

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y ALIMENTOS



**“Cuantificación de licopeno a partir de tomate (*Lycopersicum
esculentum Mill*) de desecho”**

Por:

Pilar Espitia Hernández

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Enero del 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**“Cuantificación de licopeno a partir de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de
desecho”**

T E S I S

Presentada por:

Pilar Espitia Hernández

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Aprobada por:

M.C. Xochitl Ruelas Chacón
Presidente

M.C. Félix de J. Sánchez Pérez
Vocal

M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla
Vocal

M.C. María Hernández González
Vocal

Dr. Ramón F. García Castillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Enero del 2006**

DEDICATORIAS

A mis padres: Sr. Isidro Espitia Yáñez y Sra. Ma. Luisa Hernández Pérez, por todo el amor, la comprensión, confianza y apoyo incondicional. Dios los bendiga siempre ¡los amo!

A mis hermanos: Isabel, Martha, Amalia, Julio, Gaby, por todo el apoyo recibido, pero sobre todo de manera especial a mi hermana y amiga Marina porque siempre estuviste conmigo en los tiempos difíciles y juntas hemos compartido tristezas y alegrías, ¡los quiero!

A mis sobrinos: Fabian, Alex, Fernanda, Roberto, Eduardo, Paola, Ricky, Diana, Ramoncito, Julio, Carlos, Ricardo y Dafne... Por regalarme una sonrisa y un abrazo sincero y porque cuando los veo es motivo de alegría en mi vida.

A mi mejor amiga y confidente, Maricela, Montoya Castillo porque siempre has estado en todo momento, demostrándome tu apoyo y cariño constante, por compartir derrotas y triunfos, muchas gracias por eso y mucho más.

A ti Alex (leoncito hermoso) porque a tu lado he pasado los momentos mas felices de mi vida, tu me has enseñado que existe el verdadero amor, gracias por todo y por estar siempre conmigo.

A Fabio porque me has demostrado que en ti puedo contar siempre como amigo y hermano que eres para mí.

A mis grandes amigos: Julio y Alvaro, por su valiosa amistad basada en la sinceridad, la comprensión y el respeto,, así como a los compañeros de la carrera: Paty, José, Alfredo, Gregorio, Oscar, Daniel, José Antonio, Luis Miguel, Fernando, Mayra, Paola, Ruvid.

A la familia Montoya Castillo por apoyarme de manera importante en mi estancia aquí en Saltillo, en especial a la sra. Rosita.

A mis amigas: Laura y Conchis, gracias por su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme el regalo más valioso que es la vida, por ser la luz que ilumina mi camino y porque nunca me ha dejado sola.

A mi Alma Terra Mater por darme la oportunidad de estudiar para lograr culminar con una etapa mas de mi vida que es mi carrera... ¡Muchas gracias!

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT), gracias por el apoyo económico recibido a través del Programa Becas Tesis, para realizar este trabajo y por contribuir al campo de la investigación impulsando a que nosotros como estudiantes logremos uno mas de nuestros sueños.

A los maestros de la carrera de Ciencia y Tecnología de Alimentos, por los valiosos conocimientos transmitidos, pero de forma especial a:

A la M.C. Xochitl Ruelas Chacón, gracias por brindarme la oportunidad de trabajar con ella, por todo el apoyo requerido para sacar adelante este trabajo, pero especialmente por confiar en mí y otorgarme una amistad sincera.

Al M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla, por brindarme todo el apoyo necesario para la realización de este trabajo de investigación.

Al M.C. Félix de J. Sánchez Pérez, por su valioso apoyo en el análisis estadístico del trabajo.

A la M.C. María Hernández González, por su valiosa participación y apoyo en la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
Dedicatorias.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice general.....	iii
Índice de cuadros.....	vii
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN.....	1
I INTRODUCCION.....	2
1.1 Objetivos.....	3
1.1.2 Objetivo general.....	3
1.1.3 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Definición y antecedentes del problema.....	3
1.3.1 Problema.....	3
II REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Producción y consumo mundial del tomate.....	4
2.1.2 Principales tipos de tomate comercializados.....	4
2.1.3 Producción.....	6
2.1.4 Consumo mundial.....	8
2.1.5 Importancia económica y distribución geográfica.....	9
2.2 Producción en México.....	9
2.3 Clasificación de los carotenoides.....	9
2.4 Tomate.....	11
2.4.1 Valor nutricional del tomate.....	11
2.5 Composición química del licopeno.....	13

2.6 Fuentes del licopeno.....	13
2.7 Mecanismo de acción del licopeno.....	14
2.8 Beneficios del licopeno.....	15
2.9 Utilidad del licopeno.....	15
2.10 Cómo incrementar el contenido del licopeno.....	16
2.11 Influencia de la congelación sobre los vegetales.....	16
2.12 Influencia de la deshidratación sobre los vegetales.....	18
2.13 Técnicas para el análisis del licopeno.....	19
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
Localización.....	20
3.1 Materiales.....	20
3.2 Metodología.....	21
3.2.1 Procedimiento de cuantificación del licopeno.....	21
3.2.2 Técnica de cuantificación del licopeno.....	22
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	26
4.1 Análisis estadístico.....	26
4.1.2 Tomate bola fresco.....	27
4.1.3 Tomate bola congelado.....	29
4.1.4 Tomate bola deshidratado.....	32
4.1.5 Tomate huaje fresco.....	35
4.1.6 Tomate huaje congelado.....	37
4.1.7 Tomate huaje deshidratado.....	40
V CONCLUSIONES.....	43
VI BIBLIOGRAFIA.....	44

VII APÉNDICE	47
Apéndice 1. Datos de tomate bola fresco.....	47
Apéndice 2. Datos de tomate bola congelado y deshidratado.....	48
Apéndice 3. Transformación de datos del tomate bola congelado mediante la técnica Box-Cox a la potencia de -0.197.....	52
Apéndice 4. Datos de tomate huaje fresco.....	56
Apéndice 5. Datos de tomate huaje congelado y deshidratado.....	57
Apéndice 6. Tabla de medias para tomate bola fresco.....	61
Apéndice 7. Tabla de medias para tomate bola congelado 95% de confiabilidad.....	62
Apéndice 8. Tabla de medias para tomate bola congelado 95% confiabilidad.....	63
Apéndice 9. Tabla de medias para tomate bola deshidratado 95% de confiabilidad.....	65
Apéndice 10. Tabla de medias para tomate bola deshidratado 95% de confiabilidad.....	66
Apéndice 11. Tabla de medias para tomate huaje fresco.....	68
Apéndice 12. Tabla de medias para tomate huaje congelado y deshidratado.....	69

INDICE DE CUADROS

No.	Título	Pag.
1.	Principales países productores de tomate (toneladas).....	7
2.	Valor nutrimental del tomate.....	12
3.	Cantidades necesarias para la preparación de las muestras.....	23
4.	Análisis de varianza en tomate bola fresco.....	27
5.	Comparaciones múltiples de medias por muestra prueba de Tukey (95 %).....	28
6.	Análisis de varianza tomate bola congelado.....	29
7.	Comparaciones múltiples de medias por muestra prueba de Tukey (95 %).....	30
8.	Comparaciones múltiples de medias por fecha prueba de Tukey (95 %).....	31
9.	Análisis de varianza tomate bola deshidratado.....	32
10.	Comparaciones múltiples de medias por muestra prueba de Tukey (95 %).....	33
11.	Comparaciones múltiples de medias por fecha prueba de Tukey (95 %).....	34
12.	Análisis de varianza para tomate huaje fresco.....	35
13.	Comparaciones múltiples de medias por muestra prueba de Tukey (95 %).....	36
14.	Análisis de varianza tomate huaje congelado.....	37
15.	Comparaciones múltiples de medias por muestra prueba de Tukey (95 %).....	38

16. Comparaciones múltiples de medias por fecha prueba de Tukey (95 %)	39
17. Análisis de varianza tomate huaje deshidratado	40
18. Comparaciones múltiples de medias por muestra prueba de Tukey (95 %)	41
19. Comparaciones múltiples de medias por fecha prueba de Tukey (95 %)	42

INDICE DE FIGURAS

No.	Título	Pag.
1.	Principales países productores de tomate (porcentaje).....	8
2.	Muestra molida de tomate huaje y bola.....	21
3.	Muestra con hongos.....	22
4.	Mezcla de tejido con solución buffer.....	22
5.	Mezcla con el disolvente orgánico.....	23
6.	Dilución con acetona.....	24
7.	Medición en el espectrofotómetro.....	25

RESUMEN

El presente trabajo se hizo con la finalidad de cuantificar el licopeno a partir del tomate de desecho que generan los distintos centros comerciales y así ofrecer una alternativa más de aprovechamiento del mismo producto.

Para la cuantificación del licopeno se utilizaron reactivos, materiales y equipo de laboratorio. La metodología que se empleo para realizar esta investigación implica el uso de solventes orgánicos (hexano y acetona) para la extracción del pigmento a partir del tomate de desecho y para la cuantificación se hizo a través de una técnica espectrofotométrica. Es importante mencionar que el tomate de desecho fue proporcionado por un centro comercial de esta ciudad de Saltillo, quien nos apoyó con 5 kg. de cada variedad por semana para realizar las distintas pruebas.

Se trabajaron con muestras molidas para facilitar el desprendimiento del licopeno, empleando dos variedades de tomate de desecho: huaje (*commune*) y bola (*pyriforme*), en tres estados: fresco, congelado y deshidratado y así comparar diferencias entre estos.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el programa computacional Statgraphics V.6.

Dentro de los resultados que se obtuvieron para los diferentes estados, se encuentran medias generales de concentración de licopeno (apéndice), como las siguientes:

- Bola fresco: 0.0047762 mg de licopeno/gr de tejido
- Bola congelado: 0.00300786 mg de licopeno/gr de tejido
- Bola deshidratado: 0.1098507 mg de licopeno/gr de polvo
- Huaje fresco. 0.01200595 mg de licopeno/gr de tejido
- Huaje congelado: 0.00806881 mg de licopeno/gr de tejido
- Huaje deshidratado: 0.22435952 mg de licopeno/gr de polvo

I INTRODUCCION

El cuerpo humano no es capaz de sintetizar licopeno, por lo que su aporte es a través de la dieta. Existen fuentes naturales de licopeno como la sandía, la guayaba y el escaramujo, pero la fuente más importante es el tomate, así como los productos derivados del mismo, como las salsas, zumos, sopas, catsup, tomate frito, pizzas, etc. (RAO, 1999).

En el tomate maduro, el carotenoide mayoritario es el licopeno que lo contiene aproximadamente en un 83% y en porcentaje también importante, se encuentra el β -caroteno entre un 3-7%, y otros como son el γ -caroteno, que al igual que el β -caroteno tienen actividad provitamínica A, fitoeno, fitoflueno, etc. El contenido en licopeno aumenta con la maduración de los tomates y puede presentar grandes cambios según la variedad, condiciones del cultivo como el tipo de suelo y clima, tipo de almacenamiento, etc. De forma general, el contenido de licopeno es menor en los tomates cultivados en invernadero en cualquier estación, que en los tomates producidos al aire libre durante el verano, así como también el contenido de licopeno es menor en frutos que se recolectan verdes y maduran en almacén en comparación con los frutos madurados en la tomatara (Anónimo 2, 2003; BAJAJ, 1990).

En la industria alimentaria los desechos generados del tomate rojo son de aproximadamente 3% del total de los productos elaborados mensualmente y en los centros comerciales y centrales de abastos el porcentaje es de alrededor del 2.8% por ser este producto un alimento perecedero. Es debido a esto, que se considera importante el determinar la cantidad de licopeno que se esta desperdiciando al encontrarse en los desechos mencionados.

1.1 Objetivos

1.1.2 Objetivo general

Cuantificar espectrofotométricamente el licopeno contenido en el tomate de desecho.

1.1.3 Objetivos específicos

- Extraer el licopeno a partir de tomate de desecho.
- Cuantificar mediante una técnica espectrofotométrica el licopeno extraído de tomate de desecho.

1.2 Hipótesis

Existe diferencia en el contenido de licopeno en el tomate de desecho en fresco, congelado y deshidratado.

1.3 Definición y antecedentes del problema

1.3.1 Problema

En la industria alimentaria, centros comerciales y centrales de abasto, se generan residuos industriales de tomate y tomate de desecho, respectivamente, en cantidades considerables y de las cuales se puede recuperar un componente funcional, el licopeno, importante porque es un gran antioxidante, reduce considerablemente el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, y el riesgo de padecer cáncer de próstata, otros estudios sugieren que el licopeno puede jugar un papel importante en la reducción del riesgo de otros tipos de cánceres como el de colón, recto y mama (DI MASCTO, 1989; Anónimo 9, 2004).

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Producción y consumo mundial del tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) ocupa el tercer lugar en el comercio mundial de hortalizas, luego de las leguminosas (29%) y otras hortalizas (24%). Su origen se localiza en la región andina, que se extiende desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile, pero al parecer fue en México donde esta planta se domesticó. Durante el siglo XVI se consumían en este país, tomates de distintas formas y tamaños, que a su vez también eran servidos como alimento en España e Italia. En otros países europeos este producto era utilizado únicamente para fines farmacéuticos, es el caso de Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los europeos difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos. De igual manera a Estados Unidos y Canadá (Anónimo 3, 2003).

2.1.2 Principales tipos de tomate comercializados

Pocos productos hortícolas permiten la diversidad de usos del tomate, puede ser utilizado como ingrediente en la cocina, ser procesado industrialmente entero o como pasta, jugo y polvo. Para su consumo en fresco, dentro de los principales tipos de tomate comercializados se encuentran: Beef, Marmande, Vemone, Moneymaker, Cocktail, Cereza (Cherry), Larga Vida, Liso, Ramillete.

- Tipo Beef. Plantas vigorosas hasta el 6º-7º ramillete, a partir del cual pierde bastante vigor coincidiendo con el engorde de los primeros ramilletes. Frutos de gran tamaño y poca consistencia. Producción precoz y agrupada. Mercados más importantes: mercado interior y mercado exterior (Estados Unidos).
- Tipo Marmande. Plantas poco vigorosas que emiten de 4 a 6 ramilletes aprovechables. El fruto se caracteriza por su buen sabor y su forma acostillada, achatada y multilocular, que puede variar en función de la época de cultivo.

- Tipo Vemone. Plantas finas y de hoja estrecha, de porte indeterminado y marco de plantación muy denso. Frutos de calibre G que presentan un elevado grado de acidez y azúcar, inducido por el agricultor al someterlo a estrés hídrico. Su recolección se realiza en verde pintón marcando bien los hombros. Son variedades con pocas resistencias a enfermedades que se cultivan con gran éxito en Cerdeña, Italia.
- Tipo Moneymaker. Plantas de porte generalmente indeterminado. Frutos lisos, redondos y con buena formación en ramillete.
- Tipo Cocktail. Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 gramos, redondos, generalmente con 2 lóbulos, sensibles al rajado y usados principalmente como adorno de platos. También existen frutos aperados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la aplicación de fungicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.
- Tipo Cereza (Cherry). Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos. Sabor dulce y agradable. Existen cultivares que presentan frutos rojos y amarillos. El objetivo de este producto es tener una producción que complete el ciclo anual con cantidades homogéneas. En cualquier caso se persigue un tomate resistente a virosis y al rajado, ya que es muy sensible a los cambios bruscos de temperatura.
- Tipo Larga Vida. Tipo mayoritariamente cultivado en la provincia de Almería. La introducción de los genes Nor y Rin es la responsable de su larga vida, confiriéndole mayor consistencia y gran conservación de los frutos de cara a su comercialización, en detrimento del sabor. Generalmente se buscan frutos de superficie lisa y coloración uniforme anaranjada o roja.

- Tipo Liso. Variedades cultivadas para el mercado interior de Italia comercializadas en pintón y de menor vigor que las de tipo larga vida.
- Tipo Ramillete. Cada vez más presente en los mercados, resulta difícil definir que tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes características: frutos de color rojo vivo, insertos en ramilletes, etc.

Entre las presentaciones mas novedosas se encuentran el tomate en racimo y el tipo cherry en caja, con una creciente acogida. De igual manera, se destaca su dinámica: el comercio pasó de 2.061 millones de dólares en 1990 a 3.058 millones de dólares en el año 2000, creciendo a una tasa anual promedio de 4,8% (Anónimo3, 2003).

2.1.3 Producción

La producción a nivel mundial de tomate para el 2002, registra una cantidad de: 108.5 millones de toneladas.

El principal país productor de tomate en el mundo es: China con 25.46 millones de toneladas. Mientras que el segundo lugar como productor lo ocupa: Estados Unidos con 10.25 millones de toneladas (cuadro 1).

Cuadro 1 Principales países productores de tomate (toneladas).

Países	Producción tomates año 2002 (toneladas)
China	25.466.211
Estados Unidos	10.250.000
Turquía	9.000.000
India	8.500.000
Egipto	7.000.000
Italia	6.328.720
España	3.600.000
Brasil	3.518.163
Rep. Islámica de Irán	3.000.000
México	2.100.000
Grecia	2.000.000
Federación de Rusia	1.950.000
Chile	1.200.000
Portugal	1.132.000
Ucrania	1.100.000
Uzbekistán	1.000.000
Marruecos	881.000
Nigeria	879.000
Francia	870.000
Túnez	850.000
Argelia	800.000
Japón	797.600
Argentina	700.000

Fuente: (Anónimo 5, 2003)

En el corto plazo, esto es, para los últimos cinco años, la producción de tomate no ha tenido crecimientos significativos, excepto por Asia, que creció a una tasa anual promedio de 5%. Los pequeños aumentos observados en el resto de continentes y que van desde -1% hasta el 2%, se deben principalmente a un nivel mayor de rendimientos, en proporción mayor que las superficies cultivadas. Asia lidera la producción mundial con el 49% del total, seguida por América y Europa que reportan participaciones del 21% y 18%, respectivamente; tal y como se muestra en la fig. 1.

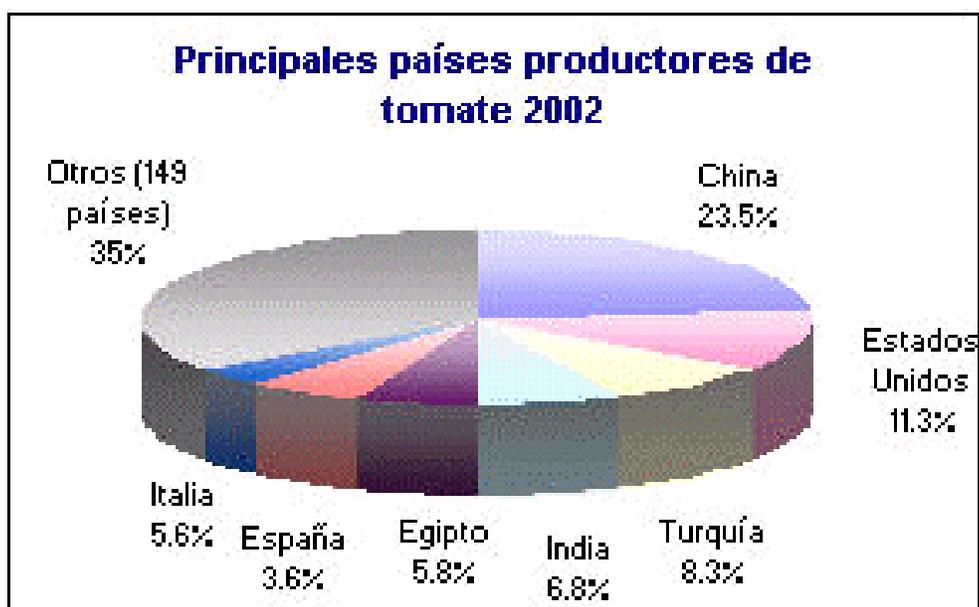


Fig. 1 Principales países productores de tomate (%)

Fuente: (Anónimo 5, 2003)

2.1.4 Consumo mundial

El consumo per cápita mundial para el año 2001, fue de: 17 kg. Por otra parte la tasa de crecimiento del consumo per cápita a nivel mundial de 1997 al 2001 fue de: 2.9%

El tomate es la hortaliza mas difundida a nivel mundial, lo cual se refleja en su nivel de consumo per cápita, que históricamente es superado por el norteamericano, debido a la influencia de países como México y Estados Unidos.

2.1.5 Importancia económica y distribución geográfica

El tomate es una hortaliza de gran valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada.

El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. En mucha menor escala se utiliza como encurtido (Anónimo 5, 2003).

2.2 Producción en México

Entre las diferentes variedades que se producen en México, se encuentra el tomate rojo saladette, cherry, jitomate verde y otras variedades como el criollo, tan pequeño como una uva, que se da en la selva de Chiapas.

La variedad más importante de tomate que se produce en México, es el tomate rojo saladette de Sinaloa, con un 40% de la producción total del país, seguido por Baja California Norte, San Luis Potosí y Michoacán. Es importante señalar que al estado de Sinaloa, se le identifica como "tomateros" por excelencia (Anónimo 7, 2001).

2.3 Clasificación de los carotenoides

Los carotenoides son un grupo muy importante de flavonoides con función antioxidante. Se dividen en dos grupos:

1. Los carotenos son hidrocarburos (compuestos formados principalmente de átomos de carbono e hidrogeno).
2. Las xantófilas son derivados de carotenoides con la adición de algunos iones de oxígeno, por lo que hace considerarlos como productos derivados de la oxidación de los mismos.

Los carotenos, son aquellos que poseen una coloración rojiza y anaranjada, dentro de ellos se encuentran los siguientes:

- Los β -carotenos que son precursores de la vitamina A. Se trata de un pigmento vegetal que, una vez ingerido, se transforma en el hígado y en el intestino delgado en vitamina A. Es un componente antioxidante que favorece la no aparición del cáncer, especialmente el de pulmón, boca y estómago. También se ha demostrado que previene la aparición de enfermedades del corazón.
- El α -caroteno: con propiedades más destacadas como antioxidante que el β -caroteno, aparece en los mismos alimentos que este aunque en una proporción menor.
- El licopeno: es el caroteno mas sencillo, un componente al cual deben su coloración roja los tomates. Con propiedades similares a los β -carotenos de las zanahorias, anticancerígenas.
- La criptoxantina: Con propiedades más destacadas, como antioxidante, que el, β -caroteno aparece en los mismos alimentos que este aunque en una proporción menor.

Las xantófilas, son carotenoides oxidados de color amarillo o rosa, dentro de ellas se encuentran las siguientes:

- La luteína: Pigmento liposoluble de color amarillento que aparece en algas, bacterias y plantas superiores. Su función es la de proteger a la planta contra la radiación solar. Esta misma propiedad resulta eficaz para proteger la retina humana de las radiaciones ultravioleta del sol.
- La zeaxantina: Con propiedades similares a la luteína.

- La capxantina: es un pigmento que se encuentra en los pimientos rojos junto con otros carotenoides como la capsoburina. Tiene propiedades antioxidantes.

De interés resulta el licopeno, debido a las propiedades antes mencionadas y que es tema central del presente trabajo.

El licopeno es un carotenoide y está presente en el suero humano, en el hígado, en las glándulas suprarrenales, en los pulmones, en la próstata, en el colon y en la piel, en mayor cantidad que otros carotenoides. Se han encontrado en el licopeno propiedades antioxidantes y antiproliferantes de células cancerígenas en estudios con animales e in vitro , sin embargo, su efecto en los humanos sigue siendo tema de controversia (Anónimo 6, 1999; POTTER, 1973).

2.4 Tomate

Los recientes estudios sobre el tomate han descubierto la presencia de licopeno, un pigmento que le proporciona su característico color rojo y que es el máximo responsable de su influencia benéfica en el organismo. Otras frutas como la sandía, la zanahoria, el albaricoque, también contienen licopeno, pero el tomate es el que más cantidad tiene. El licopeno es un pigmento vegetal, soluble en grasas (Anónimo 8, 2004).

2.4.1 Valor nutricional del tomate

El tomate es además un alimento rico en vitaminas C y A. Posee minerales como el hierro y calcio. Por todo ello, es un conocido mineralizante y desintoxicante, eliminando gracias a su efecto diurético el ácido úrico (cuadro 2) (Anónimo 4, 2003).

Cuadro 2 Valor nutricional del tomate

Valor nutricional del tomate por 100 g de sustancia comestible	
Residuos (%)	6.0
Materia seca (g)	6.2
Energía (kcal)	20.0
Proteínas (g)	1.2
Fibra (g)	0.7
Calcio (mg)	7.0
Hierro (mg)	0.6
Caroteno (mg)	0.5
Tiamina (mg)	0.06
Riboflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.6
Vitamina C (mg)	23
Valor Nutritivo Medio (VNM)	2.39
VNM por 100 g de materia seca	38.5

Fuente: (Anónimo 4, 2003).

Otro de sus componentes importantes son los flavonoides pigmentos que se encargan de mantener la integridad de la pared celular, haciéndola menos frágil y más permeable.

Contiene 20 calorías por 100 gramos lo que le convierte en un gran aliado de dietas y regímenes. Al igual que otras muchas verduras y frutas, el tomate es un antioxidante, rico en vitaminas y minerales que debe estar presente en una dieta sana y equilibrada (Anónimo 4, 2003).

2.5 Composición química del licopeno

El licopeno es uno de los primeros carotenoides que aparecen en la síntesis de este tipo de compuestos, constituyendo la base molecular para la síntesis de los restantes carotenoides. El licopeno es un carotenoide de estructura sencilla con una cadena alifática formada por cuarenta átomos de carbono, cuya fórmula empírica es $C_{40}H_{56}$ y peso molecular de 537.85, que se encuentra en una concentración de 20 mg/kg de tomate fresco (JEAN, 1990).

El licopeno es un carotenoide altamente lipofílico que se caracteriza por carecer de anillos cíclicos y poseer un gran número de dobles enlaces conjugados. Su obtención por síntesis química aún no está totalmente establecida y, a diferencia de otros carotenoides como el β -caroteno producido a gran escala por síntesis, el licopeno se obtiene fundamentalmente a partir de fuentes naturales, hongos y muy especialmente tomates. Sin embargo, los sistemas de extracción son costosos y el licopeno presenta una baja estabilidad, lo que ha limitado su utilización como colorante alimenticio (Anónimo 2, 2003).

2.6 Fuentes del licopeno

El cuerpo humano no es capaz de sintetizar licopeno, por lo que su aporte es a través de la dieta. Existen fuentes naturales de este pigmento como la sandía, la guayaba y el escaramujo, pero la más importante es el tomate, así como los productos derivados del mismo, como las salsas, zumos, sopas, catsup, tomate frito, pizzas, etc. (Anónimo 2, 2003).

En el tomate maduro, el carotenoide mayoritario es el licopeno que lo contiene aproximadamente en un 83% y en porcentaje también importante, se encuentra el β -caroteno, entre un 3-7%, y otros como son el γ -caroteno, que al igual que el β -caroteno tienen actividad provitamínica A, fitoeno, fitoflueno, etc. El contenido en licopeno aumenta con la maduración de los tomates y puede presentar grandes cambios según la variedad, condiciones del cultivo como el tipo de suelo y clima, tipo de almacenamiento, etc. La cantidad de licopeno en los tomates de ensalada está

alrededor de 3000 $\mu\text{g}/100\text{g}$ y en los de "tipo pera" es más de diez veces esa cifra (Anónimo 2, 2003).

Actualmente es posible obtener por ingeniería genética, tomates que contienen más de tres veces la cantidad de licopeno que el resto de los tomates (Anónimo 2, 2003).

La facilidad con la que incorporamos el licopeno a nuestro organismo, es decir, su biodisponibilidad, es diferente según la forma en que lo consumamos, así por ejemplo cuando se toma con aceite se facilita su absorción. Las investigaciones confirman que la absorción intestinal del licopeno es mucho mejor (hasta 2,5 veces más) si se calienta cuando se consume tal es el caso de las salsas, que al ingerirlo como fruta natural o zumo, debido a que el licopeno se absorbe mejor a través de las grasas y aceites por su liposolubilidad y a que, con temperaturas altas, se rompen las paredes celulares del fruto, que son las que dificultan la absorción del licopeno. El licopeno se encuentra presente en el organismo humano tanto en sangre en cantidad de 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$ como en tejidos, distribuyéndose de forma variable. El licopeno es el carotenoide predominante en la composición de los tejidos humanos, concentrándose especialmente en la próstata, lo que podría explicar su fuerte acción preventiva en la aparición de cáncer de próstata (Anónimo 2, 2003).

2.7 Mecanismo de acción del licopeno

El licopeno posee propiedades antioxidantes, y actúa protegiendo a las células humanas del estrés oxidativo, producido por la acción de los radicales libres, que son uno de los principales responsables de las enfermedades cardiovasculares, del cáncer y del envejecimiento. Además, actúa modulando las moléculas responsables de la regulación del ciclo celular y produciendo una regresión de ciertas lesiones cancerosas. No se conoce exactamente las bases biológicas ni fisicoquímicas de estas propiedades, pero parecen directamente relacionadas con el elevado poder antioxidante del licopeno, mucho más que otros antioxidantes como la vitamina E o el β -caroteno. Un gran número de procesos cancerígenos y degenerativos están asociados a daños oxidativos sobre el genoma y los mecanismos genéticos de control de la proliferación y

diferenciación celular. El licopeno actuaría como un poderoso neutralizador de radicales libres (óxido y peróxido) atenuando los daños oxidativos sobre los tejidos (Anónimo 2, 2003).

2.8 Beneficios del licopeno

Cada vez existen más estudios epidemiológicos que sugieren que el consumo de licopeno tiene un efecto benéfico sobre la salud humana, reduciendo notablemente la incidencia de las patologías cancerosas sobre todo, de pulmón, próstata y tracto digestivo, cardiovasculares y del envejecimiento.

También existen evidencias científicas de que previene el síndrome de degeneración macular, principal causa de ceguera en la gente mayor de 65 años (Anónimo 2, 2003).

2.9 Utilidad del licopeno

No se han descrito problemas de toxicidad ante un aumento en la ingesta dietética de licopeno, salvo en la carotenodermia. Existen varios aspectos que necesitan más información, como son:

- Un mayor estudio en relación con sus funciones o actividades en el organismo humano, ya que hay muy pocos estudios en personas utilizando licopeno en cantidades superiores a las habituales en la alimentación, así como durante períodos de tiempo prolongado.
- Los estudios epidemiológicos no pueden establecer relaciones de causalidad; se necesitan estudios experimentales.
- Es importante recordar los resultados negativos de la intervención con otros carotenoides en determinados grupos de población, por ejemplo el β -caroteno utilizado en la prevención de cáncer de pulmón en fumadores, con el resultado de aumento en la incidencia de esta enfermedad.
- La biodisponibilidad de licopeno es bastante variable según su forma de aporte y su posible beneficio podría ser el resultado de complejas interacciones entre varios carotenoides, vitaminas y otros componentes de la dieta.

- No existe evidencia científica sobre la suplementación con licopeno en la dieta, ni cuál es la dosis correcta, ni sobre qué grupo de población administrarlo, ni la duración de dicha suplementación (Anónimo 2, 2003).

2.10 Cómo incrementar el contenido de licopeno

Hay antecedentes sobre nuevas tecnologías como la capa de arcilla inerte (caolina) usada para el control de plagas que, además, por contribuir a la mayor reflectividad del follaje y reducir la carga de calor en la planta, aumenta la fotosíntesis neta, lo que incrementa los azúcares y el licopeno del tomate.

El licopeno es un carotenoide que protege a la planta de daños fotooxidativos, mientras que durante el metabolismo celular normal, actúa como antioxidante de especies de oxígeno altamente reactivo que pueden causar daño celular.

Su ventaja frente a otros antioxidantes, como por ejemplo, el β -caroteno, es que lo hace a una tasa de casi el doble. Asimismo, su capacidad de captar radicales peróxidos libres contribuye a la estabilidad de la membrana celular, lo que mantiene a la célula más sana (Anónimo 1, 2003).

2.11 Influencia de la congelación sobre los vegetales

La pérdida de fluido de los tejidos puede ocurrir durante la descongelación y pueden demostrarse puntos de congelación alterados con los tejidos descongelados.

Los cambios en el punto de congelación de los tejidos congelados al ser descongelados pueden muy bien ser una medida de las variaciones que ocurren en la congelación de los tejidos vegetales y animales.

Los tejidos animales parecen menos susceptibles a sufrir daños por la congelación y descongelación que las frutas y los vegetales (DESROSIER, 1976).

Un aspecto importante a tomar en cuenta en la congelación es la cristalización y para que se produzca más fácilmente se necesita la existencia de alguna partícula o sal insoluble que actúe como núcleo de cristalización. Cuanto menor es la temperatura, más fácilmente ocurre el fenómeno, formándose un mayor número de agregados cristalinos y, consecuentemente, el tamaño de los cristales es menor. Por el contrario a una temperatura próxima al punto de fusión, resultan cristales relativamente grandes.

Al estudiar al microscopio las formas de los cristales de hielo se observa que la congelación rápida produce cristales pequeños más o menos redondeados mientras que la congelación lenta da lugar a cristales mayores, alargados o en agujas. Esta congelación lenta tiene como consecuencia la rotura de las fibras y paredes celulares perdiendo el alimento parte de sus propiedades.

En alimentos sólidos o de viscosidad elevada el tamaño de los cristales varía en una zona u otra del alimento. En las zonas periféricas los cristales se forman rápidamente y son de tamaño pequeño, mientras que en el interior la transferencia de calor es más difícil y los cristales crecen más lentamente alcanzando un tamaño mayor (Anónimo 10, 2005).

Las temperaturas óptimas de almacenamiento de los tomates son:

- Para tomate verde maduro 12.5 - 15°C (55 - 60°F)
- Para tomate rojo claro: 10 – 12.5°C (50 - 55°F)
- Tomate maduro firme: 7 - 10°C (44 - 50°F) por 3 a 5 días

Los tomates Verde Maduro pueden almacenarse a 12.5°C (55°F) por 14 días antes de madurarlos sin reducción significativa de su calidad sensorial y desarrollo de color. La pudrición puede aumentar si se les almacena más de dos semanas a esta temperatura. Después de alcanzar el estado Maduro Firme, la vida de anaquel es generalmente de 8 a 10 días si se aplica una temperatura dentro del intervalo recomendado. Durante la distribución comercial es posible encontrar que se aplican temperaturas de tránsito o de almacenamiento de corto plazo inferiores a lo recomendado, pero es muy probable que ocurra daño por frío después de algunos días.

Los tomates son sensibles al daño por frío a temperaturas inferiores a 10°C (50°F) si se les mantiene en estas condiciones por 2 semanas o a 5°C (41°F) por un período mayor a los 6-8 días. Los síntomas del daño por frío son alteración de la maduración (incapacidad para desarrollar completo color y pleno sabor, aparición irregular del color o manchado, suavización prematura), picado (depresiones en la superficie), pardeamiento de las semillas e incremento de pudriciones (especialmente pudrición negra).

El daño por congelación comienza a -1°C (30°F), dependiendo del contenido de sólidos solubles. La sintomatología incluye áreas de apariencia acuosa, translúcida, ablandamiento excesivo y apariencia reseca del gel localizado en los lóculos o cavidades internas del fruto (SUSLOW, 2002).

2.12 Influencia de la deshidratación sobre los vegetales

El secado es el proceso natural para deshidratar a los alimentos por acción del sol, mientras que la deshidratación se considera como un secado artificial por el uso del calor de fuego.

En la deshidratación, un alimento pierde su contenido de humedad, lo cual da como resultado un aumento en la concentración de nutrientes en la masa restante. Las proteínas, grasas y carbohidratos están presentes en mayor cantidad por unidad de peso en los alimentos deshidratados que su contrario fresco.

Sin embargo, como en cualquier método de conservación, el alimento conservado no puede ser de alta calidad con respecto al producto alimenticio original. En los alimentos secados hay una pérdida de vitaminas. Puede esperarse que las vitaminas solubles en agua sean parcialmente oxidadas. Las vitaminas solubles en agua son disminuidas durante el blanqueado y la inactivación de enzimas. El grado de destrucción en las vitaminas dependerá del cuidado ejercido durante la preparación del producto alimenticio para su deshidratación, del proceso de deshidratación seleccionado, del cuidado en su ejecución y de las condiciones de almacenamiento para los alimentos secados.

El ácido ascórbico y el caroteno son dañados por los procesos oxidantes. El secado solar causa grandes pérdidas en el contenido de caroteno, en la deshidratación únicamente puede ocurrir una pequeña pérdida de este nutriente. La retención de vitaminas en los alimentos deshidratados generalmente, es superior en todas las cuentas a la de los alimentos secados al sol.

El contenido de caroteno de las hortalizas disminuye hasta en un 80% si el procesado es llevado a cabo sin inactivación de enzimas. Los mejores métodos comerciales permiten secarlas con pérdidas de caroteno del orden de 5%.

Los carotenoides son alterados durante el proceso de secado, por contacto directo con el sol. Mientras mayor sea la temperatura y más largo el tratamiento, serán más pigmentos alterados (DESROSIER, 1976).

2.14 Técnicas para el análisis de licopeno

Las técnicas espectrofotométrica y HPLC, son normalmente empleadas para el análisis de licopeno encontrado en los diversos alimentos.

La espectrofotometría resulta ser uno de los métodos mas rápidos y baratos para la extracción del licopeno. El HPLC es demasiado caro y lento para este mismo propósito, aunque también posee ventajas, tales como: la separación, identificación, purificación, y cuantificación de varios compuestos, además se obtiene también un grado importante de pureza del soluto y de rendimiento, que es la cantidad de compuesto producida por tiempo de unidad.

Se han hecho estudios con respecto a la extracción y cuantificación del licopeno en sandías y tomates utilizando la técnica de espectrofotometría y para la absorbancia del pigmento, debe hacerse a 502 o 503 nm (WAYNE, 2002).

III MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición y Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a 8 Km. Al sur de la ciudad de Saltillo representado una latitud Norte a 25° 23', una longitud Oeste de 101° 02' y una altura de 1743 m.s.n.m.

3.1 Materiales

Materiales:

- Tubos de ensayo de vidrio de rosca (15x1 cm)
- Tubos de ensayo de plástico (16x3 cm)
- Gradillas
- Material vegetal (tomate de desecho, variedades: huaje y bola)

Equipo de laboratorio:

- Campana extractora de gases
- Centrífuga IEC
- Espectrofotómetro Helios
- Congelador Hotpoint
- Estufa Robertshaw
- Balanza Explorer Ohaus

Reactivos:

- Solución amortiguadora de PO_4^{2-} a pH 7
- Mezcla hexano-acetona (3:2)
- Acetona

3.2 Metodología

3.2.1 Procedimiento de cuantificación del licopeno

Para realizar la prueba de extracción y cuantificación previamente se procede a moler la muestra, como se muestra en la fig. 2, de tal forma que facilite el desprendimiento del licopeno al momento de poner la muestra en contacto con el disolvente. Posteriormente se divide en tres partes iguales, cada parte corresponde a: estado fresco, estado congelado y estado deshidratado. La finalidad de esto fue para determinar si existe variación en el contenido de licopeno entre los estados de manejo; además entre cada variedad y con el transcurso del tiempo, manejándose 3 repeticiones para cada tratamiento durante 5 días para cada una de las 7 muestras respectivamente.



Fig. 2 Muestra molida de tomate huaje y bola

Es importante mencionar que para el estado deshidratado se eliminó un 95% del total del producto, obteniéndose así una concentración de 5% de sólidos, en principio se estuvo deshidratando a una temperatura de 60 °C por un período de tiempo de 3 días, pero a causa de ciertas inconveniencias como fue la aparición de hongos, que se observa en la fig. 3, se optó por un aumento en la temperatura (90 °C) por un tiempo de 24 horas y mejorando de esta manera el resultado.



Fig. 3 muestra con hongos

3.2.2 Técnica de cuantificación del licopeno

Primero se realiza un extracto de tejido, que se mezcla con una solución amortiguadora (buffer) en una proporción 1:1 (cuadro 1), ya que 1 g. de tejido corresponde a 1ml. de solución, posteriormente se vierten en tubos de plástico, como se puede ver en la fig.4.



Fig.4 Mezcla de tejido con solución buffer

A continuación se añade a los tubos el disolvente orgánico compuesto por la mezcla de hexano:acetona, en una proporción 1:2 (esto se realiza en la campana extractora de gases, por ser el hexano un compuesto muy volátil, altamente inflamable y cancerígeno), y se agita fuertemente para que el pigmento se separe de las membranas y se disuelvan, como se observa en la fig. 5.



Fig.5 Mezcla con el disolvente orgánico

Cuadro 3. Cantidades de reactivos necesarias para la preparación de las muestras

TOMATE	TEJIDO	SOLUCION BUFFER	MEZCLA DE SOLVENTE
Fresco	5 grs.	5 ml	20 ml
Congelado	5 grs.	5 ml	20 ml
Deshidratado	2 grs.	2 ml	8ml

Seguidamente se centrifuga a 5000 r.p.m. durante 5 minutos para la separación de la fase acuosa (mas densa) y la fase orgánica (menos densa, y por lo tanto aparece en la parte superior).

Con las fases separadas, y con ayuda de la pipeta Pasteur, se toma la fase orgánica y es pasada a otro tubo. En caso de arrastrar la fase acuosa, se elimina (llevando la pipeta al fondo del tubo) para evitar la formación de emulsiones que falseen las medidas de absorción.

Por último se realizan las medidas de absorbancia:

La fase orgánica se diluye previamente con acetona (1:1), pues este pigmento se encuentra en una concentración muy elevada, como se observa en la fig. 6, y se lee a 502 nm, visto en la fig. 7. Con el valor obtenido se obtiene la concentración de licopeno en el tejido en mg/g tejido: por cada 320 unidades de absorbancia a 502 nm., la equivalencia es de 1mg/ml de licopeno en solución.



Fig. 6 Dilución con acetona



Fig. 7 Medición en el espectrofotómetro

Para la obtención de los resultados se aplican las siguientes fórmulas:

A_{502} = lectura de la intensidad de la luz incidente / lectura de la intensidad de la luz transmitida (320).

$$[] L = (A * B * C) / D$$

Donde:

A= absorbancia

[] L = concentración de licopeno en mg licopeno / g tejido

B= factor de dilución.

C= volumen de hexano:acetona utilizado

D= cantidad de gramos utilizados de la muestra

(MANUEL, 1998).

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Análisis estadístico:

En el análisis de los datos de las variables de estudio obtenidas en el periodo del 30 de agosto al 16 de octubre del 2005, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 7×5 , y para las comparaciones múltiples de medias se uso la prueba de Tukey, en ambos análisis se empleó el programa computacional Statgraphics V.6.

La notación que se utilizo es definir como factor A, a las muestras de tomate, y como factor B, a las diferentes fechas manejadas, cada tratamiento constó de 3 repeticiones.

El modelo estadístico utilizado es:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : es la observación de la i-ésima muestra del período j-ésimo.

μ : Media general

A: Factor muestra

B: Factor fecha

AB: interacción

E_{ij} : Error i-ésimo de la muestra del j-ésimo período

Para la justificación del supuesto de normalidad en los errores del modelo se aplicaron las pruebas de normalidad correspondientes, mediante el método de Anderson Darling.

Una vez concluido el trabajo de extracción y cuantificación de desechos comerciales de tomate se procedió al análisis estadístico de los datos lo cual se describe a continuación:

4.1.2 Tomate bola fresco

Es importante aclarar que para este análisis se aplicó un diseño completamente al azar, debido a que en el estado fresco únicamente se manejo una sola fecha con tres repeticiones cada una.

El análisis de varianza para las 7 muestras diferentes de desechos de tomate bola fresco (cuadro 4) mostró un coeficiente de variación del 2.39% por ser un valor bajo indica que existe un buen manejo en las unidades experimentales y por lo tanto los resultados son válidos estadísticamente. Además se puede apreciar que los tratamientos que son considerados como muestras en este caso, producen efectos distintos y la diferencia entre las medias de los tratamientos es altamente significativa ($P \leq 0.05$).

Cuadro 4. Análisis de varianza en tomate bola fresco

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F ₀₅	F ₀₁
A:fresco muestra	6	1.94281e-5	3.23802e-6	248.396**	2.85	4.46
Error	14	1.82500e-7	1.30357e-8			
Total	20	1.96106e-5				
C.V.= 2.39%						

C.V. = coeficiente de variación

Para las comparaciones múltiples de medias por muestra, se utilizó la prueba de Tukey al 95% de confiabilidad (cuadro 5), se observa que la muestra 4 presenta un valor menor en cuanto a la diferencia de medias, posteriormente le sigue la 7 y así hasta localizarse la 5 en último sitio, lo que indica que tiene un mayor contenido de licopeno, con un promedio de 0.0060667 mg de licopeno / gr de tejido.

**Cuadro 5. Comparaciones múltiples de medias por muestra
Prueba de Tukey (95 %)**

Muestras	Repeticiones	Diferencia entre medias	Grupos homogéneos
4	3	0.0030167	X
7	3	0.0040417	X
3	3	0.0044083	X
2	3	0.0050583	X
6	3	0.0051667	X
1	3	0.0056750	X
5	3	0.0060667	X

4.1.3 Tomate bola congelado

Para este caso se tuvo que hacer una transformación de los datos para ajustar la normalidad, elevándolos a la potencia de -0.197 mediante la técnica de Box-Cox.

En el análisis de varianza para los desechos del tomate bola congelado (cuadro 6) se tiene un coeficiente de variación del 4.65%, lo cual indica que los resultados son confiables estadísticamente. El factor A presento alta significancia entre las muestras, mientras que el factor B únicamente resulto significativo entre las fechas; para las interacciones AxB (muestra y fecha) denota también alta significancia ($P \leq 0.05$).

Cuadro 6. Análisis de varianza para tomate bola congelado

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F ₀₅	F ₀₁
A: muestra	6	5.4332692	0.9055449	39.716**	2.25	3.12
B: fecha	4	0.2493195	0.0623299	2.734*	2.53	3.65
AB	24	4.0728210	0.1697009	7.443**	1.70	2.12
Error	70	1.5960525	0.0228007			
Total	104	11.351462				
C.V. = 4.65 %						

En relación a las comparaciones múltiples de medias por muestra (cuadro 7) se aprecia que al considerar diferencias entre sus medias la muestra 1 presenta valor menor,

mientras que en la 7 hay un valor mayor en la diferencia, pero en cuanto a contenido de licopeno esta última es la que tiene mayor concentración del pigmento.

**Cuadro 7. Comparaciones múltiples de medias por muestra
Prueba de Tukey (95 %)**

Muestras	Repeticiones x fechas	Diferencia entre medias	Grupos homogéneos
1	15	2.7816787	X
3	15	3.0935567	X
2	15	3.2440960	XX
6	15	3.2998807	XX
5	15	3.3997327	XXX
4	15	3.4635393	XX
7	15	3.4688080	X

En las comparaciones múltiples de medias por fecha (cuadro 8), se observa que no hay mucha diferencia entre las medias ya que casi todos los grupos resultan ser similares, por lo que se puede apreciar únicamente que la muestra 3 tiene un menor valor con

respecto a la muestra 1 que es la que presenta mayor valor en cuanto a contenido de licopeno, las variaciones se deben a que al realizar la descongelación se presenta una pérdida de los componentes de la muestra, y en este caso también del licopeno, además también se notó una separación de fases y por lo tanto falta de homogenización en las muestras durante el proceso de congelación.

**Cuadro 8. Comparaciones múltiples de medias por fecha
Prueba de Tukey (95 %)**

Fechas	Repeticiones x muestra	Diferencia entre medias	Grupos homogéneos
3	21	3.1967810	X
2	21	3.2097686	XX
4	21	3.2390110	XX
5	21	3.2730981	XX
1	21	3.3322643	X

4.1.4 Tomate bola deshidratado

Para el análisis de varianza de tomate bola deshidratado (cuadro 9) se obtuvo un coeficiente de variación de 7.04%, lo que indica que los resultados son válidos estadísticamente, tanto para el factor A y como para el B. La interacción AxB muestran diferencias con alta significancia de los valores encontrados ($P \leq 0.01$).

Cuadro 9. Análisis de varianza para tomate bola deshidratado

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F₀₅	F₀₁
A: muestra	6	0.0468863	0.0078144	130.634 **	2.25	3.12
B: fecha	4	0.0062372	0.0015593	26.067 **	2.53	3.65
AB	24	0.0227214	9.46723E-4	15.827 **	1.70	2.12
Error	70	0.0041873	5.98188E-5			
Total	104	0.0800323				
C.V. = 7.04%						

Con respecto a las comparaciones múltiples de medias por muestra (cuadro 10) se encuentra que las diferencias entre medias los resultados de la muestra 7 resultan

tener un valor menor, mientras que la última sería la muestra 1 y la 6 las cuales resultan ser similares; además en cuanto a contenido de licopeno se aprecia que esta última resulta ser la de mayor concentración en función al pigmento, con un promedio de 0.1371950 mg de licopeno / gr de polvo.

**Cuadro 10. Comparaciones múltiples de medias por muestra
Prueba de Tukey (95 %)**

Nivel	Cálculo	Diferencia entre medias	Grupos homogéneos
7	15	0.0732450	X
2	15	0.0934950	X
4	15	0.0979550	X
5	15	0.1142750	X
3	15	0.1208250	X
1	15	0.1319650	X
6	15	0.1371950	X

En las comparaciones múltiples de medias por fecha (cuadro 11), se observa que en cuanto a los resultados hay una diferencia menor entre medias en la fecha 5, pero en la

que se aprecia mayor concentración de licopeno es en la fecha 2 (0.1198536 mg de licopeno/gr de polvo), y la que se acerca es la 1. Como se puede observar hay una disminución del contenido de forma casi gradual entre cada fecha, esto puede deberse a que durante la toma de la muestra al momento de realizar la extracción esta se exponía al aire y a la luz, entonces como se mencionó anteriormente esta influencia es capaz de provocar una pérdida del pigmento, por medio de la oxidación influyendo también el almacenamiento ya que no se cubrió de la manera adecuada.

**Cuadro 11. Comparaciones múltiples de medias por fecha
Prueba de Tukey (95 %)**

Fechas	Repeticiones x muestras	Diferencia entre medias	Grupos homogéneos
5	21	0.1010286	X
4	21	0.1030071	X
3	21	0.1073786	X
1	21	0.1179857	X
2	21	0.1198536	X

4.1.5 Tomate huaje fresco

El análisis de varianza para las 7 muestras diferentes de desechos de tomate huaje fresco (cuadro 12) mostró un coeficiente de variación del 3.62%, lo que nos indica que existe un buen manejo en las unidades experimentales y, por lo tanto los resultados son válidos estadísticamente. Además se puede apreciar que los tratamientos que son considerados como muestras en este caso, producen distintos efectos y la diferencia entre las medias de los tratamientos es altamente significativa ($P \leq 0.01$).

Cuadro 12. Análisis de varianza para tomate huaje fresco

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F₀₅	F₀₁
A: fresco muestra	6	0.0010844	1.80727E-4	957.949 **	2.85	4.46
Error	14	2.64125E-6	1.88661E-7			
Total	20	0.0010870				
C.V. = 3.62%						

Para el análisis de variaciones múltiples por muestra (cuadro 13), se puede observar que la muestra 4 es la que presenta un valor menor en la diferencia entre sus medias,

posteriormente le sigue la 3 y así sucesivamente hasta encontrarse la 1, en último sitio. Siendo la muestra 1 la de valor mayor, es decir la que tiene un mayor contenido de licopeno con un promedio de 0.0267417 mg de licopeno / gr de tejido.

**Cuadro 13. Comparaciones múltiples de medias por muestra
Prueba de Tukey (95 %)**

Muestras	Repeticiones	Diferencia entre medias	Grupos homogéneos
4	3	0.0046833	X
3	3	0.0052083	X
6	3	0.0078250	X
7	3	0.0104417	X
2	3	0.0121833	X
5	3	0.0169583	X
1	3	0.0267417	X

4.1.6 Tomate huaje congelado

En el análisis de varianza para los desechos del tomate huaje congelado (cuadro 14) se tiene un coeficiente de variación del 6.37%, por tratarse de un valor bajo indica que los resultados son confiables estadísticamente. Además se puede apreciar que los tratamientos considerados como muestras (factor A), producen distintos efectos y las diferencias entre las medias de los factores A y B, así como la interacción resultan ser altamente significativas ($P \leq 0.01$).

Cuadro 14. Análisis de varianza tomate huaje congelado

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F₀₅	F₀₁
A:muestra	6	0.0093586	0.0015598	5899.540 **	2.25	3.12
B: fecha	4	0.0002544	0.0000636	240.571 **	2.53	3.65
AB	24	0.0013577	5.65693E-5	213.964 **	1.70	2.12
Error	70	1.85071E-5	2.64387E-7			
Total	104	0.01098921				
C.V. = 6.37%						

En relación a las múltiples comparaciones de medias por muestra (cuadro 15) se puede ver que al considerar las diferencias entre medias los datos de la muestra 3 presentan

un valor menor, mientras la que se observa con una diferencia mayor es la muestra 1, pero en cuanto a contenido de licopeno se encuentra que esta última es la que tiene mayor concentración del pigmento (0.0310283 mg de licopeno / gr de tejido).

**Cuadro 15. Comparaciones múltiples de medias por muestra
Prueba de Tukey (95 %)**

Muestras	Repeticiones x fecha	Diferencia entre medias	Grupos homogéneos
3	15	0.0026200	X
5	15	0.0033150	X
6	15	0.0038933	X
7	15	0.0039317	X
4	15	0.0056883	X
2	15	0.0060050	X
1	15	0.0310283	X

En las comparaciones múltiples de medias por fecha (cuadro 16), se observa que en cuanto a los valores hay una diferencia menor entre medias en la fecha 4, mientras que se tiene un valor mayor en la 5, encontrándose, además que en esta fecha para las

distintas muestras, existe un mayor contenido de licopeno y la muestra que se acerca a este valor es la 1, las variaciones se deben a que al realizar la descongelación se presenta una pérdida de los componentes de la muestra, y en este caso también del licopeno, además de una homogenización inadecuada durante el proceso de congelación.

**Cuadro 16. Comparaciones múltiples de medias por fecha
Prueba de Tukey (95 %)**

Fechas	Repeticiones x muestras	Diferencia entre medias	Grupos homogéneos
4	21	0.0060905	X
3	21	0.0066750	X
2	21	0.0082833	X
1	21	0.0088643	X
5	21	0.0104310	X

4.1.7 Tomate huaje deshidratado

El análisis de varianza para las 7 muestras diferentes de desechos de tomate huaje deshidratado (cuadro 17) mostró un coeficiente de variación del 7.54%, lo que indica

que existe un buen manejo en las unidades experimentales y por lo tanto los resultados son válidos estadísticamente. Además se puede apreciar que los tratamientos (factor A) considerados como muestras, producen distintos efectos y la diferencia entre las medias de los factores A y B, así como la interacción entre ellos resulta ser altamente significativa ($P \leq 0.01$).

Cuadro 17. Análisis de varianza tomate huaje deshidratado

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F₀₅	F₀₁
A: muestra	6	0.2470911	0.0411819	143.744 **	2.25	3.12
B: fecha	4	0.0246141	0.0061535	21.479 **	2.53	3.65
AB	24	0.0480028	0.0020001	6.981 **	1.70	2.12
Error	70	0.0200546	2.86494E-4			
Total	104	0.3397625				
C.V. = 7.54%						

Referente a las comparaciones múltiples de medias por muestra (cuadro 18) podemos ver que en la muestra 7 se puede apreciar una diferencia menor entre medias, mientras que la, 4 tiene una mayor diferencia y resulta ser que esta presenta un mayor contenido

de licopeno con una concentración promedio de 0.2857000 mg de licopeno / gr de polvo.

**Cuadro 18. Comparaciones múltiples de medias por muestra
Prueba de Tukey (95 %)**

Nivel	Cálculo	Diferencia entre medias	Grupos homogéneos
7	15	0.1262583	X
5	15	0.1961167	X
3	15	0.2232333	X
6	15	0.2239100	X
1	15	0.2517035	X
2	15	0.2635950	X
4	15	0.2857000	X

En las comparaciones múltiples de medias por fecha (cuadro 19), se observa que hay una diferencia menor entre medias en la fecha 4, mientras que se tiene un valor mayor en la 1, encontrándose que en esta fecha para las distintas muestras, existe un mayor contenido de licopeno (0.2435846 mg de licopeno / gr de polvo); posteriormente le sigue

la 2 y así hasta llegar a la 4. Las variaciones se muestran entre cada fecha y existe un deterioro en la concentración del licopeno, debido a que al realizar la extracción se exponía al aire y a la luz la muestra deshidratada, además que las condiciones de almacenamiento no eran las adecuadas para su mayor conservación.

**Cuadro 19. Comparaciones múltiples de medias por fecha
Prueba de Tukey (95 %)**

Fechas	Repeticiones x muestras	Diferencia entre medias	Grupos homogéneos
4	21	0.2043845	X
5	21	0.2160417	X
3	21	0.2167857	X
2	21	0.2410012	X
1	21	0.2435846	X

V CONCLUSIONES

- La variedad que presentó mayor cantidad de licopeno es la de tomate huaje en comparación con el tomate bola en sus tres estados (fresco, congelado y deshidratado).

- El color observado en las muestras es un factor muy importante para la concentración de licopeno, ya que entre más intensa se presenta la coloración roja, mayor es la cantidad de licopeno presente.
- Las muestras deshidratadas presentaron una mayor concentración de licopeno, mientras que las de menor cantidad eran las congeladas, todo esto en comparación con las frescas.
- Con respecto a las muestras congeladas, se encontró una disminución de la concentración de licopeno, debido a que el proceso de congelamiento fue lento y a la influencia de la descongelación al momento de realizar la prueba de extracción.
- En el caso de las muestras deshidratadas, también hubo una disminución gradual entre las fechas, debido a la oxidación del licopeno, ya que existía un contacto directo con el aire y la luz al momento de tomar la muestra para la extracción, además de que las condiciones de almacenamiento no fueron las adecuadas para lograr la mejor conservación del pigmento.

VI BIBLIOGRAFÍA

Anónimo 1. Diario pyme. Tomates mas rojos, saludables y competitivos [en línea]. Marzo del 2003. [Fecha de consulta: mayo del 2005]. Publicada diariamente disponible en:

http://orbita.shttp://www.diariopyme.cl/newtenberg/1325/article29687.html#h2_1.

Anónimo 2. Enciclopedia libre Universal. Licopeno [en línea]. Septiembre del 2003. [Fecha de consulta: marzo del 2005]. Publicada diariamente disponible en:

<http://enciclopedia.us.es/index.php/Licopeno>.

Anónimo 3. Infoagro. El cultivo del tomate [en línea]. 2003. [Fecha de consulta: agosto del 2005]. Publicada diariamente disponible en:

<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>

Anónimo 4. Infoagro. El cultivo del tomate [en línea]. 2003. [Fecha de consulta: agosto del 2005]. Publicada diariamente disponible en:

<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate2.htm#12.%20VALOR%20NUTRICIONAL>

Anónimo 5. Infoagro. El cultivo del tomate [en línea]. 2003. [Fecha de consulta: agosto del 2005]. Publicada diariamente disponible en:

<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm#3.%20IMPORTANCIA%20ECONÓMICA%20Y%20DISTRIBUCIÓN%20GEOGRÁFICA>

Anónimo 6. El mundo de las plantas. Carotenoides [en línea]. 1999. [Fecha de consulta: julio del 2005]. Publicada diariamente disponible en: <http://www.botanical-online.com/medicinalescarotenos.htm>

Anónimo 7. Diccionario enciclopédico LAROUSSE “Un mundo de interés”, revista el Consumidor, periódico “El Sol de Sinaloa”. Tomate [en línea]. 2001. [Fecha de consulta: septiembre del 2005]. Publicada diariamente disponible en:

http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_biosfera/flora/tomate/tomate.htm

Anónimo 8. Licopeno: Fuente de salud [en línea]. Enero 2004. [Fecha: de consulta: octubre del 2004]. Publicación diaria disponible en:
<http://www.botanical-online.com/tomates.htm>.

Anónimo 9. ¿Qué es un alimento funcional? [en línea]. Noviembre del 2002. [Fecha: de consulta: enero del 2004]. Publicada diariamente disponible en:
<http://www.el-mundo.es/salud/1995/180/01020.html>

Anónimo 10. Congelación (alimentos) [en línea]. (2005). [Fecha: de consulta: diciembre del 2005]. Publicada diariamente disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Congelaci%C3%B3n>

BAJAJ, K. L., MAJAN, R., P. P. & CHEEMA, D. S. (1990). Evaluación Química de algunas variedades de tomates. J. Res. Punjab. Agric. Univ., (27) 226-230.

DESROSIER, Norman W.. Conservación de alimentos. México D.F., CECOSA, 1976.

DI MASCTO, P., KAISER, S. & SIES, H. (1989). Lycopene as the most efficient biological carotenoid single oxygen quencher. Arch. Biochem. Biophys. (274) 532-538.

FERGUSON and HARRIS. *Toxicology*: formation in a rodent model. 1998.

JEAN, Adrian y REGINE, Fragne. Ciencia de los alimentos de la A a la Z. Zaragoza, España, Acribia S.A., 1990.

MANUEL, B.A. Prácticas biomoléculas. Práctica nº 3: Extracción y cuantificación de pigmentos vegetales. [En línea]. 1998. [Fecha de consulta: marzo del 2005]. Publicada diariamente disponible en:
<http://orbita.starmedia.com/~sohail/biomol.htm>.

MAZZA, G. (1998). Functional foods. Biochemical & Processing Aspects. Technomic Publishing Company, Inc.

POTTER, Norman N. Ciencia de los alimentos. México D.F., EDUTEX, S.A., 1973.

RAO, V., y AGARWAL S.. El papel del licopeno como un carotenoide antioxidante en la prevención de enfermedades crónicas: una revisión. Ciencia de Elsevier Inc Toronto, Canadá, . 1999.

SUSLOW V., Trevor y CANTWELL, Marita. Tomate: (jitomate) [en línea]. (2002). [Fecha: de consulta: enero del 2005]. Publicada diariamente disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Tomate.shtml>

WAYNE W. Fish2, , PERKINS PENELOPE, Veazie, y K. COLLINS, Julie. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents¹. U.S.A., January 25, 2002.

VII APENDICE

Nota: los datos de las siguientes tablas están dados en mg de licopeno / g de tejido.

Apéndice 1. Datos de tomate bola fresco

MUESTRA	FECHA	REPETICION	FRESCO
1	1	1	0,005725
		2	0,005775
		3	0,005525
2	1	1	0,005025
		2	0,005025
		3	0,005125
3	1	1	0,004425
		2	0,004425
		3	0,004375
4	1	1	0,003125
		2	0,003125
		3	0,0028
5	1	1	0,006225
		2	0,006075
		3	0,0059
6	1	1	0,00525
		2	0,005125
		3	0,005125
7	1	1	0,004
		2	0,004025
		3	0,0041

Apéndice 2. Datos de tomate bola congelado y deshidratado

			congelado	deshidratado
MUESTRA	FECHA	REPETICION	V2	V3
1	1	1	0,004425	0,090525

1	1	2	0,004425	0,1182
1	1	3	0,004175	0,095475
1	2	1	0,005575	0,17055
1	2	2	0,00665	0,166725
1	2	3	0,0069	0,14505
1	3	1	0,00665	0,14595
1	3	2	0,00685	0,145425
1	3	3	0,0068	0,1314
1	4	1	0,0063	0,123975
1	4	2	0,006275	0,1251
1	4	3	0,006825	0,10515
1	5	1	0,004675	0,144375
1	5	2	0,004625	0,144525
1	5	3	0,00415	0,12705
2	1	1	0,002975	0,123825
2	1	2	0,00305	0,1215
2	1	3	0,002975	0,107025
2	2	1	0,003675	0,101175
2	2	2	0,0036	0,107025
2	2	3	0,003425	0,10425
2	3	1	0,0027	0,06015
2	3	2	0,00255	0,077175
2	3	3	0,0029	0,0825
2	4	1	0,002575	0,078825
2	4	2	0,002525	0,095475
2	4	3	0,0024	0,095325
2	5	1	0,0016	0,0819
2	5	2	0,0015	0,081525
2	5	3	0,0015	0,08475
3	1	1	0,00215	0,161475
3	1	2	0,002175	0,161025

3	1	3	0,00215	0,1329
3	2	1	0,0062	0,0972
3	2	2	0,00625	0,096225
3	2	3	0,0059	0,079125
3	3	1	0,004	0,141225
3	3	2	0,003975	0,13965
3	3	3	0,003925	0,11055
3	4	1	0,001975	0,1206
3	4	2	0,00185	0,117825
3	4	3	0,00185	0,1125
3	5	1	0,003875	0,104925
3	5	2	0,003875	0,117225
3	5	3	0,0041	0,119925
4	1	1	0,001175	0,1047
4	1	2	0,00125	0,10065
4	1	3	0,001825	0,08655
4	2	1	0,00085	0,106275
4	2	2	0,001025	0,1062
4	2	3	0,0018	0,099675
4	3	1	0,002275	0,116625
4	3	2	0,004725	0,12045
4	3	3	0,0046	0,11955
4	4	1	0,00215	0,085575
4	4	2	0,0021	0,083625
4	4	3	0,0021	0,08385
4	5	1	0,00195	0,085275
4	5	2	0,0017	0,0873
4	5	3	0,001725	0,083025
5	1	1	0,00215	0,12045
5	1	2	0,0022	0,116025
5	1	3	0,002125	0,10935

5	2	1	0,002125	0,144675
5	2	2	0,002175	0,1479
5	2	3	0,002225	0,153525
5	3	1	0,001125	0,1053
5	3	2	0,0011	0,107625
5	3	3	0,001125	0,107625
5	4	1	0,00265	0,108825
5	4	2	0,002575	0,1128
5	4	3	0,0025	0,111825
5	5	1	0,002575	0,0876
5	5	2	0,0025	0,09015
5	5	3	0,0025	0,09045
6	1	1	0,002125	0,14325
6	1	2	0,0021	0,153075
6	1	3	0,002125	0,1599
6	2	1	0,0014	0,145725
6	2	2	0,001425	0,155175
6	2	3	0,00135	0,15165
6	3	1	0,00425	0,10815
6	3	2	0,00255	0,1125
6	3	3	0,002525	0,113625
6	4	1	0,00275	0,137625
6	4	2	0,0027	0,13335
6	4	3	0,00265	0,136575
6	5	1	0,00305	0,136125
6	5	2	0,00305	0,135525
6	5	3	0,003	0,135675
7	1	1	0,00155	0,088875
7	1	2	0,00175	0,09195
7	1	3	0,0016	0,090975
7	2	1	0,01375	0,078

7	2	2	0,0014	0,07935
7	2	3	0,00145	0,08145
7	3	1	0,0016	0,064725
7	3	2	0,001625	0,075525
7	3	3	0,00165	0,069225
7	4	1	0,0019	0,064875
7	4	2	0,001775	0,06435
7	4	3	0,00175	0,0651
7	5	1	0,001525	0,059625
7	5	2	0,0015	0,06315
7	5	3	0,00155	0,0615

Apéndice 3. Transformación de datos del tomate bola congelado mediante la técnica Box-Cox a la potencia de -0.197.

MUESTRA	FECHA	REPETICION	CONGELADO	MEDIAS	TRANSFORMACION
---------	-------	------------	-----------	--------	----------------

					DE DATOS
1	1	1	0.004425		2.90907612
1	1	2	0.004425		2.90907612
1	1	3	0.004175	0.00434167	2.94259622
1	2	1	0.005575		2.77964773
1	2	2	0.00665		2.68475176
1	2	3	0.0069	0.006375	2.66530387
1	3	1	0.00665		2.68475176
1	3	2	0.00685		2.66912527
1	3	3	0.0068	0.00676667	2.67298022
1	4	1	0.0063		2.71350054
1	4	2	0.006275		2.71562686
1	4	3	0.006825	0.00646667	2.67104852
1	5	1	0.004675		2.87774973
1	5	2	0.004625		2.88385213
1	5	3	0.00415	0.00448333	2.94607993
2	1	1	0.002975		3.14574175
2	1	2	0.00305		3.13035024
2	1	3	0.002975	0.003	3.14574175
2	2	1	0.003675		3.01747933
2	2	2	0.0036		3.02976125
2	2	3	0.003425	0.00356667	3.05965083
2	3	1	0.0027		3.20642686
2	3	2	0.00255		3.24273594
2	3	3	0.0029	0.00271667	3.16160489
2	4	1	0.002575		3.23650949
2	4	2	0.002525		3.24903588
2	4	3	0.0024	0.0025	3.28169628
2	5	1	0.0016		3.55458058
2	5	2	0.0015		3.60006235
2	5	3	0.0015	0.00153333	3.60006235

3	1	1	0.00215		3.35358735
3	1	2	0.002175		3.34595831
3	1	3	0.00215	0.00215833	3.35358735
3	2	1	0.0062		2.72206717
3	2	2	0.00625		2.71776334
3	2	3	0.0059	0.00611667	2.74879374
3	3	1	0.004		2.9675236
3	3	2	0.003975		2.9711911
3	3	3	0.003925	0.00396667	2.97860961
3	4	1	0.001975		3.41014842
3	4	2	0.00185		3.45435661
3	4	3	0.00185	0.00189167	3.45435661
3	5	1	0.003875		2.98614212
3	5	2	0.003875		2.98614212
3	5	3	0.0041	0.00395	2.9531233
4	1	1	0.001175		3.77748319
4	1	2	0.00125		3.73171723
4	1	3	0.001825	0.00141667	3.46362778
4	2	1	0.00085		4.02628462
4	2	2	0.001025		3.88049742
4	2	3	0.0018	0.001225	3.47305225
4	3	1	0.002275		3.31645924
4	3	2	0.004725		2.87172496
4	3	3	0.0046	0.00386667	2.88693302
4	4	1	0.00215		3.35358735
4	4	2	0.0021		3.36916902
4	4	3	0.0021	0.00211667	3.36916902
4	5	1	0.00195		3.41871724
4	5	2	0.0017		3.51238054
4	5	3	0.001725	0.00179167	3.50229357
5	1	1	0.00215		3.35358735

5	1	2	0.0022		3.33843352
5	1	3	0.002125	0.00215833	3.36132333
5	2	1	0.002125		3.36132333
5	2	2	0.002175		3.34595831
5	2	3	0.002225	0.002175	3.33101039
5	3	1	0.001125		3.80998226
5	3	2	0.0011		3.82688702
5	3	3	0.001125	0.00111667	3.80998226
5	4	1	0.00265		3.21825582
5	4	2	0.002575		3.23650949
5	4	3	0.0025	0.002575	3.25541094
5	5	1	0.002575		3.23650949
5	5	2	0.0025		3.25541094
5	5	3	0.0025	0.002525	3.25541094
6	1	1	0.002125		3.36132333
6	1	2	0.0021		3.36916902
6	1	3	0.002125	0.00211667	3.36132333
6	2	1	0.0014		3.64932697
6	2	2	0.001425		3.6366246
6	2	3	0.00135	0.00139167	3.67556619
6	3	1	0.00425		2.93229312
6	3	2	0.00255		3.24273594
6	3	3	0.002525	0.00310833	3.24903588
6	4	1	0.00275		3.19485726
6	4	2	0.0027		3.20642686
6	4	3	0.00265	0.0027	3.21825582
6	5	1	0.00305		3.13035024
6	5	2	0.00305		3.13035024
6	5	3	0.003	0.00303333	3.14056013
7	1	1	0.00155		3.57688235
7	1	2	0.00175		3.4923801

7	1	3	0.0016	0.00163333	3.55458058
7	2	1	0.01375		2.32677489
7	2	2	0.0014		3.64932697
7	2	3	0.00145	0.00553333	3.62418621
7	3	1	0.0016		3.55458058
7	3	2	0.001625		3.5437403
7	3	3	0.00165	0.001625	3.53309783
7	4	1	0.0019		3.43625623
7	4	2	0.001775		3.48263471
7	4	3	0.00175	0.00180833	3.4923801
7	5	1	0.001525		3.58835863
7	5	2	0.0015		3.60006235
7	5	3	0.00155	0.001525	3.57688235
MEDIA GENERAL= 0.00300786					

Apéndice 4. Datos de tomate huaje fresco

MUESTRA	FECHA	REPETICION	FRESCO
---------	-------	------------	--------

1	1	1	0,02615
		2	0,027075
		3	0,027
2	1	1	0,012875
		2	0,0125
		3	0,011175
3	1	1	0,004975
		2	0,00535
		3	0,0053
4	1	1	0,004675
		2	0,0047
		3	0,004675
5	1	1	0,016775
		2	0,016625
		3	0,017475
6	1	1	0,007875
		2	0,007725
		3	0,007875
7	1	1	0,0105
		2	0,01045
		3	0,010375

Apéndice 5. Datos de tomate huaje congelado y deshidratado

			congelado	deshidratado
--	--	--	-----------	--------------

MUESTRA	FECHA	REPETICION	V2	V3
1	1	1	0,035825	0,2649375
	1	2	0,03485	0,255825
	1	3	0,033275	0,2725875
	2	1	0,027625	0,2460375
	2	2	0,028325	0,2505375
	2	3	0,02855	0,21555
	3	1	0,024275	0,2577
	3	2	0,0249	0,2442
	3	3	0,022825	0,2049
	4	1	0,018125	0,304125
	4	2	0,02065	0,2665
	4	3	0,0218	0,21775
	5	1	0,049775	0,27225
	5	2	0,0476	0,2619
	5	3	0,047025	0,24075
2	1	1	0,00705	0,2885
	1	2	0,0072	0,304625
	1	3	0,007375	0,2935
	2	1	0,0069	0,30625
	2	2	0,00705	0,309
	2	3	0,007	0,295625
	3	1	0,005475	0,21105
	3	2	0,005325	0,29445
	3	3	0,005325	0,3096
	4	1	0,0061	0,1995
	4	2	0,0059	0,23175
	4	3	0,005475	0,24195
	5	1	0,004675	0,240125
	5	2	0,00465	0,233625
	5	3	0,004575	0,194375

3	1	1	0,001725	0,2665
	1	2	0,0018	0,249375
	1	3	0,002	0,222625
	2	1	0,002225	0,230375
	2	2	0,002225	0,220125
	2	3	0,00215	0,192875
	3	1	0,0022	0,216
	3	2	0,0024	0,215375
	3	3	0,003125	0,193375
	4	1	0,00115	0,180875
	4	2	0,00115	0,18125
	4	3	0,00115	0,146375
	5	1	0,0053	0,276
	5	2	0,00545	0,277875
	5	3	0,00525	0,2795
4	1	1	0,00835	0,31065
	1	2	0,0084	0,3141
	1	3	0,0085	0,31425
	2	1	0,0085	0,32775
	2	2	0,00845	0,339
	2	3	0,0084	0,336
	3	1	0,003875	0,2511
	3	2	0,003775	0,25575
	3	3	0,003975	0,2466
	4	1	0,0054	0,25365
	4	2	0,00535	0,2583
	4	3	0,005425	0,26895
	5	1	0,002325	0,2565
	5	2	0,00235	0,2718
	5	3	0,00225	0,2811
5	1	1	0,003375	0,1835

	1	2	0,0034	0,18125
	1	3	0,003375	0,18625
	2	1	0,005	0,203125
	2	2	0,00475	0,2185
	2	3	0,004925	0,222875
	3	1	0,001825	0,1875
	3	2	0,001775	0,194625
	3	3	0,001775	0,1925
	4	1	0,003475	0,195625
	4	2	0,003225	0,202
	4	3	0,00335	0,17875
	5	1	0,003275	0,1915
	5	2	0,0031	0,199375
	5	3	0,0031	0,204375
6	1	1	0,004275	0,2445
	1	2	0,004275	0,2628
	1	3	0,004125	0,27225
	2	1	0,003525	0,2319
	2	2	0,003675	0,23775
	2	3	0,003625	0,24825
	3	1	0,00375	0,2223
	3	2	0,003775	0,2136
	3	3	0,003775	0,231
	4	1	0,003	0,21795
	4	2	0,00325	0,2124
	4	3	0,003	0,22275
	5	1	0,004675	0,17895
	5	2	0,004925	0,1812
	5	3	0,00475	0,18105
7	1	1	0,00225	0,131375
	1	2	0,002375	0,14625

	1	3	0,00235	0,149625
	2	1	0,0037	0,142625
	2	2	0,0037	0,141875
	2	3	0,00365	0,145
	3	1	0,00545	0,123125
	3	2	0,005325	0,1415
	3	3	0,00525	0,14625
	4	1	0,0035	0,098125
	4	2	0,00385	0,106125
	4	3	0,003575	0,107375
	5	1	0,0048	0,10275
	5	2	0,004625	0,107
	5	3	0,004575	0,104875

Apéndice 6. Tabla de medias para tomate bola fresco

Muestras	Número de datos	Promedio	Error estándar	Intervalo para la Media (95%)
Media general	21	0.0047762	2.49148E-5	0.0047227 0.0048296
A: fresco - muestra	Rep.			
1	3	0.0056750	6.59184E-5	0.0055336 0.0058164
2	3	0.0050583	6.59184E-5	0.0049169 0.0051997
3	3	0.0044083	6.59184E-5	0.0042669 0.0045497
4	3	0.0030167	6.59184E-5	0.0028753 0.0031581
5	3	0.0060667	6.59184E-5	0.0059253 0.0062081
6	3	0.0051667	6.59184E-5	0.0050253 0.0053081
7	3	0.0040417	6.59184E-5	0.0039003 0.0041831

Apéndice 7. Tabla de medias para tomate bola congelado 95% de confiabilidad

Muestras	Rep.	Promedio	Error estándar	Media	
Media general	105	3.2501846	0.0147360	3.2207879	3.2795813
A: congelado-muestra					
1	15	2.7816787	0.0389878	2.7039023	2.8594550
2	15	3.2440960	0.0389878	3.1663197	3.3218723
3	15	3.0935567	0.0389878	3.0157803	3.1713330
4	15	3.4635393	0.0389878	3.3857630	3.5413157
5	15	3.3997327	0.0389878	3.3219563	3.4775090
6	15	3.2998807	0.0389878	3.2221043	3.3776570
7	15	3.4688080	0.0389878	3.3910317	3.5465843
B: congelado-fecha					
1	21	3.3322643	0.0329507	3.2665313	3.3979973
2	21	3.2097686	0.0329507	3.1440356	3.2755016
3	21	3.1967810	0.0329507	3.1310480	3.2625139
4	21	3.2390110	0.0329507	3.1732780	3.3047439
5	21	3.2730981	0.0329507	3.2073651	3.3388311

Apéndice 8. Tabla de medias para tomate bola congelado 95% confiabilidad

Muestras interacción	Rep.	Promedio	Error estándar	Intervalo para la Media
AB				
1 1	3	2.9202533	0.0871794	2.7463402 3.0941665
1 2	3	2.7099000	0.0871794	2.5359869 2.8838131
1 3	3	2.6756200	0.0871794	2.5017069 2.8495331
1 4	3	2.7000600	0.0871794	2.5261469 2.8739731
1 5	3	2.9025600	0.0871794	2.7286469 3.0764731
2 1	3	3.1406100	0.0871794	2.9666969 3.3145231
2 2	3	3.0356300	0.0871794	2.8617169 3.2095431
2 3	3	3.2035900	0.0871794	3.0296769 3.3775031
2 4	3	3.2557500	0.0871794	3.0818369 3.4296631
2 5	3	3.5849000	0.0871794	3.4109869 3.7588131
3 1	3	3.3510467	0.0871794	3.1771335 3.5249598
3 2	3	2.7295400	0.0871794	2.5556269 2.9034531
3 3	3	2.9724400	0.0871794	2.7985269 3.1463531
3 4	3	3.4396233	0.0871794	3.2657102 3.6135365
3 5	3	2.9751333	0.0871794	2.8012202 3.1490465
4 1	3	3.6576100	0.0871794	3.4836969 3.8315231
4 2	3	3.7932767	0.0871794	3.6193635 3.9671898
4 3	3	3.0250367	0.0871794	2.8511235 3.1989498
4 4	3	3.3639767	0.0871794	3.1900635 3.5378898
4 5	3	3.4777967	0.0871794	3.3038835 3.6517098
5 1	3	3.3511133	0.0871794	3.1772002 3.5250265
5 2	3	3.3460967	0.0871794	3.1721835 3.5200098
5 3	3	3.8156167	0.0871794	3.6417035 3.9895298
5 4	3	3.2367267	0.0871794	3.0628135 3.4106398
5 5	3	3.2491100	0.0871794	3.0751969 3.4230231
6 1	3	3.3639367	0.0871794	3.1900235 3.5378498
6 2	3	3.6538400	0.0871794	3.4799269 3.8277531
6 3	3	3.1413567	0.0871794	2.9674435 3.3152698

6 4	3	3.2065167	0.0871794	3.0326035	3.3804298
6 5	3	3.1337533	0.0871794	2.9598402	3.3076665
7 1	3	3.5412800	0.0871794	3.3673669	3.7151931
7 2	3	3.2000967	0.0871794	3.0261835	3.3740098
7 3	3	3.5438067	0.0871794	3.3698935	3.7177198
7 4	3	3.4704233	0.0871794	3.2965102	3.6443365
7 5	3	3.5884333	0.0871794	3.4145202	3.7623465

Apéndice 9. Tabla de medias para tomate bola deshidratado

95% de confiabilidad

Nivel	Cálculo	Promedio	Error estándar	Intervalo para la Media
Media general	105	0.1098507	0.0007548	0.1083450 0.1113564
A: muestra				
1	15	0.1319650	0.0019970	0.1279813 0.1359487
2	15	0.0934950	0.0019970	0.0895113 0.0974787
3	15	0.1208250	0.0019970	0.1168413 0.1248087
4	15	0.0979550	0.0019970	0.0939713 0.1019387
5	15	0.1142750	0.0019970	0.1102913 0.1182587
6	15	0.1371950	0.0019970	0.1332113 0.1411787
7	15	0.0732450	0.0019970	0.0692613 0.0772287
B: fecha				
1	21	0.1179857	0.0016878	0.1146188 0.1213526
2	21	0.1198536	0.0016878	0.1164867 0.1232205
3	21	0.1073786	0.0016878	0.1040117 0.1107455
4	21	0.1030071	0.0016878	0.0996403 0.1063740
5	21	0.1010286	0.0016878	0.0976617 0.1043955

Apéndice 10. Tabla de medias para tomate bola deshidratado 95% de confiabilidad

Interacción	Rep.	Promedio	Error estándar	Intervalo para la Media
AB				
1 1	3	0.1014000	0.0044654	0.0924921 0.1103079
1 2	3	0.1607750	0.0044654	0.1518671 0.1696829
1 3	3	0.1409250	0.0044654	0.1320171 0.1498329
1 4	3	0.1180750	0.0044654	0.1091671 0.1269829
1 5	3	0.1386500	0.0044654	0.1297421 0.1475579
2 1	3	0.1174500	0.0044654	0.1085421 0.1263579
2 2	3	0.1041500	0.0044654	0.0952421 0.1130579
2 3	3	0.0732750	0.0044654	0.0643671 0.0821829
2 4	3	0.0898750	0.0044654	0.0809671 0.0987829
2 5	3	0.0827250	0.0044654	0.0738171 0.0916329
3 1	3	0.1518000	0.0044654	0.1428921 0.1607079
3 2	3	0.0908500	0.0044654	0.0819421 0.0997579
3 3	3	0.1304750	0.0044654	0.1215671 0.1393829
3 4	3	0.1169750	0.0044654	0.1080671 0.1258829
3 5	3	0.1140250	0.0044654	0.1051171 0.1229329
4 1	3	0.0973000	0.0044654	0.0883921 0.1062079
4 2	3	0.1040500	0.0044654	0.0951421 0.1129579
4 3	3	0.1188750	0.0044654	0.1099671 0.1277829
4 4	3	0.0843500	0.0044654	0.0754421 0.0932579
4 5	3	0.0852000	0.0044654	0.0762921 0.0941079
5 1	3	0.1152750	0.0044654	0.1063671 0.1241829
5 2	3	0.1487000	0.0044654	0.1397921 0.1576079
5 3	3	0.1068500	0.0044654	0.0979421 0.1157579
5 4	3	0.1111500	0.0044654	0.1022421 0.1200579
5 5	3	0.0894000	0.0044654	0.0804921 0.0983079
6 1	3	0.1520750	0.0044654	0.1431671 0.1609829
6 2	3	0.1508500	0.0044654	0.1419421 0.1597579
6 3	3	0.1114250	0.0044654	0.1025171 0.1203329
6 4	3	0.1358500	0.0044654	0.1269421 0.1447579

6 5	3	0.1357750	0.0044654	0.1268671	0.1446829
7 1	3	0.0906000	0.0044654	0.0816921	0.0995079
7 2	3	0.0796000	0.0044654	0.0706921	0.0885079
7 3	3	0.0698250	0.0044654	0.0609171	0.0787329
7 4	3	0.0647750	0.0044654	0.0558671	0.0736829
7 5	3	0.0614250	0.0044654	0.0525171	0.0703329

Apéndice 11. Tabla de medias para tomate huaje fresco

MUESTRA	FECHA	REPETICION	FRESCO	MEDIAS
1	1	1	0.02615	
		2	0.027075	

		3	0.027	0.02674167
2	1	1	0.012875	
		2	0.0125	
		3	0.011175	0.01218333
3	1	1	0.004975	
		2	0.00535	
		3	0.0053	0.00520833
4	1	1	0.004675	
		2	0.0047	
		3	0.004675	0.00468333
5	1	1	0.016775	
		2	0.016625	
		3	0.017475	0.01695833
6	1	1	0.007875	
		2	0.007725	
		3	0.007875	0.007825
7	1	1	0.0105	
		2	0.01045	
		3	0.010375	0.01044167
				0.01200595

Apéndice 12. Tabla de medias para tomate huaje congelado y deshidratado

			congelado	deshidratado	congelado	
MUESTRA	FECHA	REPETICION	V2	V3	medias	

1	1	1	0.035825	0.2649375		
	1	2	0.03485	0.255825		
	1	3	0.033275	0.2725875	0.03465	0.26445
	2	1	0.027625	0.2460375		
	2	2	0.028325	0.2505375		
	2	3	0.02855	0.21555	0.02816667	0.237375
	3	1	0.024275	0.2577		
	3	2	0.0249	0.2442		
	3	3	0.022825	0.2049	0.024	0.2356
	4	1	0.018125	0.304125		
	4	2	0.02065	0.2665		
	4	3	0.0218	0.21775	0.02019167	0.26279167
	5	1	0.049775	0.27225		
	5	2	0.0476	0.2619		
	5	3	0.047025	0.24075	0.04813333	0.2583
2	1	1	0.00705	0.2885		
	1	2	0.0072	0.304625		
	1	3	0.007375	0.2935	0.00720833	0.29554167
	2	1	0.0069	0.30625		
	2	2	0.00705	0.309		
	2	3	0.007	0.295625	0.00698333	0.303625
	3	1	0.005475	0.21105		
	3	2	0.005325	0.29445		
	3	3	0.005325	0.3096	0.005375	0.2717
	4	1	0.0061	0.1995		
	4	2	0.0059	0.23175		
	4	3	0.005475	0.24195	0.005825	0.2244
	5	1	0.004675	0.240125		
	5	2	0.00465	0.233625		
	5	3	0.004575	0.194375	0.00463333	0.22270833
3	1	1	0.001725	0.2665		

	1	2	0.0018	0.249375		
	1	3	0.002	0.222625	0.00184167	0.24616667
	2	1	0.002225	0.230375		
	2	2	0.002225	0.220125		
	2	3	0.00215	0.192875	0.0022	0.21445833
	3	1	0.0022	0.216		
	3	2	0.0024	0.215375		
	3	3	0.003125	0.193375	0.002575	0.20825
	4	1	0.00115	0.180875		
	4	2	0.00115	0.18125		
	4	3	0.00115	0.146375	0.00115	0.1695
	5	1	0.0053	0.276		
	5	2	0.00545	0.277875		
	5	3	0.00525	0.2795	0.00533333	0.27779167
4	1	1	0.00835	0.31065		
	1	2	0.0084	0.3141		
	1	3	0.0085	0.31425	0.00841667	0.313
	2	1	0.0085	0.32775		
	2	2	0.00845	0.339		
	2	3	0.0084	0.336	0.00845	0.33425
	3	1	0.003875	0.2511		
	3	2	0.003775	0.25575		
	3	3	0.003975	0.2466	0.003875	0.25115
	4	1	0.0054	0.25365		
	4	2	0.00535	0.2583		
	4	3	0.005425	0.26895	0.00539167	0.2603
	5	1	0.002325	0.2565		
	5	2	0.00235	0.2718		
	5	3	0.00225	0.2811	0.00230833	0.2698
5	1	1	0.003375	0.1835		
	1	2	0.0034	0.18125		

	1	3	0.003375	0.18625	0.00338333	0.18366667
	2	1	0.005	0.203125		
	2	2	0.00475	0.2185		
	2	3	0.004925	0.222875	0.00489167	0.21483333
	3	1	0.001825	0.1875		
	3	2	0.001775	0.194625		
	3	3	0.001775	0.1925	0.00179167	0.19154167
	4	1	0.003475	0.195625		
	4	2	0.003225	0.202		
	4	3	0.00335	0.17875	0.00335	0.192125
	5	1	0.003275	0.1915		
	5	2	0.0031	0.199375		
	5	3	0.0031	0.204375	0.00315833	0.19841667
6	1	1	0.004275	0.2445		
	1	2	0.004275	0.2628		
	1	3	0.004125	0.27225	0.004225	0.25985
	2	1	0.003525	0.2319		
	2	2	0.003675	0.23775		
	2	3	0.003625	0.24825	0.00360833	0.2393
	3	1	0.00375	0.2223		
	3	2	0.003775	0.2136		
	3	3	0.003775	0.231	0.00376667	0.2223
	4	1	0.003	0.21795		
	4	2	0.00325	0.2124		
	4	3	0.003	0.22275	0.00308333	0.2177
	5	1	0.004675	0.17895		
	5	2	0.004925	0.1812		
	5	3	0.00475	0.18105	0.00478333	0.1804
7	1	1	0.00225	0.131375		
	1	2	0.002375	0.14625		
	1	3	0.00235	0.149625	0.002325	0.14241667

	2	1	0.0037	0.142625		
	2	2	0.0037	0.141875		
	2	3	0.00365	0.145	0.00368333	0.14316667
	3	1	0.00545	0.123125		
	3	2	0.005325	0.1415		
	3	3	0.00525	0.14625	0.00534167	0.13695833
	4	1	0.0035	0.098125		
	4	2	0.00385	0.106125		
	4	3	0.003575	0.107375	0.00364167	0.103875
	5	1	0.0048	0.10275		
	5	2	0.004625	0.107		
	5	3	0.004575	0.104875	0.00466667	0.104875
					0.00806881	0.22435952