



Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

TESIS:

**“VERIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN
DE HIERRO EN LA HARINA DE TRIGO FORTIFICADA.”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

QUIMICO FARMACEUTICO

BACHILLER: HUAYHUAS CCACCYA RENE

ASESOR: SEDANO INGA LISLY

LIMA – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza para seguir a pesar de todos los obstáculos que se presentaron durante la realización de mi trabajo.

A mis padres por su apoyo moral y ser mi gran motivo de fuerza y constante inspiración.

AGRADECIMIENTO

A la universidad Alas Peruanas por su apoyo en la realización de la investigación, a mi asesor Lisly Sedano quien me guio durante el proceso de la realización de mi trabajo.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Cuadros.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Gráficos.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	xiii

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	15
1.2 Problemas de investigación.....	15
1.2.1 Problema General.....	15
1.2.2 Problemas Específicos.....	15
1.3 Objetivos de la Investigación.....	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 Justificación, importancia y limitaciones de la investigación...	17
1.4.1 Justificación.....	17
1.4.2 Importancia.....	17
1.4.3 Limitaciones de la investigación.....	18

CAPITULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACION

2.1 Hipótesis de la Investigación.....	19
2.2 Variables de la investigación.....	19
2.2.1 Identificación y clasificación de las variables.....	19

2.2.2 Operacionalización de las variables.....	20
--	----

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la Investigación.....	21
3.1.1 Antecedentes Nacionales.....	21
3.1.2 Antecedentes Internacionales.....	23
3.2 Bases Teóricas.....	24
3.2.1 Trigo.....	24
3.2.2.1 Generalidades.....	24
3.2.2.2 Clasificación.....	27
3.2.2.3 Composición.....	29
3.2.2 Harina de trigo.....	29
3.2.2.1 Definición.....	29
3.2.2.2 Composición.....	30
3.2.2.3 Clasificación de la harina de trigo	35
3.2.2.4 Tipos de harina en el Perú.....	36
3.2.2.5 Parámetros fisicoquímicos.....	37
3.2.3 Hierro.....	38
3.2.3.1 Hierro hemo.....	39
3.2.3.2 Hierro no hemo.....	39
3.2.4 Fortificación de alimentos.....	40
3.2.4.1 Alimentos fortificados.....	40
3.2.5 Fortificación de harina de trigo.....	42
3.2.5.1 Compuestos de hierro.....	43
3.2.6 Normativa peruana.....	45
3.2.7 Espectroscopia de absorción atómica.....	47
3.3 Definición de términos.....	51

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y Nivel de la Investigación.....	53
4.1.1 Tipo de investigación.....	53
4.1.2 Nivel de investigación	53
4.2 Método y diseño de la investigación.....	54

4.2.1	Método de investigación.....	54
4.2.2	Diseño de investigación.....	54
4.3	Población y muestra de la investigación.....	54
4.3.1	Población.....	54
4.3.2	Muestra.....	54
4.4	Técnicas e instrumentos de investigación.....	54
4.4.1	Técnicas.....	54
4.4.2	Instrumentos.....	55
4.5	Procedimiento y recolección de datos.....	55
4.5.1	Recolección de datos.....	55
4.5.2	Procedimiento realizado para la determinación de Hierro.....	55
4.5.3	Preparación de curva de calibración.....	57
4.5.4	Análisis de muestra y condiciones ambientales.....	57
4.5.4.1	Condiciones del instrumentos.....	57
4.5.4.2	Cuantificación de hierro en harina de trigo fortificada.....	57
4.5.4.3	Calculo de los resultados.....	58

CAPITULO V: PRESENTACION, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5.1	Análisis de tablas y gráficos.....	59
5.2	Discusión de resultados.....	70

CONCLUSIONES.....	71
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	71
-----------------------------	-----------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
--	-----------

ANEXOS.....	77
--------------------	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Variable de la investigación.....	19
Tabla N° 2: Operacionalización de la variable.....	20
Tabla N° 3: Composición química de la harina de trigo.....	30
Tabla N° 4: Requisitos para la evaluación de los resultados de los análisis fisicoquímicos.....	38
Tabla N° 5: Concentración de micronutrientes	46
Tabla N° 6: Nombres químicos de los micronutrientes.....	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Variedades del grano de trigo en el Perú.....	28
Cuadro N° 2: Aporte nutricional de la harina de trigo.....	34
Cuadro N° 3: Características organolépticas de la harina de trigo fortificada.....	56
Cuadro N° 4: Resultados de análisis de hierro en las harinas de trigo fortificadas expendidos en supermercados.	64
Cuadro N° 5: Resultados del análisis de hierro en las harinas de trigo fortificada expendidos en mercados mayoristas	67
Cuadro N° 6: Resultados de las muestras para el análisis estadístico.....	84
Cuadro N° 7: Datos estadísticos.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Esquema del grano de trigo corte longitudinal.....	26
Figura N° 2: Estructura de la amilosa.....	31
Figura N° 3: Estructura de la amilopectina.....	32
Figura N° 4: Estructura de las proteínas de reserva del grano de trigo.....	33
Figura N° 5: Esquema de un espectrofotómetro de absorción atómica.....	48
Figura N° 6: Preparación de disoluciones patrón de Hierro.....	49
Figura N° 7: Equipo de Absorción Atómica.....	50

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfica N° 1: Consumo de alimentos por los niños menores de 5 años de edad a nivel nacional.....	42
Gráfico N° 2: Curva de calibración para las muestras 1-5.....	60
Gráfico N° 3: Curva de calibración para las muestras 6-10.....	60
Gráfico N° 4: Curva de calibración para las muestras 1-5.....	61
Gráfico N° 5: Curva de calibración para las muestras 6-10.	62
Gráfica N° 6: Porcentaje de cumplimiento de la fortificación con hierro en harinas de trigo de venta en supermercados.....	63
Gráfica N° 7: Concentración de hierro en muestras de harina de trigo de venta en supermercados	65
Gráfica N° 8: Porcentaje de cumplimiento de la fortificación con hierro en harinas de trigo de venta en mercados mayoristas.....	66
Gráfica N° 9: Concentración de hierro en muestras de harina de trigo de venta en mercados mayoristas	68

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar si los niveles de concentración de hierro en la harina de trigo fortificada de diferentes marcas expandidas en los mercados mayoristas y supermercados de Lima metropolitana, se encontrarían dentro de los límites establecidos por la Ley peruana N° 28314 la cual especifica que toda harina debe de ser fortificada con mayor o igual a 55 mg/Kg de hierro.

Las muestras fueron elegidas aleatoriamente de diferentes puntos de venta, haciendo un total de 20 unidades de los cuales 10 se obtuvieron de los mercados mayoristas y los otros 10 en supermercados, para lo cual se utilizó el método de la Asociación Americana de Química Clínica (AACC) 40-70, aplicando la técnica de espectroscopia de absorción atómica en llama para la cuantificación de hierro, previamente se realizaron curvas de calibración con patrones de 0.5, 1, 2, 3 ppm de hierro.

Posteriormente por cada cinco muestras se realizan nuevas curvas dando resultados satisfactorios en el análisis. Concluyendo que el 70% que representan 7 marcas de harinas de trigo de venta en mercados mayoristas no cumplen con el límite establecido por la ley, a diferencia de los que se expenden en supermercados los cuales cumplen con la Ley peruana N° 28314 en su totalidad.

Palabras claves: Harina de trigo, hierro, Método AACC.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the objective of evaluating if the levels of iron concentration in the fortified wheat flour of different brands sold in the wholesale markets and supermarkets of metropolitan Lima, would be within the limits established by the Peruvian Law N° 28314 which specifies that all flour must be fortified with greater than or equal to 55 mg/kg of iron.

The samples were chosen randomly from different points of sale, making a total of 20 units of which 10 were obtained from the wholesale markets and the other 10 in supermarkets, for which the method of the American Association of Clinical Chemistry (AACC) was used.) 40-70, applying the technique of flame atomic absorption spectroscopy for the quantification of iron, previously calibration curves were made with patterns of 0.5, 1, 2, 3 ppm of iron.

Later for each five samples new curves are made giving satisfactory results in the analysis. Concluding that the 70% represented by 7 brands of wheat flour sold in wholesale markets do not meet the limit established by law, unlike those sold in supermarkets which comply with Peruvian Law No. 28314 in its entirety .

Keywords: Wheat flour, iron, AACC method.

INTRODUCCIÓN

El trigo es el cereal de mayor consumo a nivel mundial, su procesamiento a harina de trigo permite la elaboración de diferentes tipos de productos de consumo humano, tales como: panes, galletas, fideos, etc. Convirtiéndolo en el alimento ideal para suministrar micronutrientes y de esta manera contribuir con la mejora del estado nutricional de la población. (1)

En el Perú se creó la Ley Peruana N° 28314 quien se encarga de promover la fortificación de harinas de trigo con micronutrientes, estableciendo parámetros que se deben ejecutar respecto a las cantidades de hierro, ácido fólico y vitaminas. Conjuntamente con el Instituto Nacional de Salud, entidad que se encarga de verificar y controlar que en las diversas empresas donde se expenden harinas de trigo fortificada cumplan con los parámetros establecidos (2). No obstante debido al descuido de las autoridades no se está cumpliendo con las especificaciones de la norma, siendo insuficiente las verificaciones anuales, ya que muchas de las cuales son determinaciones cualitativas y no cuantitativas, es decir detallan la presencia del micronutriente pero no la valoran. Por tanto, el control de calidad en las diversas empresas que realizan la fortificación de harinas de trigo con hierro debe de ser riguroso y permanente para demostrar que las harinas de venta al público en los mercados mayoristas y establecimientos comerciales, cumplan con los requisitos establecidos asegurando un alimento fortificado que permita mejorar la salud nutricional.

Es por ello que el objetivo del presente estudio es verificar la concentración de hierro en harinas fortificadas de trigo que se expenden a granel y de marca en los establecimientos comerciales de Lima metropolitana y constatar si se encuentra dentro de lo establecido por la ley peruana N° 28314.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Desde la última década se ha incrementado el problema de la mala nutrición y anemia en la población mundial, hecho que va en aumento a medida que pasan los años, ya que las medidas que se han tomado no logran lidiar con ello. Es por ello que en la actualidad, se están poniendo en marcha programas en todo el mundo para luchar contra la anemia y diversas enfermedades que surgen por la deficiencia de los micronutrientes, caso del hierro, ácido fólico, entre otros. Estos programas se centran en el consumo de cultivos de alimentos básicos ricos en micronutrientes cuya carencia, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es responsable de la mayoría de los casos de mala nutrición. (1)

En el Perú uno de los alimentos con mayor demanda es la harina de trigo el cual gracias a la aprobación de la Ley Peruana N° 28314

dispone de su fortificación con micronutrientes, donde el hierro representa el nutriente más resaltante al establecer un aumento de 30 a 55 miligramos de sulfato o fumarato ferroso por kilogramo de harina de trigo con el fin de disminuir los problemas de anemia y otros desordenes de la alimentación.(2) Exigiendo así su cumplimiento en las diferentes empresas productoras de harina de trigo fortificada para la venta en los mercados mayoristas y establecimientos comerciales, los cuales se expenden al público en general para la elaboración de los diferentes productos de panadería, de tal manera que en este proceso de distribución las harinas deben de ser evaluados exhaustivamente para confirmar si se encuentran dentro de los valores establecidos por la ley.

1.2 Problemas de investigación

1.2.1 Problema General

- ¿Los niveles de concentración de Hierro en la Harina de trigo fortificada de diferentes marcas expendidas en los mercados mayoristas y supermercados se encuentran dentro de los límites de la Ley Peruana N° 28314?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuáles serán las concentraciones de hierro en la harina de trigo fortificada de diferentes marcas expendidas en los mercados mayoristas de lima metropolitana?
- ¿Cuáles serán las concentraciones de hierro en la harina de trigo fortificada de diferentes marcas expendidas en los supermercados de lima metropolitana?

- ¿Existe diferencia en las concentraciones de hierro en la harina de trigo fortificada de las marcas expandidas en los mercados mayoristas con los vendidos en supermercados de lima metropolitana?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar si la concentración de Hierro en la Harina de trigo fortificada de diferentes marcas que se expenden en los mercados mayoristas y supermercados de Lima se encuentran dentro de los límites de la ley peruana N° 28314.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Verificar la concentración de hierro en las muestras de harina de trigo fortificada de diferentes marcas expandidas en los mercados mayoristas de Lima Metropolitana.
- Verificar la concentración de hierro en las muestras de harina de trigo fortificada de diferentes marcas expandidas en los supermercados de Lima Metropolitana.
- Determinar si hay diferencia en las concentraciones de hierro en la harina de trigo fortificada de las marcas expandidas en los mercados mayoristas con los vendidos en supermercados de Lima Metropolitana.

1.4 Justificación, importancia y limitaciones de la investigación

1.4.1 Justificación

La producción de harina de trigo en el Perú se encuentra en aumento debido a su alto consumo, por lo que se exige una supervisión del proceso de distribución del mismo en los diferentes mercados mayoristas y supermercados verificando si el producto sigue cumpliendo con los requisitos establecidos. Sin embargo, la controversia de algunos productos conocidos, han desatado dudas sobre el desarrollo de sus elaboraciones, ya que no estarían aplicando los parámetros específicos.

Al mismo tiempo se debe tener en cuenta que uno de los principales derechos de los consumidores, es el de recibir información adecuada sobre los productos o servicios ofrecidos al mercado puesto que de ello depende la salud del ser humano. Por tanto eso explicaría la justificación teórica del presente estudio brindando información en base a la realidad nacional ya que existen varias empresas que realizan el proceso de fortificación y no estarían cumpliendo con lo establecido en la Ley Peruana N° 28314. Así mismo sirve como antecedente para futuras investigaciones con la finalidad de dar mayor interés a realizar una vigilancia extrema en cuanto a la verificación del contenido de los alimentos y así asegurar que estén acorde a lo estipulado en la información del contenido en las etiquetas que ofrecen en el mercado.

1.4.2 Importancia

La controversia desatada en algunos productos por saber si cumplen con las cantidades establecidas para ser denominadas como tal en sus etiquetas, ha resurgido la

desconfianza de las personas en los distintos alimentos, puesto que no pueden consumirlo de manera segura lo que ha desencadenado el interés por verificar el cumplimiento de ciertos parámetros que especifican en los distintos alimentos. Es por ello que fue de gran importancia realizar este estudio con la finalidad de conocer si las harinas de trigo fortificadas cumplen con la Ley Peruana N° 28314. Así también conocer si existe alguna diferencia en el cumplimiento de los parámetros específicos de los productos de venta a granel y aquellos que se expenden en los supermercados. De esta manera aumentar la confianza del consumidor, permitiendo que la población adquiera productos con mayor seguridad y confianza.

1.4.3 Limitaciones de la investigación.

Durante la realización de la presente investigación se encontró con muchas limitaciones las cuales son:

- La escasez de investigaciones científicas pertenecientes a nuestro país en temas sobre determinar la fortificación de harinas de trigo de venta en diferentes establecimientos.
- La dificultad en obtener muestras, debido a que diferentes marcas se venden por sacos de 50 kg en los distintos mercados mayoristas de lima metropolitana y solo se requiere de poca cantidad para la realización del ensayo; por lo que no se pudo considerar un mayor número de muestras para el trabajo en estudio.

CAPITULO II

HIPOTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACION

2.1 Hipótesis de la Investigación.

- ✓ No tiene hipótesis por ser una investigación descriptiva según Sampieri.

2.2 Variables de la investigación.

2.2.1 Identificación y clasificación de variables.

Tabla N°1: Variable de la investigación.

Variable

Nivel de concentración de hierro en harina de trigo fortificada

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Operacionalización de variables.

Tabla N°2: Operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Valores
Nivel de concentración de hierro en harina de trigo fortificada	Cantidad de hierro en muestras de harina de trigo fortificada	Medición de micronutrientes	Concentración de hierro	≥ a 55 mg/kg

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

3.1.1 A nivel Nacional

Pese a la exhaustiva búsqueda de información científica no se han encontrado investigaciones a nivel nacional sobre la determinación de hierro en harina de trigo fortificada, es por ello que se están considerando informes procedentes de investigaciones nacionales.

La investigación realizada por **Legua C. y Ramírez B.** INFORME DEL CENTRO NACIONAL DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN-CENAN, Perú **(2016)**. Realizaron la presente investigación con el objetivo de presentar información de la verificación de la fortificación de harinas de trigo.

El análisis se realizó en el laboratorio de control de calidad del CENAN, se recolectaron 121 muestras de harinas de trigo en los distintos molinos de producción del Perú. Para el análisis de hierro utilizaron el método de espectroscopia ultravioleta-visible (UV-VIS).

Resultando para las determinaciones fisicoquímicas en las 121 muestras de harina, que un 95.9% que corresponde a un total de 116 muestras recolectadas son conformes para el contenido de Hierro, mientras que el 4.1% representado por 5 muestras resultaron no conformes. Concluyendo que en el 2016 son conformes para el contenido de Hierro en un 98.02% (116 muestras) las cuales representan 22 898 533 kilogramos de harina. (3)

La investigación realizada por **Legua C. y Ramírez B.** INFORME DEL CENTRO NACIONAL DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN-CENAN, Perú **(2015)**. Realizaron la presente investigación con el objetivo de presentar información de la verificación de la fortificación de harinas de trigo.

El análisis se realizó en el laboratorio de control de calidad del CENAN, se recolectaron de 86 muestras de harinas en los distintos molinos de producción del Perú. Para el análisis de hierro utilizaron el método de espectroscopia ultravioleta-visible (UV-VIS).

Resultando para las determinaciones fisicoquímicas que el 94.2% que corresponde a un total de 81 muestras recolectadas son conformes para el contenido de Hierro, mientras que el 5.8% representado por 5 muestras resultaron no conformes. Concluyendo que en el 2015 son conformes para el contenido de Hierro en un 89.32% (81 muestras) que representan 17 298352 kilogramos de harina. (4)

3.1.2 A nivel Internacional

La investigación realizada por **Chambi Yana E.** DETERMINACIÓN DE HIERRO Y METALES PESADOS EN HARINAS FORTIFICADAS PARA EVALUAR SU CALIDAD E INOCUIDAD para obtener el Título de Licenciatura en la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia **(2015)**. Realizo la presente investigación con el objetivo de determinar la presencia de hierro y metales pesados en harinas de trigo fortificadas. Para lo cual recolecto 378 muestras de diversos puntos de venta (tiendas de barrios, mercados, supermercados, ferias, etc.), utilizando el método de Espectroscopia de Absorción Atómica para el análisis de hierro total. Así también empleo el método de Espectroscopia Ultravioleta-Visible para la evaluación del sulfato ferroso. (5)

Resultando que solo el 4% cumplen con el reglamento técnico de fortificación de 30 ppm de sulfato ferroso, así mismo se verifico que el 55.56 % del hierro total de las muestras de harina de trigo cumplen con lo establecido por la norma técnica boliviana el cual requiere como mínimo de 40 ppm. Concluyendo que el 96 % incumplen con los niveles requeridos en las muestras de harina de trigo fortificada para las concentraciones de sulfato ferroso que establece la Norma Boliviana y el reglamento técnico de fortificación en harinas de trigo; mientras que solo el 44.44% incumplen con los niveles de hierro total establecido por la norma técnica boliviana. (5)

La investigación realizada por **Hurtado L., Buitrago S. y Salazar G.** VERIFICACION DE LA FORTIFICACION CON HIERRO EN PRODUCTOS DE TRIGO EN BOGOTA, Colombia **(2012)**. Realizaron la presente investigación con el objetivo de examinar el contenido de hierro en la harina de trigo fortificada

para establecer una comparación con la cantidad declarada en la etiqueta. Para la evaluación utilizaron 6 productos diferentes: dos harinas de uso doméstico fortificadas, galleta de trigo corriente, galleta de trigo integral, pan blanco y pan integral; cada prueba por triplicado. Empleando el método de espectrofotometría de absorción atómica para la determinación de hierro. Resultando valores de absorbancia de hierro de cada muestra (1.36 ppm, 1.54 ppm, 1.66 ppm, 3.57 ppm, 1.53 ppm, 1.85 ppm.) los cuales fueron corregidos con los blancos, a su vez interpolados en una curva de calibración calculada con concentraciones conocidas.

Concluyendo que existen diferencias en el contenido de hierro en productos de trigo en Bogotá demostrando que la cantidad de hierro adicionado a las harinas, panes y galletas no son los porcentajes declarados en sus respectivos empaques, afectando la calidad nutricional de los mismos. (6)

3.2 Bases Teóricas

3.2.1 Trigo

3.2.1.1 Generalidades

El trigo es un cereal que se encuentra en forma silvestre, y es el mayor cultivado en el mundo, pertenece a la familia de las gramíneas y al género *Triticum* que significa triturado o quebrado el cual es la actividad que se debe realizar para dividir el grano de trigo de la cascarilla que lo recubre. Las especies cultivadas más importantes desde el punto de vista comercial son: *Triticum aestivum* y *Triticum durum*. (7,8)

Así mismo, desde la antigüedad es uno de los tres cereales extensamente cultivado en el planeta el cual está destinado mayormente para consumo humano y en menor cantidad para piensos. Se utiliza para hacer harina, sémola y malta de ellos se deriva la preparación de pan, galletas, pasteles, tortillas, pastas para sopas, etc. estos son importantes en la alimentación humana y cada día es importante para dieta del humano, especialmente para los niños y madres gestantes en desarrollo. (7,9)

El valor nutritivo del trigo y de los productos derivados de sus harinas siempre ha sido una fuente importante para el ser humano, puesto que aportan, energía, proteínas, vitaminas y minerales todo lo necesario para el crecimiento sano de la población. (7-10)

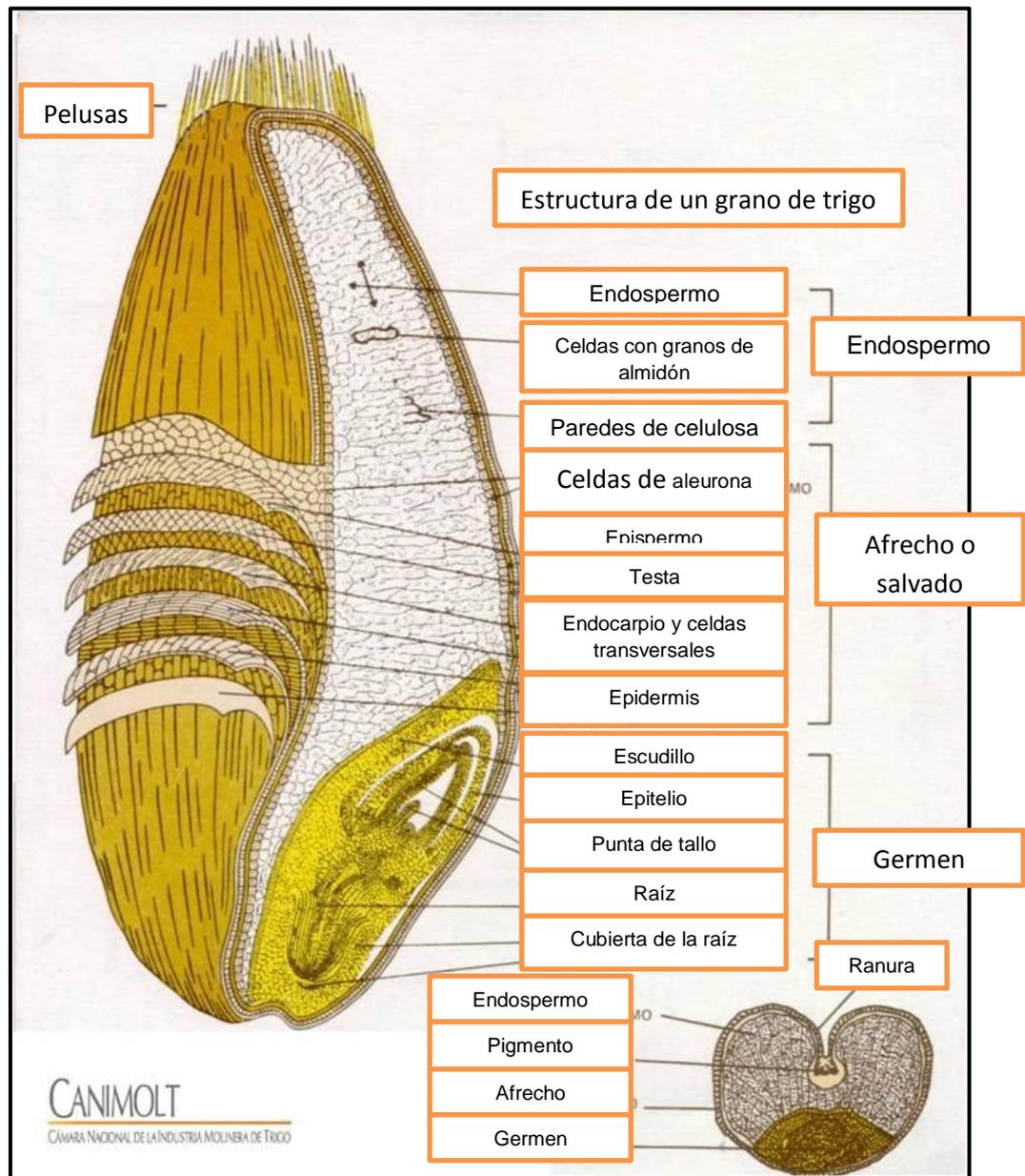


Figura N°1: Esquema del grano de trigo. Corte longitudinal a través del pliegue / Fuente: <http://www.canimolt.org/trigo/estructura-del-grano>.

3.2.1.2 Clasificación

Según su textura se pueden clasificar en: trigos duros y trigos blandos. (11)

➤ Trigos duros:

La dureza es una característica molinera relacionando así al trigo con la forma en que se rompe el endospermo, es así como se obtiene la harina. Los granos con mayor dureza presentan mayor contenido proteico, así como una facilidad en la molturación, fraccionándose de manera más o menos regular que dará lugar a harinas con mayor granulometría. El trigo duro también lo llaman *Triticum durum*, a diferencia de otras variedades, este aporta un mejor valor nutricional de fibra, menos almidón y un bajo porcentaje de grasas. (7,10, 11)

➤ Trigos blandos

En esta variedad de trigo la fragmentación es de forma imprevista, al azar; se produce harina mucho más fina aunque la molienda es sencilla, el tamizado es difícil de realizar; en caso del trigo duro es lo contrario, se desliza bien el tamizado. El trigo blando también es conocido como *Triticum aestivum*, tiene un contenido medio bajo de proteína. (7,10,11)

En el Perú Las dos especies de trigo que se producen son: trigo harinero (*Triticum aestivum*) el cual se siembra en mayor cantidad y su cosecha sirve en la fabricación de harina para la elaboración de panes, galletas, entre otros; otro aspecto del trigo cristalino (*Triticum durum*) se siembra en menor cantidad y se utiliza en la elaboración de pastas. (7)

Cuadro N° 1: Variedades del grano de trigo en el Perú.

<p style="text-align: center;">VARIEDADES DE TRIGO QUE SE PRODUCEN EN EL PERU</p>	
<p>Variedades de la especie <i>Triticum aestivum</i></p>	<p>Variedades de la especie <i>Triticum durum</i></p>
Andino	Crown
Centenario	Platinum
San isidro	Ambar durum
El molinero	Bravadur
El nazareno	-
Moray	-
San francisco	-

Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad las diferentes variedades de *Triticum aestivum* se siembran en la costa y en la sierra, siendo un porcentaje mayor al 96 % sembrada en la sierra (Cajamarca, La Libertad, Ancash Cusco, Piura, Huánuco, Ayacucho y Junín) y las variedades del *Triticum aestivum* son cultivadas en la región del sur del país, en su mayoría en Arequipa y representan menos del 6 % de la producción (ver cuadro N°1). (12)

3.2.1.3 Composición

El grano de trigo está compuesto por: endosperma 85% del trigo (contienen principalmente proteína), cascarilla 12.5 % (contienen 15% de proteínas, 13% de cenizas y 15% pentosanos), germen 2.5 % (contiene un 30% de proteínas, 4% de ceniza, 17% de azúcares siendo los mayoritarios sacarosa y rafinosa, 10% lípidos). Los granos enteros de trigo están compuestos por: 13.4 % de humedad, 12.1% de proteína, 2.0% de grasa, 1.9% de fibra cruda, 1.8% de cenizas, 30mg/100g de calcio, 3.5mg/100g de hierro, 0.40mg/100g de vitamina B1, 0.12 mg/100g de riboflavina. El aminoácido limitante es la lisina. El trigo tiene un poco más de proteína que el arroz y el maíz. (8,9)

3.2.2 Harina de Trigo

3.2.2.1 Definición

La harina de trigo es el ingrediente que se usa en la producción de pan. El resultado de la molienda del grano, con o sin la separación de la cáscara, cualquiera que sea su granulometría o nombre comercial. (13)

Según la norma técnica peruana (NTP), con la denominación de "harina", se entiende al producto resultante de la molienda del grano limpio de trigo (*Triticum vulgare*, *Triticum durum* con o sin separación parcial de la cascara (14)

Según la Sociedad Nacional de Industrias, para el año 2010 los productores de trigo han mejorado su productividad al pasar de un rendimiento de 1,2 a 1,4 TM por hectárea. Disminuyendo la dependencia del trigo importado, se viene incentivando la producción del trigo *durum*, el cual brinda la oportunidad, dar a

los agricultores semilla, capacitaciones para los cultivos. Al terminar el 2009 existían 1500 hectáreas de producción de trigo durum. (15)

3.2.2.2 Composición

La composición promedio de la harina de trigo se muestra en la Tabla N°3, Está compuesta mayoritariamente por almidón, proteínas y agua. (10)

Tabla N° 3: Composición química de la harina de trigo.

Componente	Composición porcentual (%)
Almidón	70-75
Proteínas	10-12
Lípidos	2
Pentosanos	2-3
Cenizas	0.5
Humedad	14

Fuente: Elaboración propia.

En Argentina el 73 % de la producción de harina está destinada en la elaboración de pan siendo las harinas de trigo y la del centeno únicas para la elaboración del pan, esto es gracias a sus proteínas presentes las gliadinas y gluteninas. (11)

Según el CENAN EL 90 % del trigo es importado de Canadá, Estados Unidos, Rusia, Argentina y Paraguay. Por lo que la producción nacional del trigo es mínima, el insumo principal para la elaboración de harinas, destinados para la preparación de panes, galleta, fideos, y demás productos. (3, 4). Representando así el tercer cereal más consumidos después del arroz y el maíz (16)

✓ Almidón

Es un polisacárido componente mayoritario del grano de trigo está ubicado en el endosperma, presentan dos estructuras bases la amilopectina y la amilosa estos representa el 15- 50 % de la harina, respectivamente la amilosa está constituida por glucosa unidos por enlaces, sus cadenas presentan una estructura helicoidal ubicándose los grupos hidroxilos en la parte exterior permitiendo formar un área no polar en la parte interna. La amilopectina un polímero altamente ramificado formando enlaces y permitiendo formar ramificaciones teniendo un peso molecular elevado. (11, 17)

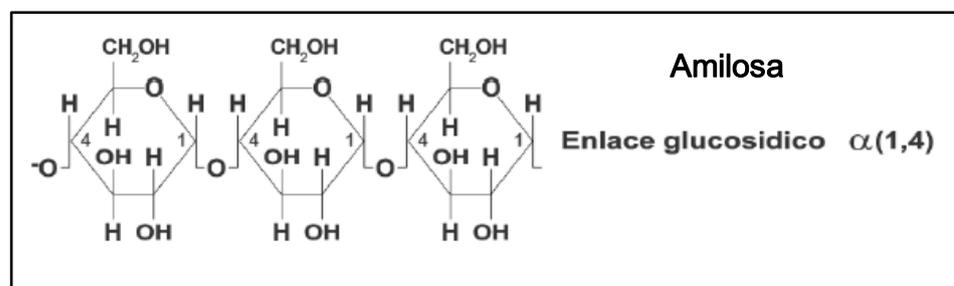


Figura N° 2: Estructura de la amilosa / Fuente: <https://quimica.laguia2000.com> / compuestos-químicos/el-almidón-y-su-química.

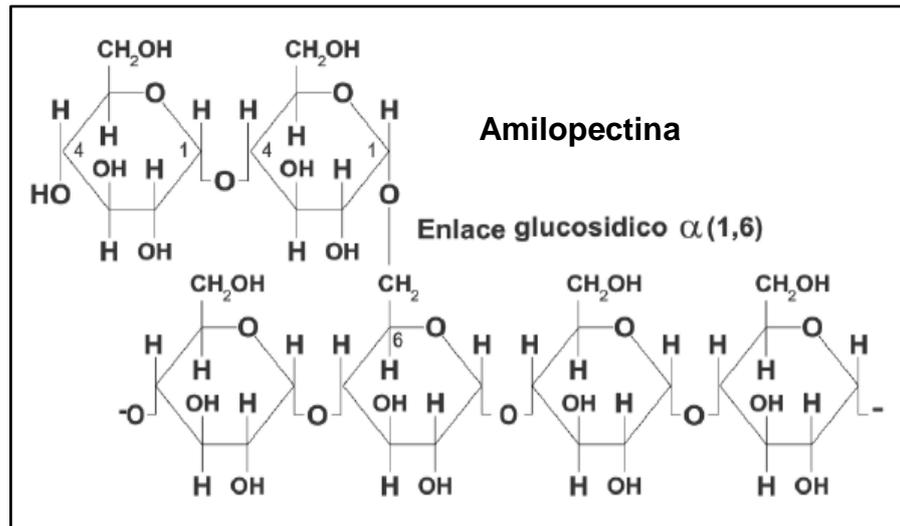


Figura N° 3: Estructura de la amilopectina/ Fuente: <https://quimica.laguia2000.com / compuestos- químicos /el-almidón-y-su-química>

✓ Proteínas

Las proteínas de la harina de trigo se clasifican de diferentes maneras y una de las más importantes son las prolaminas, estas se denominan gliadinas y glutelinas y ambas se llaman gluteninas y estas proteínas del gluten tiene función de reserva en el grano de trigo, constituyen entre el 80-85 % de las proteínas totales. El gluten se denomina a la red formada por las estructuras de gluteninas y gliadinas hidratadas durante el amasado de la harina. (10,17-19)

La gliadina es una proteína formada por aminoácidos ricas en glutamina y prolina con una masa molecular de 40-80 KDa, y esta es la responsable de la elasticidad de la masa. La glutenina comprende agregados proteicos los cuales están unidos por enlaces sulfúricos y fuerzas no covalentes, presentan un alto peso molecular y de esta manera se encarga de darle fuerza o tenacidad a la masa cuando está en contacto con el agua. (17 - 19)

La cantidad de gluten que está presente en la harina es la que determina que la harina sea fuerte o débil en la hora de amasar y obtener panes voluminosos y de textura esponjosa. El gluten malo es de textura mala y es poco elástico dando panes de mala calidad al ser menor tamaño. (10,17-19)

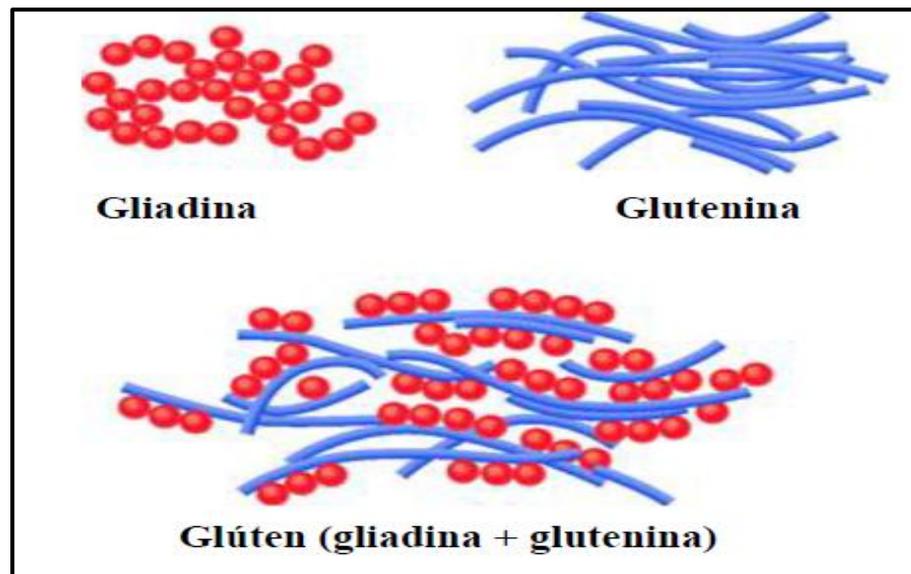


Figura N° 4: Estructura de las proteínas de reserva del grano de trigo / Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Gluten>.

La harina de trigo se le han agregado los micronutrientes con las concentraciones establecidas que el presente reglamento lo dispone y cumpliendo con los detalles de las normas vigentes. No incluye a la sémola y semolina de trigo de venta directa. (20)

Cuadro N° 2: Aporte nutricional de la harina de trigo en 100 g de muestra.

APOORTE POR RACIÓN		MINERALES		VITAMINAS	
Energía [Kcal]	341,00	Calcio [mg]	17,00	Vit. B1 Tiamina [mg]	0,11
Proteína [g]	9,86	Hierro [mg]	1,00	Vit. B2 Riboflavina [mg]	0,03
Hidratos carbono [g]	70,60	Yodo [mg]	10,00	Eq. niacina [mg]	2,33
Fibra [g]	4,28	Magnesio [mg]	23,00	Vit. B6 Piridoxina [mg]	0,10
Grasa total [g]	1,20	Zinc [mg]	0,78	Ac. Fólico [µg]	16,00
AGS [g]	0,16	Selenio [µg]	4,00	Vit. B12 Cianocobalamina [µg]	0,00
AGM [g]	0,13	Sodio [mg]	2,00	Vit. C Ac. ascórbico [mg]	0,00
AGP [g]	0,51	Potasio [mg]	146,00	Retinol [µg]	0,00
AGP /AGS	3,19	Fósforo [mg]	0,00	Carotenoides (Eq. β carotenos) [µg]	0,00
(AGP + AGM) / AGS	4,00	-	-	Vit. A Eq. Retinol [µg]	0,00
Agua [g]	14,10	-	-	-	-

Fuente: <https://es> Tabla de composición nutricional de los alimentos, cereales, granos y harina de trigo 2018.

3.2.2.3 Clasificación de la harina de trigo

A. Según el Código Alimentario Argentino:

Existen muchas variedades de harina procedentes de la variedad del trigo blando y duro y se diferenciara en la cantidad del gluten los cuales determinan su dureza. (10, 21)

- Harina Integral

Contiene todas las partes del trigo. (10, 21)

- Harinas ½ 0, 0, y 00

Se obtienen a partir del endospermo más cercano a la cáscara (salvado). Se utilizan para galletas o balanceados. (10, 21)

- Harina 000

Separando sólo el salvado y el germen, es de mejor calidad panadera, uso para panes, por tener gran contenido de proteínas posibilitando la formación de gluten. Se la conoce también como harina de fuerza. (10, 21)

- Harina 0000

Es blanca, se obtiene del centro del endospermo y tiene la mejor calidad pastelera, es más refinada, al tener menor formación de gluten, permitiendo así no retener gas, perdiendo el pan su forma. Por tal razón se usa en panes de molde y en pastelería, en batido de tortas, hojaldres, etc. Tienen poca capacidad de retención de líquidos. También tiene un menor contenido de proteínas y de cenizas. (10, 21)

B. Según la Norma Mexicana NMX-F-007-1982:

De acuerdo a esta norma se clasifica en un solo tipo y tres grados de calidad, designándose como: Harina de Trigo. (22)

- Grado I

Es usado para la panificación: Se entiende por grado I a toda Harina de trigo fina (para panificación), el producto que cumple con lo indicado como definición de harina de trigo y con las especificaciones correspondientes adicionado de levadura o no, agentes, sal y agua con la que se elabora en la cocción del pan blanco, bollos, bizcochos, pasteles, y otros. (22)

- Grado II

Es usado para galletas: Se entiende por grado II a toda Harina de trigo semifina (para galletas), el producto que cumple con lo señalado, a esta harina se adicionan levadura, agentes leudantes, azúcar, mantequilla, grasa vegetal comestible, u otros ingredientes permitidos para su elaboración según las especificaciones. (22)

3.2.2.4 Tipos de Harina en el Perú

Los tipos de harina de trigo en el Perú para el año 2015, se han clasificado en dos: Especial y Extra. (3, 4, 15)

- ✓ Harina de trigo extra

Según la NTP 205.064: 2015 lo define aquella que cumple con los parámetros de cenizas (+/- 5% en base seca) en un rango de 0.76% a 1.17% como máximo, humedad de 15%.

Una acidez máximo de 0.15%. Otra característica es el color blanco.

Otra característica que presenta esta harina es el color blanco con algo ligeramente crema. Es utilizado normalmente en la elaboración de panes, galletas, panetones, fideos, etc. (3, 4,15)

✓ Harina de trigo especial

Según la NTP 205.064: 2015 define a la que cumple con los parámetros de cenizas (+/- 5% en base seca) de 0.75%. Humedad de 15% y una acidez de 0.10%. Otra característica de este es el color blanco cremoso. (3, 4)

Este tipo de harina es utilizado normalmente en pastelería fina pudiéndose usar también en la preparación de panes, galletas, panetones, fideos, etc. (3, 4)

3.2.2.5 Parámetros fisicoquímicos en la preparación de harina de trigo.

Los requisitos para evaluar las características fisicoquímicas de la harina de trigo provienen de la Norma Técnica Peruana 205.064: 2015. Mientras que la vigilancia de los micronutrientes está en la Ley Peruana N° 28314. (3.4.15)

Tabla N° 4: Requisitos para la evaluación de los resultados de los análisis fisicoquímicos.

REQUISITOS	ESPECIAL		EXTRA		MORENA	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Humedad %	15.00	15.00	15.00
Ceniza % (±5%)	0.75	0.76	1.17	1.18	1.4
Acidez	0.10	0.15	0.18

Fuente: NTP (INDECOPI) 205.064: 2015. Harina de trigo para consumo humano. Requisitos. Para el contenido de micronutrientes se ha considerado el Reglamento de la Ley Peruana N° 28314 (Ley que dispone de la fortificación de las harinas con micronutrientes).

3.2.3 Hierro

El hierro el cual es el cuarto elemento natural en mayor cantidad en la tierra y el elemento de transición más importante presente en la naturaleza y en los organismos vivos. (17) Un 70 % del hierro del organismo esta como ion Fe^{+2} formando parte como elemento central de la hemoglobina de la sangre. Un 5% se encuentra en la mioglobina y el resto formando parte de las enzimas citocromos y otras estructuras (23,24).

En los seres humanos la adsorción de la cantidad de hierro ingerida es limitada por el tipo de hierro que compone al alimento donde podemos encontrar dos formas hierro hemo y hierro no hemo. (23,24)

3.2.3.1 Hierro hemo

Presente en alimentos de origen animal formando parte de la hemoglobina y la mioglobina en su estado de oxidación Fe^{+2} , corresponde a un 5-10 % del hierro de la dieta y es más fácilmente asimilable. Se suele absorber entre un 15-30 % de hierro hemo ingerido. (5,24-26)

3.2.3.2 Hierro no hemo

El hierro en forma inorgánica lo podemos encontrar en diferentes estados de oxidación Fe^{+3} , Fe^{+2} , Fe^0 . (3) Forma parte generalmente en los vegetales, cereales, frutas y en el organismo humano ubicados en las ferroproteínas, tiene tendencia a oxidarse de Fe^{+2} a Fe^{+3} dentro del organismo humano lo cual precipita y dificulta su absorción. Se suele absorber un 2-10 % del hierro no hemo ingerido. La absorción de hierro no hemico esta favorecida por la presencia de ácido ascórbico (vitamina C), fructosa, lisina, histidina, cisteína, metionina. (24,26)

La presencia de ácido fítico, ácido oxálico y taninos dificulta su absorción, también se reduce si hay exceso de otros cationes metálicos como cobre, zinc, etc. (5,24-26)

Este tipo de hierro se ubica en el trigo por consiguiente también está en la harina existiendo un mínimo aprovechamiento del elemento. (5, 24,26)

3.2.4 Fortificación de los alimentos

El proceso donde se permite la agregación de nutrientes, ya sea para restablecer el producto durante su industrialización o para elevar su contenido de modo extraordinario. (Esta agregación no debe modificar o alterar de modo importante las características organolépticas o el incremento del alimento fortificado. Al no requerir la alteración en los hábitos de compra, permite dar buenas ventajas para llegar a la mayoría de la población en riesgo, es decir cumpliendo un rol preventivo. (7,27, 29, 30)

El proceso que lleva la fortificación de los alimentos con diferentes vitaminas y minerales fue iniciado hace varios años, con el objetivo de prevenir deficiencias evidentes y clínicas de ellos mismos. La mayoría de la población peruana sufre trastornos nutricionales debido a una falta de alimentación adecuada, estos problemas están relacionados por una escasa y baja en el consumo de alimentos ricos en vitamina A hierro por consecuente trae problemas de nutrición, anemia, enfermedades infecto-contagiosas, y en la minoría problemas visuales. (13, 28,29)

3.2.4.1 Alimentos fortificados:

- Agua:

Se puede fortificar con hierro en Brasil demostraron que es factible la fortificación el agua potable estudios realizados por Dutra de oliveira se ha demostrado la efectividad de la fortificación con adición de hierro y vitamina C. (28, 31)

- Iodo:

La fortificación de la sal con Iodo y en varios países, se realiza permitiendo la disminución del problema de deficiencia por este mineral. Existen evidencias de trabajos de interés científico donde se puede fortificar con Iodo y Hierro la sal, evitando la deficiencia de estos micronutrientes. La mejor forma de evitar reacciones químicas entre los dos, es encapsulando la sal de hierro evitando así la decoloración del producto final. (28, 32)

- Arroz:

Es el alimento de mayor consumo en el Perú permitiendo ser una opción en la fortificación con micronutrientes los principales productores a nivel mundial son China y la India. Hay varias formas de fortificar el arroz, el primero es la extrusión en caliente donde se requiere hacer una masa de harina de arroz que se mezcla con vitaminas, minerales y agua. Después se hace un grano similar, debe mantener las mismas características organolépticas al arroz. Otra metodología es la extrusión en frío donde mezclan los micronutrientes con una cera o goma y se rocían sobre los granos de arroz mostrando una decoloración de los granos, luego se mezclan con el arroz pulido natural actualmente este método es utilizado en Estados Unidos, Filipinas y Costa Rica. (28,33)

En tema de fortificación el que tiene la obligación de monitorear la calidad a nivel nacional es el MINSA a través de su representante el CENAN/INS. (3, 4,15)

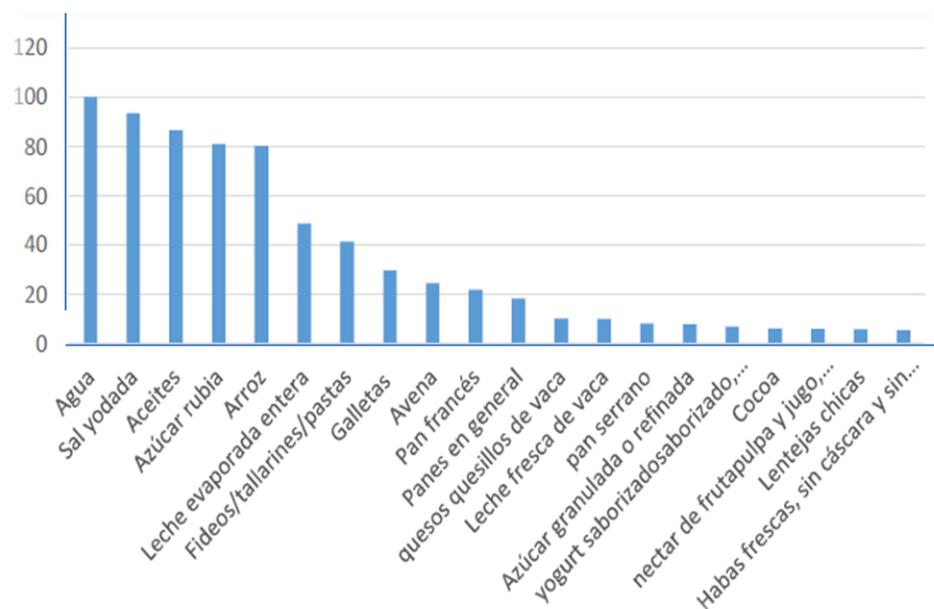
3.2.5 Fortificación de la harina de trigo

Las harinas que provienen de los cereales son importantes vehículos para utilizarlos en la fortificación con hierro y diferentes

micronutrientes ya que estos, son alimentos muy consumidos por la población en sus diferentes presentaciones, en el proceso de refinación de la harina se pierde un porcentaje de estos micronutrientes, por ende la fortificación permite la adición de cantidades de estos según las leyes requeridas por los diferentes países. (5)

Existen diferentes maneras de dar la solución a la lucha contra la deficiencia de hierro entre ellas es la fortificación de alimentos y el suplemento farmacológico los cuales han demostrado una buena relación entre costo y efectividad (34)

En la base de datos del MONIN representan a los productos elaborados con harina de trigo entre los mayores consumidos a nivel nacional por niños menores de 5 años. (Ver grafica N°1)



Grafica N° 1: Consumo de alimentos por los niños menores de 5 años de edad a nivel nacional.

Fuente: Base de datos MONIN 2008-2010. Análisis de la política pública de fortificación de alimentos con hierro en Perú en el periodo 2000 – 2012.

3.2.5.1 Compuestos de hierro para la fortificación de la harina de trigo

Los compuestos que se usan en la fortificación de harinas de trigo son muy variados y depende de las características fisicoquímicas, la legislación de cada país y diferentes parámetros que se asignen. (5, 26, 34)

Los compuestos de hierro hidrosolubles pertenecen el sulfato ferroso. Su solubilidad es rápida en el estómago, la biodisponibilidad es mayor según el estado nutricional. La desventaja del sulfato ferroso es que fácilmente interactúa con otras sustancias que existen naturalmente en los alimentos causando cambios sensoriales como la oxidación de las grasas, también puede precipitarse en complejos insolubles cuando están en soluciones con sustancias inapropiadas. Su uso en la harina de trigo es importante debido a su biodisponibilidad y bajo costo, otra situación problemática son sus reacciones adversas provocando náuseas, estreñimiento, oscurecimiento de las heces y diarrea esto a causa de un consumo excesivo. (26, 34)

El fumarato ferroso es un compuesto con un color rojizo administrado en los alimentos, contribuye en el incremento de la hemoglobina en pacientes con deficiencias de hierro al igual que el succinato ferroso son los compuestos poco hidrosolubles pero muy solubles en solución acida. Se absorbe muy bien el sulfato ferroso en los jóvenes y adultos, pero se absorbe menos en pacientes con una disminución de ácido gástrico inferior. La ventaja es que no interactúa con los alimentos y no causa cambios sensoriales y es usado en cereales para niños por su bajo costo, no se utiliza en su en alimentos líquidos ya que precipitan en un medio acuoso y esta fracción interactúa con el alimento (5, 26, 34).

Los compuestos de baja solubilidad como el ortofosfato férrico, el pirofosfato férrico y hierro elemental si bien no producen cambios significativos en las características organolépticas del alimento, su desventaja es tener una poca absorción y una baja biodisponibilidad, esto los convierte en compuestos poco útiles para la nutrición humana. (26, 34)

El sulfato ferroso encapsulado y el fumarato ferroso encapsulado están disponibles en el mercado para la fortificación de alimentos. La sal de hierro está encapsulada con capas de aceite hidrogenado, etilcelulosa o maltodextrina, estos impiden que los átomos de hierro no estén en contacto con los compuestos que están en el alimento, impidiendo cambios sensoriales en el alimento y oxidación de las grasas, durante el almacenamiento permite un mejor desarrollo del alimento, de parte de la industria permite aumentar la biodisponibilidad del micronutriente, estos son fácilmente liberados y absorbidos en el intestino delgado. (5, 26, 34)

En las Américas, la fortificación de alimentos se practica ampliamente y puede clasificarse en tres tipos de programas:

- ✓ La fortificación **obligatoria** de los alimentos de consumo masivo, como la harina de trigo y de maíz. (26)
- ✓ La fortificación **focalizada** para grupos determinados, como alimentos complementarios, cereales para niños y alimentos que forman parte de programas sociales y de vaso de leche y alimentos para almuerzos escolares. (28,30)

- ✓ La fortificación **voluntaria**, por la cual la industria voluntariamente agrega hierro y otros micronutrientes a los alimentos procesados, como en los cereales para el desayuno. (30)

3.2.6 Normativa peruana para la fortificación de harina de trigo

La deficiencia de hierro es una causa de anemia a nivel mundial y en el Perú también. Se sabe que hay una deficiencia en la ingesta de hierro y de otros micronutrientes en la dieta de la población del país en general es el hierro. (13,35)

En el Perú la Ley N° 28314, dispuso la fortificación con micronutrientes de todas las harinas de trigo de producción nacional, importadas y/o donadas. La ley señala los micronutrientes que se usan en la fortificación: Hierro y los demás micronutrientes; La Ley otorgaba la lista de micronutrientes a que se refiere la fortificación, con la finalidad de disminuir las enfermedades carenciales de micronutrientes y sus consiguientes efectos dañinos para la salud de las personas, según evidencias científicas que se vayan demostrando.

Así como administrar cantidades adecuadas en el proceso de fortificación, ejercer monitoreo y control de calidad necesarias para verificar el cumplimiento de la norma. (13).

Tabla N° 5: Concentración de micronutrientes

Micronutriente	Cantidad mínima de adición
Hierro	55 mg/kg
Tiamina	5mg/kg
Riboflavina	4 mg/kg
Niacina	48 mg/kg
Ácido fólico	1.2 mg/kg

Fuente: Ministerio de salud. [www. ffinetwork. org/ about/ languages / documents /PeruLegislation.pdf](http://www.ffinetwork.org/about/languages/documents/PeruLegislation.pdf).

Los micronutrientes recomendados por el Ministerio de Salud para la fortificación de la harina de trigo, son los siguientes:

Tabla N° 6: Nombres químicos de los micronutrientes

Micronutriente	Fuente
Hierro	Sulfato ferroso
Hierro	Fumarato ferroso
Tiamina	Mononitrato de tiamina
Riboflavina	Riboflavina
Niacina	Niacina
Folato	Ácido fólico

Fuente: Ministerio de salud. [www. ffinetwork. org/ about/ languages / documents /PeruLegislation.pdf](http://www.ffinetwork.org/about/languages/documents/PeruLegislation.pdf).

La ley Peruana en su artículo cuatro sobre los Micronutrientes establece: “Toda harina de trigo destinada al consumo humano en el territorio nacional debe ser fortificada con los siguientes micronutrientes, los cuales deben provenir de compuestos permitidos para uso alimentario:” (13)

La utilización de cualquier otro micronutriente o compuesto que tenga hierro y/o vitaminas en la preparación de harina de trigo fortificada debe estar aprobado por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) del INS, quien tendrá a su cargo verificar la calidad de estos compuestos que se utilizan en la fortificación de la harina de trigo y los productos derivados que se producen a nivel nacional así también su importación. (13)

3.2.7 Espectroscopia de Absorción Atómica

Es una técnica muy importante en la actualidad cuyo introducción se dio por los años 50' pero los antecedentes van más allá por el año 1814 estudiadas por Joseph Fraunhofer donde observo que ciertos átomos en la atmosfera absorben ciertas longitudes de onda emitidas por el sol. (36)

La espectroscopia de absorción atómica es un método para la detección de elementos metálicos, la materia compleja para su examinación tienen que romperse mediante incineración en los átomos que la constituyen, para luego mediante el equipo se lea la absorbancia, la lámpara de cátodo hueco el cual incide un rayo luminoso de longitud de onda programada muy especializada dirigiéndose en un eje longitudinal precisa a las muestras, las cuales son aspiradas hacia el interior de una cámara de aire y acetileno como combustible para luego pasar a la llama, antes de ingresar la muestra se divide en micro gotas los cuales se evaporan para dar una sal seca que esta se

disocia en parte en los átomos que se desean analizar, estos se vaporizan a 2000-6000 K y la concentración de átomos en fase vapor se determina midiendo la absorción o la emisión a longitudes de ondas características en la región UV-Vis del espectro electromagnético (8,37-40).

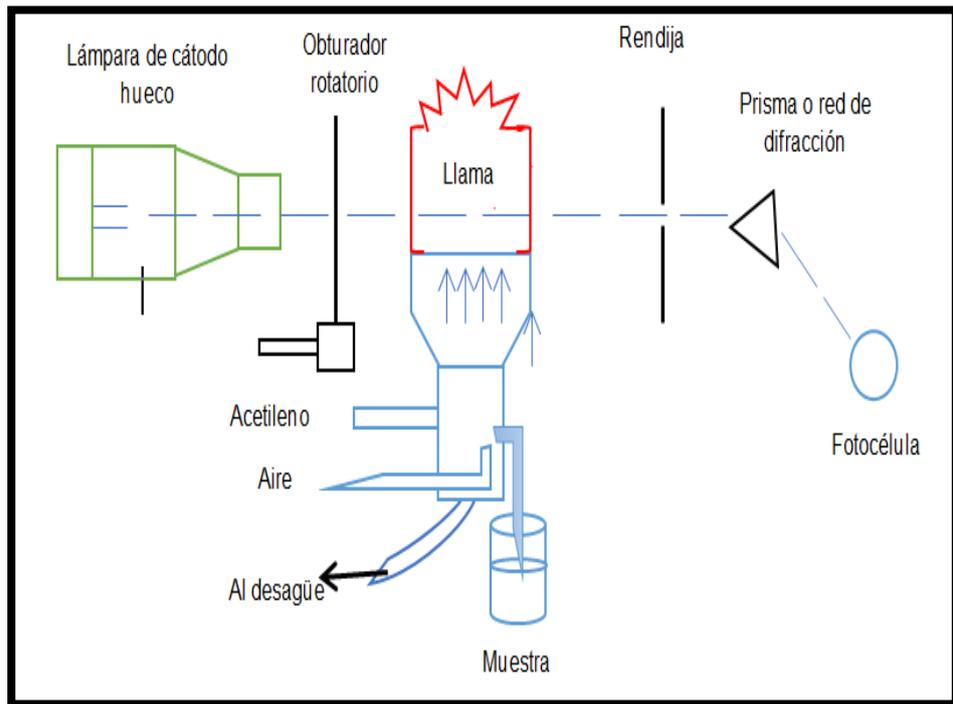


Figura N° 5: Esquema de un espectrofotómetro de absorción atómica. Fuente: Elaboración propia.

Antes de iniciar el análisis se requiere de una calibración lo que significa la operación que permite establecer la relación entre la indicación de un instrumento o sistema de medida y el valor de la magnitud que se desea medir, mediante el empleo de patrones los cuales son soluciones conocidas de una concentración menor a una mayor a partir de una solución madre conocida, el resultado de esta calibración es la corrección

o ajuste que tendrá la lectura del equipo en un intervalo de medidas. (37,38)

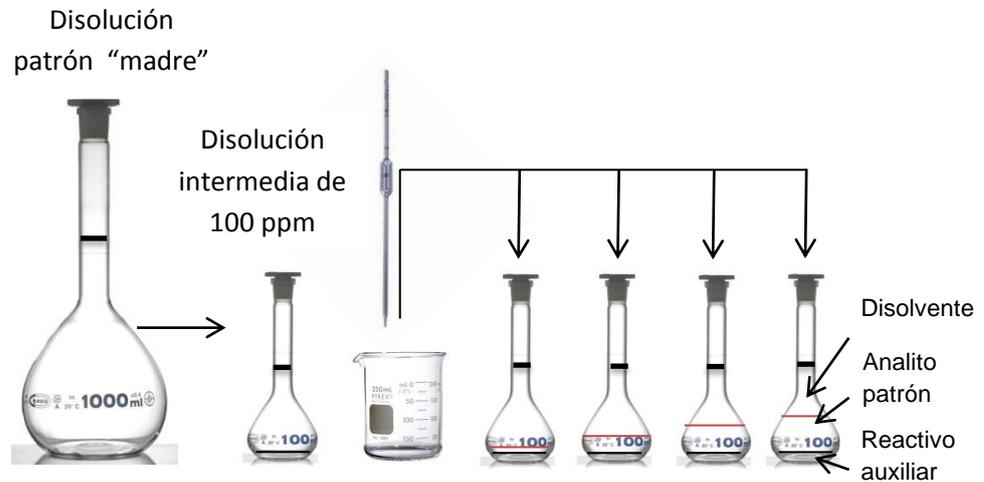


Figura N° 6: Preparación de disoluciones patrón.

Fuente: Elaboración propia

Dada su gran sensibilidad, su capacidad para distinguir un elemento de otro en muestras complejas y de realizar análisis multielemental simultáneo, así como la facilidad con que se puede analizar automáticamente muchas muestras, esta es una técnica importante en química analítica donde puede medir analitos en concentración de partes por millón (ppm). (38-40)

El elemento de interés en la muestra debe estar en estado disociado, no excitado, no ionizado y en su estado de mínima energía, en estas condiciones el elemento es capaz de absorber radiación electromagnética en línea discretas; las mismas que emitirá si fuese excitado. En las condiciones de equilibrio termodinámico y con cierta temperatura de la llama, el número de átomos en los niveles excitados es prácticamente despreciable frente al número de los que se hallan en el nivel fundamental, por tanto, la emisión debida a los átomos en el

nivel excitado, se debe a una pequeñísima fracción de los que se hallan en la llama y depende en gran parte de la temperatura de esta. (5, 8). En la realización de las lecturas se sitúan sucesivamente los patrones de referencia y las muestras. Una vez realizado se verifica que el galvanómetro ha alcanzado un valor constante permitiendo así una mayor confianza del ensayo. (8, 36-40)



Figura N° 7: Equipo de Absorción Atómica, Marca PerkinElmer, Modelo AANALYST100, Serial N° C4051060180. Utilizado en el análisis de hierro en harina de trigo fortificada.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

- Absorción: proceso de separación de una especie química por parte de los puntos activos de la superficie de un sólido, quedando delimitado el fenómeno a la superficie que separa las fases.
- Calibración: procedimiento el cual permite comparar los valores obtenidos por un instrumento o equipo de medición en conjunto con la medida correspondiente de un patrón de referencia.
- Concentración: proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolvente donde el soluto es la cantidad que se disuelve, resultando una mezcla.
- Espectro: grafico que representa la radiación absorbida o emitida en función de la frecuencia o longitud de onda.
- Fortificación: es la agregación de micronutrientes en el alimento con el propósito de prevenir o reducir una deficiencia nutricional en la población.
- Gluten: proteína insoluble que en medio acuoso, se hidrata y se hincha, formando una red tridimensional muy compleja con propiedades elásticas y extensibles.
- Hierro: Cuarto elemento en mayor cantidad en la tierra y el más importante en los organismos vivos, puesto que es necesario para su crecimiento y desarrollo.

- Inspección: permite medir, examinar, probar y verificar una o más de las características del producto a observar, con el fin de cumplir con las <reglamentaciones y normas establecidas.
- Ley: norma o regla que se establece por una autoridad con el fin de mantener el control.
- Mercado mayorista: establecimiento donde se realiza compra y venta de productos en grandes cantidades.
- Método: procedimiento por el cual se obtiene un resultado de prueba. Una prueba se considera una operación para determinar una o más características del producto.
- Micronutrientes: son los compuestos que se agregan en cantidades mínimas, utilizados en la manufactura de la harina de trigo.
- Supermercado: establecimiento comercial donde se realiza la venta de productos con garantía al público.
- Verificación: demostrar, mediante experimentos de que un método realizado funciona de acuerdo con sus especificaciones establecidas cuando se aplica en la práctica.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

- Transversal: porque la variable de estudio será medida en un solo momento.
- Prospectivo: recolecta datos obtenidos después de realizar la investigación
- Observacional: porque en la investigación solo se limita a observar los resultados obtenidos.

4.1.2 Nivel de Investigación:

- Descriptivo comparativo: porque la investigación se realiza al momento y utiliza la observación para medir y

evaluar el resultado de dos grupos de muestras y posteriormente comparados.

4.2 Método y diseño de la investigación

4.2.1 Método de investigación.

- Deductivo: porque el estudio va de lo general a lo específico.

4.2.2 Diseño de investigación.

- No experimental: Porque no se manipula la variable.

4.3 Población y Muestra de la investigación

4.3.1 Población

- Harina de trigo fortificada que se expenden en los diferentes establecimientos de Lima Metropolitana.

4.3.2 Muestra

- Harina de trigo de venta en supermercados.
- Harina de trigo de venta en mercados mayoristas.

4.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos:

4.4.1 Técnica

- **Determinación de hierro por Espectroscopia de Absorción Atómica en llama:** Técnica utilizada para la determinación de la concentración de hierro en la harina de trigo fortificada, puesto que por su gran sensibilidad permite

distinguir un elemento de otro obteniéndolo de manera más precisa.(39)

4.4.2 Instrumentos

- Prueba t student para comparar dos poblaciones en estudio (anexo N° 4).
- Ficha de recolección datos de harinas de trigo (anexo N° 5)

4.5 Procedimiento y recolección de datos

4.5.1 Recolección de datos.

Las muestras fueron obtenidas en distintos supermercados y mercados mayoristas de Lima metropolitana.

4.5.2 Procedimiento realizado para la Determinación de hierro

Se realizó en instalaciones del laboratorio CERTILAB. Por medio de la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica de llama. Método AACC 40-70. (41)

Las porciones de estudio son harinas de trigo fortificada, recolectadas de los diferentes establecimientos provenientes de mercados mayoristas y supermercados de lima metropolitana los cuales presentan las siguientes características:

Cuadro N° 3: Características organolépticas de la harina de trigo fortificada.

Harinas de trigo fortificada	Aspecto	Olor y sabor	Color	Consistencia
Venta en supermercados	Harina homogénea sin grumos, libre de cuerpos extraños	Agradable, sin indicios de rancidez, característico de un grano molido	Blanquecino , sin mohos	Polvo fluido
venta en mercados mayoristas	Harina homogénea sin grumos, libre de cuerpos extraños	Agradable sin indicios de rancidez, característico de un grano molido	Blanquecino , sin mohos	Polvo fluido

Fuente: Elaboración propia.

Las características pueden ser variables según la procedencia de la materia prima, el tipo de grano y también el tiempo que son expandidos en el mercado.

La cuantificación de hierro en harina de trigo mediante lectura por Espectrofotometría de Absorción Atómica (AAS) a la llama, es aplicable en harinas en general a través de digestión por vía seca, la muestra se trata a temperaturas elevadas hasta la calcinación permitiendo la destrucción de la materia orgánica y su posterior lectura en (AAS). (40-41)

Se pesan 2 g. de muestra por duplicado para luego llevarlas a cenizas a una temperatura de 500 °C. Luego se agrega 10 ml de HCl concentrado y la solución es evaporada a sequedad. El residuo es disuelto en HNO₃ 2N y cuantificado por AAS. (41)

4.5.3 Preparación de curva de calibración.

Realizar curva de calibración que contenga estándares de hierro de 4 concentraciones; 0.5, 1, 2, 3.5 mg/L. Preparar la curva y llevar a volumen de 100ml con HNO₃ 0,1 M. (41)

Cada cinco muestras analizadas se realizaran nuevas curvas de calibración dibujando las gráficas de los valores de absorbancia (eje Y) de las soluciones patrón, contra la concentración (eje X) de hierro y hallando las concentraciones de hierro en las soluciones de las muestras de trigo fortificada. (41)

4.5.4 Análisis de la muestra y condiciones instrumentales

4.5.4.1 Condiciones del instrumento

- Tipo de llama: mezcla aire/acetileno
- Longitud de onda: 248,3 nm
- T° de ignición: 800°C
- T° de atomización: 2300°

4.5.4.2 Cuantificación del hierro en harina de trigo fortificada.

Leer la curva de calibración solicitada por el equipo y que contiene los parámetros de concentración en mg/L, calculando los resultados a partir del coeficiente de correlación lineal e intercepto e interpolar la muestra para cuantificar el resultado de la absorbancia v/s concentración. La ecuación de la recta se representa $(Y) = a x (X) + b$ en donde “Y” es absorbancia y la “X” es la concentración de hierro en mg/L, en la regresión lineal resultan “a” que es la pendiente, “b” el intercepto y “r²” el

coeficiente de regresión, los cuales serán reemplazados por cada curva de calibración que se realizara. (40)

4.5.4.3 Cálculo de Resultados.

- Primero se determina la concentración mediante la ecuación de la recta $(Y) = a x (X) + b$ reemplazando la absorbancia de cada muestra leída en el equipo de AAS para obtener "X". (41)

$$\frac{Y - b}{a} = X$$

- Luego se determina la concentración de hierro en ppm según la siguiente ecuación. (41)

$$\text{Hierro mg /kg} = \frac{C \times V}{m}$$

Dónde: c = concentración en mg/L obtenidos por la interpolación en la curva de calibración de la muestra.

v = volumen de la muestra final.

m = masa de la muestra en gramo.

CAPITULO V

PRESENTACION, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5.1 Análisis de tablas y gráficos

Resultados de la curva de calibración para la determinación de hierro

Las curvas de calibración permiten determinar la concentración de hierro mediante el uso del equipo de Absorción Atómica permitiendo mostrar resultados obtenidos en los análisis de la harina de trigo fortificada, los cuales determinaran si las cantidades de hierro agregadas cumplen con lo establecido por la Ley Peruana N° 28314.

De este modo se realizaron 4 curvas de calibración las cuales presentaron una ecuación de regresión lineal (se debe tener en cuenta que por cada cinco muestras a analizar se realizan nuevas curvas de calibración).

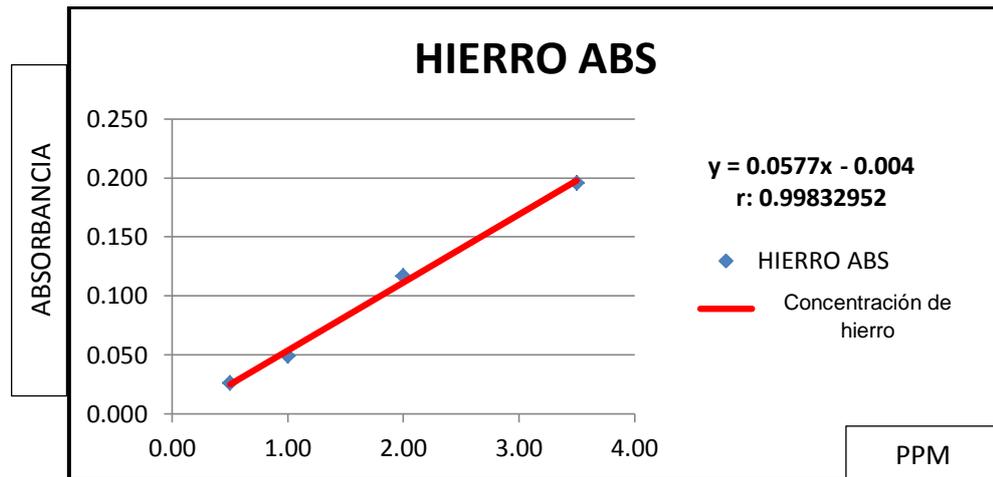


Gráfico N° 2: Curva de calibración para las muestras 1-5.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa la curva de calibración del grafico N° 2 donde se utilizó para las 5 primeras muestras de harina de trigo de venta en mercados mayoristas resultando un coeficiente de correlación (r) de 0.99832952 lo que nos indica que los estándares de las concentraciones son repetibles, reproducibles y óptimas para realizar cálculos, así también en la ecuación lineal se reemplazan las absorbancias halladas.

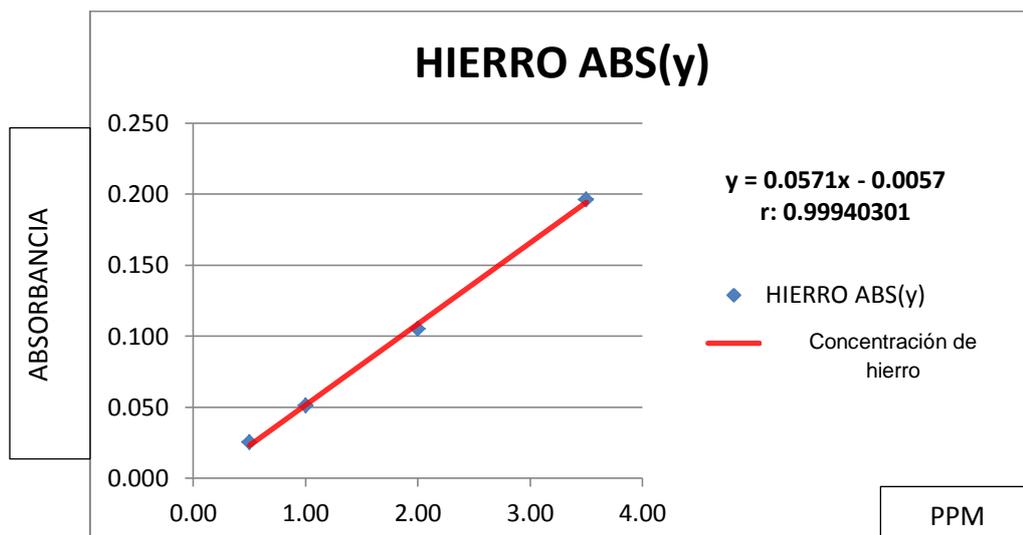


Gráfico N° 3: Curva de calibración para las muestras 6-10.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa la curva de calibración del gráfico N° 3, donde se utilizó para las muestras 6 a la 10, de las harinas de trigo de venta en mercados mayoristas, presenta un coeficiente de correlación (r) de 0.99940301 lo que nos indica que los estándares de las concentraciones son repetibles, reproducibles y óptimas para realizar cálculos, así también en la ecuación lineal se reemplazan las absorbancias halladas.

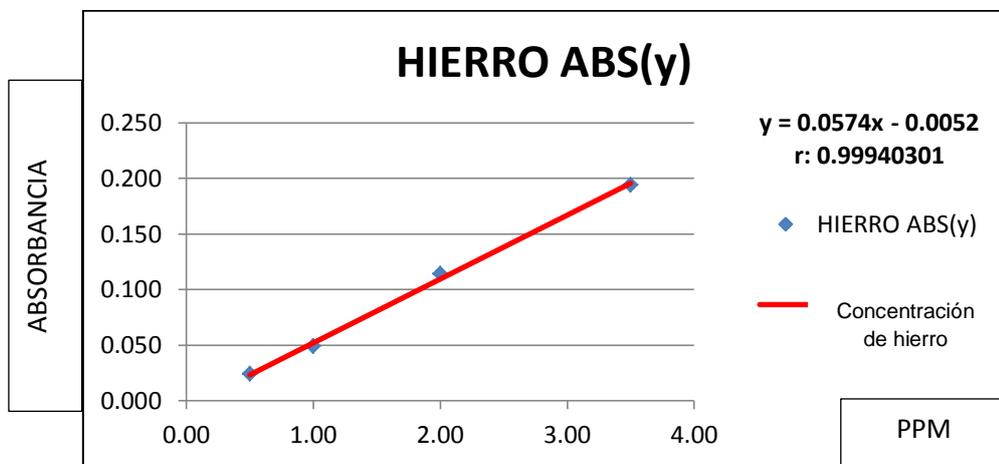


Gráfico N° 4: Curva de calibración para las muestras de supermercados 1– 5.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa la curva de calibración del gráfico N° 4, donde se utilizó para las muestras de 1 a la 5, de las harinas de trigo de venta en supermercados, presenta un coeficiente de correlación (r) de 0.99940301 lo que nos indica que los estándares de las concentraciones son repetibles, reproducibles y óptimas para realizar cálculos, así también en la ecuación lineal se reemplazan las absorbancias halladas.

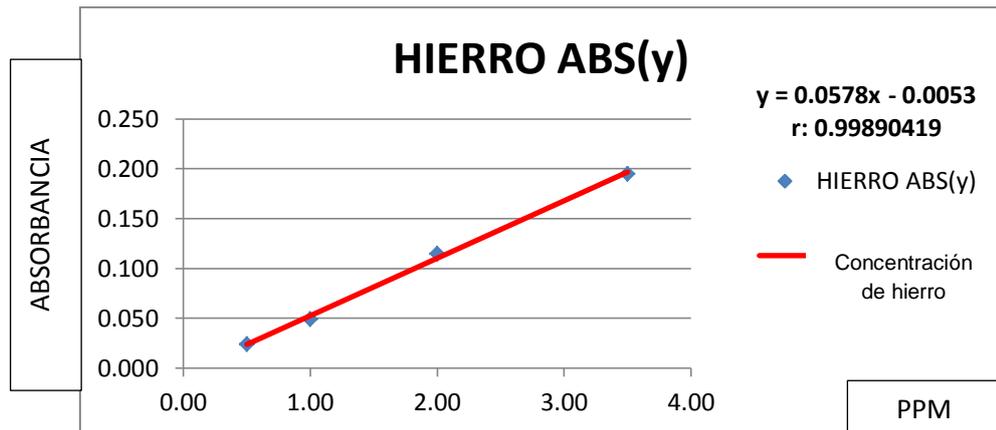


Gráfico N° 5: Curva de calibración para las muestras de supermercados 6-10.

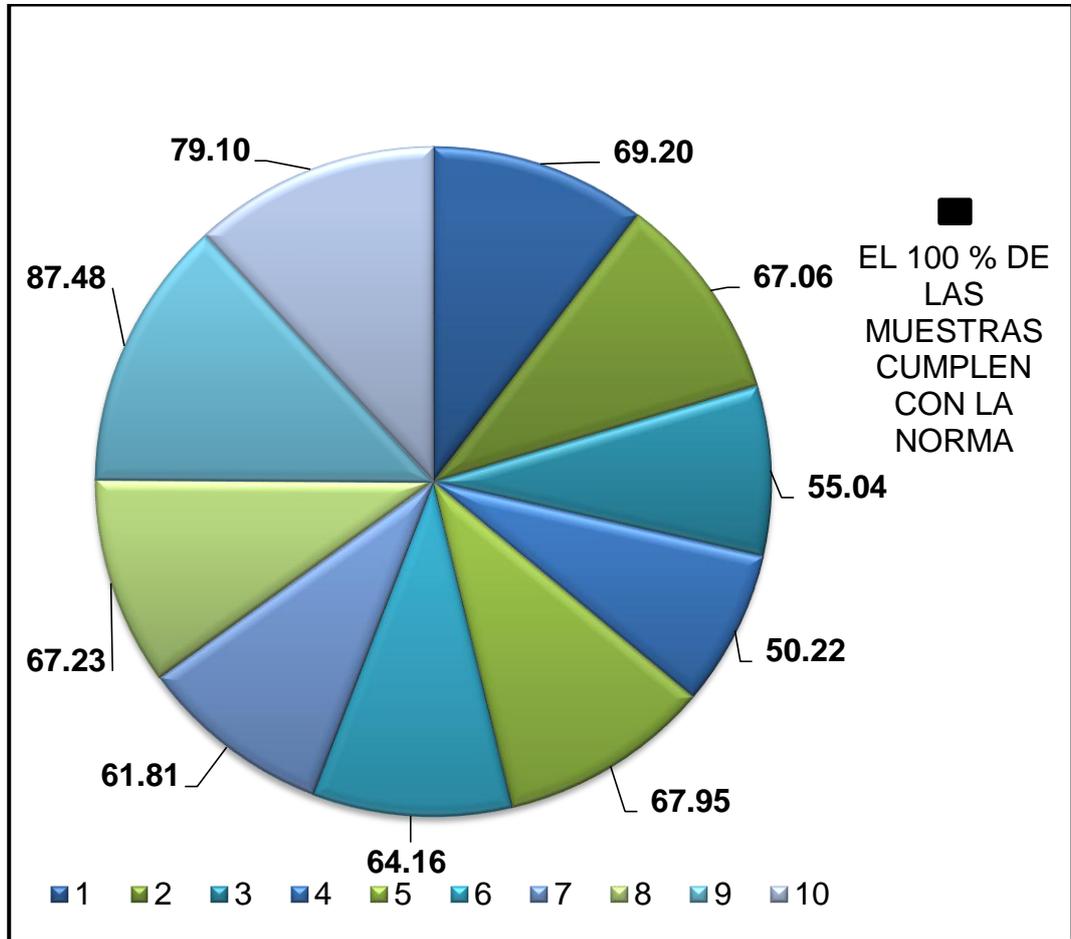
Fuente: Elaboración propia.

Se observa la curva de calibración de la gráfica N° 5, donde se utilizó para la muestra 6 a la 10, de las harinas de trigo de venta en supermercados el cual presenta un coeficiente de correlación (r) de 0.99890419 lo que nos indica que los estándares de las concentraciones son repetibles, reproducibles y óptimas para realizar cálculos, así también en la ecuación lineal se reemplazan las absorbancias halladas.

El método es lineal, solo hasta la concentración de 3.5 ppm de hierro se puede determinar en el análisis, demostrando una sensibilidad del estándar hacia el analito, en las muestras de harina de trigo fortificado de acuerdo como lo indican, siendo el eje X la variable independiente y al sustituir los valores de cada absorbancia obtenida, se hallan las concentraciones determinadas por el eje Y el cual es la variable dependiente.

Resultados del análisis de hierro en harinas de trigo fortificada de marca expandidas en los supermercados.

Los resultados obtenidos se grafican de la siguiente manera:



Grafica N° 6: Porcentaje de cumplimiento de la fortificación con hierro en harinas de trigo de venta en supermercados.

Fuente: Elaboración propia

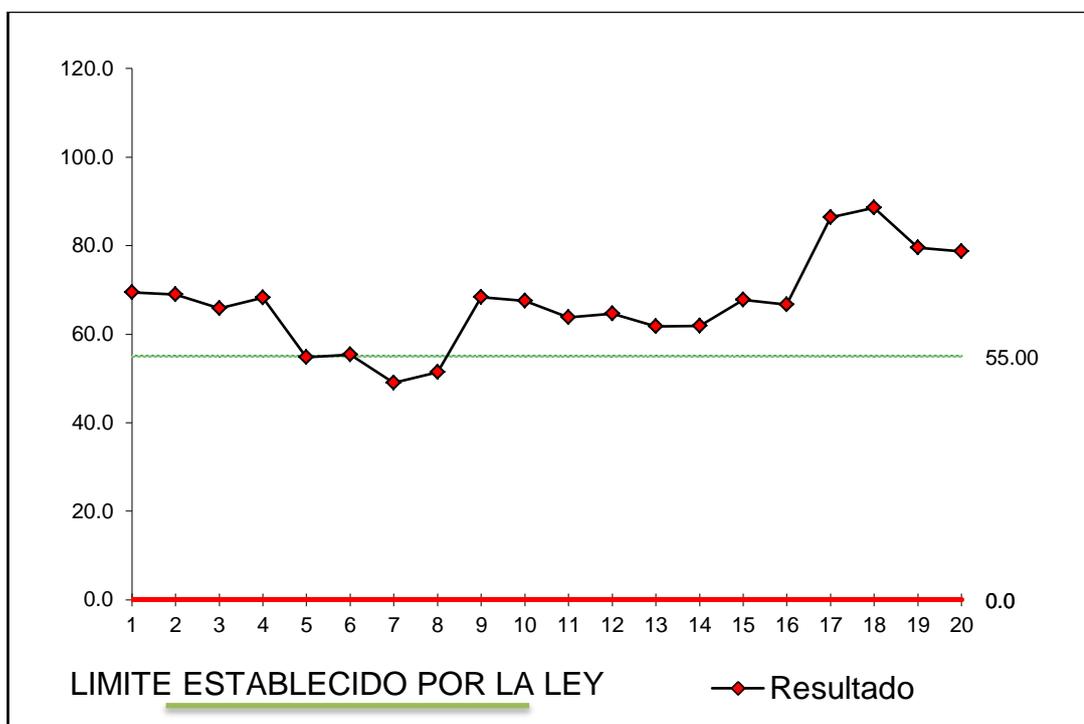
La grafica N ° 6 describe el porcentaje de cumplimiento de las harinas de trigo fortificadas los cuales cumplen con los 55 mg/Kg. aprobados según la Ley Peruana N° 28314 para 10 marcas de harina de trigo de venta en diferentes supermercados de lima metropolitana mostrando que cuentan con el 100 % de cumplimiento de acuerdo con el reglamento.

Cuadro N° 4: Resultados de análisis de hierro en harina de trigo fortificada expendidos en los diferentes supermercados.

	PESO	ABS.	CONC.	VOL.	Resultados en mg/Kg	Promedio
1	2.0111	0.075	1.397095	100	69.47	69.20
	2.0016	0.074	1.379668	100	68.93	
2	2.0426	0.072	1.344813	100	65.84	67.06
	2.0207	0.074	1.379668	100	68.28	
3	2.0746	0.060	1.135685	100	54.74	55.04
	2.0211	0.059	1.118257	100	55.33	
4	2.0675	0.053	1.013693	100	49.03	50.22
	2.0392	0.055	1.048548	100	51.42	
5	2.0445	0.075	1.397095	100	68.33	67.95
	2.0160	0.073	1.362241	100	67.57	
6	2.0735	0.071	1.321517	100	63.73	64.16
	2.0999	0.073	1.356142	100	64.58	
7	2.0289	0.067	1.252267	100	61.72	61.81
	2.0511	0.068	1.269580	100	61.90	
8	2.0526	0.075	1.390767	100	67.76	67.23
	2.0331	0.073	1.356142	100	66.70	
9	2.0109	0.095	1.737016	100	86.38	87.48
	2.0000	0.097	1.771641	100	88.58	
10	2.0317	0.088	1.615829	100	79.53	79.10
	2.0103	0.086	1.581204	100	78.66	

Fuente: Elaboración propia.

El en cuadro N° 4 se muestran las concentraciones de hierro determinadas en las harinas de trigo de venta en los diferentes supermercados de Lima Metropolitana demostrando el cumplimiento de la fortificación en estos productos.



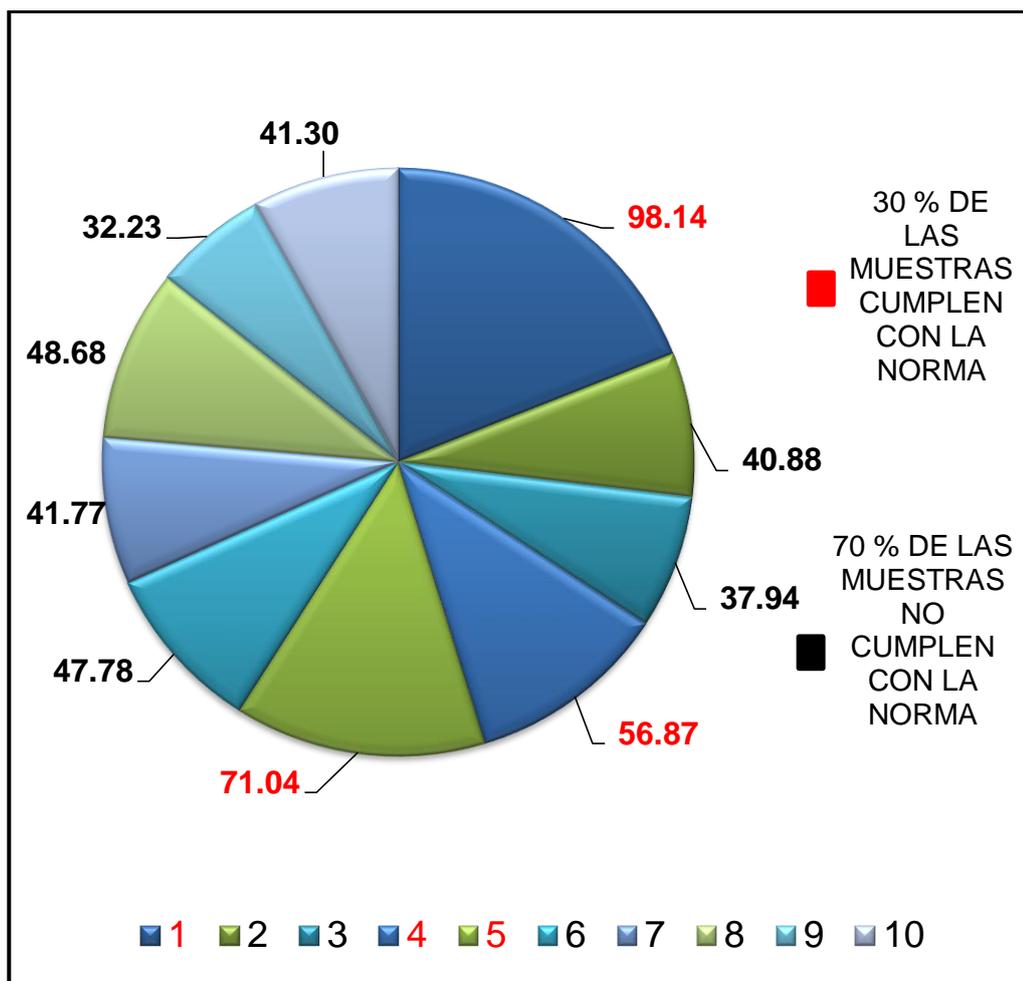
Gráfica N° 7: Concentración de hierro en muestras de harina de trigo de venta en supermercados.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la gráfica N° 7 los resultados de cada muestra por duplicado realizados en el mes de octubre del 2017, donde los resultados brindan una buena aceptación según los parámetros establecidos por la Ley Peruana N° 28314.

Resultado del análisis de hierro en harinas de trigo fortificado de venta en mercados mayoristas.

Los resultados obtenidos se grafican de la siguiente manera:



Grafica N° 8: Porcentaje del cumplimiento de la fortificación con hierro en harinas de trigo de venta en mercados mayoristas.

Fuente: Elaboración propia.

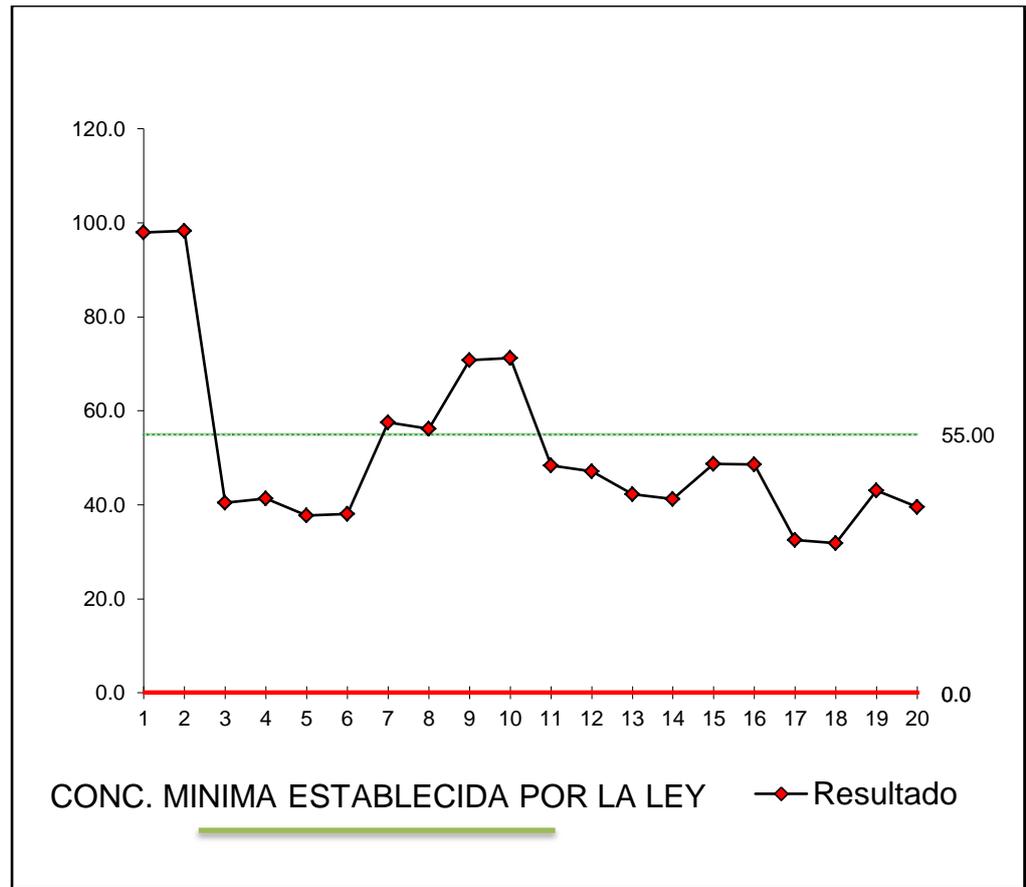
La grafica N° 8, describe el porcentaje de incumplimiento en la fortificación con hierro en las harinas de trigo con un nivel menor de 55 mg/kg, según lo establecido por la norma, de las 10 marcas de harina de trigo de venta en diferentes mercados mayoristas de lima metropolitana el 70 % de ellas no están dentro de lo establecido y solo el 30% cuentan con una buena aceptación.

Cuadro N° 5: Resultados de análisis de hierro en las harinas de trigo fortificadas expendidos en los diferentes mercados mayoristas.

	PESO	ABS.	CONC.	VOL.	Resultado en mg/kg	Promedio
1	2.0345	0.111	1.992574	100	97.94	98.14
	2.0441	0.112	2.009901	100	98.33	
2	2.0157	0.043	0.814356	100	40.40	40.88
	2.0529	0.045	0.849010	100	41.36	
3	2.0184	0.040	0.762376	100	37.77	37.94
	2.0916	0.042	0.797030	100	38.11	
4	2.0169	0.063	1.160891	100	57.56	56.87
	2.0047	0.061	1.126238	100	56.18	
5	2.0068	0.078	1.420792	100	70.80	71.04
	2.0177	0.079	1.438119	100	71.28	
6	2.0498	0.051	0.992494	100	48.42	47.78
	2.0315	0.049	0.957465	100	47.13	
7	2.0580	0.044	0.869892	100	42.27	41.77
	2.0231	0.042	0.834862	100	41.27	
8	2.0369	0.051	0.992494	100	48.73	48.68
	2.0044	0.050	0.974979	100	48.64	
9	2.0258	0.032	0.659716	100	32.57	32.23
	2.0141	0.031	0.642202	100	31.89	
10	2.0199	0.044	0.869892	100	43.07	41.30
	2.0241	0.040	0.799833	100	39.52	

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 5 se observa las concentraciones de hierro determinadas en las harinas de trigo de venta en los diferentes mercados mayoristas de lima metropolitana los cuales 7 muestras no cumplen con las concentraciones establecidas por la ley peruana N° 28314.



Grafica N° 9: Concentración de hierro en muestras de harina de trigo de venta en mercados mayoristas.

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N° 9 detalla los resultados de la determinación de la concentración de hierro en las muestras analizadas por duplicado, en el mes de octubre del 2017 para los cuales se puede observar que 3 muestras son aceptadas según los parámetros establecidos por la norma de fortificación con hierro, mientras que 7 muestras están por debajo del límite establecido.

5.2 Discusión de los resultados

La concentración de hierro en harinas de trigo fortificadas en 10 muestras recolectadas en los diferentes supermercados cumplen con lo establecido por la ley Peruana N° 28314, comparado con la investigación realizada por Eloy Chambi Yana (2015) **DETERMINACIÓN DE HIERRO Y METALES PESADOS EN HARINAS FORTIFICADAS PARA EVALUAR SU CALIDAD E INOCUIDAD** en el cual recolecto aleatoriamente un total de 378 muestras de harina de trigo fortificada obteniendo que solo el 55.56 % cumplen con lo que establece la norma boliviana, a diferencia de la investigación realizada por Hurtado L., Buitrago S. y Salazar G. **VERIFICACION DE LA FORTIFICACION CON HIERRO EN PRODUCTOS DE TRIGO EN BOGOTA** (2012) donde utilizaron un total de 6 muestras de distintos puntos de venta obteniendo como resultado que ninguno obedece a lo establecido por la ley colombiana con respecto a la concentración de hierro de las harinas fortificadas.

Así mismo la presente investigación demostró que en las 10 muestras recolectadas en los diferentes mercados mayoristas solo el 30% lo que equivale a 3 de ellos, cumplen con lo establecido por la Ley Peruana N° 28314 a diferencia de las investigaciones realizadas por Legua C. y Ramírez B. **INFORME DEL CENTRO NACIONAL DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN-CENAN** quienes en el año 2015 mediante la recolección de 86 muestras obtuvieron que el 94.2% (81 muestras) obtenidas de los molinos de producción obedece a la Ley Peruana N° 28314, mientras que por lo contrario el 5.8 % resultaron no conformes.

Cabe mencionar que dicha investigación fue nuevamente realizada en el Perú también en el 2016 cuyas muestras se incrementaron a 121 las cuales fueron obtenidas aleatoriamente en distintas plantas de producción de harina de trigo fortificada, evidenciándose que el 95.9 %; equivalente a un total de 116 muestras. Esto podría deberse a que las muestras recolectadas en la presente investigación fueron adquiridas de un producto terminado (sacos) a diferencia del CENAN los cuales fueron obtenidos directamente en la planta de proceso de elaboración del producto. No obstante hay que considerar que los resultados pueden variar, de acuerdo a la marca del producto, a la fecha de producción (diferentes lotes), tipo de muestreo, diferentes técnicas instrumentales, entre otros factores.

CONCLUSIONES

- ✓ Se concluye que los niveles de concentración de hierro en la harina de trigo fortificada de diferentes marcas expandidas en los mercados mayoristas no cumplen con los límites de la Ley peruana N°28314, a diferencia de los que se expenden en los supermercados, quienes si se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

- ✓ Se concluye que la concentración de hierro en las diez muestras analizadas de los mercados mayoristas de lima metropolitana se encuentran en un intervalo de 32 a 47 mg/kg en su gran mayoría, lo cual demostró que se encuentra fuera de especificación por lo que estarían incumpliendo con lo establecido por la Ley peruana N°28314.

- ✓ Se concluye que la concentración de hierro en las diez muestras de harina de trigo fortificada recolectadas en los supermercados de lima metropolitana se encontraron en un intervalo de 55 a 87 mg/kg lo cual demostró que se encuentra dentro de especificación por lo que estarían cumpliendo con lo establecido por la Ley peruana N°28314.

- ✓ Se determinó que existen diferencias en las concentraciones de los dos grupos de estudio aplicando la prueba estadística de t student.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere una mayor investigación y vigilancia sobre la fortificación de la harina de trigo de esta manera permitiendo una mayor fiscalización del producto para el consumo de la sociedad.
- Las empresas que realizan la fortificación de la harina de trigo para consumo humano deben de aplicar el porcentaje obligatorio de hierro para mejorar la calidad de este producto.
- Se recomienda evaluar los compuestos de hierro agregados en la harina de trigo fortificada con el fin de conocer su biodisponibilidad en el ser humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Organización mundial de la salud. Recomendaciones sobre la fortificación de las harinas de trigo y maíz, 2008. Disponible en: <http://who.int/publications/list/micronutrients/es/> .
- 2 Ministerio de salud. Aprueban reglamento de la ley N° 28314 que dispuso la fortificación de harina de trigo con micronutrientes [sitio en internet]. Disponible en: [www. ffinetwork. org/ about/ languages / documents /PeruLegislation.pdf](http://www.ffinetwork.org/about/languages/documents/PeruLegislation.pdf). Consultado: 20 de junio 2017.
- 3 Leguía C. y Ramírez G. Informe del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima. 2016
- 4 Leguía C. y Ramírez G. Informe del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima. 2015
- 5 Chanbi E. Determinación de hierro y metales pesados en harinas fortificadas para evaluar su calidad e inocuidad. [Tesis de grado]. Universidad mayor de san Andrés facultad de tecnológica carrera de química industrial. 2015.
- 6 Buitrago J., Hurtado M. y Salazar C. Verificación de la fortificación con hierro en productos de trigo en Bogotá. Redilyc. (Mex.). 2012. Vol. 19 (1). 456-459.
- 7 Edel LA, Rosell CM. De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. Córdoba, Argentina: Báez;2007.p.19-23
- 8 Kirk SR, Sawyer R, Egan H. Composición y análisis de alimentos de Pearson. Cereales y harinas. México: Patria; 2011.p.311-315
- 9 Latham M. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Cereales, raíces feculentas y otros alimentos con alto contenido de carbohidratos. Roma,FAO;2002.p.265-280 Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/w0073s/W0073S02.pdf>
- 10 Ramos GF. Maíz, trigo y arroz. Los cereales que alimentan al mundo. El trigo. México, 2013. p.49-62 Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/3649/1/maiztrigoarroz.pdf>.

- 11 Campbell G. M., Fang C., Muhamad I. I. (2007). On predicting roller milling performance VI -Effect of kernel hardness and shape on the particle size distribution from first break milling of wheat. *Food and Bioproducts Processing*, 85 (C1):7-23
- 12 Perú. INDECOPI. Norma técnica peruana 205.009. 2014. Lima. Instituto nacional de calidad 2014.
- 13 Ministerio de salud. Aprueban reglamento de la ley N° 28314 que dispuso la fortificación de harina de trigo con micronutrientes [sitio en internet]. Disponible en: [www. ffinetwork. org/ about/ languages / documents /PeruLegislation.pdf](http://www.ffinetwork.org/about/languages/documents/PeruLegislation.pdf). Consultado: 20 de junio 2017.
- 14 Perú. INDECOPI. Norma técnica peruana 205.064. 2015. Lima. Instituto nacional de calidad 2015
- 15 Valdivia Zapana S., Robles Cebrián S., Ramírez Beltrán G. Situación de la fortificación de la harina de trigo en el Perú durante los años 2009 y 2010. *Bol – Inst. Nac. Salud (Perú)* 2013. Vol. 19 N° 1-2 Enero – Febrero.
- 16 Muro V. Salazar C. Oviedo A. Casanova G. Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva [sitio en internet]. Disponible en: http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/handle/MINAGRI/48/Cadena_Trigo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Consultado el 15 septiembre del 2017.
- 17 Arfvidsson, C., Wahlund K.-G y. Eliasson A.C. 2004. Determinación directa del peso molecular en la evaluación de los métodos de disolución para la glutenina no reducida. *Journal of Cereal Science*, 39: 1-8.
- 18 Martini E. *Triticale (triticum aestivum)*. Alternativas de usos en nutrición humana y animal [tesis grado]. Argentina: Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba 2015.
- 19 Herrera A. y María P. Análisis Físicoquímico y Microbiológico de las harinas de trigo producidas en el salvador. [Tesis grado]. El salvador: Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador 2006.

- 20 De La Vega Ruiz G. Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. *Temas C. y Tec. (Oax.)* 2009; 38 (4):27-32
- 21 especial trigo (2015-2016). [Sitio en internet] Disponible en: <https://news.agrofy.com.ar/especiales/trigo15-16/siembra-trigo> consultado en: 25 de septiembre de 2017.
- 22 Norma Mexicana: NMX-F-007. 1982. Alimentos para Humanos: Harina de Trigo. 2p.
- 23 Kotz J. Treichel M. Weaver G. Átomos y elementos. En: Galindo H. Química y Reactividad Química. Ed. Sexta. México. 2006. p. 44-77.
- 24 Kuklinski C. Minerales. Nutrición y bromatología. Ed. Primera. Barcelona. 2010. p. 63-69.
- 25 Forrellat B. M., Gautier du Défaix G. H., Fernández D. N. Instituto de Hematología e Inmunología: Metabolismo del hierro. *Rev. Cubana Hematol Inmunol Hemoter (La Habana)* 2000; 16(3):149-160.
- 26 Dary O. Freire W. Kim S. Compuestos de hierro para fortificación de alimentos. OPS 2002. 1. p. 1-24.
- 27 Moreno R. Tecnología aplicada en alimentos fortificados.[Tesis de grado]. Universidad nacional de la amazonia. 2013.
- 28 Velarde P. Análisis de la política pública de fortificación de alimentos con hierro en Perú en el periodo 2000-2012. [tesis de maestría]. Escuela nacional de salud pública.2014.
- 29 Dary O. manual para el monitoreo interno de la fortificación de la harina de trigo.2011
- 30 Bonilla A. Fortificación de alimentos en Centroamérica y el Caribe. Recopilación bibliográfica. Guatemala. 2016.
- 31 De Almeida C. De-Oliveira J. Crott G. Cantolini A, Ricco R. Del Campo L. Baptista M. Effect of fortification of drinking water with iron plus ascorbic acid or with ascorbic acid alone on hemoglobin values and anthropometric indicators in preschool children in day-care centers in Southeast Brazil. *Food Nutr Bull.*2005 Sept: 26(3): 259-65.
- 32 Sultan S. Anjum F. Butt N. Human H. Suleria R. Concept Of Double Salt Fortification; A Tool To Curtail Micronutrient Deficiencies And

- Improve Human Health Status, Journal of the science of food and agricultura 2013 [sitio en internet] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24578322> consultado el 20 de septiembre del 2017.
- 33 Who rice fortification [sitio en internet] disponible en: http://www.who.int/elena/titles/rice_fortification/en/. Consultado el 25 de septiembre del 2017.
- 34 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Nutrición humana en el mundo en desarrollo: Carencia de hierro y otras anemias nutricionales. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s0h.htm>. Consultado el 18 septiembre del 2017.
- 35 Sanabria R. Hernán A.. Tarqui C. Fundamentos para la fortificación de la harina de trigo con micronutrientes en el Perú Anales de la Facultad de Medicina (Perú), vol. 68, (2), 2007, pp. 185 – 192.
- 36 Walton F. Reyes J. Análisis Químico e instrumental moderno. Edición 2º ed. New York. REVERTE. 2013. p. 140-216,243-269.
- 37 Mauri A. Llobat E. Herráez H. Laboratorio de analisis instrumental moderno. Edición 1º ed. Valencia. Reverte. 2010. p. 15-22
- 38 CARDENAS G. Yeffer. Validación interna del método “determinación de hierro por absorción atómica en harina de trigo fortificada”. [tesis de grado]. Universidad Industrial de Santander, facultad de ciencias 2005.
- 39 Harris C. Espectroscopia de absorción atómica. Análisis químico y cuantitativo. 3º edición. Barcelona: Reverte; 2012. p 494-516.
- 40 Bermejo M. Raquel. Moreno R. Antonio. Espectroscopia de absorción atómica. Análisis instrumental. 1º edición. Madrid: síntesis; 2014. p 223-266.
- 41 International Approved Methods (AACC). Elements by Atomic Absorption Spectrophotometry 11º Edición. USA: 2018. Cap. 40-70.01 p. 1-3.

ANEXOS N° 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: VERIFICACION DE LOS NIVELES DE CONCENTRACION DE HIERRO EN LA HARINA DE TRIGO FORTIFICADA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	METODO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	VARIABLES	POBLACION Y MUESTRA
<p>¿Los niveles de concentración de Hierro en la Harina de trigo fortificada de diferentes marcas expandidas en los mercados mayoristas y supermercados se encuentran dentro de los límites de la ley peruana N° 28314?</p> <p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles serán las concentraciones de hierro en la harina de trigo fortificada de diferentes marcas expandidas en los mercados mayoristas de lima metropolitana? • ¿Cuáles serán las concentraciones de hierro en la harina de trigo fortificada de diferentes marcas expandidas en los supermercados de lima metropolitana? • ¿Existe diferencia en las concentraciones de hierro en la harina de trigo fortificada de las marcas expandidas en los mercados mayoristas con los vendidos en supermercados de Lima metropolitana? 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la concentración de Hierro en la Harina de trigo fortificada de diferentes marcas que se expanden en los mercados mayoristas y supermercados de Lima se encuentran dentro de los límites de la ley peruana N° 28314 <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar la concentración de hierro en la harina de trigo fortificada de diferentes marcas expandidas en los mercados mayoristas de Lima Metropolitana. • Verificar la concentración de hierro en la harina de trigo fortificada de diferentes marcas expandidas en los supermercados de lima metropolitana. • Determinar si hay diferencia en las concentraciones de hierro en la harina de trigo fortificada de las marcas expandidas en los mercados mayoristas con los vendidos en supermercados de Lima metropolitana. 	<ul style="list-style-type: none"> • no presenta hipótesis por ser una investigación descriptiva según Sampieri 	<p>Tipo de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transversal • Prospectivo • observacional <p>Nivel de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptivo comparativo 	<p>Método de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deductivo <p>Diseño de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No experimental 	<p>Variable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de concentración de hierro en harina de trigo fortificada <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentración de hierro 	<p>Población:</p> <p>Harina de trigo fortificada que se expanden en los diferentes establecimientos de Lima Metropolitana.</p> <p>Muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Harina de trigo de venta en supermercados. • Harina de trigo de venta en mercados mayoristas

ANEXO N°2: METODO AACC.40. 77.


volumen 1 Tercera Edición 2020
COP. CONTROLADA

Inorganic Constituents **AACC Method 40-70**
Page 1 of 3

Elements by Atomic Absorption Spectrophotometry
 Final approval October 16, 1991; Reapproval November 3, 1999

Objective
 This method determines calcium, copper, iron, magnesium, manganese, and zinc in grains and cereal products.

Apparatus
 1. Atomic absorption cereal products spectrophotometer. Several commercial models are available. Since each design is somewhat different, with varying requirements of light source, burner flow rate, and detector sensitivity, only general outline of operating parameters is given in Table I. Operator must become familiar with settings and procedures adapted to own apparatus and use table only as guide to concentration ranges and flame conditions. Single-slot burner may require that lanthanum be added to standard and sample solutions for all elements.
 2. Ashing vessels, 150-ml beaker (Pyrex or Vycor) or 30-ml Vycor crucible.
 3. Muffle furnace capable of operating at temperatures up to 525°.

Reagents
 1. Water, distilled-deionized (greater than 10 megohm resistance). Use throughout procedure in all preparation and dilution of solutions.
 2. Stock solutions. See Note 1.
 a. Calcium, 25 µg Ca/ml. Dissolve 1.249 g CaCO₃ in minimum amount 3N HCl. Dilute to 1 liter. Dilute 50 ml to 1 liter.
 b. Copper, 1000 µg Cu/ml. Dissolve 1.000 g pure Cu metal in minimum amount HNO₃ and add 5 ml HCl. Evaporate almost to dryness and dilute to 1 liter with 0.1N HCl.
 c. Iron, 1000 µg Fe/ml. Dissolve 1.000 g pure Fe wire in about 30 ml 6N HCl with boiling. Dilute to 1 liter.
 d. Magnesium, 1000 µg Mg/ml. Place 1.000 g pure Mg metal in 50 ml water and slowly add 10 ml concentrated HCl. Dilute to 1 liter.

TABLE I
Operating Parameters

Element	Wavelength (Å)	Flame ^a	Range (µg/ml)	Remarks
Ca	4227	Rich Air-C ₂ H ₂	2-20	1% La, 1% HCl
	4227	Rich N ₂ O-C ₂ H ₂	2-20	Requires special burner
Cu	3427	Air-C ₂ H ₂	2-20	
Fe	2483	Rich Air-C ₂ H ₂	2-20	
Mg	2852	Rich Air-C ₂ H ₂	0.2-2	May need La
Mn	2795	Air-C ₂ H ₂	2-20	
Zn	2138	Air-C ₂ H ₂	0.5-5	

^aC₂H₂ = acetylene.

Elements by Atomic Absorption Spectrophotometry (continued)

- e. Manganese, 1000 $\mu\text{g Mn/ml}$. Dissolve 1.582 g pure MnO_2 in about 30 ml 6N HCl. Boil to remove Cl and dilute to 1 liter.
- f. Zinc, 1000 $\mu\text{g Zn/ml}$. Dissolve 1.000 g pure Zn metal in about 10 ml 6N HCl. Dilute to 1 liter.
3. Lanthanum stock solution, 50 g La/liter \sim 5% HCl. Dissolve 58.65 g La_2O_3 (99.99%, low calcium content) in 250 ml concentrated HCl, adding acid slowly. Dilute to 1 liter.
4. Working standard solutions.
 - a. Calcium, 0, 5, 10, 15, and 20 $\mu\text{g Ca/ml}$ containing 1% La and \sim 1% HCl. To 25-ml volumetric flasks, add 0, 5, 10, 15, and 20 ml Ca stock solution (reagent 2a). Add 5 ml La solution and dilute to volume.
 - b. Other standard solutions. Dilute aliquots of solutions 2b, 2c, 2d, 2e, and 2f with 0.5N HCl to make at least four standard solutions of each element within range of determination.

Procedure*Preparation of sample*

1. Accurately weigh 1–10 g ground sample (depending on anticipated concentration of element) into ashing vessel. See Note 2. Begin preparation of reagent blank at this point.
2. Char on hot plate or in muffle, then ash at 500° overnight. If not completely ashed, cool sample and wet with a few drops of concentrated HCl or HNO_3 , dry at low heat, and re-ash. See Note 3.
3. Break up cake with stirring rod and dissolve in 10 ml concentrated HCl. Boil and evaporate solution nearly to dryness on hot plate. Do not bake residue.
4. Redissolve residue in 20 ml 2N HCl, boiling gently if necessary.
5. Filter through fast paper into 100-ml volumetric flask, washing paper and residue thoroughly with water. Dilute to 100 ml and mix.
6. Measure absorption of solution directly, or dilute with 0.5N HCl to obtain solutions within ranges of instrument. If Ca is to be determined, add enough La stock solution to make final dilution 1% La (i.e., 5 ml La solution to 25-ml flask, 20 ml to 100-ml flask, etc.). See Note 4.

Method

1. Set up instrument as in Table I, or by previously established optimum settings for apparatus to be used. Secondary or less sensitive lines may be used to reduce necessary dilution if desired. See Ref. 2.
2. Read at least 4 standard solutions within analytical range before and after each group of 6–12 samples. Flush burner with water between samples, and reestablish zero absorption point each time.



COPIA CONTROLADA

Inorganic Constituents

AACC Method 40-70
Page 3 of 3

Elements by Atomic Absorption Spectrophotometry (continued)

3. Prepare calibration curve from average of each standard before and after sample group. See Note 5.
4. Read concentration of samples from plot of absorption against $\mu\text{g/ml}$.

Calculation

$$\text{Element (ppm)} = \frac{\mu\text{g/ml} \times 100}{\text{sample weight (g)}}$$

If original 100 ml volume is diluted, take this into account in final calculation.

Notes

1. Do not use <2-ml pipets or <25-ml volumetric flasks in making standards. Prepare working solutions in 0–20 $\mu\text{g/ml}$ range fresh daily. Automatic dilution apparatus may be used. Alternatively, purchased standards may be substituted for stock solutions.
2. Some grains and unfortified products may require ashing a larger sample to increase the concentration of elements to detectable ranges. See Ref. 3.
3. Contamination from labware and reagents can contribute significant amounts of analytical error. Blanks should be run to monitor for contamination. Cleaning protocols including rinses in mineral acids (e.g., nitric and hydrochloric acids) and multiple rinses in distilled/deionized water have proven effective in minimizing metal contamination in labware. If re-ashing is necessary, prepare a re-ash blank, using the same amount of concentrated HCl or HNO_3 as for the samples.
4. Phosphorus interferes in calcium and may interfere in magnesium determination with air- C_2H_2 burners. Eliminate interferences by adding La stock solution to standard and sample solutions so that final dilutions contain 1% La. Phosphorus does not interfere with calcium determination when an $\text{N}_2\text{O-C}_2\text{H}_2$ burner is used.
5. It is recommended that a standard reference material (such as those available from the National Institute of Standards and Technology) be analyzed frequently to ensure accuracy of the determination. Choose reference material that matches as closely as possible the matrix of the sample being analyzed.

References

1. AOAC International. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th ed. Method 965.09. The Association, Arlington, VA.
2. Gatehouse, B. M., and Willis, J. B. 1961. Performance of a simple atomic absorption spectrophotometer. *Spectrochim. Acta* 17:710.
3. Zook, E. G., Greene, F. E., and Morris, E. R. 1970. Nutrient composition of selected wheats and wheat products. VI. Distribution of manganese, copper, nickel, zinc, magnesium, lead, tin, cadmium, chromium, and selenium as determined by atomic absorption spectroscopy and colorimetry. *Cereal Chem.* 47:720.

ANEXO N°3

Resultados de la concentración de hierro en harinas de trigo de venta en supermercados certificado por laboratorio CERTILAB.



INFORME DE ENSAYO N° N4438 - 2017

Solicitante: *HUAYHUAS CCACCYA RENE*
Dirección: *Asoc. De Parceleros Pampas de Limay Mz. B Lt. 08 - Pachacamac - Lima - Lima*
Solicitud de Ensayo N°: *3386-2017/N*
Nombre del Producto: *HARINA DE TRIGO*
Características de la muestra: *M1: HARINA DE TRIGO BLANCA FLOR PREPARADA*
(proporcionado por el solicitante) *M2: HARINA DE TRIGO MOLITALIA SIN PREPARAR*
M3: HARINA DE TRIGO GRANO DE ORO PREPARADA
M4: HARINA DE TRIGO FAVORITA PREPARADA
M5: HARINA DE TRIGO FAVORITA SIN PREPARAR
M6: HARINA DE TRIGO METRO PREPARADA
M7: HARINA DE TRIGO NICOLINI SIN PREPARAR
M8: HARINA DE TRIGO MOLITALIA PREPARADA
M9: HARINA DE TRIGO BELL'S SIN PREPARAR
M10: HARINA DE TRIGO GRANO DE ORO SIN PREPARAR
Cantidad recibida: *200 g de cada muestra*
Presentación: *Evasado en 01 bolsa de polipropileno transparente, sellada.*
Fecha de recepción: *26 de septiembre de 2017*
Fecha de ejecución de ensayos: *Del 29 de septiembre al 04 de octubre de 2017*

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado										Unidades
		M1		M2		M3		M4		M5		
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
01	Hierro	69,47	68,93	65,84	68,28	54,74	55,33	49,03	51,42	68,33	67,57	ppm

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado										Unidades
		M6		M7		M8		M9		M10		
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
01	Hierro	63,73	64,58	61,72	61,90	67,76	66,70	86,38	88,58	79,53	78,66	ppm

Métodos de ensayo utilizados:

01. Metodología proporcionada por el cliente: AACC Method 40-70. Page 1-3.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relaciona únicamente a las muestras analizadas. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- El muestreo, las condiciones de muestreo y transporte de la muestra hasta su ingreso a CERTILAB es responsabilidad del solicitante.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA (Declaración exigida por el Reglamento de Uso del Símbolo de Acreditación y Declaración de la Condición de Acreditado DA-acr-05R. Sin embargo, el organismo emisor está ACREDITADO ante el INACAL).
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de CERTILAB.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 04 de octubre de 2017



[Firma]
Q.F. Lidy Sedano Inga
 Laboratorio de Físico Química
 CQFP: 11894 LIMA

Informe de Ensayo N° N4438-2017

Pág. 1 de 1

CERTIFICADORA Y LABORATORIOS ALAS PERUANAS S.A.C.
 Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ
 Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-5062 Telefax: 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com

Resultados de la concentración de hierro en harinas de trigo de venta en mercados mayoristas certificado por laboratorio CERTILAB.



INFORME DE ENSAYO
N° N4437 - 2017

Solicitante: HUAYHUAS CCACCYA RENE
Dirección: Asoc. De Parceleros Pampas de Limay Mz. B Lt. 08 - Pachacamac - Lima - Lima
Solicitud de Ensayo N°: 3386-2017/N
Nombre del Producto: HARINA DE TRIGO
Características de la muestra: (proporcionado por el solicitante)
M1: HARINA DE TRIGO NICOLINI PASTELERO A GRANEL
M2: HARINA DE TRIGO GRAN PANADERO A GRANEL
M3: HARINA DE TRIGO DOÑA VERA A GRANEL
M4: HARINA DE TRIGO MOLITALIA A GRANEL
M5: HARINA DE TRIGO GRANO DE ORO A GRANEL
M6: HARINA DE TRIGO CIELO A GRANEL
M7: HARINA DE TRIGO ANGELICA A GRANEL
M8: HARINA DE TRIGO ANITA A GRANEL
M9: HARINA DE TRIGO PANERA A GRANEL
M10: HARINA DE TRIGO DON LUCCIANO A GRANEL
Cantidad recibida: 200 g de cada muestra
Presentación: A granel en 01 bolsa de polipropileno transparente, cerrada.
Fecha de recepción: 26 de septiembre de 2017
Fecha de ejecución de ensayos: Del 27 de septiembre al 02 de octubre de 2017

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado										Unidades
		M1		M2		M3		M4		M5		
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
01	Hierro	97,94	98,33	40,40	41,36	37,77	38,11	57,56	56,18	70,80	71,28	ppm

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado										Unidades
		M6		M7		M8		M9		M10		
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
01	Hierro	48,42	47,13	42,27	41,27	48,73	48,64	32,57	31,89	43,07	39,52	ppm

Métodos de ensayo utilizados:

01. Metodología proporcionada por el cliente: AACC Method 40-70. Page 1-3.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relaciona únicamente a las muestras analizadas. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- El muestreo, las condiciones de muestreo y transporte de la muestra hasta su ingreso a CERTILAB es responsabilidad del solicitante.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA (Declaración exigida por el Reglamento de Uso del Símbolo de Acreditación y Declaración de la Condición de Acreditado DA-acr-05R. Sin embargo, el organismo emisor está ACREDITADO ante el INACAL).
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de CERTILAB.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 04 de octubre de 2017

CERTIFICADORA Y LABORATORIOS ALAS PERUANAS S.A.C.
DIVISION DE LABORATORIO
CERTILAB
Q.F. Lisly Sedano Anga
Laboratorio de Físico Química
CQFP: 11894 LIMA

Informe de Ensayo N° N4437-2017

Pág. 1 de 1

CERTIFICADORA Y LABORATORIOS ALAS PERUANAS S.A.C.
Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ
Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-5062 Telefax: 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com

ANEXO N° 4

Estadística para la determinación de diferencias significativas en la harina de trigo de venta en mercados mayoristas y supermercados.

Los datos de las diferentes absorbancias resultantes del ensayo cuantitativo, se aplican un ensayo estadístico permitiendo obtener de esta manera información más confiables sobre los un resultados obtenidos.

Sobre el cual debemos de tener parámetros confiables para llegar a una hipótesis más confiable.

Cuando se tienen muestras más pequeñas es imprescindible encontrar un procedimiento para encontrar intervalos de confianza. De esta manera aplicaremos la distribución de t de Student.

▪ **HIPÓTESIS:**

La concentración de hierro en la harina de trigo de las diferentes marcas de venta en mercados mayoristas difiere de los vendidos en los supermercados de lima metropolitana.

➤ HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Se plantean las hipótesis:

✓ $H_0: u_1 = u_2$ (las concentraciones de hierro en la harina de trigo de las marcas expandidas en los mercados mayoristas no difieren de los vendidos en los supermercados).

✓ $H_1: u_1 \neq u_2$ (las concentraciones de hierro en la harina de trigo de las marcas expandidas en los mercados mayoristas difieren de los vendidos en los supermercados).

Cuadro N° 6: Resultados de las muestras para el análisis estadístico.

	Mercados mayoristas	Supermercados
1	97.94	69.47
	98.33	68.93
2	40.40	65.84
	41.36	68.28
3	37.77	54.74
	38.11	55.33
4	57.56	49.03
	56.18	51.42
5	70.80	68.33
	71.28	67.57
6	48.42	63.73
	47.13	64.58
7	42.27	61.72
	41.27	61.90
8	48.73	67.76
	48.64	66.70
9	32.57	86.38
	31.89	88.58
10	43.07	79.53
	39.52	78.66

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7: Datos estadísticos; promedio, desviación estándar y cantidad de muestras.

	Mercado mayorista	Supermercados
Media	51.66	66.92
S (desviación estándar)	19.14	10.44
N	20	20

Fuente: Elaboración propia.

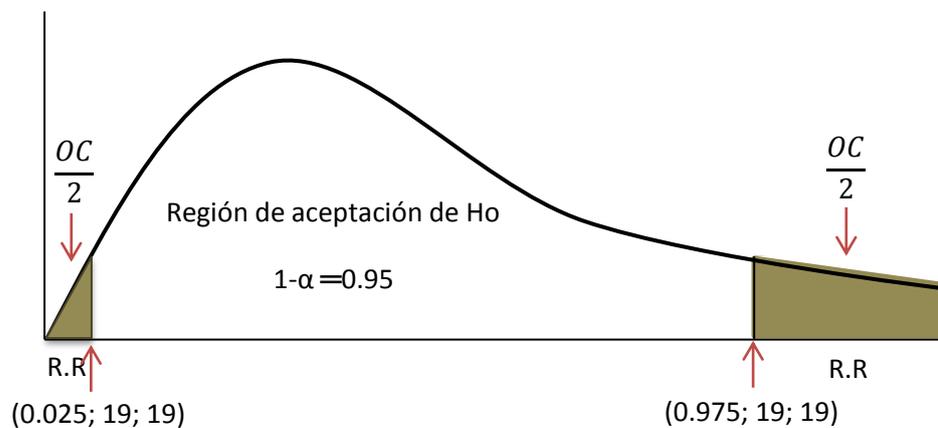
Prueba de hipótesis para hallar la razón de varianzas.

Se utiliza la desviación estándar poblacional en donde determinaremos si la hipótesis nula (H_0) es verdadera.

- $S_1^2 = S_2^2$ (Las varianzas de las concentraciones de hierro en ambas muestras no difieren).
- $S_1^2 \neq S_2^2$ (Las varianzas de las concentraciones de hierro en ambas muestras difieren).
 - Se aplica el nivel de significancia: **OC = 0.05 = 5%**
 - Estadística de prueba:

$$F_c = \frac{s_1^2}{s_2^2} = F_c = \frac{19.14^2}{10.44^2} = 3.36$$

- Aplicación de la región crítica: región de rechazo y no rechazo.



- Se obtienen los puntos críticos:
 - En donde $(0.025; 19; 19) = 0.396$
 - En donde $(0.975; 19; 19) = 2.526$
- $F_c = 3.36$ está dentro de la región de rechazo por ende la H_0 se anula.

Prueba de hipótesis para diferencia de medias con varianzas poblacionales desconocidas diferentes.

Se plantea la hipótesis:

- ✓ Ho: $\mu_1 = \mu_2$ (las concentraciones de hierro en la harina de trigo de las marcas expandidas en los mercados mayoristas no difieren de los vendidos en los supermercados.
- ✓ H1: $\mu_1 \neq \mu_2$ (las concentraciones de hierro en la harina de trigo de las marcas expandidas en los mercados mayoristas difieren de los vendidos en los supermercados.
- ✓ Nivel de significancia : **OC = 0.05 = 5%**
- ✓ Estadística de prueba :

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y} - \delta_0}{Sp \cdot \sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y}}}$$

$$T = -3.1309$$

- ✓ Región crítica: grado de libertad (V)

$$G.L(v) = \frac{\left(\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_x^2}{n_x}\right)^2}{n_x - 1} + \frac{\left(\frac{S_y^2}{n_y}\right)^2}{n_y - 1}}$$

$$V = 29$$

- Se obtienen los puntos críticos:
En donde $(0.025; 29) = -2.045$
En donde $(0.975; 29) = 2.045$

- $T_c = -3.1309$ pertenece a la región de rechazo por ende la H_0 se anula, por tanto la H_1 se acepta. Concluyendo que la concentración de hierro de las harinas de trigo de venta en mercados mayoristas difiere de los de venta en supermercados.

ANEXO N° 5

Ficha de recolección datos de harinas de trigo de venta en mercados mayoristas.

N°	productos	Cantidad en kilogramos	Lugar de procedencia	Cantidad de Hierro en ppm
1	Muestra A	1000 g	Mercado mayorista	97.94
	Muestra a	1000 g	Mercado mayorista	98.33
2	Muestra B	1000 g	Mercado mayorista	40.40
	Muestra b	1000 g	Mercado mayorista	41.36
3	Muestra C	1000 g	Mercado mayorista	37.77
	Muestra c	1000 g	Mercado mayorista	38.11
4	Muestra D	1000 g	Mercado mayorista	57.56
	Muestra d	1000 g	Mercado mayorista	56.18
5	Muestra E	1000 g	Mercado mayorista	70.80
	Muestra e	1000 g	Mercado mayorista	71.28
6	Muestra F	1000 g	Mercado mayorista	48.42
	Muestra f	1000 g	Mercado mayorista	47.13
7	Muestra G	1000 g	Mercado mayorista	42.27
	Muestra g	1000 g	Mercado mayorista	41.27
8	Muestra H	1000 g	Mercado mayorista	48.73
	Muestra h	1000 g	Mercado mayorista	48.64
9	Muestra I	1000 g	Mercado mayorista	32.57
	Muestra i	1000 g	Mercado mayorista	31.89
10	Muestra J	1000 g	Mercado mayorista	43.07
	Muestra j	1000 g	Mercado mayorista	39.52

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de recolección de datos de harinas de trigo de venta en supermercados.

N°	MARCAS	Cantidad en kilogramos	Lugar de procedencia	cantidad de hierro en ppm
1	Muestra A	1000 g	supermercado	69.47
	Muestra a	1000 g	supermercado	68.93
2	Muestra B	1000 g	supermercado	65.84
	Muestra b	1000 g	supermercado	68.28
3	Muestra C	1000 g	supermercado	54.74
	Muestra c	1000 g	supermercado	55.33
4	Muestra D	1000 g	supermercado	49.03
	Muestra d	1000 g	supermercado	51.42
5	Muestra E	1000 g	supermercado	68.33
	Muestra e	1000 g	supermercado	67.57
6	Muestra F	1000 g	supermercado	63.73
	Muestra f	1000 g	supermercado	64.58
7	Muestra G	1000 g	supermercado	61.72
	Muestra g	1000 g	supermercado	61.90
8	Muestra H	1000 g	supermercado	67.76
	Muestra h	1000 g	supermercado	66.70
9	Muestra I	1000 g	supermercado	86.38
	Muestra i	1000 g	supermercado	88.58
10	Muestra J	1000 g	supermercado	79.53
	Muestra j	1000 g	supermercado	78.66

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 6

MUESTRAS DE HARINA DE TRIGO



a



d



b



e



c



f

FIGURAS a y b) marcas de harina de trigo fortificado que se expenden en mercados mayoristas **c)** reservorio donde colocan el producto para su venta.

FIGURA d, e y f) Diferentes marcas de harina de trigo fortificado que se expenden en supermercados.

ANEXO N°6

DETERMINACION DE HIERRO POR ABSORCION ATOMICA DE LLAMA



Figura a) Patrones para la curva de calibración.



Figura b) Lectura por el equipo de absorción atómica, llama encendida.



Figura c) Manipulación del equipo de absorción atómica.



Figura a) Muestras preparadas listas para la lectura por el equipo de Absorción Atómica.

Figura b) Reporte de resultados del ensayo aplicando la curva de calibración.

