

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



ANALISIS DEL CONTENIDO DE HIERRO EN VISCERAS DE RES
COMERCIALIZADAS EN LOS MERCADOS MUNICIPALES DE
SANTA ANA

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN

PRESENTADO POR

DIANA DEL CARMEN ARIAS GUADRON
YENNY LISSETH CASTILLO TORRES

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA

ABRIL 2023

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS BENITEZ

SECRETARIO GENERAL

MAESTRO FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. REINA MARIBEL GALDAMEZ

SECRETARIA

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCION DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL

M.Sc. Ena Edith Herrera Salazar

TRIBUNAL EVALUADOR**ASESOR DE AREA EN CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS
FARMACEUTICOS, COSMETICOS Y VETERINARIOS**

M.Sc. Eliseo Ernesto Ayala Mejía

**ASESORA DE AREA EN INDUSTRIA FARMACEUTICA, COSMETICA Y
VETERINARIOS**

Licda. Corina Ivette Interiano Ramírez

DOCENTE ASESOR

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

AGRADECIMIENTOS

De manera especial a: Nuestro Dios y La Virgen por habernos guiado y guardado por un camino seguro.

Al licenciado Guillermo Castillo por toda su valiosa asesoría durante este trabajo de graduación, por su paciencia como docente y ayudarnos a culminar nuestra formación académica.

A la Facultad de Química y Farmacia por habernos brindado educación de calidad para ser profesionales de bien y con ética.

A la Universidad de El Salvador por abrir las puertas y darnos la oportunidad de culminar nuestra carrera.

A nuestros amigos por siempre creer en nosotras y darnos apoyo cuando más lo necesitábamos.

A los licenciados de nuestro servicio social, por darnos la oportunidad de aprender cosas nuevas y poder adquirir conocimientos que nos ayudaron para crecer profesionalmente. Por habernos abierto las puertas de las instituciones, confiar en nuestro trabajo y en nosotras mismas para lograr nuestras metas.

Al licenciado Jorge Alberto Carranza quien nos ayudó en la parte espectrofotométrica.

Diana Arias y Yenny Castillo

DEDICATORIA

A Santa María de Guadalupe, mística rosa de Hispanoamérica; protectora de los fieles a tu nombre y guía de los feligreses cristianos, por ser mi luz en el sendero de la vida, por haber intercedido ante tu hijo y permitirme no solo entrar a la universidad, sino también culminarla.

A Dios por permitirme culminar mis estudios y por siempre brindarme fuerzas para superar cualquier obstáculo en la vida.

A mis padres: Emma Guadrón, Rafael Méndez que gracias a ellos he podido en esta ocasión escribir esta dedicatoria, han sido el motor de mi vida, agradezco cada día de esfuerzo, sacrificio y entrega para poder decir con mucho orgullo que tiene una hija Licenciada en Química y Farmacia sin duda la mejor facultad de todas. Mi mami, la mujer más valiente y fuerte que conozco porque cuando papá murió, llevaste las riendas de la casa como nadie más lo hubiera podido hacer, te amo.

A mis abuelos: Margarita Dardón, Ernesto Guadrón ya que desde que nací me han cuidado inmensamente y han sido mi apoyo incondicional que siempre he necesitado. Además, a mi hermana Fátima Arias por haber secado mis lágrimas cuando sentía que no podía más y por haberme apoyado en cada etapa de este proceso.

A mi mejor amigo: Cristian Monroy por ayudarme cuando más te necesité y estar siempre presente, por haber escuchado cada nota de voz y por haber creído en mí sin dudar.

Diana Arias.

DEDICATORIA

A mis padres: Irma torres de Castillo y Jaime Castillo, porque desde un inicio confiaron en mí, en brindarme el apoyo necesario para ingresar a la Universidad de El Salvador. Por criarme y ser siempre los mejores padres que Dios me brindo, estoy totalmente agradecida con ellos. Porque gracias a ellos este triunfo se logró.

Mi madre que siempre estuvo ahí diciéndome "estudia" que esto te servirá en un futuro. Ya que ella siempre ha estado presente dándome ánimos, desvelándose conmigo y siempre apoyándome además de ser siempre la primera persona que ha confiado en mí y siempre lo será.

A mi padre que él siempre me ha brindado lo mejor de él; nunca me faltó nada gracias a él. Además de darme el apoyo económicamente y estar siempre presente y atento a mis necesidades. Cada esfuerzo que ellos hicieron al trabajar, se los retribuiré porque se merecen lo mejor del mundo.

A Dios por brindarme fuerzas y lo mejor de la vida, gracias a él diré que lo logré después de tanto tiempo.

Yenny Castillo

INDICE GENERAL

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCION	xviii
------------------	-------

CAPITULO II

2.0 OBJETIVOS	
---------------	--

CAPITULO III

3.0 MARCO TEORICO	22
3.1 GENERALIDADES	22
3.1.1 Composición de la carne	26
3.1.2 Consumo de carne	26
3.1.3 Calidad de la carne	
3.1.4 Factores que determinan la calidad de la carne	28
3.1.5 Composición química	28
3.1.6 pH	29
3.1.7 Color	30
3.1.8 Capacidad de retención del agua	31
3.1.9 Textura	32
3.2 FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CARNE	33
3.2.1 Factores intrínsecos	33
3.2.2 Factores extrínsecos	34
3.3 VISCERAS DE RES	35
3.3.1 Hígado	35
3.3.1.1 Valoración nutricional	36
3.3.2 Corazón	37
3.3.2.1 Beneficios del corazón de la vaca	38
3.3.3 Riñones	39
3.3.3.1 Valoración nutricional	40
3.3.4 Lengua	41

3.3.4.1 Valor nutricional	42
3.4 HIERRO	43
3.4.1 Generalidades	43
3.4.1.1 Reducción de riesgo de enfermedad	44
3.4.1.2 Propiedades químicas del hierro – Efectos del Hierro sobre la salud – Efectos ambientales del hierro	47
3.4.1.3 Recomendaciones para el consumo	49
3.4.1.4 Efectos del hierro en la salud	49
3.4.2 ¿Para qué sirve el Hierro?	50
3.4.3 ¿Cuánto Hierro necesito?	50
3.4.4 ¿Qué alimentos son fuente de Hierro?	51
3.4.5 Datos sobre el Hierro	52
3.4.6 ¿Qué tipos de suplementos diabéticos de Hierro hay?	52
3.4.7 ¿Es suficiente el Hierro que consumo?	52
3.4.8 ¿Qué pasa si no consumo suficiente Hierro?	53
3.4.9 ¿Cuáles son algunos de los efectos del Hierro en la salud?	53
3.4.10 ¿Puede ser el Hierro perjudicial?	55
3.4.11 ¿Existen interacciones con el Hierro que debo de conocer?	56
3.4.12 El Hierro y la alimentación saludable	57
3.4.13 Porque es importante el Hierro	57
3.4.14 ¿Qué ocurre si no tomamos suficiente Hierro?	57
3.4.15 ¿La mejor forma de asimilar el Hierro de los alimentos?	58
3.4.16 Otros factores que influyen en la absorción de Hierro	59
3.5 HIERRO EN LA CARNE DE RES	59
3.6 VALORACION REDOX	60
3.6.1 Fundamento de las valoraciones	61
3.6.2 Generalidades	62
3.6.3 Valoración de las soluciones de KMnO_4	67

3.6.4	Indicadores que se usan para el reconocimiento del punto final de las titulaciones de Oxido – Reducción	67
3.6.5	Valoración de las soluciones de Permanganato con oxalato de sodio (Acido oxálico)	67
3.6.6	Titulaciones del Hierro con permanganato	68
3.7	DETERMINACION DE HIERRO POR EL METODO OXIDO REDUCCION EN VISCERAS DE RES	69
3.8	VOLUMETRIA	70
3.9	METODO DE HORNSEY'S (ESPECTROFOTOMETRICO)	72
CAPITULO IV		
4.0	DISEÑO METODOLOGIO	74
4.1	TIPO DE ESTUDIO	74
4.2	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA	74
4.3	INVESTIGACIÓN DE CAMPO	74
4.3.1	Universo	74
4.3.2	Muestra	75
4.3.3	Tipo de estudio	75
4.4	PARTE EXPERIMENTAL	77
4.4.1	Cocida: Pretratamiento de la muestra cocida	78
4.4.2	Cruda: Pretratamiento de la muestra cruda	78
4.4.3	Determinación del Fe (ii) en muestra cruda y cocida	79
4.4.4	Determinación del contenido de Hierro mediante el Método de Hornsey's (espectrofotométrico)	80
CAPITULO V		
5.0	RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADO	83
5.1	Determinar el contenido de hierro en la lengua de res, riñón, corazón e hígado cruda y cocida, mediante el método rédox de permanganometría y mediante el método espectrofotométrico	83

5.1.2 Comparar los resultados experimentales del contenido de hierro entre ambos métodos utilizados	86
5.1.3 Entregar un informe al coordinador de Química Analítica Cuantitativa	89
CAPITULO VI	
6.0 CONCLUSIONES	93
CAPITULO VII	
7.0 RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág. N°
1	Reacciones del KMnO_4 según el pH del medio	64
2	Promedio de mg de hierro contenido en vísceras crudas y cocidas mediante el método de óxido-reducción (Permanganometría)	84
3	Promedio de mg de hierro (Fe) contenido en vísceras crudas y cocidas mediante el método de Hornsey's	85
4	Promedios obtenidos del contenido de hierro en muestras crudas por el método óxido-reducción (permanganometría) y el método de Hornsey's (espectrofotométrico)	86
5	Promedios obtenidos del contenido de hierro en muestras cocidas por el método óxido-reducción (permanganometría) y el método de Hornsey's (espectrofotométrico)	87
6	Informe entregado al coordinador de la asignatura de Química Analítica	91

INDICE DE TABLAS

Tabla N°		Pág. N°
1	Composición nutricional de las carnes y otras fuentes de alimentos por 100g	25
2	Cantidad de hierro recomendada según la etapa de vida de la persona	51
3	Límite máximo de hierro recomendable según la edad de la persona	55
4	Resumen de reacciones	63
5	Criterios de inclusión para la toma de las muestras	76
6	Criterios tomados para el transporte y almacenamiento de las muestras	76

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

- 1 Cálculos para la realización de los análisis
- 2 Imágenes del proceso experimental
- 3 Formato de etiqueta de muestreo
- 4 Preparación de reactivos
- 5 Artículo de referencia
- 6 Carta a coordinadora de Química Analítica

RESUMEN

No todas las carnes contienen la misma cantidad del micronutriente hierro, razón por la cual conocer el contenido de éste es importante, ya que es el hierro quien le confiere el color a las carnes y cuyo contenido depende de la concentración de mioglobina, el cual es un pigmento que contiene hierro y se encuentra en las fibras musculares de la carne de los animales y su concentración depende de características tales como la especie del animal, edad y sexo.

El objetivo de esta investigación fue la determinación del contenido de hierro (Fe) en las vísceras de res: Hígado, riñón, corazón y lengua, comercializadas en los mercados municipales de Santa Ana (Colón, Anita Alvarado y Central), departamento de Santa Ana, El Salvador, ya que estas se encuentran en la dieta de la mayoría de los salvadoreños.

Ya que las vísceras de res son de consumo para la población de El Salvador y además se encuentran fácilmente en el mercado, la problemática de la investigación radica en cómo determinar el contenido de hierro en vísceras res, utilizando dos métodos: espectrofotométrico y de permanganometría con el fin de compararlos con base en los resultados obtenidos y así poder determinar cuál de los dos métodos era el mejor para la determinación de hierro, así como también determinar si con ambos métodos era posible determinar el contenido de hierro en las vísceras seleccionadas.

Para llevar a cabo el análisis se realizó un muestreo en los tres mercados para ubicar el establecimiento que tuviera los cuatro tipos de vísceras a analizar y así cumplir que sea el mismo proveedor donde se obtiene la muestra, se compró una libra de cada víscera en cada mercado, la cual constituyó para nosotras una muestra de cada una de estas, haciendo un total de tres muestras de vísceras.

Dichas muestras se seccionaron en tres partes a las cuales se le hicieron tres análisis a cada una de esas partes obteniéndose 72 análisis que incluyen muestras crudas y cocidas; cabe mencionar que las muestras fueron trasladadas hacia el laboratorio donde se iba a realizar el análisis, en una hielera para mantener la cadena de frío y estas posteriormente se depositaron en un freezer dentro del laboratorio para su análisis posterior.

Al momento de realizar la parte experimental se tomaron en cuenta dos métodos, los cuales son: óxido-reducción (permanometría) y el Horsney's (espectrofotométrico), donde el primero se realizó en el laboratorio de química analítica y el segundo en el laboratorio de aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, en un tiempo comprendido desde marzo de 2022 a marzo de 2023. Para determinar el contenido de hierro en las vísceras de res, se realizó mediante una fórmula ya dada donde se toma en cuenta el volumen gastado del titulante (óxido-reducción) y en el espectrofotométrico siempre se trabajó bajo una fórmula tomando en cuenta las absorbancias.

A partir de los resultados obtenidos podemos concluir que todas las vísceras de res analizadas en el presente trabajo contienen hierro en diferentes cantidades, tanto cocidas como crudas, así como también que con ambos métodos se obtienen resultados similares, concluyendo así que con ambos métodos se puede determinar hierro en vísceras de res.

Como recomendación final, se debería de analizar hierro no solo con el elemento puro, sino también a partir de vísceras, en las prácticas de Química Analítica, mediante los métodos: Permanganometría y Espectrofotométrico. Así como también realizar otros análisis donde se determine hierro en otras partes de la res que son de mayor consumo; pudiendo así implementar nuevos métodos para ser llevados a cabo por los estudiantes, durante sus prácticas de laboratorio.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

El hierro (Fe) es un micronutriente esencial para los seres vivos, interviene en el crecimiento, el desarrollo neurocognitivo y el funcionamiento del sistema inmunológico, además participa en la síntesis de hemoglobina, mioglobina y ciertas enzimas por lo que es de gran importancia para nuestro organismo.

Debido a que en El Salvador no hay estudios bibliográficos nacionales sobre la determinación de hierro en vísceras de res, con ninguno de los métodos planteados el presente trabajo, tiene como objetivo determinar el contenido de Fe hemo, en las vísceras de res; Hígado, riñón, corazón y lengua ya que estas forman parte de los alimentos consumidos por los salvadoreños.

La problemática radica en cómo determinar el contenido de hierro en dichas vísceras mediante la utilización de dos métodos: espectrofotométrico y de perganmanometría. Además, considerando que la carne se consume cocida, esta determinación se realizó sobre muestras sometidas a un proceso de cocción y crudas, por triplicado y así se pudo identificar el contenido de hierro presentes en estas.

Las vísceras (hígado, corazón, riñón y lengua) fueron elegidas al azar en tres mercados diferentes (Mercado Anita Alvarado, Mercado Colón y Mercado Central), siguiendo una cadena de frío para la preservación de las muestras, para luego ser analizadas por ambos métodos.

Posteriormente se obtuvo un promedio de los resultados obtenidos y con el fin de compararlos y determinar si con ambos métodos era posible determinar el contenido de hierro en las vísceras seleccionadas.

Los análisis fueron realizados en el laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador en el periodo de marzo 2022 a marzo 2023.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el contenido de hierro en vísceras de res comercializadas en los mercados municipales de Santa Ana.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 Determinar el contenido de hierro en la lengua de res, riñón, corazón e hígado crudo y cocido, mediante el Método Rédox de permanganometria y mediante el Método Espectrofotométrico.

2.2.2 Comparar los resultados experimentales del contenido hierro entre ambos métodos utilizados.

2.2.3 Entregar un informe al coordinador de Química Analítica Cuantitativa.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 Composición de la carne. (6)

El hombre primitivo, como animal omnívoro, se alimentó de vegetales y productos de animales cazados, carne grasa y vísceras, hecho demostrado por numerosas pruebas arqueológicas. Más tarde, en el neolítico comienza la domesticación de ganado para consumo y a continuación el descubrimiento del fuego, que implicó el comienzo del tratamiento térmico de la carne y con ello una ventaja para su consumo y conservación, mediante carbonización superficial y el ahumado.

Existen innumerables registros, a lo largo de toda la historia del hombre, sobre el consumo de carne y sus derivados, así por ejemplo, en culturas conocidas de la antigüedad, a través de los libros sagrados como las “Las leyes del Manú” del Hinduismo, la “La Biblia” del Cristianismo o el “El Corán” del Islán, se puede destacar como denominador común la ordenación del consumo de las carnes como alimento según especies, favoreciendo la ingesta de unas y prohibiendo la de otras. Algunas especies animales se consideraron sagradas y otras inmundas a la vez que se regularon sus sacrificios mediante procedimientos rituales.

Los griegos incorporan la valoración de aspectos organolépticos de la carne y su clasificación de acuerdo con éstos y la edad de los animales en cada especie. Fueron ellos los que concediendo gran importancia a la dureza de la carne, establecieron una clara diferencia entre las carnes más blancas y blandas de los animales domésticos y las secas y duras de las especies salvajes. Fueron ellos los que desarrollaron al tiempo, una amplia cultura gastronómica con elaboración

de platos cocidos, embutidos, jamones y otros derivados de la carne.

La Roma del Imperio amplió la gastronomía griega de la carne, introdujo conceptos cualitativos, y aprovechó su rico tratado de derecho para crear las bases de la ordenación actual. El Imperio romano desarrolló una perfecta organización en el aprovisionamiento, matanza, distribución y venta de la carne al detalle en establecimientos concretos, las carnicerías. Fueron separados los conceptos de sacrificio religioso de los animales de la matanza de reses, respetando, como lugar de ejecución, el templo para los primeros y los locales públicos para los segundos. En aquel momento, ya se puede hablar de matanza industrial para el abasto público de carne. Fueron ellos los que crearon el oficio de carnicero como ocupación profesional destinada a este fin, así como la posterior socialización mediante el gremio de carniceros. Plinio recoge reglas sobre la edad más conveniente para el sacrificio de las reses basadas en elementos objetivos como la dentición o el desarrollo de la cola y fue el que continuó el desarrollo de la industria cárnica con la elaboración de embutidos, salazones y otros preparados. Diocleciano (año 301 d.C.) publicó las “Ordenanzas de Tasas”, que reglamentan por primera vez la venta de carnes y de productos cárnicos.

En la Edad Media, con independencia del mosaico de culturas (cristiana, musulmana y judía), y sus distintos modos de sacrificio y abastecimiento, queda instaurado en toda España el antedicho modelo romano, estableciéndose disposiciones reglamentarias para el abastecimiento, sacrificio, distribución y venta de carnes, a través de los Fueros y Ordenanzas Municipales como las de Madrid (1202), León (1020) o Sevilla (1248) entre otras. Los objetivos más repetidos en todas ellas eran, el económico que imponía la exactitud del peso y justiprecio, y la salubridad de la carne para su consumo, al tiempo que describen los tipos de carnes consumidas: la de cerdo, vacuno, ovino, aves de corral,

conejo, liebre y otros rumiantes como ciervo, muflón, gamo y gacela.

La llegada del motor de explosión y la revolución industrial dan lugar a partir del siglo XX al desarrollo de los llamados mataderos frigoríficos e industriales, en los que se incorporan elementos mecánicos para la carnización, elaboración, transformación y conservación de la carne (la cadena de frío). Además se establecen protocolos de trabajo específicos y detallados para la manipulación de la carne, desarrollándose las vías de transporte refrigerado por tierra, mar y aire, lo que ha garantizado el movimiento de grandes flujos de carne a distancias indeterminadas.

En los últimos años, la suma del perfeccionamiento de las herramientas empleadas para la manipulación de la carne, las nuevas tecnologías de ciencia y la comunicación, así como las potentes herramientas informáticas- telemáticas, confieren un elevado valor añadido a la producción de carne, convirtiendo un alimento básico en una manufactura de intercambio comercial, elevando la gestión del abastecimiento y distribución a la categoría de elemento estratégico de poder.

La carne se ofrece al consumidor como un producto de base y ha venido formando parte de la alimentación del hombre desde casi siempre. La evolución del consumo de este producto a lo largo de la historia nos lleva a recordar los pretéritos episodios de caza hasta los modernos sistemas de producción de los animales domésticos. Así, los actuales sistemas de producción permiten que el mundo disponga de una provisión de consumo de carne estimada en el año 2005 de 44,64 kg/habitante y año. ⁽⁶⁾

El Codex Alimentarius define la carne como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se

destinan para este fin”. La carne se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos. (7)

Tabla N° 1. Composición nutricional de las carnes y otras fuentes de alimento por 100 g**. (7)

PRODUCTO	AGUA	PROTEÍNA	GRASAS	CENIZAS	KILO JOULES
Carne de vacuno (magra)	75.0	22.3	1.8	1.2	485
Canal de vacuno	54.7	16.5	28.0	0.8	1351
Carne de cerdo (magra)	75.1	22.8	1.2	1.0	469
Canal de cerdo	41.1	11.2	47.0	0.6	1975
Carne de ternera (magra)	76.4	21.3	0.8	1.2	410
Carne de pollo	75.0	22.8	0.9	1.2	439
Carne de venado (cerdo)	75.7	21.4	1.3	1.2	431
Carne de vaca (sub-cutánea)	4.0	1.5	94.0	0.1	3573
Grasa de cerdo (tocino dorsal)	7.7	2.9	88.7	0.7	3397
Leche (pasteurizada)	87.6	3.2	3.5		264
Huevos (cocidos)	74.6	12.1	11.2		661
Pan (centeno)	38.5	6.4	1.0		1000
Patatas (cocidas)	78.0	1.9	0.1		301

** Meat processing technology for small- to medium-scale producers

Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad. La carne es rica en vitamina B12 y hierro, los cuales no están fácilmente disponibles en las dietas vegetarianas. (7)

Según detalla el Código alimentario español, se entiende por carne a la parte muscular comestible de los animales de abasto sacrificados y faenados en condiciones higiénicas. Se incluyen las porciones de grasa, hueso, cartílago, piel, tendones, aponeurosis, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos que

normalmente acompañan al tejido muscular y que no se separan de él en los procesos de manipulación, preparación y transformación. ⁽⁶⁾

3.1.2 Consumo de carne.

La carne puede formar parte de una dieta equilibrada, aportando valiosos nutrientes beneficiosos para la salud. La carne y los productos cárnicos contienen importantes niveles de proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes, esenciales para el crecimiento y el desarrollo. La elaboración de la carne supone una oportunidad para añadir valor, reducir los precios, fomentar la inocuidad alimentaria y ampliar la vida útil. ⁽⁸⁾

Esto a su vez puede generar un aumento de los ingresos del hogar y una mejora de la nutrición. ⁽⁹⁾

3.1.3 Calidad de la carne. ⁽⁸⁾

En términos generales, la calidad puede definirse como la medida en que un producto o un servicio satisfacen a lo largo del tiempo las expectativas del usuario o consumidor. En el caso de la carne resulta cuando menos complicado definir el concepto de “calidad de carne” ya que se trata de un producto muy heterogéneo y existe un importante componente subjetivo sobre los criterios que determinan su calidad (color, la textura, jugosidad). A esta dificultad se añade también que, a la hora de valorar el color, la textura, la jugosidad, el sabor y el aroma de la carne no existen métodos objetivos (instrumentales) de fácil aplicación en el mercado que permitan medir estos atributos. También, desde el punto de vista de la producción de este producto, los diferentes eslabones de la cadena de producción tienen en cuenta objetivos distintos, observándose cómo para el ganadero los criterios de calidad están

relacionados con el incremento de la masa muscular de los animales o la reducción de grasa por ejemplo, mientras que para el consumidor el color y la dureza son los primeros criterios determinantes de la calidad. Por ello, el concepto de calidad de carne debe definirse en cada eslabón de la cadena de producción y comercialización en función de criterios concretos, teniendo en cuenta que el producto debe satisfacer la demanda del mercado específico al que se destina. El término “calidad de carne” incluye una serie de propiedades responsables de que la carne cocinada resulte un producto comestible, atractivo, apetitoso, nutritivo y agradable al paladar.

Desde otro punto de vista, el término “calidad de carne” puede interpretarse atendiendo a aspectos higiénicos durante su producción, a su valor nutritivo o a las características organolépticas o tecnológicas. En cualquier caso, como cualidad primera, el consumo de carne no debe comprometer la salud del consumidor (Calidad higiénica). Desde el punto de vista nutritivo, la calidad de la carne se manifiesta cuando este producto satisface las necesidades metabólicas del organismo por su contenido en energía, proteína, vitaminas y minerales. Tanto en el momento de la compra como en el del consumo, la carne presenta unas características que el consumidor percibe por los sentidos (color, jugosidad, textura, sapidez, aroma.) y que influyen sobre su aceptabilidad (Calidad organoléptica). Por último, la industria de transformación considera la calidad funcional (Calidad tecnológica) teniendo en cuenta la disponibilidad que presenta la carne para su transformación, por ejemplo para la fabricación de productos cárnicos y para su conservación.

Por último hay que tener en cuenta que el concepto de “calidad de carne” es dinámico ya que evoluciona de acuerdo a la demanda del consumidor. En este sentido, actualmente se valoran satisfactoriamente aquellos productos de fácil y de rápida elaboración (Calidad de servicio) y que satisfacen los modernos

o tradicionales hábitos de consumo (Calidad subjetiva o imaginaria).

3.1.4 Factores que determinan la calidad de la carne. ⁽⁸⁾

Después de haber señalado que el concepto de calidad de carne es de difícil interpretación, en este apartado se detallan los criterios que determinan su valor organoléptico. Éstos son los siguientes: composición química, pH, color, textura, jugosidad y sabor. Todos ellos dependen de diferentes factores que pueden ser clasificados en dos grandes grupos: intrínsecos o propios del animal, como por ejemplo el sexo, la raza y extrínsecos, o no dependientes del propio animal, como pueden ser la alimentación, el transporte o el sistema de producción. A continuación se presentan los parámetros que permiten definir la calidad de la carne, así como algunos de los mecanismos bioquímicos que ocurren durante la transformación del músculo en carne. Estos son los siguientes:

3.1.5 Composición química. ⁽⁸⁾

La composición química de la carne hace referencia al contenido de agua, proteína, grasa y cenizas. Estas fracciones son más o menos variables dependiendo de la especie, de la raza, del plano de alimentación de los animales e incluso de la pieza carnicera. En general, los valores medios para la composición bruta de la carne comestible de la carne fresca pueden aproximarse a 62% de humedad, 20% de grasa, 17% de proteína y 1% de cenizas para las carne más grasas o 70% de humedad, 9% de grasa, 20% de proteína y 1% de cenizas en el caso de las carnes más magras. En cada uno de los capítulos de este libro los diferentes autores detallan la distribución más precisa de cada uno de los componentes de la carne de cada una de las especies animales tratadas.

3.1.6 pH. ⁽⁸⁾

El pH es una característica química que evoluciona durante la conversión del músculo en carne durante los procesos post mortem. En el animal vivo, el valor de pH del músculo se encuentra entre los valores considerados neutros (6,7 y 7,2). Tras la muerte del animal, se interrumpe la circulación sanguínea y en consecuencia el aporte de oxígeno al músculo así como de otros elementos nutritivos. Al mismo tiempo se produce un fallo de la regulación hormonal y nerviosa de las estructuras musculares. Sin embargo, en el músculo continúa cierta actividad enzimática que provoca una degradación del ATP (elemento energético del músculo) hasta prácticamente su total desaparición. En esta situación, caracterizada por la ausencia de oxígeno, y ante la persistente demanda de energía por parte del músculo, toma importancia la ruta glicolítica que en último término degrada las reservas de glucosa del músculo para la obtención de energía. La consecuencia de esta situación es el incremento de la concentración de ácido láctico en el medio muscular, y en consecuencia un descenso del valor de pH. En una situación normal de transformación del músculo en carne, transcurridas 24 horas desde el sacrificio de los animales el valor de pH en el músculo se sitúa en torno a 5,5. Fundamentalmente las alteraciones en el valor de pH final de la carne se asocian con episodios de estrés de los animales ocasionado fundamentalmente por el transporte de los animales al matadero. En este sentido los valores elevados de pH determinados a las 24 horas del sacrificio (cerca de 6) se asocian con carnes de corte oscuro, firme y seco (carnes DFD). De otra parte los valores de pH bajos (cerca de 5) se asocian a carnes pálidas, blandas y exudativas (carnes PSE).

Otros factores como la raza, la edad de los animales y el propio factor individuo pueden afectar al valor de pH de la carne.

3.1.7 Color. ⁽⁸⁾

El color de la carne depende del contenido de pigmentos (fundamentalmente mioglobina), del estado químico de esta molécula, del estado físico de las proteínas musculares y de la proporción de grasa de infiltración (Forrest et al., 1979). Otros pigmentos (citocromos y flavinas) procuran color a la carne, pero el contenido de pigmento hemínico, la mioglobina, supone el 95 % del total de pigmentos. La mioglobina es una proteína globular de elevado peso molecular (17 kD) y su función es la de facilitar el aporte de oxígeno a la fibra muscular. Dicha molécula consta de un grupo proteico globular y de un núcleo de hematina que incluye un átomo de hierro. La valencia del átomo de hierro y las moléculas asociadas a los enlaces libres de la molécula determinan las diferencias de color de la carne. Así, se pueden describir tres estados químicos de la molécula de mioglobina. En el interior de la carne, donde la presión parcial de oxígeno es baja, la mioglobina se encuentra en estado reducido (Fe^{++}) (Mb) confiriendo a la carne coloración rojo púrpura. La captación de una molécula de oxígeno se manifiesta en la coloración rojo brillante de la oximioglobina (MbO_2), característica de la superficie de la carne fresca. El tercer estado químico de la mioglobina, la metamioglobina (MMb) se produce por la oxidación del átomo de hierro (Fe^{++}). Este estado procura a la carne un color pardo característico rechazado por el la coloración rojo brillante, asociada fundamentalmente a la presencia de MbO_2 .

Manteniendo la misma concentración de pigmentos, las propiedades ópticas de la carne pueden diferir dependiendo de la estructura y del estado físico de las miofibrillas musculares. Los valores de pH elevados, alejados del valor 5,5, favorecen la estructura abierta del músculo y con ello una mayor difusión de la luz entre las miofibrillas musculares, confiriendo a la carne el aspecto de corte oscuro. Los valores de pH bajos, cercanos a 5, confieren a la carne una

estructura cerrada en la que se observa mayor reflexión de la luz por la superficie muscular y con ello apariencia más clara. En la apreciación que tiene el consumidor del color de la carne también influye el grado de infiltración grasa (marmoleo). Estudios realizados sobre el color de la carne (Barton-Gade, 1981) señalan que valores superiores al 2,5 % de contenido de grasa de infiltración se relacionan con un aumento de la reflectancia de la luz y en consecuencia proporcionan un aspecto más claro a la carne.

3.1.8 Capacidad de retención de agua. ⁽⁸⁾

La Capacidad de retención de agua (CRA) fue descrita por Hamm (1960) como la capacidad que tiene la carne para retener su agua constitutiva durante la aplicación de fuerzas externas o de tratamiento. Esta propiedad afecta a aspectos cualitativos en la carne como son la retención de vitaminas, minerales o las sales, y cuantitativos como puede ser el volumen de agua retenida.

Los músculos que pierden agua con facilidad son más secos, presentan pérdidas de peso durante la refrigeración, el almacenamiento, el transporte y la comercialización, así como cambios sustanciales en su composición. Paralelamente, su comercialización se dificulta al alterarse su aspecto. También, y desde el punto de vista de las cualidades tecnológicas de la carne, la excesiva pérdida de agua dificulta, por ejemplo las labores de salazón en la elaboración de productos cárnicos. De otra parte, la carne que retiene excesivamente el agua resulta ser más susceptible a la contaminación bacteriana y también se aprecia como seca.

La distribución del agua en el músculo depende de la interacción proteína-agua y de la interacción proteína-proteína de los espacios del retículo proteico muscular donde se albergan las moléculas de agua (efecto estérico).

Aproximadamente, el 70% del agua constitutiva de la carne fresca se encuentra en las miofibrillas musculares, el 20% en el sarcoplasma y el resto en el tejido conjuntivo. Del total de agua del músculo, un 4-5% se encuentra sólidamente asociada a los grupos polares de la proteína y se le conoce como “agua ligada”. Este grado de unión depende de la solubilidad proteica, del estado de las proteínas miofibrilares y del pH. Así, el agua ligada permanece fuertemente unida a las proteínas incluso cuando se aplican fuerzas externas e intensas al músculo. Subsiguientemente, se disponen moléculas de agua unidas por fuerzas de menor intensidad a medida que se alejan de los grupos reactivos de las proteínas, esta agua se denomina “inmovilizada” y la cantidad que se desprende depende de la intensidad de la fuerza externa aplicada sobre el músculo. El agua que se mantiene unida a la estructura del músculo únicamente por fuerzas superficiales se denomina “agua libre” y es fácilmente expulsada del músculo al aplicar una fuerza externa, como por ejemplo la masticación.

3.1.9 Textura. ⁽⁸⁾

La textura de la carne se percibe como un conjunto de sensaciones táctiles resultado de la interacción de los sentidos con las propiedades físicas y químicas de la carne. Entre ellas se incluyen la densidad, la dureza, la plasticidad, la elasticidad, la consistencia, la cantidad de grasa, la humedad y el tamaño de las partículas de la carne. De todas ellas, la dureza es uno de los primeros criterios determinantes de la calidad de la carne para el consumidor. La dureza se puede definir como la capacidad de la carne para dejarse cortar y masticar. A ella contribuyen principalmente tres tipos de proteínas musculares: las del tejido conjuntivo (colágeno, elastina y reticulina), las miofibrilares (actina y miosina) y las sarcoplásmicas. Otros componentes como son el contenido de grasa de infiltración, la estructura del tejido conjuntivo, el tamaño de los haces musculares, el estado de rigidez y la

capacidad de retención de agua también afectan a la dureza de la carne. De entre ellas, la naturaleza y el contenido de colágeno son los factores que contribuyen en mayor medida a la dureza de la carne.

3.2 FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CARNE. ⁽⁸⁾

Durante todo el proceso de la producción de la carne existen una serie de factores que pueden afectar a la calidad del producto. En términos generales, estos factores pueden agruparse en dos grandes grupos: factores intrínsecos o dependientes del animal y factores extrínsecos o ajenos al animal. Todos ellos influyen en mayor o menor medida sobre los atributos determinantes de la calidad de la carne, como son la composición química de la carne, el pH, el color, la textura y la capacidad de retención de agua.

3.2.1 Factores intrínsecos. ⁽⁸⁾

Entre los factores intrínsecos al animal que influyen en las características de la carne se encuentran el tipo de músculo, la raza, el sexo, la susceptibilidad al estrés y el peso de sacrificio de los animales.

Respecto al tipo de músculo, la velocidad metabólica de degradación es diferente dependiendo del tipo de músculo. Así en los músculos “rojos” (caracterizados por la presencia de abundantes fibras rojas) el metabolismo preferentemente es oxidativo, mientras que en los músculos “blancos” (caracterizados por su elevado contenido en fibras blancas) el metabolismo es preferentemente glucolítico. Este hecho tiene influencia en el descenso del valor de pH del músculo durante el proceso de conversión del músculo en carne, asociando los descensos acusados de pH en los músculos blancos frente a los descensos de valor de pH menos acusado en los músculos rojos.

Las diferencias en las características de la carne entre razas están asociadas al tipo muscular característico de cada raza (fibras musculares blancas o rojas) así como a su contenido en grasa. El sexo influye sobre el contenido de grasa en la carne, siendo un hecho constatado que las hembras, para la misma edad de sacrificio presentan mayor contenido de grasa que los machos ya que su velocidad de deposición es mayor. En este sentido, la grasa puede asociarse con la sensación de jugosidad durante la ingestión de carne. En general, la carne procedente de animales de mayor edad presenta una coloración más intensa y un mayor grado de dureza.

3.2.2 Factores extrínsecos. ⁽⁸⁾

Entre los factores extrínsecos al animal, diferentes autores señalan como importantes el efecto de la alimentación de los animales y el estrés ocasionado fundamentalmente durante el transporte de los animales al matadero o el ocasionado durante el sacrificio de los mismos. También las condiciones propias del sistema de producción (sistemas en extensivo o intensificados) pueden afectar a las características de la carne. Las situaciones de estrés previas al sacrificio, fundamentalmente las que se ocasionan durante el transporte de los animales pueden afectar al metabolismo muscular y en consecuencia la calidad de la carne. En esta situación, se pueden presentar dos tipos de anomalías en la carne. Estas son las siguientes:

- Carne DFD (dark, firm and dry), asociadas a valores de pH₂ elevados (cerca de 6). Esta carne se caracteriza por su color anormalmente oscuro, con poca liberación de agua y su consistencia firme. Este tipo de carne tiene muy comprometida su conservación.
- Carne PSE (pale, soft and exudative), asociada a valores de pH₂ bajos (cerca de 5). Esta carne presenta una coloración anormalmente clara,

libera gran cantidad de agua y es de consistencia blanda. Además, los procesos tecnológicos que operan durante la conservación de la carne antes del consumo también tienen influencia sobre las características de la misma.

3.3 VISCERAS DE RES.

¿Qué son? Se denomina víscera a los elementos comestibles que quedan tras la preparación de las canales de los animales. Aquellas partes del animal que no suelen ser consideradas como carne. Se clasifican en rojos y blancos.

Rojos: Hígado, corazón, lengua, sangre, pulmones, riñones, bazo y rabo.

Blancos: Intestinos, estómago, ubre, sesos, mollejas, criadillas, mejillas, patas, manos.

En el presente trabajo solo se hablará de las siguientes vísceras:

3.3.1 Hígado. ⁽¹⁰⁾

Es de color rojo oscuro y tiene un sabor fuerte. Su limpieza:

- Requiere cortar el tejido conjuntivo fibroso sin dañar la carne
- Retirar la membrana superficial tirando de ella.

Contiene vitamina A, B2, B3, B5, B6, B7, B9, B12 y vitamina K. Contiene hierro, zinc, fósforo.

El hígado es una víscera, un órgano glandular, de gran tamaño y figura irregular y de color rojo oscuro. Está situado en el hipo-cardio derecho y en él tiene lugar la secreción de la bilis. En la cocina la carne de hígado es muy apreciada debido a la gran cantidad de nutrientes que aporta, en especial el mineral del hierro. Los

expertos aprecian especialmente los de ternera, cerdo y cordero. Por norma general el hígado, provenga del animal que sea, suele hacerse a la plancha o freírse, si es que no se pretende elaborar foie gras. Los filetes de hígado, los higaditos fritos (generalmente de pollo), el famoso hígado encebollado son algunos de los platos más conocidos, sin embargo también puede formar parte de otras preparaciones como rellenos de carne, picadillos o salteados.

Desde el punto de vista de las preferencias y aversiones, y debido a sus peculiares características organolépticas, el hígado como tal, es un alimento muy controvertido, capaz de despertar las mejores alabanzas o los peores juicios.

- Estacionalidad: Este alimento está disponible en el mercado a lo largo de todo el año.
- Porción comestible: 100 g por 100 g de producto fresco.
- Fuente de nutrientes y sustancias no nutritivas: Proteína de alto valor biológico, colesterol, hierro y vitamina B12.

3.3.1.1 Valoración nutricional. ⁽¹⁰⁾

El hígado tiene un valor nutricional similar a la carne magra en algunos aspectos. Tiene, de forma general, más agua, menos grasa (alrededor de un 5%) pero mucho más colesterol, lo que limita su consumo en el contexto de dietas hipocolesterolémicas. Aproximadamente la mitad de la grasa de esta víscera es saturada y entre los ácidos grasos insaturados predominan los monoinsaturados aunque los poliinsaturados están en mayor proporción en las vísceras que en la carne propiamente dicha.

El hígado destaca sobre todo por su contenido en proteínas de alto valor

biológico y en minerales: hierro (tipo hemo de alta biodisponibilidad), zinc, cobre, potasio, fósforo y selenio. Además el hígado es la mayor fuente de vitamina B12 y destaca nutricionalmente respecto a las otras vísceras al contener cantidades considerables de riboflavina, ácido fólico, vitamina A y D, y algo menos, pero también destacables, de B6 y E.

A diferencia de las carnes, en el hígado encontramos una pequeña cantidad de hidratos de carbono aunque ésta no tiene significación cuantitativa.

Controlados los aspectos higiénicos y toxicológicos del hígado, éste constituye un alimento excelente y útil en las situaciones que requieren dietas con alta densidad de nutrientes, como puede ser la infancia o la edad avanzada. Por su elevado contenido en hierro, su inclusión con una determinada frecuencia en la dieta puede ser una buena herramienta para la prevención de la aparición de anemias ferropénicas. Esto tiene mayor importancia, si cabe, al considerar, que la anemia por deficiencia dietética de hierro es una de las enfermedades carenciales con mayor prevalencia a nivel mundial.

3.3.2 Corazón.

Este órgano presenta una carne densa y muscular, que está compuesta por grandes venas entreveradas. Las más apreciadas son las procedentes de animales jóvenes. Su limpieza:

- Requiere eliminar las grasas que los envuelven, las fibras duras y las válvulas de sangre.

Contiene vitamina B1, B3, B5, B7, B9, vitamina C, vitamina D y vitamina E. Además de calcio, hierro, proteínas, potasio, zinc, magnesio, sodio,

fósforo, calorías, colesterol, grasa. ⁽¹⁰⁾

Cada 100 gramos de este alimento, contiene 17 gramos de proteínas y 4 gramos de grasa, no contiene carbohidratos, aportando 104 calorías a la dieta. Asimismo, la vitamina B5 o ácido pantoténico, que se encuentra de forma hace que este alimento sea útil para combatir el estrés y las migrañas. ⁽¹¹⁾

3.3.2.1 Beneficios del corazón de la vaca. ⁽¹⁰⁾

El tomar el corazón de vaca y otros alimentos ricos en vitamina B2, puede ayudar a superar las migrañas y es beneficioso para mantener una buena salud ocular y de la piel. Los alimentos ricos en vitamina B2 o riboflavina como esta carne, también son útiles para mejorar problemas nerviosos como el insomnio, la ansiedad o el estrés. La vitamina B5 o ácido pantoténico, hace de este un alimento recomendable para reducir el exceso de colesterol.

Las mujeres embarazadas o los bebés en estado de lactancia, pueden beneficiarse de los efectos beneficiosos de esta carne ya que el corazón de vaca tiene una alta cantidad de vitamina B12, también conocida como cobalamina. El consumo de esta carne también puede ayudar a personas con problemas estomacales gracias a su alta cantidad de vitamina B12.

Se encuentra dentro del grupo de las vísceras rojas, al igual que el hígado y el riñón. Dentro de las vísceras es una de las más magras, ya que aporta sólo un 4% de grasas. Al igual que las carnes en general, contiene proteínas de buena calidad, que favorecen el crecimiento, la renovación celular y la cicatrización.

3.3.3 Riñones. ⁽¹²⁾

Se componen de un solo lóbulo, envuelto en una espesa capa de grasa blanca y cremosa. Para su limpieza:

- Requiere retirar el sebo extremo y la membrana de los riñones. Cortar por la mitad y retirar la grasa interna.
- También puede ser conveniente desangrar.

Contiene vitamina A, B1, B6, B9, vitamina C, vitamina D, vitamina E, vitamina K, proteínas, calcio, potasio, yodo, zinc, magnesio, sodio, fósforo, calorías, colesterol, grasa, purinas, hierro.

Los riñones se clasifican, al igual que el hígado y los sesos, dentro de las vísceras o «despojos» de animales destinados al consumo humano, ya procedan de aves o reses. Los más apreciados en el mercado son los de ternera, cordero y cerdo, con un sabor delicado y succulento. Para que proporcionen un buen sabor a los guisos es imprescindible que sean muy frescos y que estén bien limpios. De hecho, se requiere un cuidado especial en la limpieza y cocción del riñón, para eliminar cualquier impureza que pudiesen contener. Suelen ser ingredientes básicos en numerosas elaboraciones, sobre todo de muchas recetas populares. Sus valores nutritivos son comparables a los de la carne.

Desde el punto de vista de las preferencias y aversiones, y debido a sus peculiares características organolépticas, el riñón como tal, es un alimento muy controvertido.

- Estacionalidad: Alimento disponible en el mercado durante todos los meses del año.

- Porción comestible: 100 gramos por cada 100 gramos de alimento limpio.
- Fuente de nutrientes y sustancias no nutritivas: Proteínas de elevado valor biológico, selenio, hierro, vitamina B12, riboflavina y vitamina A.

3.3.3.1 Valoración nutricional.

El componente mayoritario en este alimento es el agua, que alcanza prácticamente el 80% de su peso. Le siguen en importancia no sólo cuantitativa sino cualitativa, las proteínas, de elevado valor biológico, en una cantidad ligeramente menor que la hallada en la carne.

No tiene hidratos de carbono y la cantidad de lípidos es pequeña, no superando el 5%. La grasa predominante en este alimento es saturada y es característica su elevada cantidad de colesterol que le convierte en «alimento desaconsejado», a pesar de su riqueza en nutrientes, para todas aquellas personas que han de cuidar el consumo de este componente por problemas de salud.

En las vísceras, concretamente en el riñón, el contenido en minerales es superior a los que se encuentran en la carne fresca, siendo sustancialmente mayor el contenido en hierro. Este mineral - en forma de hierro hemo - presenta una elevada biodisponibilidad.

En general, entre un 15 y un 30% del hierro hemo de un alimento se absorbe bien. Además, la presencia de cárnicos en una comida puede aumentar la absorción del hierro de otros alimentos presentes en la misma. En distintos trabajos científicos ponen de manifiesto la importancia del consumo de alimentos del grupo de la carne y derivados en la prevención de la anemia por deficiencia de hierro, una de las enfermedades más extendidas mundialmente.

Los riñones constituyen una buena fuente de vitaminas, especialmente hidrosolubles del grupo B: tiamina, riboflavina, niacina, B6, B12, y ácido fólico. Contiene algo de vitamina C (sin importancia porque en el cocinado se degradaría prácticamente). Contiene vitamina A, pequeñas cantidades de vitamina E y trazas de vitamina D.

3.3.4 Lengua. ⁽¹³⁾

Está formada por carne densa y fibrosa, recubierta de color más blanquecino. Se comercializa fresca o en salmuera (negra, blanca, manchada).

Vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3, Vitamina B5, vitamina B6, vitamina B9, vitamina B12, vitamina C, vitamina D y vitamina E.

Hierro, proteínas, calcio, potasio, yodo, zinc, carbohidratos, magnesio, sodio, fosforo, calorías, colesterol, grasa.

- Requiere escaldar antes de pelar.
- Se le dan aplicaciones como: cocer en un líquido hirviendo o cocer al vacío y después en salsa o rebozar.

La lengua se considera un alimento, dentro de la denominación de vísceras rojas. Está formada por carne densa y fibrosa, recubierta de color más blanquecino. Se comercializa fresca o en salmuera (negra, blanca, manchada).

La lengua tiene un sabor ligeramente dulce; antes de comerse debe ser sometida a una exigente limpieza; primero a una cocción de unos diez minutos, en abundante agua y después, se deberá raspar con el filo de un cuchillo, hasta que quede despojada de su piel y de todas las impurezas que contenga. En cuanto

al contenido nutritivo, se puede decir que es una carne con una buena porción de grasas y proteínas, y que por lo tanto su valor nutritivo es superior al de cualquier filete. En la cocina, lo más frecuente es encontrar lengua en guisos y estofados, bien sea como protagonista del plato o ingrediente secundario.

- Estacionalidad: Este alimento está disponible en el mercado durante todos los meses del año.
- Porción comestible: 95 gramos por cada 100 gramos de alimento fresco.

Fuente de nutrientes y sustancias no nutritivas: Proteínas de elevado valor biológico, hierro, fósforo, vitamina B12 y riboflavina.

3.3.4.1 Valor nutricional.

El componente mayoritario de la lengua es el agua, alcanzando prácticamente el 70% del peso total. Aunque el agua se excluye a menudo de la lista de nutrientes, es un componente esencial para el mantenimiento de la vida que debe formar parte de la dieta equilibrada. En este sentido, un consumo medio de 2663 Kcal/día, el aporte de agua a través de los alimentos sólidos de la dieta es de 1174 ml. Este alimento aporta proteínas de elevado valor biológico ya que en su composición hay una proporción importante de aminoácidos esenciales, que el organismo humano no es capaz de sintetizar. La cantidad de este macronutriente es ligeramente inferior al de la media del grupo de carnes. Prácticamente la mitad de la grasa es saturada y la otra mitad monoinsaturada; el contenido de colesterol está entre el encontrado en la ternera y en el pollo. El aporte calórico de alimento, que depende básicamente, de la composición en macronutrientes, procede de la proteína y de los lípidos ya que la lengua no tiene hidratos de carbono.

La lengua de ternera constituye muy buena fuente de minerales: hierro, magnesio, zinc, potasio, fósforo y selenio. El hierro (hemo) y el zinc son

de elevada biodisponibilidad, comparada con la biodisponibilidad de estos nutrientes en otros alimentos de origen vegetal.

Además de vitaminas tiamina, riboflavina, B6, B12 y niacina, presentes en cantidades considerables, en este alimento encontramos pequeñas cantidades de ácido fólico, vitamina C (aunque la gran mayoría se destruye durante el proceso de cocinado), E y trazas de vitamina A y D.

3.4 HIERRO

3.4.1 Generalidades. ⁽¹⁾

El hierro en yacimientos se halla presente en diferentes formas y estados de oxidación. Los minerales más comunes son: hematita (Fe_2O_3), limonita ($3 Fe_2O_3 \cdot 3 H_2O$) y magnetita (Fe_3O_4). Estas formas moleculares contienen hierro en estado divalente (ferroso, Fe^{2+}) y trivalente (férrico, Fe^{3+}). Al disolver estos minerales en ácido concentrado, ambos estados de oxidación coexisten en equilibrio. La determinación de hierro mediante una titulación oxidación-reducción (redox) requiere el convertir todo el hierro a un estado de oxidación antes de titularlo con una solución valorada de un agente oxidante o reductor. ⁽²⁰⁾

El hierro (Fe) es un elemento clave en el metabolismo de prácticamente todos los organismos vivos. En humanos, el hierro es un componente esencial de cientos de proteínas y enzimas. Gran parte del hierro presente en el organismo está unido a una proteína de los glóbulos rojos que transportan oxígeno a todos los tejidos ('hemoglobina'). El exceso de hierro se almacena en el hígado, la médula ósea, el bazo y los músculos.

Funciones para la salud La ingesta suficiente de hierro es importante, ya que, como parte de las proteínas (enzimas), este mineral ayuda al organismo:

1. A almacenar y transportar oxígeno a todos los tejidos.
2. A producir energía.
3. A proteger las células contra los efectos nocivos de los radicales libres.
4. A protegerse a sí mismo contra bacterias produciendo radicales libres como parte de su respuesta inmunitaria.

La Autoridad Europea Alimentaria (EFSA) que presta asesoramiento científico a los responsables políticos, ha confirmado que se han demostrado unos claros beneficios para la salud de la ingesta de hierro en la dieta, ya que contribuye a lo siguiente:

1. Formación normal de glóbulos rojos y hemoglobina
2. Transporte de oxígeno normal en el cuerpo
3. Funcionamiento normal del metabolismo productor de energía
4. Funcionamiento normal del sistema inmunitario
5. Función cognitiva normal.
6. División celular normal.

3.4.1.1 Reducción del riesgo de enfermedad.

Los estudios han demostrado que, en comparación con los niños que no padecen anemia, los niños anémicos tienden a moverse y a explorar su entorno menos, lo cual puede producir retrasos en su desarrollo, un bajo rendimiento escolar y problemas de comportamiento.

No obstante, en estos estudios resulta difícil separar los efectos de la anemia por deficiencia de hierro de otros tipos de carencias.

Intoxicación por plomo: Varios estudios de población han revelado que el déficit de hierro está asociado a una mayor absorción intestinal y un mayor nivel en sangre de plomo en niños pequeños.

El uso de suplementación con hierro en la intoxicación por plomo debería estar reservado a personas con una auténtica deficiencia de hierro o que han estado expuestas al plomo durante un tiempo prolongado, como aquellas que residen en casas con exposición al plomo.

Complicaciones del embarazo: Los estudios de población proporcionan evidencia sólida sobre una relación entre la anemia severa en mujeres embarazadas y unos resultados adversos en el embarazo, como bebés de bajo peso, partos prematuros y mortalidad materna.

Mientras que la deficiencia de hierro puede ser un factor importante que contribuya a una anemia severa, aún no hay evidencia de que la carencia de hierro sea un motivo para un mal desenlace del embarazo.

Función inmunitaria disminuida: Un aporte suficiente de hierro es fundamental para varias funciones del sistema inmunitario, incluyendo el desarrollo y la división de los glóbulos blancos y la generación de radicales libres, que se utilizan para destruir agentes infecciosos (por ejemplo, bacterias).

A pesar de las funciones críticas del hierro en la respuesta inmunitaria, sigue habiendo mucha polémica en cuanto a la relación entre su deficiencia y la susceptibilidad a infecciones.

Se necesitan estudios controlados para determinar un uso apropiado de la suplementación de hierro en regiones afectadas por la malaria, así como

en presencia de enfermedades infecciosas como el HIV, la tuberculosis y el tifus.

Advertencia: Cualquier tratamiento dietético o farmacéutico con altas dosis de micronutrientes necesita supervisión médica.

ANEMIA: El uso más importante de los suplementos de hierro se da en el tratamiento de la anemia (niveles reducidos de hierro en la sangre) causada por una deficiencia de hierro. La anemia puede estar originada por numerosas condiciones, como pérdidas menstruales, embarazo, donación de sangre, úlceras sangrantes, operaciones (antes y después), y por enfermedades crónicas como el cáncer y la insuficiencia renal.

Síndrome de las piernas inquietas: El síndrome de las piernas inquietas (SPI) es un desorden neurológico del movimiento, a menudo asociado a trastornos del sueño, caracterizado por sensaciones desagradables que resultan en una necesidad incontrolable de mover las piernas.

El SPI ocurre en algunas personas que tienen deficiencia de hierro, y algunos pacientes con este síndrome mejoran con la suplementación de hierro.

Situación de consumo La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la deficiencia de hierro como el primer problema nutricional en el mundo. Nada menos que 80% de la población mundial podría padecer una deficiencia de hierro, mientras que un 30% podría estar aquejado de anemia.

Deficiencia Una carencia importante de hierro desemboca en anemia y, por tanto, un menor transporte de oxígeno. La anemia puede ser suave, moderada o severa y puede estar causada por una pérdida de sangre importante durante un tiempo prolongado; por ejemplo, en forma de una úlcera sangrante, la menstruación, un

traumatismo severo, una operación o un tumor maligno. También puede estar originada por una dieta pobre en hierro, una mala absorción del hierro de los alimentos, el embarazo y el rápido crecimiento que tiene lugar durante la infancia y la adolescencia. Las mujeres embarazadas, las mujeres jóvenes durante sus años reproductores y los niños son los más propensos a padecer deficiencia de hierro. Los síntomas más comunes de anemia son cansancio y debilidad. Unos niveles bajos de hierro pueden provocar una menor capacidad física, tanto si aparece anemia como si no.

El hierro es un metal pesado esencial que se incluye en muchos suplementos multivitamínicos y minerales de venta libre y se usa terapéuticamente en dosis más altas para tratar o prevenir la anemia por deficiencia de hierro. Cuando se toma en la cantidad diaria recomendada habitual o en dosis de reemplazo, el hierro tiene poco o ningún efecto adverso sobre el hígado. En dosis altas y en sobredosis intencionales o accidentales, el hierro causa toxicidades graves, uno de cuyos componentes es el daño hepático agudo. ⁽¹⁴⁾

Estable en aire seco pero se oxida fácilmente en aire húmedo formando "óxido"
⁽¹⁴⁾

3.4.1.2 Propiedades químicas del hierro-efectos del hierro sobre la salud-efectos ambientales del hierro. ⁽¹⁵⁾

Elemento químico, símbolo Fe, número atómico 26 y peso atómico 55.847. El hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%). Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y magnético. Los cuatro isótopos estables, que se encuentran en la naturaleza, tienen las masas 54, 56, 57 y 58. Los dos minerales principales son la hematita, Fe_2O_3 , y la limonita, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Las piritas, FeS_2 , y la cromita, $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$, se explotan como minerales de azufre y de cromo, respectivamente. El hierro se encuentra en muchos otros minerales

y está presente en las aguas freáticas y en la hemoglobina roja de la sangre.

La presencia del hierro en el agua provoca precipitación y coloración no deseada. El uso más extenso del hierro (fierro) es para la obtención de aceros estructurales; también se producen grandes cantidades de hierro fundido y de hierro forjado. Entre otros usos del hierro y de sus compuestos se tienen la fabricación de imanes, tintes (tintas, papel para heliográficas, pigmentos pulidores) y abrasivos (colcótár).

Existen varias formas alotrópicas del hierro. La ferrita es estable hasta 760°C (1400 °F).

El cambio del hierro B comprende principalmente una pérdida de permeabilidad magnética porque la estructura de la red (cúbica centrada en el cuerpo) permanece inalterada. La forma alotrópica tiene sus átomos en arreglos cúbicos con empaquetamiento cerrado y es estable desde 910 hasta 1400°C (1670 hasta 2600 °F).

Este metal es un buen agente reductor y, dependiendo de las condiciones, puede oxidarse hasta el estado 2^+ , 3^+ o 6^+ . En la mayor parte de los compuestos de hierro está presente el ion ferroso, hierro (II), o el ion férrico, hierro (III), como una unidad distinta. Por lo común, los compuestos ferrosos son de color amarillo claro hasta café verdoso oscuro; el ion hidratado Fe^{2+} , que se encuentra en muchos compuestos y en solución, es verde claro. Este ion presenta poca tendencia a formar complejos de coordinación, excepto con reactivos fuertes, como el ion cianuro, las poliaminas y las porfirinas. El ion férrico, por razón de su alta carga (3^+) y su tamaño pequeño, tiene una fuerte tendencia a capturar aniones. El ion hidratado Fe^{3+} , que se encuentra en solución, se combina con OH^- , F^- , CN^- , SCN^- , N_3^- , $C_2O_4^{2-}$ y otros aniones.

Un aspecto interesante de la química del hierro es el arreglo de los compuestos con enlaces al carbono. La cementita, Fe_3C , es un componente del acero. Los complejos con cianuro, tanto del ion ferroso como del férrico, son muy estables y no son intensamente magnéticos, en contraposición a la mayor parte de los complejos de coordinación del hierro. Los complejos con cianuro forman sales coloradas.

3.4.1.3 Recomendaciones para el consumo.

Muchas autoridades sanitarias europeas recomiendan una ingesta diaria de hierro de 9 mg para hombres adultos y de entre 15 y 20 mg para mujeres en edad reproductora, a fin de compensar las pérdidas que se producen durante la menstruación. Durante el embarazo, el aporte recomendado es de 30 mg/día dada la mayor necesidad de hierro.

3.4.1.4 Efectos del hierro en la salud. ⁽¹⁵⁾

El Hierro puede ser encontrado en carne, productos integrales, patatas y vegetales. El cuerpo humano absorbe Hierro de animales más rápido que él. Hierro de las plantas. El Hierro es una parte esencial de la hemoglobina: el agente colorante rojo de la sangre que transporta el oxígeno a través de nuestros cuerpos.

Puede provocar conjuntivitis, coriorretinitis, y retinitis si contacta con los tejidos y permanece en ellos. La inhalación crónica de concentraciones excesivas de vapores o polvos de óxido de hierro puede resultar en el desarrollo de una neumoconiosis benigna, llamada siderosis, que es observable como un cambio en los rayos X. Ningún daño físico de la función pulmonar se ha asociado con la siderosis. La inhalación de concentraciones excesivas de óxido de hierro puede

incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón en trabajadores expuestos a carcinógenos pulmonares. LD50 (oral, rata) =30 gm/kg. (LD50: Dosis Letal 50. Dosis individual de una sustancia que provoca la muerte del 50% de la población animal debido a la exposición a la sustancia por cualquier vía distinta a la inhalación. Normalmente expresada como miligramos o gramos de material por kilogramo de peso del animal.)

Además de ser un mineral importante, este también forma parte importante en la alimentación, por lo que se hablará de la importancia de este en la dieta.

3.4.2 ¿Para qué sirve el hierro? ⁽¹⁶⁾

El hierro es un mineral necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo. El cuerpo utiliza el hierro para fabricar la hemoglobina, una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno de los pulmones a distintas partes del cuerpo, y la mioglobina, una proteína que provee oxígeno a los músculos. El cuerpo también requiere hierro para elaborar hormonas y tejido conectivo.

3.4.3 ¿Cuánto hierro necesito? ⁽¹⁶⁾

La cantidad de hierro diaria que necesita varía según la edad, el sexo, y si consume una dieta principalmente vegetal. A continuación se indican las cantidades promedio de hierro recomendadas por día en miligramos (mg). Los vegetarianos que no consumen carne, aves ni mariscos necesitan casi el doble de hierro listado a continuación porque el cuerpo absorbe mejor el hierro “hemo” de origen animal que el hierro “no hemo” de vegetales y alimentos fortificados con hierro.

Tabla Nº 3. Cantidad de hierro recomendada según la etapa de vida de la persona. ⁽¹⁶⁾

ETAPA DE LA VIDA	CANTIDAD RECOMENDADA
Bebes hasta los 6 meses de edad	0.27 mg
Bebes de 7 a 12 meses de edad	11 mg
Niños de 1 a 3 de edad	7 mg
Niños de 4 a 8 años de edad	10 mg
Adolescentes (varones) de 14 a 18 años de edad	11 mg
Hombres adultos d 19 a 50 años de edad	15 mg
Adultos de 51 a más años de edad	8 mg
Adolescentes embarazadas	27 mg
Mujeres embarazadas	27 mg
Adolescentes en periodo de lactancia	10 mg
Mujeres en periodo de lactancia	9 mg

3.4.4 ¿Qué alimentos son fuente de hierro? ⁽¹⁶⁾

27 mg, 10 mg, 9 mg El hierro se encuentra naturalmente presente en los alimentos y en ciertos alimentos fortificados con hierro agregado. Puede obtener las cantidades recomendadas de hierro mediante el consumo de una variedad de alimentos, entre ellos: carnes magras, mariscos y aves; cereales para el desayuno y panes fortificados con hierro; frijoles blancos y colorados, lentejas, espinaca, y gandules verdes; nueces y algunas f rutas secas como las pasas de uva.

3.4.5 Datos sobre el hierro. ⁽¹⁶⁾

El hierro está en los alimentos en dos formas: hierro hemo y hierro no hemo. El cuerpo absorbe mejor el hierro hemo. Los alimentos de origen animal contienen hierro hemo. Los alimentos de origen vegetal y alimentos fortificados con calcio contienen hierro no hemo.

Para mejorar la absorción del hierro de fuentes vegetales, deben acompañarse con carnes, aves, mariscos y alimentos con vitamina C (como cítricos, fresas, pimientos dulces, tomates y brócoli).

3.4.6 ¿Qué tipos de suplementos de hierro hay? ⁽¹⁶⁾

El hierro se encuentra presente en muchos suplementos multivitamínicos/multiminerales y en suplementos de hierro solamente. Los suplementos de hierro usualmente se dispensan como sulfato ferroso, gluconato ferroso, citrato férrico o sulfato férrico. Los suplementos dietéticos que contienen hierro tienen una etiqueta que advierte que deben mantenerse fuera del alcance de los niños. La sobredosis accidental de productos con hierro es la causa principal de muerte por intoxicación en los niños menores de 6 años de edad.

3.4.7 ¿Es suficiente el hierro que consumo? ⁽¹⁶⁾

En los Estados Unidos, la mayoría de las personas consumen suficiente hierro. Sin embargo, ciertos grupos de personas son más propensos que otros a tener dificultades para obtener suficiente hierro:

- Adolescentes y mujeres con períodos menstruales de sangrado abundante.

- Mujeres embarazadas y adolescentes.
- Bebés, en especial si son prematuros o de bajo peso al nacer.
- Donantes habituales de sangre.
- Personas con cáncer, trastornos gastrointestinales entre otras.

3.4.8 ¿Qué pasa si no consumo suficiente hierro? ⁽¹⁶⁾

A corto plazo, el consumo insuficiente de hierro no muestra síntomas evidentes. El cuerpo utiliza el hierro almacenado en los músculos, el hígado, el bazo y la médula ósea. Pero cuando los niveles de hierro almacenados en el cuerpo disminuyen, se produce la anemia por deficiencia de hierro. Los glóbulos rojos se achican y contienen menos hemoglobina. Como resultado, la sangre transporta menos oxígeno de los pulmones al resto del cuerpo.

Los síntomas de anemia por deficiencia de hierro (conocida como “anemia ferropénica”) incluyen el cansancio y la falta de energía, trastornos intestinales, falta de memoria y concentración, y disminución de la habilidad de combatir gérmenes e infecciones o de controlar la temperatura del cuerpo. Los bebés y los niños con anemia ferropénica pueden desarrollar dificultades de aprendizaje.

La deficiencia de hierro no es común en los Estados Unidos. Pero es posible que ocurra en las personas que no comen carnes, aves o marisco; que sufren pérdida de sangre, trastornos intestinales que interfieren con la absorción de nutrientes o que llevan una dieta malsana.

3.4.9 ¿Cuales son algunos de los efectos del hierro en la salud? ⁽¹⁶⁾

Los científicos estudian el hierro para determinar cómo afecta a la salud. La función más importante del hierro es la prevención de la anemia ferropénica y

los problemas que esta causa.

- Mujeres embarazadas Durante el embarazo, aumenta la cantidad de sangre en el cuerpo de la mujer, lo cual significa que necesita más hierro para ella y el bebé en crecimiento. La insuficiencia de hierro durante el embarazo aumenta el riesgo de anemia ferropénica y el riesgo de que el bebé tenga bajo peso al nacer, nazca prematuramente y tenga bajos niveles de hierro. El consumo de muy poco hierro durante el embarazo también puede dañar el desarrollo cerebral del bebé. Las mujeres embarazadas o que amamantan deben tomar un suplemento de hierro según la recomendación de su obstetra o el profesional médico que la atiende.
- Bebés y niños hasta los 2 años La anemia ferropénica infantil puede causar retrasos en el desarrollo psicológico, aislamiento social, y disminución de la capacidad de prestar atención. Entre los 6 y 9 meses, los bebés nacidos a término podrían tener carencia de hierro a menos que consuman alimentos sólidos fortificados con hierro o leche artificial fortificada con hierro.
- Anemia a causa de enfermedad crónica. Algunas enfermedades crónicas como la artritis reumatoidea, la enfermedad inflamatoria intestinal y algunos tipos de cáncer pueden interferir con la capacidad del utilizar el hierro almacenado en el cuerpo. Consumir más hierro de alimentos o suplementos no suele reducir la anemia a causa de enfermedades crónicas porque el hierro es desviado del flujo sanguíneo hacia los sitios de almacenamiento. La terapia principal para la anemia a causa de enfermedad crónica es el tratamiento de la enfermedad causante.

3.4.10 ¿Puede ser el hierro perjudicial? ⁽¹⁶⁾

Sí, el hierro puede ser perjudicial si se ingiere en exceso. En las personas sanas, las dosis altas de suplementos de hierro (especialmente con el estómago vacío) pueden causar malestar estomacal, constipación, náuseas, dolor abdominal, vómito y desmayo. Las dosis altas de hierro también reducen la absorción del zinc. Las dosis extremadamente elevadas de hierro (cientos o miles de mg) pueden causar falla en el funcionamiento de los órganos, estado de coma, convulsiones y muerte. Los envases a prueba de niños y las etiquetas con advertencias en los suplementos de hierro han reducido muchísimo la cantidad de accidentes por intoxicación en los niños. Hay personas que tienen un trastorno heredado de acumulación de hierro a niveles tóxicos en su cuerpo (“hemocromatosis”). Si no es tratado, la hemocromatosis hereditaria puede causar graves problemas como cirrosis hepática, cáncer de hígado y enfermedad cardíaca. Las personas con esta enfermedad no deben tomar suplementos de hierro ni suplementos de vitamina C. A continuación aparecen los límites superiores diarios para el hierro presente en los alimentos y suplementos dietéticos. Un médico podría recetar una dosis mayor de hierro por un tiempo a las personas que necesitan tratar la carencia de hierro.

Tabla Nº 4. Límite máximo de hierro recomendable según la edad de las personas. ⁽¹⁶⁾

EDADES	LIMITE MAXIMO RECOMENDABLE
Bebés hasta los 12 meses de edad	40mg
Niños de 1 a 13 años de edad	40mg
Adolescentes de 14 a 18 años de edad	40mg
Adultos de 19 o más años de edad	45mg

3.4.11 ¿Existen interacciones con el hierro que debo conocer? ⁽¹⁶⁾

Sí, los suplementos de hierro pueden interactuar o interferir con los medicamentos y otros suplementos que toma. Por ejemplo:

- Los suplementos de hierro pueden reducir la cantidad de levodopa que absorbe el cuerpo, lo cual reduce su eficacia. La levodopa, presente en Sinemet® y Stalevo®, se emplea en el tratamiento de la enfermedad de Parkinson y el síndrome de piernas inquietas.
- El consumo de hierro con levotiroxina puede reducir la eficacia de este medicamento. La levotiroxina (Levothroid®, Levoxyl®, Synthroid®, Tirosint® y Unithroid®) se utiliza en el tratamiento del hipotiroidismo, hipertrofia de la glándula tiroides (bocio), y cáncer de tiroides.
- Los inhibidores de la bomba de protones como el lansoprazol (Prevacid®) y el omeprazol (Prilosec®) disminuyen el ácido estomacal, lo cual podría reducir la cantidad de hierro no hemo que el cuerpo absorbe de los alimentos.
- El calcio podría interferir con la absorción del hierro. Este problema podría evitarse tomando los suplementos de calcio y de hierro en distintos momentos del día.

Hable con el médico, farmacéutico y otros profesionales de la salud sobre los suplementos dietéticos y medicamentos recetados y no recetados que toma. Ellos le indicarán si estos suplementos dietéticos podrían interactuar con sus medicamentos o si los medicamentos podrían interferir con la forma en que su cuerpo absorbe, utiliza o descompone los nutrientes.

3.4.12 El hierro y la alimentación saludable. ⁽¹⁶⁾

Según las Guías alimentarias para los estadounidenses (Dietary Guidelines for Americans) del gobierno federal, las personas deben obtener la mayoría de los nutrientes de los alimentos. Los alimentos contienen vitaminas, minerales, fibras dietéticas y otras sustancias beneficiosas para la salud. En algunos casos, consumir alimentos fortificados y suplementos dietéticos podría aportar nutrientes que, de lo contrario, no se consumirían en las cantidades mínimas recomendadas. Si desea obtener más información acerca de las formas de mantener una dieta saludable, consulte Dietary Guidelines for Americans y el sistema de orientación sobre alimentos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

3.4.13 Por qué es importante el hierro. ⁽¹⁷⁾

El hierro es indispensable para una correcta oxigenación de los tejidos: es fundamental para producir hemoglobina y mioglobina, las proteínas encargadas de transportar oxígeno (la primera de los pulmones a distintas partes del cuerpo y, la segunda, a los músculos). Un déficit de hierro puede llevarnos a síntomas como cansancio, desánimo, falta de concentración o anemia.

La cantidad de hierro diaria que se necesita varía bastante en función de la edad y el sexo. Los hombres necesitan 8 miligramos (mg); las mujeres sobre 18 mg hasta los 50 años, pero solo 8 mg después de esta edad. Y, en el caso de embarazo, hasta 27 mg., según las Recommended Dietary Allowance (RDA), definidas por el Food and Nutritional Board.

3.4.14 ¿Qué ocurre si no tomamos suficiente hierro?

Una de las principales afecciones relacionadas es la anemia, que dificulta que

las células sanguíneas suministren el oxígeno que necesitan los tejidos y los órganos. Si esto ocurre, notaremos que estamos más cansados, que nos falta energía, que nos cuesta concentrarnos y nos fastidiará un malestar estomacal y un mayor riesgo de contraer infecciones. La anemia afecta aproximadamente el 25% de las personas en todo el mundo y, dentro de esta, la deficiencia de hierro es la causa más común, en concreto es la responsable del 50% de todas las anemias.

3.4.15 ¿La mejor forma de asimilar el hierro de los alimentos?

Una de las principales fuentes de hierro es la alimentación. A la hora de aprovechar más el hierro a través de los alimentos, debemos tener en cuenta factores como la disponibilidad (la porción que el organismo es capaz de absorber y usar de la cantidad total de hierro que tiene el alimento); la combinación con otros alimentos; y el tipo de hierro, ya que está presente de dos formas distintas:

- Hierro hemo: es el que procede de los alimentos de origen animal como carnes, pescados, mariscos como almejas y ostras. Este tipo de hierro es el más asimilable, se calcula que es entre 2 y 6 veces más biodisponible que el hierro no hemo.
- Hierro no hemo: es el que procede del mundo vegetal como verduras de hoja verde, legumbres o frutos secos y cereales. Estos alimentos constituyen una parte muy importante de una alimentación nutritiva y bien equilibrada, aunque el hierro que contienen no se absorbe por completo. Se calcula que el cuerpo absorbe entre el 2% y el 10% de este hierro. Este hierro de origen vegetal se absorbe en poca cantidad porque los vegetales contienen sustancias que lo dificultan, como el ácido fítico (presente en

lentejas, garbanzos y cereales integrales); el ácido oxálico (espinacas, acelgas, coles, espárragos y chocolate); y los taninos (presentes en el té, el café y el vino).

El cuerpo absorbe mucho mejor el hierro hemo de origen animal que el hierro no hemo de los vegetales.

3.4.16 Otros factores que influyen en la absorción del hierro.

Además del tipo de hierro y de la disponibilidad de cada tipo de alimento, existen otros condicionantes que afectan en la absorción de hierro en el sistema gastrointestinal:

- Por un lado, el calcio, los fitatos en cereales y legumbres y los compuestos fenólicos del té, el café y otras bebidas limitan y bloquean la disponibilidad de hierro y su absorción, como ya hemos visto.
- En cambio, los alimentos ricos en vitamina C, como los tomates, los cítricos y los pimientos rojos, mejoran la disponibilidad para que este pueda ser absorbido a través de la mucosa. Ahora nos enfocaremos en la presencia de hierro en las vísceras de res

3.5 HIERRO EN LA CARNE DE RES.

El hierro es un mineral de gran importancia para nuestro organismo, y más aún, si realizamos deporte con regularidad. Si bien sabemos que las carnes son una gran fuente de hierro, no todas ofrecen iguales cantidades. En líneas generales las vísceras son las mejores fuentes de hierro de origen animal, y entre ellas destacan por su mayor aporte: el hígado de vaca (4.90 mg crudo y 6.17 cocido por cada 100 gramos), el corazón de vaca (5.40 mg crudo y 6.38 cocido

por cada 100 gramos), el riñón (4.6 mg crudo y 5.8 g cocido por cada 100 gramos) y la lengua contiene (2.95 mg por crudo y 2.61 mg cocida cada 100 gramos).

- El corazón vacuno también contribuye con minerales, que colaboran a mantener la salud del corazón, los huesos y los músculos. Entre estos presenta: calcio, potasio, zinc, sodio y hierro; este último necesario para prevenir la anemia y para transportar el oxígeno en la sangre. ⁽¹⁸⁾
- El hígado Por su elevado contenido en hierro (4.90 mg crudo y 6.17 cocido cada mg/100g), su inclusión en la dieta ayuda a prevenir la aparición de anemia ferropénica. ⁽¹⁸⁾
- El riñón, concretamente, el contenido en minerales es superior a los que se encuentran en la carne fresca, siendo sustancialmente mayor el contenido en hierro. Este mineral presenta una elevada biodisponibilidad y es necesario para el transporte de oxígeno a todas las células, así como en la formación de glóbulos rojos. ⁽¹⁸⁾
- La lengua de res es útil para la anemia, así como durante la recuperación después de las operaciones, porque contiene una gran cantidad de hierro. ⁽¹⁹⁾

3.6 VALORACION REDOX

3.6.1 Fundamentos de las valoraciones. ⁽²²⁾

Para realizar un análisis volumétrico es imprescindible recordar una serie de conceptos:

- Análisis volumétrico: procedimiento basado en la medida del volumen de

reactivo necesario para que reaccione con el analito.

- Valoración: a una disolución que contiene al analito se le añaden incrementos de volumen de una disolución del reactivo (valorante) hasta que la reacción se completa. A partir del volumen de valorante consumido se puede calcular la cantidad de analito que hay en la disolución valorada.
- Reactivo valorante: Reactivo que reacciona estequiométricamente con el analito. Punto de equivalencia: Es el punto en que la cantidad de reactivo valorante añadido es exactamente la necesaria para que reaccione estequiométricamente con el analito. Resultado ideal o teórico.
- Punto final: Es en realidad el punto que se mide en una volumetría. Se observa por un cambio de una propiedad física de la disolución.
- Indicador: Es un compuesto con una propiedad física (normalmente color) que cambia bruscamente cerca del punto de equivalencia. El cambio lo causa la desaparición del analito o la aparición del exceso de valorante.
- Error de valoración: Es la diferencia entre el punto final y el punto de equivalencia.
- Valoración del blanco: Disolución que no presenta analito, sobre la cual se realiza el mismo proceso de valoración. Permite estimar el error de valoración.
- Patrón primario: Disolución de reactivo valorante de concentración exactamente conocida.
- Patrón secundario: El valorante no siempre puede ser un patrón primario.
- En su lugar se utiliza una disolución que tiene aproximadamente la concentración deseada y se valora con un patrón primario. Este procedimiento se llama estandarización o normalización.

3.6.2 Generalidades. ⁽²¹⁾

Una valoración redox se basa en una reacción de óxido-reducción entre el analito y el valorante. Es decir, son aquellas valoraciones en las que en la reacción que tiene lugar entre el analito y el valorante hay transferencia de electrones: una de las sustancias gana electrones y simultáneamente la otra los pierde. La sustancia que gana electrones se reduce, disminuye su estado de oxidación y por lo tanto es el agente oxidante. La sustancia que pierde electrones aumenta su estado de oxidación, es quien se oxida y actúa como agente reductor.

Agentes valorantes: La elección de los agentes valorantes adecuados para ser empleados en los métodos volumétricos de óxido-reducción no es de ningún modo algo trivial. Cuando se piensa efectuar una valoración dada, el agente valorante debe cumplir ciertos requisitos. Los mismos quedan expresados dentro de las siguientes características que debe poseer la reacción de óxido - reducción.

Completa: el oxidante o reductor ha de ser lo bastante fuerte para que la reacción con el analito sea completa.

Única: el oxidante o reductor no ha de ser tan enérgico que pueda reaccionar con cualquiera de los componentes de la solución que se valora, excepto con el analito. Algunos oxidantes muy fuertes pueden atacar al solvente, que generalmente es agua. Para que el salto en las cercanías del punto equivalente esté bien definido, la diferencia de potencial entre las reacciones del analito y el agente valorante debe ser de al menos 0,2 V.

Rápida: La reacción debe ocurrir a una velocidad conveniente. Las reacciones redox son en general lentas, por lo que debe trabajarse en caliente o en presencia

de catalizadores para aumentar la velocidad de reacción.

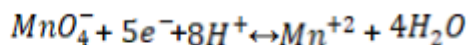
Punto final: se debe disponer de una técnica que permita determinar cuándo la reacción entre el analito y el agente valorante se ha completado.

Importante: Para que una valoración redox sea exitosa, es esencial que el analito esté presente en un único estado de oxidación, situación que no se logra con sólo disolver la muestra. Además, en algunas ocasiones es más conveniente valorar al analito en un estado de oxidación diferente al que existe en la muestra. Los agentes auxiliares reductores, generalmente se emplean en estado sólido, ya que su exceso se puede eliminar fácilmente, por ejemplo, por filtración. Los metales más usados son:

Tabla Nº 5. Resumen de reacciones. (21)

REACTIVO	REACCION	NOMBRE DE LA TECNICA	APLICACIONES
K ₂ Cr ₂ O ₇	$Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 14H^+ \leftrightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$	Dicromato volumetría	Determinación indirecta de materia orgánica en suelos, etanol en vinos, entre otros,
KMnO ₄	$MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \leftrightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$	Permanganimetría	Determinación de minerales
I ₃	$I_3^- + 2e^- \leftrightarrow 3I^-$	Yodivolumetría (valoración con yodo)	Determinación de arsénico, sulfito en vinos, ácido ascórbico, entre otros,
	$3I^- \leftrightarrow I_3^- + 2e^-$	Yodovolumetría (valoración de yodo producido por una reacción química)	Determinación indirecta de cobre en fungicidas, cloro activo en aguas H ₂ O ₂ , entre otros.
S ₂ O ₃	$2S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$	3	Determinación de oxidantes como el I ₃ .

Permanganometria: En las aplicaciones analíticas más comunes, el ión permanganato se reduce a ión manganeso (II) según la reacción:



$$P_{eq_{MNO_4}} = PM/5$$

Esta reacción tiene lugar sólo en soluciones de concentración igual o mayor de 0,1000 M de ácido fuerte (H₂SO₄). En medios menos ácidos el producto resultante puede ser: Mn (II), Mn (IV) o Mn (VI), según las reacciones:

Figura N° 1. Reacciones del KMnO₄ según el pH del medio. (21)

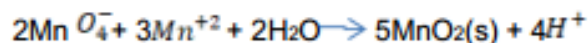
medio	Reacción	Peq
Acido débil, neutro o alcalino	$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \leftrightarrow MnO_2 + 2H_2O$	PM/3
Alcalino débil	$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \leftrightarrow MnO_2 + 4HO^-$	PM/3
Alcalino fuerte	$MnO_4^- + 1e^- \leftrightarrow MnO_4^{2-}$	PM/1

PM: peso molecular

El KMnO₄ es un oxidante más poderoso que el K₂Cr₂O₇. Sus soluciones no pueden emplearse para valorar muestras en presencia de ión cloruro pues lo oxida a cloro. Indicación del punto final Las soluciones de KMnO₄ son de un color púrpura intenso. Este color, es suficiente como para emplearlo como indicador del punto final en la mayoría de las volumetrías en que se emplea, haciendo innecesario el uso de indicadores. Por ejemplo, basta con agregar 0,1 ó 0,2 mL (1 o 2 gotas) de una solución 0,1000 N de KMnO₄ (primer exceso de KMnO₄) para que 100 mL de una solución incolora tome un color rosado pálido persistente por 30 segundos.

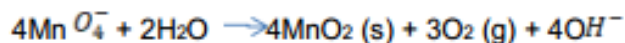
El punto final del permanganato no es persistente, porque el exceso de iones permanganato reacciona lentamente con los iones manganeso (II), que se

encuentran en concentración relativamente elevada en el punto final:



La constante de equilibrio de esta reacción es grande, pero afortunadamente, la velocidad a la que se alcanza el equilibrio es tan lenta, que una vez alcanzado el punto final la decoloración se produce gradualmente, permitiendo observar el color rosado pálido durante 30 segundos.

Preparación y estabilidad de una solución de KMnO_4 : Las soluciones de permanganato de potasio no son totalmente estables, porque sus iones tienden a oxidar el agua según la reacción:



Esta reacción es sumamente lenta, pero es catalizada por la luz, calor, ácidos, bases, manganeso (II) y (IV). Sin embargo, pueden prepararse soluciones moderadamente estables, si se minimiza el efecto de los catalizadores, principalmente el MnO_2 . El MnO_2 es un contaminante del permanganato de potasio sólido, incluso el de mejor calidad. Además este compuesto se forma en las soluciones recién preparadas como consecuencia de la reacción del KMnO_4 con la materia orgánica y las partículas en suspensión, las cuales están presentes en el agua destilada empleada para la preparación de las soluciones.

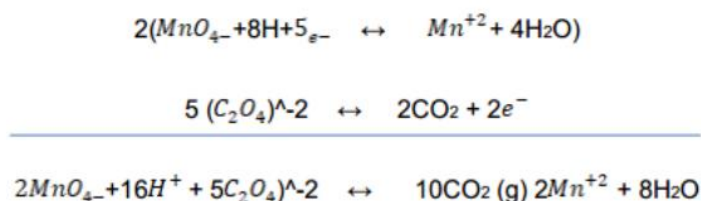
Por lo tanto, para preparar y mantener las soluciones de KMnO_4 deben tomarse las siguientes precauciones:

- Eliminar todo el MnO_2 .
- Hervir la solución inicial (para acelerar el proceso de oxidación de la materia orgánica) o dejar reposar durante 24 h o más.

- Filtrar con crisol (no debe usarse filtro de papel, ya que es materia orgánica y reacciona con el KMnO_4 formando nuevamente MnO_2).
- Evitar la acción de la luz: guardar en frascos color caramelo y en la oscuridad.

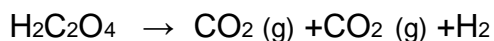
3.6.3 Valoración de las soluciones de KMnO_4 .

Las soluciones de KMnO_4 no son estables y por lo tanto deben valorarse periódicamente. Existen excelentes patrones primarios para valorar las soluciones de permanganato de potasio. El patrón más empleado es el oxalato de sodio ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$). La reacción de valoración es la siguiente:



Esta reacción es compleja y tiene lugar lentamente, incluso a temperaturas elevadas, a menos que el Mn (II) esté presente, ya que actúa como catalizador. Así, cuando se añaden los primeros mililitros de permanganato de potasio a una solución caliente de oxalato de sodio, transcurren varios segundos antes de que desaparezca el color del permanganato de potasio. A medida que aumenta la concentración de Mn (II) la reacción es cada vez más rápida como resultado de la auto-catálisis. Para que la valoración se lleve a cabo satisfactoriamente se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

Valorar en caliente $60\text{--}90^\circ\text{C}$ (acelera la reacción) ya que si se supera esta temperatura, se descompone el oxalato según la reacción:



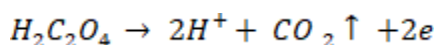
Añadir de golpe aproximadamente el 90 % del KMnO_4 (debe conocerse de antemano la concentración aproximada del KMnO_4).

3.6.4 Indicadores que se usan para el reconocimiento del punto final en las titulaciones de óxido – reducción.

El reactivo puede servir como indicador de su propia acción. Si el reactivo es intensamente coloreado y pierde el color por la acción de la sustancia que se determina (o si se transforma en un compuesto poco coloreado), el color de un leve exceso de reactivo señalará el punto final. Así, por ejemplo, en las titulaciones con permanganato, por lo general, no es necesario agregar un indicador especial, puesto que un leve exceso de permanganato se puede reconocer fácilmente por su color rosado, aún en presencia de iones poco coloreados tales como el ión férrico e. Si es necesario se puede determinar el exceso de permanganato requerido para el reconocimiento del punto final haciendo un ensayo en blanco y sustrayendo el resultado del volumen usado en la titulación.

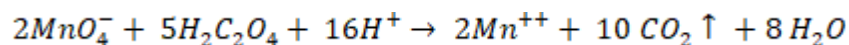
3.6.5 Valoración de las soluciones de permanganato con oxalato de sodio (ácido oxálico).

El oxalato de sodio anhidro, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, se consigue en alto estado de pureza y es estable al aire. En las valoraciones del permanganato, una cantidad exactamente pesada de esta sal se disuelve en una solución de ácido sulfúrico y se titula con el permanganato. En medio ácido, la oxidación se puede describir más convenientemente en términos del ácido oxálico:

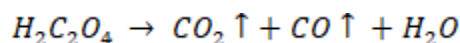


Puesto que en la oxidación de cada molécula de ácido oxálico u oxalato intervienen dos electrones, el peso equivalente es la mitad del peso de fórmula.

La reacción total entre el ión permanganato y el ácido oxálico es:

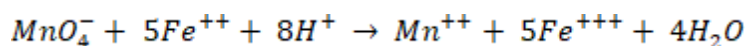


Al añadir inicialmente el ión permanganato a una solución de ácido oxálico, se obtiene una coloración rosa que persiste durante un tiempo, indicando que se trata de una reacción lenta. Al continuar la titulación, la decoloración se vuelve mucho más rápida, pues el ión manganeso (II) que se forma por la reducción del permanganato, cataliza la reacción. En las cercanías del punto final la decoloración suele ser prácticamente instantánea. La velocidad de esta reacción puede incrementarse por calentamiento de la solución. Sin embargo, a una temperatura demasiado elevada, así como en un medio muy ácido, el ácido oxálico se descompone en la siguiente forma:



3.6.6 Titulaciones del hierro con permanganato.

La titulación del hierro ferroso con permanganato es un asunto sencillo. La solución se acidifica con ácido sulfúrico y se titula directamente hasta el punto final. El viraje es más neto si se agrega un poco de ácido fosfórico al 85 por ciento. Este último forma un complejo incoloro con el hierro férrico, y por lo tanto el viraje se produce del incoloro al rosado, mientras el cambio es del amarillo a rosado en ausencia de ácido fosfórico. El hierro (II) en medio ácido se oxida con el ión permanganato de acuerdo con la siguiente ecuación:

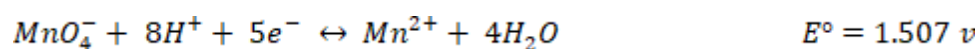


3.7 DETERMINACIÓN DE HIERRO POR EL METODO DE OXIDO-REDUCCION EN VISCERAS DE RES. (24)

Dentro del grupo de los minerales, el hierro es un elemento imprescindible para el organismo humano. Sin el hierro necesario, nuestro cuerpo se vuelve lento debido a que una de sus funciones más importantes es oxidar la glucosa para convertirla en energía; el hierro interviene, por lo tanto, en el buen funcionamiento de la respiración. Además se combina con proteínas para formar la hemoglobina y así poder transportar el oxígeno a los tejidos; también sirve para activar el grupo de vitaminas B, y para estimular la inmunidad y la resistencia física. El hígado, el bazo y los huesos acumulan la mayor parte de este mineral.

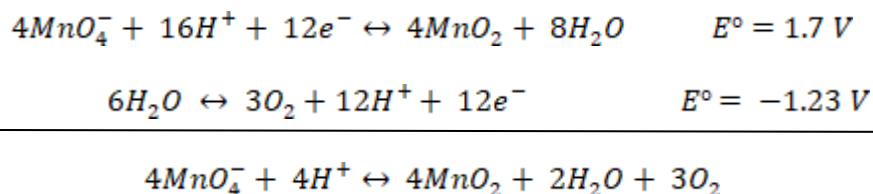
La deficiencia del hierro está muy difundida tanto en países pobres como ricos debido a que sólo una pequeña parte del hierro ingerido pasa a la corriente sanguínea. La carencia se manifiesta en la anemia cuyas características son la fatiga, palidez de la piel y mucosas, palpitaciones con taquicardia, piel seca y cabellos quebradizos, disminución de las defensas y trastornos gastrointestinales. También los estados de desánimo crónico están relacionados muy a menudo con niveles bajos de hierro.

Una de las formas de cuantificar el hierro, es por medios volumétricos, haciendo uso de agentes oxidantes fuertes como lo son el dicromato de potasio y el permanganato de potasio. En soluciones de ácido sulfúrico el producto de reducción del permanganato es el ión manganeso (II).



- Reacción de permanganato de potasio y ácido sulfúrico.

Las soluciones acuosas de permanganato no son totalmente estables debido a que el ión permanganato tiene tendencia a reaccionar con el agua.



- Reacción de estabilidad del permanganato de potasio y agua.

Con base en los potenciales estándar de reducción (E°) de esta reacción se puede ver que el equilibrio debe estar desplazado a la derecha, incluso en soluciones neutras; sin embargo, la pequeña velocidad de reacción de este sistema es la responsable de que las soluciones de permanganato tengan estabilidad suficiente para ser usadas con fines analíticos. Las disoluciones de hierro (II) pueden ser fácilmente cuantificadas por métodos de óxido reducción, por ejemplo, es factible su titulación con una disolución estandarizada de permanganato de potasio en medio ácido.

3.8 VOLUMETRIA.

La volumetría se utiliza para análisis cuantitativos. La base del método es determinar el volumen del reactivo titulante que reacciona estequiométricamente con una sustancia dada que contiene al analito. El tipo de reacción entre el titulante y el analito determina el nombre de la valoración, bien sea ácido-base, de complejos, de precipitación, o en este caso de óxido reducción.

Un volumen conocido de uno de los reactivos (analito, 4) se deposita en

un matraz Erlenmeyer y el otro en una bureta (valorante, 3) y se va adicionando el valorante al analito en el Erlenmeyer. Cuando se llega al punto en que se termina la reacción, el valorante y el valorado (analito) han reaccionado estequiométricamente, momento en que se alcanza el punto de equivalencia. Conociendo el volumen del valorante y la estequiometría de la reacción, se calcula la cantidad de sustancia que se ha valorado (analito, 4). Para poder determinar el punto de equivalencia se utiliza alguna propiedad del sistema que cambie drásticamente en las proximidades del punto de equivalencia y como normalmente no suceden cambios visuales en la reacción, se utiliza un indicador, sustancia que se añade en una concentración muy pequeña y experimenta cambios de color alrededor del punto de equivalencia. El punto de la valoración en que se produce el cambio de color se llama punto final.

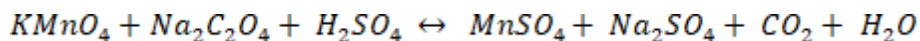
Normalmente el punto de equivalencia y el final no son iguales y esta diferencia es precisamente el llamado error sistemático de la valoración. También se puede utilizar un método instrumental para determinar el punto de equivalencia.

Las volumetrías deben cumplir los siguientes requisitos:

1. La estequiometría de la reacción entre el analito y el valorante debe ser fija y perfectamente conocida para, de esta manera realizar correctamente los cálculos. La reacción debe ser rápida.
2. La reacción debe ser cuantitativa y comprobarse que se completa en un 99.9 %.
3. Para determinar el punto de equivalencia se debe disponer de un método adecuado pues el error sistemático de la valoración debe ser pequeño.

Valoración del Permanganato de Potasio (KMnO_4) con una Disolución Estándar de Oxalato de Sodio ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$).

El $KMnO_4$ no es patrón primario pues aunque puede obtenerse puro, sus disoluciones se descomponen parcialmente dando MnO_2 y debe ser valorado utilizando un patrón primario como el $Na_2C_2O_4$. La reacción que tiene lugar (sin balancear) es:



Reacción entre permanganato de potasio con una disolución estándar de oxalato de calcio.

Como se mencionó, el H_2SO_4 proporciona el medio ácido necesario para la reacción. En esta valoración no es necesario utilizar un indicador para detectar el punto final ya que el mismo $KMnO_4$ actúa como tal pues en la forma oxidada es de color violeta rojizo e incoloro en la reducida. Las disoluciones de $KMnO_4$ se deben guardar en frascos de color ámbar o topacio para evitar su descomposición por la luz.

3.9 METODO DE HORNSEY'S (ESPECTROFOTOMETRICO). (24)

Este trabajo describe la optimización de un método espectrofotométrico clásico ("MÉTODO HORNSEY") para determinar hierro hemo en carnes. Este método extrae hierro hemo de la carne mediante agitación con acetona ácida, maceración en la oscuridad y determinación espectrofotométrica a 640 nm sobre el filtrado. Es ampliamente utilizado, pero su descripción original no detalla la influencia de algunas variables. Con el método optimizado se analizaron distintas vísceras de carne vacuna para evaluar su valor nutricional en cuanto a niveles de hierro biodisponible. A partir de una optimización racional, se obtuvieron las condiciones experimentales adecuadas para realizar un método analítico, considerado de referencia, de forma sistemática y protocolizada en los laboratorios para evaluar el contenido de hierro hemo en carnes.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO:

- Prospectivo: los resultados obtenidos en esta investigación podrán en un futuro próximo, ser un punto de partida para la realización de otras investigaciones y prácticas.
- Transversal: ya que la recolección de muestras y la parte práctica se realizó entre los meses de marzo a septiembre de 2022.
- Experimental: la investigación conlleva una parte práctica donde se efectuaron análisis en muestras de vísceras de res, estos se realizaron en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

4.2 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA.

La investigación bibliográfica se realizó en las siguientes bibliotecas virtuales:

- “Dr. Benjamín Orozco Facultad de Química y Farmacia”, Universidad de El Salvador.
- Universidad Salvadoreña Alberto Masferer (USAM)
- Universidad Nueva San Salvador (UNSSA)
- Internet

4.3 INVESTIGACION DE CAMPO.

4.3.1 Universo:

Las vísceras de res comercializadas en los mercados: Anita Alvarado, Colon y Central del municipio de Santa Ana, Santa Ana, El Salvador.

4.3.2 Muestra:

1 libra de cada una de las siguientes vísceras de res: Lengua, hígado, corazón y riñón, comercializadas en cada mercado municipal de Santa Ana (Colón, Anita Alvarado y Central), haciendo un total de tres muestras de cada una de ellas. Se eligió un solo puesto de cada mercado, debido a que queríamos resultados más exactos y precisos, entonces al tomar un solo puesto, pensamos que no habría tanta variación en los resultados, que al tomar las muestras de varios puestos de un mismo mercado. Así como también, tomamos el puesto que vendía las cuatro tipos de vísceras, facilitando así, resultados exactos.

4.3.3 Tipo de estudio:

Tipo de estudio: Dirigido y puntual a los puestos de ventas de carnes de los mercados municipales de Santa Ana, donde se compraron las muestras en el establecimiento que ofrecieran las cuatro vísceras.

Para la identificación de hierro en vísceras de res que se comercializan en el área urbana del municipio de Santa Ana, departamento de Santa Ana, se seleccionaron tres mercados en diferentes puntos de la ciudad las cuales son (ver Anexo N° 2): Mercado Anita Alvarado, Mercado Colón, Mercado Central. En los cuales se seleccionó un puesto de carne que tiene venta de vísceras de res.

En los mercados visitados se encontraban diferentes puestos de venta de carne y vísceras, pero solo se visitaron tres puestos de venta de vísceras donde se entrevistaron a los vendedores, quienes nos ofrecieron la fuente de información necesaria para identificar cuáles eran las vísceras para nuestro estudio.

Se decidió tomar las muestras de un solo puesto de cada mercado para que los resultados no fueran tan variable. Los criterios de inclusión tomados en cuenta para la obtención de vísceras de res fueron:

Tabla N° 6. Criterios de inclusión para toma de las muestras.

CRITERIOS	MERCADO COLON	MERCADO ANITA ALVARADO	MERCADO CENTRAL
Limpieza	✓	✓	✓
Precio	✓	✓	✓
Peso correcto	✓	✓	✓
Bascula calibrada	✓	✓	✓
Puesto cuenta con las cuatro vísceras	✓	✓	✓
Condiciones de almacenamiento	✓	✓	✓

✓ Excelente ✓ Bueno ✗ Malo

Tabla N° 7. Criterios tomados para el transporte y almacenamiento de la muestra.

CRITERIOS	CORAZÓN	LENGUA	RIÑÓN	HÍGADO
Cadena de frio	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
Transporte	✓	✓	✓	✓
Tratamiento	Las muestras fueron almacenadas en la refrigeradora de la Facultad de Química y Farmacia durante 2 días.	Las muestras fueron almacenadas en la refrigeradora de la Facultad de Química y Farmacia durante 2 días.	Las muestras fueron almacenadas en la refrigeradora de la Facultad de Química y Farmacia durante 2 días.	Las muestras fueron almacenadas en la refrigeradora de la Facultad de Química y Farmacia durante 2 días.

✓ Transporte en hielera ✓ Uso de pingüinos ✓ Carro

4.4 PARTE EXPERIMENTAL

El contenido de hierro presente en las vísceras se determinó mediante el método de permanganometría que se basa en la valoración de las muestras de las vísceras de res por oxidación-reducción del mineral; mientras que el método de Horsney se basa en espectrofotometría que es por absorción.

Cabe mencionar que el tratamiento de muestras comenzó con la cadena de frío, al momento de comprarlas se colocaron en una hilera con abundante hielo, para luego ser trasladada al laboratorio donde se guardó en un freezer para su tratamiento y análisis posterior.

A. Tratamiento de la muestra:

Se compró una libra de cada víscera en tres mercados diferentes (Mercados: Colón, Anita Alvarado y Central), haciendo un total de tres muestras de cada una de ellas.

Se eligió un puesto que comercializara las cuatro vísceras; procediéndose a rotular cada libra de cada víscera (ver anexo N° 4, Figura N° 15), se introdujeron en una hielera con pingüinos para conservar la cadena de frío y que estas no se degradaran (ver anexo N° 3, Figura N° 14). Se trasladaron en un vehículo hacia la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador en San Salvador y se dejaron en un freezer por dos días, las muestras fueron sometidas a descongelamiento en una cubeta llena de agua destilada a temperatura ambiente. Para verificar que las muestras estuvieran descongeladas se verificó a través del tacto, una vez descongeladas se procedió a realizar seis cortes de cada una de las muestras, de las cuales tres eran para su análisis en crudo y tres para el análisis en cocido.

4.4.1 Pretratamiento de la muestra cocida

De los seis cortes realizados a cada una de las muestras se tomaron tres por vísceras y se sometió al proceso de cocido, dicho procedimiento se describe a continuación:

- Pesar 25.0 g de cada víscera previamente cortada en trozos pequeños.
- Triturar en un procesador de alimentos para disminuir el tamaño.
- Colocarla en un beaker de 250.0 mL y agregar 80.0 mL de agua, calentar en un Hot-plate hasta ebullición (10 minutos aproximadamente).
- Dejar en reposo por 72 horas.
- Filtrar el sobrenadante de la preparación con la ayuda de un tamiz plástico de poro fino.
- Filtrado (solución madre 1).

4.4.2 Pretratamiento de la muestra cruda.

Los otros tres cortes de cada una de las muestras (vísceras) que no fueron sometidos a cocción se les realizó un pretratamiento antes de proceder al análisis, el cual se presenta a continuación:

- Pesar 25 g de cada víscera previamente cortada.
- Triturar en un procesador de alimentos para disminuir el tamaño.
- Colocarla en un beaker de 250 mL y agregar 80 mL de agua.
- Dejar en reposo por 72 horas.
- Filtrar el sobrenadante de la preparación con la ayuda de un tamiz plástico de poro fino.
- Filtrado (solución madre 2).

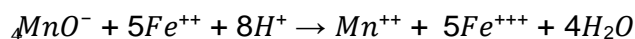
A. Determinación del contenido de hierro en los filtrados descritos anteriormente.

Se llevó a cabo la determinación del contenido de hierro en las vísceras descritas anteriormente por titulación rédox de la siguiente manera:

4.4.3 Determinación del Fe (ii) en muestra cruda y cocida.

Para la determinación del contenido de hierro en las vísceras de res tratadas, se cuantifico el hierro presente.

- El método de la oxidación cuantitativa del hierro ferroso a hierro férrico, en frío, por KMnO_4 . La reacción se representa por la ecuación siguiente:



Procedimiento para los filtrados de las vísceras crudas y cocidas:

- Tomar con pipeta volumétrica 10.0 mL de solución madre 1 y transferirla un erlenmeyer de 250 mL.

Nota: Hacer este mismo procedimiento con la solución madre 2 en otro Erlenmeyer.

- Adicionar a ambas muestras 7.0 mL. de H_2SO_4 2 N.
- Valorar con la solución estandarizada de permanganato de potasio 0.1 N hasta la aparición de un rosado pálido.
- Efectuar 2 valoraciones más a cada una de las muestras.

Ejemplo de cálculos en muestra cruda:

g de hierro en corazón:

$\text{g Fe (II)} = V \text{ mL gastados de KMnO}_4 \times N \text{ KMnO}_4 \times \text{meq Fe} \times \text{FD M} \times \text{g}$

$\text{Fe (II)} = 0.53 \text{ mL} \times 0.1005 \text{ N} \times 27.93 \text{ g/mol} \times 8 = 11.90 \text{ mg hierro}$

NOTA: La preparación de reactivos se encuentra en el anexo N°4.

4.4.4 Determinación del contenido de hierro mediante el Método de Hornsey's (espectrofotométrico). ⁽¹⁾

- Preparación del diluyente. (Ver Anexo N° 4).
- Preparación de la muestra cruda.

Para el análisis de nuestras muestras (vísceras), al ser crudas, no se necesitó pretratamiento de cocción, sino que se comenzó a trabajar en ellas luego de descongelarlas.

- Pesar 75.6 g de muestra en un beaker de 100.0 mL.
- Triturar la muestra en un procesador de alimentos.
- Pasar a un beaker de 600.0 mL.
- Agregar 378 mL de diluyente. (Ver anexo N° 4)
- Dejar en reposo y en la oscuridad por 60 minutos.
- Decantar el líquido sobrenadante.
- Transferir el líquido sobrenadante a una celda de vidrio.
- Leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 640 nm.

- Preparación de la muestra cocida.

Para el análisis de nuestras muestras (vísceras), al ser cocidas, se necesitó pretratamiento de cocción, luego de descongelarlas, para darle comienzo al tratamiento ya cocidas.

- Pesar 75.6 g de muestra en un beaker de 100.0 mL.
- Triturar la muestra en un procesador de alimentos.
- Calentar en un Hot-plate hasta ebullición (10 minutos aproximadamente).
- Pasar a un beaker de 600.0 mL.
- Agregarle 378 mL de diluyente. (Ver anexo N° 4)
- Dejar en reposo y en la oscuridad por 60 minutos.
- Decantar el líquido sobrenadante.
- Transferir el líquido sobrenadante a una celda de vidrio.
- Leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 640 nm.

Ejemplo de cálculo en muestras cocida:

g de Fe en hígado:

$$\text{g de Fe} = \frac{680 \times \text{abs } Mx}{g \text{ pesados}} \times 0.0882 \times 1000$$

$$\text{g de Fe} = \frac{680 \times 0.031}{75.6} \times 0.0882 \times 1000 = 24.59$$

75.6

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la parte experimental, dando cumplimiento a los objetivos planteados.

5.1 Determinar el contenido de hierro en la lengua de res, riñón, corazón e hígado crudo y cocido, mediante el Método Rédox de permanganometria y mediante el Método Espectrofotométrico.

Mediante los métodos experimentales (permanganometria y Espectrofotométrico), se determinaron las cantidades de hierro presentes en las cuatro vísceras: hígado, corazón, lengua y riñón de los mercados del municipio de Santa Ana, (Mercado Anita Alvarado, Mercado Colón y Mercado Central). Las muestras fueron tomadas de un solo puesto de cada mercado; las cuales comercializaban las cuatro vísceras, obteniendo tres libras de cada víscera para su análisis, realizando así un triplicado.

En la Tabla N° 12 (Ver anexo N° 1) se presenta el resultado obtenido de miligramos de hierro contenido en cada muestra de vísceras: Hígado, Corazón, Riñón y Lengua donde de forma horizontal se puede observar los resultados de las valoraciones de las tres muestras de cada mercado (Mercado Central, Mercado Anita Alvarado y Mercado Colón), siendo estos los miligramos obtenidos por cada peso de muestra de víscera de cada análisis realizado así como también se pueden observar promedios.

A continuación se presenta una gráfica con promedios de mg de hierro contenido en vísceras crudas y cocidas mediante el método de óxido - reducción (Permanganometria).

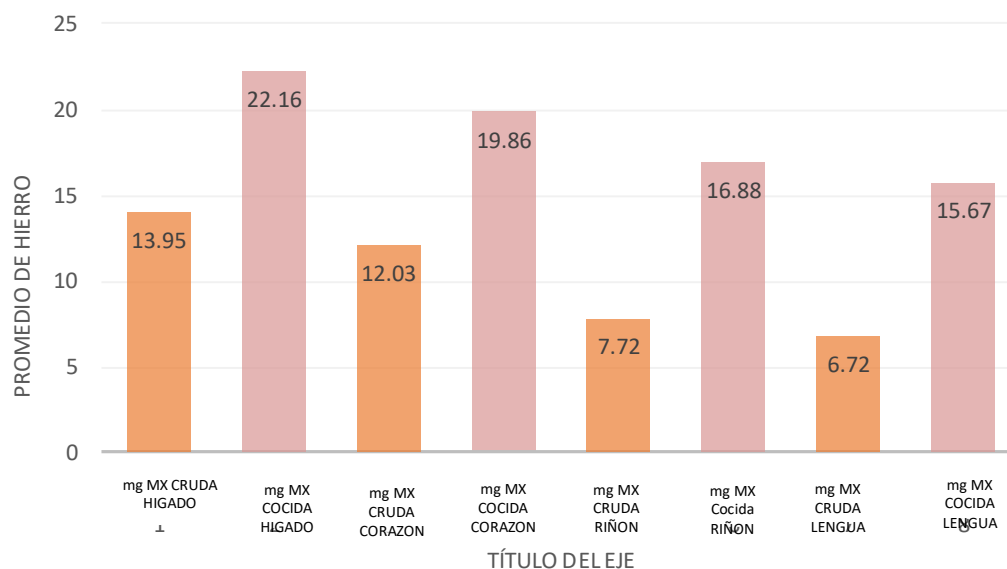


Figura N° 2. Promedio de mg de hierro contenido en vísceras crudas y cocidas mediante el método de óxido - reducción (Permanganometria).

Fuente: Elaboración propia

En los resultados obtenidos según la figura N° 2, se encontró un mayor promedio en la cantidad de hierro en el hígado cocido (22.16 mg) y corazón cocido (19.86 mg) y un menor contenido de hierro en riñón crudo (7.72 mg) y lengua cruda (6.72 mg) este promedio se calculó sumando los miligramos obtenidos de hierro de cada valoración y dividiendo en las 9 muestras. Por lo tanto se aprecia una variación del contenido de hierro en las diferentes vísceras, teniendo un mayor contenido en muestras cocidas.

A continuación se presenta una gráfica con Promedio de mg de hierro contenido en vísceras crudas y cocidas mediante el método de Hornsey's.

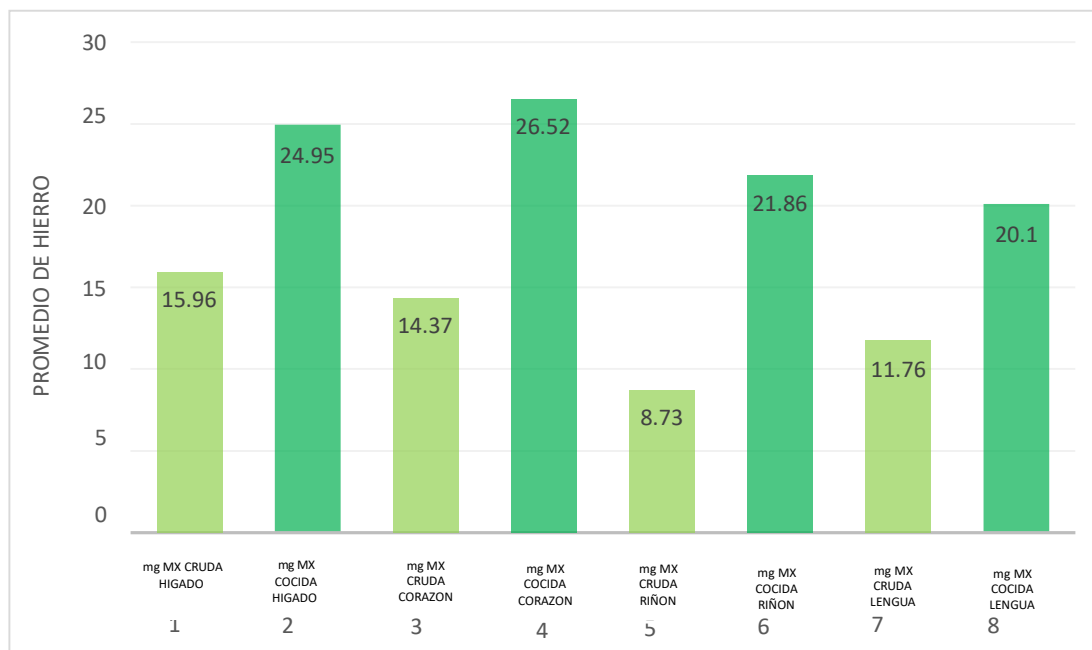


Figura N° 3. Promedio de mg de hierro contenido en vísceras crudas y cocidas mediante el método de Hornsey's.

Fuente: Elaboración propia

En los resultados obtenidos según la figura N° 3, se encontró una mayor cantidad de hierro en el hígado cocido (24.16 mg) y corazón cocido (26.52 mg) y un menor contenido de hierro en riñón crudo (8.73 mg) y lengua cruda (11.76 mg). Como se puede observar en la figura N° 2 se aprecia una variación del contenido de hierro en las diferentes vísceras, teniendo un mayor contenido en muestras cocidas.

5.2 Comparar los resultados experimentales del contenido hierro entre ambos métodos utilizados.

A continuación se presenta la figura N°4 figura en donde se observa el promedio del contenido de hierro en las vísceras de res por ambos métodos, en muestras crudas.

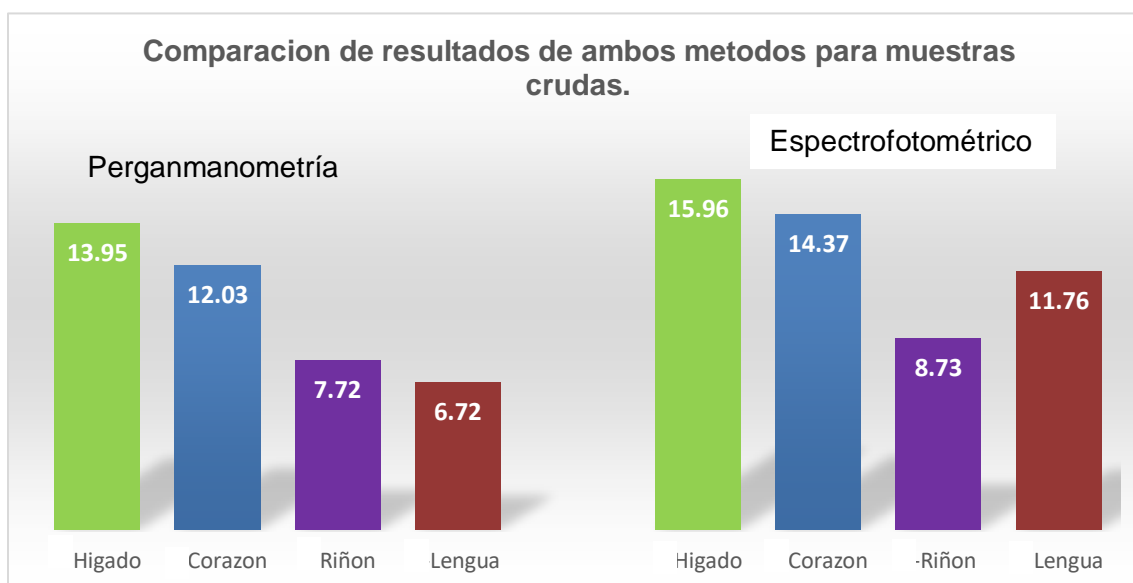


Figura N° 4. Promedios obtenidos del contenido de hierro en muestras crudas por el Método oxido-reducción y el Método de Hornsey`s.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta la figura N°5 figura en donde se observa el promedio del contenido de hierro en las vísceras de res por ambos métodos en muestras cocidas.

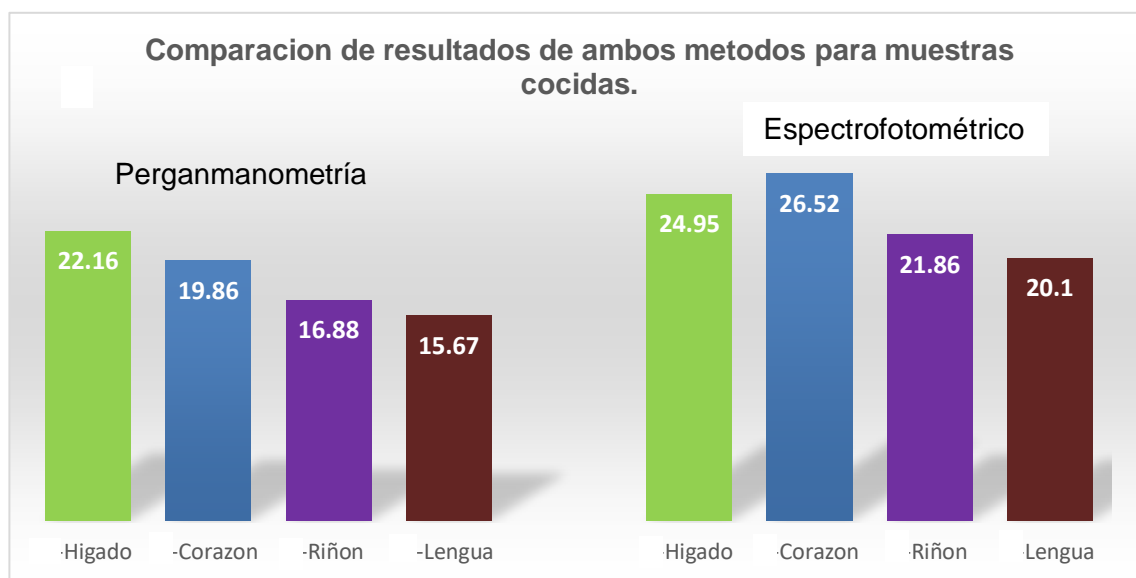


Figura N° 5. Promedios obtenidos del contenido de hierro en muestras cocidas por el Método oxido-reducción (Permanganometria) y el Método de Hornsey`s (Espectrofotométrico).

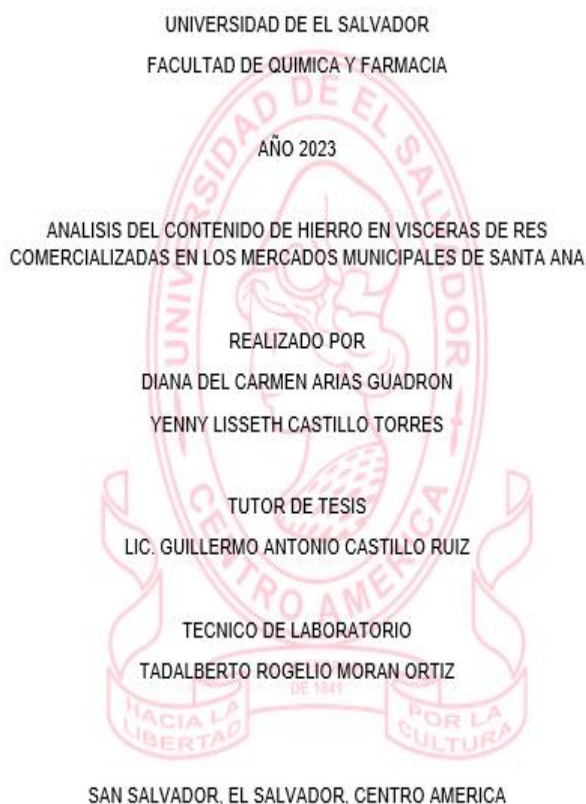
Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta los resultados obtenidos anteriormente, mediante la aplicación del método óxido-reducción (permanganometria) y el método Hornsey's (espectrofotométrico) para la determinación del contenido de hierro presente en las vísceras de res, se establecieron diferencias en los resultados entre ambos métodos. Se observaron resultados muy diferentes en cuanto al contenido de hierro encontrado en las vísceras de res tanto crudas como cocidas. Pero en ambos métodos se puede observar que la mayor cantidad de hierro hemo se puede encontrar en el corazón y el hígado, y una menor cantidad de hierro hemo en lengua y el riñón. Estos resultados pudieron verse afectados por diferentes factores, tales como: La destreza del analista, el material y reactivos analizado para el desarrollo de los métodos, el método volumétrico requiere mayor intervención humana comparado con el espectrofotométrico.

Por lo tanto con base en los resultados obtenidos de ambos métodos, con base en nuestra experiencia y comparando los resultados se pudo determinar que con ambos métodos, se puede determinar la cantidad de hierro contenido en vísceras de res, pero consideramos que el mejor método para la determinación de hierro en vísceras de res es el espectrofotométrico debido a que es más exacto y preciso que el de perganmanometría.

5.3 Entregar un informe al coordinador de Química Analítica Cuantitativa.

Para dar cumplimiento a este objetivo se hizo entrega de un informe (Ver figura N° 16). En la cual se presenta el método Método de Hornsey`s para el análisis del contenido de hierro en vísceras de res mediante espectrofotometría, y el método de perganmanometría para el análisis en vísceras de res mediante valoración, los cuales podrían ser utilizados en la asignatura de Química Analítica Cuantitativa.



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HIERRO MEDIANTE EL MÉTODO DE PERGANMANOMETRÍA (Rédox)

Pretratamiento de la muestra cocida

1. Pesar 25.0 g de cada víscera previamente cortada en trozos pequeños.
2. Triturar en un procesador de alimentos para disminuir el tamaño.
3. Colocarla en un beaker de 250.0 mL y agregar 80.0 mL de agua, calentar en un Hot-plate hasta ebullición (10 minutos aproximadamente).
4. Dejar en reposo por 72 horas.
5. Filtrar el sobrenadante de la solución con la ayuda de un tamiz plástico de poro fino.
6. Filtrado (solución madre 1).

Pretratamiento de la muestra cruda.

1. Pesar 25 g de cada víscera previamente cortada
2. Triturar en un procesador de alimentos para disminuir el tamaño
3. Colocarla en un beaker de 250 mL y agregar 80 mL de agua
4. Dejar en reposo por 72 horas
5. Filtrar el sobrenadante de la solución con la ayuda de un tamiz plástico

de poro fino.

6. Filtrado (solución madre 2)

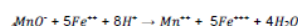
B. Determinación del contenido de hierro en los filtrados descritos anteriormente.

Se llevará a cabo la determinación del contenido de hierro en las vísceras descritas anteriormente por titulación rédox de la siguiente manera:

Determinación del Fe (ii) en muestra cruda y cocida.

Para la determinación del contenido de hierro en las vísceras de res tratadas, se cuantifico el hierro presente.

- El método de la oxidación cuantitativa del hierro ferroso a hierro férrico, en frío, por KMnO_4 . La reacción se representa por la ecuación siguiente:



Procedimiento para los filtrados de las vísceras crudas y cocidas:

1. Tomar con pipeta volumétrica 10.0 mL de solución madre 1 y transferirla un erlenmeyer de 250 mL.
Nota: Hacer este mismo procedimiento con la solución madre 2 en otro Erlenmeyer.
2. Adicionar a ambas muestras 7.0 mL de H_2SO_4 2 N.
3. Valorar con la solución estandarizada de permanganato de potasio 0.1 N hasta la aparición de un rosado pálido.
4. Efectuar 2 valoraciones más a cada una de las muestras.

MÉTODO DE HORNSEY'S (ESPECTROFOTOMÉTRICO).

Este trabajo describe la optimización de un método espectrofotométrico clásico ("MÉTODO HORNSEY") para determinar hierro hemo en carnes. Este método extrae hierro hemo de la carne mediante agitación con acetona ácida, maceración en la oscuridad y determinación espectrofotométrica a 640 nm sobre el filtrado. Es ampliamente utilizado, pero su descripción original no detalla la influencia de algunas variables. Con el método optimizado se analizaron distintas vísceras de carne vacuna para evaluar su valor nutricional en cuanto a niveles de hierro biodisponible. A partir de una optimización racional, se obtuvieron las condiciones experimentales adecuadas para realizar un método analítico, considerado de referencia, de forma sistemática y protocolizada en los laboratorios para evaluar el contenido de hierro hemo en carnes.

Cálculos:

gramos de Fe(II) en muestra = $V_{\text{mL}} \text{ gastados de } \text{KMnO}_4 \times N_{\text{KMnO}_4} \times \text{mEqFe (II)} \times \text{FD}$

RESULTADOS:

Número de análisis	Muestras crudas y cocidas (mg de hierro)							
	Hígado		Corazón		Riñón		Lengua	
	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida
Mx 1 MC Valoración 1	13.70	22.46	11.90	19.99	7.82	16.84	6.69	15.49
Mx 2 MC Valoración 2	13.70	21.78	12.35	19.76	7.59	16.84	6.74	15.49
Mx 3 MC Valoración 3	13.92	22.0	11.68	19.76	7.82	16.84	6.74	15.72
Mx 1 MAA Valoración 1	14.15	22.46	11.90	19.99	7.59	17.10	6.69	15.72
Mx 2 MAA Valoración 2	14.15	22.46	11.90	19.99	7.59	17.10	6.69	15.72
Mx 3 MAA Valoración 3	14.15	22.46	12.13	19.76	7.82	16.62	6.74	15.49
Mx 1 MCO Valoración 1	13.92	22.0	12.35	19.76	7.82	16.62	6.69	15.72
Mx 2 MCO Valoración 2	14.15	21.78	12.13	19.99	7.59	16.84	6.74	15.72
Mx 1 MCO Valoración 3	13.70	22.0	11.90	19.76	7.82	17.10	6.74	15.49
Promedio	13.96	22.16	12.03	19.86	7.72	16.88	6.72	15.67

MC= Mercado Central; MSA= Mercado Anita Alvarado; MCO= Mercado Colon.

Se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del método óxido-reducción (permanganometría) en vísceras de res crudas y cocidas: Hígado, corazón, riñón y lengua, donde se observa que al aplicar este método en las muestras de vísceras de res se obtuvieron diferentes cantidades de hierro y su promedio, respectivamente.

g de hierro en corazón:

$g \text{ Fe (II)} = V \text{ mL gastados de } \text{KMnO}_4 \times N_{\text{KMnO}_4} \times \text{meq Fe} \times \text{FD Mx}$

$g \text{ Fe (II)} = 0.89 \text{ mL} \times 0.1005 \text{ N} \times 27.93 \text{ g/mol} \times 8 = 19.99 \text{ mg hierro.}$

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HIERRO MEDIANTE EL MÉTODO DE HORNSEY'S (ESPECTROFOTOMÉTRICO).

- PREPARACIÓN DEL DILUYENTE.

Acetona : Agua destilada : HCl concentrado (90:8:2)

Acetona	4500mL
Agua destilada	400 mL
HCl concentrado	100 mL
	5000 mL

- PREPARACIÓN DE LA MUESTRA CRUDA.

1. Pesar 75.6 g de muestra en un beaker de 100.0 mL.
2. Triturar la muestra en un procesador de alimentos.
3. Pasar a un beaker de 600.0 mL.
4. Agregarle 378 mL de diluyente.
5. Dejar en reposo y en la oscuridad por 60 minutos.
6. Decantar el líquido sobrenadante.
7. Transferir el líquido sobrenadante a una celda de vidrio.
8. Leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 640 nm.

- PREPARACIÓN DE LA MUESTRA COCIDA.

1. Pesar 75.6 g de muestra en un beaker de 100.0 mL.
2. Triturar la muestra en un procesador de alimentos.
3. Calentar en un Hot-plate hasta ebullición (10 minutos)

aproximadamente)

4. Pasar a un beaker de 600.0 mL.
5. Agregarle 378 mL de diluyente.
6. Dejar en reposo y en la oscuridad por 60 minutos.
7. Decantar el líquido sobrenadante.
8. Transferir el líquido sobrenadante a una celda de vidrio.
9. Leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 640 nm.

Resultados obtenidos mediante la aplicación del método espectrofotométrico (Método de Hornsey's) en vísceras de res crudas y cocidas.

Le hacemos entrega de los resultados de nuestro análisis:

Numero de analisis	Muestras crudas y cocidas (mg de hierro)							
	Higado		Corazón		Riñón		Lengua	
	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida
Mx 1 MC Valoración 1	15.87	24.59	14.28	26.97	8.73	22.21	11.76	19.83
Mx 2 MC Valoración 2	15.87	24.59	14.28	26.16	8.73	22.21	11.76	19.83
Mx 3 MC Valoración 3	16.66	25.39	14.28	26.16	8.73	21.42	11.76	20.63
Mx 1 MAA Valoración 1	15.87	25.39	14.28	26.16	8.73	21.42	11.76	19.83
Mx 2 MAA Valoración 2	15.87	24.59	14.28	26.97	8.73	22.21	11.76	19.83
Mx 3 MAA Valoración 3	15.87	24.59	14.28	26.97	8.73	22.21	11.76	19.83
Mx 1 MCO Valoración 1	15.87	25.39	14.28	26.97	8.73	21.42	11.76	20.63
Mx 2 MCO Valoración 2	15.87	25.39	14.28	26.16	8.73	21.42	11.76	20.63
Mx 1 MCO Valoración 3	15.87	24.59	15.07	26.16	8.73	22.21	11.76	19.83
Promedio	15.96	24.95	14.37	26.52	8.73	21.86	11.76	20.10

MC= Mercado Central; MSA= Mercado Anita Alvarado; MCO= Mercado Colón.

Se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del método espectrofotométrico (Método de Hornsey's) en vísceras de res crudas y cocidas. Realizado por triplicado el análisis de las muestras tanto para muestras crudas como cocidas dando como resultado miligramos de fierros contenidos.

g de Fe en hígado:

$$g \text{ de Fe} = \frac{680 \times abs \text{ Mx}}{g \text{ pesador}} \times 0.0882 \times 1000$$

$$g \text{ de Fe} = \frac{680 \times 0.031}{75.6} \times 0.0882 \times 1000 = 24.59$$

Figura N°6. Informe entregado al coordinador de la asignatura de Química Analítica.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el informe que fue entregado al coordinador de la asignatura de Química Analítica con la técnica a seguir para el análisis, así como también los resultados obtenidos. (Ver Anexo N°6)

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. Mediante los métodos óxido-reducción y de hornsey's los resultados obtenidos de ambos métodos para muestras crudas, fueron menores en comparación con los resultados obtenidos para muestras cocidas.
2. Se obtiene un mayor contenido de hierro en muestras cocidas en ambos métodos, debido a que se sufre un cambio en el hierro hemo ya que este se encuentra adherido a las proteínas las cuales al someterse a calentamiento, se desnaturalizan quedando así el hierro libre.
3. Se determinó que la mayor cantidad de hierro se encuentra en el corazón y el hígado y menor cantidad en el riñón y lengua en ambos métodos implementados.
4. Al comparar los métodos, se pudo determinar que ambos métodos son viables para la determinación del contenido de hierro en vísceras tanto cocidas como crudas.
5. Fue importante determinar el contenido de hierro en las vísceras más consumidas por la población salvadoreña, ya que quedó demostrado que presenta un alto contenido de hierro y por tanto, importantes en la dieta diaria.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Realizar la validación de ambos métodos en muestras de vísceras de res para futuros trabajos de grado y así evaluar si estos cumplen con los requisitos para las aplicaciones analíticas previstas.
2. A la coordinación de la asignatura de Química Analítica que determine el contenido de hierro en otras partes de la res de mayor consumo, utilizando los métodos espectrofotométrico y de permanganometría para compararlos con los resultados obtenidos en las vísceras.
3. En futuras investigaciones realizar la determinación del contenido de hierro utilizando el método de absorción atómica para realizar una comparación de métodos.
4. En futuras investigaciones determinar el contenido de hierro en otras especies de animales que son consumidas en el país para que la población conozca el mismo y su importancia en la dieta diaria.

8. ENNTECH. [Sitio virtual]. Países bajos. 2022. Disponible en: "<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/fe.htm>"
9. National Institutes of health. Datos sobre el hierro. [Sitio virtual]; Estados Unidos; 2019. [actualizado 2022 abril 22]; Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Iron-DatosEnEspañol.pdf>.
10. Chavarrías M. El diario, estos son los alimentos con más hierro asimilable (no son espinacas ni lentejas). [Sitio virtual]; 2019. España [actualizado 2021 mayo 06]; Disponible en: "https://www.eldiario.es/consuomoclaro/comer/que-alimentos-tienen-hierro_1_1475299.html".
11. Red ALIMENTAR UNC. [Sitio virtual]. 2021. España. Disponible en: <https://www.redalimentar.unc.edu.ar/node/419036>
12. FOOD-AND-RECIPES-COM. [Sitio virtual]; 2022. España. Disponible en: <https://es.food-and-recipes.com/publication/16862/>.
13. Fundamento de las valoraciones (Reconocimiento Compartir igual 4.0); [Sitio virtual]; 2022. España. Disponible en: https://www.uv.es/qanaldetect/volumetrias/1_fundamentos_de_las_valoraciones.html.
14. Roca M-A. Hormona SA de CV; (Determinación de hierro (II) en vitaminas comerciales por oxido – reducción); [Sitio virtual]; 2021. Madrid - España. Disponible en: http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/gmta/practicas_QA_Nuevo_plan/PRACTICA_6._OXIDO_REDUCCIONcorregida.pdf.
15. Sifonte A, Chen W. Titulaciones redox (PERMANGANIMETRIA), 2004, Caracas-Venezuela, Disponible en: <https://www.geocities.ws/chex88chex/analitica/TitulacionRedox>.
16. UNLP (Facultad de ciencias agrarias y forestales), [Sitio virtual]; 2022, Buenos Aires – Argentina. Disponible en: <https://www.agro.unlp.edu.ar/>.
17. Martínez RO. Titulación REDOX: Determinación de hierro en un mineral. 2022, Puerto Rico-Humacao. Disponible en: [http://www.uprh.edu/royola/index_htm_files/\[8\]_Titulacion_redox.pdf](http://www.uprh.edu/royola/index_htm_files/[8]_Titulacion_redox.pdf).

18. Odeón M-M, Romera S-A. Estrés en ganado: causas y consecuencias. [Sitio virtual], Argentina-Buenos Aires, 2017 [actualizado 2022 enero 12] Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402017000100014
19. Datos sobre el hierro, [Sitio virtual], Estados Unidos, 2015 [actualizado 2021 Diciembre 02] Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Iron-DatosEnEspanol.pdf> .
20. Tapia A, Dina M. Repositorio de tesis de grado y posgrado (Determinación de hierro y zinc por absorción atómica de llama en tejidos de cobayos (Cavia porcellus), alimentos con alfalfa (Medicago sativa) o concentrado de pescado). [Sitio virtual]; Ecuador, 2013. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7110> .
21. Valenzuela C, Letelier MA, Olivares M, Arredondo M, Pizarro F. Determinación de hierro, zinc y cobre en carne de bóvido. [Sitio virtual], Santiago - Chile, 2008, Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000200008 .
22. Bennett C. Pizarro F. Incorporación de hierro al eritrocito del conejo y determinación de la concentración de hierro en distintos cortes de carne. [Sitio virtual], Santiago - Chile, 2007, Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131067/Incorporaci%C3%B3n-de-hierro-al-eritrocito-del-conejo-y-determinaci%C3%B3n-de-la-concentraci%C3%B3n-de-hierro-en-distintos-cortes-de-carne.pdf?sequence=1> .
23. Carne y Salud, La importancia del hierro a través de la carne y los derivados cárnicos, [Sitio virtual], España, 2022, Disponible en: <https://carneysalud.com/hierro-importancia-a-traves-de-la-carne-y-los-derivados-carnicos/#:~:text=Importancia%20del%20hierro%20en%20nuestro,de%20ox%C3%ADgeno%20en%20el%20cuerpo> .
24. Bühl V, Suarez A, Panizzolo LA, Méndez C, Cerminara M, Pistón M, Optimización de un método espectrofotométrico clásico para la

determinación de hierro hemo en carne vacuna. [Sitio virtual], España, 2019, Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7464975> .

25. Hernández J, Pérez R, Albores A, Román J. Cambios en el contenido de mioglobina en el musculo porcino Longissimus thoracis durante el almacenamiento en congelación. (Revista mexicana de ciencias pecuarias). [Sitio virtual], México, 2021, Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242020000300651&script=sci_arttext&tlng=es .
26. Gonzalez F, La carne, la mejor fuente de hierro para prevenir anemias. (Consejo mexicano de la carne). [Sitio virtual], México, 2022, Disponible en: <https://comecarne.org/la-carne-la-mejor-fuente-de-hierro-para-prevenir-anemias/>.

ANEXOS

ANEXO N° 1
CALCULOS PARA LA REALIZACION DE LOS ANALISIS

ESTANDARIZACION DE SOLUCION VALORANTE DE PERMANGANATO DE POTASIO 0.1 N CON OXALATO DE SODIO.

Preparación de solución de estándar primario de oxalato de sodio 0.1.

$$NW =; \frac{N \times PM \times V}{\Theta}$$

Donde:

W = Peso de Na₂C₂O₄ en gramos.

N = Normalidad de la solución de Na₂C₂O₄.

PM = Peso molecular del Na₂C₂O₄.

V = Volumen de la solución de Na₂C₂O₄ en litros.

Θ = Número de electrones transferido por el Na₂C₂O₄.

$$W = \frac{0.1 N \times \frac{134 g}{mol} \times 0.050 mL}{2e^-} = 0.335 g \text{ de Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

CALCULOS DE LA NORMALIDAD:

Peso de Oxalato de Sodio en alícuota utilizada:

0.335 g de Oxalato de sodio ----- 50.0 mL Volumen total St

X (g de Oxalato de Sodio en alícuota) ----- 10.0 mL (alícuota)

X= 0.066 g

$$NKMO_4 = \left(\frac{g \text{ patrón primario}}{Alícuota} \right) / \frac{V_{valorante}}{Meq \text{ patrón primario}}$$

NORMALIDAD DE PERMANGANATO DE POTASIO.

$$N \text{ KMnO}_4 = (0.066 \text{ g}) / (9.8 \text{ ml} \times 134 / 2000) N = 0.1005 N$$

1. Volumen gastado= 9.80 mL; 0.1005 N
2. Volumen gastado= 9.80 mL; 0.1005 N
3. Volumen gastado= 9.75 mL; 0.1005 N

Normalidad promedio de Permanganato de Potasio = 0.1005 N

ESTANDARIZACIÓN DEL VALORANTE.

1. Tomar con pipeta volumétrica 10.0 mL de la solución estándar primario y transferir a un erlenmeyer de 250.0 mL.
2. Adicionar con probeta 7 mL de H₂SO₄ 2 N y agitar.
3. Calentar el Erlenmeyer hasta notar gotas en el cuello y valorar con bureta y con la solución de permanganato de potasio, agitando constantemente hasta la aparición de un color rosado pálido.
4. Efectuar 3 valoraciones.

Tabla N° 8. Resultados obtenidos mediante la aplicación del método óxido-reducción (Permanganometria) en vísceras de res crudas.

Análisis	Muestra Cruda Analista 1							
	Hígado		Corazón		Riñón		Lengua	
	mL	mg hierro	mL	mg hierro	mL	mg hierro	mL	mg hierro
Mx. MC 1	0.61	13.70	0.53	11.90	0.35	7.82	0.31	6.69
Mx. MC 2	0.61	13.70	0.55	12.35	0.34	7.59	0.30	6.74
Mx. MC 3	0.62	13.92	0.52	11.68	0.35	7.82	0.30	6.74
Mx. MAA 4	0.63	14.15	0.53	11.90	0.34	7.59	0.31	6.69
Mx. MAA 5	0.63	14.15	0.53	11.90	0.34	7.59	0.31	6.69
Mx. MAA 6	0.63	14.15	0.54	12.13	0.35	7.82	0.30	6.74
Mx. MCO 7	0.62	13.92	0.55	12.35	0.35	7.82	0.31	6.69
Mx. MCO 8	0.63	14.15	0.54	12.13	0.34	7.59	0.30	6.74
Mx. MCO 9	0.61	13.70	0.53	11.90	0.35	7.82	0.30	6.74
Promedio	0.62	13.95	0.54	12.03	0.35	7.72	0.31	6.72

MC= Mercado Central; MSA= Mercado Anita Alvarado; MCO= Mercado Colón.

Fuente: Elaboración propia

g de hierro en corazón:

$g \text{ Fe (II)} = V \text{ mL gastados de } KMnO_4 \times N \text{ } KMnO_4 \times meq \text{ Fe} \times FD \text{ M} \times g$

$Fe \text{ (II)} = 0.53 \text{ mL} \times 0.1005 \text{ N} \times 27.93 \text{ g/mol} \times 8 = 11.90 \text{ mg hierro}$

Poner el valor que tiene que tener el cuerpo (15 mg).

Tabla N° 9. Resultados obtenidos mediante la aplicación del método óxido-reducción (Permanganometria) en vísceras de res cocidas.

Análisis	Muestra Cocida Analista 2							
	Hígado		Corazón		Riñón		Lengua	
	mL	mg hierro	mL	mg hierro	mL	mg hierro	mL	mg hierro
Mx. MC 1	1.0	22.46	0.89	19.99	0.75	16.84	0.69	15.49
Mx. MC 2	0.97	21.78	0.88	19.76	0.75	16.84	0.69	15.49
Mx. MC 3	0.98	22.0	0.88	19.76	0.75	16.84	0.70	15.72
Mx. MAA 4	1.0	22.46	0.89	19.99	0.76	17.10	0.70	15.72
Mx. MAA 5	1.0	22.46	0.89	19.99	0.76	17.10	0.70	15.72
Mx. MAA 6	1.0	22.46	0.88	19.76	0.74	16.62	0.69	15.49
Mx. MCO 7	0.98	22.0	0.88	19.76	0.74	16.62	0.70	15.72
Mx. MCO 8	0.97	21.78	0.89	19.99	0.75	16.84	0.70	15.72
Mx. MCO 9	0.98	22.0	0.88	19.76	0.76	17.10	0.69	15.49
Promedio	0.99	22.16	0.88	19.86	0.75	16.88	0.70	15.67

MC= Mercado Central; MSA= Mercado Anita Alvarado; MCO= Mercado Colón.

Fuente: Elaboración propia

g de hierro en corazón:

$g \text{ Fe (II)} = V \text{ mL gastados de KMnO}_4 \times N_{\text{KMnO}_4} \times \text{meq Fe} \times \text{FD Mx}$

$g \text{ Fe (II)} = 0.89 \text{ mL} \times 0.1005 \text{ N} \times 27.93 \text{ g/mol} \times 8 = 19.99 \text{ mg hierro}$

Tabla N° 10. Resultados obtenidos mediante la aplicación del Método de Hornsey`s (espectrofotométrico) en vísceras de res cruda.

Análisis	Muestra Cruda Analista 1							
	Hígado		Corazón		Riñón		Lengua	
	Abs	mg hierro	Abs	mg hierro	Abs	mg hierro	Abs	mg hierro
Mx. MC 1	0.020	15.87	0.018	14.28	0.011	8.73	0.015	11.76
Mx. MC 2	0.020	15.87	0.018	14.28	0.011	8.73	0.015	11.76
Mx. MC 3	0.021	16.66	0.018	14.28	0.011	8.73	0.015	11.76
Mx. MAA 4	0.020	15.87	0.018	14.28	0.011	8.73	0.015	11.76
Mx. MAA 5	0.020	15.87	0.018	14.28	0.011	8.73	0.015	11.76
Mx. MAA 6	0.020	15.87	0.018	14.28	0.011	8.73	0.015	11.76
Mx. MCO 7	0.020	15.87	0.018	14.28	0.011	8.73	0.015	11.76
Mx. MCO 8	0.020	15.87	0.018	14.28	0.011	8.73	0.015	11.76
Mx. MCO 9	0.020	15.87	0.019	15.07	0.011	8.73	0.015	11.76
Promedio	0.020	15.96	0.018	14.37	0.011	8.73	0.015	11.76

MC= Mercado Central; MSA= Mercado Anita Alvarado; MCO= Mercado Colón.

Fuente: Elaboración propia

g de Fe en hígado:

$$g \text{ de Fe} = \frac{680 \times \text{abs } Mx}{g \text{ pesados}} \times 0.0882 \times 1000$$

$$g \text{ de Fe} = \frac{680 \times 0.020}{75.6} \times 0.0882 \times 1000 = 15.87 \text{ mg}$$

75.6

Tabla N° 11. Resultados obtenidos mediante la aplicación del Método de Hornsey`s (espectrofotométrico) en vísceras de res cocidas.

Análisis	Muestra Cocidas Analista 1							
	Hígado		Corazón		Riñón		Lengua	
	Abs	mg hierro	Abs	mg hierro	Abs	mg hierro	Abs	mg hierro
Mx. MC 1	0.031	24.59	0.034	26.97	0.028	22.21	0.025	19.83
Mx. MC 2	0.031	24.59	0.033	26.16	0.028	22.21	0.025	19.83
Mx. MC 3	0.032	25.39	0.033	26.16	0.027	21.42	0.026	20.63
Mx. MSA 4	0.032	25.39	0.033	26.16	0.027	21.42	0.025	19.83
Mx. MSA 5	0.031	24.59	0.034	26.97	0.028	22.21	0.025	19.83
Mx. MSA 6	0.031	24.59	0.034	26.97	0.028	22.21	0.025	19.83
Mx. MCO 7	0.032	25.39	0.034	26.97	0.027	21.42	0.026	20.63
Mx. MCO 8	0.032	25.39	0.033	26.16	0.027	21.42	0.026	20.63
Mx. MCO 9	0.031	24.59	0.033	26.16	0.028	22.21	0.025	19.83
Promedio	0.031	24.95	0.033	26.52	0.028	21.86	0.025	20.10

MC= Mercado Central; MSA= Mercado Santa Anita; MCO= Mercado Colón

Fuente: Elaboración propia

g de Fe en hígado:

$$g \text{ de Fe} = \frac{680 \times \text{abs } Mx}{g \text{ pesados}} \times 0.0882 \times 1000$$

$$g \text{ de Fe} = \frac{680 \times 0.031}{75.6} \times 0.0882 \times 1000 = 24.59$$

75.6

Tabla N° 12. Resumen de los resultados obtenidos mediante la aplicación del método óxido-reducción (Permanganometria) en vísceras de res crudas y cocidas

Número de análisis	Muestras crudas y cocidas (mg de hierro)							
	Hígado		Corazón		Riñón		Lengua	
	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida
Mx 1 MC Valoración 1	13.70	22.46	11.90	19.99	7.82	16.84	6.69	15.49
Mx 2 MC Valoración 2	13.70	21.78	12.35	19.76	7.59	16.84	6.74	15.49
Mx 3 MC Valoración 3	13.92	22.0	11.68	19.76	7.82	16.84	6.74	15.72
Mx 1 MAA Valoración 1	14.15	22.46	11.90	19.99	7.59	17.10	6.69	15.72
Mx 2 MAA Valoración 2	14.15	22.46	11.90	19.99	7.59	17.10	6.69	15.72
Mx 3 MAA Valoración 3	14.15	22.46	12.13	19.76	7.82	16.62	6.74	15.49
Mx 1 MCO Valoración 1	13.92	22.0	12.35	19.76	7.82	16.62	6.69	15.72
Mx 2 MCO Valoración 2	14.15	21.78	12.13	19.99	7.59	16.84	6.74	15.72
Mx 1 MCO Valoración 3	13.70	22.0	11.90	19.76	7.82	17.10	6.74	15.49
Promedio	13.95	22.16	12.03	19.86	7.72	16.88	6.72	15.67

MC= Mercado Central; MSA= Mercado Anita Alvarado; MCO= Mercado Colón.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13. Resultados obtenidos mediante la aplicación del método espectrofotométrico (Método de Hornsey's) en vísceras de res crudas y cocidas.

Numero de análisis	Muestras crudas y cocidas (mg de hierro)							
	Hígado		Corazón		Riñón		Lengua	
	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida	mg de hierro para mx cruda	mg de hierro para mx cocida
Mx 1 MC Valoración 1	15.87	24.59	14.28	26.97	8.73	22.21	11.76	19.83
Mx 2 MC Valoración 2	15.87	24.59	14.28	26.16	8.73	22.21	11.76	19.83
Mx 3 MC Valoración 3	16.66	25.39	14.28	26.16	8.73	21.42	11.76	20.63
Mx 1 MAA Valoración 1	15.87	25.39	14.28	26.16	8.73	21.42	11.76	19.83
Mx 2 MAA Valoración 2	15.87	24.59	14.28	26.97	8.73	22.21	11.76	19.83
Mx 3 MAA Valoración 3	15.87	24.59	14.28	26.97	8.73	22.21	11.76	19.83
Mx 1 MCO Valoración 1	15.87	25.39	14.28	26.97	8.73	21.42	11.76	20.63
Mx 2 MCO Valoración 2	15.87	25.39	14.28	26.16	8.73	21.42	11.76	20.63
Mx 1 MCO Valoración 3	15.87	24.59	15.07	26.16	8.73	22.21	11.76	19.83
Promedio	15.96	24.95	14.37	26.52	8.73	21.86	11.76	20.10

MC= Mercado Central; MSA= Mercado Anita Alvarado; MCO= Mercado Colón.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 2

IMAGENES DEL PROCESO EXPERIMENTAL



Figura N° 6. Presentación del Mercado Central de Santa Ana.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 7. Presentación del Mercado Colón de Santa Ana.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 8. Presentación del Mercado Anita Alvarado de Santa Ana
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 9. Muestra de víscera de res (Riñón) utilizada para el análisis.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 10. Muestra de víscera de res (Corazón) utilizada para el análisis.
Fuente: Elaboración propia

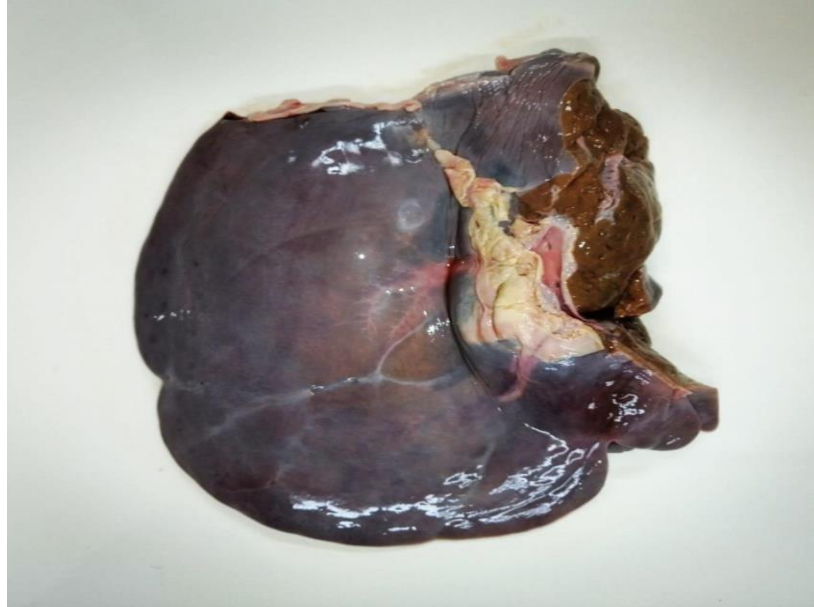


Figura N° 11. Muestra de víscera de res (Hígado) utilizada para el análisis.
Fuente: Elaboración propia



Figura N°12. Muestra de víscera de res (Lengua) utilizada para el análisis
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 13. Procesador de alimentos utilizado para el análisis.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 14. Espectrofotómetro UV-VIS utilizado para el análisis.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 15. Valoración con permanganato de potasio.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 16. Hielera utilizada para el transporte de las muestras para
mantener la cadena de frio.

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 17. Hot plate utilizado para el calentamiento del permanganato de potasio 0.1 N.

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 18. Equipo (balanza analítica) utilizada para pesar las muestras y reactivos.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 3
FORMATO DE ETIQUETA DE MUESTREO



	ETIQUETA DE MUESTREO	
Nombre de la muestra:	_____	
N° de muestra:	_____ de _____	
Cantidad:	_____	
Fecha de Muestreo:	_____	Hora de muestreo: _____
Lugar de Muestreo	_____	
Muestreado por:	_____	Firma: _____
Almacenamiento:	_____ _____	
Observaciones:	_____ _____	

Figura N° 19. Formato de etiqueta de toma de muestra.

Fuente: Elaboración propia



ETIQUETA DE MUESTREO




Nombre de la muestra:	<u>Mx 1 (Corazón) del Mercado Anita Alvarado.</u>	
N° de muestra:	<u>Muestra N° 1</u>	de <u>Corazón</u>
Cantidad:	<u>1 Libra de víscera</u>	
Fecha de Muestreo:	<u>12 Septiembre de 2022</u>	Hora de muestreo: <u>9:00 a.m.</u>
Lugar de Muestreo	<u>Puesto de venta de carnes del Mercado Anita Alvarado, Santa Ana, El Salvador.</u>	
Muestreado por:	<u>Diana Arias</u>	Firma: 
Almacenamiento:	<u>Víscera de res (corazón), dentro de bolsa plástica, sellada colocada en hielera con abundante hielo (pingüinos).</u>	
Observaciones:	<u>La muestras adquirida se encuentra fresca y en buen estado.</u>	
	<u> </u>	

Figura N° 20. Etiqueta llena.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 4
PREPARACION DE REACTIVOS

PREPARACION DE DILUYENTE (METODO ESPECTROFOTOMETRICO) .

Acetona : Agua destilada : HCl concentrado (90:8:2)

Acetona	4500mL
Agua destilada	400 mL
HCl concentrado.....	100 mL
	<hr/>
	5000 mL

PREPARACION DE PERMANGANATO DE POTASIO (KMnO₄) 0.1 N.

$$W = \frac{N \times PM \times V}{\theta};$$

Donde:

W= Peso de KMnO₄ en gramos

N = Normalidad de la solución de KMnO₄

PM = Peso molecular del KMnO₄

V= Volumen de la solución de KMnO₄ en litros

θ = Número de electrones transferido por el KMnO

$$W = \frac{0.1 N \times \frac{158.04 g}{mol} \times 1.0 L}{5e^-} = 3.16 g \text{ de } KMnO_4$$

PROCEDIMIENTO:

- 3.16 g en 1 Litro.
- Disolver aproximadamente 3.16 g de permanganato de potasio en 1 litro de agua en un Erlenmeyer.
- Calentar a ebullición la solución durante aproximadamente 15 minutos.
- Dejar reposar durante 2 días en un lugar protegido de la luz.
- Filtrar a través de un crisol de vidrio sinterizado de porosidad fina.
- Almacenar la solución a un envase ambar.

PREPARACION DE SOLUCION DE ESTANDAR PRIMARIO DE OXALATO DE SODIO 0.1 N.

$$W = \frac{N \times PM \times V}{\Theta}$$

Donde:

W = Peso de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ en gramos

N = Normalidad de la solución de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$

PM = Peso molecular del $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$

V = Volumen de la solución de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ en litros

Θ = Número de electrones transferido por el $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$

$$W = \frac{0.1 \text{ N} \times \frac{134 \text{ g}}{\text{mol}} \times 0.050 \text{ mL}}{2e^-} = 0.335 \text{ g de } \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

PROCEDIMIENTO:

- Pesar en un beaker aproximadamente 0.335 g de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (Previamente secado a la estufa a $110\text{ }^\circ\text{C}$ durante una hora).
- Disolver la cantidad pesada con 25 mL de agua destilada.
- Transferir a un frasco volumétrico de 50.0 mL y llevar aforo.

PREPARACION DE ACIDO SULFURICO 2 N.

Datos:

$$N = 2$$

$$V = 500 \text{ mL}$$

$$PM = 98.079 \text{ g/mol}$$

Gramos/soluto = ¿?

$$Eq = \frac{PMG \text{ H}_2\text{SO}_4}{\text{Número de hidrógenos (H)}} = \frac{98.079 \text{ g/mol}}{2} = 49.04 \text{ g/mol}$$

$$\text{g/s} = \frac{2N \times \frac{49.04 \text{ g}}{\text{mol}} \times 500 \text{ mL}}{1000} = 49.04 \text{ g}$$

Se considera la densidad del ácido sulfúrico que es 1.84 g/mol para determinar el volumen necesario de este:

$$d = m/v = \frac{49.04 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1.84 \text{ g/mL}} = 26.65 \text{ mL}$$

PROCEDIMIENTO

- Medir 26.25 mL en una probeta.
- Agregar 200.0 mL de agua destilada en un frasco volumétrico de 500.0 mL.
- Adicionar el ácido sulfúrico al balón de 500.0 mL y agitar.
- Aforar con agua destilada.

ANEXO N° 5
ARTICULO DE REFERENCIA

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/336196404>

OPTIMIZACIÓN DE UN MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO CLÁSICO PARA LA DETERMINACIÓN DE HIERRO HEMO EN CARNE VACUNA OPTIMIZATION OF A CLASSIC SPECTROPHOTOMETRIC METHOD FOR THE

MATERIALES Y METODOS

Se tomó como base el método empírico de Hornsey, que realiza la determinación mediante espectrometría de absorción molecular a 640 nm. Hornsey empleó una disolución de acetona al 80% acidificada para convertir la mioglobina y hemoglobina en ácido hematínico (Hornsey, 1956).

El método original consiste en picar finamente 10 g de carne, agitar y dejar macerar en la oscuridad a temperatura ambiente durante 60 minutos, con 50 mL de acetona acidificada (acetona:agua destilada:HCl concentrado (90:8:2)), se filtra y se mide la absorbancia en una celda de vidrio de 1,00 cm de camino óptico a 640 nm. En estas condiciones se obtienen los pigmentos totales en la carne como hematina, multiplicando por un factor de 680 se obtiene la concentración total de pigmentos totales en la carne expresado en ppm de hematina. Para obtener el contenido de Fe hemo (mg kg^{-1}) se divide entre la masa pesada y se multiplica por un factor de 0,0882.

Los factores utilizados, provienen del trabajo de Hornsey, siendo $A_{640} = abC$, donde A_{640} es la absorbancia de la muestra, **a** es la absortividad, **b** el camino óptico (1cm) y **C** la concentración de la solución absorbente (en mol L^{-1}). La absortividad es una constante que depende de la longitud de onda y de la naturaleza de la sustancia y el peso fórmula (PF) del material absorbente. La absortividad milimolar (ϵ) es el producto de la absortividad y <http://www.executivebs.org/publishing.d/>

Figura N° 21: Artículo científico para realización del método de Hornsey's

ANEXO N° 6
CARTA A COORDINADORA DE QUIMICA ANALITICA

Lunes 20 de marzo de 2023

Sandra Guadalupe Peraza de Ramírez

Coordinadora de Química Analítica Cualitativa y Cuantitativa

Facultad de Química y Farmacia

Universidad de El Salvador

Respetable licenciada:

Por medio de la presente reciba un cordial saludo, nosotras como alumnas en proceso de graduación: Diana del Carmen Arias Guadrón y Yenny Lisseth Castillo Torres, desarrollando el trabajo de investigación: Determinación de hierro en vísceras de res en los mercados municipales de Santa Ana, el cual conlleva como un objetivo específico el entregar un informe de la metodología al coordinador de química analítica cualitativa y cuantitativa.

Entregamos este informe como sugerencia para que en un futuro, si es de su voluntad, sea implementada dicha práctica, en dicha materia.

Por favor firmar la carta de recibido y devolverla porque necesitamos ponerla en el trabajo para hacer ver que se ha cumplido ese objetivo.

De antemano le agradecemos su fina atención.

Diana del Carmen Arias Guadrón



Yenny Lisseth Castillo Torres




Recibido




Figura N° 22. Carta a coordinador de Química Analítica.
Fuente: Elaboración propia.