



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ANÁLISIS NUTRICIONAL DE PIMIENTO

(Capsicum annum L. tipo California)

EN SUS CUATRO COLORES DE MAYOR CONSUMO.

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

MONTSERRAT PAMELA ARCE FUENTES



MÉXICO D.F

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE	Profesor:	PEDRO VILLANUEVA GONZÁLEZ
VOCAL	Profesora:	FRANCISCA AIDA ITURBE CHIÑAS
SECRETARIO	Profesor:	MARCO ANTONIO LEÓN FÉLIX
1er. SUPLENTE	Profesora:	INÉS MIRANDA MARTÍNEZ
2do. SUPLENTE	Profesora:	SILVIA CITLALLI GAMA GONZÁLEZ

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:
ANEXO DEL LABORATORIO 3-D, EDIFICIO A, DEPTO.
QUÍMICA ANALÍTICA, FACULTAD DE QUÍMICA. UNAM**

ASESOR DEL TEMA

Q. PEDRO VILLANUEVA GONZÁLEZ

SUSTENTANTE

ARCE FUENTES MONTSERRAT PAMELA

DEDICATORIAS.

PRIMERAMENTE GRACIAS A DIOS, POR HABERME DADO LA VIDA, POR PERMITIRME TERMINAR ESTE CICLO Y CON ELLO CULMINAR UN SUEÑO.

A MI FAMILIA: MA. DE LOURDES FUENTES Y HUMBERTO ARCE, ASÍ COMO MI HERMANO URIEL, GRACIAS POR EL APOYO INCONDICIONAL, POR LA PACIENCIA Y LA CONFIANZA QUE SIEMPRE ME TUVIERON EN ESTE, QUE ES UN LOGRO PARA TODOS, UN LOGRO QUE SIN USTEDES JAMÁS HABRÍA LOGRADO. GRACIAS. LOS AMO.

A MIS AMIGAS: POR CADA CONSEJO; POR CADA RISA, LÁGRIMA, POR CADA ANÉCDOTA Y RECUERDO QUE SIEMPRE TENDRÉ EN MI CORAZÓN. LAS ADORO NIÑAS. LUCÍA, DANIELA Y SARA.

OBVIAMENTE ANAHÍ MENDOZA POR EL APOYO, LOS CONSEJOS Y LA INIGUALABLE AMISTAD QUE HEMOS LOGRADO ALIMENTAR DURANTE MÁS DE 24 AÑOS Y JOCELYN RENDÓN POR LAS VIVENCIAS Y POR ENSEÑARME QUE CON ESFUERZO TODO SE PUEDE LOGRAR.

A MI ASESOR PEDRO VILLANUEVA, QUE ADEMÁS DE UNA GUÍA EN ESTE CAMINO, FUE UN APOYO, UN EJEMPLO Y UN GRAN AMIGO. GRACIAS POR CADA PLATICA, POR CADA REGAÑO Y POR CADA CONOCIMIENTO QUE ME TRANSMITISTE A LO LARGO DE CASI 3 AÑOS.

A LA PROFESORA FRANCISCA ITURBE CHIÑAS, POR SU COMPROMISO CON ESTE TRABAJO Y POR SUPUESTO SUS ATINADOS CUESTIONAMIENTOS Y COMENTARIOS. ASÍ, DE IGUAL MANERA AL PROFESOR MARCO LEÓN FÉLIX, POR EL TIEMPO Y LAS APORTACIONES SOBRE EL TEMA, QUE FUERON DE GRAN AYUDA.

A LA FACULTAD DE QUÍMICA Y A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, NO SOLO POR EL CONOCIMIENTO ADQUIRIDO, SINO POR ESTA EXPERIENCIA DE VIDA MARAVILLOSA Y LA FORMACIÓN INTEGRAL QUE SIEMPRE FORMARÁ PARTE DE MÍ EXISTENCIA....

" Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado.

Un esfuerzo total es una victoria completa"

"Mahatma Gandhi"

" El hombre encuentra a Dios detrás de cada puerta que la ciencia logra abrir"

Albert Einstein

ÍNDICE.

Capítulo	PÁGINA
1 Introducción	1
2 Objetivo	3
3 Hipótesis	4
4 Generalidades	5
4.1 Descripción botánica del pimiento	5
4.2 Variedades de pimientos dulces	10
4.3 Exigencias medioambientales del pimiento	12
4.4 Maduración del pimiento	16
4.5 Importancia económica y distribución geográfica mundial del pimiento	21
4.5.1 Producción mundial	22
4.5.2 Importaciones mundiales	23
4.5.3 Exportaciones mundiales	24
4.6 Composición nutrimental del pimiento	25
4.7 Fundamentos de las técnicas	27
4.7.1 Conductividad	27
4.7.2 pH	29
4.7.3 Grados Brix	30

4.7.4	Electrolitos. Sodio/Potasio	31
4.7.5	Hierro	36
4.7.6	Fosfatos	37
4.7.7	Azúcares reductores	39
4.7.8	Proteínas	41
4.7.9	Ácido ascórbico	43
5	Metodología	45
5.1	Obtención y acondicionamiento de las muestras	46
5.2	Obtención de cenizas	47
5.2.1	Determinación de humedad	47
5.2.2	Determinación de sodio y potasio por flamometría de flama	48
5.2.3	Determinación de hierro por el método de la o-fenantrolina	50
5.2.4	Determinación de fósforo por el método de vanadomolibdato de amonio	52
5.3	Determinaciones en fresco	53
5.3.1	Determinación de conductividad	53
5.3.2	Determinación de grados brix	54
5.3.3	Determinación de pH	55

5.3.4	Determinación de azúcares reductores por el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico	56
5.3.5	Determinación de proteínas por el método de Lowry	57
5.3.6	Determinación de ácido ascórbico por el método de 2,6-diclorofenol-indofenol	59
6	Resultados y Discusión	61
6.1	Determinación de humedad	62
6.2	Determinación de cenizas totales	63
6.3	Determinación de conductividad	64
6.4	Determinación de pH	66
6.5	Determinación de grados Brix	67
6.6	Determinación de sodio	68
6.7	Determinación de potasio	69
6.8	Determinación de hierro	70
6.9	Determinación de fosfatos	72
6.10	Determinación de azúcares reductores	73
6.11	Determinación de proteínas	75
6.12	Determinación de ácido ascórbico	76
7	Conclusiones	78
8	Bibliografía	83

Anexo I.	Material, equipo y reactivos	88
	Preparación de disoluciones	
Anexo II.	Espectros de absorción	96
	Curvas de calibración	
Anexo III.	Tablas de resultados	109
Anexo IV.	Tablas de corrección Bx	120

1. INTRODUCCIÓN

El pimiento es una planta cuyo origen botánico cabe centrarlo en América del Sur, en concreto en las zonas tropicales y subtropicales de países como Perú y Bolivia, de donde se expandió al resto de América Central y Meridional; por tanto, es una especie típica que su origen está en el nuevo continente.

El pimiento era desconocido en Europa hasta el siglo XVI; fue introducido a España por Cristóbal Colón tras su viaje de regreso del nuevo continente, en el año 1492 ⁽²⁴⁾.

Su introducción en Europa supuso un avance culinario, ya que vino a complementar e incluso sustituir otro condimento muy empleado, como era la pimienta negra (*Piper nigrum L.*), de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente.

El sencillo crecimiento del chile combinado con el aumento del apetito por las especias, impulsó la diseminación de este cultivo a través de las rutas comerciales de España y Portugal incorporándose a las cocinas locales. ⁽⁵⁾

Los portugueses fueron los responsables al llevar semillas de Brasil y así su difusión a otras áreas del mundo como India (antes de 1880), incluyendo al mayor productor mundial actual, China (en 1700) y al resto de las áreas de producción de África.

En América los primeros países en cultivar pimientos fueron Perú y México, incluso antes de la colonización. Era empleado como alimento en la dieta diaria; unidos al maíz, cacao, frijol y calabaza.

Constituía en aquella época un elemento básico en la alimentación humana sobre todo en el área de América: México, Perú, Bolivia, etc. ⁽³¹⁾

Las cocinas del sur de Italia, Francia, Grecia, Yugoslavia, Marruecos, Túnez, Argelia y otras regiones han incorporado de manera definitiva al pimiento a muchas de sus preparaciones culinarias.⁽³⁾

Las variedades dulces se cultivan en mayor proporción en los invernaderos. Presentan un fruto de gran tamaño para consumo en fresco, en conserva y para industrializarlo^(4, 6, 28).

Hoy día su cultivo se encuentra extendido por todo el mundo, y actualmente España posee la denominación de origen; sus zonas pimentoneras más importante son Murcia y la comarca de la Vera, en Cáceres.^(11, 23)

Por lo antes mencionado, se busca presentar una tabla nutrimental básica de los pimientos de origen mexicano en sus diferentes coloraciones; esto mediante el análisis de algunos parámetros como: contenido de cenizas, pH, conductividad, grados Brix, proteína, azúcares reductores, vitamina C, hierro, fósforo, sodio y potasio.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

- † Presentar una tabla nutrimental básica de pimiento tipo California mexicano en cuatro diferentes colores.

Objetivos Particulares

- † Analizar algunos de los componentes nutricionales de mayor importancia en el pimiento tipo California.
- † Evidenciar si el contenido de los componentes nutricionales varían dependiendo el color del fruto.
- † Reportar el porcentaje que cubre cada nutrimento en base a la IDR (ingesta diaria recomendada) dependiendo el color del fruto.
- † Realizar una comparación de los datos obtenidos experimentalmente, con los registrados por el United States Department of Agriculture y mencionar si existe alguna diferencia o semejanza respecto a esta.

3. HIPÓTESIS

- ⇒ Si se logra evidenciar diferencia entre los componentes nutricionales de los cuatro colores de pimiento; se podrá asegurar que el pimiento presenta diferencias nutricionales dependiendo el color en el cual sea consumido.

- ⇒ Si se determina el contenido de los componentes nutricionales a analizar, se podrá indicar el porcentaje de la ingesta diaria recomendada cubierta por una porción de 100 g de fruto.

- ⇒ Si se plantea una diferencia en la cantidad de componentes nutricionales presentes en cada uno de los colores del tipo de pimiento analizado; se logrará recomendar el consumo de alguno en específico, de acuerdo a las necesidades de cierto grupo de personas.

4. GENERALIDADES

4.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL PIMIENTO

La palabra “*Capsicum*” viene según unos autores del griego “kopto”, es decir, que se come con avidez, y de otros autores, del latín “*capsi*” (caja), por la forma peculiar de sus frutos. ⁽¹¹⁾

Fue el botánico sueco Carlos Linneo quién le pone el nombre científico de “*Capsicum annum*” o anual, en su libro “*Species plantarum*” (1753). ⁽¹¹⁾ Razón por la cual después del nombre de la especie de algunas plantas, figura la letra “L” en honor a este notable científico. ^(10, 37)

El género *Capsicum* es el más cultivado en todo el mundo; y comprende alrededor de unas 30 especies en los Trópicos y Sub-trópicos.

De estas 30 especies, 12 son utilizadas por el hombre y solo 5 de ellas han sido domesticadas: ^(24, 29)

- *C. annum* L.: Corolas de color blanquecino. Flores normalmente solitarias. México y posteriormente Guatemala son los centros de origen y dispersión posterior de este tipo.
- *C. baccatum* L.: Corolas de color blanco, con zonas amarillentas asalmonadas en el interior, anteras amarillas y pecíolos largos y curvos. Perú y Bolivia son los centros de origen de este grupo.
- *C. chinense* Jack: Con 3-5 flores por nudo. Un cáliz cerrado y típicamente de 1 a 3 frutos por nudo. El área del Amazonia es el centro origen de este grupo. Es la especie más cultivada en Sudamérica.

- *C. frutescens* L.: De corolas verde claro o amarillo claro, flores solidarias verdosas o en pares por nudos. Pueden producir hasta unos 5 frutos por nudo. Origen desde México a toda América Central y la región del Caribe.
- *C. pubescens*: Con hojas y tallos recubiertos de vellosidades y corola con coloraciones purpúreas. Frutos de color amarillo-naranja; es la única con semillas negras. Origen desde Perú con un bajo cultivo.

El fruto es una baya cuya forma puede variar entre cúbica, cónica o esférica; su interior es hueco y semi cartilaginoso; además de estar dividido en 3 o 4 compartimentos, las semillas se alojan en los tabiques y cerca del tallo. ^(9, 20)

(Figura No. 1)

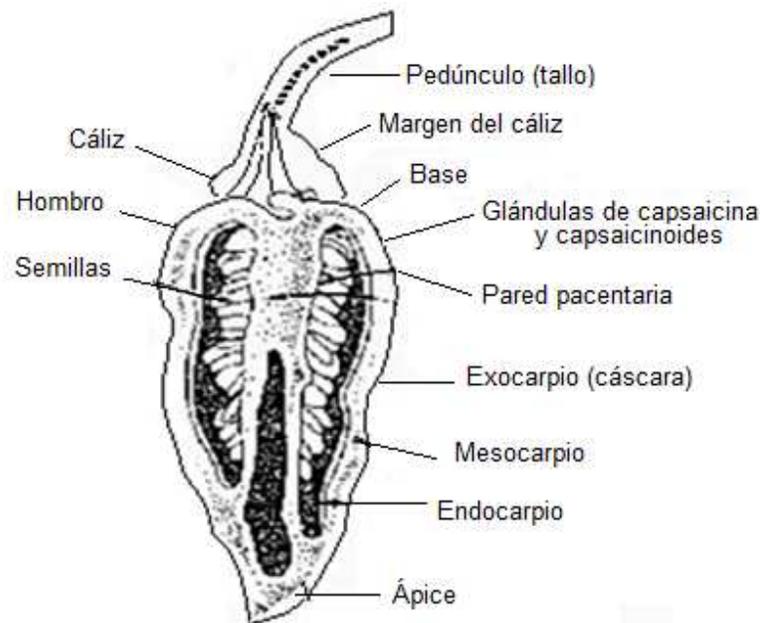


Figura No. 1

Corte longitudinal de un fruto típico de Capsicum

En general los frutos del género *Capsicum* están compuestos por: 38 % de exocarpio o pericarpio, 2 % de la vaina interior, 56 % de semillas y 4 % de tallo, aunque estos valores pueden variar de acuerdo a cada variedad de pimiento ^(7,9).

La propiedad que separa a la familia *Capsicum* de otros vegetales es un alcaloide denominado capsaicina, una sustancia cristalina excepcionalmente potente y acre, que no existe en ninguna otra planta ^(7, 23).

Las plantas se clasifican por la posesión o ausencia de varios caracteres, por lo que su reconocimiento depende de la combinación de los mismos. Los chiles presentan ciertos atributos comunes a la familia de las solanáceas (papa, jitomate, berenjena y tabaco) y otros específicos del género *Capsicum*: una antera dehiscente longitudinal o cápside que es la parte donde se almacena el polen capaz de abrirse para esparcir este o en su caso las semillas ^(18, 34).

La pimentera (Figura No. 2) es la planta del pimiento, es originaria de América, de la familia de las solanáceas y su nombre científico más empleado es *Capsicum annum L.*; este grupo es cultivado especialmente en el este y sur de Asia.

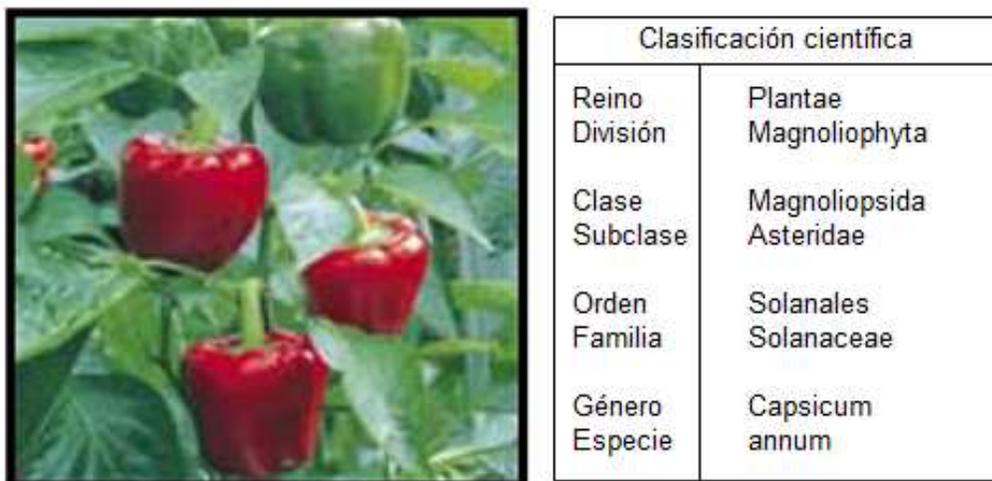


Figura No. 2. Planta de la pimentera (*Capsicum annum*)

En una descripción general de la planta del pimiento, podemos mencionar: ⁽¹⁾

La Planta

Es una planta anual en el cultivo en zonas templadas y perenne en regiones tropicales, con un ciclo de cultivo de porte variable entre 0.5 m en determinadas variedades de cultivo al aire libre, y más de 2 m en gran parte de los híbridos cultivados en invernaderos.

El Sistema Radicular

Pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 cm y 1m.

Tallo Principal

Crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura emite 2 o 3 ramificaciones, dependiendo de la variedad, y continua ramificándose de forma docotómica hasta el final de su ciclo, los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas.

La Hoja

Se considera entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado y un peciolo largo y poco aparente. El haz es liso y suave al tacto y de color verde más o menos intenso y brillante dependiendo de la variedad.

El nervio principal es parte de la base de la hoja, como una prolongación del peciolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias, que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja.

La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto.

La Flor

Aparece solitaria en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10 %. Figura No. 3a.

El Fruto

Es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco). Su tamaño es variable, llegando a pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. ^(2, 7, 9)

El color verde de los frutos inmaduros se debe a la alta cantidad de clorofila acumulada en las capas del pericarpio. Los frutos maduros toman color rojo, naranja, amarillo, morado o incluso verde debido a la ausencia o presencia de pigmentos como: capsanteno, capsorrubeno, criptocapseno, criptoxanteno, beta-caroteno, violaxanteno o luteína. ⁽²⁸⁾

Las semillas

Estas se encuentran insertadas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes (forma de riñón), de color amarillo pálido y longitud variables, entre 3 y 5 mm. Figura No. 3b



Figura No. 3 a) Flores de la planta pimentera, *Capsicum annum*. b) Semillas en el fruto

4.2 VARIEDADES DE PIMIENTOS DULCES

La aparición de los primeros híbridos a nivel mundial aportó mejoras sustanciales con referencia a las variedades hasta la fecha utilizadas, supuso grandes mejoras en los sistemas de cultivo empleados, con aumentos muy significativos en las producciones y por ende de la rentabilidad de los cultivos.

Dentro de estas variedades de fruto dulce se pueden diferenciar 3 tipos de pimiento: ^(24, 12, 21)

- Tipo Lamuyo. Denominados así en honor al Instituto francés; Instituto Nacional de Investigación Agronómica, son frutos de perfil rectangular, de 3 o 4 lóculos, largos de 15-20 cm, 8-12 cm de diámetro, paredes carnosas de 4-8 mm de espesor, piel lisa, brillante, de color en madurez rojo. Los cultivos suelen ser más vigorosos (de mayor porte y entrenudos más largos) y menos sensibles al frío que los tipo California, por lo que es frecuente cultivarlos en ciclos más tardíos. Existen pimientos tipo Lamuyo de maduración en rojo y amarillo.

- Tipo California. Frutos de perfil cuadrado, de 8 a 14 cm de largo y de 8 a 12 cm de ancho, con cuatro cascotes bien marcados, con paredes carnosas de 8-14 mm de espesor, con el cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros. Son cultivos exigentes en temperatura, por lo que la plantación se realiza temprano (desde mediados de mayo a comienzos de agosto, dependiendo del clima de la zona).

Existen pimientos tipo California de maduración en verde, rojo, amarillo, naranja, blanco y violeta.

- Tipo Italiano. Son frutos de perfil cónico más o menos deformados, alargados entre 15-30 cm y de diámetro de 3-6 cm, acabados en punta, de carne fina de 2-3.5 mm, más tolerantes al clima frío, se cultivan normalmente con plantación tardía en el mes de septiembre u octubre y recolección entre los meses de diciembre y mayo.

Los pimientos tipo Italiano son de maduración en rojo, aunque su utilización es mayoritaria en su fase verde.

La mayoría de estos pimientos híbridos comercializados, aportan como extra su resistencia al virus del mosaico del tabaco (TMV), muy importante en su momento por los problemas culturales, que afectaban en gran medida a los rendimientos finales y por el rechazo de los frutos afectados y las plantas.

El nuevo material que está entrando en el mercado sigue en su mejora de las variedades originales con la incorporación de nuevas resistencias, tales como: Virus del moteado suave del pimiento (PMMoV), Virus del bronceado del tomate-spotted (TSWV), Virus de la patata (PVY) y Virus del moteado del pimiento (BePMV).⁽²⁴⁾

4.3 EXIGENCIAS MEDIOAMBIENTALES DEL PIMIENTO

El sistema tradicional de implantación del cultivo del pimiento más utilizado es el trasplante de plantas cultivadas en semillero.

La técnica de la siembra directa se utiliza en el cultivo de pimiento destinado a la industria, especialmente para la obtención de pimentón. La siembra en suelo desnudo sólo es recomendable en terrenos arenosos, que no formen costra, con temperaturas adecuadas y riego por aspersión o goteo.⁽²⁸⁾

Trasplante-siembra.

Los semilleros a utilizar son contruidos bajo invernadero. Las semillas serán germinadas en vasos de espuma flex que contenga sustrato (tierra negra, arena fina, humus y cascarilla de arroz o pulpa de café, en proporciones 3:2:1:2). Se ubica una semilla por vaso y se cubre con el sustrato.

Los riegos deben ser ligeros y frecuentes, de 2 a 3 veces al día durante 8 a 12 días. A medida que la planta crezca son más esporádicos, llegando a 1 vez al día.

Tres días antes del trasplante se debe suspender el riego para endurecer las raíces y evitar su ruptura; y el día de la siembra se debe regar abundantemente antes de sacar las plantas.

El trasplante se realiza cuando las plántulas tienen de 25 a 35 días, una altura de 15 cm o cuando tienen de 4 a 5 hojas verdaderas.

Clima.

La humedad relativa óptima se encuentra entre el 50 % al 70 %. En condiciones de baja humedad relativa y temperatura muy elevada se produce la caída de flores como consecuencia de una transpiración excesiva.

El pimiento tolera muy mal las temperaturas bajas; por debajo de 10 °C las plantas no vegetan, lo que puede provocar endurecimientos y pueden ocasionar un exceso de cuajado de frutos pequeños y de mala calidad y a menos de 15 °C comienza a detenerse el crecimiento y provocar asfixia radicular.

También las temperaturas altas pueden mermar la calidad del fruto, por pérdida de tamaño y color más deficiente, siendo también mayor la incidencia de la necrosis apical e incluso caída de flores y/o frutos. ^(1, 21).

Nutrición.

La fertilización es, después del riego, el principal factor limitante de la producción hortícola, y tiene como objetivo fundamental la restitución del medio de cultivo por las cantidades de nutrientes absorbidas por las plantas.

El período de mayores necesidades de nitrógeno, potasio y fósforo se extiende desde aproximadamente diez días después de la floración hasta justo antes de que el fruto comience a madurar. Las concentraciones de nitrógeno, potasio y fósforo son mayores en la hoja, seguidas por el fruto y el tallo. Además de necesitar boro, azufre y magnesio. ^(24, 28)

Suelo.

El cultivo del pimiento se adapta a numerosos tipos de suelo, siempre que estén bien drenados, ya que es una planta muy sensible a la asfixia radicular. Prefiere los suelos profundos, ricos en materia orgánica, sueltos, bien aireados y permeables. No es muy sensible a la acidez del suelo, sin embargo se adapta bien a un intervalo de pH, entre 5.5 y 8. ^(37,19)

Riego.

El cultivo del pimiento se considera muy sensible al estrés hídrico, tanto por exceso como por deficiencia de humedad, es un factor que condiciona el crecimiento, desarrollo y productividad de este cultivo.

Un aporte de agua irregular, en exceso o en deficiencia, puede provocar la caída de flores y frutos recién cuajados y la aparición de necrosis apical, siendo aconsejables los riegos poco copiosos y frecuentes. La mayor sensibilidad al estrés hídrico tiene lugar en las fases de floración y cuajado de los primeros frutos, siendo el período de crecimiento vegetativo el menos sensible a la escasez de agua.

El déficit hídrico ocasiona un descenso en la producción en cantidad y calidad al reducirse al número de frutos y/o su peso unitario, incrementándose la proporción de frutos no comerciales y, en frutos destinados a la industria, disminuye el pH y aumenta el contenido en sólidos totales y solubles.

Plagas.

Entre las plagas más importantes, tenemos:

- Daños por áfidos o pulgones (punteados)
- Mordeduras por orugas pirálidas.
- Daños por minadores o submarino en hojas.
- Daños por ácaros.
- Daños por trips (deformaciones por *Frankiniella*)
- Daños por mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum*)
- Daños por caracoles.

Cosecha.

El pimiento presenta inicialmente un pico de producción denominado “primer piso”, en el que la planta produce 4 o 5 frutos con un promedio de 220 a 250 g por fruto en un lapso de 5 a 6 semanas. Posteriormente la producción se estabiliza y llega a 4 Kg por planta en las condiciones óptimas.

Los pimientos se deben cosechar aproximadamente de los 80 a 100 días del trasplante, cuando presentan su máxima intensidad de color y peso. Los pedúnculos no pueden estar cercenados o arrancados en parte (despezonado), y no debe faltar de ninguna manera el cáliz (desrabado). Asimismo deben evitarse los frutos sucios, dañados, podridos, rotos o mordidos.

El color del pimiento suele ser a menudo verde, cuando se cosecha inmaduro, o bien amarillo, naranja, rojo y verde en plena madurez. Figura No. 4.

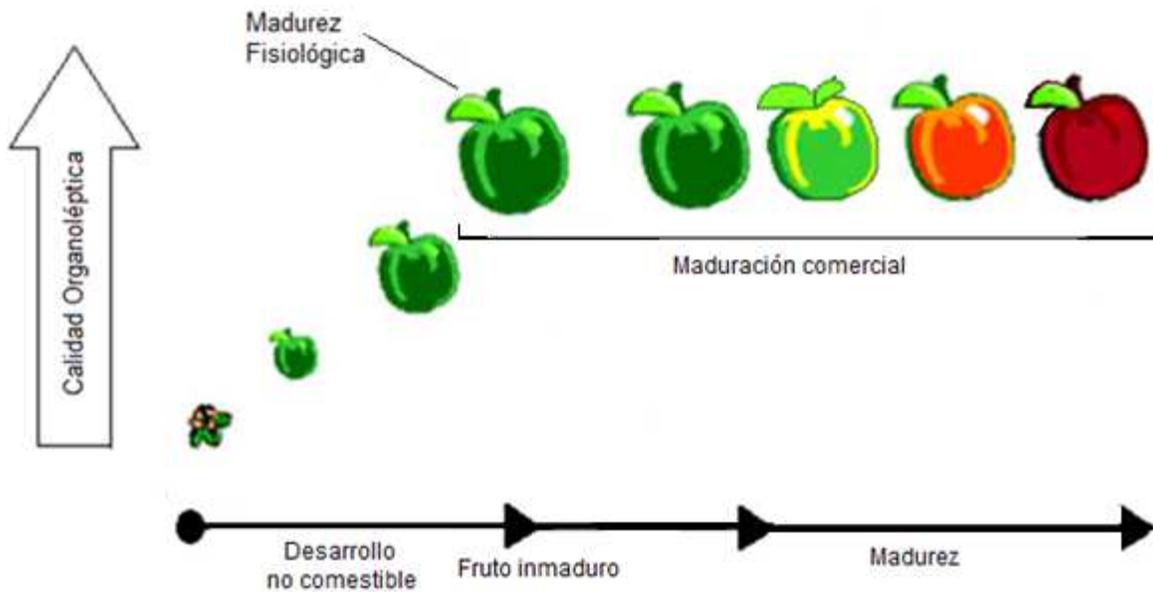


Figura No. 4 Maduración fisiológica del pimiento

4.4 MADURACIÓN DEL PIMIENTO

La maduración se caracteriza por un metabolismo muy intenso, emitiendo compuestos orgánicos volátiles con la respiración (etileno y compuestos aromáticos), con la destrucción de clorofila, síntesis de nuevos pigmentos (carotenoides y antocianinas), formación de pectina, síntesis de proteínas y alteración del sabor como consecuencia de cambios de acidez, pH y astringencia. ⁽²⁴⁾

Estas transformaciones bioquímicas continúan una vez separado el pimiento de la planta, con cierta variación del proceso como consecuencia de interrumpirse la circulación de la savia.

Pigmentos.

El color verde de los frutos del pimiento es debido principalmente a la presencia de clorofilas y a los carotenoides típicos de los cloroplastos, tales como: *violaxantina*, *neoxantina* y *luteína*, además de β *caroteno*.

En lo que respecta a los pimientos amarillos los pigmentos presentes en ellos son: *luteína* y *violaxanteno* como pigmentos principales.

En los pimientos naranja predominan *capsanteno* y *capsorrubeno* como principales pigmentos, al igual que en los pimientos rojos, pero con ausencia de β *caroteno* y *criptoxanteno*.

Dentro de los pigmentos componentes del pimiento rojo destaca el *capsanteno*, con alrededor del 35 %, siguiendo el β *caroteno*, *violaxanteno* con un 10 % y en menor proporción *criptoxanteno*, *capsorrubeno* y *criptocapseno*.⁽²⁸⁾

Pre-refrigeración.

Se recomienda utilizar aire forzado dinámico con una velocidad de 5.7 m/s, de tal forma que se logre en el menor tiempo posible (1.5 horas), bajar la temperatura del fruto a aproximadamente 12 °C, que es inferior a la del fruto cuando viene del campo, que es cerca de 25 °C.

Alteraciones post-cosecha

Entre las alteraciones fúngicas más importantes, tenemos: (2, 7, 23, 24)

- *Alternaria tenuis* y *A. solani* o podredumbre interna del fruto y cáliz, que se presenta como un proceso de descomposición por frío.
- *Botrytus cinérea* o podredumbre gris.
- *Sclerotinia sclerotiorum* o podredumbre blanda acuosa con una capa algodonosa oscura y esporas parecidas a granos de color negro.
- *Gloeosporium piperatum* o antracnosis, caracterizada por machas circulares hundidas.

Entre las alteraciones bacterianas más importantes, tenemos:

- *Xanthomonas sp.*, pintilla o grasa de pimiento.
- *Erwinia carotovora* o podredumbre húmeda, con desarrollo de mal olor.

Entre las alteraciones fisiológicas más importantes, tenemos:

- Daños por frío y granizo.
- Envejecimiento o arraigamiento.
- Moteado o aparición de manchas deprimidas por senectud.
- Bitter pit o carencia de calcio.

Cambios en la respiración.

Tomando como base la respiración, el modo de producción de etileno y el proceso de maduración, los frutos pueden ser clasificados, en: Climatéricos o no Climatéricos.

Los frutos climatéricos muestran un amplio incremento en los niveles de producción de CO₂ y de etileno durante la maduración, además de seguir dicho proceso después de haber sido cosechados.

De acuerdo con lo anterior, el pimiento tipo California puede ser considerado como parcialmente climatérico, ya que si aumenta su producción de etileno al virar de color, pero no de manera tan pronunciada como otros miembros de la familia *Solanáceas*. Una posible explicación a esto, podría estar ligada a la historia de la domesticación de los *Capsicum*.⁽²⁸⁾

Control de la maduración y senescencia.

La maduración del pimiento puede ser frenada o acelerada en determinadas condiciones y con la presencia de determinadas sustancias.

El pimiento está considerado como productor de bajo nivel, hablando de producción de etileno (0.1 – 1 µL / Kg h, a 20 °C). La exposición de la mayor parte de los frutos al etileno acelera su senescencia.

La producción de etileno aumenta con la maduración, daños mecánicos, aumento de la temperatura y estrés hídrico. Por otra parte, los niveles de producción se reducen con un almacenamiento a bajas temperaturas y con niveles reducidos de oxígeno.

Los tratamientos que consisten en una aplicación exógena de etileno ya sea en la planta, para acelerar la maduración de los frutos que aún están en estado de envero o cuando el pimiento ya ha sido recolectado para el mismo fin.

Después del tratamiento, los niveles de CO₂, deben ser menores de 1 %, ya que este componente tiene una función inhibidora del efecto del etileno.

En cambio para retardar la maduración o senescencia de los frutos, se utiliza de manera cada vez más regular la aplicación de atmósferas controladas; es decir, la alteración de la composición atmosférica normal del aire en una cámara, ya sea introduciendo o suprimiendo gases.

Normalmente se aplica una reducción en la proporción de oxígeno entre el 3-5 % y un aumento en la proporción de CO₂ por encima del 2 %.

Sin olvidar, que la senescencia es el punto final del proceso de respiración y que la temperatura es uno de los principales factores que determinan la tasa de actividad respiratoria, ésta se debe mantener lo más baja posible. En términos generales y para la mayoría de los productos hortícolas, por cada 10 °C de descenso en la temperatura, disminuye la actividad respiratoria de 2 a 4 veces. ^(11, 21)

4.5 IMPORTANCIA ECÓNOMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA MUNDIAL DE PIMIENTO

El éxito de la producción del pimiento radica en que es un fruto ampliamente utilizado en la cocina y que puede comercializarse en fresco, para elaborar condimentos, oleorresinas y conservas.

El chile, junto con el maíz, el cacao y el frijol, fue básico en la alimentación de las culturas Mesoamericanas, que es considerado su lugar de origen y domesticación.

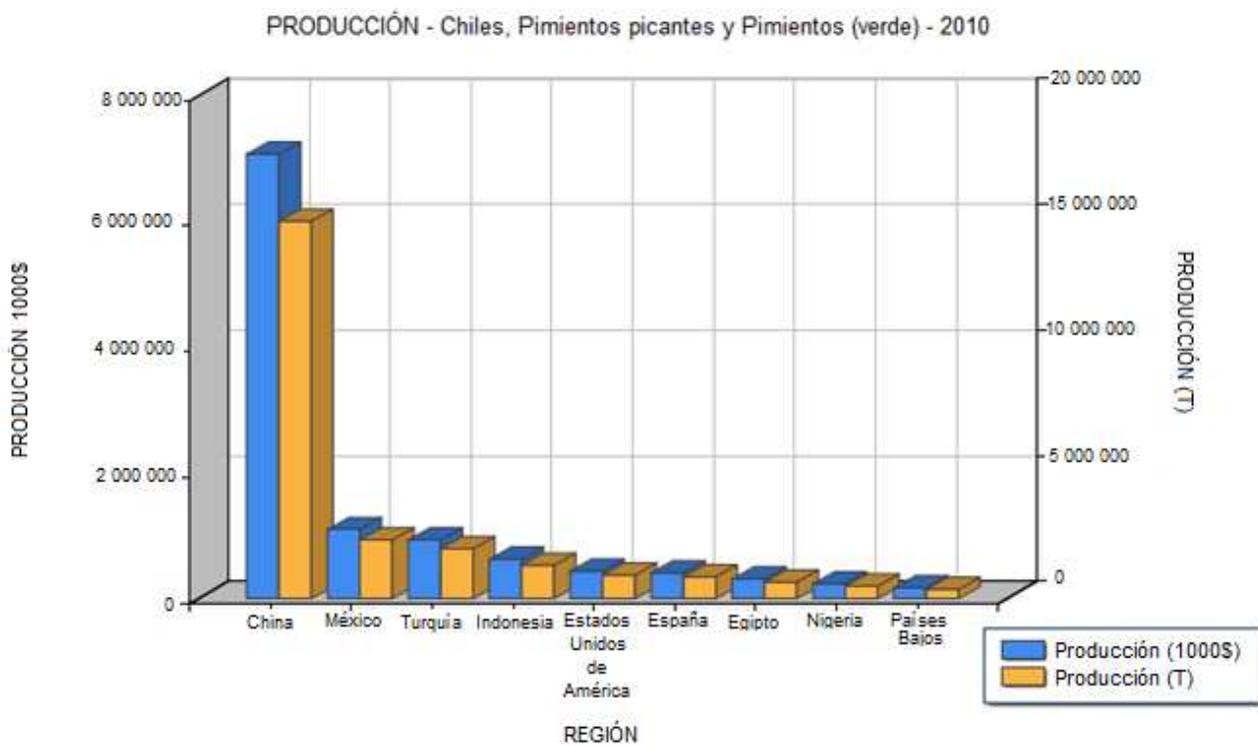
El nombre *chile* viene del náhuatl *chilli*, pero en Sudamérica lo llaman *ají*, palabra de las lenguas habladas por los grupos étnicos; en España se le denomina *guindilla*, en inglés *pepper*, en francés *piment* y en portugués *pimenta*.⁽²⁸⁾

El pimiento es a nivel mundial, uno de los productos hortícolas más cultivados y con una enorme dispersión en la mayoría de países, debido a su adaptabilidad a condiciones de cultivo diferentes y a la enorme variabilidad de tipos, adaptados a las condiciones locales y particulares de cada zona, tanto a nivel de cultivos como en su empleo a muy diversas posibilidades culinarias.

Además tiene una alta demanda en el mercado internacional con volúmenes importantes y bien cotizados, aun cuando algunos países importadores son también productores.

La demanda en el mercado nacional es creciente, debido a su alto contenido de vitaminas A y C, que son compuestos con propiedades antioxidantes.^(28, 32)

4.5.1 PRODUCCIÓN MUNDIAL

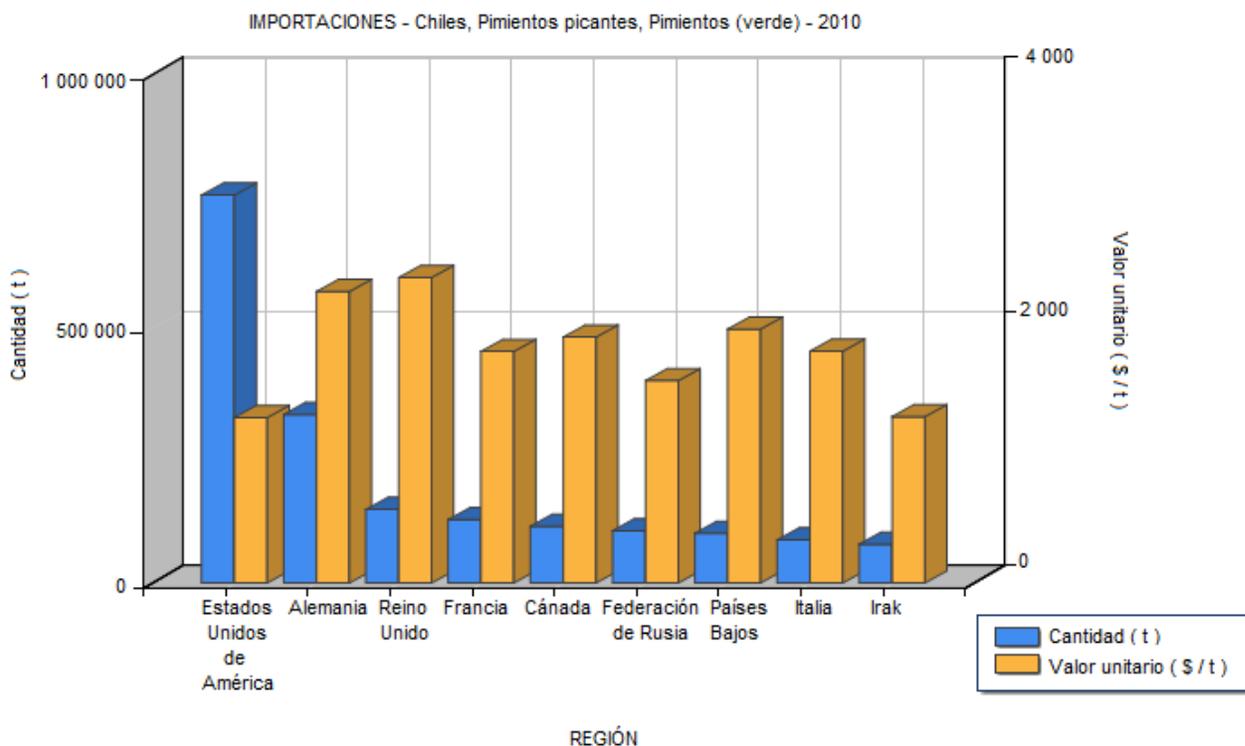


Gráfica No.1. Producción mundial de chiles y pimientos

Según estadísticas de la Food and Agriculture Organization of the United Nations⁽⁸⁾ del año 2010 (Gráfica No. 1), se observa que el gran productor mundial es China, con más de 13.1 millones de toneladas, equivalente a 6200 millones de dólares; el cual supera en unas 7 veces la producción de México, que ocupa el segundo lugar como productor con cerca de 2.4 millones de toneladas, equivalente a 1000 millones de dólares y unas 8 veces sobre la producción de Turquía, el tercer productor mundial, con más de 1.9 millones de toneladas, equivalente a 935 millones de dólares.

En México, el cultivo se dedica principalmente al autoconsumo y al comercio con Estados Unidos, país al que se destina en invierno buena parte de la producción del norte y de los valles situados en la meseta central. ⁽¹⁴⁾

4.5.2 IMPORTACIONES MUNDIALES

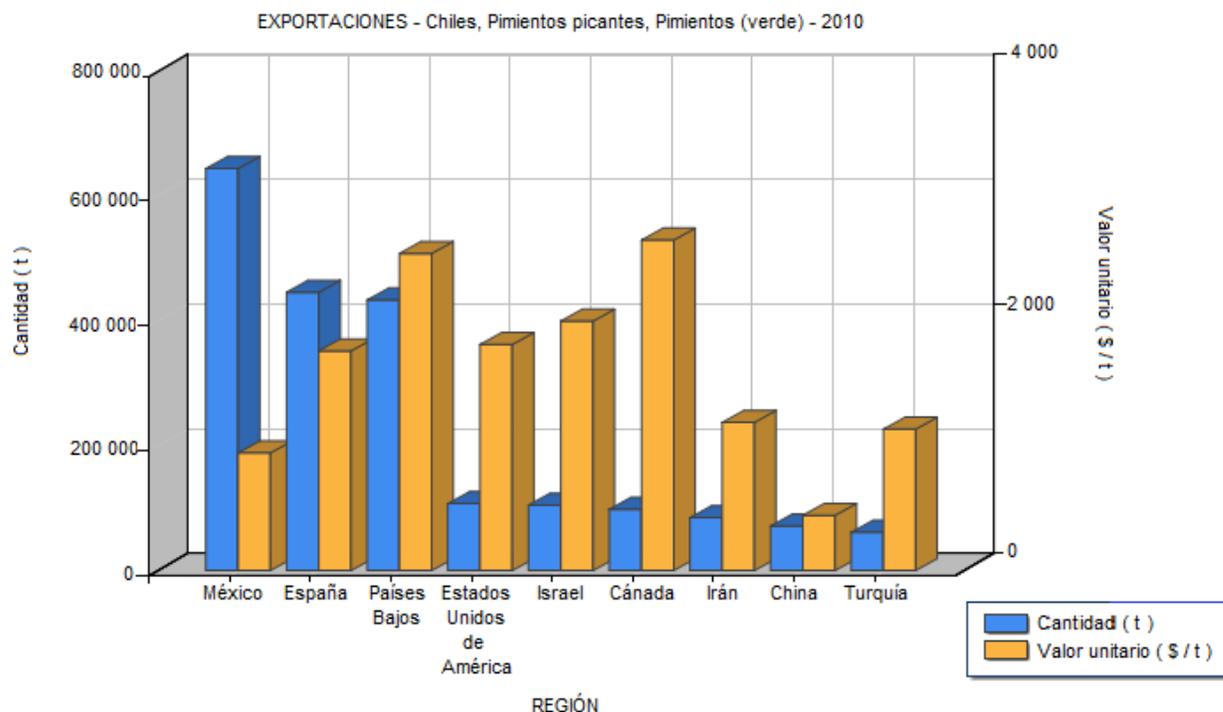


Gráfica No.2. Importación mundial de chiles y pimientos

Como se puede apreciar en el gráfico No. 2; en el año 2010, Estados Unidos, es el mayor importador mundial con la entrada de más de 760 mil toneladas con un valor cercano a 990 millones de dólares; en segundo lugar se encuentra Alemania con la entrada de aproximadamente 331 mil toneladas con un valor de más de 760 millones de dólares y el Reino Unido se presenta como tercer importador con 144 mil toneladas con un valor próximo a 347 millones de dólares.⁽⁸⁾

La demanda de los mercados europeos de pimientos frescos, ha crecido espectacularmente los últimos años y ha tenido como consecuencia el desarrollo del cultivo bajo invernaderos, con tecnología cada vez más sofisticada.⁽⁴⁾

4.5.3 EXPORTACIONES MUNDIALES



Gráfica No.3. Exportación mundial de chiles y pimientos

Hablando de exportaciones (Gráfica No.3), en el año 2010, México ocupó el primer lugar en este rubro con la salida de 640 mil toneladas con un valor mayor a 600 millones de dólares; compitiendo con el segundo lugar, España, con la salida de 440 mil toneladas con un valor aproximado de 780 millones de dólares; sin olvidar a los Países Bajos, que ocuparon el tercer lugar respecto a exportaciones con un movimiento de 430 mil toneladas con un valor de más de mil millones de dólares.⁽⁸⁾

4.6 COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DEL PIMIENTO

Según el United States Department of Agriculture⁽³⁶⁾; el contenido nutricional por 100 g de fruto para 3 de las variedades (verde, amarillo y rojo) como se muestra en la Tabla 1.

NUTRIENTE	VERDE	AMARILLO	ROJO
Agua	93.89 g	92.02 g	92.21 g
Energía	20 kcal	27 kcal	31 kcal
Proteínas totales	0.86 g	1.00 g	0.99 g
Carbohidratos	4.64 g	6.32 g	6.03 g
Azúcares Totales	2.40 g	-----	4.20 g
Grasa	0.17 g	0.21 g	0.30 g
Calcio	10.0 mg	11.0 mg	7.00 mg
Hierro	0.34 mg	0.46 mg	0.43 mg
Fosforo	20.0 mg	24.0 mg	26.0 mg
Sodio	3.00 mg	2.00 mg	4.00 mg
Potasio	175.0 mg	212.0 mg	211.0 mg
Vitamina C (ácido ascórbico)	80.40 mg	183.50 mg	127.70 mg
Cenizas	0.3 g	-----	-----

Tabla No.1. Composición nutricional del pimiento en base a su coloración, respecto al United States Department of Agriculture. ⁽³⁶⁾

El principal componente del pimiento es el agua, la cual tiene un valor biológico importante y una elevada actividad fisiológica y se encuentra en un intervalo de 82 % al 92 %, mientras que en los pimientos picantes se encuentra alrededor del 70 %.

Los carbohidratos están presentes en baja cantidad, la mayor parte de los azúcares están representados por la glucosa (90 % al 98 %), y el resto es sacarosa; la ingesta de estos ayuda a neutralizar la acidez del estómago. ^(28, 12)

La pectina es un carbohidrato importante y está presente en un 3-7 %.

El contenido en fibra es de aproximadamente 20% al 24% de la materia seca.

El contenido proteico es muy bajo y apenas aporta grasas; pero contiene cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo, minerales necesarios en la alimentación diaria. ⁽³²⁾

El pimiento contiene vitamina A, C, B₁, B₂ y fosforo. Su contenido en vitamina A es elevado, estimándose que con 3 o 4 g de pimiento rojo, se cubren los requerimientos diarios de vitamina A de una persona adulta. En el pimiento la vitamina A no se encuentra en forma directamente utilizable, sino que está en forma de provitaminas, que son el α caroteno, β caroteno y la criptoxantina. ^(1, 21)

Contiene entre 70-300 mg de vitamina C / 100 g de producto, aunque hay diferencias entre variedades, los pimientos rojos generalmente contienen más vitamina C. Estas cifras hacen que el pimiento supere a los cítricos en el contenido de ácido ascórbico ^(1, 32); que es uno de los antioxidantes más comunes en los alimentos.

La riqueza en potasio y su escasez de sodio, hacen al pimiento, un producto benéfico en casos de hipertensión, hiperuricemia, gota, cálculos renales, retención de líquidos y oliguria; en la transmisión del impulso nervioso, la actividad muscular y la regulación del balance de agua dentro y fuera de la célula. ⁽¹⁾

Durante el crecimiento del fruto, el pH varía desde el inicial de aproximadamente 5,3 hasta 6,3. ^(31, 21)

Los sólidos solubles para un pimiento verde deben ser superiores a 4.8 y para un pimiento rojo de 6.5 Brix. ⁽²⁰⁾

La capsaicina es el principio picante del pimiento, encontrándose ausente de las variedades “dulces”. Es una sustancia de naturaleza alcaloide; más concretamente se trata de un protoalcaloide. ⁽²⁸⁾

4.7 FUNDAMENTOS DE LAS TÉCNICAS

4.7.1 CONDUCTIVIDAD

En general, el flujo de electricidad a través de un conductor es debido a un transporte de electrones. Según la forma de llevarse a cabo este transporte, los conductores eléctricos pueden ser de dos tipos: conductores metálicos o electrónicos y conductores iónicos o electrolíticos. ⁽²⁷⁾

A este segundo tipo pertenecen las disoluciones acuosas. En ellas la conducción de electricidad al aplicar un campo eléctrico se debe al movimiento de los iones en disolución, los cuales transfieren los electrones a la superficie de los electrodos para completar el paso de corriente.

La conductividad eléctrica de una disolución puede definirse como la aptitud de ésta para transmitir la corriente eléctrica, y dependerá, además del voltaje aplicado, del tipo, número, carga y movilidad de los iones presentes y de la viscosidad del medio en el que éstos han de moverse, se mide en Siemens (S).

En disoluciones acuosas, y puesto que su viscosidad disminuye con la temperatura, la facilidad de transporte iónico o conductividad aumentará a medida que se eleva la temperatura, por ello es necesario compensar la temperatura cuando se realizan

mediciones de precisión. Generalmente, para realizar mediciones comparativas, la temperatura estándar es de 20 ó 25 °C. ⁽³⁵⁾

El agua pura, prácticamente no conduce la corriente, sin embargo el agua de uso doméstico que contiene sales disueltas si la conduce; como se muestra en la Tabla 2.

Conductividad del agua
Agua pura: 0.055 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Agua destilada: 0.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Agua para uso doméstico: 500 a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Máx. para agua potable: 10055 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Agua de mar: 52 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Tabla 2. Conductividad eléctrica de diferentes tipos de agua. ⁽¹⁶⁾

En soluciones nutritivas o soluciones alimenticias, la facilidad con la que una solución conduce la electricidad, es directamente proporcional al número de iones, ya sean cationes (como el sodio, potasio, calcio, etc) o aniones (como el fosfato, nitrato, sulfato, etc) y directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos. La relación entre conductividad y sólidos disueltos se expresa:

$$1.4 - 2.0 \mu\text{S}/\text{cm} = 1 \text{ ppm (partes por millón de CaCO}_3\text{)}$$

donde 1 ppm = 1 mg/L (sólidos disueltos)

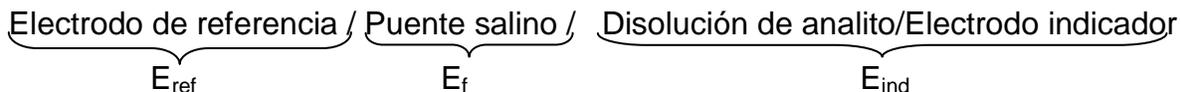
Los alimentos deben ser conductores pero en un bajo rango. Los valores óptimos de conductividad a 20°C se encuentran en el intervalo 0.0 1-10 s/cm.

4.7.2 pH

El pH de una sustancia es una medida de su acidez o alcalinidad y se mide mediante una escala que va de 0 a 14.

Se mide mediante el potencial de un electrodo, respecto del electrodo normal de hidrógeno, y este se determina por la actividad de una o varias de las especies presentes en la disolución en la que está sumergido el electrodo. ⁽²⁶⁾

Una celda común se puede representar de la siguiente forma:



El electrodo de referencia ideal es aquel que tiene un potencial que se conoce con exactitud, se mantiene constante y es completamente insensible a la composición de la disolución del analito o de otros iones contenidos en la disolución que se analiza. Un electrodo de referencia de plata-cloruro de plata es semejante al de calomel saturado. Se compone de un electrodo de plata inmerso en una disolución saturada de cloruro de potasio y cloruro de plata: $\text{Ag} | \text{AgCl}(\text{sat}), \text{KCl}(\text{sat})$. ^(33, 35)

El electrodo indicador ideal responde de manera rápida y reproducible a los cambios de concentración de un ion analito (o un grupo de iones analito), son de tres tipos: metálicos, de membrana y los transistores de efecto de campo sensible a iones. El electrodo indicador más apropiado para determinar el pH se genera a través de una fina membrana de vidrio, la cual separa dos disoluciones con concentraciones distintas de iones hidrógenos.

Y por último el puente salino, que evita que se mezclen los componentes de la disolución del analito con los del electrodo de referencia.

Como puente salino se utiliza casi idealmente un gel que contiene cloruro de potasio porque los iones potasio y cloruro se desplazan prácticamente con la misma velocidad; por consiguiente, el potencial neto que se establece a través del puente salino es prácticamente despreciable.

Al interior del cuerpo humano el equilibrio entre lo ácido y lo alcalino es muy importante, ya que muchas funciones del cuerpo solamente ocurren en ciertos niveles de acidez o de alcalinidad.

Muchas enzimas y reacciones químicas del cuerpo funcionan mejor en un pH determinado. Un pequeño cambio en el pH del cuerpo puede tener un efecto profundo en las funciones del organismo.

Además el saberlo, nos ayuda a evitar problemas o enfermedades ya que si se ingiere un alimento demasiado ácido puede hacer daño al estómago ocasionando diarrea, gastritis o dolores estomacales.

La mayoría de los alimentos (carnes, pescados, mariscos, legumbres, cereales) son levemente ácidos, ya que tienen un pH comprendido entre 5,7 y 7.

4.7.3 GRADOS BRIX

Originariamente, los grados Brix son una medida de densidad. Se dice que un grado Brix es la densidad que tiene, a 20 °C, una disolución de sacarosa al 1 %.

Sin embargo, esta medida indica el porcentaje de concentración de los sólidos solubles contenidos en una muestra. El contenido de sólidos solubles es el total de todos los sólidos disueltos, incluyendo el azúcar, proteínas, sales, ácidos, entre otros. La medida leída es la suma de éstos.

Como la densidad de las soluciones varía con la cantidad de sólidos que llevan disueltos, la densidad relativa es representativa de la concentración de sólidos disueltos en la muestra. ⁽²⁵⁾.

Los grados Brix se miden con un refractómetro. Los refractómetros son instrumentos de medición que utilizan el fenómeno de la refracción de la luz y se basan en el principio de: cuando aumenta la densidad de una sustancia, el índice de refracción aumenta proporcionalmente.

4.7.4 ELECTROLITOS

Cuando una sal se disuelve en el agua, sus componentes existen separadamente como partículas cargadas denominadas iones. Estas partículas cargadas y disueltas se conocen colectivamente con el nombre de electrólitos. La concentración de cada electrólito en una disolución de sales disueltas se puede medir y se expresa generalmente como la cantidad en miliequivalentes por unidad de volumen. ⁽²²⁾

Un electrólito es una solución de iones capaz de conducir corriente eléctrica. Los electrólitos participan en los procesos fisiológicos del organismo, manteniendo un sutil y complejo equilibrio entre el medio intracelular y el medio extracelular, además de ayudar en la conducción de señales eléctricas necesarias para las actividades de nuestro cerebro y nuestro sistema nervioso.

Cada electrólito tiene una concentración característica en el plasma sanguíneo, el líquido intersticial y el líquido celular. Son importantes para regular la osmolaridad o concentración de partículas en el plasma sanguíneo y otros líquidos del organismo. También determinan el nivel de hidratación y el pH de los líquidos corporales. El correcto equilibrio entre los distintos electrólitos es de importancia crítica para el metabolismo del cuerpo y su normal funcionamiento.

Cuando nuestro cuerpo pierde electrolitos, es necesario reponerlos en cantidades apropiadas. El problema del desequilibrio electrolítico generalmente se resuelve a través de dieta.

SODIO

La mayor parte del sodio del organismo se encuentra en la sangre y en el líquido que rodea las células. El sodio se ingiere a través de los alimentos y bebidas, y se elimina por el sudor y la orina. Los riñones normales pueden modificar la cantidad de sodio que se excreta en la orina.

Las alteraciones de la cantidad total de sodio están estrechamente ligadas a las del volumen de agua en la sangre, puede causar la disminución del volumen de sangre.

La hiponatremia (valor bajo del sodio en la sangre), es una concentración de sodio en la sangre por debajo de 136 miliequivalentes por litro de sangre. El letargo y la confusión figuran entre los síntomas iniciales de hiponatremia, si se vuelve más grave, los músculos pueden presentar contracciones y convulsiones. El tratamiento es la administración de líquidos intravenosos, ya que un incremento demasiado rápido puede provocar lesiones cerebrales permanentes.

La hipernatremia (valor elevado del sodio en la sangre), es una concentración de sodio en la sangre superior a 145 miliequivalentes por litro de sangre y puede ser la consecuencia de una excesiva excreción de agua por parte de los riñones, como sucede en la diabetes insípida.

Los síntomas principales resultan de una disfunción del cerebro. Ocasiona grave confusión, contracciones musculares, convulsiones, coma y finalmente la muerte.

Esta deficiencia se trata reponiendo la falta de agua. En todos los casos, excepto los más leves, se administra el líquido por vía intravenosa.

La ingesta diaria recomendada⁽¹⁴⁾ por el Instituto Nacional Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán es:

- Niños 115 - 350 mg
- Adolescentes 600 -1800 mg
- Adultos 1 100 - 3 300 mg

El sodio asociado al ion cloro o al bicarbonato tiene un papel fundamental en el organismo ya que controla y regula el equilibrio del agua, mantiene la presión osmótica del líquido extracelular así como el equilibrio ácido-base.

El sodio es muy importante para evitar una pérdida excesiva de líquidos por el organismo, mantiene flexibles las articulaciones y confiere a las paredes del estómago la alcalinidad requerida para que secreten la cantidad necesaria de ácido clorhídrico.⁽¹⁷⁾

Otra de las funciones del sodio es colaborar en la conducción del impulso nervioso de modo que hace posible las contracciones musculares.

Hace posible la contracción de los vasos sanguíneos debido a una estimulación nerviosa o por la acción de determinadas hormonas.

Además que forma parte de las glándulas secretoras del cuerpo, de la saliva, del sudor y de los jugos gástricos y hace que el calcio sea más soluble y que se pueda transformar en tejido óseo.

POTASIO

A diferencia del sodio, la mayor parte del potasio del cuerpo está localizado en el interior de las células; como el de otros electrólitos, el equilibrio del potasio se alcanza igualando la cantidad ingerida a través de los alimentos con la cantidad excretada.

La concentración de potasio en la sangre debe mantenerse dentro de un margen ajustado. ⁽²²⁾

La hipocaliemia (valor bajo del potasio sanguíneo), es una concentración de potasio en la sangre por debajo de 3,8 miliequivalentes por litro de sangre.

Una deficiencia más intensa, a valores inferiores a 3,0 miliequivalentes por litro de sangre, puede causar debilidad muscular, contracciones musculares e incluso parálisis. El corazón puede desarrollar ritmos anormales, sobre todo en enfermos cardíacos. El tratamiento es relativamente sencillo, se contrarresta ingiriendo alimentos ricos en este elemento o tomando sales de potasio, en especial cloruro de potasio por vía oral.

La hipercaliemia (valor elevado del potasio sanguíneo), es una concentración de potasio en la sangre superior a 5 miliequivalentes por litro de sangre.

Estas concentraciones comienzan afectando el sistema de conducción eléctrica del corazón. Si el nivel en la sangre sigue aumentando, el ritmo cardíaco se vuelve anormal y puede producirse un paro cardíaco.

El tratamiento inmediato es esencial, se puede eliminar el potasio del cuerpo a través del aparato digestivo, los riñones o mediante la diálisis.

También se puede eliminar induciendo diarrea o con la ingestión de una preparación que contenga una resina que absorbe el potasio.

La ingesta diaria recomendada⁽¹⁴⁾ por el Instituto Nacional Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán es:

- Niños 800 mg
- Adultos 900-2700 mg

El potasio desempeña un papel importante en el metabolismo celular y en el funcionamiento celular nervioso, mediante la bomba de sodio-potasio, además del balance electrolítico y la regulación de la presión osmótica.

El potasio también se requiere para poder transportar nutrientes al interior celular y expulsar los productos de desecho al medio extracelular.

Es esencial para la transmisión de los impulsos nerviosos y mantener un ritmo cardíaco y presión arterial adecuados; es de suma importancia para el almacenamiento de hidratos de carbono, para después transformarlos en energía, además de potenciar la actividad del riñón y eliminar las sustancias tóxicas para el organismo.⁽¹⁷⁾

4.7.5 HIERRO

Los alimentos contienen dos tipos de hierro: el hierro hem, que se encuentra principalmente en los productos animales y el hierro no hem que se encuentra principalmente en vegetales, que representa más del 85 % del hierro en una dieta promedio.

La deficiencia de hierro es la deficiencia nutricional más frecuente en el mundo, produciendo anemia en varones, mujeres y niños. Una alimentación inadecuada, así como las hemorragias, que provocan una pérdida de hierro, producen una deficiencia que se debe tratar con suplementos del mineral.

Cuando las reservas de hierro del cuerpo se agotan, se desarrolla la anemia. Los síntomas incluyen palidez, uñas con forma de cuchara (una deformidad en la que las uñas son delgadas y cóncavas), debilidad con disminución de la función muscular y alteraciones en la conducta cognoscitiva. ⁽²²⁾

La deficiencia de hierro se trata con altas dosis del mineral una vez al día durante varias semanas. Se debe continuar el tratamiento hasta que el número de glóbulos rojos y las reservas de hierro vuelvan a valores normales.

El exceso de hierro es tóxico y provoca vómitos, diarrea y lesiones intestinales. La enfermedad por exceso de hierro (hemocromatosis) es un trastorno hereditario en el que se absorbe demasiado hierro potencialmente mortal pero fácilmente tratable. Por lo general, los síntomas no se manifiestan hasta la mediana edad y su desarrollo es insidioso.

La piel adopta una coloración bronceada, se produce cirrosis, cáncer hepático, diabetes e insuficiencia cardíaca y el paciente fallece prematuramente.

La ingesta diaria recomendada⁽¹⁴⁾ por el Instituto Nacional Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán es:

- Mujeres 15 mg
- Mujeres Embarazadas 30 mg
- Lactantes 15 mg

Este mineral interviene en la formación de la hemoglobina y de los glóbulos rojos, como así también en la actividad enzimática del organismo. Dado que participa en la formación de la hemoglobina, transporta el oxígeno en sangre y es importante para el correcto funcionamiento de la cadena respiratoria.

Interviene en el transporte de energía en todas las células a través de unas enzimas llamadas citocromos, interviene en la síntesis de ADN y en la actividad antioxidante, en la producción de neurotransmisores y otras funciones encefálicas relacionadas al aprendizaje y la memoria, así también en ciertas funciones motoras y reguladoras de la temperatura además de la destoxificación y metabolismo de medicamentos.⁽¹⁷⁾

4.7.6 FOSFATOS

El fósforo se encuentra presente en el organismo casi exclusivamente bajo la forma de fosfato. Los huesos contienen la mayor parte del fosfato del cuerpo. El resto se encuentra principalmente en el interior de las células, donde está íntimamente implicado en el metabolismo energético, forma parte de numerosas coenzimas y de la forma activa de algunas vitaminas hidrosolubles y como un componente para formar moléculas tan importantes como el ADN. El fosfato se excreta en la orina y en las deposiciones.⁽³⁰⁾

La hipofosfatemia, un bajo valor de fosfato sanguíneo, es una concentración de fosfato en la sangre inferior a 2,5 miligramos por decilitro de sangre.

Esta se produce por el hipotiroidismo (baja actividad de la glándula tiroides), la insuficiencia renal y por el uso prolongado de diuréticos. La ingestión de grandes cantidades de antiácidos a base de hidróxido de aluminio, durante un tiempo prolongado.

El tratamiento está determinado por la gravedad de los síntomas y la causa subyacente. Se puede suministrar fosfato por vía endovenosa si la hipofosfatemia es muy grave o si no se puede tomar por vía oral.

La hiperfosfatemia (un valor elevado de fosfato sanguíneo) es una concentración de fosfato superior a 4,5 miligramos por decilitro de sangre.

Los riñones normales son tan eficientes en la excreción del exceso de fosfato que raramente se produce hiperfosfatemia, con excepción de los sujetos con disfunciones renales graves.

El tratamiento adecuado es la disminución del consumo de fosfato y se deben tomar con las comidas antiácidos que contienen calcio, para que éste se adhiera al fosfato presente en los intestinos y no sea absorbido. ⁽²²⁾

La ingesta diaria recomendada⁽¹⁴⁾ por el Instituto Nacional Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán es:

- Infantes 350-500 mg
- Niños 700-800 mg
- Adolescentes 1000 mg
- Adultos 800 mg
- Mujeres Embarazadas y Lactantes 1200 mg

El fósforo es un componente estructural del hueso y de los dientes en la forma de sal de fosfato de calcio, llamada hidroxiapatita; forma parte de las membranas celulares como fosfolípidos, los cuales son esenciales para nuestro cerebro, ya que ayuda a las células cerebrales a comunicarse entre sí, mejorando nuestro rendimiento intelectual y memoria.

Actúa como productor y reservorio de energía (ATP), indispensable para nuestro rendimiento físico; forma parte de varias enzimas y de las cadenas de ácidos nucleicos (ADN y ARN), responsables de la transmisión de información genética.

Ayuda a mantener el equilibrio ácido-base (pH) actuando como uno de los reguladores (buffers) más importantes y ayuda a oxigenar los tejidos ya que se une a la hemoglobina de las células sanguíneas.⁽¹⁷⁾

4.7.7 AZÚCARES REDUCTORES.

Los carbohidratos constituyen una de las cuatro clases principales de biomoléculas junto con proteínas, ácidos nucleicos y lípidos. ^(15,16, 17)

Presentan diferentes funciones:

Sirven como almacén de energía, combustible y metabolitos intermediarios; los azúcares ribosa y desoxirribosa forman parte del armazón estructural del RNA y DNA; los polisacáridos son elementos estructurales de las paredes celulares de bacterias y plantas; y están enlazados a muchas proteínas y lípidos, donde ejercen funciones clave en las interacciones entre las células y otros elementos del entorno celular.

Los carbohidratos se construyen a base de monosacáridos, moléculas pequeñas que contienen de tres a nueve átomos de carbono y que varían de tamaño y en la configuración estereoquímica de uno o más centros asimétricos. Estos monosacáridos pueden enlazarse para formar una gran diversidad de estructuras de oligosacáridos.

Los monosacáridos son los carbohidratos más sencillos y son aldehídos o cetonas que tienen dos o más grupos hidroxilo; la fórmula empírica de ellos es $(C-H_2-O)_n$, y son importantes moléculas oxidables (combustibles).

Los monosacáridos y la mayoría de los disacáridos poseen poder reductor, que deben al grupo carbonilo que tienen en su molécula; entre ellos se encuentran, todas las aldosas, es decir aquellos que presentan un grupo aldehído en su estructura lineal, por ejemplo: glucosa, manosa, fructosa, galactosa, ribosa, entre otros, y los disacáridos (no todos, ejemplos son la maltosa, lactosa y celobiosa).

La ingesta diaria recomendada⁽¹⁴⁾ por el Instituto Nacional Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán es:

- 50% – 65% de la ingesta de energía debe provenir de carbohidratos

Energía

- Infantes 100 kcal/kg
- Adolescentes y Adultos 1500 a 2000 Kcal
- Mujeres Embarazadas Incrementar 1250 Kcal
- Mujeres Lactantes Incrementar 2100 Kcal

Algunas de las funciones que cumple la glucosa, son<:

Es uno de las principales moléculas que aporta energía al cuerpo (además de los demás carbohidratos, las grasas y proteínas).

Previene la excesiva acumulación de grasa en el cuerpo.

Interviene en la cadena respiratoria (ciclo de Krebs).

Ayuda al mejoramiento del rendimiento físico y forma una reserva energética conocida como glucógeno.

Está presente en la sangre, y el aumento o disminución del nivel óptimo, acarrea problemas a la salud, como diabetes.⁽¹⁷⁾

4.7.8 PROTEINAS

Estructuralmente, estos compuestos orgánicos están formados por unidades llamadas aminoácidos (aa). Estos reciben su nombre debido a que contienen por lo menos un grupo ácido (COOH) y un grupo amino (NH₂), unido al mismo átomo de carbono. Así, la unión de dos aminoácidos origina un dipéptido, la unión de tres un tripéptido y así sucesivamente. La unión de cientos o miles de aminoácidos originan una proteína.⁽¹⁶⁾

Las proteínas se clasifican de acuerdo con su composición en: proteínas simples y proteínas conjugadas.

Las proteínas simples, son aquellas que por hidrólisis producen solamente aminoácidos (como albúminas, gluteinas y prolaminas, que solo se diferencian en su solubilidad), y las proteínas conjugadas que al someterse a hidrolisis, además de producir aminoácidos también dan origen a un producto orgánico o inorgánico, denominado grupo prostético (como nucleoproteínas, lipoproteínas, fosfoproteínas, metaloproteínas y glucoproteínas).

Entre sus principales funciones se encuentran: Formación de nuevos tejidos durante el crecimiento, renovación de los mismos durante la edad adulta; formación de anticuerpos para intervenir en la función inmunológica del cuerpo; forman millones de enzimas y hormonas; además de que participan en la distribución de oxígeno, ya que forman parte proteica de la molécula de hemoglobina y regulan la presión osmótica.

La Ingesta diaria recomendada⁽¹⁴⁾ por el Instituto Nacional Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán es:

- Infantes 13-20 g
- Niños y Adolescentes 56-70 g
- Adultos 75 g

Las proteínas son vitales porque regulan todos los procesos metabólicos; todas las hormonas son proteínas; digieren los alimentos por medio de las muchas enzimas existentes; y son responsables de la inmunidad del nuestro cuerpo, esto por medio de las células inmunitarias.⁽¹⁷⁾

4.7.9 ÁCIDO ASCÓRBICO

La vitamina C es una vitamina hidrosoluble, es decir; se disuelve en agua y se destruye fácilmente por la acción del calor y la exposición prolongada a la luz solar; además de oxidarse fácilmente en medios alcalinos. ^(15, 17, 32)

El cuerpo no fabrica la vitamina C por sí solo, ni tampoco la almacena, por lo tanto, es importante incluir muchos alimentos que contengan esta vitamina en la dieta diaria, y los alimentos que la poseen en grandes cantidades son los cítricos.

El embarazo, la lactancia, la hiperfunción de la glándula tiroides (tirotoxicosis), los distintos tipos de inflamación, la cirugía y todas las quemaduras pueden aumentar significativamente las exigencias de vitamina C del cuerpo y el riesgo de una deficiencia. ⁽²²⁾

En los lactantes entre 6 y 12 meses, una carencia de vitamina C en la alimentación puede provocar escorbuto al igual que en adultos.

Los síntomas iniciales incluyen irritabilidad, dolor al moverse, pérdida de apetito e incapacidad para ganar peso. Los huesos son finos y las articulaciones pueden hacerse prominentes. Son típicas las hemorragias debajo del tejido que cubre los huesos (periostio) y alrededor de los dientes.

El escorbuto se trata con elevadas dosis de vitamina C durante una semana, seguida de dosis más reducidas durante un mes.

Dosis elevadas de vitamina C (de 500 miligramos a 10 gramos) han sido aconsejadas para prevenir el resfriado común, la esquizofrenia, el cáncer, la hipercolesterolemia y la arteriosclerosis. Sin embargo, dosis de más de 1000 miligramos al día provocan diarrea, cálculos renales en personas propensas y alteraciones en el ciclo menstrual.

La ingesta diaria recomendada ⁽¹⁴⁾ por el Instituto Nacional Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán es:

- Infantes 35-40 mg
- Niños y Adolescentes 45-60 mg
- Mujeres Embarazadas 70 mg
- Mujeres Lactantes 95 mg
- Adultos 60 mg

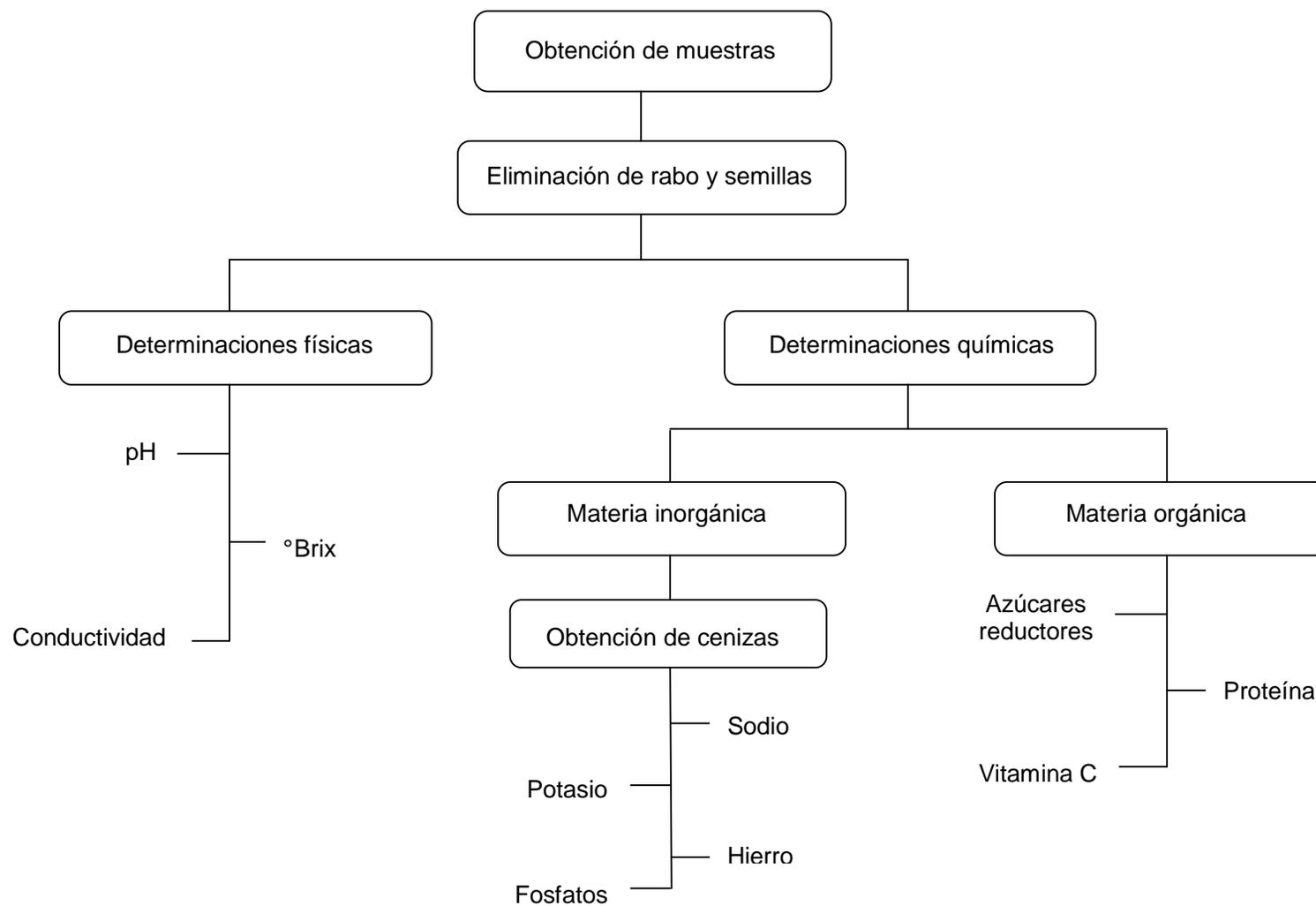
La vitamina C es uno de muchos antioxidantes. Estos son nutrientes que bloquean parte del daño causado por los radicales libres, los cuales son subproductos que resultan cuando el cuerpo transforma alimentos en energía.

La acumulación de estos subproductos, con el tiempo, es ampliamente responsable del proceso de envejecimiento y puede contribuir al desarrollo de diversos trastornos médicos tales como cáncer, cardiopatía y muchos padecimientos inflamatorios como la artritis.

Esta vitamina se requiere para el crecimiento y reparación de tejidos en todas las partes del cuerpo; es necesaria para formar el colágeno, una proteína importante utilizada para formar la piel, el tejido cicatricial, los tendones, los ligamentos y los vasos sanguíneos. ^(17, 32)

5. METODOLOGÍA.

Diagrama general de experimentación para la determinación de nutrimentos, en las diferentes muestras de pimiento.



5.1 OBTENCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Se utilizaron un total de 76 pimientos California (tanto verdes, amarillos, naranjas y rojos); los cuales estaban libres de abolladuras, cortes, fisuras o pudriciones. Todos los frutos fueron obtenidos en un establecimiento ubicado en el mercado de la Merced, de la Ciudad de México, los cuales fueron cultivados en el Estado de México.

A los pimientos se les retiró el rabo y las semillas. Posteriormente se pesaron por separado y se licuaron. Se almacenaron en frascos de vidrio debidamente etiquetados.

Inmediatamente después, se llevaban a cabo las determinaciones de Brix, pH, conductividad, azúcares reductores, proteínas solubles y ácido ascórbico, por ser considerados nutrientes poco estables al almacenamiento y muy susceptibles del ataque microbiano.

Para ello se homogeneizó la muestra mediante agitación y se pasó por papel filtro de poro grueso colocado en un embudo perfectamente limpio. Con dicho filtrado se llevaron a cabo las pruebas antes mencionadas.

Las muestras se almacenaron en refrigeración a una temperatura de 4°C.

Las muestras de pimientos que se utilizaron para la determinación de compuestos inorgánicos, se sometieron a calcinación (obtención de cenizas). Posteriormente con dichas cenizas se realizó la cuantificación de algunas moléculas inorgánicas, como sodio, potasio, hierro y fosfatos.

5.2 OBTENCIÓN DE CENIZAS TOTALES

Fundamento

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. ⁽¹⁶⁾

La determinación en seco es el método más común para cuantificar la totalidad de minerales en alimentos; es eficiente ya que determina tanto cenizas solubles en agua, insolubles y solubles en medio ácido. ⁽¹⁵⁾

Procedimiento

Después que al pimiento se le despoja del rabo y las semillas, se corta en tiras; las cuales se colocan en un vaso de precipitados de 250 mL y se introducen en la estufa a una temperatura de 130 -135°C durante 18 ho ras.

5.2.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (por diferencia)

Teniendo el peso de la muestra de pimiento seca y el peso del mismo en fresco, se hace el cálculo entre ambos, es decir, la diferencia, y este valor corresponde al contenido de humedad de cada una de las muestras.

Posteriormente se transvasa la muestra seca a un mortero para minimizar su volumen; con sumo cuidado se coloca la muestra seca y triturada en un crisol de porcelana a peso constante y se coloca dentro de una mufla aproximadamente a 600°C durante 2 horas.

Repetir la operación anterior si es necesario, hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises, homogéneas y a peso constante. Enfriar en desecador y pesar.

SOLUBILIZACIÓN ÁCIDA DE CENIZAS

Se tomó una muestra de cenizas de aproximadamente 0.1 g en un vaso de precipitados de 50 mL y se le agregó 1 mL de HCl concentrado, se calentó para evaporar el mismo y obtener los elementos a identificar en forma de cloruros; esto se realizó por duplicado.

Se dejó enfriar el vaso y con ayuda de lavados con agua desionizada se trasvasaron al matraz aforado necesario, según el procedimiento a realizar.

5.2.2 DETERMINACIÓN DE SODIO Y POTASIO POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE FLAMA.

Fundamento

La producción de una emisión luminosa producida por los metales ante el calentamiento y la consiguiente respuesta eléctrica del detector son proporcionales a la concentración del metal.

Los átomos de sodio y potasio son excitados en la flama a un nivel de energía mayor, los cuales al regresar a su estado fundamental emiten energía en forma de luz. ^(33, 35)

DETERMINACIÓN DE SODIO Y POTASIO

Las cenizas, después del proceso de solubilización ácida se trasvasaron cuantitativamente a un matraz de 25 mL, lavando 2 o 3 veces el crisol o vaso de precipitados con agua destilada y aforando por último. Con esta dilución se logró cuantificar tanto sodio como potasio.

Preparación del equipo, Flamómetro

Al encender el flamómetro se aseguró que la llave interna de gas estuviera cerrada. Después se abrían cuidadosamente las llaves externas de este, una vez abiertas, se abría poco a poco la llave interna de gas del flamómetro al mismo tiempo que se oprimía el botón de ignición, que generaba una descarga eléctrica entre el electrodo de ignición y el mechero. Una vez que ardía la llama del flamómetro, se prendía la bomba de aire y se soltaba el botón de ignición, se ajustaba la flama hasta que se veían claros los conos de combustión del gas. Posteriormente se ajustó el número de decimales con el que se deseaba trabajar y el ion a cuantificar.

Al obtener una flama constante, sin oscilaciones de intensidad, se introducía agua desionizada y se ajustaba a cero, posteriormente se introduce la disolución de más alta concentración de cloruro de sodio y se ajustaba a 100.

Una vez establecidos el 0 % y el 100 % de emisión se procedía a introducir las disoluciones estándar de cloruro de sodio o de cloruro de potasio, de acuerdo por

el ion a cuantificar, de menor a mayor concentración y se tomaba la lectura correspondiente. Una vez leída la serie estándar, se introducían las muestras del pimiento correspondiente.

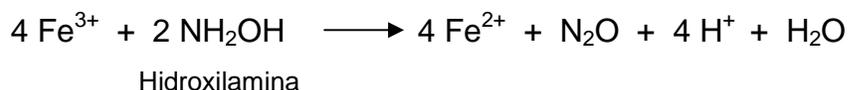
Se obtuvieron las concentraciones de sodio o potasio mediante la comparación con la gráfica estándar, tomando en cuenta las diluciones. (Anexo II, Gráfico No. 1 y Gráfico No. 2).

5.2.3 DETERMINACIÓN DE HIERRO POR EL MÉTODO DE LA o-FENANTROLINA

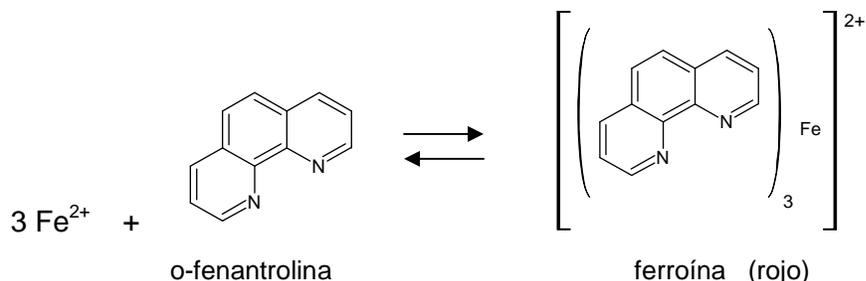
Fundamento

Reacción del hierro²⁺ con o-fenantrolina a pH controlado de acetatos formando un complejo de coloración rojo-naranja, llamado ferroína, que se lee espectrofotométricamente.

Para asegurarse de que todo el hierro presente en la muestra se encuentre en forma de hierro²⁺, se agrega antes de la formación del complejo, un agente reductor como es el clorhidrato de hidroxilamina en cual reduce al hierro³⁺ a hierro²⁺, según la siguiente reacción: ^(15, 16)



La formación del complejo hierro²⁺ con la o-fenantrolina se da en un intervalo de pH comprendido entre 2 y 9, aunque este intervalo es suficientemente amplio, para asegurar la formación cuantitativa del complejo, se controla el pH en un medio amortiguador de acetatos de pH 4,8, medio en el cual se neutraliza el ácido formado durante la reducción del hierro³⁺ y se forma cuantitativamente el complejo correspondiente.



Procedimiento

Después de la solubilización ácida de las cenizas, estas se trasvasan a un matraz de 25 mL con un poco de agua destilada; enseguida se adicionó 1 mL de clorhidrato de hidroxilamina, se agitó, posteriormente se agregaron 2 mL de buffer de acetatos y 1 mL de orto-fenantrolina, se agitó de nuevo y se llevó a la marca con agua destilada. Se dejó la mezcla en durante 10 o 15 minutos.

Posteriormente se determinó la longitud de onda de trabajo para el complejo de ferroína, mediante la realización de una curva de absorción. (Anexo II, Gráfico No.3)

Finalmente se leyó la absorbancia del color producido a la longitud de onda seleccionada frente a un blanco de reactivos tratados igual que la muestra, procurando la limpieza continúa de las celdas.

La cantidad de hierro presente, se determinó utilizando la ecuación de la gráfica de calibración y tomando en cuenta las diluciones. (Anexo II, Gráfico No. 4)

5.2.4 DETERMINACIÓN DE FOSFATOS POR EL MÉTODO DE VANADOMOLIBDATO DE AMONIO.

Fundamento

Este método se basa en la transformación de los compuestos fosforados a ortofosfatos (PO_4^{3-} , heteropoliácido), con el reactivo vanado-molibdato de amonio; para formar el complejo de fosfo-vanadomolibdato de amonio, cuya intensidad de color amarillo es proporcional a la cantidad de fósforo presente en la muestra, y se mide por espectrofotometría.^(15, 30)

Procedimiento

Se realizó primeramente la solubilización ácida de las cenizas del pimiento.

Las cenizas se trasvasan a un matraz de 25 mL y se afora con agua destilada; se mezcla perfectamente y se toma una alícuota de 200 μL a un matraz aforado de 10 mL; posteriormente se adicionó 2.5 mL de la solución vanadomolibdica y se llevó a la marca con agua destilada. Se dejó reposar las soluciones por 10 minutos y se lee en el espectrofotómetro.

Posteriormente se determinó la longitud de onda de trabajo, mediante la realización de una curva de absorción. (Anexo II, Gráfico No. 5)

Finalmente se leyó la absorbancia del color producido a la longitud de onda seleccionada frente a un blanco de reactivos tratados igual que la muestra, procurando la limpieza continua de las celdas.

La cantidad de fosfatos presente, se determinó utilizando la ecuación de la gráfica de calibración y tomando en cuenta las diluciones (Anexo II, Gráfico No. 6) y la cantidad de fósforo total, realizando un cálculo estequiométrico con ambas sustancias.

5.3 DETERMINACIONES EN FRESCO

5.3.1 DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD

Fundamento

El agua tiene la capacidad de conducir la corriente eléctrica debido a los iones disueltos en ella. Mediante un conductímetro, es posible determinar la cantidad de corriente conducida y por ende una estimación cuantitativa de los iones presentes.

(33, 38)

Procedimiento

Encender el aparato y esperar 10 minutos para su calentamiento. Llenar un vaso de precipitado con la disolución de cloruro de potasio 0.1 N con una conductividad conocida (0.01288 omhs por centímetro a 25 °C). Asegurar que la disolución cubra hasta la marca de la celda de conductividad y que la temperatura sea de 25 °C.

Registrar la lectura de conductividad que marca el aparato después de que se estabilice. Lavar la celda perfectamente.

Llenar un vaso de precipitado con la muestra (la cual se obtuvo como se detalla en el inciso 5.1). Se debe introducir la celda de conductividad, asegurándose que se cubra hasta la marca. Registrar la lectura que marca el conductímetro y la temperatura.⁽²⁷⁾

5.3.2 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES O GRADOS BRIX

Fundamento

Este método se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos en el límite de separación de dos medios en los cuales es distinta la velocidad de propagación.⁽²⁵⁾

Procedimiento

Calibración del Refractómetro.

Se coloca una gota de agua destilada a 20°C en el visor del refractómetro. Mover el brazo giratorio del aparato hasta que el campo visual se divida en dos partes, una luminosa y otra oscura. La línea divisoria entre esas dos partes, se le conoce como "línea margen". Ajustar la línea margen hasta obtener una lectura de cero.

Determinación de los sólidos totales

Se coloca una gota de muestra de jugo de pimiento en el visor del refractómetro (la cual se obtuvo como se detalla en el inciso 5.1), y se observa la lectura a contraluz. Si la muestra no está a 20°C, se lleva a cabo una corrección de grados Brix dependiendo la temperatura. (Anexo IV).

5.3.3 DETERMINACIÓN DE pH

Fundamento

Se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra mediante un aparato medidor de pH (pHmetro). Mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de calomel o plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ion hidrógeno. ⁽³⁸⁾

Procedimiento

Calibración del pHmetro.

Para la limpieza de los electrodos, en este caso el electrodo combinado de vidrio y plata/cloruro de plata, lo primero que se realizó fue la sustitución del electrolito de cloruro de potasio, vaciando totalmente el cuerpo del electrodo, de la disolución vieja, enjuagando con agua destilada y volviendo a llenar con disolución de cloruro de potasio 2 M. ⁽²⁶⁾

La calibración del pHmetro se llevó a cabo con el uso de dos disoluciones reguladoras de pH 4 y 7, para lo cual, primero se sacó el electrodo de la disolución donde se encontraba, se lavó al chorro de agua destilada de un piseta y se secó con un paño limpio, sin frotar la pared del electrodo para no polarizarlo, se introdujo el electrodo combinado a la disolución reguladora de pH 4 y la aguja del equipo se llevó al pH adecuado con el botón correspondiente, se sacó de la disolución reguladora, se enjuagó, se secó y se introdujo a la disolución reguladora de pH 7, ajustando el pH, con el botón correspondiente. Hecho esto, se enjuagó perfectamente el electrodo y se procedió a lo siguiente.

Determinación del pH en jugo de pimienta

Se tomaron 50 mL de la muestra de jugo de pimienta, se colocaron en un vaso de precipitados de 100 mL, se introdujeron los electrodos, así como el sensor de temperatura, se tomó la lectura de ambos después de 30 segundos.

5.3.4 DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES POR EL MÉTODO DEL ÁCIDO 3,5 DINITRO-SALÍCILICO

Fundamento

En disolución alcalina el azúcar se enoliza produciendo un compuesto que reduce a un grupo nitro del DNS a un producto amino (Figura No. 5). Esta reacción da un producto colorido que se lee espectrofotométricamente. ^(15, 17)

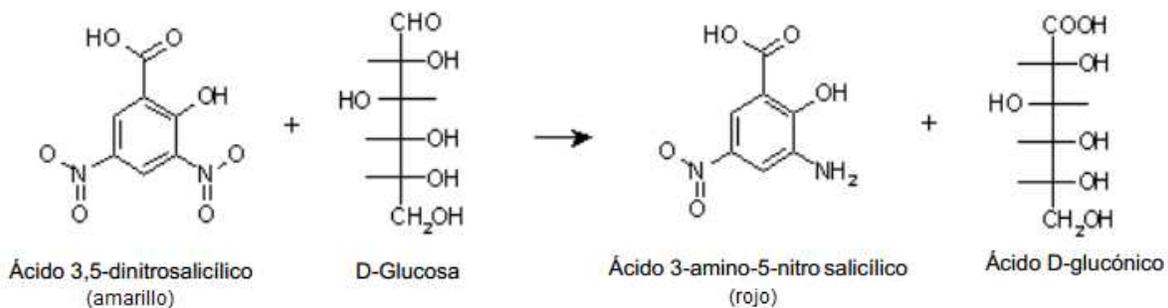


Figura No. 5. Reducción de la glucosa por presencia de ácido 3,5-dinitrosalicílico.

Procedimiento

Para la determinación de azúcares reductores, se tomó 1 mL de jugo de pimiento homogeneizado en un matraz de 10 mL, enseguida se realizan las diluciones necesarias para tener un resultado dentro de la curva patrón, finalmente se colocó 1 mL de la última dilución en un tubo de ensaye y se le adicionó 1 mL de reactivo de ácido 3,5-dinitrosalicílico, y se calentó por un periodo de 5 minutos en un baño de agua hirviendo y se dejó enfriar.

Se determinó la longitud de onda de trabajo, mediante la realización de una curva de absorción. (Anexo II, Gráfico No. 7)

Se leyó la absorbancia del color producido a la longitud de onda seleccionada frente a un blanco de reactivos tratados igual que la muestra, procurando la limpieza continúa de las celdas.

La concentración de azúcares reductores se determinó utilizando la ecuación de la gráfica de calibración de glucosa y tomando en cuenta las diluciones. (Anexo II, Gráfico No. 8)

5.3.5 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS SOLUBLES POR EL MÉTODO DE LOWRY

Fundamento

Este método se basa en la reducción del reactivo de Folin-Ciocalteu, que es una mezcla de ácidos fosfomolibdico y fosfotúngstico, por la oxidación de tirosina, triptófano, cisteína y cistina de las cadenas polipeptídicas.

El proceso de oxido-reducción se acompaña de la formación de un color azul característico. Quelatos de cobre en la estructura del péptido facilitan la transferencia de electrones de los grupos funcionales amino al cromógeno ácido ^(15, 16) como se muestra en la Figura No. 6.

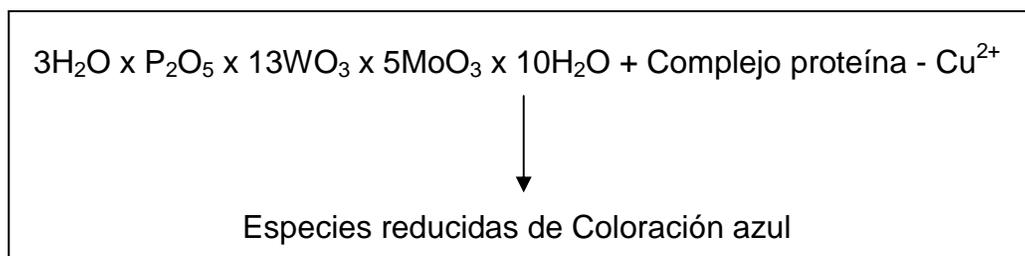


Figura No. 6. Reducción del reactivo Folin-Ciocalteu

Procedimiento

Para la determinación de proteínas solubles, se utilizó 1 mL de muestra de pimiento homogeneizado en un matraz aforado de 10 mL y se realizaron las diluciones necesarias para que el resultado estuviese dentro de la curva patrón; finalmente se tomó como alícuota 1 mL y se trasvasó a un tubo de ensayo de 15 mL, se adicionó 2.5 mL del reactivo C (Anexo I), exactamente después de 10 minutos se adicionó 0.3 mL del reactivo D (reactivo de Folin-Ciocalteu), agitando inmediatamente y dejando reposar por 30 minutos aproximadamente.

Posteriormente se determinó la longitud de onda de trabajo, mediante la realización de una curva de absorción. (Anexo II, Gráfico No. 9)

Finalmente se leyó la absorbancia del color producido a la longitud de onda seleccionada frente a un blanco de reactivos y agua, tratados igual que la muestra.

La concentración de proteína se determinó utilizando la ecuación de la gráfica de calibración con albúmina sérica bovina y tomando en cuenta las diluciones. (Anexo II, Gráfico No. 10)

5.3.6 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)

Fundamento

Este método se basa en la reducción del reactivo 2,6-diclorofenol-indofenol por acción del ácido ascórbico (Figura No. 7).

El reactivo de color azul se vierte sobre la disolución de ácido ascórbico hasta que un color rosado débil persista durante 15 segundos. ^(15, 32)

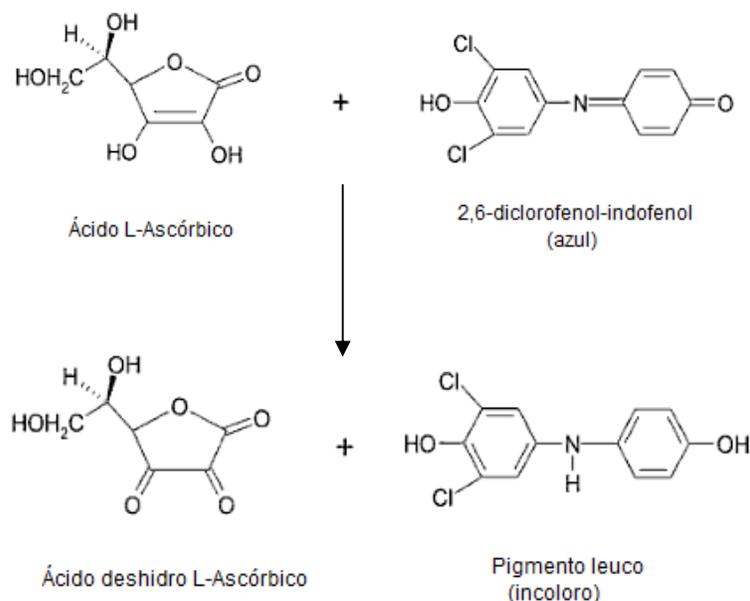


Figura No. 7. Reducción del reactivo 2,6-diclorofenol-indofenol por acción del ácido ascórbico

Procedimiento

Se tomaron 2 mL de jugo de pimiento homogeneizado y se mezclaron con 30 mL de ácido acético al 5 %, se llevaron a 100 mL con agua destilada, se tomaron 3 alícuotas de 5 mL cada una.

Cada alícuota, se colocó en un matraz Erlenmeyer y se tituló con la disolución valorada de diclorofenol-indofenol, hasta que el color rosado permaneció por lo menos 15 segundos.

Con el título de la disolución de diclorofenol-indofenol y el volumen gastado, se calculó el contenido de vitamina C.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la realización de este trabajo experimental, la obtención de los frutos utilizados se llevó a cabo en un establecimiento previamente visitado en el Mercado de la Merced, esto para tener la certeza de que los ejemplares fuesen de la variedad que se deseaba estudiar, que fuesen de buena calidad, cosechados en el mismo Estado de la República y para saber si se podría contar con muestras de estos durante los meses que duraría la realización del proyecto.

Los frutos utilizados fueron cuidadosamente elegidos, es decir, debían estar enteros y firmes; de aspecto limpio, fresco y sano, quedando excluidos de podredumbre, heridas, grietas, quemaduras y estar provistos de pedúnculo. Sin olvidar que el color debe ser uniforme en cada fruto para asegurar que el análisis respecto a su coloración sea puntual.

En cada una de las pruebas realizadas se obtuvieron dos parámetros estadísticos como son la desviación estándar (S) y el coeficiente de variación (CV).

El valor de la desviación estándar nos indica la dispersión de los datos de una prueba respecto a su media; y el valor del coeficiente de variación se utiliza para comparar la homogeneidad y reproducibilidad de la serie de datos; con la fórmula:

$$\% CV = (\sigma / \chi) 100$$

σ = desviación estándar

χ = promedio de las muestras

Hablando en relación a muestras vivas; el rango en que se encuentre este valor, puede catalogar la prueba como:⁽¹³⁾

- Muy buena - Menos del 10 %
- Aceptable - Del 10 % al 33 %
- Poco aceptable - Del 34 % al 50%
- Mala - Más del 50 %

En el acondicionamiento de las muestras, es necesario la obtención de cenizas, por medio de un secado previo el cual permitió la cuantificación de humedad; las cenizas debían obtenerse de color blanco o ligeramente grises porque de esta manera se obtienen muestras con la menor cantidad de materia orgánica, lo cual podría interferir en la determinación real de materia inorgánica en cada una de ellas.

6.1 Determinación de humedad en muestras de pimiento California.

Se utiliza tanto el peso del pimiento fresco, como el peso del mismo seco y por diferencia se logra obtener el contenido de humedad en 100 g de muestra.

Esto con el fin de poder compararlos con los resultados reportados por la USDA que reportan 92.02% para pimiento amarillo, 92.21% para pimiento rojo y 93.89% para pimiento verde. Tabla No. 1.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
Promedio	94.59	91.57	91.78	93.04
S	1.05	1.60	0.85	1.00
CV	1.11 %	1.75%	0.92%	1.08 %

Tabla No.1. Porcentaje de humedad del fruto de acuerdo a su coloración

El contenido de humedad dependiendo el color de pimiento es: 94.59% para pimiento verde, 91.57% para pimiento amarillo, 91.78% para pimiento anaranjado y 93.04% para pimiento rojo (Tabla No.1); en todos los casos el valor varía en menos de 1% con respecto a los valores de la USDA; por lo que concluimos que la diferencia entre ambas es despreciable.

Podemos suponer que la cantidad de agua contenida en el fruto es inversamente proporcional a la cantidad de nutrientes; de la siguiente manera de forma ascendente: verde, amarillo, anaranjado y rojo.

6.2 Obtención de cenizas en muestras de pimiento California

En el caso de la determinación de cenizas, se realizó la prueba una vez por cada pimiento; se utilizaron 14 frutos de cada color; esto debido a la alta dispersión de los datos.

Estas se calcularon en gramos por 100 g de pimiento, para así poder comparar con los resultados reportados por la USDA (United States Department of Agriculture) que reportan 0.3 g/100 g de pimiento verde. Tabla No. 2.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
Promedio	0.43	0.48	0.61	0.55
S	0.18	0.23	0.21	0.15
CV	42.10%	49.35%	34.16%	27.13%

Tabla No.2. Contenido de cenizas por 100 gramos de fruto de acuerdo a su coloración

Como se puede observar en la tabla No.2, el promedio del contenido de cenizas varía de acuerdo a su coloración, de la siguiente manera: 0.43 g / 100 g para pimiento verde, 0.48 g / 100 g para pimiento amarillo, 0.61 g / 100 g para pimiento anaranjado y 0.55g / 100 g para pimiento rojo; en todos los casos superan el valor reportado por la USDA (0.3 g/100 g de pimiento).

Por lo cual podemos decir que el contenido de cenizas depende del color del pimiento, de la siguiente manera: verde<amarillo<rojo<anaranjado.

Estos valores también nos dan una idea del contenido de materia inorgánica que posee cada color de pimiento analizado; esto, siguiendo la misma tendencia.

Con este análisis concluimos que los pimientos tipo California mexicanos, contienen más elementos inorgánicos que los cultivados en Estados Unidos; en una proporción que va desde los 43.4% - 103.3%, dependiendo de la coloración del mismo.

El CV para esta prueba comprende un intervalo de 27.13 – 49.35 % lo que se cataloga como una prueba poco confiable, pero suponemos esta variación se debe a la pérdida de elementos volátiles y las interacciones entre los componentes minerales y los crisoles; debido a las altas temperaturas. Entre los elementos que se pueden perder por volatilización As, B, Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, P, V y Zn.

6.3 Determinación de la conductividad eléctrica en muestras de pimiento California.

Se analizaron 5 pimientos de cada color, cada uno de ellos por triplicado, haciendo un total de 15 lecturas; para cada coloración de pimiento.

En la tabla No.3 se reporta la conductividad eléctrica expresada en mS (milisiemens), de las muestras de pimiento de acuerdo a su coloración.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
	mS	mS	mS	mS
Prom	4.20	5.07	6.94	6.29
S	0.38	0.59	0.35	0.23
CV	9.07%	11.78%	5.13%	3.75%

Tabla No.3. Conductividad de pimiento de acuerdo a su coloración.

En la determinación de la conductividad eléctrica no se cuenta con un parámetro teórico el cual nos sirva como referencia; sin embargo al determinarla, observamos en la tabla No.3 que los valores de conductividad oscilan entre los 4.2 y 6.9 mS, de la siguiente manera: 4.2 mS para pimiento verde, 5.0 mS para pimiento amarillo, 6.2 mS para pimiento rojo y por último 6.9 mS para pimiento anaranjado.

De igual manera, este parámetro presenta cierta tendencia dependiendo su coloración: verde<amarillo<rojo<anaranjado.

Esta prueba tiene la misma tendencia que la obtención de cenizas debido a que tanto la conductividad como las cenizas hacen referencia al contenido de materia inorgánica presente; y esta a su vez conduce la corriente eléctrica; además de suponer que la cantidad de iones disueltos en las muestras sigue esta misma tendencia; es decir, el pimiento verde sería el que contiene menor cantidad de iones a diferencia del pimiento anaranjado que tendría una concentración mayor.

6.4 Determinación de pH en muestras de pimiento California

Se analizaron 5 pimientos de cada color, cada uno de ellos por triplicado, haciendo un total de 15 lecturas; para cada coloración de pimiento.

En la tabla No.4 se reporta el pH de las muestras de pimiento de acuerdo a su coloración.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
	pH	pH	pH	pH
Prom	6.01	5.02	4.95	4.72
S	0.29	0.03	0.13	0.09
CV	4.92%	0.61%	2.66%	2.11%

Tabla No.4. pH de pimiento de acuerdo a su coloración.

Respecto a la determinación del pH se cuenta como referencia bibliográfica, un dato de 6.3 cuando el fruto está maduro.^(11, 20) (dato que es mayor a cualquiera de los resultados experimentales) y no se puntualiza dicho parámetro para cada coloración de fruto.

Dicho parámetro (Tabla No. 4), cubre un intervalo, que va desde 6.01 a 4.72; de la siguiente manera: para pimiento verde 6.01, para pimiento amarillo 5.02, para pimiento anaranjado 4.95 y para pimiento rojo 4.72.

Podemos deducir que el pH del pimiento presenta cierta tendencia: rojo<anaranjado<amarillo<verde; aunque es tan pequeña, que podríamos concluir que los cuatro colores del fruto son ligeramente ácidos (pH aproximado de 5-6).

6.5 Determinación de grados Brix en muestras de pimiento California

Se analizaron 5 pimientos de cada color y cada una de las muestras por triplicado, haciendo un total de 15 lecturas por color de pimiento.

En la tabla No.5, se reportan los grados Brix corregidos a 20°C, (Anexo IV), presentes en el fruto fresco, de acuerdo a su coloración.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
Promedio	5.05	5.56	8.03	7.77
S	0.35	0.64	0.30	0.35
CV	7.08%	11.68%	3.78%	4.60%

Tabla No. 5. Grados Brix del pimiento de acuerdo a su coloración, expresados a 20 °C

En la tabla No.5, observamos que este parámetro abarca un intervalo de 5.05 - 8.03, con la siguiente manera: 5.05 para pimiento verde, 5.56 para pimiento amarillo, 8.03 para pimiento anaranjado y 7.77 para pimiento rojo.

Estos datos presentan cierta tendencia: verde<amarillo<rojo<anaranjado, esto concordando con la referencia bibliográfica que indica que este parámetro es menor para pimiento verde (4.8) y mayor para pimiento rojo (6.5), sin mencionar los dos restantes.

Concluimos que esta tendencia que presenta el fruto en relación a los grados brix; se presenta de igual manera hablando de conductividad; ya que los sólidos disueltos son, en parte, iones que conducen la corriente eléctrica; por esto, ambos parámetros tiene una relación proporcional.

6.6 Determinación del contenido de sodio por flamometría en muestras de pimiento California.

Se analizaron 10 muestras por triplicado de cada coloración de pimiento; en primera instancia solubilizando las cenizas necesarias y siguiendo la metodología antes descrita.

Esta determinación se realizó la curva de calibración; en la cual se obtuvo un $r^2 = 0.9949$ y la ecuación de la recta fue: $y = 9.5857x + 2.2381$. (Anexo II, Gráfico No.1)

En la tabla No.6 se reporta la cantidad de sodio en mg presentes en 100 gramos de pimiento.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
Promedio	15.83	20.90	25.94	33.54
S	0.87	1.02	1.31	1.45
CV	5.53%	4.95%	5.07%	4.34%

Tabla No.6. Contenido de sodio mg /100 g de pimiento de acuerdo a su coloración.

Para pimiento verde se obtuvieron 15.8354 mg, para pimiento amarillo 20.7767 mg, para pimiento anaranjado 25.9494 mg y para pimiento rojo 33.5492 mg. Existe claramente una variación, la cual es: verde<amarillo<anaranjado<rojo.

En la literatura se menciona un valor teórico de 2 mg para pimiento amarillo, 3 mg para pimiento verde y 4 mg para pimiento rojo, esto en 100 g del fruto.

Claramente los valores experimentales están muy por encima de estos; lo que se debe tanto al lugar de plantación; el clima que predomina en esa parte del país, el agua utilizada para el riego y el tipo de fertilizantes.

Estos valores resultan esperados en cierta parte, debido al análisis anterior de la conductividad. El sodio es un ion que interviene en dicha medición, y entre más

cantidad contenga la muestra, más alta será la conductividad de ella; y viceversa. Por ello, la tendencia es la misma para ambas determinaciones: verde<amarillo<anaranjado<rojo.

6.7 Determinación del contenido de potasio mediante flamometría en muestras de pimiento California.

Se analizaron de igual manera, 10 muestras por triplicado para cada color de pimiento. Se llevó a cabo la solubilización de las cenizas y se siguió paso a paso la técnica descrita en la metodología.

Al realizar la curva de calibración se obtuvo la siguiente ecuación: $y = 9.8143x + 2.7619$ con un $r^2 = 0.9937$. (Anexo II, Gráfico No. 2)

En la tabla No.7 se reporta la cantidad de potasio en mg presentes en 100 gramos de pimiento.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
Promedio	775.91	796.34	836.46	1049.18
S	38.07	33.11	29.93	48.25
CV	4.91%	4.16%	3.58%	4.60%

Tabla No.7. Contenido de potasio mg /100 g de pimiento de acuerdo a su coloración.

Como se puede observar en la tabla No. 7, para potasio, se obtuvieron; para pimiento verde 775.9129 mg, para pimiento amarillo 796.3462 mg, para pimiento anaranjado 836.4616 mg y para pimiento rojo 1049.1839 mg.

Se observa claramente una variación entre coloraciones, de la siguiente manera: verde<amarillo<anaranjado<rojo.

En la literatura se menciona un valor teórico de 175 mg para pimiento verde, de 212 mg para pimiento amarillo y 211 mg para pimiento rojo; esto en 100 g de fruto.

De igual manera que con el sodio; los resultados de potasio experimentales, están muy por encima que los teóricos; en este caso básicamente por la composición del suelo, ya que cuando existe nitrógeno en el suelo de plantación, se desata un sinergismo entre estos dos elementos; por ello creemos que nuestro suelo tiene mayor cantidad de nitrógeno; lo que sustentaría los resultados tan superiores.

Además el potasio también es un ion, por lo cual influye en la determinación de conductividad; y esto se puede corroborar observando que tienen la misma tendencia las tres determinaciones (conductividad, sodio y potasio): verde<amarillo<anaranjado<rojo.

6.8 Determinación del contenido de hierro por espectrofotometría visible en muestras de pimiento California.

Se analizaron 10 muestras por triplicado, esto para cada color del fruto; haciendo un total de 30 lecturas por color de pimiento.

De igual manera se realizó la curva de calibración a una longitud de onda de $\lambda = 510$ nm (Anexo II, Gráfico No. 3), donde se obtuvo la siguiente ecuación de la recta: $y = 0.2007 x + 0.0133$ con un $r^2 = 0.9977$. (Anexo II, Gráfico No. 4)

En la tabla No. 8, se reportan los mg de Fe total presentes en 100 g de pimiento fresco.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
Promedio	0.15	0.11	0.13	0.14
S	0.02	0.01	0.01	0.03
CV	18.58%	16.37%	13.53%	23.93%

Tabla No.8. Contenido de hierro mg /100 g de pimiento, de acuerdo a su coloración.

Para pimiento verde se obtuvieron 0.1521 mg, para pimiento amarillo 0.1151 mg, para pimiento anaranjado 0.1310 mg y para pimiento rojo 0.1470 mg de Fe en 100 g de fruto.

Este parámetro presenta la variación siguiente: amarillo<anaranjado<rojo<verde; pero, y esta es menor a 0.04 mg entre coloraciones; por lo cual podemos decir que la diferencia en el contenido de Fe es mínima entre las muestras.

En la literatura se menciona un valor teórico de 0.34 mg para pimiento verde, 0.46 mg para pimiento amarillo y 0.43 mg para pimiento rojo; de igual manera, la diferencia entre estos valores es mínima.

La diferencia entre los resultados experimentales y teóricos creemos se deben a que el suelo donde crecieron nuestros frutos era demasiado alcalino; es decir con un pH mayor a 8; lo que provocaría una fijación de hierro al suelo por la formación de un hidróxido insoluble y por lo tanto una ineficaz absorción por parte de la raíz de la planta de pimiento.

6.9 Determinación del contenido de fosfatos por espectrofotometría visible en pimiento California.

Como en la anterior determinación, por cada color de fruto se analizaron 10 muestras por triplicado cada una; esto, para evitar una dispersión alta en los resultados.

Al realizar la curva de calibración a una longitud de onda $\lambda = 373 \text{ nm}$ (Anexo II, Gráfico No. 5), obtuvimos la ecuación de la recta: $y = 0.2007 x - 0.0337$ con un $r^2 = 0.9952$. (Anexo II, Gráfico No. 6),

En la tabla No. 9 se reportan los mg de fosfatos presentes en 100 gramos de pimiento.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
Promedio	709	1137	1329	978
S	43.06	101.88	57.11	32.70
CV	6.07 %	8.96 %	4.30%	3.34%

Tabla No. 9. Contenido de fosfatos mg / 100 g de pimiento, de acuerdo a su coloración.

Se obtuvieron; para pimiento verde 709.21 mg, para pimiento amarillo 1137.47 mg, para pimiento anaranjado 1329.77 mg y para pimiento rojo 978.57 mg.

Para fines de comparación se deben reportar los mg de fósforo total/100 g de pimiento. Para pimiento verde son 231.42 mg, para pimiento amarillo 371.17 mg, para pimiento anaranjado 433.77 mg y para pimiento rojo 319.32 mg.

Se observa que llevan cierta tendencia: verde<rojo<amarillo<anaranjado.

En la literatura se menciona un valor de 20 mg de fósforo para pimiento verde, 24 mg para amarillo y 26 mg para rojo; es decir, una variabilidad mínima entre ellas.

La diferencia entre valores experimentales y teóricos; se puede deber a las diferencias en la composición de los fertilizantes usados y la periodicidad de suministro; ya que los fertilizantes contienen principalmente nitrógeno, potasio y fósforo.

6.10 Determinación del contenido de azúcares reductores (glucosa) por el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico, en muestras de pimiento California.

Por la baja dispersión que presentaron los resultados de esta determinación; solo se analizaron 5 muestras por triplicado para cada color de fruto; es decir 15 datos por color.

Al realizar la curva de calibración a la longitud de onda $\lambda = 540$ nm (Anexo II, Gráfico No. 7), obtuvimos la ecuación de la recta: $y = 1.1183 x - 0.0545$ con un $r^2 = 0.9887$. (Anexo II, Gráfico No. 8),

En la tabla No.10 se reportan los gramos de glucosa presentes en 100 gramos de fruto.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
Promedio	1.81	3.61	3.35	3.09
S	0.08	0.22	0.20	0.08
CV	4.53 %	6.14 %	6.16 %	2.88 %

Tabla No.10. Contenido de glucosa g / 100 g de pimiento, de acuerdo a su coloración.

Para pimiento verde se obtuvieron 1.81 g de glucosa, para pimiento amarillo 3.61 g, para pimiento anaranjado 3.35 g y para pimiento rojo 3.09 g.

La tendencia de esta determinación es: verde<rojo<anaranjado<amarillo; aunque entre los últimos tres, la diferencia es mínima.

En la literatura se menciona 2.4 g de azúcares totales en jugo para pimiento verde y 4.2 g para pimiento rojo.

De principio los valores experimentales son menores que los de referencia; ya que se cuantificó solo glucosa no azúcares totales; recordando que el jugo del fruto presenta demás azúcares como: fructosa y sacarosa.

Las discrepancias mínimas entre tres de los cuatro tipos de muestras (rojo, anaranjado y amarillo); se pueden deber a la cantidad de luz solar captada por cada fruto; ya que esta es necesaria junto con el monóxido de carbono para que la planta lleve a cabo la fotosíntesis y pueda obtener tanto oxígeno como glucosa.

6.11 Determinación del contenido de proteínas solubles por el método de Lowry en pimiento California.

Se analizaron por triplicado 5 muestras de cada color; debido a que los datos presentaron una dispersión baja.

Cuando se realizó la curva de calibración a una longitud de onda $\lambda = 740$ nm (Anexo II, Gráfico No. 9); se obtuvo la ecuación de la recta: $y = 0.0025 x$, con un $r^2 = 0.9911$ (Anexo II, Gráfico No. 10).

En la tabla No. 11 se reportan los gramos de proteínas solubles presentes en 100 gramos de pimiento.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
Promedio	0.49	0.50	0.52	0.68
S	0.02	0.04	0.05	0.05
CV	5.76 %	9.68 %	9.88 %	7.31 %

Tabla No.11. Contenido de proteína soluble g / 100 g de pimiento, de acuerdo a su coloración.

Para pimiento verde se obtuvieron 0.49 g, para pimiento amarillo 0.50 g, para pimiento anaranjado 0.52 g y para pimiento rojo 0.68 g.

Se sigue una tendencia de acuerdo a la coloración del fruto: verde<amarillo<anaranjado<rojo.

La USDA menciona valores de: 0.86 g para pimiento verde, 1 g para pimiento amarillo y 0.99 g para pimiento rojo, en 100 g de fruto; diferencia mínima; por lo tanto despreciable; pero estos valores representan la cantidad de proteína total; no así, los resultados experimentales que se refieren solo a proteínas solubles; por lo tanto son menores que los teóricos.

Los datos experimentales se encuentran dentro de un intervalo que va de 0.49 g a 0.68 g; lo cual tal vez se deba a la cantidad de fertilizante usado; ya que el componente principal de este es el nitrógeno, el cual necesitan las plantas para poder formar los aminoácidos; además del carbono, oxígeno e hidrógeno que están disponibles en el aire y agua.

6.12 Determinación del contenido de ácido ascórbico por el método del 2,6-diclorofenol-indofenol en muestras de pimiento California.

Se realizaron por triplicado cada una de las 5 muestras analizadas de cada coloración de pimiento; ya que presentaron una dispersión baja.

Para la calibración del titulante (2,6-diclorofenol-indofenol) con ácido ascórbico se obtuvo: 20.6 mL de titulante para valorar 1 mg de Vitamina C. (Anexo II, Tabla No. 7)

En la tabla No.12 se reportan los mg de ácido ascórbico presentes en 100 g de pimiento.

	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
Promedio	36.70	97.56	170.86	177.62
S	4.38	10.45	20.48	13.92
CV	11.95 %	10.72 %	11.99 %	7.84 %

Tabla No.12. Contenido de ácido ascórbico (Vitamina C) mg / 100 g de pimiento, de acuerdo a su coloración.

Para pimiento verde se obtuvieron 36.70 mg, para pimiento amarillo 97.56 mg, para pimiento anaranjado 170.86 mg y para pimiento rojo 177.62 mg.

Presentando diferencias respecto a su coloración, así: verde<amarillo<anaranjado <rojo.

Los valores mencionados por la USDA son mayores para el caso de pimiento verde y amarillo, 80.40 mg y 183.5 mg respectivamente; no así en el caso de pimiento rojo que reporta 127.7 mg, esto en 100 g de fruto.

Las pequeñas diferencias existentes entre los pimientos anaranjados y rojos, puede ser consecuencia de la cantidad de glucosa que generan; ya que esta es la molécula de inicio para la síntesis de Vitamina C; la cual es extraída directamente del almidón. Y como ya se mencionó, la cantidad de glucosa que genera una planta está ligada directamente a la cantidad de luz solar a la que estuvo expuesta.

Como parámetro estadístico, se calculó en coeficiente de variación (CV) para cada color de muestras en todas las determinaciones:

Humedad, pH, Conductividad, Sodio, Potasio, Fósforo, Glucosa y Proteínas solubles – Menos del 10 %, Grados Brix – Menos del 12 %, Hierro – del 13 % al 23 % y Cenizas – del 27 % al 49 %. Y como nos indica el valor teórico al comienzo de este capítulo, todas las determinaciones (excepto cenizas) están catalogadas como aceptables; por lo que, los resultados obtenidos son confiables y pueden tomarse como referencia en próximos estudios.

En el caso de cenizas el CV se dispara, creemos por el tratamiento térmico que se dió a las muestras, el tiempo que se sometieron tanto a secado como a calcinación y los lapsos de tiempo para ambos procedimientos.

7. CONCLUSIONES

- Se logró plasmar de manera puntual la existencia de variaciones en los parámetros cuantificados respecto a la coloración del fruto; mediante una Tabla nutrimental para pimientos tipo California de origen mexicano en cuatro de sus colores.

NUTRIENTE	VERDE	AMARILLO	ANARANJADO	ROJO
Agua	94.59 g	91.57 g	91.78 g	93.04 g
Proteínas solubles jugo	0.49 g	0.50 g	0.52 g	0.70 g
Azúcares reduc. jugo (glucosa)	1.81 g	3.61 g	3.35 g	3.09 g
Hierro	0.15 mg	0.11 mg	0.13 mg	0.14 mg
Fosforo	231 mg	371 mg	433 mg	319 mg
Sodio	15 mg	20 mg	25 mg	33 mg
Potasio	775 mg	796 mg	836 mg	1049 mg
Conductividad jugo	4.20 mS	5.07 mS	6.94 mS	6.29 mS
Vitamina C jugo (ácido ascórbico)	36.70 mg	97.56 mg	170.8 mg	177.6 mg
Cenizas	0.43 g	0.48 g	0.61 g	0.55 g
pH jugo	5.61	5.02	4.95	4.72
Grados Brix jugo	5.05	5.56	8.03	7.77

Tabla No. 15. Tabla nutrimental de *Capsicum annum L.* tipo California de origen mexicano.

Puntualizamos que el coeficiente de variación (CV) de todas las determinaciones (excepción de cenizas) en los cuatro colores del pimiento, están consideradas

como aceptables, es decir, los resultados tiene una baja dispersión; por lo cual se pueden tomar como referencia en proyectos futuros.

- ☉ Cenizas totales: Presentan una tendencia: verde<amarillo<rojo<anaranjado; que va de 0.43 g a 0.61 g en 100 g de fruto; con lo cual se nos indica la cantidad de materia inorgánica que contiene cada color de fruto.

- ☉ Conductividad eléctrica: Se encuentra dentro de un intervalo entre 4.2 – 6.9 mS; presentando la siguiente variación dependiendo el color del pimiento: verde<amarillo<anaranjado<rojo; lo que nos indica que la conductividad de la solución es proporcional a la cantidad de iones en solución; y ambas determinaciones, tanto cenizas como conductividad son directamente proporcionales.

- ☉ pH: Los resultados de pH para cada una de las coloraciones oscilan de 4.7 a 6; es decir son productos ligeramente ácidos; como: frijoles (5.7 - 6.2), col (5.2 - 6), apio (5.7 - 6), lechuga (5.5 - 6) y zanahorias (4.9 - 5.2).

- ☉ Grados Brix: Oscilan de los 5.05 a 8.03 °Brix de la siguiente manera: verde<amarillo<rojo< anaranjado. Presenta relación con la conductividad; ya que los sólidos disueltos son, en parte, iones que conducen la corriente eléctrica; por lo cual, estos dos parámetros tienen una relación proporcional, al igual que con la determinación de cenizas.

- ☉ Determinación de sodio: Este parámetro aumenta de la siguiente manera: verde<amarillo<anaranjado<rojo, en un intervalo de 15.83 mg a 33.54 mg en 100 g de fruto. Estos valores son superiores en más de 10 veces

respecto a los del USDA; posiblemente por el lugar de plantación; el clima que predomina en el país, el agua utilizada para el riego y los fertilizantes.

Es un alimento bajo el sodio, ya que el consumo de 100 g en fresco aporta del 1.45 % al 3 % de la ingesta diaria recomendada dependiendo del color en el que sea consumido; por lo tanto, podemos sugerir su consumo en personas con problemas de hipertensión o que deben seguir una dieta baja en sodio; de principalmente de pimiento verde.

- ☉ Determinación de potasio: Se encuentran en un intervalo de 775 mg a 1049 mg en 100 g de pimiento, de acuerdo al siguiente orden: verde<amarillo<anaranjado<rojo, siendo el valor superior el reportado por la USDA en más de un 300%. Estas diferencias se pueden deben a la cantidad de nitrógeno en el suelo; ya que se sabe que existe un sinergismo entre estos dos elementos.

Es un alimento alto en potasio, ya que el consumo de 100 g en fresco aporta aproximadamente del 85 % al 100 % de la ingesta diaria recomendada dependiendo del color en el que sea consumido. Por su alto contenido de este elemento ayuda a prevenir calambres y mantener en buen nivel la presión arterial.

Tanto sodio como potasio intervienen en la medición de la conductividad, y entre más cantidad contenga la muestra, más alta será la conductividad de ella; y viceversa. Por ello, la tendencia es la misma para estas tres determinaciones: verde<amarillo<anaranjado<rojo

- ☉ Hierro: Este parámetro presenta diferencias mínimas entre las coloraciones del fruto: aproximadamente 0.13 mg en 100 g de pimiento; lo cual difiere del valor teórico de 0.34 – 0.46 mg en 100 g; probablemente porque el suelo en

que fueron cultivados tenía un pH mayor a 8; y con esto se promueve la formación de un hidróxido insoluble; haciendo imposible la absorción del hierro por la planta.

El consumo de 100 g en pimiento fresco aporta aproximadamente el 1.5 % de la ingesta diaria recomendada; por lo cual, es una fuente escasa de hierro.

- Ⓢ Fósforo: Existe una tendencia en el contenido de este elemento dependiendo del color del pimiento en el orden: verde<rojo<amarillo<anaranjado; en un intervalo de 231.42 mg a 433.77 mg en 100 g de fruto; valores que son mucho mayores que los reportados por el USDA, (20 -26 mg / 100 g de pimiento); esto puede ser debido principalmente al tipo de fertilizante utilizado y a la periodicidad con que se aplique.

Se puede considerar un alimento alto en fosforo, ya que el consumo de 100 g en fresco aporta del 88 % a más de 100 % de la ingesta diaria recomendada dependiendo del color del fruto en el que sea consumido. Hay que recordar que este elemento ayuda a producir ATP indispensable para el rendimiento físico; forma parte de varias enzimas y ayuda a oxigenar los tejidos.

- Ⓢ Azúcares reductores: La cantidad de glucosa en el jugo de los pimientos aumenta de la siguiente manera de acuerdo con el color: verde<amarillo<anaranjado<rojo; aunque en los últimos tres, la diferencia es mínima; (1.81 mg para pimiento verde y aproximadamente 3.1 – 3.6 mg para los demás colores); los cuales solo pueden ser comparados en proporción con los reportados por el USDA, de 2.40 g a 4.20 g / 100 g de fruto; ya que este parámetro se refiere a azúcares totales; sin embargo la pequeña diferencia

entre los valores experimentales se podría explicar por la cantidad de luz solar captada por cada fruto; la cual es necesaria para producir glucosa.

Parece ser un alimento bajo en azúcares (recordando que solo se cuantificó glucosa) ya que aporta entre 12 – 16 kcal / 100 g de pimiento, dependiendo del color del fruto en el que sea consumido; es decir, aporta menos del 1 % de la ingesta diaria recomendada de energía. (Basada en una dieta de 2000 Kcal).

- Ⓢ Proteínas solubles: Existe una ligera variación entre los colores, pero es tan baja que podemos concluir que el pimiento contiene 0.5 g de proteínas solubles en 100 g, independientemente del color del mismo; lo cual difiere con el valor del USDA de 0.86 – 1 g / 100 g de fruto ya que este dato reporta proteínas totales (Kjeldahl). Las diferencias entre los datos experimentales pueden deberse al fertilizante, ya que su principal componente es el nitrógeno, necesario para la formación de aminoácidos.

El aporte de proteínas es bajo (recordando que se trata de proteína soluble) aproximadamente 1 % de la ingesta diaria recomendada de proteínas totales para un adulto.

- Ⓢ Ácido ascórbico: Los pimientos presentan la siguiente tendencia de acuerdo con su color: verde < amarillo < anaranjado < rojo, en un intervalo de 41 mg a 178 mg en 100 g de fruto; en contraste con el intervalo reportado por la USDA, 80.40 mg a 183.5 mg; lo cual tiene que ver con la producción de glucosa en la planta, ya que es la materia prima para la formación de esta vitamina.

Se puede considerar un alimento rico en ácido ascórbico, ya que el consumo de 100 g de pimiento aporta entre 60 % o mucho más del 100 % de la ingesta diaria recomendada de esta vitamina; además de superar a los cítricos que aportan entre 40 – 80 mg / 100 g; actuando como un

poderoso antioxidante y formando parte de la síntesis del colágeno, para mantener la estructura de tendones y ligamentos.

8. BIBLIOGRAFIA.

1. Alvarado M., Cabrera L. *Determinación del tiempo de vida útil en los pimientos California verdes frescos, en bandejas plásticas empacados con papel film*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Programa de Tecnología de Alimentos. Ecuador. 2010.
2. Bravo M. M. I.; *“Liofilización a presión atmosférica y a vacío de pimientos verdes Capsicum annum L.”*; Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 2009.
3. Cruces Carbajal R.; *Lo que México aportó al mundo*”; Editorial Lectorum, pp. 42-44, México. 2006.
4. Cruz Huerta N.; Castillo Mendoza M. C.; Ortiz Cereceres J; Sánchez del Castillo F.; *“Biomasa e índices fisiológicos en Chile Morrón cultivado en altas densidades”*; Revista Fitotecnia Mexicana, julio-septiembre, año/vol. 28, número 003. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México; pp. 287-293. 2005.
5. Eshbaugh H.; *“Genetic and systematic studies of chili peppers (Capsicum-Solanaceae)”*; Bulletin of the Torrey Botanical Club. 1022. pp 396-403. 1976.
6. Ezziyyani Mohammed; *“El cultivo de pimiento (Capsicum annum) en la región de Murcia y los efectos nocivos del uso de bromuro de metilo (II)”*; Facultad de Biología, Departamento de Fisiología Vegetal, Universidad de Murcia. 2008.

7. Flores Duarte N.; *“Extracción de colorantes y oleorresinas de 2 variedades de Capsicum annum L. (chile Catarina y chile Costeño)”*; Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. 2009.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). Estadísticas de producción, exportación e importación. faostat.fao.org Última revisión 12/10/12.
9. Franco Vega T. A.; *“Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de Capsicum comercial en bacterias Gram positivas, Gram negativas y levaduras”*; Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 2008.
10. González A.; *“El príncipe de los Botánicos, Linneo”*; Colección Científicos para la Historia. Ediciones Nivola libros. España. 2001.
11. Guzmán, O. J. Limón, V. F.; *“Producción de chile morrón (Capsicum annum L.) en la zona oriente del valle de México bajo invernadero-hidroponía”*. 94p. Tesis de licenciatura. UACH. Chapingo, México. 2000.
12. Hernández-Fuentes A. D; Campos, R.; Pinedo-Espinoza, J. M. *“Comportamiento pos-cosecha de pimiento morrón (Capsicum annum L.) var. california por efecto de la fertilización química y aplicación de lombrihumus. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 11, núm. 1, 2010, pp. 82-91. Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.*
13. Infante G., Said Z.; *“Métodos Estadísticos. Un enfoque Interdisciplinario;* Editorial Trillas; 2da. Reimpresión; México 1990.

14. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. *"Ingesta diaria recomendada (IDR)"*. www.innsz.mx Última revisión 02/10/12.
15. Iturbe F. A., Sandoval B. J., Calderón H. E., García I., Guzmán S., Méndez I. A., Miranda I., Sánchez B., Rocha D, i.; *"Análisis de alimentos, fundamentos y técnicas"*. Laboratorio de Alimentos I. Departamento de Alimentos y Biotecnología. Universidad Autónoma de México, Facultad de Química, UNAM. 2007-2008.
16. Kirk R. S., Sawyer R; Egan, H. *Composición y análisis de alimentos de Pearson*, segunda edición; Compañía editorial continental SA de CV, México, 1996.
17. Lehninger D., Cox M.; *"Principios de bioquímica"*; 4ta. edición. Editorial McGraw Hill. 1995.
18. Long-Solís J.; *"Capsicum y Cultura: La historia del Chili"*. Fondo de Cultura Económica. 2da. Edición. México. 1998.
19. Macua J. I.; Lahoz I.; Calvillo S., Orcaray L.; *"Pimientos California y Lamuyo". Variedades y Colores. Campaña 2009*. Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITGA); Navarra, España. Enero - Febrero 2010.
20. Macua J. I; Lahoz I., Díaz E., Rogríguez J. J., Betelu F.; *"Pimiento California. Campaña 2005"*. Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITGA); Navarra, España. Enero - Febrero 2006.
21. Mayra Alvarado J.; Lorena Cabrera V. *"Determinación del tiempo de vida útil en los pimientos california verdes fresco en bandejas plásticas empacados con papel film"*; Escuela superior politécnica del Litoral; Guayaquil-Ecuador. 2010.

22. Merck Sharp & Dohme de España (MSD). www.msd.es Última revisión 27/08/12.
23. Montiel Espinoza L.; “*Caracterización termoluminiscente e influencia de dosis altas en pimiento rojo (Capsicum annum L.) irradiado*”; Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. 2008.
24. Namesny V. A.; Compendios de Horticultura. “*Pimientos 2da. Edición (actualizada)*”; Ediciones de Horticultura. S. L. 2006.
25. NMX-F-103-1982. Alimentos. Frutas y derivados. determinación de grados brix. foods. Fruits and derivatives. Determination of Degrees Brix. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
26. NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Determination of pH in foods. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
27. NMX-F-531-1992. Alimentos. Determinación de conductividad en agua. Método de prueba. Foods. Determination of conductivity in water. Test method. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
28. Nuéz V. F.; Gil O. J.; Costa G.; “*El cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes*”; Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España; pp. 607, 1996.
29. Perry L., Dickau R., Zarrillo S., Holst I., Pearsall D., Piperno D., Berman M. J., Cooke R., Rademaker A., Raymond S., Sandweiss D.; “*Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (Capsicum spp. L.) in the Americas*”; Science. 315. pp 986-988. 2007.
30. Residuos Sólidos Municipales - Determinación de Fósforo Total. Environmental Protection-Soil Contamination-Municipal Solid Residues-Determination of Total Phosphorus. 2011.

31. Rueda-Puente E., Ortega Clavero J., Tarazón Herrera M., Murillo Amador B.; García Hernández J. L., Beltrán Morales F.; “*Agricultura Orgánica. Tercera Parte*. Capítulo XIII. Estimulación del crecimiento en *Capsicum annum* L. inoculadas con *Azospirillum halopraeferens*”. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo y CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología); Octubre 2010.
32. Siller-Cepeda J., Báez-Sañudo M., García R.; “*Carotenoides, ácido ascórbico y otros nutrimentos en chiles morrones rojos, amarillos y anaranjados producidos en invernadero*”. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Sinaloa México. Second World pepper Convention. 2005.
33. Skoog, D. A.; West D. M., Holler F. J.; “*Fundamentos de química analítica*”, 4ta. edición. Editorial McGraw Hill. Pag. 173-267, 1994.
34. Smith P. y Heiser B. Jr.; “*Taxonomic and genetic studies on the cultivated peppers, Capsicum annum L. and Capsicum Frutescens*”; American Journal of Botany. 38. pp 362-368. 1951.
35. Underwood A. L., Day R. A.; “*Química Analítica Cuantitativa*”; 5ta edición. Ediciones Prentice Hall Hispanoamericana. Pag. 392-401, 470-482, 542-548. 1991.
36. United States Department of Agriculture (USDA). Tablas nutrimentales. www.usda.gov Última revisión 22/09/12.
37. Valadéz, L. A.; “*Producción de Hortalizas*”, Noriega Editores, Grupo editorial Limusa, pag. 19-40, 185-190, 1994.
38. Willard H. H., Merritt L., Dean J.; “*Métodos Instrumentales de Análisis*”; Grupo editorial Iberoamérica; 1991.

ANEXO I

Material, Equipo, Reactivos

Preparación de Disoluciones

MATERIAL.

- Vasos de precipitados de 500, 250, 100, 50 y 10 mL
- Recipientes de plástico con tapa de 50 g
- Recipientes de vidrio con tapa de 250 mL
- Etiquetas blancas
- Cuchillo y plato de plástico
- Crisoles de porcelana
- Mortero con pistilo
- Espátula
- Navetas de vidrio
- Paño limpio
- Pipetas Pasteur
- Propipeta
- Agitador electromagnético
- Papel filtro de poro grueso
- Embudos
- Piseta
- Pipetas volumétricas 1 y 5 mL
- Pipetas graduadas de 1, 5, y 10 mL
- Micropipetas de 1000 y 200 μ L
- Puntas para micropipetas de 1000 y 200 μ L
- Matraz aforado de 1000, 500, 250, 50, 25 y 10 mL
- Matraz Erlenmeyer de 125 mL
- Tubos de ensayo con capacidad de 15 mL
- Probeta de 50 mL
- Bureta de 25 mL
- Celdas de cuarzo de 1 cm de paso óptico

Equipo

- Estufa. Marca Felisa. Modelo 293A. Temperatura máxima 300°C
- Mufla. Marca Hevi-Duty. No. 051-PT. Temperatura máxima 1850°F
- Desecador de vidrio con CuSO_4 como indicador de humedad.
- Balanza Analítica. Marca Santorius BP210S. Peso máximo 210 g. Sensibilidad 0.1 mg
- Refractómetro. Hand Refractometer ATAGo, N-1e.
- Conductímetro. Marca Conductronic pH120. Electrodo de plata/cloruro de plata. Marca Corning G-P Combo w/RJ Cat. No. 476086.
- Potenciómetro. Marca Conductronic pH120. Electrodo de plata/cloruro de plata.. Marca Corning G-P Combo w/RJ Cat. No. 476086.
- Parrilla eléctrica. Marca Corning Stirrer/Hot Plate.
- Flamómetro. Marca Jenway. Modelo PFP7
- Espectrofotómetro UV-VIS. Marca Cole-Palmer. Modelo 2800

Reactivos

- Agua desionizada
- Agua destilada
- Jugo de pimiento en sus cuatro estados de maduración
- Cloruro de potasio
- Disolución estándar de pH 4. Marca Merck
- Disolución estándar de pH 7. Marca Merck
- Cloruro de sodio
- Cloruro de potasio
- Clorhidrato de hidroxilamina
- Clorhidrato de 1,10-fenantrolina
- HCl concentrado
- H₂SO₄ concentrado
- HNO₃ concentrado
- Ácido acético concentrado
- Acetato de sodio
- Hierro metálico
- Fosfato diácido de potasio
- Vanadato de amonio
- Molibdato de amonio
- NaOH en hojuelas
- Ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS)
- Fenol
- Metasulfito de sodio
- Tartrato de sodio y potasio
- Carbonato de sodio
- Sulfato de cobre
- Reactivo de Folin-Ciocalteu
- 2,6-diclorofenol-indofenol
- Bicarbonato de sodio
- Albúmina bovina sérica
- Glucosa grado analítico
- Ácido ascórbico anhidro

PREPARACIÓN DE DISOLUCIONES

- Disolución de cloruro de potasio 0.1 N. Pesar 7.450 g de KCl y disolver en un matraz aforado de 1 L, llevar a la marca con agua desionizada.
- Disolución de cloruro de potasio 2 M. Pesar 14.9 g de KCl en un matraz aforado de 500 mL y llevar a la marca con agua desionizada.
- Disolución estándar de cloruro de sodio a 1000 ppm. Se pesaron 393.83 mg de NaCl, secados en estufa a 95°C durante una hora, previamente, y se colocaron en matraz aforado de 1L, llevando a la marca con agua destilada.
- Disolución estándar de cloruro de potasio a 1000 ppm. Se pesó 524.19 mg de KCl, secados en estufa a 95°C durante una hora, previamente, y se aforó a 1L.
- Disolución estándar de hierro, de concentración 10 ppm. Se pesaron 10 mg de hierro metálico y se colocaron en un crisol de porcelana con 1 mL de HCl concentrado y se somete a evaporación en una parrilla eléctrica hasta sequedad; se repitió la operación añadiendo 1mL más de dicho ácido.

La disolución de hierro se trasvasa a un matraz aforado de 100 mL y se lleva al aforo con agua destilada. Se toma una alícuota de 5 mL de la disolución anterior y se colocan en un matraz aforado de 50 mL, se aforo con agua destilada.

- Disolución de clorhidrato de hidroxilamina al 10%. Se disolvieron 10 g de la sal en agua destilada y se llevó a un volumen de 100 mL

- Disolución reguladora de acetatos de pH 4.8. Se disolvieron 4.5674 g de acetato de sodio anhidro, se adicionaron 2.64 mL de ácido acético y se aforó a 1L con agua destilada.
- Disolución de orto-fenantrolina al 1%. Utilizando un matraz aforado de 100 mL se disolvieron 1.0 g de o-fenantrolina en 50 mL de agua destilada, calentando un poco la disolución; se permitió el enfriamiento y se aforó a 100 mL con agua destilada.
- Disolución de vanadomolibdato de amonio. Se disolvieron 1 g de meta-vanadato de amonio en aproximadamente 300 mL de agua destilada a una temperatura de 80-90°C y 200 mL de HNO₃ al 71% y se deja enfriar. Por otro lado se preparó la disolución de molibdato de amonio tetrahidratado; pesando 40 g de molibdato de amonio en 400 mL de agua destilada. Por último se incorporaron ambas disoluciones en un matraz de 1 L y se llevó a la marca con agua destilada.
- Disolución de ácido sulfúrico al 0.1%. Se añadieron 102 µL de H₂SO₄ concentrado (98%) en un matraz de 100 mL y se lleva a la marca de aforo con agua destilada.
- Disolución patrón de fósforo 0.01 M. Se disolvieron 0.068 g de fosfato diácido de potasio (KH₂PO₄) en un matraz aforado de 50 mL, y se llevó a la marca de aforo con una disolución de H₂SO₄ 0.1%.
- Disolución de ácido 3,5 dinitro-salícilico. Se pesó 1 g de NaOH y se disolvió en 20 mL de agua, agitando constantemente. Aparte, se pesó 1 g de ácido 3,5-dinitrosalicílico . Ya disuelto, se agregó a la disolución de hidróxido de sodio, y se continuó con la agitación (la disolución pasa de color amarillo a uno naranja), se adicionó 0.2 g de fenol, 0.05 g de metasulfito de sodio, 10 g de sal Roche (tartrato de sodio y potasio). Disueltos todos los reactivos, se llevó la disolución a la marca de 100 mL con agua destilada.

- Disolución patrón de azúcares reductores. Se pesaron 500 mg de glucosa (grado analítico) y se aforó a 100 mL con agua destilada.
- Disolución A: Na_2CO_3 al 2% (p/v) en NaOH al 0.1N. Se pesaron 5 g de Na_2CO_3 y se colocaron en matraz aforado de 250 mL, llevándose a la marca con NaOH al 0.1 N; la cual se preparó pesando 1 g de NaOH en hojuelas en un matraz aforado de 250 mL y llevándose a la marca con agua destilada.
- Disolución B: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al 0.5% (p/v) en tartrato de sodio potasio al 1% (p/v). Se pesó 0.5 g CuSO_4 en un matraz de 100 mL, llevándose al aforo con una disolución de tartrato de sodio potasio al 1%; la cual se preparó pesando 1g de la sal, la cual se colocó en un matraz de 100 mL y llevándose al aforo con agua destilada.
- Disolución C: Reactivo de formación compleja: A+B; 50:2 (se preparaba justo antes de utilizarse).
- Disolución del reactivo de Folin-Ciocalteu: Se preparó en proporción 1:1, tomando 20 mL del reactivo y 20 mL de agua destilada, se agita perfectamente y se trasvasa e un frasco color ámbar.
- Disolución patrón de albúmina sérica bovina ($300 \mu\text{g mL}^{-1}$). Se pesó 15 mg de proteína (grado analítico) y se aforó a 50 mL con agua destilada.
- Disolución de ácido acético al 5 %. En un matraz aforado de 1 L se colocaron 100 mL de agua destilada, se agregaron 50.2 mL de ácido acético y se llevó a la marca con agua destilada.

- Disolución de 2,6 diclorofenol-indofenol. Se pesaron 50 mg de 2,6-diclorofenol-indofenol y 25 mg de bicarbonato de sodio, se disolvieron, llevándose a la marca con agua destilada a 500 mL.

Se valoró esta disolución, colocando 1 mL de disolución estándar de vitamina C con 9 mL de ácido acético al 5%, en un matraz Erlenmeyer y se tituló con la disolución de 2,6 diclorofenol-indofenol, hasta que el color rosado persistió por lo menos 10 segundos.

- Disolución estándar de vitamina C. Se pesaron con suma exactitud 100 mg de ácido ascórbico anhidro y se colocaron en un matraz volumétrico de 100 mL, llevándose al aforo con ácido acético al 5 %. La concentración de la disolución de vitamina C es de 1 mg mL^{-1} .

Se tomó 1 mL de dicha disolución y se le agregaron 9 mL de ácido acético al 5 %, se mezcló perfectamente y se valoró con 2,6-diclorofenol indofenol. Los mililitros resultantes corresponden al título equivalente a 1 mg mL^{-1} de ácido ascórbico.

Cada mL de 2,6 diclorofenol-indofenol, equivale a 1 mg de vitamina C.

ANEXO II

Espectros de absorción

Curvas de calibración

- DETERMINACIÓN DE SODIO

Preparación de la gráfica de calibración

Se colocaron en matraces aforados de 100 mL, las cantidades de la disolución estándar de cloruro de sodio de concentración 1000 ppm, y se llevaron a la marca con agua desionizada. La preparación de la misma se presenta en la Tabla No.1.

Volumen de disolución estándar (μL)	Concentración de sodio (ppm)	Volumen final (mL)	% de Emisión
000	0	100	00
200	2	100	24
400	4	100	42
600	6	100	60
800	8	100	75
1000	10	100	100

Tabla No.1. Preparación de la serie estándar para la obtención de la gráfica de calibración de sodio

En el gráfico No.1, se muestra la curva de calibración de sodio, en un intervalo de concentración de 0 a 10 ppm.

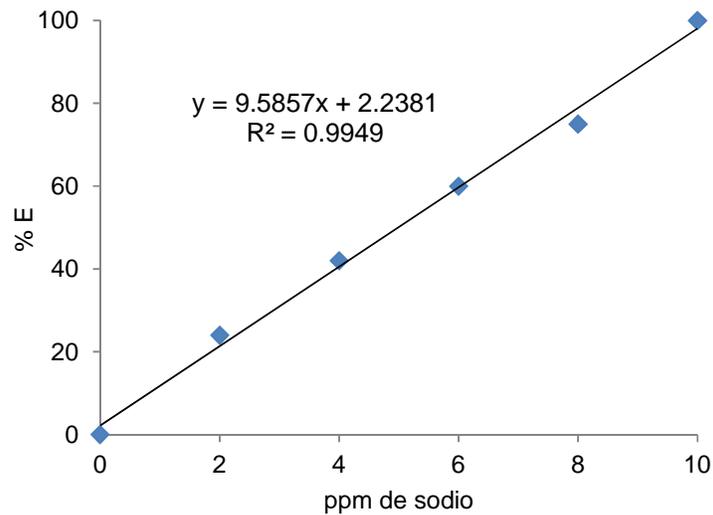


Gráfico No.1 Curva de calibración para sodio en el flamómetro con un filtro de 589 nm.

▪ DETERMINACIÓN DE POTASIO

Preparación de la gráfica de calibración

Se colocaron en matraces aforados de 100 mL, las cantidades necesarias de la disolución estándar de cloruro de potasio de concentración 1000 ppm, y se llevaron a la marca con agua desionizada. La preparación de la esta se presenta en la tabla No.2.

Volumen de disolución estándar (μL)	Concentración de potasio (ppm)	Volumen final (mL)	% de Emisión
0	0	100	00
200	2	100	26
400	4	100	44
600	6	100	60
800	8	100	78
1000	10	100	100

Tabla No.2. Preparación de la serie estándar para la obtención de la gráfica de calibración de potasio.

En el gráfico No.2, se muestra la curva de calibración de potasio, en un intervalo de concentración de 0 a 10 ppm.

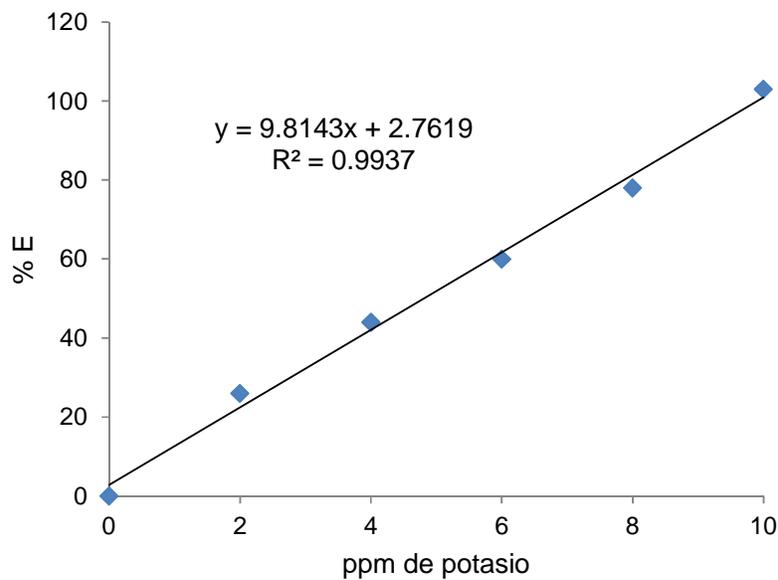


Gráfico No.2 Curva de calibración para potasio en el flamómetro con un filtro de 404 nm.

▪ DETERMINACIÓN DE HIERRO

Se colocaron en matraces aforados de 10 mL, las cantidades de la disolución estándar de hierro³⁺, de concentración 10 ppm, se adicionaron 1 mL de la disolución de hidroxilamina al 10 %, 2 mL de la disolución amortiguadora de acetatos de pH 4.8 y por último 1 mL de la disolución de orto-fenantrolina al 1 %, y se llevaron a la marca con agua destilada. Después de dejar en reposo entre 10 y 15 minutos, se realizó la lectura de la absorbancia en un espectrofotómetro visible a la longitud de onda de 510 nm, utilizando celdas de cuarzo de 1 cm de paso óptico.

La preparación de la serie estándar se presenta en la Tabla No.3.

Disolución estándar de Fe (III), 10ppm (mL)	Disolución de o-fenantrolina al 1% (mL)	Disolución reguladora de acetatos de pH=4.8 (mL)	Disolución de clorhidrato de hidroxilamina al 10% (mL)	Concentración de Fe (II) (ppm)
0	1	2	1	0
1	1	2	1	1
2	1	2	1	2
3	1	2	1	3
4	1	2	1	4
5	1	2	1	5

Tabla No.3. Preparación de la serie estándar para la obtención de la gráfica de calibración de Fe (II) por el método de o-fenantrolina.

En el gráfico No. 3 se presenta la curva de absorción realizada al complejo ferroína, para la obtención de la longitud de onda de máxima absorción, la cual fue de 510 nm.

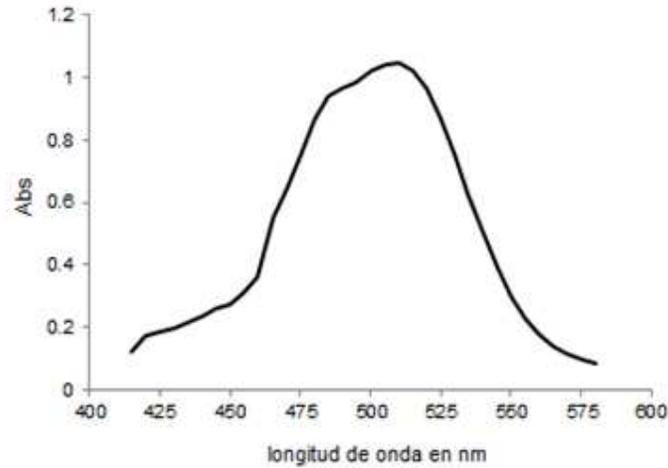


Grafico No.3. Curva de absorción del complejo ferroína

En el gráfico No.4, se muestra la curva de calibración del complejo ferroína, en un intervalo de concentración de 0 a 5 ppm.

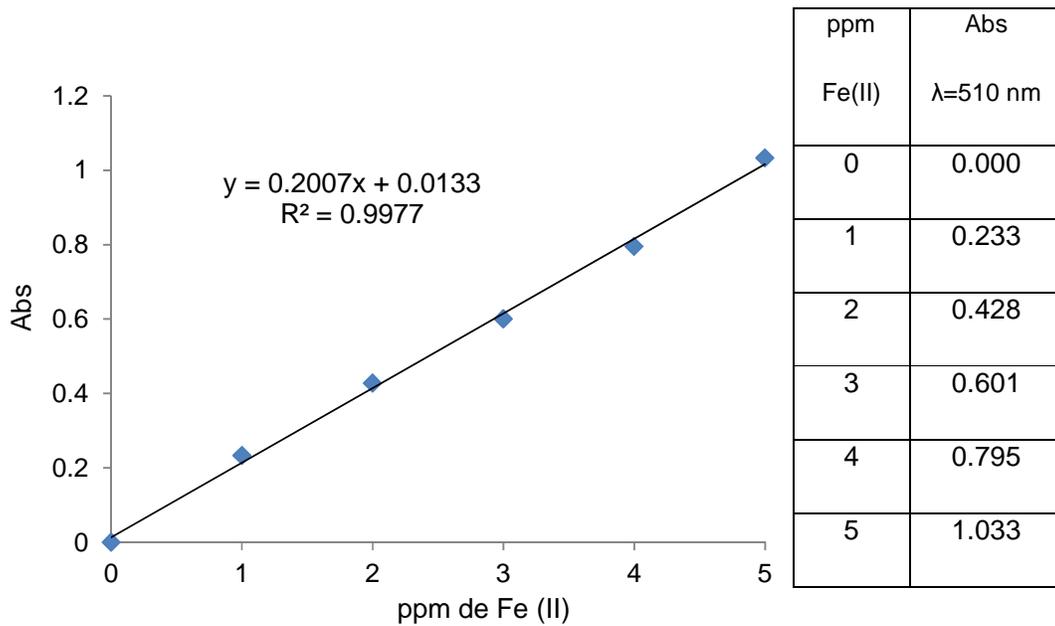


Grafico No.4. Curva de calibración para el complejo de ferroína.

▪ DETERMINACIÓN DE FOSFATOS

Preparación de la gráfica de calibración.

Se colocaron en matraces aforados de 10 mL, las cantidades de la disolución estándar de KH_2PO_4 de concentración 0.01 M, se adicionaron 2.5 mL de disolución de vanado-molibdato de amonio y se llevaron a la marca con agua destilada. Después de dejar en reposo las disoluciones durante 10 minutos, se realizó la lectura de la absorbancia en un espectrofotómetro visible a la longitud de onda de 375 nm utilizando celdas de cuarzo de 1 cm de paso óptico.

La preparación de la misma se presenta en la Tabla No.4.

Disolución estándar de KH_2PO_4 , 0.01 M (mL)	Disolución vanadomolibdica (mL)	Concentración de fosfatos (ppm)	Absorbancia
0	2.5	0	0.000
0.845	2.5	115	0.209
1.691	2.5	230	0.445
2.536	2.5	345	0.660
3.382	2.5	460	0.965
4.227	2.5	575	1.240

Tabla No.4. Preparación de la serie estándar para la obtención de la gráfica de calibración de fosfatos

En el gráfico No.5 se presenta la curva de absorción realizada al complejo fosfo-vanadomolibdato de amonio, para identificar la longitud de onda de máxima absorción, la cual fue de 375 nm.

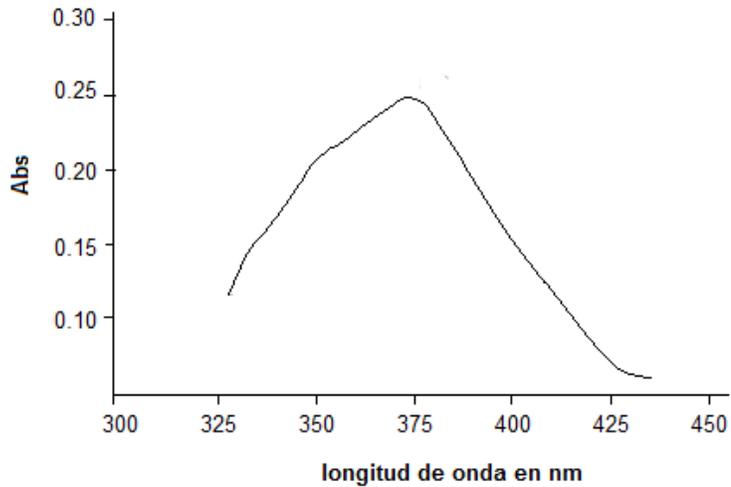


Grafico No.5. Curva de absorción del complejo fosfo-vanadomolibdato de amonio

En el gráfico No.6 se muestra la curva de calibración del complejo, en un intervalo de concentración de 0 a 575 ppm.

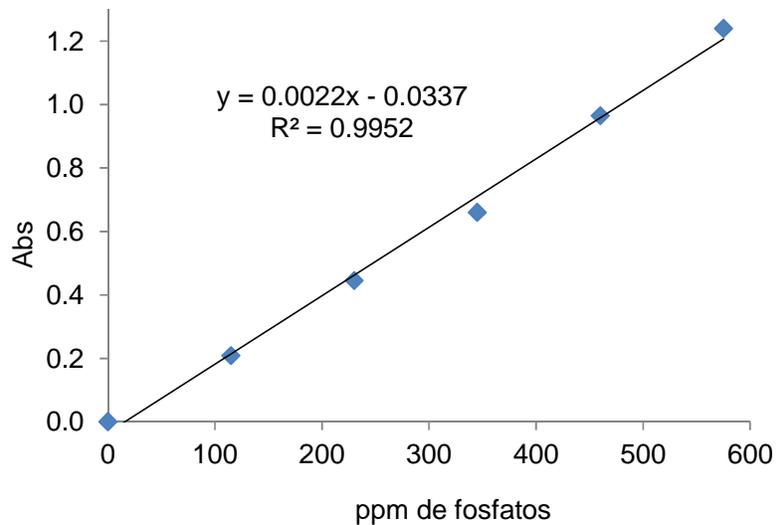


Grafico No.6. Curva de calibración de fosfatos para el método del fosfo-vanadomolibdato de amonio.

- DETERMINACIÓN DE AZUCARES REDUCTORES (glucosa)

Preparación de la gráfica de calibración.

Se colocaron en tubos de ensayo de 15 mL, las cantidades de la disolución estándar de glucosa grado analítico de concentración 5 mgmL^{-1} .

Después de calentar cada tubo por un periodo de 5 minutos, en un baño de agua hirviendo y dejar enfriar, se realizó la lectura de la absorbancia en un espectrofotómetro visible a la longitud de onda de 540 nm utilizando celdas de cuarzo de 1 cm de paso óptico.

La preparación de la misma se presenta en la Tabla No.5.

Disolución estándar de glucosa, 5 mg mL^{-1} (mL)	Disolución de DNS (mL)	Concentración de glucosa (mgmL^{-1})	Absorbancia $\lambda= 375 \text{ nm}$
0	1	0	0.000
0.4	1	0.2	0.162
0.8	1	0.4	0.341
1.2	1	0.6	0.572
1.6	1	0.8	0.841
2.0	1	1.0	1.112

Tabla No.5. Preparación de la serie estándar para la obtención de la gráfica de calibración de glucosa.

En el gráfico No.7 se presenta la curva de absorción realizada a una disolución de ácido 3,5 dinitro-salícilico reducida por la presencia de azúcares reductores, para la obtención de la longitud de onda de máxima absorción, la cual fue de 540 nm.

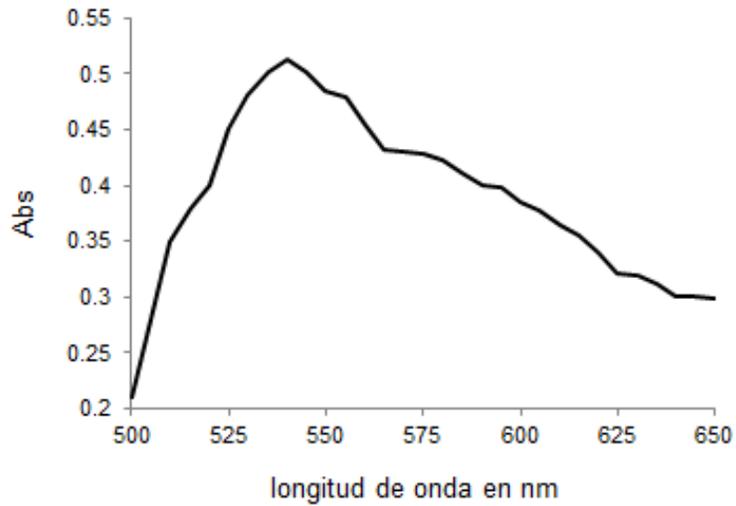


Grafico No.7. Curva de absorción de la disolución reducida de ácido 3,5 dinitro-salícilico.

En el gráfico No.8 se muestra la curva de calibración de glucosa, en un intervalo de concentración de 0 a 1 mgmL⁻¹.

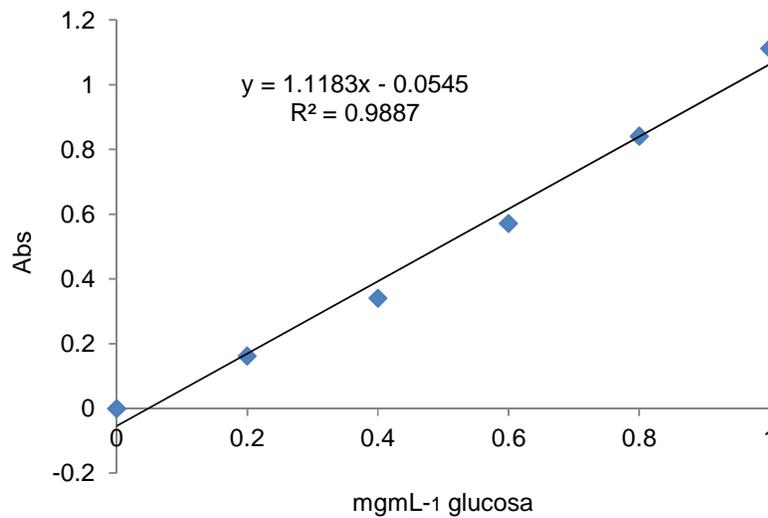


Grafico No.8. Curva de calibración de glucosa por el método de ácido 3,5 dinitro-salícilico.

- DETERMINACIÓN DE PROTEINAS SOLUBLES

Preparación de la gráfica de calibración.

Se colocaron en matraces aforados de 10 mL, las cantidades de la disolución estándar de albúmina bovina sérica de concentración $300 \mu\text{g mL}^{-1}$, y se llevaron a la marca con agua destilada.

Después de realizar la adición de reactivos como indica la técnica y dejar reposar las disoluciones por 30 minutos aproximadamente, se realizó la lectura de la absorbancia en un espectrofotómetro visible a la longitud de onda de 740 nm utilizando celdas de cuarzo de 1 cm de paso óptico.

La preparación de la misma se presenta en la Tabla No.6.

Disolución estándar de albúmina $300 \mu\text{g mL}^{-1}$ (mL)	Concentración de albúmina ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Volumen final (mL)	Absorbancia $\lambda= 740 \text{ nm}$
0	0	10	0.000
1.0	30	10	0.083
2.5	75	10	0.201
5.0	150	10	0.395
7.5	225	10	0.587
10.0	300	10	0.701

Tabla No.6. Preparación de serie estándar para la obtención de la gráfica de calibración de albúmina

En el gráfico No.9, se presenta el espectro de absorción realizado al sistema de oxido-reducción del reactivo de Folin-Ciocalteu por algunos aminoácidos para la obtención de la longitud de onda de máxima absorción, la cual fue de 740 nm.

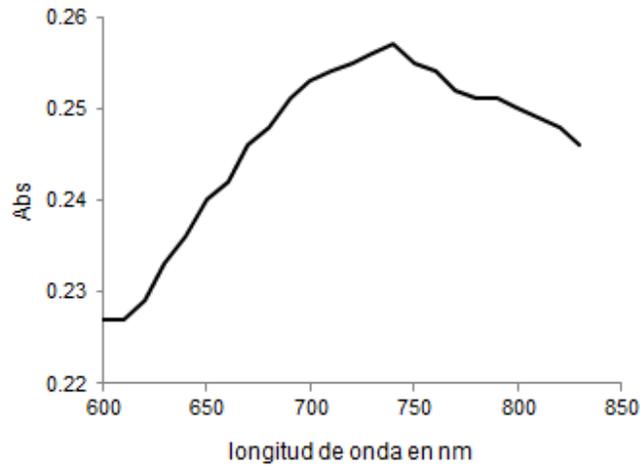


Grafico No.9. Espectro de absorción del sistema de oxido-reducción del reactivo de Folin-Ciocalteu

En el gráfico No.10 se muestra la curva de calibración de albúmina, en un intervalo de concentración de 0 a 300 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

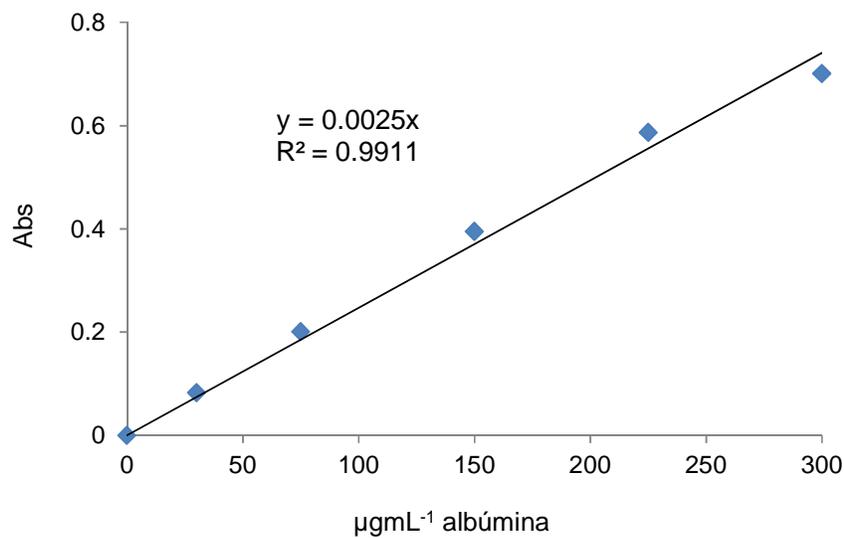


Grafico No.10. Curva de calibración de albúmina por el método de Lowry.

- DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

Respecto a la determinación de Vitamina C por el método del 2,6-diclorofenol-indofenol, se realizó la valoración de 1 mg de ácido ascórbico anhidro con dicho titulante para conocer el volumen necesario de este para poder valorar 1 mg de ácido ascórbico; procedimiento que se realizó por quintuplicado y cuyo resultado fue de 20.6 mL, como se muestra en la Tabla No 7.

Muestra	mL 2,6-diclorofenol-indofenol
1	20.7
2	20.5
3	20.6
4	20.7
5	20.5
Promedio	20.6
S	0.1000
CV	0.0049

Tabla No.7. Calibración del reactivo 2,6-diclorofenol-indofenol con ácido ascórbico anhidro.

ANEXO III

Tablas de resultados

- DETERMINACIÓN DE CENIZAS

No.	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
1	0.5547	0.3931	0.6440	0.6331
2	0.7060	0.5129	0.7906	0.5244
3	0.7851	0.6524	0.9342	0.7295
4	0.6982	0.2442	0.8686	0.7159
5	0.2364	0.2492	0.3781	0.5687
6	0.3159	0.2642	0.3844	0.3538
7	0.3435	0.3108	0.2556	0.4106
8	0.4721	0.5072	0.6123	0.3821
9	0.3041	0.3460	0.6055	0.4406
10	0.3271	0.4146	0.6168	0.5075
11	0.2861	0.4475	0.6502	0.4551
12	0.3034	0.8180	0.4442	0.4837
13	0.3571	0.5466	0.9447	0.8560
14	0.3359	1.0995	0.5376	0.6867
Promedio	0.4304	0.4862	0.6191	0.5534
S	0.1812	0.2399	0.2115	0.1502
CV	42.10%	49.35%	34.16%	27.13%

Tabla No. 1. Resultados experimentales de la cuantificación de cenizas en 100 g de pimiento

▪ DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

No.	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
1	93.6465	92.2561	92.7610	92.3468
2	91.3592	92.5909	91.5189	95.2400
3	94.3727	93.1185	92.3104	92.6715
4	94.9377	91.0442	92.7099	92.1763
5	95.3631	91.1448	92.0119	93.0608
6	94.9494	90.3109	90.0751	94.0651
7	95.2651	91.6439	91.2842	94.2412
8	95.0567	92.8332	92.1344	91.5524
9	95.6070	91.9610	91.5586	93.3156
10	94.6668	86.8380	92.4443	92.4789
11	94.9810	92.2918	92.0003	93.4613
12	94.3526	92.1580	90.9575	93.0662
13	95.0694	93.0365	90.4811	91.7529
14	94.6326	90.8745	92.7989	93.377
Promedio	94.5900	91.5716	91.7890	93.0476
S	1.0517	1.6099	0.8525	1.0066
CV	1.11 %	1.75%	0.92%	1.08 %

Tabla No. 2. Resultados de la cuantificación de humedad por diferencia en 100 g de pimiento

- DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD

No.	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
	mS	mS	mS	mS
1	4.41	5.60	6.84	6.20
2	4.22	4.20	7.40	6.14
3	4.36	4.80	7.10	6.68
4	4.50	5.63	6.96	6.10
5	3.58	5.15	6.43	6.35
Prom	4.2080	5.0760	6.9460	6.2940
S	0.3815	0.5980	0.3562	0.2358
CV	9.07%	11.7%	5.13%	3.75%

Tabla No. 3. Resultados experimentales de la cuantificación de conductividad en 100 g de pimiento

- DETERMINACIÓN DE pH

No.	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
	pH	pH	pH	pH
1	5.86	4.99	4.83	4.64
2	6.13	5.06	4.84	4.70
3	6.19	5.05	4.92	4.69
4	6.32	5.00	5.09	4.71
5	5.58	5.02	5.10	4.90
Prom	6.0160	5.0240	4.9560	4.7280
S	0.2959	0.0305	0.1316	0.0998
CV	4.92%	0.61%	2.66%	2.11%

Tabla No. 4. Resultados experimentales de la cuantificación de pH en 100 g de pimiento

- DETERMINACIÓN DE GRADOS BRIX

No.	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
1	4.61	4.84	8.41	7.41
2	5.81	6.14	8.21	8.21
3	5.41	5.14	7.91	7.41
4	5.01	6.34	7.61	8.01
5	5.41	6.34	8.01	7.81
Promedio	5.0500	5.5600	8.0300	7.7700
S	0.3578	0.6496	0.3033	0.3578
CV	7.08%	11.68%	3.78%	4.60%

Tabla No. 5. Resultados experimentales de la cuantificación de Grados Brix en 100 g de pimiento

- DETERMINACIÓN DE SODIO

Muestra	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
1	15.9295	22.2696	26.7245	32.0850
2	17.4103	19.9366	26.6291	35.1710
3	16.8926	21.5596	25.3149	31.8102
4	15.7692	21.2865	24.6315	35.8403
5	15.7443	21.1104	26.2811	33.7101
6	15.0478	19.1813	24.5442	32.0758
7	15.1887	20.5352	24.1534	34.7804
8	15.8476	21.6818	26.5930	34.2942
9	14.4200	19.3003	27.9843	33.4932
10	15.1043	20.9053	27.6379	32.2321
Promedio	15.8354	20.9053	25.9494	33.5492
S	0.8758	1.0294	1.3148	1.4550
CV	5.53%	4.95%	5.07%	4.34%

Tabla No. 6. Resultados experimentales de la cuantificación de sodio en 100 g de pimiento

- DETERMINACIÓN DE POTASIO

Muestra	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
1	765.5723	777.0674	842.3465	1018.6141
2	844.2830	757.8257	863.3955	1008.7555
3	800.8464	820.2351	843.0067	1085.1782
4	802.6211	818.0889	845.1238	1135.9972
5	765.6250	846.8267	840.5322	1007.7357
6	721.5508	801.5010	798.9620	1016.7801
7	760.2390	838.3245	777.5185	1021.2159
8	775.9144	838.3246	828.1705	1112.5454
9	721.2666	764.9458	842.3465	1073.3522
10	801.2099	759.6907	883.2138	1011.6645
Promedio	775.9129	796.3462	836.4616	1049.1839
S	38.0779	33.1125	29.9336	48.2560
CV	4.91%	4.16%	3.58%	4.60%

Tabla No. 7. Resultados experimentales de la cuantificación de potasio en 100 g de pimiento

▪ DETERMINACIÓN DE HIERRO

Muestra	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
1	0.1313	0.0852	0.1161	0.1424
2	0.1815	0.0908	0.1405	0.1497
3	0.1395	0.1110	0.0988	0.1841
4	0.1719	0.1432	0.1285	0.2203
5	0.1706	0.1205	0.1292	0.1678
6	0.1255	0.1196	0.1623	0.1126
7	0.1514	0.1123	0.1201	0.1252
8	0.1219	0.1429	0.1264	0.1287
9	0.2030	0.1072	0.1467	0.1052
10	0.1241	0.1180	0.1413	0.1334
Promedio	0.1521	0.1151	0.1310	0.1470
S	0.0283	0.0188	0.0177	0.0352
CV	18.58%	16.37%	13.53%	23.93%

Tabla No. 8. Resultados experimentales de la cuantificación de hierro en 100 g de pimienta

▪ DETERMINACIÓN DE FOSFATOS

Muestra	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
1	685.8288	1040.9215	1373.3082	986.8119
2	659.0295	1021.0069	1370.5145	945.6854
3	648.8367	1127.7644	1449.3739	987.9575
4	668.3496	1040.0010	1328.9788	980.9218
5	743.7596	1088.9331	1317.5925	991.1170
6	757.0076	1166.4836	1266.0475	930.2722
7	712.4725	1243.6701	1252.7240	1021.5617
8	746.8738	1147.4827	1313.4189	1025.7570
9	767.1832	1352.6601	1297.2163	935.9226
10	702.8343	1145.8095	1324.0488	979.7824
Promedio	709.2176	1137.4733	1329.3223	978.5789
S	43.0611	101.8890	57.1199	32.7079
CV	6.07 %	8.96 %	4.30%	3.34%

Tabla No. 9. Resultados experimentales de la cuantificación de fosfatos en 100 g de pimiento

- DETERMINACIÓN DE AZUCARES REDUCTORES (glucosa)

Muestra	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
1	1.8839	3.5480	3.5283	2.9589
2	1.6811	3.6879	3.2756	3.1089
3	1.8506	3.9412	3.0367	3.1006
4	1.7950	3.5660	3.5311	3.2089
5	1.8672	3.3349	3.3978	3.0894
Promedio	1.8156	3.6156	3.3539	3.0933
S	0.0823	0.2220	0.2065	0.0891
CV	4.53 %	6.14 %	6.16 %	2.88 %

Tabla No. 10. Resultados experimentales de la cuantificación de glucosa en 100 g de pimiento

- DETERMINACIÓN DE PROTEINAS SOLUBLES

Muestra	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
1	0.4980	0.5813	0.6013	0.7234
2	0.5240	0.5067	0.5160	0.6834
3	0.4627	0.4613	0.5147	0.6473
4	0.5067	0.4920	0.4573	0.7534
5	0.4593	0.4653	0.5160	0.6338
Promedio	0.4901	0.5013	0.5211	0.6883
S	0.0282	0.0485	0.0515	0.0503
CV	5.76 %	9.68 %	9.88 %	7.31 %

Tabla No. 11. Resultados experimentales de la cuantificación de proteínas solubles en 100 g de pimiento

- DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

Muestra	Verde	Amarillo	Anaranjado	Rojo
1	33.0333	100.3245	204.6926	179.4294
2	34.5355	89.8060	173.1392	156.1562
3	41.3213	86.0522	163.4304	178.6787
4	33.0330	98.7064	150.9009	195.1952
5	41.6070	112.9134	162.1622	178.6787
Promedio	36.7060	97.5605	170.8650	177.6276
S	4.3878	10.4551	20.4881	13.9203
CV	11.95 %	10.72 %	11.99 %	7.84 %

Tabla No. 12. Resultados experimentales de la cuantificación de ácido ascórbico en
100 g de pimiento

ANEXO IV

Tablas para corrección de grados Brix

GRADO BRIX

Temp. °C	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
10	0,50	0,54	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,72	0,74	0,76	0,79
11	0,46	0,49	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62	0,65	0,67	0,69	0,71
12	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63
13	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,49	0,51	0,53	0,54	0,55
14	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40	0,41	0,42	0,44	0,45	0,46	0,48
15	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40
16	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,30	0,30	0,31	0,32
17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24
18	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16
19	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
22	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
23	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32
25	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40
26	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48
27	0,48	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56
28	0,56	0,57	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64
29	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73
30	0,72	0,74	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81

RESTAR

SUMAR