
19. Terfloth A. Composición Química de proteínas (en línea). Consultado 18 de octubre de 2006. Disponible en :
<http://www.monografias.com/trabajos10/compo/compo.html/>
20. Tucci J. Levadura de cerveza (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 20 de octubre de 2006. Disponible en:
<http://www.verdeynatural.com.ar>

GLOSARIO

GLOSARIO ⁽¹⁰⁾

- **Aminoácido esencial:** Para los seres humanos son aquellos que no se pueden sintetizar a partir de otros recursos de la dieta (el cuerpo humano no puede generarlos). Esto implica que la única fuente de estos aminoácidos en esos organismos es la ingesta directa a través de la dieta.
- **Aminoácido limitante:** Es el más deficiente de los aminoácidos esenciales de una proteína.
- **Aminoácido no esencial:** Son aquellos que pueden ser sintetizados en el cuerpo humano por los aminoácidos esenciales.
- **Análisis químico proximal:** En alimentos consiste en determinar el contenido nutricional de los mismos, lo que incluye: humedad, proteínas, lípidos, cenizas, extracto no nitrogenado, fibra cruda y calorías, con la alternativa de fibra dietaria, según AOAC.
- **Complejo B:** El término complejo B abarca todas las vitaminas hidrosolubles esenciales. Éstas son: tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), niacina (vitamina B3), ácido pantoténico (vitamina B5), piridóxina (vitamina B6), biotina, ácido fólico y las cobalaminas (vitamina B12).
- **Destilación:** La destilación es una técnica de laboratorio utilizada en la separación de sustancias miscibles. Consiste en hacer hervir una

mezcla, normalmente una disolución, y condensar después, por enfriamiento, los vapores que han producido.

- **Enriquecimiento:** Se define como el mejoramiento nutricional de alimentos ampliamente consumidos por medio del agregado de nutrientes tales como: vitaminas, minerales y aminoácidos (u otros suplementos proteicos), sin producir ningún cambio detectable en la apariencia, sabor y propiedades de estos alimentos.
- **Evaluación sensorial:** Es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto.
- **F.A.O:** Siglas correspondientes a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- **Fortificación:** Es el agregado de cantidades nutricionales de un nutriente que ya está presente en el alimento; no se añaden nutrientes nuevos, sino que se aumenta la concentración de los ya existentes.
- **Glutación:** El glutati3n es un trip3ptido constituido por tres amino3cidos: glicina, ciste3na y 3cido glut3mico.
- **M3todo Kjeldahl:** Es un m3todo de an3lisis qu3mico utilizado para la determinaci3n de prote3nas y el nitr3geno en una amplia gama de muestras.

- **Nixtamalización:** Es la cocción de los granos de maíz en cal, seguido por la remoción del pericarpio y su posterior molienda para hacer una masa.
- **O.M.S :** Siglas correspondientes a la Organización Mundial de la Salud.
- **P.E.R:** índice de eficiencia proteica, consiste en el método preferencial de evaluación de la calidad proteica.
- **Panojas de maíz:** De la planta de maíz es el conjunto de la tusa y la mazorca del maíz.
- **Pienso:** Porción de alimento seco que se da al ganado.
- **Preformulación:** Se define como el paso en el desarrollo de un medicamento , alimento o producto en el que se definen sus propiedades fisicoquímicas en relación a los excipientes y al proceso de fabricación y en donde puede llegar a modificarse cualquiera de estas variables para obtener resultados deseados
- **Proteína de referencia:** es una proteína teórica definida por la FAO con la composición adecuada para satisfacer correctamente las necesidades proteicas. Se han fijado distintas proteínas de referencia dependiendo de la edad, ya que las necesidades de aminoácidos esenciales son distintas.
- **Prueba hedónica (Prueba afectiva):** Se entiende también por prueba afectiva aquella en la que el juez catador expresa su reacción subjetiva

ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si lo prefiere a otro o no.

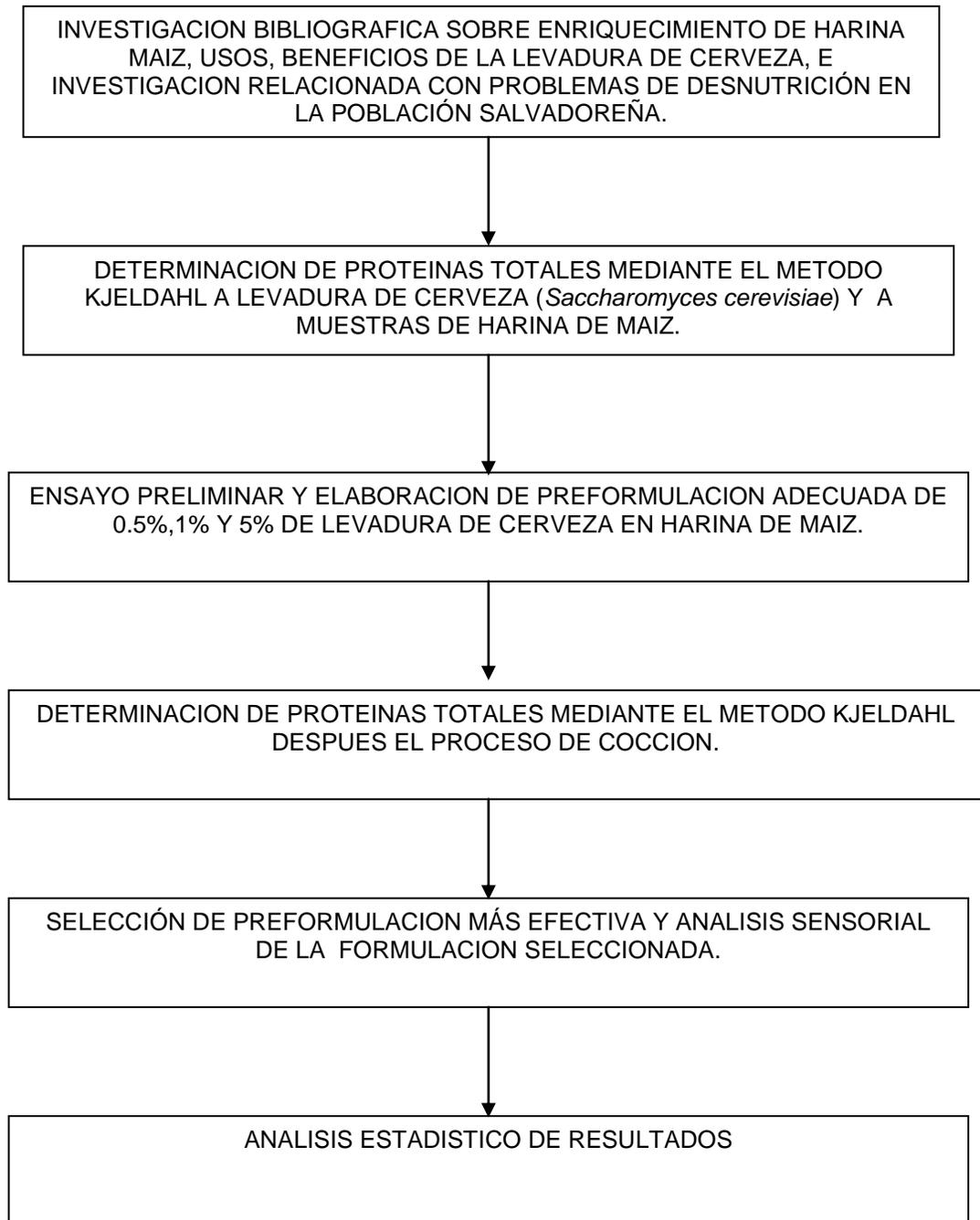
- **Radicales libres:** Son átomos por lo general de oxígeno, altamente reactivos e inestables, que se liberan cuando el alimento es metabolizado en las células del organismo para producir energía. También se producen por influencias externas cuando nuestro organismo recibe el impacto de diversos contaminantes o radiaciones.
- **Valor biológico de proteínas:** El valor biológico de una proteína se define como el tanto por ciento de proteínas absorbidas que son realmente retenidas por el animal.
- **Valor químico (puntuación química):** Se define como el cociente entre los miligramos del aminoácido limitante existentes por gramo de la proteína en cuestión y los miligramos del mismo aminoácido por gramo de una proteína de referencia.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo Nº 1

Esquema de Metodología experimental



Anexo N° 2

Cuadro N° 1: Requerimientos Diarios de Proteínas en humanos

Recomendaciones RDA				
Categoría	Edad (años) o condición	Peso	Ración dietética recomendada	
			(g/kg)	(g/día)
		(kg)		
<i>Lactantes</i>	0.0 – 0.5	6	2.2	13
	0.5 – 10	9	1.6	14
<i>Niños</i>	1 – 3	13	1.2	16
	4 – 6	20	1.1	24
	7 – 10	28	1.0	28
<i>Varones</i>	11 – 14	45	1.0	45
	15 – 18	66	0.9	59
	19 – 24	72	0.8	58
	25 – 50	79	0.8	63
	51 +	77	0.8	63
<i>Mujeres</i>	11 – 14	46	1.0	46
	15 – 18	55	0.8	44
	19 – 24	58	0.8	46
	25 – 50	63	0.8	50
	51 +	65	0.8	50
<i>Embarazo</i>	1 ^{er} trimestre		+ 1.3	+ 10
	2 ^o trimestre		+ 6.1	+ 10
	3 ^{er} trimestre		+ 10.7	+ 10
<i>Lactancia</i>	1 ^{er} semestre		+ 14.7	+ 15
	2 ^o semestre		+ 11.8	+ 12

RDA: Recomendaciones dietéticas permitidas. Un grupo de estándares nutricionales establecidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (19)

Anexo N° 3

Cuadro N° 2: Composición aproximada de aminoácidos de Levadura de cerveza en polvo, pescado y soja (expresado por 100 g de proteínas crudas)

Aminoácidos	Levadura	Pescado	Soja
Acido Glutámico	13.4	13.1	20.4
Asparagina	9.8	9.0	11.7
Lisina	8.2	9.2	6.1
Leucina	7.7	8.1	7.9
Alanita	6.7	6.6	4.5
Valina	5.7	5.4	4.9
Serina	5.4	4.5	6.4
Isoleucina	5.4	5.3	5.2
Arginina	5.2	6.2	7.5
Treonina	5.1	4.4	4.1
Fenilalanina	4.5	4.5	5.1
Prolina	3.9	4.2	5.6
Tirosina	3.8	3.6	3.0
Histidina	2.5	2.7	2.5
Metionina	1.9	2.9	1.3
Triptófano	1.3	1.0	1.5
Cistina	1.3	0.0	1.4

Fuente: (20)

Anexo N° 4

Cuadro N° 3: Composición química de concentrado de proteínas y extracto de levadura de cerveza* (g/100g)

	Concentrado de Proteína	Proteínas de pared celular	Extracto de levadura
Humedad	5.02±0.35 ^a	3.29±0.54 ^b	30.05±1.33
Proteína	71.40±1.20 ^a	72.31±0.86 ^a	36.04±0.37
Hidrato de carbono	15.31±0.75 ^a	19.02±0.32 ^b	8.81±0.39
Acidos nucleicos	3.00±0.31 ^a	0.29±0.35 ^a	13.93±1.03
Lípidos	4.10±0.13 ^a	4.10±0.31 ^b	0.10±0.09

Fuente: (20)

Cuadro N° 4: Contenido vitamínico en mg/Kg de materia seca en copos de levadura de cerveza

Vitaminas	
B1	300/500 mg
B2	40/60 mg
B5	80/160 mg
B6	20/30 mg
PP	200/300 mg
Colina	4000/5000 mg

Fuente: (20)

Anexo N° 5

Cuadro N° 5: Minerales en levadura de cerveza (en g./Kg. de materia seca en copos)

Minerales/Oligoelementos	g/Kg de materia seca en copos
Potasio	20,0 a 30,0 g
Sodio	0,2 a 0,4 g
Magnesio	1,0 a 2,0 g
Calcio	1,0 a 2,0 g
Fósforo	11,0 a 16,0 g
Hierro	30 ppm
Sílice	30 ppm
Selenio	0,1 ppm

Fuente: (20)

Anexo N° 6

Cuadro N° 6: Composición química de las partes del grano de maíz expresado en porcentaje (%)

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3.7	8.0	18.4
Extracto etéreo	1.0	0.8	33.2
Fibra cruda	86.7	2.7	8.8
Cenizas	0.8	0.3	10.5
Almidón	7.3	87.6	8.3
Azúcar	0.34	0.62	10.8

Fuente: (18)

Anexo N° 7

Cuadro N° 7: Contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas del germen y el endospermo del maíz

Aminoácido	Endospermo ^a		Germen ^b		Modelo
	mg %	Mg/g N	mg %	mg/g N	FAO/OMS
Triptófano	48	38	144	62	60
Treonina	315	249	622	268	250
Isoleucina	365	289	578	249	250
Leucina	1 024	810	1 030	444	440
Lisina	228	180	791	341	340
Total azufrados	249	197	362	156	220
Fenilalanina	359	284	483	208	380
Tirosina	483	382	343	148	380
Valina	403	319	789	340	310

^b2,32 por ciento de N

^a1,26 por ciento de N

Fuente: (18).

Anexo N° 8

Cuadro N° 8: Composición aproximada del maíz en bruto y de las tortillas de fabricación casera e industrial

Producto	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)	Fibra cruda (%)	Hidratos de carbón (%)	Calorías (por 100g)
Maíz							
Blanco	15.9	8.1	4.8	1.3	1.1	70.0	356
Amarillo	12.2	8.4	4.5	1.1	1.3	73.9	370
Lanco	13.8	8.3	-	1.2	-	-	-
Tortillas							
Blanco	47.8	5.4	1.0	0.8	0.7	44.5	204
Amarillo	47.8	5.6	1.3	0.8	0.6	44.4	212
Blanco	41.9	5.8	-	0.9	-	-	-
Industrial	40.5	5.8	0.9	1.1	1.4	50.3	226
Industrial	44.0	5.3	3.4	1.2	0.7	42.8	215
Industrial	45.2	5.2	3.1	1.4	1.1	41.1	206

Fuente: (18)

Anexo N° 9

Cuadro N° 9: Variaciones de los aminoácidos durante la cocción alcalina del maíz

Aminoácidos	Maíz	Tortilla	Maíz	Masa	Tortilla	MPC	Masa
Acido aspártico	6.2	6.2	7.2	6.9	5.8	8.4	8.4
Acido glutámico	20.3	19.0	18.8	19.5	18.9	15.4	15.7
Alanita	8.8	8.8	7.7	8.1	7.6	6.1	6.1
Arginina	5.1	4.2	5.4	4.6	5.5	8.3	7.9
Cisterna	-	-	2.0	1.7	1.9	2.5	2.2
Cistina	1.0	0.9	-	-	-	-	-
Fenilalanina	3.7	3.8	5.0	5.2	4.7	4.3	4.2
Glicina	4.8	4.8	4.0	4.3	3.5	4.7	4.6
Histidina	2.7	2.4	2.9	2.8	3.5	3.9	3.8
Isoleucina	4.2	4.5	3.7	3.8	3.5	3.4	3.3
Leucina	12.2	9.6	12.6	13.4	12.1	8.3	8.3
Lisina	3.0	2.9	3.0	2.7	2.9	5.1	5.2
Metionina	1.9	1.9	2.8	2.9	2.3	1.9	1.9
Prolina	11.0	10.1	9.2	10.7	8.7	7.0	7.6
Serina	4.5	4.2	5.0	5.0	4.7	4.4	4.5
Tirosina	3.8	3.8	4.5	4.6	4.4	3.8	3.7
Treonina	3.0	3.0	3.8	3.8	3.4	3.6	3.6
Triptófano	0.5	0.5	-	-	-	-	-
Valina	4.5	4.8	4.8	5.3	4.9	5.1	5.0

Fuente: (18)

Anexo N° 10

Cuadro N° 10: Niveles recomendados de concentrados de proteínas para mejorar la calidad proteínica del maíz tratado con fuentes de proteína

Fuente de proteínas	Nivel recomendado (%)	PER
Ninguna	-	1.00
Caseína	4.0	2.24
Concentrado de proteínas de pescado	2.5	2.44
Proteínas de soja aisladas	5.0	2.30
Harina de soja	8.0	2.25
Levadura tórula	2.5	1.97
Proteínas de huevo	3.0	2.24
Harina de carne	4.0	2.34
Harina de semillas de algodón	8.0	1.83

Fuente⁽¹⁶⁾

Anexo N° 11

Reactivos y materiales para determinación de proteínas totales por método Kjeldahl

Reactivos

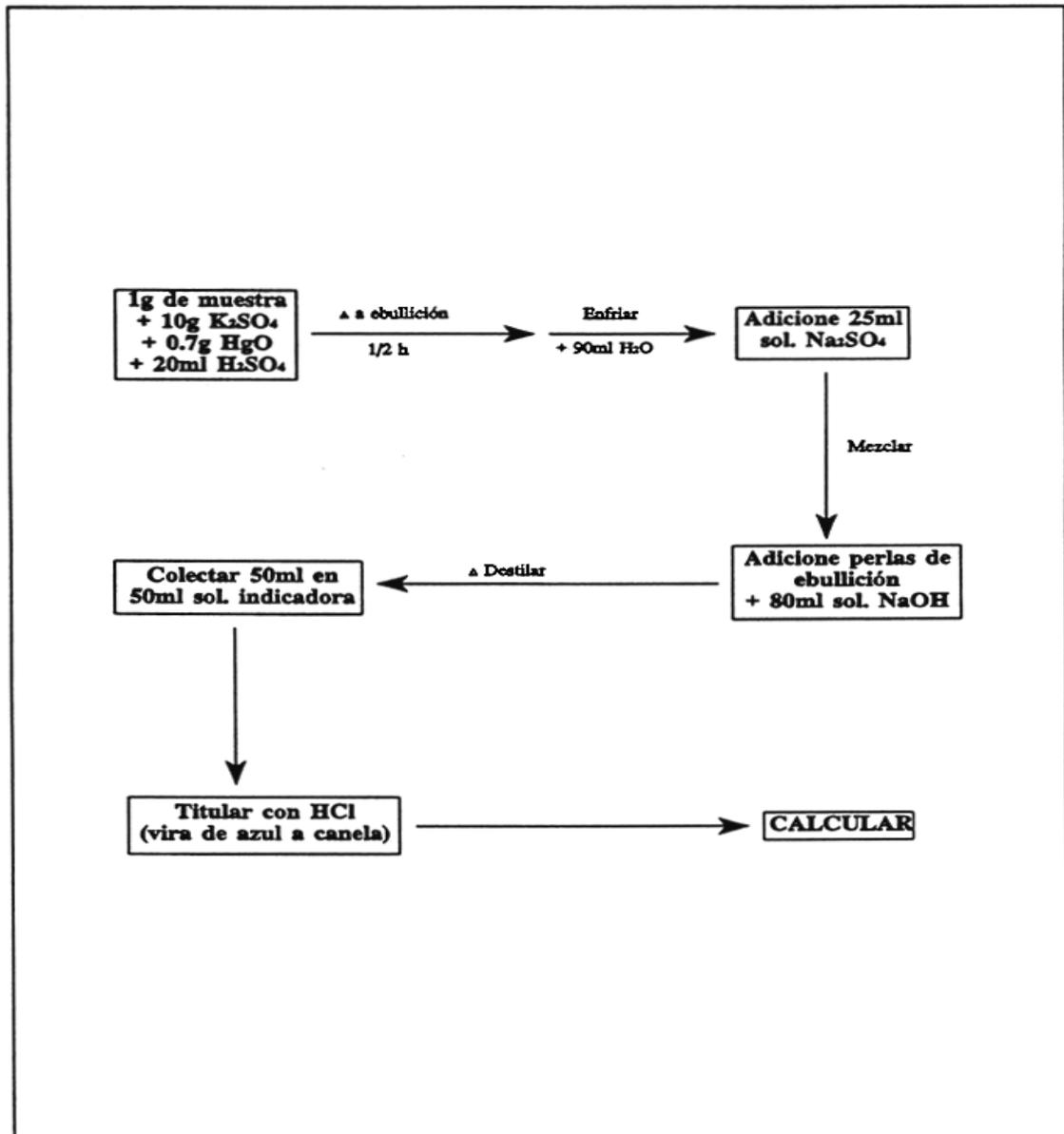
- Oxido de mercurio, grado reactivo.
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio anhidro, grado reactivo.
- Acido sulfúrico (98%), libre de Nitrógeno.
- Parafina.
- Solución de hidróxido de sodio al 40%; disolver 400 g de hidróxido de sodio en agua y diluir a 1.000 mL.
- Solución de sulfato de sodio al 4%.
- Solución indicadora de ácido bórico; agregue 5 mL de una solución con 0.1% de rojo de metilo y 0.2% de verde de bromocresol a un litro de solución saturada de ácido bórico.
- Solución estándar de ácido clorhídrico 0.1N.

Materiales y Equipo

- Unidad de digestión y destilación Kjeldahl.
- Matraces Kjeldahl de 500 mL.
- Matraces Erlenmeyer de 250 mL.
- Perlas de ebullición.

Anexo N° 12

Esquema de determinación de proteínas por método Kjeldahl.



Fuente: (17)

Anexo N° 13

Cálculos realizados en la determinación de proteínas y análisis estadístico.

Ejemplo de la determinación de proteínas totales por el método Kjeldahl en muestra N° 1 de harina de maíz “Maseca”.

N°	Volumen de ácido gastado en mL	Volumen total de la muestra	Peso Muestra (g)	Alícuota tomada (mL)	Normalidad de ácido sulfúrico
1	10.20 mL	50.00 mL	1.2223 g	15.00 mL	0.03 N
2	10.45 mL	50.00 mL	1.2223 g	15.00mL	0.03 N

Para Número 1:

$$\%N = \frac{10.20mL \times 0.03N \times 1.4007 \times 50.00mL}{1.2223g \times 15.00mL} = 1.17\%$$

$$\%Proteína \text{ total} = 1.17\% \times 6.25 = 7.31\%$$

Para Número 2:

$$\%N = \frac{10.45mL \times 0.03N \times 1.4007 \times 50.00mL}{1.2223g \times 15.00mL} = 1.20\%$$

$$\%Proteína \text{ total} = 1.20\% \times 6.25 = 7.50\%$$

Cálculo de la prueba t para diferencia de dos medias para las muestras de harina “Del Comal” y “Maseca”.

1. Cálculo de la media y varianza para las muestras

Para muestras Del Comal:

Para muestras de Maseca:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{29.20}{4} = 7.31$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{29.62}{4} = 7.41$$

$$S_1^2 = \frac{\sum X^2}{n} - \left(\frac{\sum X}{n} \right)^2$$

$$S_2^2 = \frac{\sum X^2}{n} - \left(\frac{\sum X}{n} \right)^2$$

$$S_1^2 = \frac{213.33}{4} - \left(\frac{29.20}{4} \right)^2 = 0.0425$$

$$S_2^2 = \frac{219.40}{4} - \left(\frac{29.62}{4} \right)^2 = 0.0160$$

2. Fórmula de prueba t para diferencia de dos medias

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \times \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (1)$$

Sustituyendo :

$$t = \frac{7.31 - 7.41}{\sqrt{\frac{4(0.0425) + 4(0.0160)}{4 + 4 - 2} \times \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} \right)}} = -0.716$$

Resultados de análisis realizados a preformulación N° 2 y cálculos estadísticos

Porcentaje de proteínas antes de cocimiento (A)	Porcentaje de proteínas después de cocimiento (B)	Diferencia (d) (A - B)	$(d_i - \bar{X}_d)^2$
8.56%	7.94%	0.62	0.0009
7.87%	7.81%	0.06	0.3481
8.06%	7.77%	0.29	0.1296
9.44%	7.81%	1.63	0.9604
TOTAL		$\Sigma = 2.60$	$\Sigma = 1.44$
		$\bar{X}_d = 0.65$	$S_d = 0.69$

Sustituyendo:

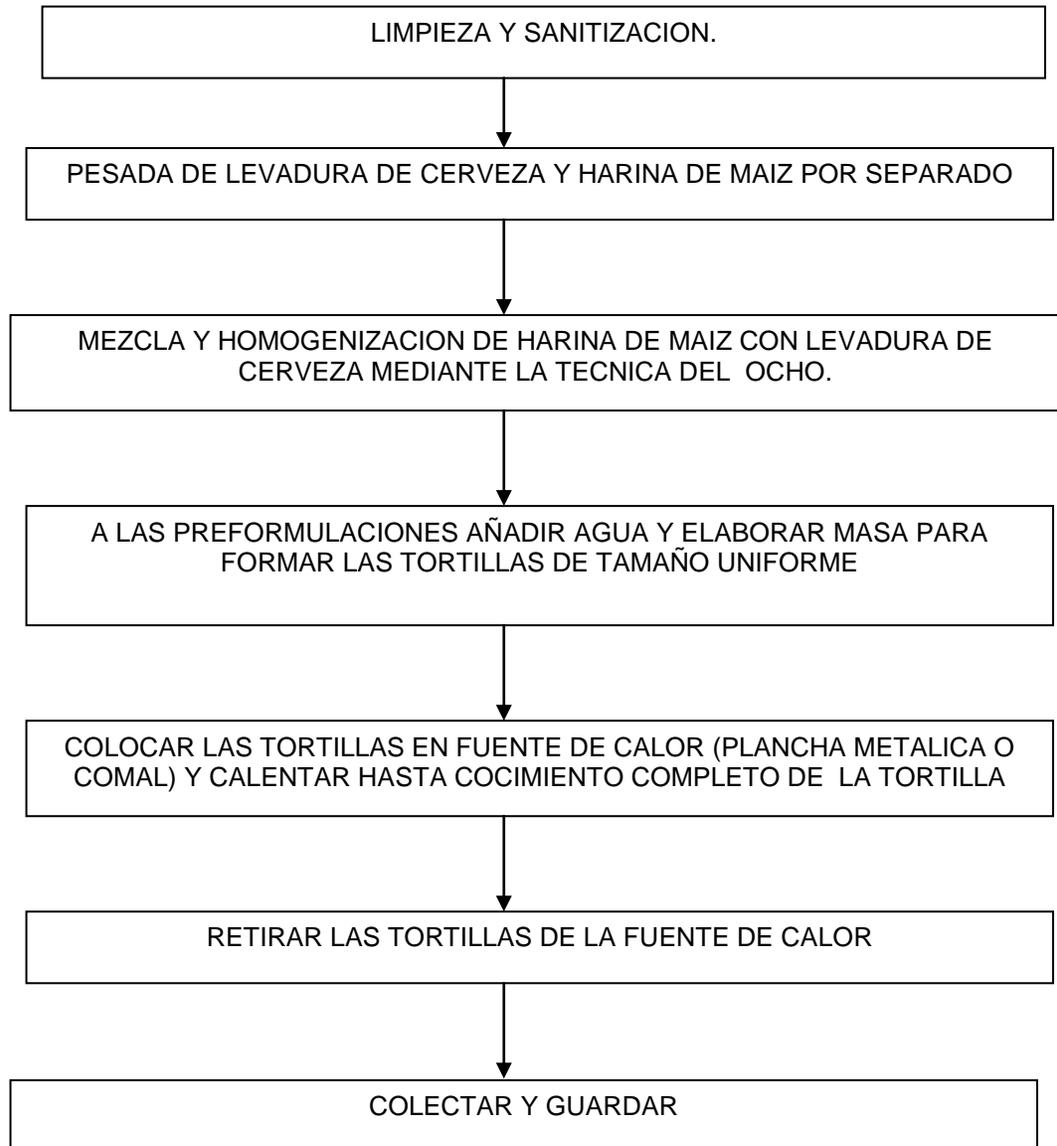
$$\bar{X}_d = \frac{1}{4}(2.60) = 0.65$$

$$S_d = \sqrt{\frac{(1.44)}{3}} = 0.69$$

$$t = \frac{0.65}{0.69/\sqrt{4}} = 1.88$$

Anexo N° 14

Esquema de preparación de preformulaciones de harina de maíz con levadura de cerveza y de tortillas enriquecidas



Anexo N° 16

Secuencia fotográfica de preparación de preformulaciones de harina y tortillas enriquecidas con levadura de cerveza



1. Limpieza y sanitización

Pesada de harina e maíz



2. Pesada de levadura de cerveza



3. Mezcla y homogenización de harina de
maíz con levadura de cerveza.



4. Preformulaciones pesadas



5. Tomar porciones de la masa



6. Formar las tortillas de tamaño uniforme.



7. Colocar las tortillas en fuente de calor (plancha metálica) e iniciar proceso de cocción.



8. Calentar hasta cocimiento completo de la tortilla.



8. Retirar la tortilla de la fuente de calor.

9. Colectar y guardar

Anexo N° 17

Determinación del tamaño de muestra para estimar la proporción de personas que prueban tortillas enriquecidas con levadura de cerveza

Fórmula:
$$n = \frac{NZ^2 pq}{d^2 (N-1) + Z^2 pq}$$

Donde: n = Tamaño de muestra

N = Tamaño de la población (207)

Z = Nivel de confianza (al 95%)

p = Variabilidad positiva

q = Variabilidad negativa

d = Precisión o el error (10%)

$$n = \frac{207(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.1)^2(206) + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 66$$

Esto quiere decir que el tamaño de la muestra es de 66 personas

Fuente: (1)

Anexo N° 18

Instructivo para llenado de cuestionarios de análisis sensorial

1. Animar a los participantes en la actividad.

- Dar la bienvenida a los participantes.
- Acomodar a cada participante en su respectivo lugar.

2. Explicar a los participantes acerca de la actividad.

- Dar una explicación detallada del motivo de la reunión.
- Presentar un cuestionario y dar las instrucciones para que lo puedan llenar.
- Dibujar en el pizarrón las caritas que aparecen en el cuestionario e indicar lo que significa cada una de ellas y cómo deben de marcar según sea su preferencia.

3. Instruir oralmente sobre los cuestionarios.

- Los formularios consisten en dos hojas en las cuales aparece un cuadro con las características organolépticas. Indicar a los participantes que deben marcar una de las casillas de cada opción. En la otra hoja aparecen tres caritas con diferentes gestos, aquí deberán marcar la carita que representa un gesto de enojo si la tortilla no les gustó, la carita que representa un gesto serio si les es indiferente y la carita sonriente si les gustó la tortilla.

4. Presentar las mezclas.

- Presentar cada una de las muestras en platos desechables. Acompañar cada tortilla con dos cucharadas de frijol cocido y un pedazo de queso fresco. Estos serán previamente preparados por los investigadores unos minutos antes de efectuar la prueba.
- En el intervalo de cada prueba se pasará un vaso de agua purificada y una galleta tipo soda.
- Dar cada una de las pruebas acompañada de un cuestionario.
- Proporcionar un lápiz a cada uno de los participantes.

NOTA:

Se mantendrá en secreto el contenido de las tortillas. Se les ayudó a resolver dudas según ellos lo solicitaron.

Anexo N° 19

Cuestionario de características organolépticas



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



TRABAJO DE GRADUACION:
“DETERMINACION DE PROTEINAS EN HARINA DE
MAIZ ENRIQUECIDA CON *Saccharomyces cerevisiae* (Levadura de
cerveza)”

CUESTIONARIO DE CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

Objetivo: Evaluar propiedades organolépticas y grado de aceptación de tortilla de harina de maíz enriquecida con levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Indicaciones: Por favor llenar en los espacios vacíos con una X o con la información que se le pide a continuación.

Datos Personales

Edad Sexo M F Ocupación

Preparación : _____

Características organolépticas	Opciones		
Olor	Agradable ()	Desagradable ()	Indiferente ()
Color	Agradable ()	Desagradable ()	Indiferente ()
Sabor	Agradable ()	Desagradable ()	Indiferente ()
Textura	Suave ()	Dura ()	Normal ()
Apariencia general	Buena ()	Mala ()	Normal ()

Observaciones:

Anexo N° 20

Formulario para Evaluación de Aceptabilidad

EVALUACION DE ACEPTABILIDAD

FECHA: _____ OCUPACION: _____

	NO ME GUSTA
	INDIFERENTE (NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA)
	ME GUSTA

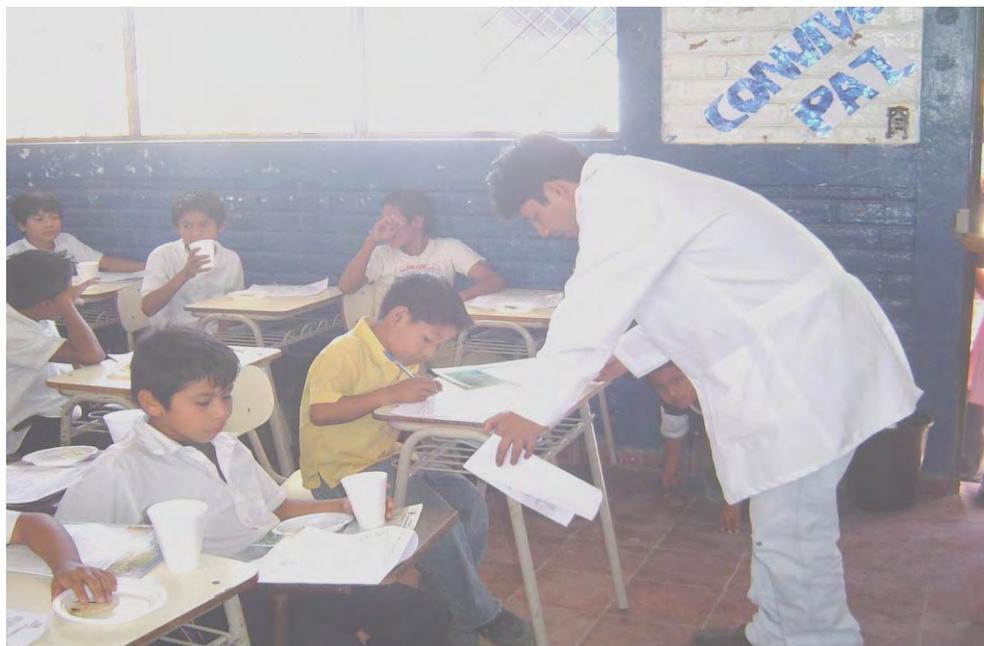
Fuente: (2)

Anexo N° 21

Fotografías de análisis sensorial realizado en el presente estudio



Entrada de Centro Escolar Cantón "Los Pajales", Panchimalco.



Llenado de cuestionarios de evaluación sensorial por alumnos y pobladores



Alumnos del Centro Escolar que participaron en evaluación sensorial

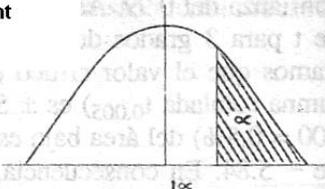


Se asistió a todos los participantes del estudio en el llenado de cuestionario

Anexo N° 22

Tabla de distribución t de Student

**Tabla de distribución t de Student
con v grados de libertad**



v	t _{.45}	t _{.40}	t _{.30}	t _{.25}	t _{.20}	t _{.10}	t _{.05}	t _{.025}	t _{.01}	t _{.005}
1	.158	.325	.727	1.000	1.376	3.08	6.31	12.71	31.82	63.66
2	.142	.289	.617	.816	1.061	1.89	2.92	4.30	6.96	9.92
3	.137	.277	.584	.765	.978	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84
4	.134	.271	.569	.741	.941	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60
5	.132	.267	.559	.727	.920	1.48	2.02	2.57	3.36	4.03
6	.131	.265	.553	.718	.906	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71
7	.130	.263	.549	.711	.896	1.42	1.90	2.36	3.00	3.50
8	.130	.262	.546	.706	.889	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36
9	.129	.261	.543	.703	.883	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25
10	.129	.260	.542	.700	.879	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17
11	.129	.260	.540	.697	.876	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11
12	.128	.259	.539	.695	.873	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06
13	.128	.259	.538	.694	.870	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01
14	.128	.258	.537	.692	.868	1.34	1.76	2.14	2.62	2.98
15	.128	.258	.536	.691	.866	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95
16	.128	.258	.535	.690	.865	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92
17	.128	.257	.534	.689	.863	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90
18	.127	.257	.534	.688	.862	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88
19	.127	.257	.533	.688	.861	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86
20	.127	.257	.533	.687	.860	1.32	1.72	2.09	2.53	2.84
21	.127	.257	.532	.686	.859	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83
22	.127	.256	.532	.686	.858	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82
23	.127	.256	.532	.685	.858	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81
24	.127	.256	.531	.685	.857	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80
25	.127	.256	.531	.684	.856	1.32	1.71	2.06	2.48	2.79
26	.127	.256	.531	.684	.856	1.32	1.71	2.06	2.48	2.78
27	.127	.256	.531	.684	.855	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77
28	.127	.256	.530	.683	.855	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76
29	.127	.256	.530	.683	.854	1.31	1.70	2.04	2.46	2.76
30	.127	.256	.530	.683	.854	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75
40	.126	.255	.529	.681	.851	1.30	1.68	2.02	2.42	2.70
60	.126	.254	.527	.679	.848	1.30	1.67	2.00	2.39	2.66
120	.126	.254	.526	.677	.845	1.29	1.66	1.98	2.36	2.62
∞	.126	.253	.524	.674	.842	1.28	1.845	1.06	2.33	2.58

Fuente: (8)

Anexo N° 23

Resultados de análisis de proteínas en muestras de harina de maíz y levadura de cerveza



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS

SECCIÓN ESPECIALES



INFORME No. : EC-8

PROPIETARIO: Edwin Ernesto Ramírez Godoy
DIRECCIÓN: 12 Av. Nte. , 15 Calle poniente A, # 6-3, Col. Las Palmeras, Santa Tecla
TELÉFONO: 2229-2262

FECHAS	
RECEPCIÓN:	19/01/07
ANÁLISIS:	23/01/07
EMISIÓN:	02/02/07

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS DE ESPECIALES

TIPO DE ANÁLISIS	EC-33	EC-34	EC-35
	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA
	Harina de Maíz, marca "MASECA"	Harina de Maíz, marca "del COMAL"	Levadura de Cerveza Sacharomyces cerevisiae, marca "Saf-instan"
NITRÓGENO TOTAL	1.18% ✓	1.14%	7.15%

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

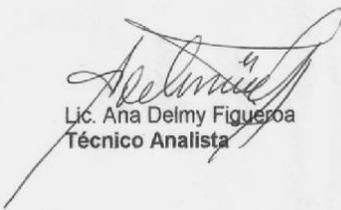
32.1.22 Proteína en Harina

REFERENCIA A.O.A.C 12.1.07

DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL, MÉTODO CATÁLISIS DE COBRE,
ADAPTACIÓN MICRO-KJELDAHL


Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos




Lic. Ana Delmy Figueroa
Técnico Analista

El Café es Vida

Avenida Manuel Gallardo, y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, la libertad, El Salvador, C.A.
PBX: (503)2288-3088, FAX(503) 2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, <http://www.procafe.com.sv>



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS

SECCIÓN DE ESPECIALES



INFORME No. : 19

PROPIETARIO: Ernesto René Chacón
 DIRECCION: 12 Av. Nte. Y Calle Pte. "A" # C-3 Col. Las Palmeras, Santa Tecla
 TELEFONO: 22292262

FECHAS	
RECEPCIÓN:	06/02/07
ANÁLISIS:	06/02/07
EMISIÓN:	20/02/06

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS ESPECIALES.

TIPO DE ANALISIS	EC-63
	TIPO DE MUESTRA
	Harina de Maíz "DEL COMAL"
NITRÓGENO TOTAL	1.19%

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

NOTA.: Datos en Base Seca.

REFERENCIA

32.1.22 Proteína en Harina

REFERENCIA A.O.A.C 16Th Edition, 4th rev., 1998

Determinación de nitrógeno Total: Método de Catálisis de Cobre. Adaptación

Micro-Kjeldahl


 Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
 Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos




 Lic. Ana Delmy Figueroa
 Técnico Analista

Anexo N° 24

Resultados de análisis de proteínas en muestras de harina de maíz enriquecida con levadura de cerveza

	FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ		
	LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS		
PROCAFE	SECCIÓN DE ESPECIALES		PROCAFE

INFORME No. : 33

PROPIETARIO:	<u>Ernesto René Chacón</u>	FECHAS	
DIRECCION:	<u>12 Av. Nte. Y Calle Pte. "A" # C-3 Col. Las Palmeras, Santa Tecla</u>	RECEPCIÓN:	<u>12/03/07</u>
TELEFONO:	<u>22292262</u>	ANÁLISIS:	<u>19/03/07</u>
		EMISIÓN:	<u>29/03/07</u>

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS ESPECIALES.

TIPO DE ANALISIS	EC-92	EC-93	EC-94
	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA
	(1)Harina de Maíz "Maseca" + Levadura de cerveza 0.5%	(1)Harina de Maíz "Maseca" + Levadura de cerveza 1.0%	(1)Harina de Maíz "Maseca" + Levadura de cerveza 5.0%
NITRÓGENO TOTAL	1.32%	1.34%	1.78%

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

NOTA.: Datos en Base Seca.

REFERENCIA

32.1.22 Proteína en Harina

REFERENCIA A.O.A.C 16Th Edition, 4th rev., 1998

Determinación de nitrógeno Total: Método de Catálisis de Cobre. Adaptación Micro-Kjeldahl

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos		Lic. Ana Delmy Figueroa Técnico Analista

El Café es vida
Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A.
PBX (503)2288-3088, Fax (503)2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, www.procafe.com.sv

1/2



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS

SECCIÓN DE ESPECIALES



INFORME No. : 33

PROPIETARIO: Ernesto René Chacón
 DIRECCION: 12 Av. Nte. Y Calle Pte. "A" # C-3 Col. Las Palmeras, Santa Tecla
 TELEFONO: 22292262

FECHAS	
RECEPCIÓN:	12/03/07
ANÁLISIS:	19/03/07
EMISIÓN:	29/03/07

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS ESPECIALES.

TIPO DE ANALISIS	EC-95	EC-96	EC-97
	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA
	(2)Harina de Maíz "Maseca" + Levadura de cerveza 0.5%	(2)Harina de Maíz "Maseca" + Levadura de cerveza 1.0%	(2)Harina de Maíz "Maseca" + Levadura de cerveza 5.0%
NITRÓGENO TOTAL	1.40%	1.37%	1.38%

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

NOTA.: Datos en Base Seca.

REFERENCIA

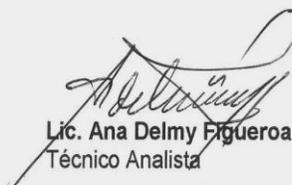
32.1.22 Proteína en Harina

REFERENCIA A.O.A.C 16Th Edition, 4th rev., 1998

Determinación de nitrógeno Total: Método de Catálisis de Cobre. Adaptación Micro-Kjeldahl


 Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
 Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos




 Lic. Ana Delmy Figueroa
 Técnico Analista

Anexo N° 25

Resultados de análisis de proteínas en muestras de tortillas de harina de maíz enriquecida con levadura de cerveza



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS

SECCIÓN DE ESPECIALES



INFORME No. : 19

PROPIETARIO: Ernesto René Chacón
 DIRECCION: 12 Av. Nte. Y Calle Pte. "A" # C-3 Col. Las Palmeras, Santa Tecla
 TELEFONO: 22292262

FECHAS	
RECEPCIÓN:	06/02/07
ANÁLISIS:	06/02/07
EMISIÓN:	20/02/06

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS ESPECIALES.

TIPO DE ANALISIS	EC-54	EC-55	EC-56
	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA
	Tortilla de Harina de Maíz "MASECA" sin enriquecer (1)	Tortilla de Harina de Maíz "MASECA" sin enriquecer (2)	Harina de Maíz "MASECA"
NITRÓGENO TOTAL	1.18%	1.18%	1.18% ✓

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

NOTA.: Datos en Base Seca.

REFERENCIA

32.1.22 Proteína en Harina

REFERENCIA A.O.A.C 16Th Edition, 4th rev., 1998

Determinación de nitrógeno Total: Método de Catálisis de Cobre. Adaptación

Micro-Kjeldahl


 Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
 Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos




 Lic. Ana Delmy Figueroa
 Técnico Analista

El Café es vida
 Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A.
 PBX (503)2288-3088, Fax (503)2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, www.procafe.com.sv



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS

SECCIÓN DE ESPECIALES



INFORME No. : 19

PROPIETARIO: Ernesto René Chacón
 DIRECCION: 12 Av. Nte. Y Calle Pte. "A" # C-3 Col. Las Palmeras, Santa Tecla
 TELEFONO: 22292262

FECHAS	
RECEPCIÓN:	06/02/07
ANÁLISIS:	06/02/07
EMISIÓN:	20/02/06

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS ESPECIALES.

TIPO DE ANALISIS	EC-57	EC-58	EC-59
	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA
	Tortilla de Harina de Maíz "MASECA" + 1% levadura de cerveza (2)	Tortilla de Harina de Maíz "MASECA" + 0.5% levadura de cerveza (1)	Tortilla de Harina de Maíz "MASECA" + 0.5% levadura de cerveza (2)
NITRÓGENO TOTAL	1.32%	1.26%	1.24%

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

NOTA.: Datos en Base Seca.

REFERENCIA

32.1.22 *Proteína en Harina*

REFERENCIA A.O.A.C 16Th Edition, 4th rev., 1998

Determinación de nitrógeno Total: Método de Catálisis de Cobre. Adaptación

Micro-Kjeldahl



Lic. *Reina Elizabeth Funes de Cruz*
 Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos

Lic. *Ana Delmy Figueroa*
 Técnico Analista

El Café es vida

Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A.
 PBX (503)2288-3088, Fax (503)2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, www.procafe.com.sv



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS
SECCIÓN DE ESPECIALES



INFORME No. : 19

PROPIETARIO: Ernesto René Chacón
DIRECCION: 12 Av. Nte. Y Calle Pte. "A" # C-3 Col. Las Palmeras, Santa Tecla
TELEFONO: 22292262

FECHAS	
RECEPCIÓN:	06/02/07
ANÁLISIS:	06/02/07
EMISIÓN:	20/02/06

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS ESPECIALES.

TIPO DE ANALISIS	EC-60	EC-61	EC-62
	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA
	Tortilla de Harina de Maíz "MASECA" + 5% levadura de cerveza (1)	Tortilla de Harina de Maíz "MASECA" + 5% levadura de cerveza (2)	Tortilla de Harina de Maíz "MASECA" + 1% levadura de cerveza (1)
NITRÓGENO TOTAL	1.40%	1.40%	1.32%

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

NOTA: Datos en Base Seca.

REFERENCIA

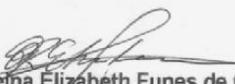
32.1.22 Proteína en Harina

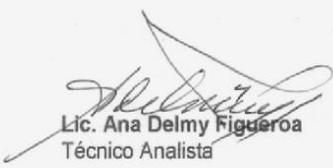
REFERENCIA A.O.A.C 16Th Edition, 4th rev., 1998

Determinación de nitrógeno Total: Método de Catálisis de Cobre. Adaptación

Micro-Kjeldahl




Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos


Lic. Ana Delmy Figueroa
Técnico Analista

El Café es vida
Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A.
PBX (503)2288-3088, Fax (503)2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, www.procafe.com.sv

3/4