Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre y cuando den crédito y licencia a las nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta licencia suele ser comparada con las licencias copyleft de software libre y de código abierto. Todas las nuevas obras basadas en la suya portarán la misma licencia, así que cualesquiera obras derivadas permitirán también uso comercial.

http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que subscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

INFLUENCIA DE LA ACIDEZ Y DE LA TEMPERATURA EN EL NIVEL DE DEGRADACION DEL LICOPENO DURANTE LA ELABORACION INDUSTRIAL DE LA PASTA DE TOMATE

Presentado por:

LOPEZ DE LA CRUZ, Nixon Alex
CORNEJO QUISPE, Freddy Marcelo

Autor de la tesis del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de **INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA**. El Resultado obtenido es 12% (PORCENTAJE DE SIMILITUD) por lo cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

El porcentaje de similitud es menor del 20%, establecido como máximo por Reglamento de Evaluación de originalidad.

Ica, 05 de octubre del 2021

.....

SANTOS HUMBERTO OLIVERA MACHADO

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

Influencia de la acidez y de la temperatura en el nivel de degradación del licopeno durante la elaboración industrial de la pasta de tomate.

PRESENTADO POR:

Bach. LOPÉZ DE LA CRUZ, Nixon Alex

Bach. CORNEJO QUISPE, Freddy Marcelo

ICA – PERÚ

2019

ÍNDICE

ÍNDICE		02
RESUMEN		04
INTRODUCCIÓN		05
CAPITULO I: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN		07
1.1.	Situación problemática	07
1.2.	Formulación del problema	08
1.3.	Objetivos	08
1.4.	Hipótesis	09
1.5.	Variables	09
1.6.	Justificación	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		11
2.1.	Tomate	11
2.2.	Carotenoides	22
2.3.	Licopeno	36
2.4.	Norma codex	46
2.5.	Pasta de tomate	54
CAPITULO III: DESARROLLO EXPERIMENTAL		66
3.1.	Generalidades	66
3.2.	Recolección de muestras	66

3.3. Procedimiento experimental 67

CAPITULO IV: RESULTADOS EXPERIMENTALES 80

4.1. Resultados obtenidos 80

4.2. Discusión de resultados 86

CONCLUSIONES 89

RECOMENDACIONES 90

BIBLIOGRAFÍA 91

RESUMEN

Esta investigación es un estudio experimental cuyo objetivo es determinar la influencia de la acidez y la temperatura en el contenido de licopeno entre el tomate fresco de la variedad Cherry y la pasta de tomate procesada industrialmente. Según los ensayos realizados se ha podido demostrar que las operaciones a las que es sometido el tomate, a altas temperaturas, así como los aditivos y conservantes que se íes agregan, influyen directamente en la degradación del licopeno, por lo que en ellos la concentración es menor.

PALABRAS CLAVES:

Licopeno, pasta de tomate, degradación.

INTRODUCCIÓN

El licopeno se considera una de las sustancias con mayor potencial antioxidante. Se encuentra en los tomates, los pomelos rojos, la sandía y los pimientos rojos, y es el principal componente de su característico color rojo intenso. El licopeno es un carotenoide con mayor capacidad antioxidante que el β-caroteno. Se ha utilizado en cosmética con un gran potencial comercial, principalmente debido a la atención mundial que se presta al cuidado y la prevención de dichas características. Existe una gran demanda de productos con dichas características. Enfermedades de la piel causadas por la alta contaminación ambiental y la exposición directa a la luz solar. El licopeno representa alrededor del 80-90% de los carotenoides en el tomate medio maduro de las variedades de Lycopersicum esculentum, y su contenido en las verduras es de unos 3000 microgramos/100 gramos (0,003%).

El licopeno es uno de los que aparecieron por primera vez en la síntesis de este tipo de compuestos, y es la base molecular para la síntesis de otros carotenoides; su estructura molecular es generalmente un hidrocarburo, formado por 40 átomos de carbono a través de dobles enlaces conjugados (once dobles enlaces conjugados en total), para formar la cadena más larga de todos los carotenoides conocidos; esta configuración es la responsable de su capacidad para eliminar los radicales libres.

El licopeno procede principalmente de fuentes naturales, los hongos, especialmente los tomates. Es muy lipofílico y, al igual que otros carotenoides, puede degradarse por factores físicos y químicos, como la exposición a la luz, el oxígeno, las condiciones extremas de pH, las altas temperaturas y el contacto con superficies activas. Para la extracción de estas sustancias se utilizan varias técnicas; la más habitual es la extracción gradual con disolventes, aunque actualmente se utiliza la extracción con fluidos supercríticos, que presenta grandes ventajas sobre otros métodos. Este estudio evaluó el efecto del procesamiento del tomate en la producción de productos enlatados como la pasta de tomate en el contenido de licopeno.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

Considerando que los carotenoides son muy sensibles a la temperatura, la cual influye sobre ellos, degradándolos y al mismo tiempo a todos los productos enlatados es preciso agregarle ciertas sustancias para disminuir el pH y hacer al producto menos propenso a la descomposición, por acción de los microorganismos.

Estas condiciones crean un medio capaz de degradar al licopeno dentro del envase. Por esta razón es preciso hacer un estudio que permita determinar la variación del licopeno en los productos del tomate que se elaboran empleando temperatura, presión y reactivos químicos.

En el licopeno al igual que todos los carotenoides se ven sensiblemente afectados por las altas temperaturas de escaldado, esterilización, cerrado y por el ácido cítrico y otros compuestos químicos que irremediablemente se agregan a los productos envasados lo que nos lleva a suponer que existe una marcada diferencia en las cantidades de licopeno entre el tomate fresco (antes de procesarlo) y los productos procesados.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General.

¿La acidez y la temperatura influyen en el nivel de degradación del licopeno durante la elaboración industrial de la pasta de tomate?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál es el contenido promedio de licopeno en el tomate fresco?
- ¿Cuál es el contenido promedio de licopeno en productos elaborados industrialmente?
- ¿Cuál es comparativamente la diferencia de contenido de licopeno en el tomate fresco y el de los productos elaborados industrialmente?

1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

1.3.1. Objetivo General.

Determinar la influencia de la acidez y la temperatura en el nivel de degradación del licopeno durante la elaboración industrial de la pasta de tomate.

1.3.2. Objetivos Específicos.

Determinar el contenido de licopeno en el tomate fresco.

Determinar el contenido de licopeno en productos elaborados industrialmente.

Establecer comparativamente la diferencia de contenido de licopeno.

1.4. HIPÓTESIS DE TRABAJO.

1.4.1. **Hipótesis general**.

La acidez y la temperatura influyen directa y significativamente en el nivel de degradación del licopeno durante la elaboración industrial de la pasta de tomate

1.4.2. **Hipótesis Específicas**.

- El contenido de licopeno en el tomate fresco, es alto.
- El contenido de licopeno en productos elaborados industrialmente, es menor que en el tomate fresco.
- Comparativamente la diferencia de contenido de licopeno entre el tomate fresco y el procesado es significativa.

1.5. VARIABLES.

Variable Independiente:

Influencia de la acidez y la temperatura

Variable Dependiente:

Degradación del licopeno.

1.7. JUSTIFICACIÓN.

La presente investigación se justifica en tanto cuantitativamente se va demostrar que la concentración de licopeno del tomate, no son las mismas, después del procesamiento que antes de este, lo que es lo mismo decir que el producto natural es diferente en composición química, en referencia al licopeno, que el alimento que ha sido procesado y que durante este procesamiento ha sufrido las consecuencias de una alta temperatura y de reacciones químicas adicionales, las cuales afectan su molécula y transforman... al licopeno en otras sustancias diferentes, que no poseen las mismas propiedades funcionales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. **TOMATE.**

2.1.1. **Generalidades**.

"El tomate es nativo de Sudamérica, comprendido entre Perú, Chile, Ecuador y Colombia, pero su domesticación comenzó en el sur de México y el norte de Guatemala. El tomate cereza en forma silvestre, S. lycopersicum var. Cerasiforme, se originó en Perú y migró a México a través de Ecuador, Colombia, Panamá y Centroamérica, donde fue domesticado por el ser humano" (Jaramillo et al., 2007).

El tomate Solanum lycopersicum var. cerasiforme, generalmente denominado llamado pajarito, cherry, o cereza "considerado como el pionero del tomate de mesa (Williams y St Clair, 1993) y se relaciona con a una maleza". Se origina en la costa occidental y en las zonas montañosas del Perú" (Fenkins 1948, Rick 1976).

Se recolectan en una amplia gama de nichos ecológicos, que van desde las zonas áridas hasta las regiones húmedas de los Andes orientales, con elevaciones que van de 0 a 2400 metros. Los

materiales obtenidos durante la expedición de recolección corresponden a malezas o especies campesinas..

Las plantas de tomate pajarito en condiciones naturales "suelen presentarse en agrupaciones reducidas que contienen de 1 a 20 plantas. Estas plantas suelen autofecundarse, pero en ocasiones se mezclan con las plantas vecinas y también con la especie relacionada S. pimpinellifolium". Rick, mencionado por Williams y St. Clair en 1990. 1993 Rick y Holly (1990). La relevancia de S. lycopersicum var cerasiforme es que puede utilizarse como recurso genético para tomates comestibles, tomates cherry industriales y ampliamente aceptados, que pueden utilizarse en ensaladas" (Lobo, 2001).

Fig.2.1. Fruto de tomate maduro.

2.1.2.Clasificación taxonómica.

Su actual clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: plantae

Subreino: Tracheobionta

División: magnoliophyta

Clase: magnoliopsida

Subclase: asteridae

Orden: solanes

Familia: solanaceae

Género: Solanum

Especie: S. lycopersicum var. cerasiforme y S. pimpinellifolium

2.1.3.Características morfológicas.

Los tomates tipo cherry son significativamente diferentes al de otros tipos de tomates, y los consumidores asocian esta particularidad con su buena textura, aspecto y aspectos organolépticos.

Tallo

“El tallo central posee de 2 a 4 cm de diámetro en la base y se encuentra cubierto por pelos glandulares y no glandulares que surgen de la epidermis; sobre el tallo se forman las hojas, los tallos secundarios y las inflorescencias. Tiene la característica de

producir raíces una vez entra en contacto con el suelo, lo cual es una particularidad fundamental para las operaciones de cultivo, y proporciona un mayor anclaje a las plantas".

Fig.2.2. Planta de tomate.

Hojas

"Son compuestas imparipinadas entre siete y nueve foliolos. Los foliolos suelen tener peciolos, bordes lobulados y dentados, y están cubiertos de pelos glandulares. Las hojas se encuentran dispuestas de forma alterna en el tallo" (Jaramillo et al., 2007).

La raíz

“La capa superficial del sistema radicular del tomate está formada por la raíz principal (corta y débil), la raíz secundaria (numerosa y potente) y las raíces adventicias. A nivel de la raíz hay una epidermis, donde se encuentran los pelos absorbentes dedicados a absorber agua y nutrientes, y la corteza y el cilindro central donde se ubica la xilema” (Jaramillo et al. 2007).

Flor

“Perfecta o hermafrodita, regular e inferior, compuesta por cinco o más sépalos y seis o más pétalos; tiene un pistilo con cinco estambres, y sus anteras se unen para formar un tubo que rodea al pistilo. En algunos casos, la polinización es cruzada. El pistilo está formado por un ovario”. Según la variedad, tiene de 2 a 20 óvulos. “Estos óvulos reflejan la forma del fruto que puede desarrollarse. Las flores se dividen en racimos simples, que se desarrollan en los tallos y en las ramas opuestas a las hojas. Dependiendo de la variedad que se plante y de las condiciones de desarrollo de la planta, un racimo puede reunir de 4 a 20 flores; una variedad de fruto pequeño como las cerezas puede tener hasta 40 flores por inflorescencia. Las flores son amarillas y suelen ser pequeñas (de 1 a 2 cm de diámetro)” (Jaramillo et al. 2007).

Polinización

Los estudios han demostrado que las abejas no son polinizadoras de los tomates cherry porque no hay néctar en las flores para atraer a los insectos. Sin embargo, determinadas especies de abejas nativas completan la polinización y aumentan la producción de los frutos. “Entre estas nativas están los abejorros y las abejas del barro. Ambos insectos tienen una particularidad parecida, es decir, construyen nidos bajo tierra, principalmente donde hay madrigueras de roedores. En cada primavera, la abeja reina puede tener más de 200 obreras para construir el nido” (Claire Kremen et. al 2006).

Fruto

El fruto de los tomates cherry es muy pequeño, con un diámetro de 1 a 3 cm, un peso medio de 10 gramos y racimos de 15 o más frutos; los hay de muchos colores, como amarillo, rojo, rosa y naranja. El fruto puede tener forma de pera o ser redondo. Se consume mejor en fresco, como pasas, cócteles y platos decorativos. “El fruto del tomate cherry tiene dos párpados, que consisten en una epidermis o una membrana, y el interior está lleno de pulpa y semillas. La madurez del fruto puede ser uniforme, pero algunas variedades presentan hombros verdes debido a ciertos factores que harán que el fruto madure” (Jaramillo et al. 2007).

Fig.2.3. Diversas coloraciones del tomate.

Semilla

Las semillas de tomate tienen un tamaño muy pequeño, de unos 5 x 4 x 2 mm, y pueden ser esféricas, ovaladas, planas, casi redondas, ligeramente alargadas, planas, con forma de riñón o triangulares con una base puntiaguda. “La semilla se compone de embrión, endospermo y cubierta de la semilla o manto de la semilla, y la cubierta de la semilla está cubierta de pelos. Las semillas dentro del lóculo parecen estar inmersas en una sustancia gelatinosa en la fase final de desarrollo” (Jaramillo et al. 2007).

2.1.4. Composición química del tomate.

Composición por 100 gramos de porción comestible de tomate es la siguiente:

Energía (kcal)	22,0
Agua (g)	93,5
Carbohidratos (g)	4,5
Fibra (g)	0,8
Proteínas (g)	0,6
Lípidos (g)	0,1
Fósforo (mg)	17,0
Potasio (mg)	193,0
Sodio (mg)	70,0
Calcio (mg)	11,0
Magnesio (mg)	11,0
Hierro (mg)	0,4
Retinol (Vitamina A) (UI)	1558
Tiamina (Vitamina B1) (mg)	0,04
Riboflavina (Vitamina B2) (mg)	0,03
Niacina (Vitamina B3) (mg)	0,73
Vitamina C (mg)	22,70
Vitamina E (mg)	0,32
Folatos (mcg)	21,0

Fuente: USDA (2010)

2.1.5. Características de algunos componentes nutricionales

Vitamina C y funcionalidades del tomate tipo cherry -

La vitamina C incluyendo el ácido ascórbico, dehidroascórbico “se configura como uno de los elementos fundamentales en la calidad nutricional de diferentes cultivos hortícolas y en actividades metabólicas relacionadas con el cuerpo”

(Raffo, 2006).

La vitamina C

“Es indispensable para la prevención y el cuidado de la piel, las encías y los vasos sanguíneos. Como todos sabemos, la vitamina C posee un gran número de funciones biológicas en la elaboración de colágeno, la absorción de hierro inorgánico, la reducción de los niveles de colesterol en plasma, la inhibición de la formación de nitrosaminas, la mejora de la respuesta del sistema inmunitario y la reacción con el oxígeno y otros radicales libres. Según los informes, la vitamina C como antioxidante puede reducir el riesgo de arteriosclerosis, enfermedades cardiovasculares y ciertos cánceres” (Harris, 1996) (citado por Lee, 2000).

Licopeno y funcionalidades

El licopeno conforma el pigmento encargado de proporcionar el color rojo a los frutos de los tomates maduros. “Este producto desempeña un importante rol en la salud de las personas. Estudios epidemiológicos han demostrado que el licopeno puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas como el cáncer cardiovascular, de próstata o gastrointestinal. También tiene la capacidad de actuar como un eficaz antioxidante, aunque se cree que es el responsable de proteger las células del daño oxidativo. En relación con la

biodisponibilidad, el licopeno se encuentra distribuido en los tejidos, las excretas y los efectos biológicos de los animales en fase de experimentación y de los seres humanos" (Mayeaux et al., 2006) (citado por Ibitoye, 2009).

1.2.1.6. Estudios sobre algunos componentes nutricionales del tomate.

Rafo et al. (2006) han evaluado el impacto de los cambios estacionales en ciertos componentes nutricionales de los tomates cherry. El material que utilizan es el híbrido F1 Naomi, que se planta y se cosecha en seis momentos diferentes del año. Entre los antioxidantes del tomate, los compuestos fenólicos (el contenido de naringenina oscila entre 1,84 y 9,04 mg/100 g, el contenido de rutina entre 1,79 y 6,61 mg/100 g) y el α-tocoferol (40-1160 mg/100 g) son los que muestran mayor variabilidad. No hay diferencias significativas en la concentración de ácido ascórbico (31-71mg/100g), carotenoides (8350-15119mg/100g), compuestos fenólicos y α-tocoferol, y no hay correlación con la radiación solar o la temperatura media. Los frutos de tomate cosechados en pleno verano mostraron menores niveles de licopeno.

Rosales et al. (2006) “han estudiado la actividad de la sucrosa en relación con la temperatura y la radiación solar. La sucrosa es el principal producto de la fotosíntesis de las plantas, y es también la principal forma de transferencia de carbohidratos desde las hojas al resto de la planta para suministrar carbono, energía para el crecimiento y como reserva. Se encuentra en las hojas, los tallos, los tubérculos y los frutos y ayuda a proteger a las plantas del estrés ambiental. La sucrosa se reduce con el aumento de la glucosa y la fructosa, que es más significativo al final de la cosecha, y también es coherente con la presión ambiental. La presión ambiental no afecta al rendimiento de los tomates cherry, pero los aumentos de temperatura por encima de los 26ºC reducen el rendimiento”.

Rosales et al. (2006) En España se ha llevado a cabo un trabajo para determinar el rendimiento de licopeno y 3caroteno en distintas temporadas de cosecha, temperaturas y radiación solar.

En este caso se observó que a una temperatura de 30-35°c y una radiación solar de 2190 MJ/m2, el contenido de antioxidantes en la piel de los tomates cherry se reducirá porque el ascorbato peroxidasa y el ascorbato oxidasa inhibirán el ácido ascórbico.

.

Chen Xian et al. (2007) Examinaron 12 líneas de tomate.

Examinaron cuatro indicadores de calidad, tales como el nivel de vitamina C, los sólidos solubles, la materia seca y la relación azúcar-ácido de cuatro tipos distintos de variedades híbridas; una entre especies, otra entre dos variedades de la misma especie, otra entre líneas mejoradas de la misma variedad y otra como combinación de líneas de la misma variedad con diferentes formas de fruto. El resultado medio de las variedades de S. pimpinellifolium en los cuatro descriptores de calidad es mejor que el de la especie S. lycopersicum y el de la variedad S. lycopersicum. El contenido de vitamina C y de sólidos solubles en cerasiforme de los frutos con forma de pera es menor que el de los frutos redondos. También se encontró que el contenido de vitamina C de la línea de frutos amarillos es menor que el de la línea de frutos rojos..

2.2. **CAROTENOIDES**.

2.2.1. **Generalidades**.

Los carotenoides son los responsables de la mayor parte del color amarillo, naranja o rojo de los alimentos vegetales, así como del color naranja de varios alimentos de origen animal. Químicamente, pertenecen a la familia de los terpenos, esto es, están constituidos por unidades de isopreno (ocho unidades, es lo mismo que cuarenta átomos de carbono), y su biosíntesis proviene del pirofosfato de isopentenilo. Esto produce su característica estructural más evidente, con muchos dobles enlaces conjugados y muchos grupos metilo ramificados en posiciones constantes. Se tiene conocimiento de unos 600 compuestos de esta familia, que se clasifican en dos tipos básicos: el caroteno (hidrocarburos) y la luteína (sus derivados que contienen oxígeno). A estos tipos hay que añadir carotenoides más pequeños formados por la descomposición de los carotenoides típicos.

En los vegetales verdes, se sitúan en el cloroplasto y pertenecen al sistema de biosíntesis de la energía luminosa, sin embargo, su composición y visibilidad es mucho mayor, ya que colorean algunas raíces, frutos y flores. Considerando su presencia generalizada en el reino vegetal, se estima que la biosíntesis total anual de

carotenoides es de unos 100 millones de toneladas. Los animales no pueden sintetizar estas sustancias, pero pueden convertir una sustancia en otra, a pesar de sus considerables restricciones.

Entre los carotenoides conocidos, sólo el 10% tiene valor de vitamina A. Además del caroteno, los más destacables son el α-caroteno y la criptoxantina. La característica principal para que tengan actividad vitamínica es que al menos un anillo al finalizar su estructura esté cerrado y no esté oxidado. Por lo que varios de los carotenoides más comunes, como el licopeno, la zeaxantina y la luteína, aunque son muy importantes como pigmentos, también pueden tener actividad antioxidante, pero no tienen valor vitamínico. En general, la luteína es amarilla, a diferencia de los carotenoides, que son anaranjados o rojizos.

Los carotenoides pueden actuar como antioxidantes para proteger al organismo de los radicales libres, aunque esto sigue siendo objeto de debate. Está claro que los alimentos con alto contenido en carotenoides en la dieta tienen un efecto preventivo sobre ciertas enfermedades, aunque los experimentos con suplementos han dado resultados contradictorios y, en algunos casos, incluso muestran efectos perjudiciales..

“La disponibilidad de un alto porcentaje de dobles enlaces hace que los carotenoides resulten muy sensibles a la oxidación, especialmente en las reacciones de fotooxidación con oxígeno singlete. También se oxidan en presencia de lipoxigenasa, pero no de forma directa, sino por reacción con hidroperóxido. En cualquiera de los supuestos, las reacciones de oxidación dan lugar a una pérdida de color. En términos generales, existe una fuerte correlación entre las tasas de oxidación y el contexto en el que se desarrollan. En los alimentos, los carotenoides son mucho más antioxidantes que los que se presentan en polvo y en materiales o extractos secos”.

También pueden ser modificados por isomerización. A excepción de algunos casos, por ejemplo, en algunas algas, los carotenoides naturales existen todavía en forma de dobles enlaces trans. Aunque en principio la composición del doble enlace trans es la más estable, la repulsión causada por el grupo metilo colgante hace que algunos dobles enlaces puedan cambiar a la configuración Gis. Esta isomerización se efectúa espontáneamente mediante el calentamiento, la exposición a la luz o en determinados disolventes o el contacto con superficies activas.

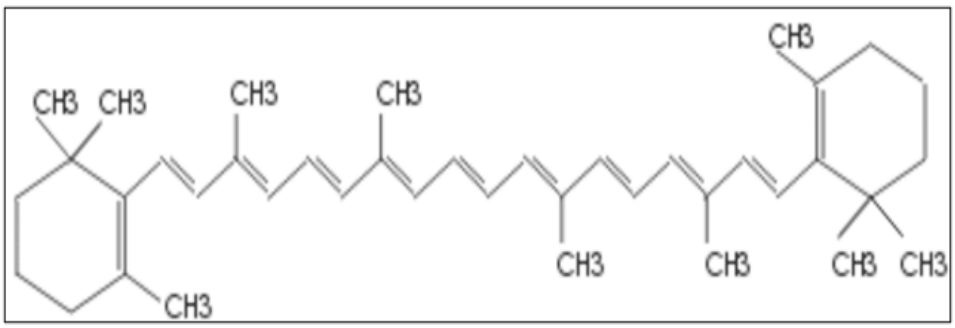
2.2.2. **Descripción de algunos carotenoides importantes**.

β-caroteno

El β-caroteno es el principal carotenoide purificado. En 1831, Wackenroder lo separó de las zanahorias en forma de cristales y le asignó un nombre, que proviene del término latino (Daucus carota) de esta hortaliza.

"Aunque su contenido vitamínico es sólo una sexta con respecto al retinol (la forma metabólicamente activa de la "vitamina A"), su abundante composición en los vegetales y en determinados alimentos de procedencia animal (como la leche) lo convierte en una importante fuente de vitamina A para la mayoría de las personas. Incluso en una dieta relativamente pobre en productos vegetales, como la de Estados Unidos, los carotenoides representan alrededor del 30% de la ingesta total de vitamina A. Verduras verdes y algunas frutas. En las verduras verdes, el β-caroteno se encuentra en el cloroplasto junto con la luteína y normalmente es el carotenoide principal. En cambio, en las frutas, los carotenoides más importantes pertenecen a cada especie. El caroteno se puede encontrar en el mango y el caki".

Fig.2.4. Estructura del β-caroteno



“El β-caroteno se emplea extensamente como colorante alimentario. Al resultar insoluble en el agua, no es sencillo utilizarlo, por poner un ejemplo, para la coloración de refrescos, que es una de sus principales aplicaciones. A este respecto, se utiliza en forma de polvo extremadamente fino con un diámetro de partícula de unos 0,4 mm, que puede dispersarse en el agua con la ayuda de polisacáridos (como la goma arábiga)”. En la actualidad, se obtiene por síntesis química o por cultivo de Dunaliella salina, que es una especie de microalga que puede multiplicarse en aguas con muy alto contenido en sal.

Fig. 2.5. Algunos vegetales que contienen β-caroteno.

El β-caroteno, al igual que todos los carotenoides, los carotenoides pueden isomerizarse en condiciones severas de procesamiento, como en los alimentos enlatados. Según el producto y las condiciones específicas, entre el 30% y el 40% del total de tran β-caroteno presente puede isomerizarse, formando principalmente isómeros 9-cis y 13-cis.

La isomerización reducirá el valor de la vitamina A (3-caroteno). En el caso de la forma 13-cis, el valor de la vitamina A es aproximadamente la mitad del de la forma totalmente trans, y el valor de la vitamina A de la forma 13-cis es aproximadamente la mitad del de la forma totalmente trans. La vitamina A es mejor que la forma trans, y el valor de la vitamina A 9-cis es aproximadamente el 40% de la trans. Sin que ello suponga una pérdida, suele compensarse con la mayor biodisponibilidad de la forma todo-trans. Cuando se desnaturaliza por medio de la desnaturalización, la biodisponibilidad del β-caroteno es mucho mayor del β- caroteno, al estar unido a las proteínas en muchos alimentos, especialmente los vegetales, se desnaturaliza en este proceso.

Licopeno:

“El licopeno es el carotenoide que más abunda en los tomates. Si bien su composición depende en gran medida de la madurez (que

aumenta), la exposición a la luz (que también aumenta), el tipo de suelo y la variedad, puede verse como un número que representa 40 mg de licopeno por cada 100 gramos".

"La principal diferencia entre la composición del licopeno y la del β-caroteno es que el extremo de los anillos está abierto". En efecto, el licopeno constituye el precursor biosintético del β-caroteno en los tomates. El licopeno no tiene actividad de vitamina A, pero es un antioxidante muy eficaz contra el oxígeno singlete, que es el más eficaz de todos los carotenoides comunes..

Cantaxantina

"La cantaxantina se halla en la seta Cantharellus cinnabarinus del que se extrajo por primera vez. El carotenoide deriva de su nombre en latín. La cantaxantina también está presente, normalmente combinada con otros carotenoides, como pigmento en los crustáceos y en la carne de salmón".

La cantaxantina se emplea ampliamente como aditivo en la alimentación del salmón para colorear su carne, así como en la alimentación de gallinas y pollos, para colorear las yemas de los huevos, la piel y la carne. El color es obtenido por deposición directa o por conversión de la cantaxantina en otros carotenoides.

La cantaxantina se utiliza como "agente de bronceado químico" porque se deposita en la piel y puede conseguir un tono dorado sin necesidad de exponerse al sol. Sin embargo, la dosis utilizada es muy alta (algunos fabricantes recomiendan tomar más de 100 mg al día, y algunos consumidores toman incluso más). Teniendo en cuenta que cuando se utiliza como loción solar, los usuarios tendrán problemas de salud relacionados con la pigmentación en la retina, su uso está limitado tanto en los alimentos para consumo humano como en los piensos con efecto "colorante".

La ADI para humanos fijada está fijada en 0,03 mg/kg de peso corporal. En la actualidad, se venden en Internet "suplementos de bronceado" cuyas dosis de cantaxantina son mucho más elevadas que el "límite de seguridad" y pueden ser peligrosas..

Astaxantina

La astaxantina constituye el carotenoide más frecuente en los animales. Se trata del más importante pigmento que hace que la carne de salmón o trucha y algunas huevas de pescado tengan un aspecto rosado.

El salmón del Atlántico contiene de 4 a 10 mg de astaxantina por kilo

de músculo, mientras que el salmón del Pacífico, más oscuro, contiene de 14 a 40 mg/kg de astaxantina. Además de la astaxantina, también se encontraron pequeñas cantidades de cantaxantina y astaxantina. Al igual que otros animales, estos peces no pueden sintetizar carotenoides "desde cero", por lo que dependen de los carotenoides contenidos en su dieta. Pueden transformarse unos en otros, pero tienen ciertas limitaciones. Ello es fundamental en la acuacultura, porque si se desea conseguir el color habitual de los animales salvajes, el alimento debe contener carotenoides precursores.

La astaxantina también es responsable del color rojo de la mayoría de los crustáceos. En los crustáceos, el color de la cantaxantina suele estar enmascarado porque se une a las proteínas con tanta fuerza que esta combinación cambia sus propiedades ópticas.

Por ejemplo, en el caso de las langostas, la cantaxantina forma parte de un complejo multimérico llamado quitocianina, que tiene un color azul. La proteína se desnaturaliza al calentarla, lo que hace que el color del carotenoide aparezca sin cambios en su espectro.

Beta-criptoxantina

La criptoxantina B es el principal carotenoide de las naranjas. Además, se halla en otras frutas amarillas o anaranjadas, como la papaya o los melocotones, en los boniatos y en ciertas variedades de maíz junto con la zeaxantina.

Este carotenoide posee una actividad de vitamina A, pero no es tan bueno como el β-caroteno.

Capsantina

La capsantina conforma el principal carotenoide de los pimientos dulces comunes (Capsicum annuum), representando el 60% del total de carotenoides presentes. Asimismo, es el más abundante entre otras especies del mismo género y, naturalmente, también es el más abundante en el pimentón. Por su color y aroma, se utiliza mucho como especia en España (y en Hungría, con el nombre de pimentón).

La capsantina es un carotenoide bastante raro, lo que significa que apenas se encuentra en otros vegetales. Por otra parte, su composición tiene una característica, a saber, que sólo hay cinco enlaces en un extremo del anillo.

La biosíntesis de la misma se produce en la zeaxantina, que se convierte en antixantina (un epóxido) y luego en capsantina.

En el pimiento dulce y sus extractos (polvo, oleorresina), hay muchos otros carotenoides, hay unos 50 tipos, una gran parte de los cuales aún no se conoce.

Lo segundo en importancia es la capsaicina. Ambos, capsaicina y capsantina, se encuentran principalmente en forma esterificada. Además, contiene una gran cantidad de p-caroteno

Zeaxantina

“La zeaxantina está ampliamente distribuida en los vegetales, junto con otros carotenoides. Es un carotenoide típico del maíz, de ahí su nombre. También se encuentra en muchas bacterias”.

Luteína

“La luteína se puede encontrar en muchas verduras, tales como las judías verdes, las espinacas o el brócoli, a pesar de que su color queda encubierto por la clorofila. Junto con la zeaxantina, es: el carotenoide encargado del color de la yema. Se emplea con precisión para agregarla a los piensos de pollos y gallinas con el fin de colorear la piel, la carne y los huevos”.

La luteína posee dos grupos hidroxilos, aunque en los alimentos (como los mencionados anteriormente), existe generalmente en forma no esterificada. En los pétalos de algunas flores, como el denominado "clavel de la India", la caléndula (originaria de México, a pesar del nombre), es muy rica en contenido, en forma de monoésteres o diésteres del ácido palmítico, o de nuez moscada.

Esta flor es muy peculiar debido a que de ella se obtienen la mayor parte de la luteína que se vende como suplemento alimenticio (normalmente en forma de oleorresina), así como la luteína que se comercializa como el llamado "suplemento dietético" para humanos.

Aunque no son tan activas al igual que la vitamina A, la luteína y la zeaxantina están presentes en la retina humana y absorben la luz en la región azul del espectro. Aunque se ha sugerido que pueden prevenir la degeneración macular y se venden ampliamente como "suplementos dietéticos", no hay pruebas de que este supuesto efecto protector sea real.

Pigmentos del azafrán

Los principales componentes del pigmento y la fragancia del azafrán se forman por oxidación biológica de la zeaxantina. La crocina está

formada por una región central con dobles enlaces conjugados. A este tipo de unidades derivadas se les llama "carotenoides". Primero se oxida a dialdehído y luego se oxida a diácido. Cuando se haya producido, la crocina se combinará continuamente con unidades de glucosa, y dos (disacáridos del gen disacárido) en cada extremo formarán la crocina, que es el principal pigmento del azafrán. El azafrán es soluble en agua debido a la presencia de grupos de azúcar al final de la cadena.

El anillo hidroxi-b del citral se forma primero a partir del extremo de la estructura de la zeaxantina. Esta sustancia se une a la unidad de glucosa a través del enlace glicosídico mediante una reacción enzimática, produciendo la picrocrocina. La picrocrocina es la causante del sabor ligeramente amargo del azafrán. Uno de los componentes básicos del aroma del azafrán, el aldehído del azafrán, es la crocetina, que se forma durante el proceso de secado de las especias. Además de sus extraordinarias propiedades bioquímicas, el azafrán es la especia más valiosa que existe y un producto típico español de la máxima calidad. En los últimos años se ha estudiado la posibilidad de que algunos derivados carotenoides puedan tener efectos antitumorales y se han obtenido resultados prometedores..

Pigmentos de la bija

“La Bixa orellana es un pequeño árbol que crece en Sudamérica. De la pulpa de sus semillas se extrae un colorante, la bija, que se utiliza en la coloración de alimentos y otras industrias”.

“La bixina se presenta en estado cis, pero se convertirá en forma trans mediante el tratamiento térmico que se utiliza habitualmente al extraer los pigmentos con aceite caliente. Asimismo, es posible extraerla con disolventes como la acetona”. La nor-bixina posee también una estructura similar, aunque tiene dos grupos ácidos libres. La nor-bixina sólo es soluble en medios alcalinos y se emplea como sal sódica, por lo que cuando el colorante se mezcla con alimentos con un pH ácido, la forma no iónica precipita. La gran ventaja de esto es que el alimento conserva su color, pero no se "desvanece".

2.3. LICOPENO.

2.3.1. Generalidades.

El licopeno conforma un pigmento vegetal liposoluble que confiere a los tomates, sandías y otras frutas y verduras su característico color rojo. Forma parte de la familia de los carotenoides, al igual que el β-caroteno, que no es una sustancia sintetizada por el cuerpo humano, sino que es una sustancia

sintetizada por las plantas y algunos microorganismos, que debe ser ingerida en la dieta como micronutriente. El código alimentario de la UE que se asigna a esta sustancia es el E-160d.

2.3.2. Composición química del licopeno

"El licopeno es uno de los principales carotenoides que surgieron en la síntesis de estos compuestos y es la base molecular para la síntesis de otros carotenoides. El licopeno se trata de un tipo de carotenoide con una estructura simple cuya cadena grasa está formada por cuarenta átomos de carbono".

"El licopeno constituye un carotenoide altamente lipofílico, caracterizado por la ausencia de un anillo y un gran número de dobles enlaces conjugados". Su producción por síntesis química no ha sido plenamente consolidada, a diferencia de otros carotenoides como el β-caroteno se obtiene principalmente de fuentes naturales, hongos y en especial tomates. Por otro lado, el sistema de extracción es costoso y la estabilidad del licopeno es reducida, lo que limita su aplicación como colorante alimentario.

2.3.3. Estructura molecular del licopeno

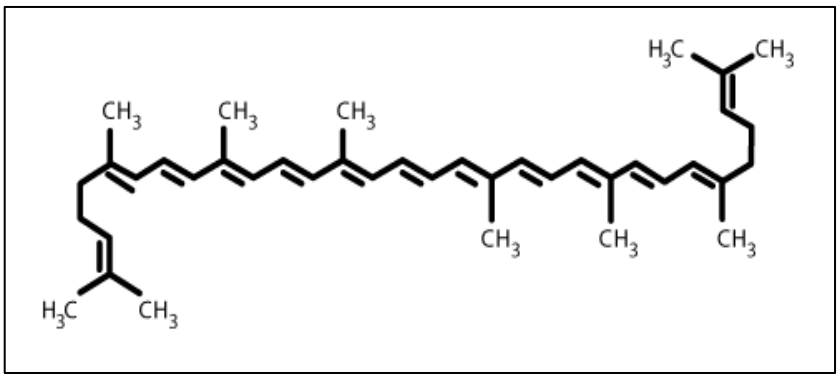


Fig. 2.6. Estructura del licopeno

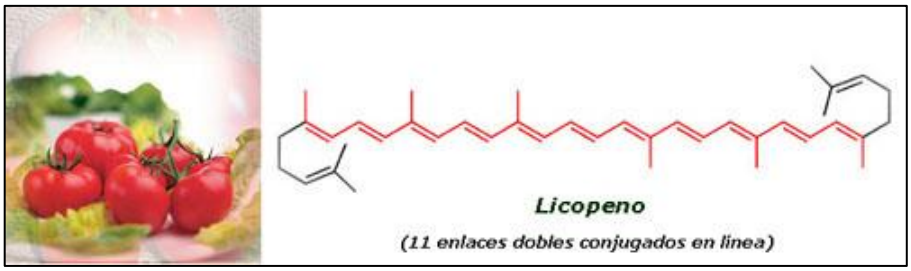


Fig. 2.7. Licopeno del tomate

2.3.4. Fuentes del licopeno

"En nuestra dieta, se obtiene el licopeno de alimentos muy definidos, principalmente a través del consumo de tomate y sus derivados (salsa, tomate frito, tomate triturado, ketchup, pizza, zumo) y de la sandía". En los tomates maduros, el mayor carotenoide es el licopeno, su contenido está en torno al 83%, conteniendo un 3-7% de -caroteno, y otros como el v-caroteno que es similar al -caroteno, hay provitamina A, fitoeno, hidroclorofluorocarbonos, etc. El nivel de

licopeno se incrementa con la madurez de los tomates y varía mucho en función de la variedad, las condiciones de cultivo (como el tipo de suelo y el clima), el tipo de almacenamiento, etc. El contenido de licopeno en los tomates para ensalada es de unos 3.000 microgramos / 100 gramos, mientras que el contenido de licopeno en los tomates "en forma de pera" es más de diez veces superior a esta cifra. En general, en cualquier época del año, el contenido de licopeno de los tomates cultivados en invernadero es inferior al de los tomates cultivados al aire libre en verano, y los frutos maduros cosechados en verde tienen un contenido de licopeno inferior al de los frutos maduros. En la actualidad, el contenido de licopeno de los tomates modificados genéticamente es más de tres veces superior al de otros tomates.

“La facilidad con la que integramos el licopeno en nuestro organismo, e incluso su biodisponibilidad, depende de la forma en que lo consumamos, por ejemplo, cuando se toma con aceite, su absorción será más fácil”. Los estudios han confirmado que si el licopeno se calienta y se consume en forma de salsa, su absorción intestinal es mucho mejor (hasta 2,5 veces) que cuando se consume como fruta o zumo natural, porque el licopeno es liposoluble y puede pasar mejor a través de las grasas y los aceites. El licopeno está presente en la sangre y los tejidos humanos en una cantidad de 30

ug/dl y se distribuye de forma variable. El licopeno es el principal carotenoide en la composición de los tejidos humanos, especialmente concentrado en la próstata, lo que puede explicar su fuerte efecto preventivo en la aparición del cáncer de próstata.

2.3.4. Mecanismo de acción del licopeno

"El licopeno tiene propiedades antioxidantes y puede proteger las células humanas de los efectos del estrés oxidativo causado por los radicales libres, que son una de las causas principales de las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y el envejecimiento". También actúa regulando las moléculas responsables de la regulación del ciclo celular y provocando la regresión de ciertas lesiones cancerosas. La razón biológica o fisicoquímica exacta de estas características aún no está clara, pero parece estar relacionada de forma directa con la gran capacidad antioxidante del licopeno, mucho más potente que la de otros antioxidantes (como la vitamina E o el caroteno). "Un gran número de procesos cancerígenos y degenerativos están relacionados con el daño oxidativo del genoma y el mecanismo de control genético de la proliferación y la diferenciación celular. El licopeno puede actuar como un potente neutralizador de los radicales libres (óxidos y peróxidos), reduciendo el daño oxidativo de los tejidos".

2.3.5. Beneficios del licopeno

Un número cada vez mayor de estudios epidemiológicos ha demostrado que la ingesta de licopeno es beneficiosa para la salud humana, especialmente al reducir la frecuencia del cáncer, sobre todo el de pulmón, el de próstata, el gastrointestinal, el cardiovascular y el de envejecimiento. También existen pruebas científicas de que es capaz de promover el síndrome de degeneración macular, que es la principal causa de ceguera en personas mayores de 65 años.

Un informe llevado a cabo por especialistas del Instituto del Cáncer J Nati de la Universidad de Harvard. 6 de marzo de 2002; 94 (5): 391-8, demostró que entre 48.000 sujetos que consumían al menos 10 raciones de tomates o subproductos del tomate en su dieta a la semana, el consumo de licopeno aumentaba el riesgo de cáncer de próstata en un 45%. La investigación duró seis años. Otros estudios han descubierto que el licopeno también puede reducir los niveles de colesterol en forma de lipoproteína de baja densidad (LDL) que causa la aterosclerosis, por lo que la ingesta de tomates podría reducir la incidencia de enfermedades cardiovasculares.

El primer estudio se centró en los beneficios que aporta en la prevención de ciertos cánceres, demostrando que las personas que lo consumen regularmente están menos expuestas a los cánceres

que afectan al aparato digestivo y reproductor, como el de colon y el de próstata. Más tarde, otros vinieron a demostrar las propiedades antienvejecimiento del licopeno. Uno de ellos se llevó a cabo en un grupo de 90 monjas del sur de Italia, con edades comprendidas entre los 77 y los 98 años. Las que tenían mayores niveles de licopeno en la sangre tenían mayor agilidad para realizar diversas actividades.

Se calcula que en España la ingesta de licopeno procedente de frutas y verduras frescas es de unos 1,3 mg/persona/día.

“De hecho, hay muchas pruebas de que el licopeno contenido en nuestra dieta es beneficioso para nuestra salud, pero esto no significa que si lo tomamos sólo en forma de pastillas o cápsulas vaya a beneficiar nuestra salud, o que pueda prevenir ciertas enfermedades. Aún queda mucho por investigar antes de recomendar su consumo sólo como suplemento alimenticio. Pero lo que sí se puede aconsejar es aumentar la ingesta de frutas y verduras”.

2.3.6. Utilidad del licopeno

A excepción del caroteno, el aumento de la ingesta dietética de

licopeno no presenta problemas de toxicidad. Debemos ser un poco escépticos con respecto a las opiniones "prometedoras" derivadas de diferentes tipos de estudios epidemiológicos, ya que hay varias áreas que requieren más información, como por ejemplo:

- Deberían realizarse más investigaciones sobre su función o actividad en el cuerpo humano, ya que hay pocos estudios sobre el uso de licopeno en la dieta y el uso a largo plazo de las personas.

- La investigación epidemiológica no permite establecer la causalidad; se necesita una investigación experimental.

- Es necesario revisar los resultados negativos del uso de otras intervenciones con carotenoides en determinadas poblaciones, por ejemplo, el caroteno usado para prevenir el cáncer de pulmón en los fumadores, que ha provocado un aumento de la incidencia de esta enfermedad.

- La biodisponibilidad del licopeno varía de acuerdo con su forma de ingesta, y sus potenciales beneficios pueden ser el resultado de interacciones complejas entre distintos carotenoides, vitaminas y otros ingredientes de la dieta.

- No hay evidencia científica acerca de la suplementación con licopeno en nuestra dieta, ni sobre la dosis correcta, ni sobre las personas que lo toman, ni sobre la duración de este suplemento.

2.3.7. **Licopeno como colorante**

Debido a su popularidad, se ha permitido el uso del licopeno como colorante alimentario. Como el licopeno es insoluble en agua y está estrechamente relacionado con la fibra vegetal, su disponibilidad aumenta con el uso de alimentos procesados. Por ejemplo, el uso de tomates en guisos o estofados (similares a la salsa de tomate en lata) y su consumo en platos ricos en aceite (como la pasta o la salsa para pizza) aumentará la absorción de licopeno en el torrente sanguíneo.

El licopeno contaminará inmediatamente cualquier superficie moderadamente porosa, incluida la mayoría de los plásticos. Aunque las manchas de tomate pueden eliminarse fácilmente de los tejidos (cuando la mancha aún está fresca), el plástico teñido no puede utilizarse para eliminar el licopeno con agua caliente, jabón o detergente (aunque los productos de lejía lo destruirán).

Los plásticos son particularmente susceptibles de mancharse si se calientan, se rayan, se mojan con aceite o se corroen con ácidos (como los que se encuentran en los tomates).

Fig. 2.8. Licopeno envasado

2.4. NORMA DEL CODEX PARA EL CONCENTRADO DE TOMATE ELABORADO (CODEX STAN 57-1981)

2.4.1. Ámbito de aplicación

La presente norma se referirá a los productos definidos en la parte 2 que se indican a continuación y que se destinan al consumo directo, incluso a la restauración o al reenvasado en caso necesario. Esta norma se aplica igualmente a los productos que presentan la necesidad de una nueva transformación. La norma no incluye los productos que contienen semillas y pieles, como el "tomate para pizza" y otros productos "domésticos", ni los productos comúnmente denominados ketchup, salsa de chile, salsa de tomate o productos similares, que son productos muy aromatizados y de concentraciones variables. También contiene ingredientes característicos, como la pimienta, la cebolla, el vinagre, etc., cuya cantidad puede cambiar significativamente el sabor, el aroma y el gusto de los ingredientes del tomate.

2.4.2. Descripción

2.4.2.1. Definición del producto

El concentrado de tomate elaborado se entiende como un producto:

(a) Estos tomates se preparan concentrando la pulpa o el jugo (jugo) obtenido de tomates rojos maduros y adecuadamente sanos (Lycopersicon / Lycopersicum esculentum P. Mili), o se

filtran o se someten a otras operaciones para eliminar la piel, las semillas y otros o una sustancia dura; y

(b) Conservado por medios físicos.

La concentración de sólidos solubles naturales totales debe ser igual o superior al 7%, pero no alcanza el nivel de deshidratación del polvo seco o escamas.

2.4.2.2. Designación del producto.

Cuando el concentrado cumple los siguientes requisitos, el concentrado de tomate puede considerarse como "puré de tomate" o "salsa de tomate":

1. **"Puré de tomate"** se refiere a tomates concentrados que contienen al menos un 7% pero no más del 24% de sólidos solubles naturales.

2. **"Paste de tomate"** - se refiere al concentrado de tomate con un contenido igual o superior al 24% del total de sólidos solubles naturales..

2.4.3. Factores esenciales de composición y calidad.

2.4.3.1. Composición

1. Ingredientes básicos

Concentrado de tomate elaborado según se define en- la Sección 1.

En esta Norma, el "zumo (Jugo)" no se refiere al jugo (incluido el jugo de tomate) definido en la Norma General para Jugos y Néctar de Frutas (CODEX STAN 247-2005). La concentración se mide sin agregar sal.

CODEX STAN 57 Página 2 de 2

-

2. **Otros ingredientes autorizados**

(a) "sal (cloruro de sodio) de conformidad con la Norma para la Sal de Calidad Alimentaria (CODEX **STAN 150-1985)";**

(b) especias y hierbas (como hojas de albahaca, etc.) y sus extractos naturales.;

(c) zumo (jugo) de limón (natural o concentrado) empleado como acidificante; y

(d) agua.

2.4.4. Criterios de calidad.

“Un concentrado de tomate cuidadosamente elaborado debe tener un buen sabor y aroma, un color rojo distintivo y una textura uniforme (distribución uniforme), que son las características del producto”

i. Definición de defectos

“El concentrado de tomate procesado se preparará de acuerdo con las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF). Los materiales y prácticas utilizados deben garantizar que el producto no contenga casi ninguna sustancia vegetal extraña, incluidas otras sustancias objetables, y que casi no contenga impurezas minerales”

Dependiendo del uso previsto, cuando se cumplen estas condiciones:

(a) El producto casi no tiene pieles de tomate ofensivas;

(b) El producto no contiene realmente semillas o partículas de semillas;

(c) La presencia de sustancias vegetales extrañas distintas de las semillas o la piel, y sustancias vegetales utilizadas como condimentos que no pueden detectarse a simple vista, sino que solo pueden detectarse con un microscopio; y

(d) El producto casi no tiene manchas oscuras ni partículas escamosas.

ii. Defectos y tolerancias Impurezas minerales

"El contenido de impurezas minerales (arena, suelo y cualquier otra impureza insoluble en ácido clorhídrico) no debe exceder el 0,1% del contenido total de sólidos naturales solubles"

Ácido láctico

"El contenido de ácido láctico (total) no superará el 1% del contenido total de sólidos solubles naturales"

iii. Recuento de mohos

"La cantidad de moho en los concentrados de tomate procesados debe determinarse de acuerdo con las leyes del país minorista"

iv. pH

El pH deberá ser inferior a 4,6.

2.4.5. Aditivos alimentarios

REGULADORES DE LA ACIDEZ

No. SIN	Nombre del aditivo alimentario	Dosis máxima
300	Ácido ascórbico,	L-BPF
330	Ácido cítrico	BPF
331 (i)	Citrato diácido sódico	BPF
331 (iii)	Citrato trisódico	Rpp
332(i)	Citrato diácido potásico	BPF
332(ii)	Citrato tri potásico	BPF
333(iii)	Citrato tricálcico	BPF
380	Citrato triamónico	BPF
507	Ácido clorhídrico	BPF
514(i)	Sulfato de sodio	BPF
515(i)	Sulfato de potasio	BPF
575	Glucono delta-lactona	BPF
577	Gluconato de potasio	BPF
578	Gluconato de calicó	BPF
580	Gluconato de magnesio	BPF

CONTAMINANTES

“Los productos aplicables de esta norma deben cumplir con el más alto nivel de normas generales para contaminantes y toxinas en alimentos y piensos”. (CODEX **STAN 1**93-1995)

“Para considerar la concentración del producto, la determinación del contenido máximo de contaminantes debe tener en cuenta el contenido total de sólidos solubles naturales, y el valor de referencia para las frutas frescas es de 4,5” (CODEX **STAN 1**93-1995)

“Los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente norma deberán respetar el límite máximo de plaguicidas establecido por la Comisión del Codex Alimentarius” (CODEX **STAN 1**93-1995)

“Para considerar la concentración del producto, la determinación del límite máximo de residuos de plaguicidas debe considerar el contenido total de sólidos solubles naturales. El valor de referencia para las frutas frescas es de 4,5” (CODEX **STAN 1**93-1995)

HIGIENE

“Se recomienda preparar y manipular los productos cubiertos por esta norma de acuerdo con el Código de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC / RCP 1-1969) y partes

apropiadas de otros textos relevantes del Codex. Como códigos de prácticas y códigos de higiene, Los productos deben cumplir con los estándares microbiológicos establecidos según los principios de establecimiento y aplicación de estándares microbiológicos alimentarios" (CAC / GL 21-1997)

NOMBRE DEL PRODUCTO

El nombre del producto deberá ser:

(a) "Puré de tomate si el alimento contiene por lo menos el 7%, pero no más del 24% de sólidos solubles naturales totales";

(b) "Pasta de tomate" si el alimento contiene por lo menos el 24% de sólidos solubles naturales totales";

(c) "alguna otra denominación empleada habitualmente en el país acompañada por la declaración del porcentaje de sólidos solubles naturales totales"; o

(d) "si la adición de un ingrediente, cambia el sabor característico del producto, el nombre del alimento deberá ir acompañado de los términos Aromatizado con x o Con sabor a x, según proceda".

DECLARACIÓN DEL PORCENTAJE DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

El porcentaje de sólidos se puede enumerar en la etiqueta de cualquiera de las siguientes formas:

(a) (a) Indique el porcentaje mínimo de sólidos solubles naturales totales (por ejemplo: "sólidos mínimos: 20%").

(b) Indique la posibilidad de un cambio del 2% en el total de sólidos solubles naturales (por ejemplo: "Sólidos: 20% a 22%")

2.5. PASTA DE TOMATE.

2.5.1. Definición y características.

"La pasta de tomate consiste en una concentración de tomate al que se le ha eliminado la piel y las semillas, y cuya textura final es una pasta roja. Según las circunstancias de fabricación, puede utilizarse para hacer pasta de tomate o diluirse para completar la elaboración de zumo de tomate. El uso culinario más popular es la preparación de la salsa para pizza, que se unta sobre la misma base pero en poca cantidad". La forma más habitual de comercialización es a través de conservas o tubos de pasta. Su ventaja es que soportan un almacenamiento prolongado y son superiores a otros productos de tomate en conserva. Se presenta en dos formas: un

concentrado simple, que tiene cierta consistencia fluida, también llamado puré de tomate, y un concentrado doble, que tiene una consistencia pastosa casi sólida, llamado salsa de tomate propiamente dicha. Este último se utiliza principalmente para la preparación de guisos y salsas; y forma parte de la preparación de la salsa de tomate.

Como la elaboración de la salsa de tomate lleva mucho tiempo, aunque es fácil, en el mercado se pueden encontrar productos preparados y envasados, principalmente en pequeñas latas o tubos. Aunque esta forma es más común en otros países, puede encontrar el preparado de tomate en tubo en el estante de productos importados, o dependiendo de la tienda, ponerlo en el mismo estante que el resto de la pasta de tomate y la salsa de tomate. La salsa de tomate es muy fácil de hacer, es decir, concentrar la pulpa del tomate. “Para ello, hay que pelar y quitar las semillas, y luego calentar la fruta para evaporar el agua de la planta. Para hacer salsa de tomate, se pueden elegir algunos tomates maduros, hervirlos suavemente, luego tamizarlos, quitarles la piel y retirarles las semillas, y después cocerlos al vapor durante mucho tiempo para reducir el contenido de agua a una quinta parte del que tenía originalmente”. Aunque más de la mitad de los sólidos del tomate están compuestos por azúcar y ácidos orgánicos, se puede añadir

un poco de azúcar y un poco de sal para equilibrar la acidez y favorecer la conservación, aunque esta proporción es pequeña. Si opta por consumir salsa de tomate comprada, puede confirmar fácilmente en la etiqueta que no contiene más ingredientes que el tomate y la sal. Dado que este producto tiene diferentes fabricantes, es conveniente probar una variedad de productos de mayor calidad y mejor sabor. El concentrado de tomate tiene una amplia gama de usos. Desde su adición a guisos y salsas, además del color y el sabor, también se puede utilizar como espesante, por ejemplo, se utiliza directamente en la masa de la pizza, pero siempre con moderación porque tiene un sabor muy fuerte, o se puede reconstituir añadiendo agua u otros líquidos y añadiendo pasta de tomate o zumo.

2.5.3. **Proceso de producción industrial.**

a. **Recepción y pesado del tomate**

“Los tomates entran en la fábrica y se transportan por camión en bidones metálicos especiales con una capacidad de aproximadamente 5,0 toneladas métricas. Se reciben en la fábrica, se pesan en una báscula de plataforma electrónica y se inspeccionan en el área de control de calidad”.

Se llevanza cabo los siguientes controles:

- Tomates con daño por insectos y gusanos
- Tomates con daño por el sol

- Tomates inmaduros
- Tomates con daño por mohos
- Tomates podridos
- Materias extraña
- Tomates partidos

Asimismo, se hacen controles físico-químicos: color, grados Brix, pH. A final, los tomates se conservan en el patio a la espera de ser elaborados.

b. **Alimentación del proceso**

"Los tomates se descargan mediante descarga hidráulica, utilizando una presión de agua controlada como método de transporte para evitar que se dañen los tomates. Para ello, el camión se coloca en la zona de descarga con una inclinación de 30º para mantener el flujo permanente de agua hacia el depósito por la parte superior y abrir la puerta lateral del depósito. El flujo de agua y los tomates son recibidos por una rampa y transportados a la zona de lavado y clasificación mediante una cinta transportadora".

c. **Lavado**

Durante la fase de lavado, se eliminan todas las sustancias extrañas que no deben entrar en el proceso, como tierra y

arena. El lavado se realiza en 2 etapas.:

“El lavado por inmersión en agua se utiliza para separar las partículas más densas que el agua y que forman parte de la carga microbiana; debido al aire a presión inyectado desde abajo, la fruta se mueve constantemente en el agua, lo que favorece la separación de los materiales adheridos. La puerta giratoria y el transportador de rodillos transfieren los tomates a la siguiente cuba de lavado con el mismo sistema, lo que mejora la eficacia del lavado” A continuación se produce la limpieza por aspersión, que se realiza de forma similar a la anterior, más el efecto de las duchas de agua clorada a presión..

d. Selección

La selección incluye la eliminación de los tomates no aptos para la transformación y de los objetos extraños (hojas, pedicelos). “Esta tarea se lleva a cabo manualmente en una mesa transportadora mecánica. Los rodillos de la mesa transportadora hacen girar la fruta por sí mismos, lo que resulta conveniente para la operación en general. La mesa de selección está suficientemente iluminada y la velocidad de la cinta es una condición necesaria para garantizar un trabajo eficaz. Dependiendo de la calidad de los tomates, se necesita

un número mínimo de trabajadores para obtener suficientes selecciones” Los descartes se almacenan temporalmente en cajas de plástico para su eliminación como residuos sólidos en el futuro.

e. **Triturado**

“Los productos lavados y seleccionados se bombean a través de una trituradora centrífuga para su trituración. Esto se hace para permitir que el producto pase por la tubería del inactivador enzimático y para favorecer la transferencia de calor”

f. **Inactivación Enzimática**

“El producto molido se enfrenta a un proceso de calentamiento mediante vapor indirecto e intercambiadores de calor de haz de tubos en circulación”

“En esta fase, existen dos sistemas de inactivación diferentes. El sistema de rotura en frío significa que se calienta después de la trituración, pero no se aplica suficiente calor al producto para inactivar completamente la pectinasa presente en el tomate (ésta será la responsable de la hidrólisis de la pectina), el calor aplicado sólo se utiliza para favorecer la

separación de la piel o cáscara en el proceso posterior. La temperatura utilizada en esta fase es de unos 40-71 °C. El sistema de rotura en caliente representa la rotura térmica".

La pulpa se calienta para inactivar las enzimas que degradan la pectina con el fin de preservarla, de modo que el producto procesado tenga una mayor consistencia. La temperatura utilizada en esta etapa es de unos 60-98 °C.

g. Refinación

"El producto triturado tras la inactivación de las enzimas se envía a la fase de refinado". "Esta operación consiste en separar las cáscaras, las semillas y otras materias extrañas mediante la fuerza centrífuga". El refinado se lleva a cabo en 2 etapas, pasas y máquina de refinado, en la que el producto triturado entra en el cuerpo principal, a través de la fuerza centrífuga por un lado para separar el jugo refinado, por otro lado para separar la piel y las semillas (tomase), se transporta por un tornillo sin fin y se almacena en el plástico en la caja, más tarde se retira como un residuo sólido.

h. Evaporación

“El objetivo de esta etapa es concentrar el zumo hasta alcanzar la consistencia y el porcentaje de sólidos solubles requeridos, y eliminar parte del agua por calentamiento”. Para ello, se utiliza un evaporador de vacío continuo de varias etapas y efectos. En el evaporador Rossi, el producto entra en la primera etapa y se concentra continuamente a medida que pasa por las etapas siguientes. “En el primer efecto, se alcanza la temperatura más alta en el evaporador y, a continuación, la temperatura desciende”. En el evaporador Fenco, el producto entra en el tercer efecto y el calor entra en el primer efecto (evaporador en contracorriente). La temperatura se reduce del primer efecto al tercer efecto. Dado que el concentrado de tomate es muy sensible a los daños causados por el calor, se puede conseguir una temperatura más baja utilizando una bomba de vacío y un sistema de torre de condensación de media presión para operar a baja presión. Así, al bajar el punto de ebullición del agua, se puede mantener el color y el sabor del producto. El nivel de concentración varía según el tipo de pasta.:

Pasta CB: 28 - 30 °Bx, 30 - 32 °Bx, 36 -38 °Bx

Pasta HB: 24 - 26 °Bx, 28 -30 °Bx, 30 - 32 ° Bx

i. Esterilización

La pasta a la salida del evaporador “es susceptible a la acción de los microorganismos del medio. Por lo tanto, para almacenar el producto durante mucho tiempo, es necesario esterilizarlo con calor. Para ello, el producto llega al esterilizador mediante una bomba de pistón, que actúa como homogeneizador y mantiene constante la velocidad de la pasta en la tubería”.

Este tratamiento consiste en elevar la temperatura del producto hasta un rango de 104-110 °C. La pasta circula por tuberías de temperatura controlada (de mantenimiento) para eliminar toda posible carga microbiana, y luego se enfría repentinamente (choque térmico) para llevar la pasta a 52 °C y estabilizar el producto. Este tratamiento favorece la conservación de los alimentos, ya que el choque térmico ayuda a inactivar la carga microbiana que pueda quedar incluso después de asignarle la temperatura, y el hecho de enfriar rápidamente preserva mejor los aspectos sensoriales, incluidos el color y el aroma.

j. Envasado aséptico

El producto esterilizado “se transporta a la máquina de llenado a través de la tubería, que es una máquina informática controlada automáticamente para garantizar la esterilidad del producto”. La máquina de llenado ejecuta su cabezal de llenado, abre la tapa de la bolsa aséptica, llena la bolsa con un peso preestablecido y la cierra. La pasta se envasa en bolsas estériles de tres capas (2 de polietileno y 1 de aluminio), que se esterilizan. Estas bolsas tienen una capacidad de hasta 250 kg y, una vez llenas, se colocan en un cilindro metálico.

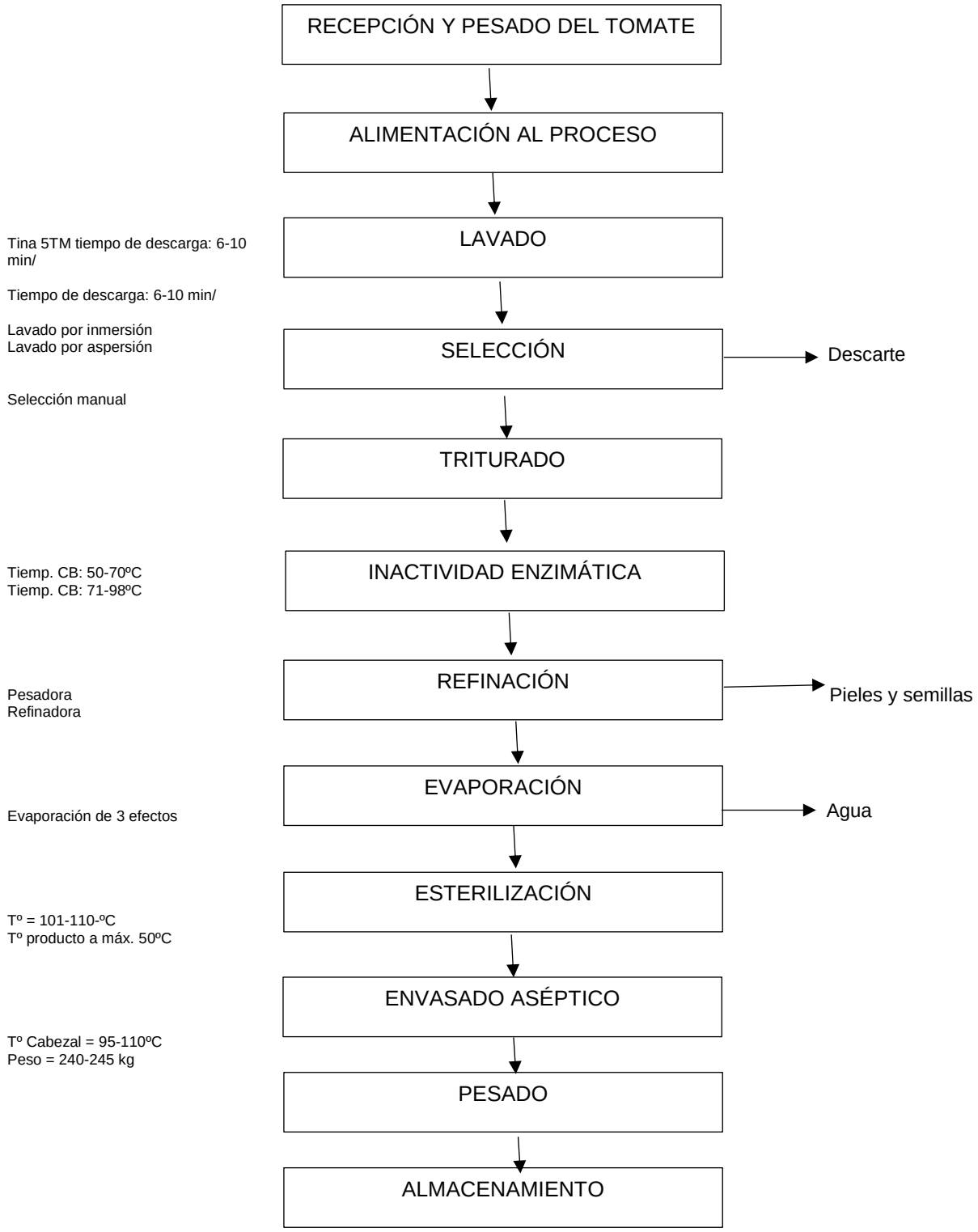


Fig. 2.9. Diagrama de flujo para la elaboración industrial de la pasta de tomate.

CAPÍTULO III

DESARROLLO EXPERIMENTAL

3.1. GENERALIDADES.

Para el desarrollo de la parte experimental de la tesis, se han empleado como material de estudio tomate fresco variedad cherry, del cual se ha extraído licopeno, cuyo valor se tomó como referencia, para compararlo con los valores de licopeno hallados en productos comerciales: pasta de tomate Alacena, Molitalia, Pomarola, La rojita.

3.2. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.

Las muestras de tomate fresco, se tomaron en el mercado de abastos de Ica llamado "Mercado Modelo", para ello se seleccionaron los tomates rojos, de tamaño pequeño similares a los que se emplean para los procesos industriales, libres de plagas y en perfecto estado de conservación post cosecha. Se adquirió un total de 5 kg. Los tomates se colocaron en bolsas plásticas, de las cuales se trataron de eliminar todo el aire y se puso en refrigeración en el laboratorio, para evitar su rápido deterioro. Para proteger el tomate d la humedad durante los días que permanecieron refrigerados se optó por envolverlo en papel toalla, para que absorba este la humedad y luego colocarlos dentro de la bolsa plástica, que se selló

herméticamente cada vez que se abría para retirar la cantidad de muestra necesaria para los análisis.

La pasta de tomate de diversas marcas fue adquirida en el supermercado Plaza Vea de la ciudad de Ica, se compraron en sus respectivos envases comerciales, debidamente sellados y en perfecto estado de conservación. En el laboratorio se mantuvieron los empaques en constante refrigeración, antes y después de abrirlos.

3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

3.3.1. Análisis del tomate

Las muestras serán analizadas para determinar su composición química proximal: humedad, fibra, cenizas, proteínas, grasas y carbohidratos, empleando para ello los métodos generales de análisis, establecidos por la A.O.A.C.

A. Humedad.

(Método gravimétrico - AOAC -1995)

Por diferencia de peso de la muestra húmeda y la muestra seca después de mantenerla en la estufa a 130°C x 3 horas.

El cálculo de la humedad se expresa en %.

$$\%H = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{de\ la\ muestra}} \times 100$$

B. Grasas.

(Método Soxhlet - AOAC -1995).

En el equipo Soxhlet, con hexano en caliente haciendo recircular el solvente que va extrayendo la grasa. El resultado se calcula con la fórmula:

$$\% \text{ grasa} = \frac{(\text{W balón + grasa}) - (\text{W balón vacío})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

C. Cenizas.

(Método de la incineración Directa - AOAC - 1SS5).

En un crisol de porcelana seco y tarado, se echan 2 g de muestra pulverizada, seca y desgrasada. Se calienta hasta.

200°C hasta completa carbonización luego se lleva a mufla a 600°C por 12 horas. El cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{W de las cenizas}}{\text{W de la muestra}} \times 100$$

D. Proteínas.

(Método de micro Kjeldahl - AOAC -1984).

0,3 g de muestra pulverizada, seca y desgrasada, se digesta en presencia de catalizador hasta decoloración total, luego se

destila con NaOH y finalmente se titula con ácido clorhídrico la solución recibida en ácido bórico. El porcentaje se calcula con la fórmula:

$$\% \text{ Proteínas} = \frac{\text{Gasto} \times 0,014 \times F \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

Donde:

F - es el factor de la sustancia a analizar.

E. Fibras.

(Método de digestión con ácido y álcalis diluidos – AOAC - 1995).

Un gramo de muestra pulverizada, seca y desengrasada se colocan en un vaso de precipitados y se agrega 200 mL de H_2SO_4 al 1,25%, se hierve a reflujo durante 30 minutos, luego se futra. El residuo lavado se coloca en un vaso de precipitados, con 200 mL de NaOH al 1,25%, dejándolo hervir durante 30 minutos más. El % de fibras se calcula:

$$\%_F = \frac{\text{Material insoluble-peso de las cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

F. Carbohidratos.

(Por diferencia - AOAC -1984).

El porcentaje de carbohidratos, se determina por diferencia de pesos sumando las determinaciones anteriores y restando de 100.

%Carb. = 100 - (%H + %G + %P + %F + %C)

3.3.2. Extracción del licopeno. Lavado.

El tomate fresco se sometió a lavado con abundante agua clorada (100 ppm de hipociorito de sodio) a fin de eliminar la suciedad acumulada en su superficie y los posibles microorganismos presentes en ella.

Después del lavado se enjuagó con agua destilada, se dejaron escurrir y se secaron con papel toalla.

Trozado.

Una vez seco el tomate se procedió a partirlo por la mitad empleando un cuchillo de acero inoxidable, para retirar las pepas y el líquido que las acompaña, dejando solo pulpa. Luego la pulpa se trozó en pequeños pedacitos.

Obtención del jugo.

El tomate trozado se coloca en un extractor Panasonic MJ-VV176P para convertirlo en jugo.

Extracción.

Del jugo obtenido, cuya densidad es de 1,75 g/mL se toma 10 ml_ y se vierte en un vaso de reactivos al cual se agrega 60 mL de éter dietílico (temperatura de ebullición 34,5°C) y se cierra herméticamente cubriéndolo con papel negro para evitar la incidencia de la luz solar. De esta manera se preparan otras cinco muestras, las cuales se dejan durante 10 días en maceración, agitándolos periódicamente. Después de los 10 días de maceración se filtran las muestras, separando la parte sólida del extracto, el mismo que se vierte en embudos de separación (peras de bromo) envueltas en papel negro, dejándolos en reposo por 48 horas para que se separe la parte acuosa del solvente (éter dietílico). Separando finalmente el agua del éter dietílico.

Re-extracción.

Bajo las mismas condiciones de la extracción la parte sólida recuperada en la filtración se vuelve a poner en maceración y finalmente se separa el extracto.

Evaporación del solvente.

El extracto etéreo se coloca en placas Petri destapadas (previamente pesadas en balanza analítica), dentro de una campana extractora cubierta con papel negro para evitar la luz solar o artificial, dejándolo en ella hasta la total evaporación del solvente.

Pesaje.

En la misma balanza analítica se vuelve a pesar las placas Petri y por diferencia de peso se calcula la cantidad de licopeno presente en la muestra. A partir de este valor se calcula la cantidad de licopeno para 100 g de tomate.

-

3.3.3. Tratamiento de las muestras de pasta de tomate.

El tratamiento de las muestras de pasta de tomate es la misma que la descrita anteriormente en lo que se refiere a partir de la extracción.

3.3.4. Cuantificación del licopeno.

PRINCIPIO “El método aquí descrito es una modificación del método propuesto por Arroyave, Pineda y Funes” (1974). “El método se basa en la formación de retinol deshidratado mediante la mezcla de retinol con un reactivo de color que

contiene ácido tricloroacético y diclorometano. Se forma un compuesto azul, cuya intensidad puede medirse por comparación visual con la escala de la solución de sulfato de cobre". El color azul es temporal, por lo que debe compararse en los 10 segundos siguientes a la adición del reactivo.

PUNTOS CRÍTICOS Y PRECAUCIONES "Es necesario preparar el reactivo de color con suficiente frecuencia, ya que la humedad del ambiente reducirá su reactividad con el diterpeno de la muestra, por lo que es inestable. Se recomienda utilizarlo dentro de los 5 días de almacenamiento a 25°C. Si se almacena en un entorno refrigerado, se recomienda utilizarlo en un plazo de 14 días". Si se añade anhídrido acético a la solución recién preparada, el reactivo de color es estable durante al menos 18 días (a temperatura ambiente y en condiciones de refrigeración). Si los reactivos están refrigerados, deben colocarse a temperatura ambiente durante dos o tres horas antes de su uso; si se forman cristales, deben disolverse mediante un movimiento de rotación. Para verificar la calidad de los reactivos, se recomienda utilizar una muestra de control del azúcar de prueba licopene con una concentración conocida y asegurarse de que la intensidad del color azul coincide con la intensidad esperada según la escala. Los reactivos

cromogénicos son muy corrosivos, por lo que deben manipularse con cuidado y sólo por personal debidamente formado. Unos minutos antes de su uso, vierta la cantidad necesaria en un vaso de precipitados para que pueda ser aspirada fácilmente con una jeringa. Utilice una jeringa en lugar de una pipeta para asegurarse de que el reactivo se añade con fuerza y rapidez a la muestra en la solución.

NO debe regresarse el reactivo sobrante del vaso de precipitar al envase original.

MATERIALES - Frasco de plástico de 50 mL – “Frasco de vidrio de boca ancha (para descartar los desechos) - Frasco de 500 mi o termo (para transportar el agua destilada) - Frasco oscuro eon tapón de vidrio esmerilado - Guantes desechables quirúrgicos -Jeringa de vidrio de 5-10 mL con punta de polietileno de 3 cm en el extremo - Pipeta graduada de 10 mL - Soluciones de sulfato de cobre (escala colorimétrica) (ver descripción adelante) - Tubos de ensayo de 15 x 100 mm con una marca a 1 mL y otra al nivel def volumen que ocupan 10 g de azúcar del tipo que se va a analizar Vasos de precipitar (beaker) de 50-100 mL”

REACTIVOS

"Ácido tricloroacético p.a. (CI_3COOH), PM-163.39, 99.5%".

"Anhídrido acético p.a. $(CH_3CO)_20$, PM=102.092".

"Diclorometano p.a. (CH_2CI_2), PM-84.93, 99.5%, d=1.32 g/mL"

"Sulfato de cobre pentahidratado p.a. ($CuS0_4.5H_20$), PM=249.68, 99%"

SOLUCIONES

Reactivo cromógeno: ácido tricloroacético/diclorometano

PRECAUCIÓN "El ácido tricloroacético es muy corrosivo. Durante la preparación y el uso de los reactivos, utilice chaquetas de manga larga, gafas de seguridad, guantes y máscaras de gas". Disolver en una campana de humos. Los reactivos deben almacenarse en un lugar fresco para evitar su descomposición por contacto con la humedad.

Composición

Ácido tricloroacético	120 g
Diclorometano	61 ml
Anhídrido acético	2 mL

Preparación

“Disuelva 120 g de ácido tricloroacético en 80.0 g de diclorometano (60.6 mL). Para disolver por completo, entibie la mezcla (con el recipiente tapado) en baño de agua a 60 °C, agitando constantemente. Almacenamiento Agregue 2 mL de anhídrido acético y guarde en frasco ámbar con tapón de rosca preferiblemente en refrigeración. La solución es estable por lo menos 18 días guardado a temperatura ambiente y en refrigeración”.

"Solución madre de sulfato de cobre pentahidratado 120 g/L

Composición

Sulfato de cobre 120 g/L

Preparación

“Pese 12.121 g de sulfato de cobre pentahidratado y disuelva con agua bidestilada. Transfiera la solución a un balón de 100 mL y lave el beaker donde disolvió con agua bidestilada. Transfiera los lavados al balón y afore con agua destilada”.

Almacenamiento

Guarde en frasco de polietileno a temperatura ambiente. -4_a solución es estable indefinidamente.

PROCEDIMIENTO

A. Escala colorimétrica

1. A partir de la solución de sulfato de cobre pentahidratado $CuSO_4.5H_2O$)-120 g/L, prepare 10 mL de las siguientes concentraciones:

Volumen de solución (B) (mL)	[CuS04.5H20] (g/L)	(Equivalencia aprox. De concentración) (mg/kg retinol en azúcar
2.5	30	5
5.0	60	10
7.5	90	15
---	120	20

"Ponga la solución estándar de sulfato de cobre en el mismo tipo de tubo de ensayo que la muestra de análisis. Tápelos bien para evitar la evaporación. Etiquete cada tubo con su respectivo número de identificación, que representa el color aproximado producido por la muestra de azúcar, con una concentración de retinol de mg/kg. Estas soluciones son estables indefinidamente a temperatura ambiente"

B. **Preparación de la muestra**

"En el caso de análisis del licopeno, la solución a utilizar en el paso 5 se prepara con el extracto de licopeno obtenido, disueltos en 50 mL de agua destilada".

1. “Homogenice la muestra mezclándola varias veces”.
2. “En el frasco de 50 mL, ponga 10 mL de muestra (o con uno de los tubos de ensayo con menisco 60 marcado, tome el volumen equivalente”).
3. “Agregue 10 mL de agua a 50-60°C, preferiblemente destilada. Diluya la muestra, si es necesario calentando la solución”.
4. “Deje la solución en reposo a temperatura ambiente hasta que se enfríe”.
5. “Transfiera la solución dé la muestra a un tubo de ensayo hasta el nivel marcado a 1 mL o con una pipeta volumétrica de 1 mL”
6. “Vierta la cantidad estimada del cromogeno que se utilizará en un vaso de precipitar”.
7. “Utilizando la jeringa, agregue a cada solución de muestra 3 mL del reactivo cromogeno y mezcle inmediata y vigorosamente. Utilice guantes desechables para evitar el contacto accidental del reactivo cromogeno con la piel”.
8. “Compare el color azul de la muestra con los patrones de la escala col oh métrica. Efectúe esta comparación antes de que hayan transcurrido 10 segundos de haber agregado el reactivo, ya que el color se

mantiene por un corto tiempo”.

9. “Estime el nivel de licopeno en la muestra (mg/L) con base en el patrón cuyo color es el más similar al desarrollado por la muestra. En la mayoría de los casos, la intensidad del color azul cae entre dos de los tubos de referencia. La concentración de licopeno, por lo tanto, debe informarse dentro de este rango. Por ejemplo, si la intensidad del color cae entre los niveles 30 y 60 g/L de sulfato de cobre, el contenido de licopeno es entre 5 y 10 mg/L”
10. “Deseche los residuos del reactivo cromogeno, incluyendo el que se ha hecho reaccionar con' el azúcar, dentro del frasco de vidrio con solución de bicarbonato de sodio al 10%”

CAPITULO IV

RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS.

4.1.1. Del tomate empleado en la investigación.

TABLA 4.1

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TOMATE

COMPONENTE	UNIDADES	CANTIDAD
Agua	%	94
Carbohidratos	%	3,0
Fibra	%	1,0
Proteínas	%	1,0
Lípidos	%	0.3
Grasa	%	0,6
Licopeno	mg	958

FUENTE: Datos experimentales.

4.1.2. De las pruebas para obtener el licopeno.

TABLA 4.2

RESULTADOS DE LA CANTIDAD DE SOLVENTE A UTILIZAR

VOLUMEN DE SOLVENTE, mL	PESO DE LA MUESTRA, g	LICOPENO RECUPERADO, mg
100	100	368
200	100	520
300	100	793
400	100	904
500	100	950
600	100	951
700	100	951

FUENTE: Datos experimentales.

Nota: El solvente empleado fue el éter de petróleo, ya que este posee una petróleo, ya que este posee una temperatura de ebullición de 36°C, lo que ha permitido evaporarlo a bajas temperaturas sin afectar al licopeno.

Según estos resultados la cantidad de licopeno que tiene el tomate ensayado es de: 958 mg/ 100 g, según los datos obtenidos hay una recuperación del 99,16%

TABLA 4.3

TIEMPO DE MACERACIÓN

TIEMPO, Horas	PESO DE LA MUESTRA, G	VOLUMEN DE SOLVENTE, mL	LICOPENO RECUPERADO, mg/100 g
2	100	500	371
3	100	500	384
4	100	500	425
5	100	500	484
6	100	500	612
7	100	500	720
8	100	500	805
9	100	500	867
10	100	500	911
11	100	500	941
12	100	500	950

FUENTE: Datos Experimentales.

Nota: La cantidad de licopeno recuperado en la reextracción es muy pequeña, por lo que no se consideró en el presente trabajo.

4.1.3. De la extracción de licopeno de la salsa de tomate.

TABLA 4.4

CONCENTRACIÓN DEL LICOPENO EN LA SALSA DE TOMATE

MARCA COMERCIAL	LICOPENO RECUPERADOR), mg/100g
Pomarola	732
Maggi	, 675
Heinz	668
Molítaíia	726
Resultado promedio	701

FUENTE: Datos experimentales.

(*) Valores promedio de cinco ensayos.

TABLA 4.5

CONCENTRACIÓN DE ACIDO ASCÓRBICO EN LAS PASTAS DE TOMATE DE DIFERENTES MARCAS

MARCA COMERCIAL	LICOPENO RECUPERADO (*), mg/100g
Molitalia	400
Compass	500
Libby's	500
Alpesa	400

FUENTE: Datos experimentales.

(*) Valores promedio de cinco ensayos.

TABLA 4.6

DIFERENCIA DE CONCENTRACIONES DEL LICOPENO EN TRE EL TOMATE FRESCO Y LA PASTA DE TOMATE

Concentración promedio del licopeno, mg/100g		Diferencia, mg/100g
Tomate fresco	Salsa de tomate	
950	701	249

FUENTE: Datos de las tablas 4.1. y 4.4.

4.2. **DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

En los últimos años, un gran número de estudios han destacado que las frutas y verduras (como fuentes naturales de antioxidantes y fotoquímicos) en una dieta equilibrada son medios importantes para prevenir diversas enfermedades crónicas y degenerativas. Los tomates y los productos del tomate desempeñan un papel importante en este sentido porque son una de las fuentes más importantes de licopeno. El licopeno es un pigmento vegetal soluble en la grasa, que les da un color rojo característico y tiene propiedades antioxidantes. “El licopeno pertenece a la familia de los carotenoides. No es una sustancia sintetizada por el cuerpo humano, sino una sustancia sintetizada por los vegetales y algunos microorganismos” Por lo tanto, debe incluirse en la dieta como un micronutriente. “El licopeno existe en la sangre y en los tejidos del cuerpo humano y es el principal carotenoide de este último. Está especialmente concentrado en la próstata, lo que puede explicar su fuerte efecto preventivo sobre la aparición del cáncer de próstata. La función del licopeno es proteger las células humanas de los efectos del estrés oxidativo causado por los radicales libres”. Los radicales libres son una de las principales causas de las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y el envejecimiento. Además, actúa regulando las

moléculas responsables de la regulación del ciclo celular y de la regresión de ciertas lesiones cancerosas. La base biológica y fisicoquímica exacta de estas propiedades aún no está clara, pero parecen estar directamente relacionadas con la elevada capacidad antioxidante del licopeno, que supera con creces a otros antioxidantes como la vitamina E o el β-caroteno.

“La facilidad de integración del licopeno en nuestro organismo, es decir, su biodisponibilidad, depende de cómo lo consumamos, por ejemplo, cuando se ingiere con aceite, su absorción es más fácil” (Fernández et al. People, 2007; Roldan-Gutiérrez, Luke de Castro, 2007). Los estudios han confirmado que el licopeno tiene una mejor absorción intestinal (hasta 2,5 veces). Si se calienta en una salsa, es mejor que comerlo como fruta natural o zumo, porque el licopeno es más liposoluble y se absorbe mejor a través de las grasas y los aceites. Y porque, a altas temperaturas, se destruye la pared celular de la fruta, que es la que dificulta la absorción del licopeno. El contenido de licopeno aumenta a medida que el tomate madura, y puede variar mucho según la variedad, el suelo y el clima y otras condiciones de crecimiento, tipos de almacenamiento, etc. Se ha estudiado ampliamente la estabilidad del licopeno en productos tratados térmicamente que se convierten en pasta de

tomate, pasta de tomate y zumo de tomate (Gouia, Adamopoulos, 2005). “La degradación del licopeno depende del tipo de tratamiento, la temperatura, el tiempo y la presencia de luz y oxígeno” (Goula, Adamopoulos, 2005).

Las pruebas experimentales han demostrado que el tratamiento térmico de los tomates durante la producción de la pasta para su conservación degrada el licopeno, por lo que su concentración en el producto final es mucho menor. Por otra parte, los ácidos añadidos a la pasta tienen un efecto negativo en la degradación del licopeno para su conservación. Como se muestra en la Tabla 4.5, las pastas comerciales con una mayor cantidad de ácido ascórbico tienen una menor concentración de licopeno porque permiten que se deteriore durante el procesamiento y la conservación.

CONCLUSIONES

La variación del contenido de licopeno en los productos procesados del tomate, la pasta de tomate, es significativa alcanzando un valor de 249 mg por cada 100 gramos.

El contenido de licopeno en el tomate fresco según los reportes de los ensayos realizados es de 950 mg/100 g.

Se ha demostrado que la temperatura a la que es sometida la pasta durante su procesamiento afecta al licopeno, degradándolo, resultando una concentración inferior en el producto final de 701 mg por cada 100 g de muestra.

Se ha demostrado que cuando mayor es la acidez de la pasta por efecto de la una dosificación mayor de ácido ascórbico, el licopeno se ve afectado en su concentración, tal como sucede con las pastas elaboradas por Compass y Lybbis, que emplean en su elaboración 500 mg de ácido ascórbico por cada 100 g de pasta.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar los ensayos de acuerdo al método planteado en esta tesis y verificar el contenido de licopeno mediante algún método instrumental a fin de verificar la idoneidad de los resultados obtenidos en la presente investigación.

Se recomienda trabajar con otros tipos de productos comerciales y otras variedades de tomate para establecer resultados comparativos.

.

BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC - "Métodos Oficiales de Análisis" - Washington, DC - 1995.

2. AMOS, A. (2015) "Manual de la industria de los alimentos" - .Editorial Ácribia S.A. - España.

3. ARAMENDIA, P. Y MILORI A. (2006) "Medicamenta de la Evaluación a la Receta" - Librería "El Ateneo" - Editorial - Argentina.

4. BOYER, N. (2017) "Posibles Causas de Error en la Determinación de Proteínas" - Publicación Técnica CERPER - Lima.

5. BRAVERMAN, J. (2016) "Introducción a la Bioquímica de Alimentos" -Editorial el Manual Moderno, S.A. de C.V. - México D.F.

6. CLAUS, E Y TYLER, V. (2009) "Farmacognosia" - Edición Revolucionaria - Cuba.

7. COLLAZOS, C. Y OTROS. (2013) "La Composición de

Alimentos de Mayor Consumo en el Perú" - Sexta Edición - Lima.

8. CHIRIBOGA, C. Y FRANCIS, F. (2015) "Ion exchange purified anthocynin pigments as a colorant for cranberry juice cocktail" - j. Food Sci.

9. DEUBERT, K (2018) "A rapid method for the extracción and quantitation of total anthocyanin of cranberry fruif - J. of Food Sci and food ehemistry.

10. FIESEER, L Y FIESEER, M. (2008) "Química Orgánica Superior". Ediciones Grijalbo, S.A. - México D.F.

11. FINAR, I. (2014) "Química Orgánica, Estereoquímica y Química de los Productos Naturales" - Editorial Alhambra S.A. - Madrid - España.

12. FULEKI, T. Y FRANCIS, F. (2015) "Quantitative Methods for anthocyanins, extracción and determination of Total Anthocyanin in cranberries" - J.Food Sci.

13. GIBAJA OVIEDO, S. (2017) "Guía para el análisis de los

compuestos del carbono" - UNMSM, Dirección Universitaria de Biblioteca y Publicaciones"-Lima.

15. GROBMAN, A. Y OTROS (2014) "Races of maize in Perú; their origens, evolution and clasificatíon" - Natural Revarech Council Publication N°915

16. GOODWING, T. (2016) "Química y Bioquímica de Pigmentos de plantas" -Departamento de Bioquímica Universidad de Liverpool.

17. GROS, E. Y OTROS (2015) "Introducción al Estudio de los Productos Naturales" - Editora Eva V. Chesneau - Washington DC.

18. HART, L Y FISHER, H. (2014) "Análisis Moderno de tos Alimentos" - Editorial Ácribia - Zaragoza - España.

19. HAWLEY, G. (2015) "Diccionario de Química y Productos Químicos" -Ediciones Omega S.A. - Barcelona,

20. LEES, R. (2016) "Análisis de tos Alimentos" - Editorial Acribia - Zaragoza - España.

21. LOCK, O (2014) "Colorantes Naturales" - Pontificia Universidad Católica del Perú (PUC). Fondo Editorial - Lima.

22. LOCK, O. (2015) "Investigación Fitoquímica"- Pontificia Universidad Católica del Perú (PUC). Fondo Editorial - Lima.

22. MAYER, F. (2005) "The Chemitry of Natural Coioring Matter" - Copy Right 2004 By Reinhoid Publishing Corporation. Printed in United States-Of América.

23. REINA, L (2014) "Colorantes Naturales" - Universidad Nacional Mayor de San Marcos". Tesis de ingeniería Química - Lima.

24. SHALILOV, I. (2015) "La vid, Características botánicas y agronómicas" -Editorial Kalac - Moscú.

25. UNIVERSIDAD DE LIMA (2016) "Industrialización de plan-tas medicinales" - Tomo I- Facultad de Ingeniería Industrial, Centro de Investigación de la Producción Industrial. CIPI.

26. WALLIS, T. (2006) "Manual de Farmacognosia" - Compañía Editorial Continental S.A. - México D.F.