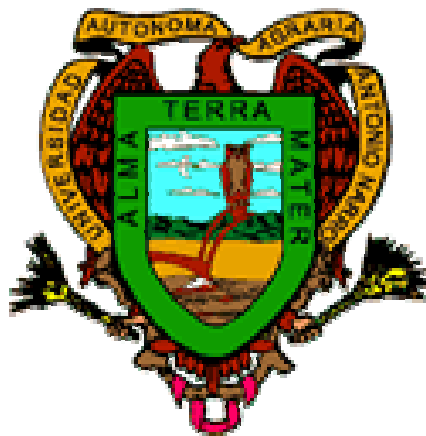


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y ALIMENTOS



**“Evaluación funcional de licopeno del tomate rojo variedad huaje
(*Lycopersicum esculentum* Mill pyriforme)”.**

Por:

Julio Jesús Melchor Rodríguez

TESIS

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

Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo del 2006.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y ALIMENTOS

**“Evaluación funcional de licopeno del tomate rojo variedad huaje
(*Lycopersicum esculentum* Mill pyriforme)”.**

T E S I S

Presentada por:

Julio Jesús Melchor Rodríguez

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

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADO POR:

M. C. Xochitl Ruelas Chacón
Presidente

M. C. Maria Hernández González
vocal

M. C. Oscar Noé Reboloso Padilla
vocal

M. C. Luís Rodríguez Gutiérrez
vocal

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

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

DEDICATORIAS

A mi esposa Mayra y mi hija Maryfer, por no haberles dedicado el tiempo debido durante este trabajo, a ti mujer por estar conmigo, cuidar de mí y además darme el mejor regalo de mi vida, ser papá. A ti hija por ser mi mayor motivación para salir adelante, por que con esa sonrisa y esa mirada iluminas mi camino y me das aún más fuerzas, esto es por ustedes, Dios las bendiga... las AMO.

Con todo respeto, admiración y cariño a mis padres, Esperanza Rodríguez y Julio Melchor, por darme la vida y durante ella guiarme por el camino correcto haciendo un hombre de bien y que hoy sus esfuerzos y confianza que depositaron en mi se ven reflejados en este momento de mi vida, por estar conmigo en buenos y malos momentos, esto es suyo y la vida no me alcanzara para agradecerseles, me lleno de orgullo decir que son mis padres, Dios los bendiga... los AMO.

A mis hermanos Karina y Jorge Melchor, por todos los consejos y apoyo que me han brindado en mis triunfos y derrotas, por que en el tiempo que hemos crecido juntos me han comprendido y he aprendido de ustedes como no tienen idea, son los mejores hermanos del mundo, Kary no tengo como agradecersele y se que sin tu apoyo no lo hubiera logrado, Gracias!... los AMO.

A mi primo Miguel A. Rodríguez (†), por que cuando estuviste entre nosotros me diste palabras de aliento y por ser el ejemplo de cómo luchar y enfrentar esta vida para así lograr lo que hasta hoy he conseguido.

A mis abuelos Piedad Baltasar (†), Jovita Arellano (†) y Leopoldo Rodríguez (†), por sus regaños tratando de hacer de mi un niño de bien... lo lograron, pero sobre todo por su cariño que aún conservo en mi corazón, a mi abuelo Jesús Arellano, por sus palabras de aliento y enseñanzas de cómo enfrentar la vida.

A mis grandes amigos Cristhian (negro), Emmanuel (chico), Pilar, Álvaro, Paola, Miguel, Alexander, Fernando (fercho), por su valiosa amistad la cual se basa en el cariño, sinceridad y sobre todo en el respeto, por su comprensión y sobre todo por estar conmigo cuando más los necesito... Gracias!

A Dios, por estar conmigo en toda mi vida e iluminarla, por que en todo momento me has dado fuerzas para no rendirme y salir adelante a pesar de las adversidades, por darme virtudes y defectos que hoy me convierten en una persona mejor.

A mi ALMA TERRA MATER (UAAAN) por permitir superarme como persona, por resguardarme durante cuatro años y medio, dejando en mi vivencias inolvidables, por ser una institución que permite e impulsa el desarrollo de los jóvenes para el bien de nuestro país, estoy sumamente agradecido y orgulloso de ser un ¡Buitre!

A la MC. Xochitl Ruelas Chacón por depositar su confianza en mí y permitirme trabajar a su lado en este proyecto y sobre todo por su enseñanza que me ha brindado que me servirá mucho como profesionalista y como persona, además por su gran apoyo, consejos y amistad brindada... Gracias!

Al MC. Oscar N. Reboloso Padilla, por su apoyo en la realización de este trabajo, pero también por brindarme su sabiduría con ética y respeto, al igual gracias por su amistad, aprendí muchísimo de usted, lo respeto y admiro mucho.

A la MC. María Hernández González, por su gran enseñanza brindada en sus materias durante la carrera, la cual me formo como un profesionalista y sobre todo como persona.

Al MC. Luis Rodríguez Gutiérrez, por su interés, colaboración, apoyo y tiempo prestado para la realización de este trabajo.

Al COECYT Coahuila, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo y por seguir impulsando el desarrollo científico y tecnológico en el estado y en nuestro país.

Expreso un gran agradecimiento a los profesores: Heliodoro, Carmen Julia, Laurita, Daniel, Tony, Santiago, Carmen Pérez y al laboratorista Carlos, por permitirme aprender de ustedes.

A las familias Tinajero Rodríguez, Martínez Rodríguez, García Melchor, Rodríguez Ozuna, Melchor Coronel, Flores Rodríguez, Plancarte Avellaneda, Escalante Álvarez, a mis tías Gloria y Pilar Rodríguez y a mis cuñados Lupita Álvarez y Rodrigo Lemus por sus consejos, apoyo y cariño que me han servido de mucho... Gracias!

A mis amigos y compañeros Ambrosio (bocho), Javier, Patricia, Alfredo, Silvia P., Silvia H., Ruyid, L. Miguel, Antonio, Oscar, Lorena (güera), gracias por soportarme tal como soy y compartir momentos tan padres conmigo, me llevo grandes recuerdos y aprendizajes de ustedes.

	Página
Dedicatorias.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice general.....	iv
Índice de cuadros.....	vi
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN	ix
I INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.2 Objetivo general.....	2
1.1.3 Objetivos específicos.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
1.3 Justificación.....	2
II REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Origen y Producción del tomate rojo.....	4
2.1.1 Producción Mundial.....	4
2.1.2 Producción Mexicana.....	6
2.2 Comercialización.....	8
2.2.1 Principales tipos de tomate comercializados.....	9
2.3 El tomate y su importancia.....	10
2.4 Valor nutricional del tomate.....	11
2.5 Licopeno y sus beneficios.....	12
2.6 Clasificación y composición química del licopeno.....	14
2.7 Mecanismo de acción del licopeno.....	14
2.8 Fuentes de licopeno.....	15
2.9 Alimentos funcionales.....	16
2.9.1 Definición de alimentos funcionales.....	18

2.9.2 Componentes que hacen a una alimento funcional.....	19
2.9.3 El mercado de los alimentos funcionales.....	19
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 Materiales.....	21
3.2 Metodología.....	22
3.2.1 Obtención de tomate deshidratado (polvo).....	22
3.2.2 Técnica de extracción y cuantificación de licopeno	23
3.2.3 Tratamiento y dietado de los ratones.....	24
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	31
5.1 Resultados.....	31
5.2 Análisis estadístico.....	32
V CONCLUSIONES.....	35
VI BIBLIOGRAFIA.....	36
VII APENDICE.....	40
7.1 Apéndice A.....	40
7.2 Apéndice B.....	44

No.	Título	Pág.
1.	Valor nutrimental del tomate.....	12
2.	Valor nutrimental del alimento para roedores.....	26
3.	Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 8.....	44
4.	Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 9.....	45
5.	Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 10.....	46
6.	Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 11.....	47
7.	Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 12.....	48
8.	Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 13.....	49
9.	Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 14.....	50
10.	Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 15.....	51
11.	Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 1.....	52
12.	Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 3.....	53
13.	Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 6.....	54
14.	Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 8.....	55
15.	Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 9.....	56

16. Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 11.....	57
17. Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 13.....	58
18. Cuadro de promedios de consumo de licopeno.....	59

No.	Título	Pág.
1.	Producción Mundial de Jitomate 1993 – 2001.....	6
2.	Principales estados productores de jitomate en México.....	7
3.	Muestras molidas sometidas a temperaturas de 90 – 95°C.....	23
4.	Alimento para roedores.....	25
5.	Grupo A (alimento para roedores y agua).....	27
6.	Grupo B (alimento para roedores y tomate en polvo diluido en agua.....	27
7.	Ratones con tumores desarrollados.....	28
8.	Extracción de células cancerosas.....	28
9.	Dilución e inyectado de células cancerosas.....	29
10.	Proceso de disección para la detección de tumores.....	30
11.	Desarrollo de tumor en hembra en la parte dorsal.....	31
12.	Desarrollo de tumor en macho en la piel y cerca del aparato reproductor.....	32
13.	Desarrollo de tumor en macho cerca del aparato reproductor.....	32

El presente trabajo se realizó con la finalidad de evaluar la funcionalidad del licopeno presente en los desechos del tomate rojo variedad huaje (*Lycopersicon esculentum* Mill *pyriforme*) y con esto dar una alternativa para el uso de estos desechos.

Para la realización de este trabajo se utilizaron desechos de tomate rojo variedad huaje (*Lycopersicon esculentum* Mill *pyriforme*), los cuales se molieron a fin de facilitar el desprendimiento del pigmento y se deshidrataron para así obtener tomate en polvo; para la extracción de licopeno se utilizaron uso de solventes orgánicos (Hexano y Acetona) y para la cuantificación un espectrofotómetro.

Para la evaluación funcional del licopeno presente en el tomate de desecho se utilizaron ratones Wistar los cuales se dividieron en dos grupos y se sometieron a diferentes dietas:

A: Alimento especial para roedores y agua (dieta normal).

B: Alimento especial para roedores y tomate en polvo diluido en agua (dieta con licopeno).

Después de unos días bajo estas dietas se inyectaron a una fracción de cada grupo células cancerosas, que se obtuvieron a partir de ratones con tumores desarrollados formándose así cuatro grupos:

A₁: Dieta normal y propensos a cáncer.

A₂: Dieta normal y no propensos a cáncer.

B₁. Dieta con licopeno y propensos a cáncer.

B₂: Dieta con licopeno y no propensos a cáncer.

Para el análisis de resultados se utilizó una Comparación de Proporciones Binomiales con un $\alpha = 0.05$, entre los grupos A₁ y B₁; también se realizó la comparación entre los subgrupos machos y hembras del grupo A₁. Esto nos permitió establecer si hay o no diferencia en la respuesta al tratamiento.

I INTRODUCCIÓN

El tomate, *Lycopersicum esculentum*, es una de las hortalizas de mayor producción y consumo en el mundo. El tomate puede consumirse en forma fresca o como producto procesado (salsa, pasta, puré, jugo, frutas enlatadas etc.); por lo tanto, la calidad de los frutos de tomate depende de su destino final. A los cultivadores les conviene un mayor rendimiento, frutos resistentes a las enfermedades, buena apariencia, y pocos defectos. A los distribuidores les importa buena apariencia y largo almacenamiento, mientras que los consumidores determinan su calidad sobre la base de la apariencia, consistencia, talla, libre de deformidades y características organolépticas del fruto.

La mayor parte del tomate que se comercializa es cosechado en el estado de madurez fisiológica (verde hecho, término popular) y completa su maduración fuera de la planta. Sin embargo, una pequeña porción utilizada en el mercado es cosechado en el estado rosado (aproximadamente 60% de la superficie presenta color rosado) o en el estado rojo (60 a 90% de la superficie presenta color rojizo) (Anónimo 5, 2002).

El tomate rojo, es una de las hortalizas típicas y características de Centro América, aunque se le considera a México como centro de domesticación y con la llegada de los españoles se expandió hacia Europa y de ahí a todo el mundo, su producción se da casi por toda la Republica Mexicana principalmente en los estados de Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí y Michoacán. La aceptación que tiene en las diversas culturas del mundo se evidencia por ser el segundo producto hortícola en el consumo mundial, y no se le ha dado la relevancia adecuada, difusión e importancia que se merece por ser un producto especial debido a sus propiedades funcionales (Anónimo 1, 2002; Anónimo 7, 2002).

1.1 Objetivos

1.1.2 Objetivo general

El objetivo general de este estudio, es evaluar la actividad funcional de licopeno de desechos comerciales del tomate rojo variedad huaje (*Lycopersicum esculentum Mill pyriforme*).

1.1.3 Objetivos específicos

1. Cuantificar el contenido de licopeno en desechos comerciales del tomate rojo variedad huaje (*Lycopersicum esculentum Mill pyriforme*).
2. Evaluar actividad funcional anticancerígena de los desechos comerciales de tomate rojo en ratones Wistar.

1.2 Hipótesis

El contenido de licopeno presente en los desechos del tomate rojo variedad huaje (*Lycopersicum esculentum Mill pyriforme*) posee actividad funcional anticancerígena.

1.3 Justificación

Se han hecho estudios sobre el consumo del tomate rojo, donde se ha observado que dicho consumo presenta un efecto benéfico sobre la salud humana, reduciendo notablemente la incidencia de patologías cancerosas (sobre todo, de pulmón, próstata y tracto digestivo) y cardiovasculares, existiendo también evidencias científicas de que previene el síndrome de degeneración macular, principal causa de ceguera en la gente mayor de 65 años; esto debido al alto contenido de licopeno, pigmento natural del tomate rojo que tiene dichas propiedades funcionales (Anónimo 2, 2004; Anónimo 3, 2004; Frederick, 2002).

El licopeno, es soluble en grasas, pertenece a la familia de los carotenoides como el betacaroteno, sustancias que no sintetiza el cuerpo humano, sino los vegetales y algunos microorganismos, debiéndolo tomar en la alimentación como micronutriente. Su obtención por síntesis química aún no esta totalmente establecida y a diferencia de otros carotenoides como el betacaroteno producido a gran escala por síntesis, el licopeno se obtiene fundamentalmente a partir de fuentes naturales, hongos y muy especialmente de tomates. Sin embargo, los sistemas de extracción son costosos y dicho pigmento presenta una baja estabilidad, lo que ha limitado su utilización como colorante alimenticio (Rascón, 2005).

En la actualidad en la industria alimentaria, en los centros comerciales y las centrales de abasto se generan grandes cantidades de desechos de tomate rojo, de los cuales es posible aprovechar el licopeno presente. En la industria alimentaria los desechos generados del tomate rojo son de aproximadamente 3% y en los centros comerciales y centrales de abastos el porcentaje es de alrededor del 2.8% (Espítia, 2006).

En el presente trabajo se pretende evaluar la funcionalidad del licopeno contenido en los desechos comerciales del tomate rojo aplicado en ratones Wistar.

II REVISION DE LITERAURA

2.1 Producción y Origen del tomate rojo

El jitomate o "tomate rojo" es originario de América del Sur, aunque se considera a México como centro de su domesticación. Con la llegada de los españoles se expandió al viejo continente y de ahí a todo el mundo; con su comercialización y difusión lograda, actualmente forma parte de la dieta alimenticia de varias culturas en el globo terráqueo.

Se considera que a nivel internacional, las hortalizas junto con las frutas ocupan en la actualidad el segundo lugar de los productos agropecuarios, apenas superadas por los cereales. Se estima que tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50% de la producción en el mundo: la papa y el jitomate, lo cual indica el enorme valor que este último cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial.

En México el método principal de siembra utilizado es el de almácigo, que consiste en sembrar las semillas en un determinado lugar para transplantarlas posteriormente al sitio destinado para su crecimiento, aunque últimamente el uso del invernadero ha cobrado fuerza sobre todo en los estados del norte de la República Mexicana, quienes cuentan con mejor nivel tecnológico (Anónimo 5, 2002; Anónimo 7, 2002).

2.1.1 Producción Mundial

Pocas son las hortalizas que a nivel mundial presentan una demanda tan alta como el jitomate. Su importancia radica en que posee cualidades para integrarse en la preparación de alimentos, ya sea cocinado o crudo en la elaboración de ensaladas.

En los últimos años, la producción mundial se ha mantenido estable, con un nivel promedio anual de 86 millones de toneladas. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), como se puede apreciar en la Fig. 1 los principales productores de tomate son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, países que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70% de la producción mundial.

A nivel continental, según los reportes de FAO, Asia participa con poco más del 50%, seguida de América con 20%, Europa 15% y el resto proviene de Oceanía y África.

Durante el periodo analizado (últimos 10 años), China ha sido el principal productor mundial de jitomate en el mundo al promediar 15 millones de toneladas anuales (17% del total mundial), seguida de los Estados Unidos de América con 11 millones de toneladas (12 % del total mundial).

Turquía produce anualmente cerca de 7 millones de toneladas (8% del total mundial), Italia y Egipto participan en promedio cada uno con 6 millones de toneladas anuales (7% del total mundial), y finalmente la India quien posee la mayor superficie destinada al cultivo del jitomate, debido a sus bajos rendimientos, apenas produce 5 millones de toneladas (6% del total mundial) (Anónimo 7, 2002).

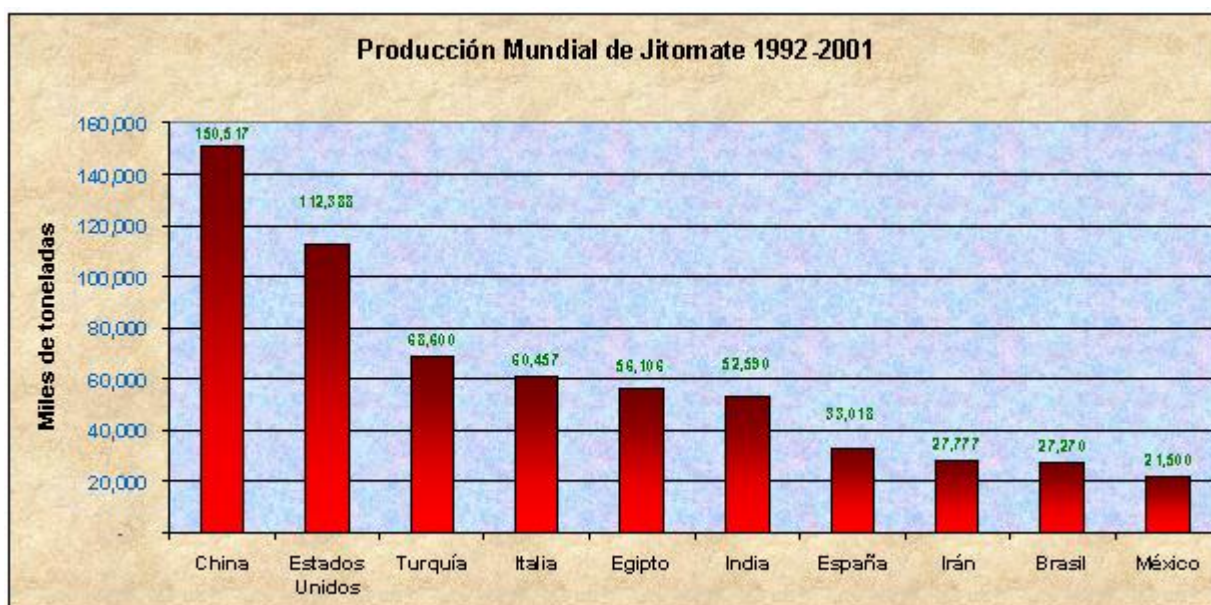


Figura No. 1 Producción Mundial de Jitomate 1992-2001

(Anónimo 7, 2002).

2.1.2 Producción Mexicana

Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la producción total mexicana de jitomate durante los últimos diez años (1991-2000) fue de 19 millones de toneladas, concentrándose el 70% de la producción en los estados de Sinaloa (39.9%), Baja California (14.7%), San Luis Potosí (7.9%) y Michoacán (6.7%) como se puede observar en la Fig. 2 (Anónimo 7, 2002).

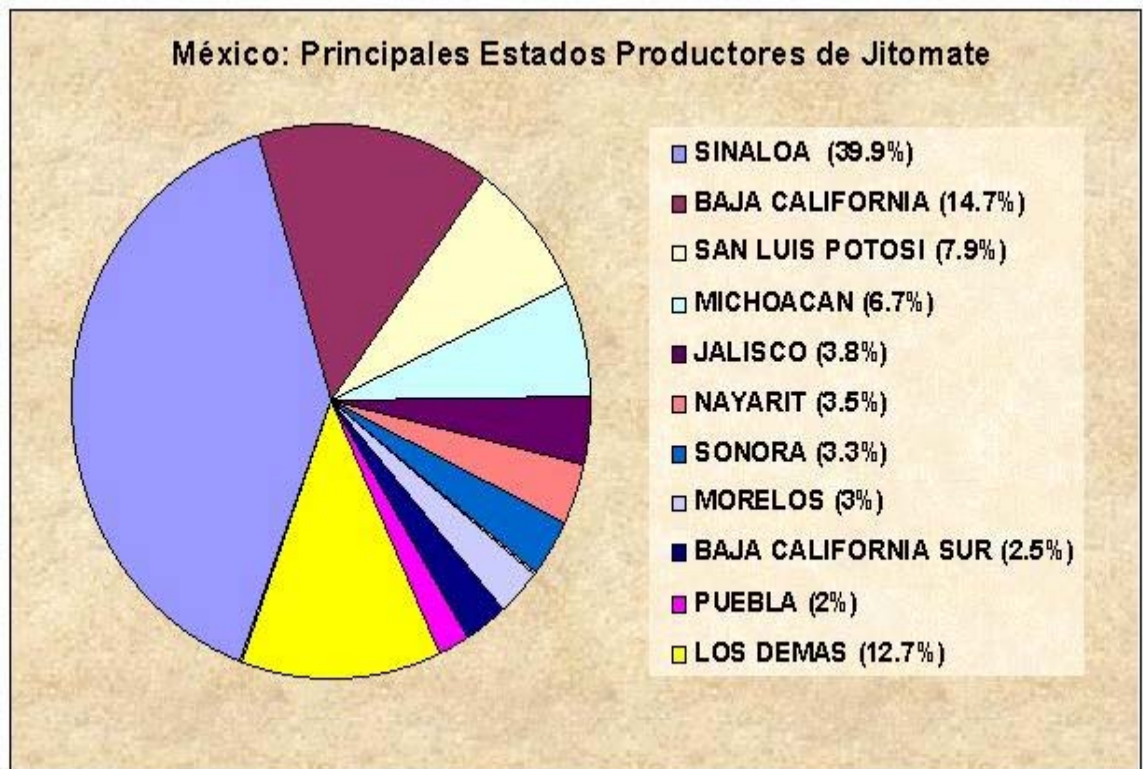


Figura No. 2 Principales estados productores de jitomate en México
(Anónimo 7, 2002).

Las áreas de siembra dedicadas al cultivo del jitomate representan porcentajes importantes en los diversos estados productores de hortalizas. Sinaloa, estado productor de hortalizas por excelencia, actualmente dedica una superficie de 30 mil hectáreas aproximadamente para este cultivo. Aún cuando ha existido una disminución del 36.7% en la superficie sembrada durante los últimos 10 años, se ha compensado con los elevados rendimientos que en la actualidad se obtienen por hectárea (32.6% en el 2000, muy superior al 29.6% obtenido en 1991).

Es importante destacar que el cultivo del jitomate representó en los últimos diez años poco más del 50% de la producción total de hortalizas producidas en Sinaloa.

Durante el periodo analizado, la superficie sinaloense dedicada a la siembra de este cultivo representó el 33.5% respecto al total nacional. San Luís

Potosí el 9.3%, Baja California el 8.8% y Michoacán el 7.7% (Anónimo 7, 2002).

El régimen de humedad para el cultivo del jitomate en nuestro país es predominantemente de riego, existiendo además una relación entre el régimen de humedad y los niveles de rendimiento, motivo por lo que el cultivo se produce abrumadoramente bajo riego, en alrededor del 85%, siendo el 15% restante de temporal.

La situación geográfica del país y el uso intensivo de tecnologías de producción permite la explotación en los dos ciclos agrícolas: primavera-verano (PV) y otoño-invierno (OI). La mayor producción se obtiene durante el último ciclo, aún y cuando en los últimos años la superficie cosechada tiende a ser similar en ambos ciclos.

La producción nacional de jitomate ha sostenido algunos altibajos, si bien su tendencia histórica ha sido creciente, Sinaloa se ha consolidado como el mayor productor a nivel nacional (Anónimo 8, 2003).

2.2 Comercialización

Los canales de comercialización del jitomate, están incluidos en dos esquemas muy dinámicos determinados por los requerimientos del mercado nacional e internacional, motivo por el cual los precios que rigen ambos mercados son determinantes para los volúmenes que se comercializan.

En la comercialización nacional la relación productor - comerciante mayorista abarca el 70% del tomate consumido en fresco; el 15% se comercializa mediante intermediarios regionales; el 8% mediante una cadena de comercialización que tiende a disminuir, constituida por el productor - intermediario local - intermediario regional - mayorista; y el 7% restante por comisionistas independientes.

La concentración del producto en un menor número de grandes distribuidores, además de los fenómenos climáticos como lluvias torrenciales, heladas, granizadas y elevadas temperaturas, contribuyen al manejo del volumen y precio del jitomate enviado a los grandes centros de consumo ubicados en el Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey.

El cumplimiento de normas de empaque, calidad, tamaño, peso, madurez, presentación y origen en los mercados internacionales, obliga a los exportadores a utilizar empresas distribuidoras o "brokers" para comercializar su producción (Anónimo 7, 2002; Anónimo 8, 2003).

2.2.1 Principales tipos de tomate comercializados

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. El tipo Cocktail, presenta una mayor cantidad de licopeno. Espítia (2006)

- 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 (Anónimo 8, 2003).

2.3 El tomate y su importancia

El tallo es largo y cubierto por numerosos pelos. Las hojas son lobuladas con los bordes dentados. Las flores, pentámeras, se reúnen en ramilletes

laterales. Considerado en otro tiempo venenoso, el tomate se ha convertido en una de las hortalizas de mayor importancia comercial. Se cultiva como anual en casi todo el mundo y es fuente valiosa de sales minerales y vitaminas, en particular A y C. Las numerosas variedades presentan grandes diferencias, tanto por la forma de la planta como por la clase del fruto, que oscila en cuanto a tamaño entre el de una grosella pequeña y una esfera de 10 cm de diámetro o más (que es el tipo más cultivado); en cuanto a la forma, hay frutos redondos, piriformes y alargados, de colores rojo, amarillo y verde (Anónimo 8, 2003).

Por su alto contenido en vitaminas y minerales y por su agradable sabor, el tomate tiene importantes aplicaciones en medicina (estimula el aparato digestivo, es desinfectante y antiescorbútico) y en gastronomía, ya que está incluido en numerosos platos de la cocina internacional.

Estudios recientes 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 presenta (Anónimo 6, 2004; Edward, 2002).

2.4 Valor nutricional del tomate

El tomate es un alimento rico en vitaminas C y A. Posee minerales como el hierro, fósforo, calcio, magnesio, zinc, cobre, potasio y sodio. Por todo ello, es un conocido mineralizante, desintoxicante, desinfectante y antiescorbútico, diurético eliminando el ácido úrico.

Otro de sus componentes estrella son los flavonoides pigmentos que se encargan de mantener la integridad de la pared celular, haciéndola menos frágil y más permeable (Di Mascto, 1989).

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 8, 2003).

En el cuadro No. 1 se muestra el valor nutrimental del tomate por cada 100 gr. de sustancia comestible.

Cuadro No. 1 Valor nutrimental del tomate

Valor nutrimental del tomate por 100 gr. de sustancia comestible	
Residuos (%).	6.0
Materia seca (gr.)	6.2
Energía (Kcal.)	20.0
Proteínas (gr.)	1.2
Fibra (gr.)	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.)	23.0
Valor Nutritivo Medio (VNM)	2.39
VNM por 100 gr. de Materia Seca	38.5

(Anónimo 8, 2003).

2.5 Licopeno y sus beneficios

Es un pigmento de la familia de los carotenoides, y es el responsable del característico color rojo de los tomates debido a sus once enlaces dobles conjugados. El nombre licopeno fue dado en 1903 y es derivado del nombre latino del tomate "*Solanum lycopersicum L.*". Es un pigmento vegetal presente, de forma casi exclusiva, en el tomate, asimismo, está presente en los derivados del tomate (salsas, tomate frito, tomate triturado, catsup, pizzas, zumo). Está presente en el suero humano en concentraciones que van desde 0.3 $\mu\text{mol/l}$. hasta 1.29 $\mu\text{mol/l}$., 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 (Anónimo 3, 2004; Anónimo 5, 2002; Rascón, 2005).

El licopeno posee propiedades antioxidantes, y actúa protegiendo a las células humanas del "stress oxidativo", producido por la acción de los radicales libres, y que es uno de los principales responsables de las enfermedades cardiovasculares, del cáncer y del envejecimiento (siendo la primer línea de defensa antioxidante de la piel y contribuye para que quede sana y hermosa) (Rascón, 2005; Murphy, 1989).

Cada vez existen más estudios epidemiológicos que promueven el consumo de licopeno ya que tiene un efecto beneficioso sobre la salud humana, reduciendo notablemente la incidencia de las patologías cancerosas (sobre todo, de pulmón, próstata y tracto digestivo) y cardiovasculares al prevenir la oxidación de la lipoproteína de baja densidad (LDL) para la posible reducción del riesgo de la aterosclerosis y enfermedades del corazón. También existen evidencias científicas de que previene el síndrome de degeneración macular, principal causa de ceguera en la gente mayor de 65 años. Agget (2004) menciona que si se consume alimentos que tengan propiedades funcionales entre estos los que contienen licopeno desde una edad temprana e incluso si se obtienen desde antes de nacer, esta persona estará aún mas protegida contra las enfermedades citadas, principalmente cuando llegue a la edad adulta que es cuando más se esta propenso a dichas enfermedades (Agget, 2004; Edward, 2002; Frederick, 2002; Mellerta, 2003; Simic, 1981).

2.6 Clasificación y composición química del licopeno

Los carotenoides son un conjunto numeroso de pigmentos liposolubles de 40 átomos de carbono sintetizados por las plantas, la estructura del licopeno consiste solamente de átomos de carbono e hidrógeno siendo su formula empírica $C_{40}H_{56}$ y un peso molecular de 536.88. Se han identificado más de 600 carotenoides y se clasifican en:

- ♣ Hidrocarburos carotenoides, siendo el β -caroteno y el licopeno los más importantes, están formados principalmente de átomos de Carbono e Hidrogeno. Presentan una coloración rojiza y anaranjada.
- ♣ Oxicarotenoides (xantofilas), que incluye la β -criptoxantina, la luteína, la zeaxantina, la cantaxantina y la astaxantina, 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. Presentan una coloración amarilla o rosa (Mazza, 2000; Rascón, 2005).

2.7 Mecanismo de acción del licopeno

El "stress oxidativo" es causado por la acción de los radicales libres, que son moléculas extremadamente inestables y, por tanto, con gran poder reactivo, que se forman en el cuerpo por el contacto con el oxígeno y actúan afectando a las membranas celulares y atacando el material genético de las células. El licopeno posee propiedades antioxidantes, y actúa protegiendo a las células humanas del "stress oxidativo". Además, actúa modulando las moléculas responsables de la regulación del ciclo celular y produciendo una regresión de ciertas lesiones cancerosas (Di Mascto, 1989; Weisburger, 1999; Vibeke, 2003).

2.8 Fuentes de Licopeno

El cuerpo humano no es capaz de sintetizar licopeno, por lo que su aporte es a través de la dieta. En un promedio, se estima que la toma diaria de licopeno es inferior a 4 mg., basado en estudios, ha sido sugerida la toma diaria de 5-10 mg. de licopeno por cada Kg. de peso. Existen fuentes naturales de licopeno como la sandía, la guayaba, la toronja rosa, papaya, uva rosada, pomelo rosado 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 encontrándose en concentraciones de hasta 1500 µg/g. Las investigaciones confirman el hecho que el licopeno es absorbido mucho mejor (hasta 2 a 5 veces más) si se consume como salsa que como fruta natural o zumo, debido a que el licopeno se absorbe mejor a través de las grasas y aceites y a que, durante el proceso industrial, se rompen las paredes celulares del fruto, que son las que dificultan la absorción del licopeno (Rascón, 2005; Weisburger, 1999).

El contenido en licopeno aumenta con la maduración de los tomates y puede presentar grandes variaciones según la variedad, condiciones del cultivo como el tipo de suelo y clima, tipo de almacenamiento, etc. La cantidad de licopeno en los tomates rojos de ensalada está alrededor de 42 $\mu\text{g/g}$ y en los de "tipo pera" es más de diez veces esa cifra, mientras que en una variedad amarilla se puede contener solamente 5 $\mu\text{g/g}$. 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 5, 2002; Anónimo 6, 2004).

2.9 Alimentos funcionales.

El concepto de alimentos funcionales nació en Japón. En los años 80, las autoridades sanitarias japonesas se dieron cuenta que para controlar los gastos sanitarios, generados por la expectativa de vida de la población anciana, había que garantizar también una mejor calidad de vida. Se introdujo un nuevo concepto de alimentos, que se desarrollaron específicamente para mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades.

Generalmente, se considera que son aquellos alimentos, que se consumen como parte de una dieta normal y contienen componentes biológicamente activos, que ofrecen beneficios para la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades. Entre algunos ejemplos de alimentos funcionales, destacan los alimentos que contienen determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia, los alimentos a los que se han añadido sustancias biológicamente activas, como los fitoquímicos u otros antioxidantes, y los probióticos, que tienen cultivos vivos de microorganismos benéficos (Anónimo 1, 2002; Anónimo 4, 2004, Roberfroid, 1999).

Como respuesta al creciente interés sobre este tipo de alimentos, han aparecido nuevos productos y ahora el interés se centra en la necesidad de establecer normas y directrices que regulen el desarrollo y la publicidad de dichos alimentos.

Un estudio a gran escala de la Unión Europea sobre la ciencia de la alimentación funcional en Europa dirigido por el Instituto Internacional de Ciencias de la Vida (ILSI- Europa) identificó dos argumentos esenciales en torno a los alimentos funcionales:

- “en cuanto a una mejora funcional”, que requieren que las pruebas sobre los efectos del alimento funcional se basen en marcadores reconocidos de mejora de la función en cuestión.
- “en cuanto a una reducción del riesgo de contraer enfermedades”, que requieren que las pruebas se basen en marcadores reconocidos de fases intermedias de la enfermedad o de la enfermedad en sí.

Tanto científicos como consumidores están interesados en conocer la relación entre el consumo de un alimento o ingrediente y su efecto final en la salud. Cuando transcurre mucho tiempo entre el consumo y el resultado que dicho consumo produce, es necesario fijar puntos intermedios, llamados marcadores o “marcadores biológicos”. Los marcadores biológicos pueden definirse como “indicadores de cambios reales o posibles de la integridad funcional y estructural a nivel sistémico, orgánico, de tejidos, celular y subcelular, que pueden utilizarse por separado o conjuntamente para controlar la salud y la exposición a compuestos en poblaciones o individuos.” Existen marcadores biológicos de exposición, marcadores biológicos funcionales que determinan una respuesta biológica (relacionados con las alegaciones en cuanto a la mejora funcional) y marcadores biológicos de fases intermedias (relacionados con las alegaciones en cuanto a la reducción del riesgo de contraer enfermedades). Tomando como ejemplo las enfermedades cardíacas, se puede estudiar el efecto de los componentes alimentarios funcionales gracias a marcadores que indican una mejoría de la función en cuestión, como la disminución de los niveles de colesterol en sangre. Un ejemplo de marcador de reducción del riesgo de contraer

enfermedades sería la constatación de un efecto benéfico en la obstrucción de las arterias.

La percepción por parte de los consumidores de las propiedades benéficas de los alimentos funcionales dependerá del beneficio en sí y de las indicaciones que acompañen a los productos. El papel de los legisladores consiste en proporcionar un marco legal para controlar estas indicaciones. Para verificar cualquier afirmación o indicación, debe ser necesario aportar pruebas científicas. Así, en estas condiciones de fiabilidad, se garantizará la veracidad de las alegaciones relacionadas con la salud y se evitarán malas interpretaciones por parte de los consumidores (Anónimo 1, 2002; Franco, 2002).

2.9.1 Definición de alimentos funcionales

El término “alimento funcional” se ha puesto de moda en el mundo de la nutrición y se prevé que la cuota de mercado de estos productos aumente de forma sustancial en los próximos años. Mucha gente cree que los alimentos funcionales son aquellos de los que se puede afirmar que tienen propiedades benéficas para la salud. Aunque no siempre es así, esto es suficiente para lanzar un importante debate sobre las pruebas científicas necesarias para justificar tales afirmaciones.

Entre las numerosas definiciones de alimentos funcionales la única que ha sido objeto recientemente del consenso científico dice así: “Se puede considerar que un alimento es “funcional” si se demuestra satisfactoriamente que, además de tener un efecto nutricional apropiado, afecta de forma benéfica a una o varias funciones del organismo de modo que contribuya a mejorar la salud y el bienestar y/o a reducir el riesgo de padecer enfermedades. Los alimentos funcionales no dejan de ser alimentos y deben demostrar sus efectos en las cantidades que se consideren normales para su consumo en la dieta. No se trata de pastillas o píldoras, sino que forman parte de los hábitos alimenticios normales” (Anónimo 1, 2002; Ramírez, 2005; Roberfroid, 1999).

2.9.2 Componentes que hacen a un alimento funcional

Los componentes que hacen que un alimento sea funcional han estado siempre presentes en la naturaleza, pero es en las últimas décadas cuando los investigadores han comenzado a identificarlos de forma aislada y a determinar los beneficios concretos que éstos proporcionan al organismo.

Los componentes más destacables son: fibra dietética, azúcares alcoholes o azúcares de baja energía, aminoácidos, ácidos grasos insaturados, fitoesteroles, vitaminas y minerales, antioxidantes, bacterias ácido-lácticas y otras sustancias excitantes o tranquilizantes (Mazza, 2000; Ramírez, 2005).

2.9.3 El mercado de los alimentos funcionales

Al principio se consideraron como una moda pasajera, pero la idea de diseñar los alimentos en función de sus efectos secundarios sobre la salud se está imponiendo poco a poco en las principales empresas. El asunto de los alimentos funcionales ha sido el eje central de numerosos congresos internacionales y uno de los asuntos que ha generado mayor interés en el campo de la tecnología de los alimentos. El mercado de los alimentos funcionales se valoró en los Estados Unidos en 1997 en unos 86,000 millones de dólares y su tasa de crecimiento anual fue de +7.5%, lo cual claramente indica que esta demanda continuará creciendo (Mazza, 2000; Franco, 2002).

El mercado de los alimentos funcionales se ve impulsado en gran medida por las exigencias de los consumidores, su afán por consumir los alimentos

que sean más benéficos para su salud. La “carrera hacia los ingredientes benéficos para la salud” ha sido identificada como la cuarta tendencia más importante de la industria alimentaria y otro estudio indica que el porcentaje de consumidores que piensan que ciertos alimentos pueden ayudar a reducir su dependencia de los medicamentos y de las terapias médicas ha sufrido un fuerte aumento. Finalmente, en un estudio de las 100 principales empresas del sector alimentario, publicada en la sección *R&D Magazine* de la revista *Food Processing*, se indica que la tendencia de los consumidores a consumir alimentos funcionales es el principal factor que impulsa el desarrollo de nuevos productos alimentarios (Mazza, 2000; Ninke, 2003).

En cuanto al mercado de los carotenoides son todavía utilizados principalmente como agentes colorantes por la industria de alimentos y nutrición animal. El pronóstico de crecimiento en el mercado europeo de es de 349.3 millones en el 2010. Además, el mercado del licopeno se ensancha apreciablemente con tasas de crecimiento pronosticadas sobre el 100% (Rascón, 2005).

III MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en la Unidad Metabólica y el Laboratorio de Nutrición y Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), que se encuentra ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a 8 km. al sur de la ciudad de Saltillo.

3.1 Materiales

Material:

- ♣ Tubos de ensaye (1.0 cm. X 15.2 cm.)
- ♣ Tubos de plástico (2.5 cm. X 16.8 cm.)
- ♣ Gradillas
- ♣ Micropipeta Transferpette Brand (25 – 250 μ l.) y Accumax (100 – 1000 μ l.)
- ♣ Celdas de vidrio rectangulares para espectrofotómetro VWR Internacional
- ♣ Vasos de precipitados (500 ml.)
- ♣ Charolas de aluminio (23 cm. X 32 cm.)
- ♣ Jaulas de plástico (14.2 cm. X 22 cm. y 18.4 cm. X 29 cm.)
- ♣ Bebederos para roedores (50 ml.)
- ♣ Termómetro Brannan (-20 °C – 110 °C)
- ♣ Alimento para roedores Rodent Laboratory Chow 5001
- ♣ Desechos de tomate variedad huaje (*Lycopersicum esculentum Mill pyriforme*)
- ♣ Material biológico (Ratones Wistar: 15 hembras y 14 machos, con un peso promedio de 30 gr. y una edad de 6 semanas, que se obtuvieron del bioterio de toxicología de la facultad de medicina de la U. de N.L.)

Equipo:

- ♣ Estufa Felisa Horno
- ♣ Centrífuga IEC Internacional Centrifuge
- ♣ Campana extractora de gases
- ♣ Balanza Explorer Ohaus
- ♣ Espectrofotómetro Thermo Spectronic
- ♣ Molino Thomas - Wiley
- ♣ Equipo de disección Her Gom
- ♣ Calentador De Longhi (1500 W)

Reactivos:

- ♣ Acetona Analytyka (Reactivo, P.M. 58.08 C_3H_6O)
- ♣ Solución amortiguadora de fosfatos a pH 7 (buffer)
- ♣ Hexano Alquime (Reactivo analítico ACS., C_6H_{14})
- ♣ Solución fisiológica (NaCl) PiSA (Solución inyectable 0.9%)

3.2 Metodología

3.2.1 Obtención de tomate deshidratado (polvo)

Para extraer y cuantificar el licopeno presente en los desechos, primeramente estos se molieron para facilitar el desprendimiento del pigmento; una vez molidos se colocan en charolas de aluminio a temperaturas de entre 90-95°C en la estufa durante 24 horas (Fig. 3) para eliminar el 95% de humedad. La parte deshidratada que se obtiene queda en forma de hojuela por lo que esta hay que molerla en un molino Thomas-Wiley para quede en forma de polvo (Espítia, 2006).



Figura No. 3 Muestras molidas sometidas a temperaturas de 90 – 95 °C

3.2.2 Técnica de extracción y cuantificación de licopeno

Se pesan y colocan en un tubo de plástico 2 gr. de polvo de tomate deshidratado, se mezclan con solución buffer de pH 7 en un proporción 1:1, tomando en cuenta que 1 gr. de polvo equivale a 1 ml. de solución. Posteriormente se añade el disolvente orgánico, el cual está compuesto por la mezcla de Hexano-Acetona en una proporción de 1:2 (dicha mezcla se prepara en la campana extractora de gases, ya que el hexano es un compuesto muy volátil, altamente inflamable y cancerígeno), se agita la mezcla vigorosamente para que el pigmento se desprenda. El contenido del tubo queda de la siguiente forma:

- ♣ 2 gr. de polvo.
- ♣ 2 ml. de solución buffer.
- ♣ 8 ml. de disolvente Hexano-Acetona.

A continuación 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 tanto aparece en la parte superior). A continuación se toman tres muestras de la fase orgánica y se colocan en tubos de ensaye.

Las muestras se diluyen con acetona y se pasan a las celdas de vidrio para realizar las medidas de absorbancia en el Espectrofotómetro a 502 nm. 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 (Espítia, 2006). Aplicandose la siguiente fórmula para conocer la cantidad de licopeno por gramo de polvo:

$$\text{mg. de licopeno/gr. de polvo} = (P/A) (FD) (M) / \text{gr. polvo}$$

Donde:

P= Promedio de las lecturas.

A= Unidades de absorbancia (320).

FD= Factor de dilución (entre 10 o 8).

M= Volumen de la mezcla de Hexano-Acetona (8).

3.2.3 Tratamiento y dietado de los ratones

Los ratones Wistar (15 hembras y 14 machos) fueron sometidos durante 20 días con una dieta equilibrada, a base de alimento especial para roedores que se muestra en la Fig. 4 y agua, esto con el fin de acondicionarlos y prepararlos para la investigación. Esto en un lugar acondicionado en la unidad metabólica a temperaturas de entre 19 y 21°C y un promedio de 12 horas luz por día. El alimento para roedores esta elaborado a base de maíz extrudido, cereales molidos, combinación de pastas oleaginosas, subproductos de cereales, subproductos alimenticios agrícolas e industriales, harina de origen porcino y/o pescado, alfalfa deshidratada, melaza de caña, aceite vegetal y/o grasa animal porcina y/o bovina.

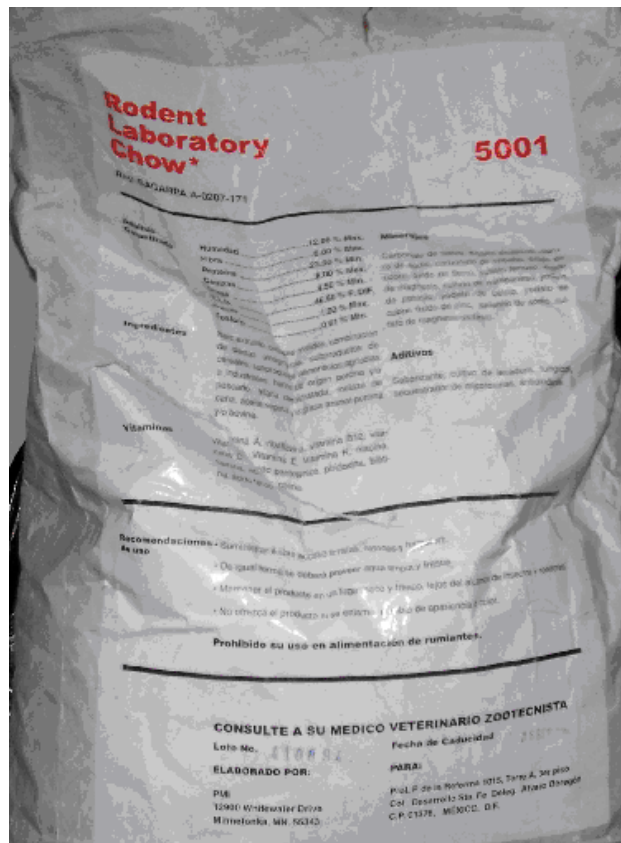


Figura No. 4 Alimento para roedores

Cuadro No. 2 Valor nutricional del alimento para roedores

Valor Nutricional por cada 100 gr. de Alimento.	
Humedad.	12.00 % Máx.
Fibra.	6.00 % Máx.
Proteína.	23.00 % Min.
Cenizas.	8.00 % Máx.

Grasa.	4.50 % Min.
Calcio.	1.00 % Máx.
Fósforo.	0.61 % Min.

(Rodent Laboratory Chow 5001, 2005)

Después de 20 días los ratones se distribuyeron en dos grupos:

Grupo A (7 hembras y 7 machos)

Grupo B (8 hembras y 7 machos)

Al grupo A se le siguió administrando la misma dieta (alimento para roedores y agua) como se muestra en la Fig. 5 y al grupo B se le administró durante 30 días, además del alimento especial para roedores, el polvo del tomate de la variedad huaje disuelto en agua como se muestra en la Fig. 6. La cantidad de licopeno administrado diariamente era de acuerdo al peso de cada ratón.



Figura No. 5 Grupo A (alimento para roedores y agua)



Figura No. 6 Grupo B (alimento para roedores y tomate en polvo diluido en agua)

A partir de ratones con tumores como se muestra en la Fig. 7 se extrajeron muestras de células cancerosas como se muestra en la Fig. 8. Las muestras se diluyeron en solución fisiológica y se inyectaron vía intraperitoneal (0.4 ml. de la dilución) a 3 hembras y 3 machos del grupo A y a 4 hembras y 3 machos del grupo B como se muestra en la Fig. 9.



Figura No. 7 Ratones con tumores desarrollados

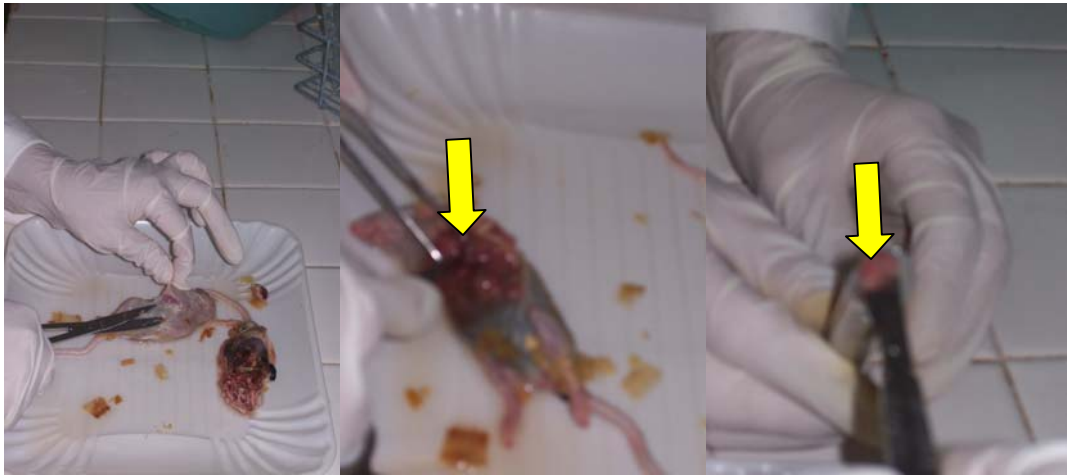


Figura No. 8 Extracción de células cancerosas



Figura No. 9 Dilución e inyectado de las células cancerosas

Para efectos de la investigación se subdividieron los grupos A y B, quedando cuatro grupos de la siguiente manera:

Grupo A₁: Dieta normal y propensos a cáncer (3 hembras y 3 machos).

Grupo A₂: Dieta normal y no propensos a cáncer (4 hembras y 4 machos).

Grupo B₁: Dieta con licopeno y propensos a cáncer (4 hembras y 3 machos).

Grupo B₂: Dieta con licopeno y no propensos a cáncer (4 hembras y 4 machos).

El objetivo de manejar el grupo A₁ es observar el desarrollo de tumores en los ratones, bajo una dieta normal e inyectados con células cancerosas; el grupo A₂ sirve como testigo, al cual se le administro la dieta normal y no esta expuesto a condiciones favorables para desarrollar tumores.

El objetivo de tener un grupo B₁ es observar la funcionalidad del licopeno, ya que este grupo estuvo expuesto a condiciones favorables para desarrollar tumores y se le administro licopeno en agua, por lo tanto se espera que no desarrollen tumores; el grupo B₂ sirve como testigo de que una dieta a base de licopeno y que si no se expone a condiciones favorables para desarrollar tumor, no tiene por que desarrollarlo.

Después de la administración de células cancerosas a los grupos A₁ y B₁, se continuó administrando a cada grupo las dietas respectivas durante otros 30 días. Lo anterior para permitir el desarrollo de los tumores.

Por último se procedió a realizar una disección de los ratones (previamente sacrificados con éter etílico) como se muestra en la Fig. 10 que fueron inyectados con células cancerosas, esto con el fin de detectar si desarrollaron o no tumores, ya que a simple vista no era posible observarlos. Con el propósito de hacer la comparación entre los grupos.



Figura No. 10 Proceso de disección para la detección de tumores

Cabe mencionar que durante todo el dietado de los ratones se estuvo monitoreando la temperatura y las horas luz necesarias para que no fueran factores que influyeran en el desarrollo de la investigación. También se estuvo monitoreando el peso de los ratones, esto con el fin de administrar diariamente la cantidad de licopeno necesaria a los ratones de los grupos B₁ y B₂, y conocer si había diferencia de pesos entre un grupo y otro de acuerdo a su dieta.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Resultados

Después de haber realizado la disección de los ratones de los 4 grupos se obtuvieron los siguientes resultados:

- ♣ Grupo A₁, 3 ratones presentaron tumor, de los cuales una hembra presentó el tumor en la parte dorsal como se muestra en la Fig. 11, un macho en la piel y cerca del aparato reproductor como se muestra en la Fig. 12 y otro macho cerca del aparato reproductor como se muestra en la Fig. 13.
- ♣ Grupo A₂, no presentaron tumores.

- ♣ Grupo B₁, no presentaron tumores.
- ♣ Grupo B₂, no presentaron tumores.



Figura No. 11 Desarrollo de tumor en hembra en la parte dorsal



Figura No. 12 Desarrollo de tumor en macho en la piel y cerca del aparato reproductor



Figura No. 13 Desarrollo de tumor en macho cerca del aparato reproductor.

5.2 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó una comparación de proporciones binomiales con un $\alpha = 0.05$ entre los grupos A_1 (p_1) y B_1 (p_2), así como para hembras (p_1) y machos (p_2) del grupo A_1 , planteando las siguientes hipótesis:

$H_0: p_1 = p_2$ ó $H_0: p(\text{dieta normal}) = p(\text{dieta con licopeno})$

$H_a: p_1 \neq p_2$ ó $H_a: p(\text{dieta normal}) \neq p(\text{dieta con licopeno})$

H_0 supone que las proporciones son iguales, es decir que las dos poblaciones presentan la misma respuesta (presencia de tumor) independientemente de la dieta utilizada.

H_a supone lo contrario que H_0 .

Para la comparación entre los grupos A_1 y B_1 se encontró que:

Con un $\alpha = 0.05$ se rechaza H_0 y se acepta H_a , por lo tanto las poblaciones son diferentes y esto se debe al tratamiento a base de licopeno aplicado al grupo B_1 que permite que no se desarrollen los tumores.

Para la comparación hembras y machos del grupo A_1 se encontró que:

Con un $\alpha= 0.05$ se acepta H_0 , lo que quiere decir que las poblaciones son iguales, por consiguiente tanto hembras como machos del grupo A_1 tienen la misma probabilidad de desarrollar tumores cancerosos.

Cabe mencionar que la cantidad promedio de consumo de licopeno diario fue de 0.11 mg. antes de ser inyectadas las células cancerosas y 0.08 mg. después de haber inyectado las células (apéndice B) y que dicha cantidad fue la suficiente para presentar la funcionalidad anticancerígena, por lo tanto no se considera una variable a analizar.

Las diferencias obtenidas en la comparación de los grupos A_1 y B_1 son significativas estadísticamente hablando, considerando que la administración de licopeno evita el desarrollo de tumores, y así se demuestran los beneficios del consumo de licopeno que mencionan y sustentan en estudios similares de prospectivas del licopeno del tomate y el cáncer de próstata en hombres realizados por Edward, 2002; estudios de toxicidad oral de productos sintéticos de licopeno en ratas por Mellerta, 2003 y el efecto de la peroxidación en ratas y pollos por Murphy, 1989.

V CONCLUSIONES

- ♣ De acuerdo a los resultados, en la comparación de los grupos A_1 y B_1 resultan ser diferentes, esto debido al tratamiento que se aplicó en el grupo B_1 , en el cual los ratones no presentan desarrollo de tumores cancerosos y esto es resultado de la funcionalidad que presenta el licopeno.
- ♣ En la comparación de las hembras y machos del grupo A_1 que presentaron tumor, se obtiene como resultado que son iguales, o sea que tanto hembras como machos tienen la misma probabilidad de presentar tumor bajo condiciones que provoquen dicho tumor, que en este caso fue el inyectado de células cancerosas.
- ♣ La cantidad promedio de licopeno consumido por los ratones que estuvieron bajo esta dieta fue suficiente para que se expresará la funcionalidad de ser un preventivo del cáncer.
- ♣ En los grupos testigo (A_2 y B_2) no se detectaron desarrollo de algún tumor, esto es debido a que los ratones de estos grupos no se les inyectaron células cancerosas para desarrollar tumor.

VI BIBLIOGRAFÍA.

Aggett Peter J. "Functional effects of food: what do we in children?" British Journal of Nutrition, Vol. 92, pág. 223-226, 2004.

Anónimo 1. ¿Qué es un alimento funcional? [En línea]. Noviembre del 2002. [Fecha: de consulta: 16 de enero del 2004] Publicada diariamente disponible en: <http://www.el-mundo.es/salud/1995/180/01020.html>

Anónimo 2. Licopeno: Fuente de salud. [En línea]. Enero 2004. [Fecha: de consulta: 16 de octubre del 2004]. Publicación diaria disponible en: <http://www.botanical-online.com/tomates.htm>.

Anónimo 3. Licopeno. [En línea]. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2004]. Publicación diaria disponible en: <http://www.grupoian.com/castellano/universo/licopeno.htm>.

Anónimo 4. Alimentos Funcionales [En línea]. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2004]. Publicada diaria disponible en: http://www.eufic.org/sp/quickfacts/alimentos_funcionales.htm.

Anónimo 5. Estabilización de licopeno por encapsulación mediante tecnología de fluidos supercríticos para su empleo en la industria

alimentaría. [En línea]. Diciembre 2002. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2004]. Publicación diaria disponible en:

http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v46_1/v461a004.html.

Anónimo 6. Estudio sobre el efecto del consumo del Tomate para evitar el cáncer de próstata. [En línea]. 27 de Agosto de 2004. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2004]. Publicación diaria disponible en:

<http://www.americasalud.com.uy/hwpnt01.exe?O,0,,0,108,10003,1707,1,,N>

Anónimo 7. Comportamiento de la producción y consumo del jitomate mexicano, así como su participación en el comercio internacional. [En línea]. Enero 2002. [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2005]. Publicación diaria disponible en:

<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antomate.html>.

Anónimo 8. El cultivo del tomate [En línea]. 2003. [Fecha de consulta: agosto del 2005]. Publicada diaria disponible en:

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

Di Mascto, P., Kaiser, S. & Sies, H. (1989) "Lycopene as the most efficient biological carotenoid single oxygen quencher". Arch. Biochem. Biophys. (274) 532-538.

Edward Giovannucci, Eric B. Rimm, Yan Liu, Meir J. Stampfer, Walter C. Willett. "A Prospective Study of Tomato, Lycopene, and Prostate Cancer Risk". Journal of the National Cancer Institute, Vol. 94, No. 5, March 6, 2002.

Espítia H. Pilar. "Extracción y cuantificación de licopeno a partir de desechos comerciales del tomate rojo variedades huaje (*Lycopersicum esculentum*) y bola (*Lycopersicum esculentum Mill*)". Tesis de licenciatura. UAAAN, Coahuila, México, Enero, 2006.

Franco M. Lajolo. "Functional foods: Latin American perspectives". British Journal of Nutrition, Vol. 88, pág. 145-150, 2002.

Frederick Khachik, Lorena Carvalho, Paul S. Bernstein, Garth J. Muir, Da-You Zhao, Nikita B. Katz. "Chemistry, Distribution and Metabolism of Tomato Carotenoids and Their Impact on Human Health". Society for Experimental Biology and Medicine, Vol. 227, Pag. 845-851, 2002.

Mazza G., Ph. D. "Alimentos funcionales: Aspectos bioquímicos y de procesado". Ed. ACRIBIA S.A. Zaragoza, España, 2000.

Mellerta W., Deckardta K., Gembardta C., Schultea S., Van Ravenzwaaya B., Slesinskib R.S. "Thirteen-week oral toxicity study of synthetic lycopene products in rats". British Journal of Nutrition, Vol. 92, 2003.

Murphy M., Kehrer J. P. "Lipid peroxidation inhibitory factors in liver and muscle of rat, mouse and chicken". Arch. Biochem. Biophys. 1989. (268) 5858-5893

Ninke de Jong, Ocke Marga C., Branderhorst Heste A. C. and Friele Roland. "Demographic and lifestyle characteristics of functional food consumers and dietary supplement users". British Journal of Nutrition, Vol. 89, pág. 273-281, 2003.

Ramírez H. Dunia. "Alimentos Funcionales". Monografía. UAAAN, Coahuila, México, Junio, 2005.

Rascón H. Mauricio. "Licopeno, un carotenoide saludable para el corazón". Industria Alimentaría, Vol. 27, No. 6, Noviembre/Diciembre, 2005.

Roberfroid M. B. "What is Beneficial for Health? The Concept of Functional Food". Food and Chemical Toxicology, Vol. 37, pág. 1039-1041, 1999.

Simic M. G. Vitamin E radicals. In: Rogers M.A. J., Powers, E.L., eds. "Oxygen and oxy-radicals in chemistry and biology. Academic Press". 1981. (174)353-357

Vibeke Breinholta, Søren T. Lauridsena, Bahram Daneshvara, Jette Jakobsen "Dose-response effects of lycopene on selected drug-metabolizing and antioxidant enzymes in the rat". British Journal of Nutrition, Vol. 93, 2003.

Weisburger J. H. "Mechanisms of Action of Antioxidants as Exemplified in Vegetables, Tomatoes and Tea". Food and Chemical Toxicology, Vol. 37, pág. 943-948, 1999.

VII APÉNDICE

7.1 Apéndice A.- Comparación de Proporciones Binomiales

Para la comparación de A_1 (p_1) y B_1 (p_2):

Característica: presencia de tumor.

$$\alpha = 0.05$$

Población	n	Número de individuos con la característica
1	6	3
2	7	0

$$H_0: p_1 = p_2$$

$$H_a: p_1 \neq p_2$$

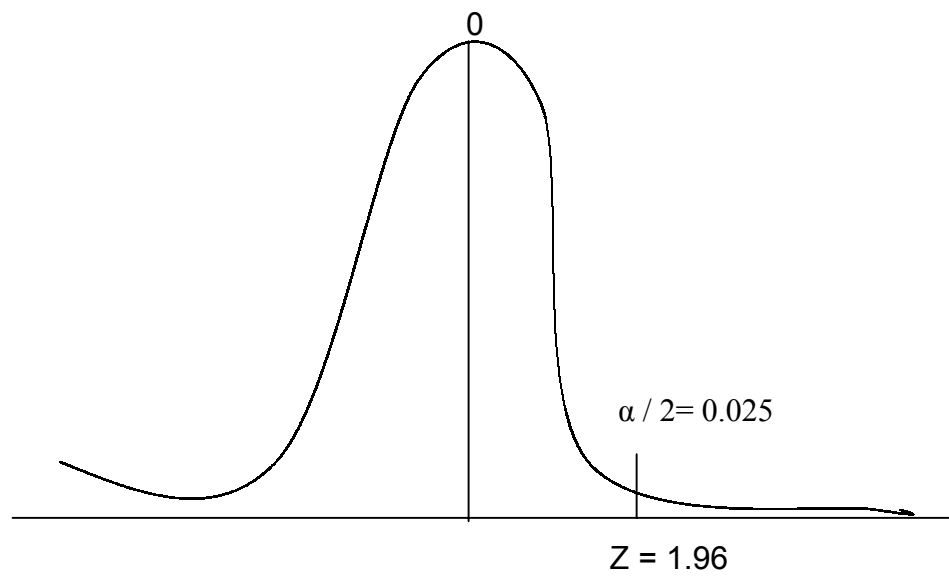
$$Z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - 0}{\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_1} + \frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_2}}}$$

$$\hat{p}_1 = \frac{3}{6} = 0.5 \quad \hat{p}_2 = \frac{0}{7} = 0$$

$$\bar{p} = \frac{3+0}{6+7} = \frac{3}{13} = 0.23$$

$$S\hat{p}_1 - \hat{p}_2 = \sqrt{\frac{0.23(1-0.23)}{6} + \frac{0.23(1-0.23)}{7}} = 0.23$$

$$Z_c = \frac{(0.5-0)-0}{0.23} = 2.17$$



H_0 : Se rechaza

H_a : Se acepta

Para la comparación de hembras (p_1) y machos (p_2) del grupo A_1 :

Característica: presencia de tumor.

$$\alpha = 0.05$$

Población	n	Número de individuos con la característica
1	3	1
2	3	2

$$H_0: p_1 = p_2$$

$$H_a: p_1 \neq p_2$$

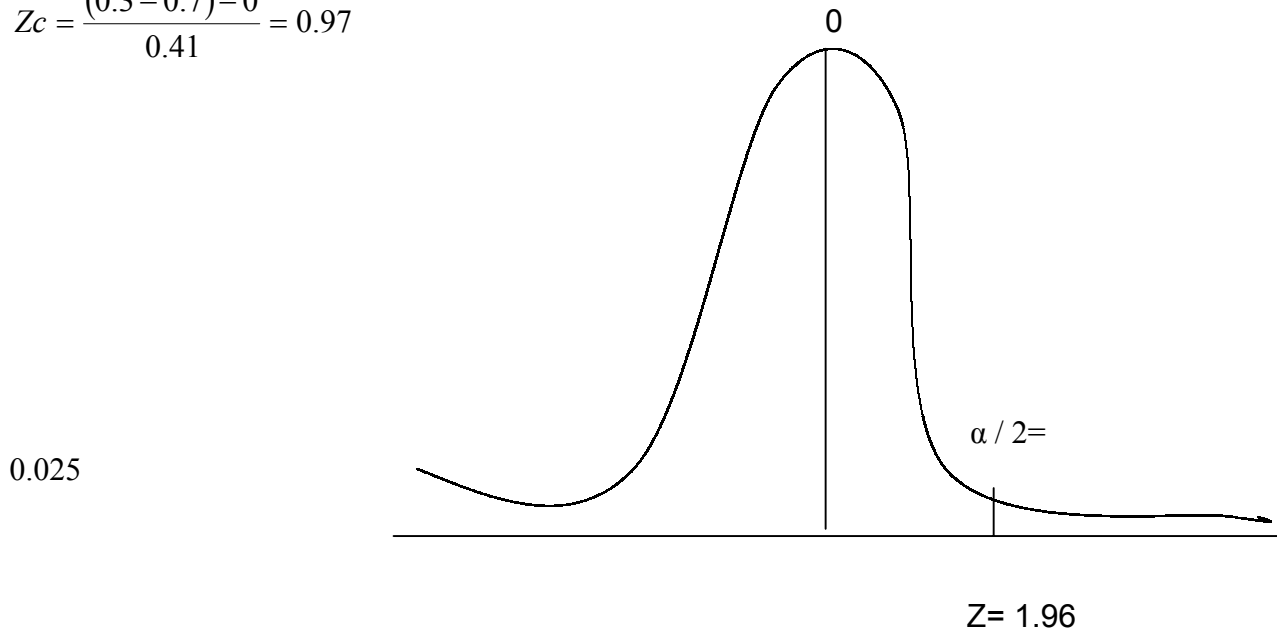
$$Z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - 0}{\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_1} + \frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_2}}}$$

$$\hat{p}_1 = \frac{1}{3} = 0.3 \quad \hat{p}_2 = \frac{2}{3} = 0.7$$

$$\bar{p} = \frac{1+2}{3+3} = \frac{3}{6} = 0.5$$

$$S_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2} = \sqrt{\frac{0.5(1-0.5)}{3} + \frac{0.5(1-0.5)}{3}} = 0.41$$

$$Z_c = \frac{(0.3 - 0.7) - 0}{0.41} = 0.97$$



Se acepta H_0

7.2 Apéndice B.- Consumo de licopeno

Cuadro No. 3 Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 8

Días	Hembra No. 8	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.06	0.02

2	0.06	0.10
3	0.08	0.05
4	0.06	0.11
5	0.09	0.06
6	0.08	0.07
7	0.13	0.11
8	0.08	0.05
9	0.10	0.07
10	0.09	0.18
11	0.09	0.06
12	0.10	0.04
13	0.17	0.04
14	0.18	0.09
15	0.10	0.18
16	0.10	0.14
17	0.10	0.13
18	0.17	0.05
19	0.09	0.04
20	0.08	0.06
21	0.13	0.06
22	0.10	0.07
23	0.11	0.06
24	0.07	0.06
25	0.10	0.05
26	0.08	0.10
27	0.10	0.07
28	0.12	0.09
29	0.11	0.12
30	0.11	0.11
Sumatoria=	3.04	2.44
Promedio=	0.10	0.08

Cuadro No. 4 Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 9

Días	Hembra No. 9	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.02	0.01
2	0.09	0.08
3	0.04	0.06
4	0.08	0.08
5	0.04	0.06
6	0.08	0.07

7	0.09	0.11
8	0.10	0.07
9	0.08	0.06
10	0.11	0.07
11	0.12	0.05
12	0.17	0.06
13	0.10	0.04
14	0.13	0.04
15	0.14	0.10
16	0.11	0.06
17	0.11	0.12
18	0.10	0.07
19	0.11	0.08
20	0.11	0.08
21	0.10	0.08
22	0.18	0.11
23	0.09	0.04
24	0.11	0.04
25	0.09	0.06
26	0.11	0.12
27	0.07	0.08
28	0.11	0.10
29	0.08	0.09
30	0.11	0.07
Sumatoria=	2.98	2.16
Promedio=	0.10	0.07

Cuadro No. 5 Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 10

Días	Hembra No. 10	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.01	0.10
2	0.06	0.09
3	0.09	0.05
4	0.06	0.12
5	0.07	0.06
6	0.08	0.07
7	0.10	0.05
8	0.09	0.06
9	0.12	0.10
10	0.11	0.06

11	0.09	0.06
12	0.10	0.06
13	0.19	0.07
14	0.11	0.03
15	0.24	0.05
16	0.11	0.06
17	0.10	0.15
18	0.12	0.07
19	0.13	0.19
20	0.08	0.05
21	0.14	0.07
22	0.12	0.08
23	0.10	0.06
24	0.10	0.08
25	0.09	0.07
26	0.13	0.05
27	0.18	0.06
28	0.10	0.09
29	0.09	0.08
30	0.08	0.11
Sumatoria=	3.19	2.3
Promedio=	0.11	0.08

Cuadro No. 6 Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 11

Días	Hembra No. 11	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.03	0.13
2	0.06	0.10
3	0.06	0.04
4	0.07	0.07
5	0.10	0.05
6	0.08	0.08
7	0.13	0.03
8	0.12	0.04
9	0.10	0.09
10	0.14	0.10
11	0.11	0.06
12	0.12	0.06
13	0.18	0.08
14	0.16	0.04

15	0.12	0.04
16	0.11	0.01
17	0.11	0.18
18	0.12	0.05
19	0.11	0.10
20	0.12	0.06
21	0.13	0.05
22	0.10	0.06
23	0.10	0.07
24	0.13	0.08
25	0.12	0.04
26	0.18	0.04
27	0.13	0.04
28	0.13	0.13
29	0.10	0.10
30	0.12	0.12
Sumatoria=	3.39	2.14
Promedio=	0.11	0.07

Cuadro No. 7 Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 12

Días	Hembra No. 12	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.06	0.02
2	0.07	0.09
3	0.09	0.08
4	0.09	0.11
5	0.06	0.06
6	0.07	0.06
7	0.13	0.12
8	0.10	0.08
9	0.11	0.08
10	0.08	0.10
11	0.09	0.04
12	0.11	0.04
13	0.17	0.03
14	0.12	0.07
15	0.14	0.15
16	0.12	0.08
17	0.11	0.13
18	0.11	0.08

19	0.12	0.12
20	0.13	0.09
21	0.08	0.06
22	0.12	0.08
23	0.13	0.06
24	0.10	0.06
25	0.13	0.05
26	0.12	0.10
27	0.08	0.11
28	0.12	0.12
29	0.10	0.09
30	0.11	0.09
Sumatoria=	3.17	2.45
Promedio=	0.11	0.08

Cuadro No. 8 Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 13

Días	Hembra No. 13	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.06	0.02
2	0.06	0.16
3	0.08	0.04
4	0.11	0.08
5	0.04	0.05
6	0.07	0.06
7	0.24	0.08
8	0.11	0.07
9	0.16	0.08
10	0.11	0.06
11	0.09	0.06
12	0.10	0.05
13	0.30	0.04
14	0.30	0.03
15	0.14	0.25
16	0.11	0.06
17	0.11	0.10
18	0.09	0.06
19	0.11	0.08
20	0.09	0.06
21	0.07	0.04
22	0.11	0.06

23	0.10	0.07
24	0.11	0.04
25	0.12	0.04
26	0.13	0.05
27	0.09	0.09
28	0.12	0.08
29	0.10	0.15
30	0.09	0.12
Sumatoria=	3.52	2.23
Promedio=	0.12	0.07

Cuadro No. 9 Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 14

Días	Hembra No. 14	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.07	0.04
2	0.04	0.15
3	0.10	0.05
4	0.06	0.06
5	0.04	0.08
6	0.10	0.08
7	0.12	0.11
8	0.12	0.06
9	0.11	0.08
10	0.12	0.05
11	0.08	0.06
12	0.12	0.04
13	0.30	0.03
14	0.17	0.07
15	0.12	0.20
16	0.10	0.07
17	0.11	0.11
18	0.12	0.06
19	0.11	0.06
20	0.11	0.07
21	0.08	0.07
22	0.12	0.13
23	0.09	0.08
24	0.10	0.05
25	0.11	0.06
26	0.08	0.11

27	0.12	0.12
28	0.09	0.09
29	0.28	0.10
30	0.13	0.11
Sumatoria=	3.42	2.45
Promedio=	0.11	0.08

Cuadro No. 10 Licopeno consumido (mg.) por la Hembra No. 15

Días	Hembra No. 15	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.03	0.04
2	0.10	0.12
3	0.04	0.07
4	0.07	0.14
5	0.07	0.05
6	0.03	0.07
7	0.10	0.11
8	0.11	0.06
9	0.11	0.10
10	0.09	0.07
11	0.06	0.06
12	0.08	0.08
13	0.21	0.07
14	0.13	0.04
15	0.11	0.13
16	0.12	0.06
17	0.10	0.10
18	0.09	0.06
19	0.09	0.06
20	0.09	0.05
21	0.13	0.06
22	0.12	0.08
23	0.12	0.06
24	0.12	0.05
25	0.10	0.06
26	0.17	0.13
27	0.11	0.08
28	0.10	0.11
29	0.12	0.09
30	0.10	0.13

Sumatoria=	3.02	2.39
Promedio=	0.10	0.08

Cuadro No. 11 Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 1

Días	Macho No. 1	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.03	0.03
2	0.02	0.14
3	0.07	0.06
4	0.08	0.08
5	0.06	0.04
6	0.06	0.05
7	0.06	0.10
8	0.12	0.08
9	0.12	0.06
10	0.10	0.06
11	0.08	0.07
12	0.11	0.05
13	0.16	0.03
14	0.14	Murió
15	0.10	
16	0.10	
17	0.10	
18	0.09	
19	0.12	
20	0.10	
21	0.11	
22	0.12	
23	0.17	
24	0.11	
25	0.13	
26	0.14	
27	0.08	
28	0.12	
29	0.11	
30	0.12	
Sumatoria=	3.03	0.85
Promedio=	0.10	0.06

Cuadro No. 12 Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 3

Días	Macho No. 3	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.01	0.02
2	0.02	0.05
3	0.04	0.06
4	0.08	0.07
5	0.04	0.06
6	0.08	0.08
7	0.11	0.08
8	0.11	0.06
9	0.12	0.07
10	0.11	0.06
11	0.13	0.10
12	0.10	0.09
13	0.18	0.07
14	0.10	0.06
15	0.11	0.16
16	0.11	0.13
17	0.09	0.15
18	0.11	0.09
19	0.10	0.08
20	0.12	0.09
21	0.10	0.04
22	0.11	0.08
23	0.10	0.11
24	0.10	0.06
25	0.11	0.04
26	0.10	0.06
27	0.14	0.10
28	0.10	0.08
29	0.10	0.11
30	0.12	0.07
Sumatoria=	2.95	2.38
Promedio=	0.10	0.08

Cuadro No. 13 Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 6

Días	Macho No. 6	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.01	0.08
2	0.04	0.10
3	0.10	Murió
4	0.04	
5	0.06	
6	0.03	
7	0.09	
8	0.10	
9	0.09	
10	0.08	
11	0.10	
12	0.10	
13	0.14	
14	0.11	
15	0.09	
16	0.10	
17	0.11	
18	0.10	
19	0.10	
20	0.14	
21	0.16	
22	0.11	
23	0.09	
24	0.10	
25	0.10	
26	0.12	
27	0.14	
28	0.14	
29	0.13	
30	0.11	
Sumatoria=	2.93	0.18
Promedio=	0.10	0.09

Cuadro No. 14 Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 8

Días	Macho No. 8	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.01	0.04
2	0.07	0.15
3	0.04	0.04
4	0.09	0.14
5	0.06	0.04
6	0.06	0.08
7	0.10	0.08
8	0.12	0.06
9	0.12	0.06
10	0.16	0.07
11	0.11	0.06
12	0.11	0.04
13	0.14	0.02
14	0.12	0.08
15	0.09	0.09
16	0.12	0.10
17	0.12	0.12
18	0.13	0.09
19	0.11	0.11
20	0.17	0.13
21	0.14	0.11
22	0.12	0.09
23	0.10	0.06
24	0.11	0.12
25	0.11	0.11
26	0.19	0.08
27	0.12	0.05
28	0.12	0.15
29	0.12	0.13
30	0.11	0.10
Sumatoria=	3.29	2.60
Promedio=	0.11	0.09

Cuadro No. 15 Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 9

Días	Macho No. 9
------	-------------

	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.01	0.01
2	0.12	0.14
3	0.04	0.05
4	0.07	0.10
5	0.07	0.05
6	0.06	0.05
7	0.12	0.09
8	0.12	0.07
9	0.09	0.05
10	0.13	0.06
11	0.12	0.06
12	0.10	0.04
13	0.18	0.04
14	0.09	0.08
15	0.12	0.23
16	0.10	0.05
17	0.08	0.11
18	0.13	0.13
19	0.09	0.14
20	0.11	0.09
21	0.12	0.07
22	0.11	0.09
23	0.08	0.05
24	0.10	0.07
25	0.11	0.04
26	0.19	0.08
27	0.17	0.06
28	0.12	0.10
29	0.12	0.09
30	0.12	0.11
Sumatoria=	3.19	2.40
Promedio=	0.11	0.08

Cuadro No. 16 Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 11

Días	Macho No. 11	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)

1	0.06	0.03
2	0.07	0.13
3	0.07	0.04
4	0.04	0.08
5	0.08	0.05
6	0.04	0.06
7	0.20	0.08
8	0.10	0.06
9	0.08	0.07
10	0.17	0.06
11	0.07	0.06
12	0.13	0.03
13	0.18	0.03
14	0.11	0.22
15	0.09	0.06
16	0.09	0.12
17	0.12	0.06
18	0.08	0.06
19	0.11	0.08
20	0.11	0.05
21	0.11	0.08
22	0.09	0.06
23	0.14	0.04
24	0.10	0.06
25	0.11	0.08
26	0.18	0.09
27	0.19	0.08
28	0.16	0.07
29	0.11	0.10
30	0.12	0.10
Sumatoria=	3.31	2.19
Promedio=	0.11	0.07

Cuadro No. 17 Licopeno consumido (mg.) por el Macho No. 13

Días	Macho No. 13	
	Antes de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)	Después de inyectar células cancerígenas. (mg. de Licopeno)
1	0.04	0.03
2	0.08	0.11
3	0.07	0.04
4	0.10	0.16

5	0.03	0.03
6	0.02	0.07
7	0.14	0.07
8	0.09	0.06
9	0.10	0.06
10	0.08	0.06
11	0.08	0.04
12	0.11	0.05
13	0.14	0.02
14	0.09	0.04
15	0.12	0.05
16	0.12	0.10
17	0.10	0.07
18	0.11	0.08
19	0.10	0.07
20	0.10	0.05
21	0.10	0.08
22	0.10	0.04
23	0.13	0.04
24	0.11	0.04
25	0.12	0.07
26	0.13	0.09
27	0.13	0.11
28	0.13	0.08
29	0.12	0.07
30	0.10	0.12
Sumatoria=	2.99	2.00
Promedio=	0.10	0.07

Cuadro No. 18 Cuadro de promedios de consumo de licopeno

Ratón	Promedios antes de inyectar células cancerígenas (mg. de Licopeno)	Promedios después de inyectar células cancerígenas (mg. de Licopeno)
Hembra No. 8	0.10	0.08
Hembra No. 9	0.10	0.07
Hembra No. 10	0.11	0.08
Hembra No. 11	0.11	0.07
Hembra No. 12	0.11	0.08

Hembra No. 13	0.12	0.07
Hembra No. 14	0.11	0.08
Hembra No. 15	0.10	0.08
Macho No. 1	0.10	0.06
Macho No. 3	0.10	0.08
Macho No. 6	0.10	0.09
Macho No. 8	0.11	0.09
Macho No. 9	0.11	0.08
Macho No. 11	0.11	0.07
Macho No. 12	0.10	0.07
Promedio=	0.11	0.08