

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



EFFECTO DEL SELENIO EN LA VIDA POS COSECHA DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

POR:

BRENDA NAYELI VÁZQUEZ NUCAMENDI

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

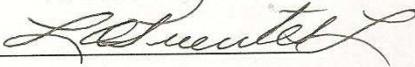
EFFECTO DEL SELENIO EN LA VIDA POS COSECHA DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* L)

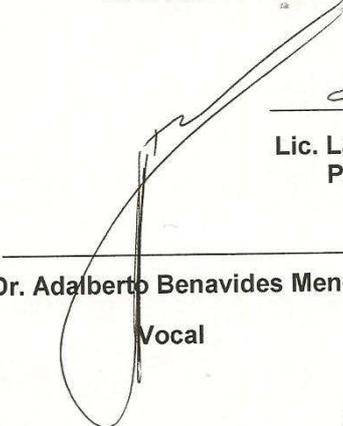
PRESENTADA POR:
BRENDA NAYELI VÁZQUEZ NUCAMENDI
TESIS

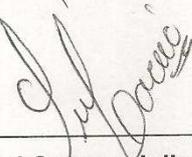
Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

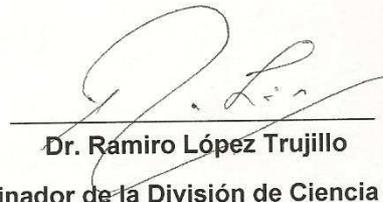
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA


Lic. Laura Olivia Fuentes Lara
Presidente del jurado


Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Vocal


QFB. Ma. Del Carmen Julia García
Vocal


Dr. Ramiro López Trujillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por permitirme llegar a una etapa más en mi vida logrando lo que más anhele tener una carrera profesional. Gracias por conducirme al camino del éxito y por darles a mis padres las fuerzas y bendiciones para salir adelante junto conmigo.

A mi Alma Terra Mater

Por brindarme la oportunidad de ser parte de ella, todo el aprendizaje que obtuve durante mi formación como profesional, así como también los servicios que me proporcionaron, muchas gracias.

A mis ASESORES

Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Por haberme aceptado ser parte del proyecto y sacar adelante el presente trabajo, gracias por su valioso tiempo, por sus enseñanzas que me brindo durante todo el ciclo en la universidad.

Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Por permitirme formar parte de la segunda parte de su proyecto, gracias por su apoyo, disponibilidad para poder finalizar el presente trabajo. Muchas gracias, que Dios lo bendiga.

QFB. Carmen Julia Pérez García

Por su apoyo y tiempo para la realización del presente trabajo, así como también su confianza.

A mis maestros

Que fueron parte del desarrollo de mi formación académica, por toda la enseñanza que me transmitieron en cada una de sus clases, por su amistad brindada.

A mis amigos

Por su valiosa amistad, consejos, y todos los momentos felices, tristezas que pasamos durante el ciclo, agradezco en especial a Luz Fuentes López, Norma E. Butrón Rojas, Beatriz Coutiño Laguna, Germán Cuapio Morales, Blanca Estela Hernández García y a todos los que compartieron su tiempo junto a mí, gracias por terminar junto conmigo una etapa muy importante en mi vida.

DEDICATORIA

A mis padres

Por darme la vida que es lo más importante, los esfuerzos que han hecho para sacar a delante una carrera profesional, y concluido esto gracias a ustedes, los Quiero Mucho.

Sr. Enrique de los Angeles Vázquez Ramírez

Por ser un gran padre que sabe sacar adelante a sus hijas, siempre tan comprensible, por ser un padre ejemplar nunca se da por vencido, gracias por tus consejos y los sacrificios que ha realizado para salir adelante, gracias a ti he terminado una carrera profesional y seguiremos para adelante, que Dios te Bendiga.

Sra. Oralia Nucamendi López

Por ser una mamá que siempre hace sacrificios por sus hijas, por ser nuestra mejor amiga y apoyarnos a terminar los ciclos escolares que hemos pasado, gracias por brindarme tu apoyo en esta gran etapa, que Dios te Bendiga, te quiero mucho.

A mis abuelitos

Porque siempre están al pendiente de sus nietos, siempre dando consejos, para ser unos profesionales. Los quiero mucho, que dios los bendiga siempre.

A mis hermanas: Linda y Jennifer

Gracias por estar siempre conmigo, por sus atenciones durante mi formación. Y todos los momentos de felicidad y angustias que han pasado junto a mí. Los quiero mucho.

A mis tíos

Por sus valiosos consejos que me brindaron, por estar siempre preocupados por mí, que dios los ilumine siempre.

Al amor de mi vida

Ing. Carlos Flores Hernández

Por ser parte de mi vida, por sus consejos que día a día me brinda así como también su amor, por apoyarme para terminar la carrera profesional, así como también el presente trabajo. Te amo.

A mi angelito

Porque siempre ha estado conmigo dando lata pero ayudándome a terminar el presente trabajo. Te amo Grecia.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA.....	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VIII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	4
CAPÍTULO II	
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Importancia económica del tomate.....	5
2.2 Estadísticas Mundiales y Nacionales.....	6
2.3 Clasificación taxonómica del tomate.....	10
2.4 Biología del tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	10
2.5 Propiedades del tomate.....	11
2.6 Valor nutricional.....	12
2.7 Criterios de calidad del tomate.....	13
2.7.1 Forma.....	13
2.7.2 Tamaño.....	13
2.7.3 Color.....	13
2.7.4 Apariencia.....	14
2.7.5 Firmeza.....	14
2.7.6 Acidez.....	14
2.7.7 Grados Brix.....	14
2.8 Antioxidantes presentes en tomate.....	15

2.8.1	Vitamina C.....	15
2.8.2	Selenio.....	15
2.9	Historia del Selenio.....	16
2.10	¿Qué es el Selenio y cuál es su utilidad?.....	16
2.11	Cantidad ingerida diaria de Selenio.....	17
2.12	Propiedades y aplicaciones del Selenio.....	17
2.13	Tomate como alimento para el hombre.....	18
CAPÍTULO III		
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1	Localización geográfica.....	19
3.2	Selección de la materia prima.....	19
3.3	Preparación del material.....	21
3.4	Materiales y equipo.....	22
3.5	Evaluaciones.....	23
3.6	Metodología.....	24
3.7	Variables evaluadas.....	25
CAPÍTULO IV		
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1	Variable evaluada: Pérdida de peso (%).....	27
4.2	Variable evaluada: pH.....	32
4.3	Variable evaluada: °Brix.....	35
4.4	Variable evaluada: Materia seca.....	39
4.5	Correlaciones.....	43
CAPÍTULO V		
5	CONCLUSIONES.....	46
6	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	47

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	No. PÁGINA
1	Principales países productores de tomate (Tonelada).....	6
2	Principales estados en México por producción de tomate rojo (Toneladas).....	7
3	Crecimiento Anual de la Demanda Mundial del Tomate.....	7
4	E.E.U.U: Origen País de origen. En promedio, México es el principal proveedor.....	8
5	CANADÁ: Origen País de Importación (millones de USD) México es el segundo proveedor después de Estados Unidos..	9
6	MÉXICO: Exportación de Tomate al Mundo.....	9
7	Clasificación taxonómica del tomate.....	10
8	Composición del tomate basada en 100 g de material comestible.....	12
9	Tratamientos aplicados y parámetros evaluados en tomate Saladette.	23
10	Tratamientos aplicados y parámetros evaluados en tomate Bola.....	23
11	Tratamientos aplicados y parámetros evaluados en tomate Cherry.....	23
12	Correlaciones significativas $p < 0.050$	43

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	No. PÁGINA
1	Anatomía del tomate (sección longitudinal).....	11
2	Tomate de buena calidad.....	14
3	Pérdida de peso en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate Saladette.....	27
4	Pérdida de peso en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate Bola.....	29
5	Pérdida de peso en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate Cherry.....	30
6	pH en el fruto. Promedio \pm error estándar. Tomate saladette.....	32
7	pH en el fruto. Promedio \pm error estándar. Tomate bola.....	33
8	pH en el fruto. Promedio \pm error estándar. Tomate cherry.....	34
9	Índice refractométrico en el fruto. Promedio \pm error estándar. Tomate saladette.....	35
10	Índice refractométrico en el fruto. Promedio \pm error estándar. Tomate bola.....	37
11	Índice refractométrico en el fruto. Promedio \pm error estándar. Tomate cherry.....	38
12	Materia seca en el fruto (%) Promedio \pm error estándar. Tomate saladette.....	39

13	Materia seca en el fruto (%) Promedio \pm error estándar.	
	Tomate bola.....	40
14	Materia seca en el fruto (%) Promedio \pm error estándar.	
	Tomate cherry.....	41
15	Correlación entre índice refractómetro y materia seca (%).....	43
16	Correlación entre pH y materia seca (%).....	44

RESUMEN

El tomate es una de las hortalizas de más alto volumen de consumo en fresco en la dieta mexicana. Es una fuente de antioxidantes (relacionados con la prevención de enfermedades degenerativas y cardiovasculares como cáncer, cataratas y cardiopatías). El trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de determinar el efecto del selenito de sodio aplicado en frutos de tres variedades (tomate saladette, cherry y bola), sobre las variables de calidad poscosecha.

La aplicación de 1 mg/L-1 como solución nutritiva mantiene la calidad del tomate durante los 15 días de experimento. Teniendo como resultados de acuerdo a las variables evaluadas: Pérdida de peso en los tres tipos de tomates se observó que mantuvieron su peso fresco ya que favoreció la aplicación de Se (mg L-1):1, así como también la temperatura mínima 20°C y máxima 27 °C en la cual fue almacenado. El pH en tomate saladette se mantuvo en el rango (5.5 a 6.5). Y para la variedad bola y cherry tuvieron un pH bajo. En cuanto a los grados Brix los frutos de tomate aumentaron significativamente, principalmente la variedad cherry con 5.3 a 6.4, en el tomate saladette y bola mostraron 4.2 a 5 respectivamente.

Palabras claves: selenio, pos cosecha, tomate.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es originario de las laderas de los Andes, en América del Sur, pero, hoy día, se cultiva extensamente tanto en los países de clima templado como en los tropicales. La palabra tomate proviene del náhuatl “tomatl”. Esta hortaliza fue llevada a Europa por los españoles y se empezó a comercializar en Estados Unidos de América en 1835 (Galicia, 2007).

Su fruto se destina principalmente en su estado fresco para el consumo, pero también sirve como materia prima para elaborar diversos derivados, como pastas, sopas y deshidratados, entre otros (CORFO, 1986).

El tomate es una fuente de antioxidantes (relacionados con la prevención de enfermedades degenerativas y cardiovasculares como cáncer, cataratas y cardiopatías), especialmente de vitamina E y en menor medida de vitamina C.

También contiene beta carotenos y flavonoides, como quercitina y licopina (éste es el que le confiere el típico color rojo), también con potencialidad preventiva, especialmente en cuanto a los problemas de próstata.

El valor nutricional de especies de hortalizas depende de muchos factores, siendo el más importante la variedad botánica y el cultivar Khadi, *et al.* (1987); Kolota y Adamczewska-Sowinska, (2001). Otros factores relevantes que influyen en la composición química de las hortalizas son las condiciones climáticas, la fertilización, el sistema de producción, el riego, así como el estado de desarrollo de la planta al momento de la cosecha (Kaniszewski, 1982; Picha y Hall, 1982; Guttormsen y Hoe, 1985; Sorensen, *etal.*, 1995; Cebula y Kalisz, 1996).

En el presente trabajo se utilizó tomate en diferentes variedades tales como: bola, saladette y cherry (*Solanum lycopersicum* L.), a los cuales se les aplicó soluciones de Selenito de Sodio, utilizando las concentraciones de 1 y 2 mg/L⁻¹Na₂SeO₃, ya que es un micro elemento y las cantidades que se ingieren son pequeñas, la dosis adecuada en la dieta según la edad y el sexo:

- Para las mujeres adultas, 55 microgramos diarios.
- Para los hombres adultos, 70 microgramos diarios.
- Para los niños (hasta la edad de 14 años), el consumo recomendado en la dieta varía entre 10 a 45 microgramos diarios.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Existen evidencias de que el aumento en la ingesta de Selenio en los alimentos disminuye el riesgo de cáncer de hígado, próstata, entre otras, en seres humanos, así como una disminución en los trastornos a la salud como el estrés oxidativo, la reducción de la fertilidad, de la función inmune, entre otras. Se buscará incorporar este elemento esencial mediante Selenito de Sodio (Na_2SeO_3) en un fruto de tomate, ya que es una hortaliza de mayor consumo en la dieta mexicana. Consideramos que la generación de conocimientos acerca de cómo incorporar este elemento, en los frutos de tomate, puede redundar en beneficios al consumidor (Rayman, 2005).

En esta investigación se busca generar conocimientos de cómo aumentar los niveles de dicho elemento en el tomate, estableciéndose una hipótesis que el aporte de Se mediante selenito de sodio (Na_2SeO_3).

1.2. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el efecto del selenito de sodio aplicado en frutos de tres tipos de tomate sobre las variables de calidad poscosecha.

1.2.1. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Verificar si la sumersión de frutos de tomate en una solución de selenito de sodio modifica los valores de pH y los sólidos solubles totales.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia económica del tomate

En la actualidad el tomate es un producto básico de la horticultura y tiene gran importancia a escala mundial. En 2005, se cultivaron 4,550 mil de hectáreas en todo el mundo, con una producción total de 125,015 miles de toneladas (FAO, 2006).

Los principales países productores de tomate son China y Estados Unidos de América, ocupando México el noveno lugar a escala mundial. España se sitúa en tercer lugar según el rendimiento de su producción tras Israel y Estados Unidos y se mantiene como el principal país exportador, dedicando una superficie de cultivo de 70,400 hectáreas y obteniendo una producción total de 4,473 miles de toneladas.

Actualmente se cultivan híbridos de tomate que se han ido desarrollando como respuesta a la diversidad de la demanda que presenta el mercado (Leonardi y col.1996). Así, los cultivares de tomate para consumo en fresco que se cultivan actualmente, presentan grandes diferencias de tamaño (desde unos pocos hasta cientos de gramos), forma (achatado, redondeado, alargado, en forma de pera) y color (desde el amarillo hasta el rojo oscuro). El mercado mexicano de productos frescos incrementa constantemente sus demandas de productos fácilmente distinguibles por criterios que reflejen calidad.

Entre las múltiples variedades y cultivares de tomate que se comercializan, los tomates tipo cereza (o tipo *cherry*) son claramente diferenciados por su tamaño de otros tipos de tomate y los consumidores han asociado esta característica con su excelente textura, apariencia y organolépticas (Berenguer y col. 2002).

El rápido incremento en la demanda de tomate cereza desde los mercados ha provocado un gran incremento en la superficie dedicada a su producción, alcanzando 720 hectáreas con una producción de 47,232 toneladas de tomates.

Alrededor del 90% de ésta producción (42,614 toneladas) fue exportada principalmente a países del centro y oeste de Europa, siendo el Reino Unido el destino de más de la mitad del total exportado (25,143 toneladas). El Reino Unido es a su vez el mercado más exigente con la calidad del producto y el que mantiene los precios más estables durante todo el año (SOIVRE, 2002).

2.2. Estadísticas Mundiales y Nacionales

Cuadro 1. Principales países productores de tomate (Tonelada)

Países	2004	2005	2006	2007	2008
China	30,143,929	31,618,462	32,519,315	33,596,881	33,811,702
EU	12,854,480	10,982,790	12,257,172	14,185,180	12,575,900
Taquia	9,440,000	10,050,000	9,854,877	9,945,043	10,985,400
India	8,125,600	8,825,400	9,820,400	10,054,600	10,260,600
Italia	7,683,071	7,187,014	5,064,571	6,530,162	5,976,912
Irán	4,022,878	4,781,018	5,064,571	5,000,000	5,000,000
Egipto	7,640,818	7,600,000	8,576,070	8,639,024	4,204,039
Brasil	3,515,567	3,452,973	3,392,655	3,431,230	3,934,275
España	4,383,202	4,810,301	3,800,552	3,664,100	3,847,800
México	3,037,265	2,800,115	2,899,153	3,150,353	2,936,773

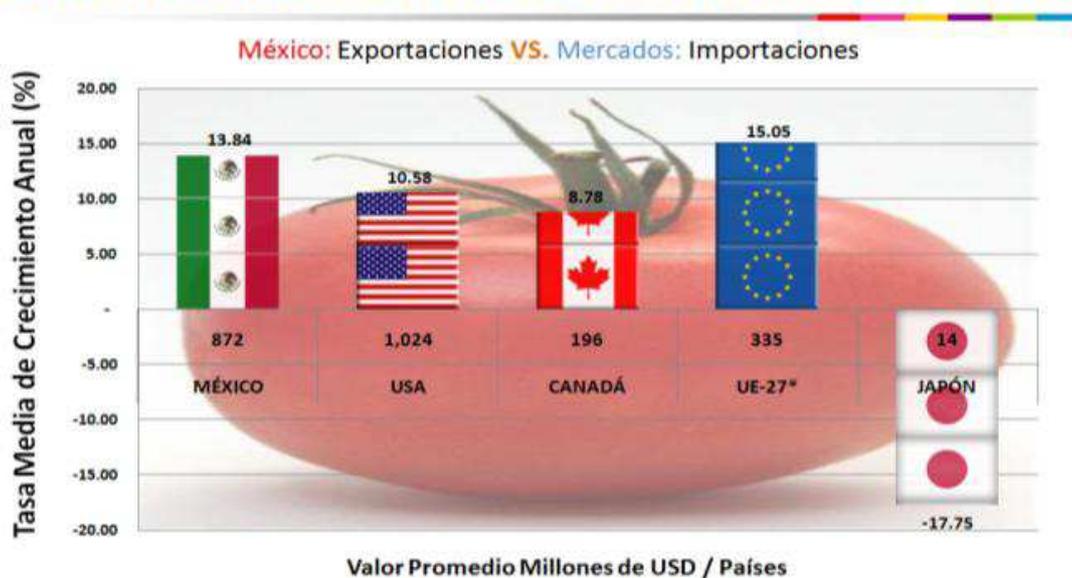
Fuente: <http://faostat.fao.org>

Cuadro 2. Principales estados en México por producción de tomate rojo (Toneladas)

Estados	2004	2005	2006	2007	2008
Sinaloa	991 113.1	845 477.18	783 314.03	827 010.94	782 909.5
Baja California	294 076.06	262 457.52	216 000.04	196 388.03	206 257.11
Michoacán	162 476.07	150 730.08	134 177.84	224 897.88	175 702.64
San Luis Potosí	125 122.75	162 052.7	120 120	120c289.4	139.653
Jalisco	109 929.87	117 500.45	87 533.64	141 796.28	122 420.73
Total	2 314 629.9	2 246 246.34	2 093 431.59	2 425 402.77	2 263 201.65

Fuente: www. Slacon.sagarpa.gob.mx

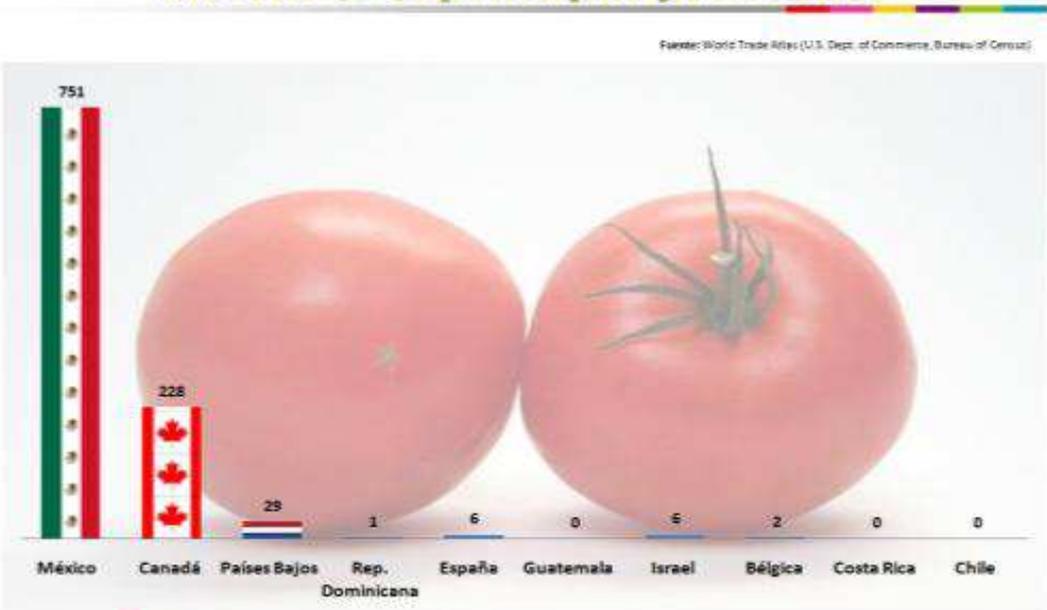
Cuadro 3. Crecimiento Anual de la Demanda Mundial de Tomate



Fuente: www.sagarpa.gob.mx

Los tipos de tomate más importantes producidos, tanto a campo abierto como en agricultura protegida, son: Saladette (el que más se produce), seguido por los tipos Bola, Cherry, Racimo, y otras especialidades como Mimi y Campari. Estados Unidos y Canadá mantienen tasas crecientes en sus compras foráneas de tomate, no obstante que ambos son grandes productores.

Cuadro 4. E.E.U.U: Origen País de origen. En promedio, México es el principal proveedor.



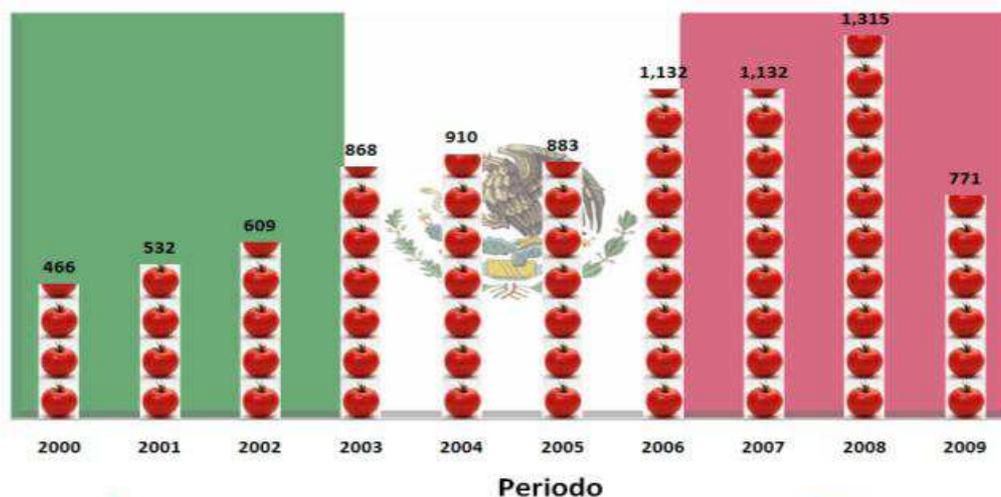
Fuente: www.sagarpa.gob.mx

Cuadro 5. CANADÁ: Origen País de Importación (millones de USD) México es el segundo proveedor después de Estados Unidos.



Fuente: www.sagarpa.gob.mx

Cuadro 6. MÉXICO: Exportación de Tomate al Mundo.



Fuente: www.sagarpa.gob.mx

2.3. Clasificación Taxonómica del tomate

La clasificación filogenética de las solanáceas ha sido recientemente revisada y el anterior género *Lycopersicon* (Miller, 1754) se integró al nuevo género *Solanum* con su nueva nomenclatura.

Solanum sección *lycopersicum* incluye el tomate cultivado (antes *Lycopersicon esculentum*) y 12 especies silvestres. *Solanum_lycopersicum* es la única especie domesticada (Peralta, *et al.* 2006). El tomate *Solanum_lycopersicum* es una planta dicotiledónea, perteneciente a la familia Solanácea y al género *Solanum*.

TAXON	NOMBRES
Súper-Reino	<i>Eukaryota</i>
Reino	<i>Viridiplantae</i>
Phylum	<i>Streptophyta</i>
Subclase	<i>Asterids</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Lycopersicum</i>

Cuadro 7. Clasificación taxonómica del tomate (Fuente: NCBI: *Taxonomy ID*: 4081).

2.4. Biología del Tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

El tomate pertenece a la familia de las Solanáceas del género *Solanum* y especie *lycopersicum*, la parte comestible de la planta es el fruto o baya climatérica, la cual está constituida por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Figura 1).

La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula, ésta contiene ácidos cuticulares y ceras que permiten al fruto ser resistente a enfermedades y ataques de insectos.

Justo debajo de la piel o epicarpio se encuentra la pulpa roja carnososa (mesocarpio y endocarpio) rica en licopeno.

En la parte central de la pulpa se encuentran las haces vasculares de color amarillo; las cavidades locales contienen las semillas embebidas en el parénquima gelatinoso (Galicia, 2007).

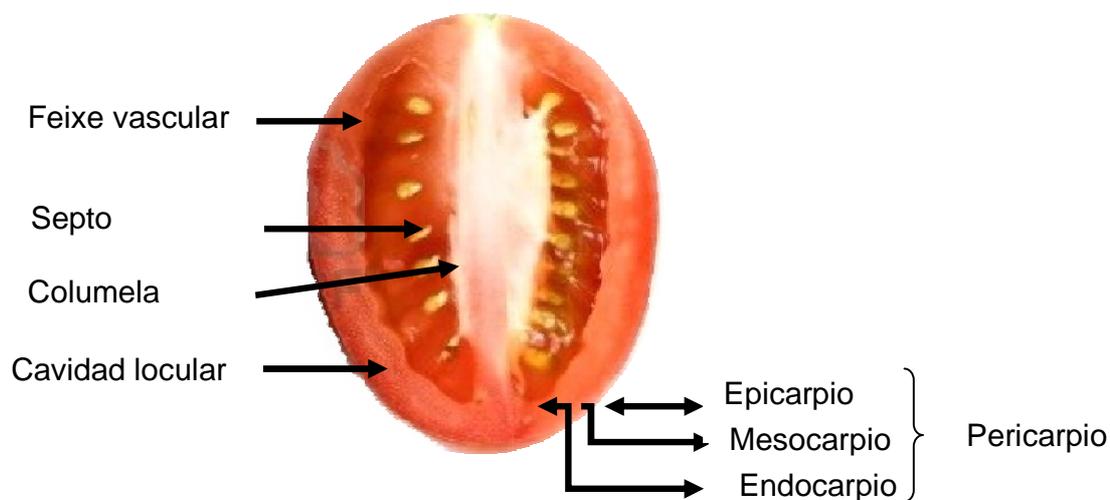


Figura 1. Anatomía del tomate (sección longitudinal).

La maduración del fruto está caracterizada por bastantes cambios fisiológicos, incluyendo la suavidad del fruto, acumulación de azúcares y la producción de químicos asociados con el aroma, color y sabor (Bruno y Wetzel, 2004).

2.5. Propiedades del Tomate

El tomate en promedio contiene vitamina C (160-240 mg/kg), licopeno (60-90 mg/kg) y ácidos fenólicos (ácidos ferúlico, clorogénico y cafeíco, 10-50 mg/kg). También están presentes en pequeñas cantidades: vitamina E (5-20 mg/kg), flavonoides (quercetina, 5-50 mg/kg) y trazas de elementos como Cobre (0.01-0.09 mg/kg), Magnesio (0.1-0.17 mg/kg) y Zinc (0.1-0.17 mg/kg), los cuales se han encontrado por ser constituyentes de varias enzimas antioxidantes.

Los compuestos antioxidantes tienen una distribución heterogénea en el fruto. La concentración del licopeno es dos veces mayor en el pericarpio que en la cavidad locular y el β -caroteno es cuatro veces más elevado en la cavidad locular que en el pericarpio.

2.6. Valor nutricional

La composición química del tomate es afectada por la variedad, estado de madurez, condiciones climáticas, temperatura, luz y condiciones de cultivo. Los sólidos totales del fruto varían de 5 a 10%, con un valor promedio de 6%.

Aproximadamente la mitad de los sólidos son azúcares reductores. La concentración de sacarosa no es importante en el tomate y raramente excede de 0.1%. Una cuarta parte de los sólidos totales son ácidos (cítrico, málico y amino dicarboxílico), lípidos y minerales. El restante cuarto de los sólidos totales puede ser separado como sólidos insolubles en alcohol y son proteínas, sustancias pécticas (Barringer, 2004).

El tomate se considera alimento sano debido a que es bajo en calorías y grasas, libre de colesterol, fuente de fibra, provitamina A (0.38 mg/100g), vitamina C (15 mg/100g), Potasio (280 mg/100g), Fósforo (24 mg/100g), Sodio (1.2 mg/100g), Calcio (10 mg/100g), Magnesio (10 mg/100g). Rico en licopeno y trazas de β -caroteno (Cano y col. 2005).

Cuadro 8. Composición del tomate basada en 100 g de material comestible.

Hortaliza	Agua (g)	Kilocalorías	Grasa (g)	Proteína (g)	Hidratos de carbono(g)	Fibra dietética(g)
Tomate	94	18	0.2	0.9	3.9	1.2

Adaptado de Cano y Col. 2005

El tomate es una fuente de antioxidantes (relacionados con la prevención de enfermedades degenerativas y cardiovasculares como cáncer, cataratas y cardiopatías), especialmente de vitamina E y en menor medida de vitamina C.

Otro elemento interesante es el potasio, aunque este mineral pierde su efecto si el tomate se toma en zumo preparado, por su alto contenido en sal.

Fuente: INFOAGRO.COM

2.7. Criterios de Calidad del tomate

La calidad del tomate se basa principalmente en la uniformidad de forma y en la ausencia de defectos de crecimiento y manejo. El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial.

2.7.1. Forma

Bien formado (redondo, forma globosa, globosa aplanada u ovalada, dependiendo del tipo y variedad) (Suslow V. T y Marita Cantwell, 2002).

2.7.2. Tamaño

Está definido por las dimensiones, el peso y el volumen propiedades que pueden ser registradas mediante el empleo de instrumentos elementales como son: Calibrador, balanza de precisión y probeta graduada.

2.7.3. Color

Color uniforme (anaranjado-rojo a rojo intenso; amarillo claro).

Este es un factor crítico en los frutos por doble motivo:

- a) Es decisivo en la apariencia del fruto.
- b) Es Indicativo casi siempre, del grado de madurez del fruto y de la lozanía del mismo.

El color puede medirse por métodos subjetivos, es decir por apreciación humana de las intensidades y tonos.

(Reina, 1998) menciona que el color es considerado un factor crítico en los frutos por doble motivo; es decisivo en la apariencia del fruto e indicativo casi siempre del grado de madurez del fruto y de la frescura del mismo.

2.7.4. Apariencia

Lisa y con cicatrices pequeñas donde corresponde la punta floral y el pedúnculo. Ausencia de grietas de crecimiento (cara de gato), quemaduras de sol, daños por insectos y daño mecánico o magulladuras.

2.7.5. Firmeza

Firme al tacto. No debe estar suave ni se debe deformar fácilmente debido a sobre madurez.



Figura 2. Tomate de buena calidad

(Fuente: www.fintrac.com)

2.7.6. Acidez

Los ácidos cítricos son los más frecuentes y abundantes en tejidos de plantas comestibles. En la mayoría de las frutas, el contenido de ácidos orgánicos disminuye durante y después del proceso de maduración.

2.7.7. Grados Brix (Sólidos solubles totales)

Los hidratos de carbono sufren cambios bioquímicos durante la maduración. La degradación de los polisacáridos de las membranas celulares, ejercen una contribución importante sobre el aumento en contenido de azúcares. La proporción de estos sólidos se expresa en grados Brix y se mide con el refractómetro.

2.8. Antioxidantes presentes en tomates

2.8.1. Vitamina C

Es la otra vitamina antioxidante que tiene el tomate, ya que además de tener una función protectora del organismo, junto a otros antioxidantes, ésta vitamina también desarrolla un papel importante en la hidratación de la piel y las mucosas internas.

Por último a destacar, la fibra presente en un tomate mediano puede ser de aproximadamente 3 g de este nutriente. Por ello cuando se consume, genera una sensación de saciedad después de la comida y además ayuda a tener un intestino más sano. Fuente: www.todoensaladas.com

La vitamina C está presente en las frutas, verduras y patatas en forma de ácido L-ascórbico. El ascorbato es, probablemente, el antioxidante hidrosoluble más efectivo presente en el plasma. Es capaz de atrapar y reducir nitritos, inhibiendo por tanto la formación en el estómago de compuestos carcinogénico nitroso. Los estudios *in vitro* sugieren que ejerce un papel protector contra el daño oxidativo de los constituyentes celulares y las lipoproteínas circulantes.

2.8.2. Selenio

El selenio es un antioxidante que previene del envejecimiento prematuro y está relacionado con el sistema inmune que es el encargado de la defensa del organismo ante las agresiones internas y externas. Se lo encuentra en el germen y salvado de trigo, la levadura de cerveza, los ajos y cebollas, el aguacate, el tomate, las setas y champiñones, el pescado, los mariscos, carne.

El selenio es importante en la función de muchas enzimas, pero en el caso de la lesión muscular, juega un rol vital en las vías de la glutación-peroxidasa y la tioredoxina reductasa.

2.9. Historia del Selenio

El selenio lo descubrió en 1817 el químico sueco J.J. Berzelius y durante muchos años se consideró como un elemento tóxico para el hombre y los animales, hasta que en 1957 Schwartz y Foltz demostraron su esencialidad para los mamíferos. En 1989 se definió por primera vez la ingestión diaria recomendada (IDR) de selenio (National Research Council.1989).

El papel bioquímico mejor estudiado y más importante del Selenio es como selenocisteína, en el sitio activo de la enzima glutatión-peroxidasa. (Shills, M. 1988).

2.10. ¿Qué es el Selenio y cuál es su utilidad?

El Selenio se define como un componente químico u oligoelemento que se encuentra en el suelo, en el agua y es absorbido también por algunas plantas.

En el mundo de los alimentos, se observan algunas fuentes de Selenio como:

- Mariscos y pescados
- Huevos y manteca
- Levadura de cerveza
- Ajo y cebolla
- Nueces y pasas
- Ginseng y hongos medicinales

El Selenio puede ser tanto un remedio como un elemento tóxico, todo depende de la cantidad que se consuma. Para confirmar dicha sentencia, estudios de la Comisión Coordinadora de Investigaciones en Alimentos y Nutrición de Caracas, afirman que países como Estados Unidos, China, Nueva Zelanda y Finlandia presentan algunos problemas de salud por falta de selenio; y por el contrario, el exceso de su consumo tampoco es bueno, ya que puede provocar intoxicación y síntomas como caída del pelo, malformaciones de uñas, cirrosis e incluso la muerte.

El nivel bajo de Selenio en los seres humanos puede provocar una enfermedad cardíaca denominada Keshan, que suele afectar principalmente a niños y mujeres embarazadas.

2.11. Cantidad ingerida diaria de Selenio

Cantidad recomendada a consumir es entre 50 y 200 microgramos de Selenio es lo adecuado. De hecho, han establecido la dosis adecuada en la dieta según la edad y el sexo:

- Para las mujeres adultas, 55 microgramos diarios.
- Para los hombres adultos, 70 microgramos diarios.
- Para los niños (hasta la edad de 14 años), el consumo recomendado en la dieta varía entre 10 a 45 microgramos diarios.

Fuente: www.sanopordentro.com

2.12. Propiedades y aplicaciones del Selenio

Valga la aclaración de que aun es escaso el conocimiento en el mundo acerca del Selenio y hay mucho camino por recorrer, sin embargo, algunos datos pueden ser de mucha utilidad.

Los primeros estudios con Selenio fueron realizados en la década del 50 y tuvieron por resultado la confirmación de una importante función antioxidante, así como de una amplia capacidad para combatir algunos tipos de cáncer y problemas cardiovasculares (Borghini, 2010).

2.13. Tomate como alimento para el hombre

Según Casanova (1991), el tomate constituye la principal hortalizas y sus producciones se destinan al consumo fresco por la población y para la industria donde se elaboran: Puré, salsa, jugos, catsup, encurtidos y otros.

El desarrollo rápido de la producción de tomate en muchos países del mundo, se debe exclusivamente a sus cualidades nutritivas y a su importancia alimenticia , se basa en su elevado contenido de sales minerales (Ca, P, Fe) y vitaminas (C, E, A, D, Vit B 5, Vit B1, Vit B2,), ácidos orgánicos y azúcares, elementos indispensable para el normal desarrollo y correcto funcionamiento de los diferentes órganos humanos . Esta hortaliza por su cualidades es considerada como un activador de la secreción gástrica, al incrementar la secreción de la saliva de hacer más agradable los alimentos insípidos según Gerster, 1991.

Como se ha venido mencionando el tomate, es cada vez más valorado su contenido en licopeno. El licopeno es un carotenoide responsable de la coloración de los tomates maduros, pero su uso como colorante alimentario se ve limitado ya que los sistemas de extracción son muy costosos y presenta una baja estabilidad.

Sin embargo su extracción puede ser interesante en el campo de la medicina. Recientes estudios ha relacionado de forma directa el licopeno con la prevención de cierto tipo de cáncer en el hombre, especialmente el cáncer de próstata, así como con una menor incidencia de afecciones coronarias como la arteriosclerosis.

No se ha determinado plenamente las bases biológicas ni físico-químicas de estas propiedades, pero parecen directamente relacionadas con el elevado poder antioxidante del licopeno (Mendoza; Andrés Vasconcelos, 2000). Si tenemos en cuenta que aproximadamente el 50% del licopeno se concentra en la cutícula y en la pulpa adherida a ella, los residuos generados en la transformación de tomate podrían ser una fuente de licopeno.

3. MATERIALES Y MÉTODOS**3.1. Localización geográfica**

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal, así como también en el laboratorio de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual tiene una ubicación en el sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila México. Localizada entre los paralelos 25°22' de latitud norte y los meridianos 101°103' de longitud oeste y a una altura de 1,743 msnm.

Comprende un clima semi cálido con invierno fresco, extremosos y verano cálido; la temperatura media anual es de 16.6°C con régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno, con una precipitación media anual alrededor de 443 mm y una evaporación promedio de 2167 mm.

La primera repetición del experimento con tomate Saladette se realizó el 04 de Octubre de 2011.

La segunda repetición del experimento con tomate Bola se realizó el 17 de Octubre de 2011.

La tercera repetición del experimento con tomate Cherry se realizó el 03 de Noviembre de 2011.

3.2. Selección de la materia prima

La materia prima se seleccionó realizando un muestreo en el mercado de abastos que se encuentra localizada en la ciudad de Saltillo, Coahuila, México. Con la finalidad de obtener una muestra homogénea obteniendo los tomates de buena calidad (tamaño, color, grado de madurez entre otras).

Los tomates que se adquirieron son Bola, Saladette y Cherry (*Solanum lycopersicum*) la cantidad que se compraron fueron 25 por tratamientos el cual en total fueron 75 tomates.

Se utilizaron tres tratamientos que son los siguientes:

- \ominus Agua
- 1 mg/L^{-1} de Na_2SeO_3
- 2 mg/L^{-1} de Na_2SeO_3

Aplicándose por medio de sumersión 40 tomates en cada tratamiento por 10 minutos en una bandeja de plástico.

Las cantidades de Selenito de Sodio (Na_2SeO_3) utilizados para la elaboración de las soluciones son los siguientes:

$$\text{Na}_2 = 22.9898 \times 2 = 45.9796$$

$$\text{Se} = 78.96 = 78.96$$

$$\text{O}_3 = 15.9994 \times 3 = \underline{47.9982}$$

$$172.9378 \text{ g} = 1 \text{ Molar}$$

$$172.9378 \text{ g Na}_2\text{SeO}_3 = 1 \text{ litro} = 1 \text{ Molar}$$

$$172937.8 \text{ mg/litro Na}_2\text{SeO}_3$$

$$78.96 \text{ g} = 78960 \text{ mg Se} - 1 \text{ litro} = 78960 \text{ Se mg/L}^{-1}$$

$$172.9378 \text{ g Na}_2\text{SeO}_3 \text{ ----- } 78.96 \text{ g Se}$$

$$172937.8 \text{ mg Na}_2\text{SeO}_3 \text{ ----- } 78960 \text{ mg Se}$$

$$X \text{ ----- } 1 \text{ mg Se}$$

$$X = \mathbf{2.19 \text{ mg Na}_2\text{SeO}_3 / \text{ litro de solución} = 1 \text{ mg/L}^{-1}}$$

Por lo tanto se utilizaron 4 litros de agua por cada tratamiento el cual se utilizaron las siguientes cantidades:

- $1 \text{ mg/L}^{-1} = 8.76 \text{ de Na}_2\text{SeO}_3$
- $2 \text{ mg/L}^{-1} = 17.52 \text{ de Na}_2\text{SeO}_3$
- Agua

3.3. Preparación del material

Se llevó a cabo el pesado del selenito de sodio (Na_2SeO_3) con el respectivo peso a utilizar para después hacer las disoluciones.

Se disolvió en 2 litros de agua para después agregar la solución en un matraz de aforación y agregar los 2 litros restantes, este mismo procedimiento se realizó con el siguiente tratamiento, en las 3 repeticiones que se realizaron.

Teniendo los tratamiento se sometieron a sumersión los 25 tomates durante 10 minutos, transcurrido los minutos se sacaron y se llevaron a un cuarto el cual se sacaban cuatro tomates cada dos días para realizarles sus respectivos análisis el cual fueron: Bx, pH, % Peso Seco.

Todo esto llevando un registro de temperaturas con un termómetro de máximas y mínimas.

Sin embargo para observar los cambios sufrido en el tomate se realizo un análisis antes con una muestra preliminar tomando cuatro tomates.

3.4. Materiales y Equipos

Para que se realizara el presente trabajo se utilizó el siguiente material:

- Tomate bola, saladette y cherry (*Solanum lycopersicum*)
- Bandejas de plástico
- Vasos de plásticos
- Vasos de precipitado
- Charolas de plástico
- Papel aluminio
- Matraz de aforación
- Pissetas
- Cinta
- Cuchillos
- Tabla
- Mortero
- Hilera de unicel

Equipos utilizados fueron:

- Estufa de secado ROBERTSHAW IS-360
- Termómetro de Max min EXTECH 445702
- Bascula gravimétrica ADN HR-200
- Bascula analítica OHAUS Scout Pro SP202
- Refractómetro ATAGO N 1E Brix 0~32%
- Potenciómetro HANNA H198106
- Penetrómetro FT-327
- Refrigerador

3.5. Evaluaciones

Se llevaron a cabo los experimentos los cuales se utilizaron las mismas proporciones de Selenito de sodio (Na_2SeO_3) para las repeticiones que se realizaron, en los diferentes tipos de tomates.

Experimento 1

Cuadro 9. Tratamientos aplicados y parámetros evaluados en tomate Saladette.

Tratamiento	Parámetros evaluados
Agua destilada	Bx, pH, % Peso seco
1 mg/L ⁻¹	Bx, pH, % Peso seco
2 mg/L ⁻¹	Bx, pH, % Peso seco

Cuadro 10. Para el experimento dos se aplicaron los mismos tratamientos y se evaluaron los mismos parámetros, utilizando tomate Bola.

Tratamiento	Parámetros evaluados
Agua destilada	Bx, pH, % Peso seco
1 mg/L ⁻¹	Bx, pH, % Peso seco
2 mg/L ⁻¹	Bx, pH, % Peso seco

Cuadro 11. Para el experimento dos se aplicaron los mismos tratamientos y se evaluaron los mismos parámetros, utilizando tomate Cherry.

Tratamiento	Parámetros evaluados
Agua destilada	Bx, pH, % Peso seco
1 mg/L ⁻¹	Bx, pH, % Peso seco
2 mg/L ⁻¹	Bx, pH, % Peso seco

3.6. Metodología

Para la aplicación de Selenio como Selenito de Sodio en tomate (*Solanum lycopersicum*) después del corte.

A cada uno de estos tipos de frutos se le aplicaron tres tratamientos, los cuales consistieron en la inmersión por 10 minutos de los frutos en agua destilada como testigo y como tratamiento soluciones de 10 y 20 mg/L⁻¹ de Selenio, tras lo cual, una vez transcurrido en periodos de dos días que corresponden al tiempo de respuesta se realizaron las pruebas de Grados Brix, pH, Peso Seco.

1. Obtener los tomates del centro comercial con una madurez no muy avanzada.
2. Se analizaron cuatro tomates como muestra preliminar obteniendo el peso fresco de cada uno, se procedió a analizar °Bx, pH, % Peso seco y verificar con el penetrómetro la dureza del fruto.
3. Se seleccionó un lote homogéneo de 25 tomates por cada tratamiento a utilizar.
4. Se peso cada tomate del lote seleccionado antes de la sumersión.
5. Se inició sumergiendo 25 tomates en el primer tratamiento que es agua destilada el cual se deja hasta que transcurrieran 10 minutos, posteriormente se retiran.
6. Se sumergieron otros 25 tomates en el segundo tratamiento que fue 1 mg/L⁻¹ se dejan sumergidos por 10 minutos, posteriormente se retiran.
7. Se sumergieron otros 25 tomates en el tercer tratamiento que fue 2 mg/L⁻¹ se dejan que transcurra 10 minutos, y se retiran.
8. Se almacenaron los tres lotes de tomates y se toma las temperaturas máximas y mínimas.
9. Se analizaron cada dos días se sacado de 3 a 4 muestras para llevar a cabo el análisis de °Bx, pH, % Peso seco así como p eso fresco.

Este mismo procedimiento se utilizó para los diferentes experimentos que se evaluaron.

3.7. Variables evaluadas

- **Peso fresco del fruto**

Se pesaron los frutos de tomate antes de la sumersión en los tratamientos, así como también se pesó cada segundo día con una balanza analítica, con el objeto de determinar la pérdida de peso con relación al tiempo para obtener un porcentaje ponderado.

- **Evaluación de Firmeza**

La firmeza de una fruta es el nivel de madurez el cual va en aumento las sustancias responsables de la dureza de los frutos (pectinas, celulosa, hemicelulosa, lignina, proteínas, cationes, entre otros), en este presente trabajo se realizó la evaluación de firmeza en una hortaliza (tomate) donde el punto de madurez en la que se obtuvo fue muy bajo, es decir, que se seleccionaron tomates semi-verdes.

Para la evaluación se utilizó un penetrómetro manual con una puntilla número ocho, el cual se realizó un corte con la cuchilla en la superficie del tomate donde se penetra el equipo y se tomó la lectura, esto se llevó a cabo en las muestras preliminar de cada experimento que se realizó.

- **Sólidos solubles (°Bx)**

Los grados Brix sirven para determinar la cantidad de sólidos solubles, procedentes del tomate. Para realizar la evaluación se utilizó el refractómetro el cual se colocó una gota de la muestra molida (tomate), se observó por el ocular la escala el cual marco, este proceso se realizó en todas las muestras de los experimentos.

- **Evaluación del pH**

El pH (potencial de hidrógeno) es una medida de la acidez o alcalinidad de una disolución. En este caso se evaluó una hortaliza el cual se llevó a cabo con el potenciómetro manual, para poder utilizarlo primero se calibró con Buffer pH 4 (Biftalatos), y se sumergió en el jugo de tomate, se llevó a cabo la lectura.

- **% Peso Seco**

Es el contenido de un alimento una vez eliminada el agua, se presentan en los resultados como Materia Seca Parcial (MPS). En cada muestra que se evaluó se sometía a secado en una estufa de 55-60°C , para ello el tomate se cortaba en rodajas y se colocaba en aluminio previamente pesado, transcurrido el tiempo se sacaba el cual se pesaba nuevamente se toma los datos el cual se sustituye en una fórmula para obtener los resultados.

- **Evaluación de Humedad**

La humedad nos indica la cantidad de agua que se encuentra presente en los alimentos, en el presente trabajo se utilizó tomate rojo. Para la evaluación de la humedad la muestra debe estar plenamente seca el cual se realiza después de secado, y se aplica la formula.

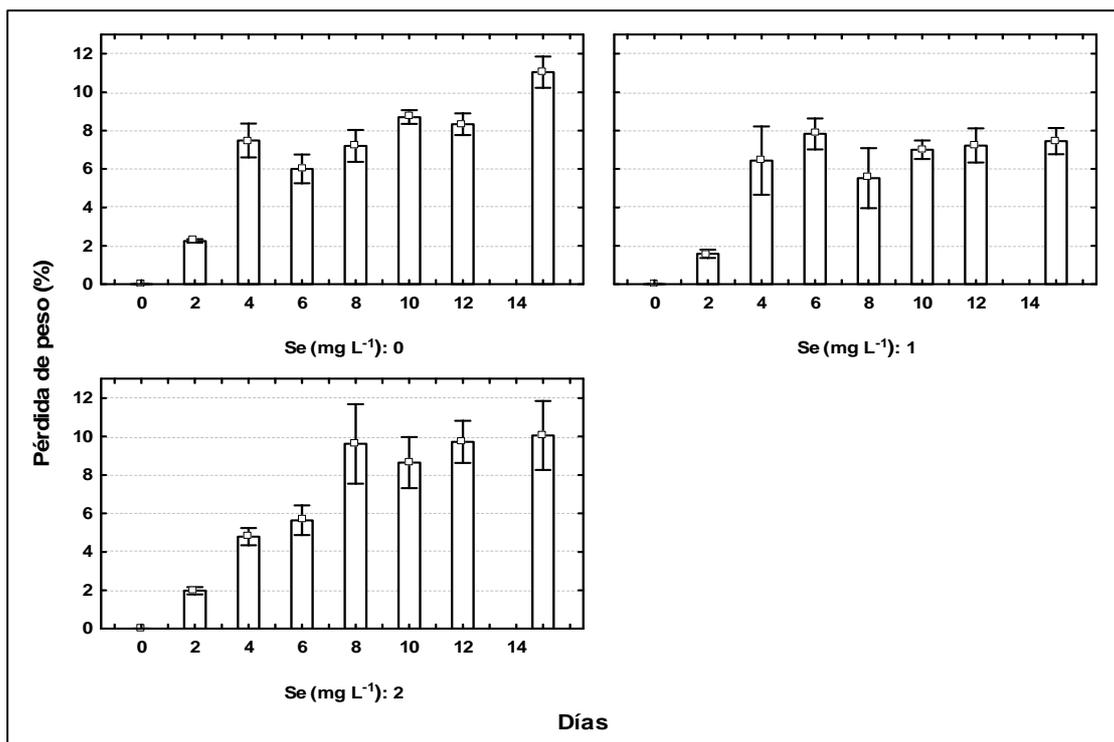
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variable evaluada: Pérdida de peso (%)

Experimento 1 Tomate Saladette

En este primer experimento se analizó el tomate variedad Saladette, primeramente se pesaron antes de someterse a la sumersión con Selenio en forma de selenito de sodio, (Na_2SeO_3) en los diferentes tratamientos y después, cada dos días, esto con el fin de llevar un control del comportamiento de la vida de pos cosecha de los frutos. Con ello se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 3. Pérdida de peso en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate Saladette.



En el testigo se muestra que el fruto de tomate, fue perdiendo peso en el transcurso de los días, en los primeros días 1 y 2 se observa que fue mínima la pérdida, y a partir del día 4 hasta el día 15 el comportamiento fue aumentando. En lo que respecta a la temperatura esta se mantuvo de $27.2 \pm 21.7^{\circ}\text{C}$.

En cuanto al tratamiento de Se (mg L^{-1}):1 se observa que el fruto fue perdiendo peso paulatinamente con el transcurrir de los días, mostrando que al aplicar el selenito de sodio ayuda al fruto a conservarse por mas días, teniendo como resultados que del día 2 hasta el día 15 el porcentaje de pérdida de peso fue de 1.7 a 7.9. La temperatura en la que se mantuvieron fue $27.2 \pm 21.7^{\circ}\text{C}$.

Para el tratamiento Se (mg L^{-1}):2 se observa que los primeros 6 días se obtuvo una pérdida de peso significativo que fue aumentando conforme transcurrían los días de 2 a 5.8%. A partir de los días 8 al 15, mostraron un aumento 8.5 a 10%.

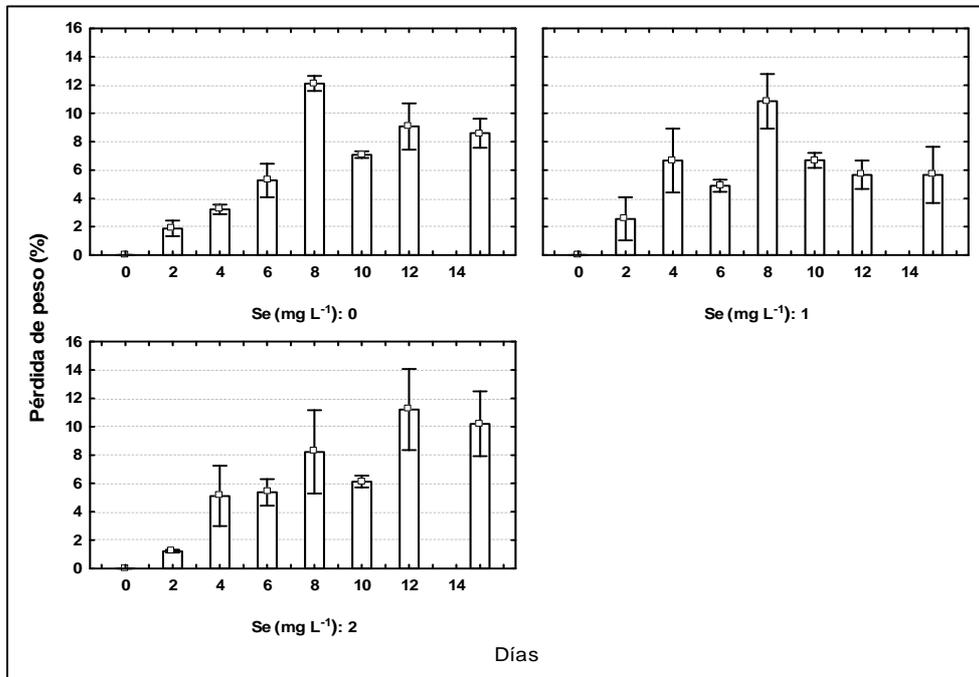
De acuerdo a los resultados del análisis de varianza (ANVA) que se muestra en la (figura 3), en los tres tratamientos, nos indican que el tratamiento Se (mg L^{-1}):1 de la variedad Saladette mantienen su peso fresco durante los 15 días, indicando que al aplicar esta cantidad de Selenito de Sodio el fruto no tiene pérdida de peso significativo.

Experimento 2 Tomate bola

En el segundo experimento se analizó con tomate Bola, en el cual se pesaron antes de someterse a la sumersión en los diferentes tratamientos y después de transcurrido el tiempo en el segundo día, con el propósito de llevar un control del comportamiento de la vida de pos cosecha de los frutos.

Para ello se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 4. Pérdida de peso en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate Bola.



Como se puede observar en la figura 4 el primer tratamiento que corresponde al testigo (agua destilada), mostró pérdida de peso no significativo en los primeros 6 días, en el día 8 tuvo un ascenso de 12.2 %, y los días restantes la pérdida de peso fue 8 a 9 %, esto nos indica que en algunos tomates no tienen la capacidad de mantenerse en fresco debido a las altas y bajas temperaturas en este caso oscilo de 27.2°C a 19.6°C.

En el tratamiento Se (mg L⁻¹): 1 , el fruto observó que no hay pérdida de peso significativo ya que oscila de 2.5 a 7% durante los días transcurridos, excepto el día 8 donde los frutos analizados no mostraron la misma capacidad que los demás ya que tuvieron una pérdida de peso de 11 %.

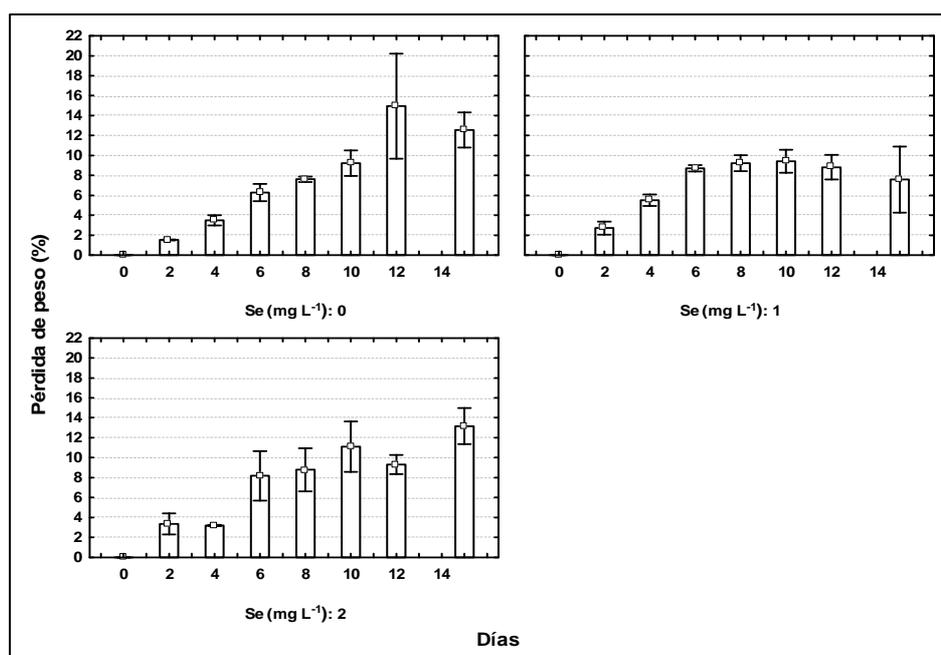
En el tratamiento Se (mg L^{-1}): 2, mostraron como resultados que le día 2 la pérdida de peso fue mínima, los días 4 hasta el 8, la pérdida que se mostró fue de 5 a 8 %, y los días restantes tuvieron un comportamiento de una pérdida de peso mayor.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza (ANVA) que se observan (figura 4), los resultados obtenidos en el tomate bola aplicando los tres tratamientos, en donde la pérdida de peso fue mínima es la del tratamiento de Se (mg L^{-1}): 1 en comparación con los demás tratamientos, este mostró que el tomate bola tiende a conservar su peso en fresco. En cuanto a los demás tratamientos tuvieron pérdidas de peso significativo.

Experimento 3 Tomate Cherry

En el tercer experimento se analizó el tomate Cherry, en el cual se pesaron los frutos antes de someterse a la sumersión en los diferentes tratamientos y después con en el transcurso de dos días, esto para llevar un control del comportamiento de la vida de pos cosecha del tomate. Para ello se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 5. Pérdida de peso en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate Cherry.



Como se aprecia en la figura 5 en el primer tratamiento testigo (agua destilada) los resultados del tomate Cherry mostraron que durante el transcurso de los días los frutos van perdiendo su peso significativamente en forma lineal ascendente.

En el segundo tratamiento Se (mg L^{-1}): 1 , el comportamiento en los diferentes días se observan comportamientos en forma ascendente y posteriormente se mantienen por un periodo de 4 días, para después perder peso, mostrando en el día 10 una pérdida de peso de 8.5 %.

En el tercer tratamiento Se (mg L^{-1}): 2, se observa que en el día 2 y 4 los frutos analizados presentaron una pérdida de peso de 5 a 5.5 %, a partir del día 6 al 15 la pérdida de peso fue en aumento. De acuerdo a los resultados del análisis de varianza (ANVA) que se observan (figura 6), el tratamiento de Se (mg L^{-1}): 1, los tomates Cherry tienden a mantener su peso en fresco, el cual nos indica que la aplicación con esta cantidad de selenito es aceptable por el fruto.

Los resultados de los 3 experimentos realizados, en los cuales se analizó la pérdida de peso en las diferentes variedades: Saladette, Bola y Cherry.

Se observó efecto adverso en pérdida de peso de fruto por la aplicación de alta cantidad de Selenito de Sodio, así como también al no aplicar ningún tratamiento se pudo observar que también sufrió pérdida de peso en todo el estudio pos cosecha. Sin embargo se puede observar que en el tomate Saladette, Bola y Cherry en el tratamiento Se (mg L^{-1}):1, este elemento prolongo la vida de anaquel de los frutos, y por ende la pérdida de peso fue mínima en comparación de los otros tratamientos evaluados. Villarreal *et al.* (1999) reportaron valores de 5-7% de pérdida de peso, en un híbrido de tomate bola. De acuerdo al autor mencionado se observó que el porcentaje de pérdida de peso en el tratamiento de Se (mg L^{-1}):1, en el experimento 2 utilizando tomate bola se encuentra en este rango de 2-7%, seguido del tomate Cherry de 2-9% y finalizando con el tomate Saladette de 2-8%.

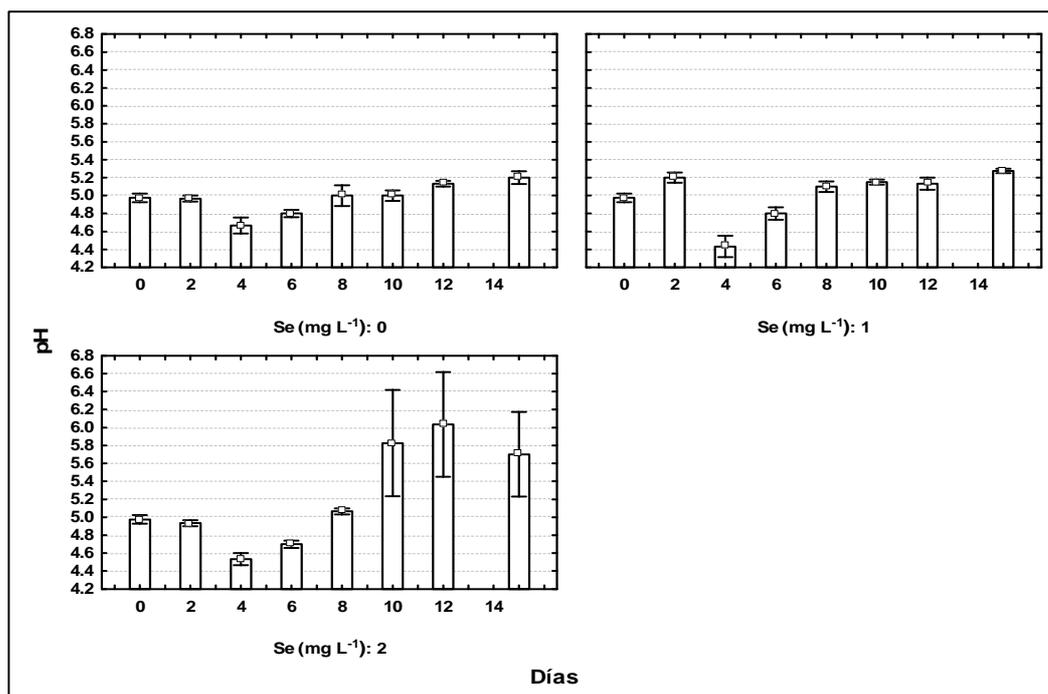
Y para los tratamientos Se (mg L^{-1}):1 y el testigo la pérdida de peso fue mayor en los tres experimentos realizados. Thompson *et al* (1999) encontró que la pérdida de peso máxima (peso fresco) en tomates es de 4 g y la razón principal es el encogimiento.

4.2. Variable evaluada: pH

Experimento 1 tomate Saladette

Se llevó a cabo la siguiente evaluación que se realizó en el fruto de tomate en los diferentes tratamientos.

Figura 6. pH en el fruto. Promedio \pm error estándar. Tomate Saladette.



Como se observa en la figura 6 el pH de los frutos de tomate en el tratamiento testigo no fue muy significativo teniendo resultados uniformes, debido que los tomates no sufrieron muchos cambios y se mantuvieron en un rango 4.8 a 6.2 durante el transcurso de los días.

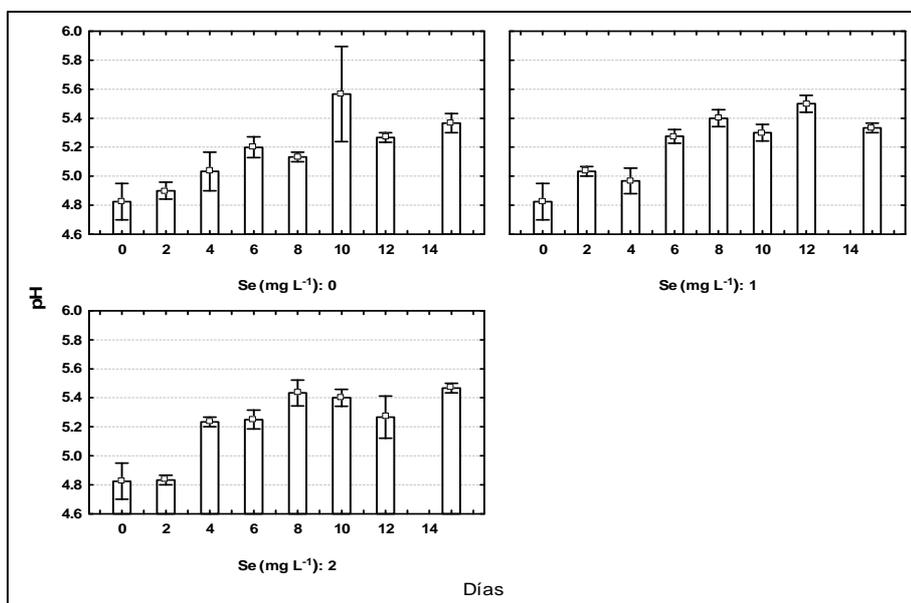
En el tratamiento Se (mg L^{-1}):1, se muestra que en los resultados no hubo variación significativamente ya que los tomates se encuentran con un pH de 4.8 a 5.2 en los 15 días, con excepción del día 4 los tomates analizados obtuvieron un pH de 4.4. En el tratamiento Se (mg L^{-1}): 2 , se observa que en el día 2 se registró un pH de 5, para el día 4 bajo a 4.5, y a partir del día 8 al 15 días fue aumentado significativamente de 5 a 6.

En los resultados obtenidos de los tres tratamientos los que mantuvieron un rango de pH similares fueron el testigo y Se (mg L^{-1}): 1, durante el transcurso de los días, de acuerdo a Solís (1999), en la que evaluó diferentes variedades de tomates, encontrando un rango de 4.2 a 7.7, el pH del tomate Saladette oscila de 4.8-6.8 de pH. Sin embargo en el tratamiento Se (mg L^{-1}): 2, los primeros 6 días oscilaron entre este rango y como fueron transcurriendo los días aumentaba significativamente.

Experimento 2 Tomate bola

En este segundo experimento se evaluó tomate bola, en tres tratamientos.

Figura 7. pH en el fruto. Promedio \pm error estándar. Tomate Bola.



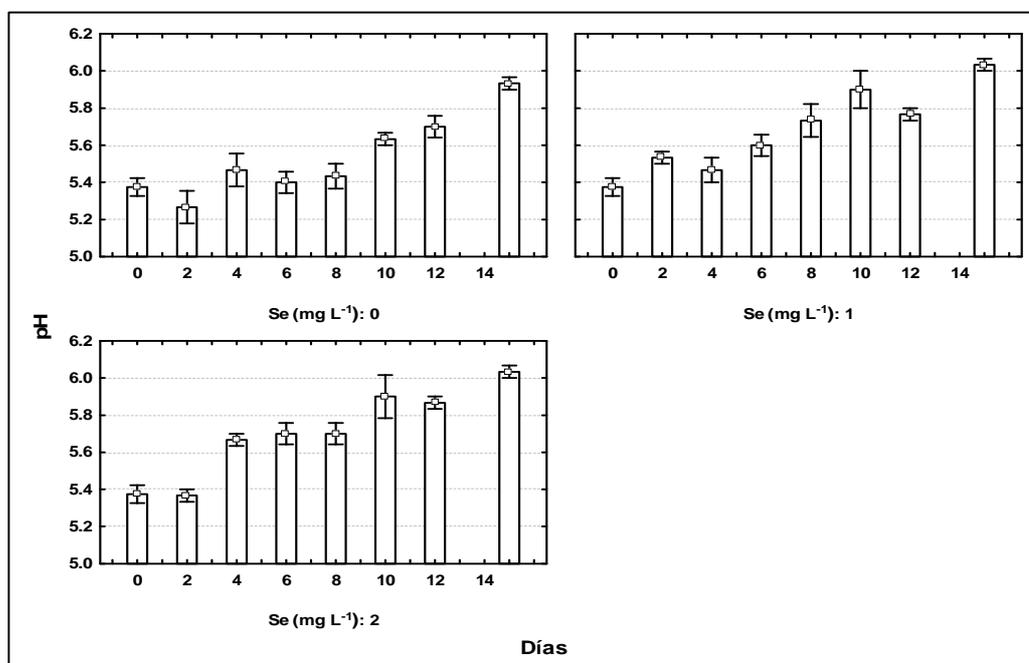
Como se muestra en la figura 7 el tratamiento testigo el pH de los tomates cambiaron mínimamente de acuerdo al transcurso de los días obteniendo un rango de 4.8 a 5.2, en el día 10 el pH se elevó a 5.6, y los últimos días disminuyeron. En el tratamiento Se (mg L^{-1}):1 y Se (mg L^{-1}): 2, se observó que los frutos de acuerdo al transcurso de los días aumentaron el pH significativamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los tres tratamientos el pH de los frutos fue avanzando de acuerdo al transcurso de los días, manteniendo un rango de 4.8 a 5.5 lo cual indica que a un pH menor, según la literatura anteriormente mencionada el pH del tomate bola oscila de 5.5 y 6.5.

Experimento 3 Tomate Cherry

En este tercer experimento se evaluó el pH del tomate Cherry, en los tres diferentes tratamientos.

Figura 8. pH en el fruto. Promedio \pm error estándar. Tomate Cherry.



De acuerdo a la figura 8 los resultados en el primer tratamiento (testigo) el pH de los frutos fueron aumentando de acuerdo al transcurso de los días, iniciando con un pH de 5.3 hasta 5.9, mostrando datos significativos en los frutos Cherry. En el tratamiento Se (mg L⁻¹): 1, mostró un elevado pH al inicio con 5.4 y finalizando los 15 días un pH de 6.0. En el tratamiento Se (mg L⁻¹): 2, los primeros 2 días mantuvieron el pH a partir del día 4 fue aumentando significativamente.

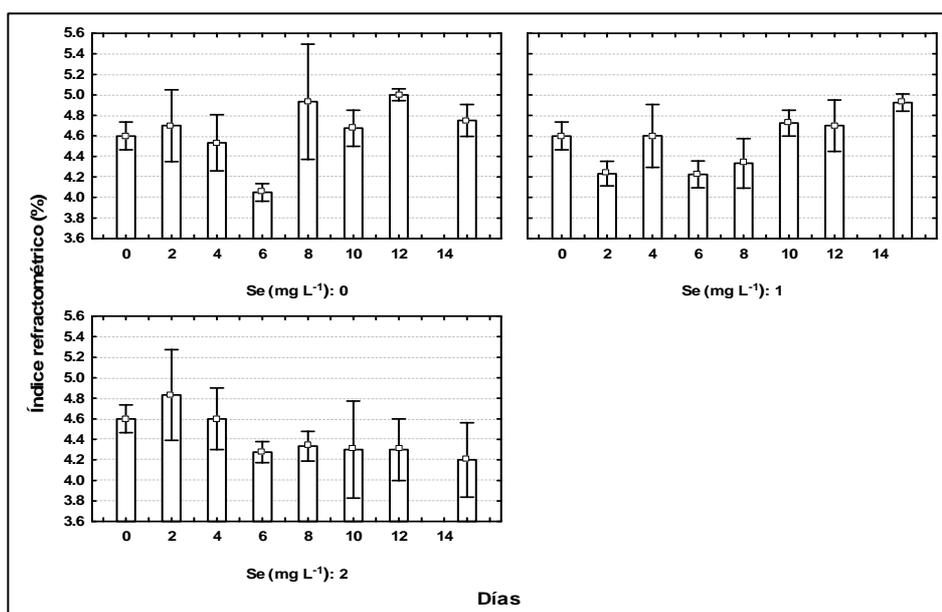
De acuerdo a los resultados obtenidos del tomate Cherry en los tratamientos se observa que al aplicar mayor cantidad de Selenito de Sodio el pH aumenta significativamente, según (Fuente: www.actividadesrurales.com) el tomate Cherry en fresco tiene un rango de pH 4.2 y 4.4, en el testigo se observó un valor más alto debido a que el tomate Cherry fue sometido a agua destilada durante 10 minutos, y los tratamientos Se (mg L⁻¹): 1 y Se (mg L⁻¹): 2 aumentó aun más el pH debido que al aplicar selenito de sodio modificó esta variable en los frutos.

4.3. Variable evaluada: °Brix

Experimento 1 Tomate Saladette

Se analizaron los grados Brix en el tomate Saladette en los tres tratamientos.

Figura 9. Índice refractométrico en el fruto (%). Promedio ± error estándar. Tomate Saladette.



Como se observa en la figura 9 los frutos que se sometieron al tratamiento testigo se observó que los frutos de tomate en los primeros 4 días iniciaron con un porcentaje de sólidos solubles altos de 4.5 a 4.7, en el día 6 los tomates disminuyeron a 4.0, y a partir del día 8 al 15 aumentaron. En el tratamiento Se (mg L^{-1}):1, los tomates del día 2, 6 y 8 mantuvieron el mismo porcentaje de sólidos solubles de 4.2 a 4.3, mientras que el resto de los días aumentaron de 4.6 a 4.9.

En el tratamiento Se (mg L^{-1}): 2, los frutos se mostraron con sólidos solubles altos los primeros días y con el transcurso de los días disminuyó con cantidades de 4.8 a 4.2, indicando que los tomates son alterados debido a la concentración del selenito de sodio.

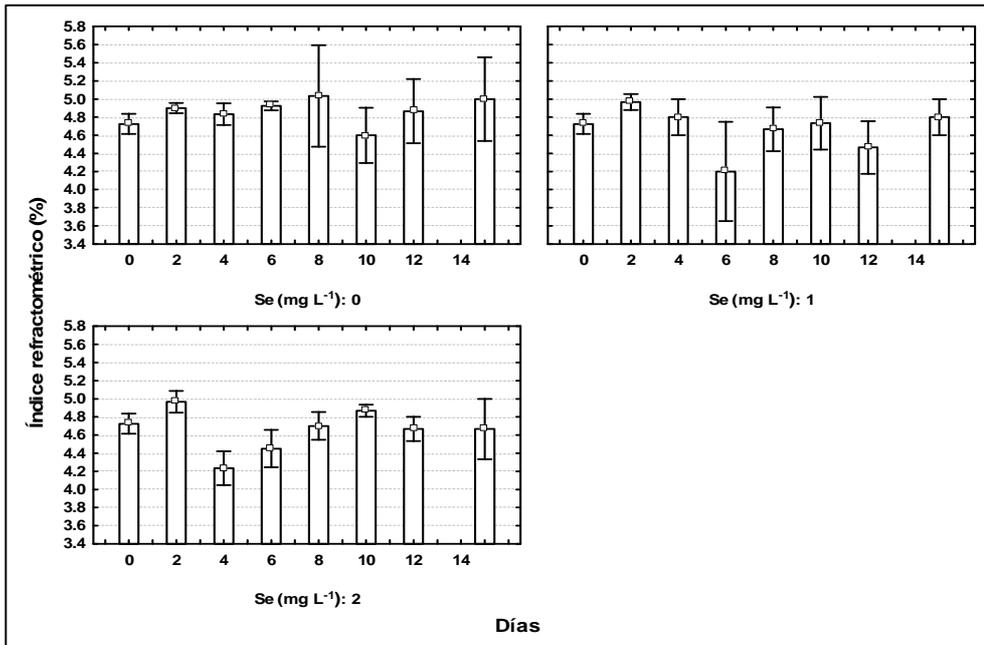
De acuerdo a los resultados obtenidos de los tratamientos en el testigo y Se (mg L^{-1}): 1, los frutos tuvieron un comportamiento similar dentro de un rango de 4.1 a 5 % de sólidos solubles. Souty y Andre (1975) mencionan que durante la maduración el aumento de dulzor es debido a la liberación de azúcares simples de almidón, esto indica que los sólidos solubles van aumentando, sin embargo en este análisis los frutos iniciaron con un aumento significativo en algunos tomates pero para otros disminuyeron en el transcurso de los días evaluados y el tratamiento de Se (mg L^{-1}): 2, de 4.8 a 4.2%, fue disminuyendo significativamente, debido a la alta concentración de selenito de sodio.

Los azúcares constituyen la mayoría de los sólidos solubles en las variedades comerciales de tomate, con valores de 1.5 a 4.5% del peso fresco.

Experimento 2 Tomate bola

Se analizaron los grados Brix en el tomate Bola en los tres tratamientos.

Figura 10. Índice refractométrico en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate Bola.



Como se muestra en la figura 10, en los frutos del testigo se observó que los resultados de sólidos solubles son muy uniformes, esto indica que se mantienen entre el rango de 4.6 a 5 %.

Es decir que los frutos de tomate bola no sufrieron ningún cambio durante los 15 días.

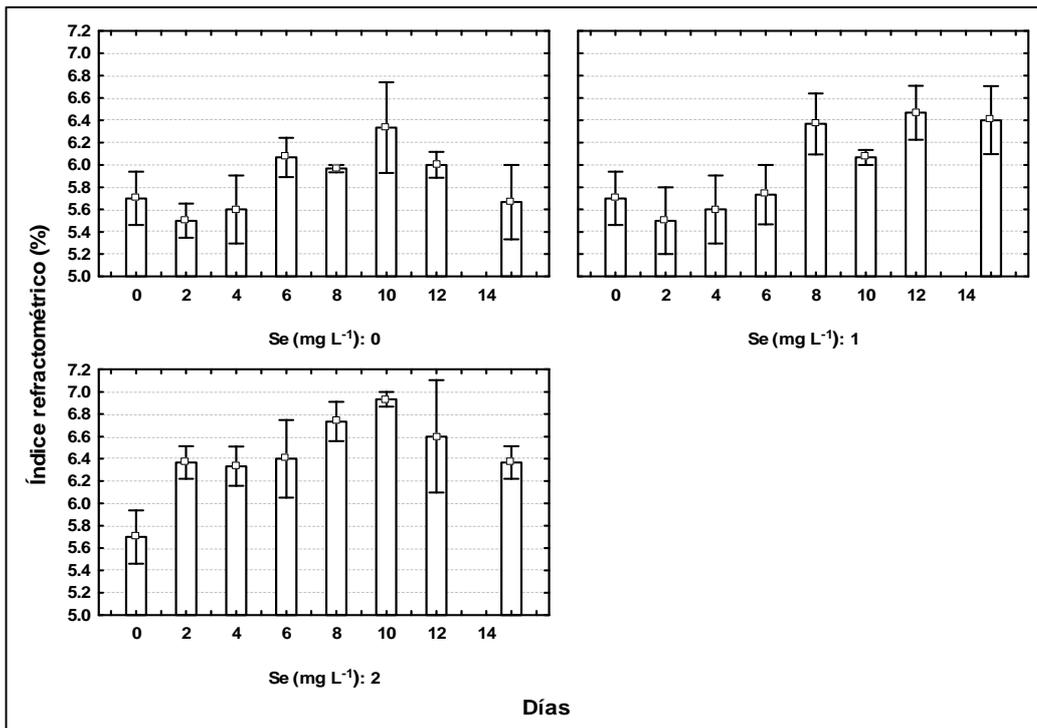
Los tratamientos de Se (mg L⁻¹): 1, de los frutos mostraron un comportamiento alto de 4.7 a 5.0% sólidos solubles los primeros 4 días, el sexto día los frutos que se analizaron tuvieron un porcentaje menor de 4.2% y de los días 8 al 15 los frutos oscilaron de 4.5 a 4.8%.

En el tratamiento Se (mg L⁻¹):2, los frutos tuvieron un comportamiento en los primeros días mayor, en el día 4 disminuyó y el resto de los días fue en aumento significativamente

Experimento 3 Tomate Cherry

Se analizaron los grados Brix en el tomate Cherry en los tres tratamientos.

Figura 11. Índice refractométrico en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate Cherry.



De acuerdo a los resultados observados en la figura 11 el tratamiento testigo se observó que en los primeros días los frutos obtuvieron un porcentaje de sólidos solubles 5.5 hasta obtener un porcentaje de 6.3 el transcurso de los días, presentó un aumento en la cantidad de sólidos solubles, debido al grado de madurez del fruto.

En el tratamiento de Se (mg L⁻¹):1, en los días 2 al 6 el porcentaje de sólidos solubles fue de 5.3 a 6.4, sin embargo a partir del día 8 al 15 presentaron un aumento significativo.

En el tratamiento Se (mg L^{-1}): 2, el fruto de tomate mostró un elevado porcentaje de sólidos solubles, indicando que la mayor cantidad de selenito de sodio tiende a aumentar los sólidos solubles en los tomates Cherry.

Souny y Andre (1975) mencionan que durante la maduración el aumento de dulzor es debido a la maduración de azúcares simples de almidón y de otros carbohidratos de reserva y una disminución de los ácidos orgánicos por su participación en los procesos respiratorios. Debido a esto se da el incremento del porcentaje de sólidos solubles con respecto al tiempo de almacenamiento y cuando descienden es posiblemente porque las reservas se agotan.

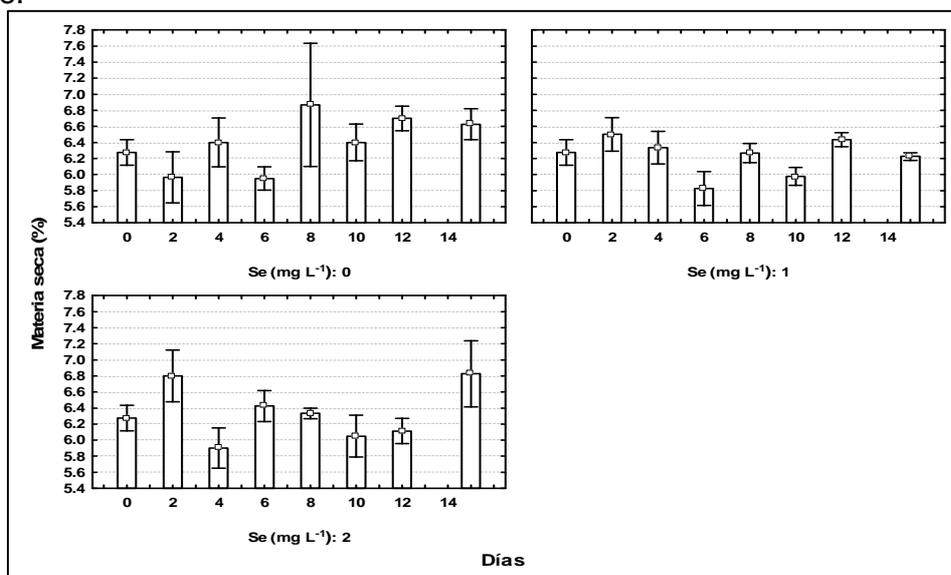
Según los resultados obtenidos mostraron que en los tres tratamientos en el que se sometieron los tomates se observó que el tratamiento de Se (mg L^{-1}):2, de selenito de sodio el comportamiento de los tomates cherry aumentó significativamente debido a las altas concentraciones de selenito de sodio.

4.4. Variable evaluada: materia seca en el fruto (%)

Experimento 1 Tomate Saladette

Se llevó a cabo el siguiente análisis en tomate Saladette con los tres tratamientos.

Figura 12. Materias seca en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate saladette.

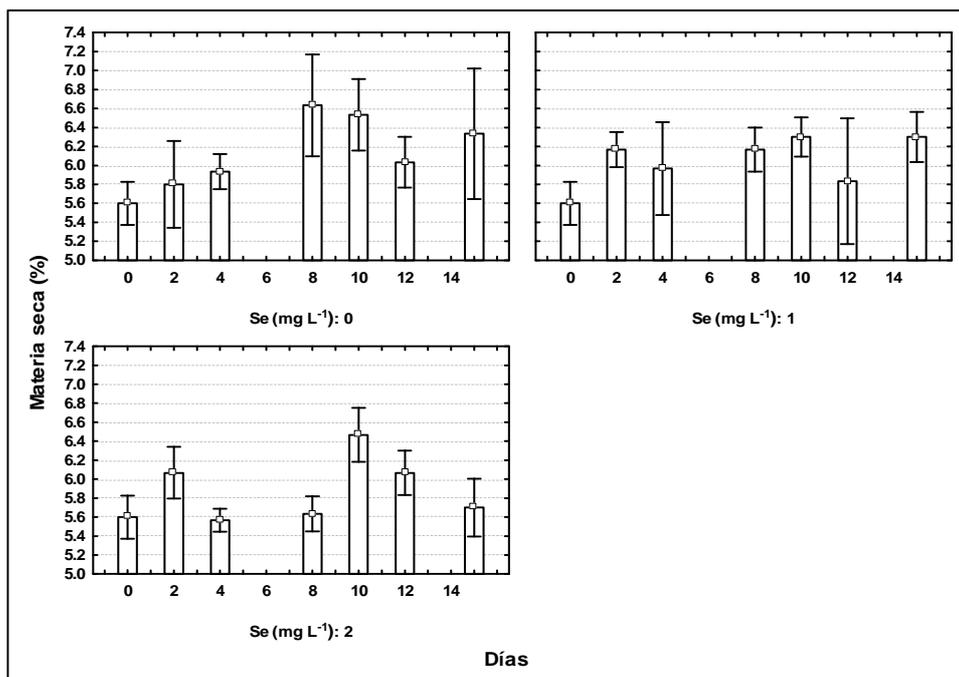


En el tratamiento testigo, los frutos que se evaluaron en el transcurso de los días permanecieron en un rango de 6.2 a 6.8, con excepción de los días 2 y 6 cuyo porcentaje de materia seca fue de 6. Esto significa que la mayor parte de los días los frutos tienden a perder humedad, indicando mayor cantidad de materia seca. El siguiente tratamiento Se (mg L^{-1}):1, mostró una mínima cantidad de materia seca, ya que los frutos de tomate fueron tratados con una cantidad mínima de selenito de sodio, se conservó la humedad al transcurso de los días. En el último tratamiento de Se (mg L^{-1}):2, en algunos frutos sufrieron cambios mientras que en otros no. Los tomates del día 2 y el 15 tuvieron un porcentaje de 6.8 de materia seca, mientras que el resto de los días los tomates se encuentran en el rango 5.8-6.4 lo cual significa que al aplicar mayor cantidad de selenito de sodio algunos tomates se conservan más que otros.

Experimento 2 Tomate bola

Se llevó a cabo el siguiente análisis de materia seca en tomate Bola con los tres tratamientos aplicados.

Figura 13. Materias seca en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate Bola.



Los tomates con tratamiento testigo los primeros cuatro días obtuvieron un porcentaje de materia seca mínimas, es decir que mantuvieron la humedad. Mientras que el resto de los días aumentó teniendo un porcentaje de 6.0-6.8 %, el cual disminuyó la humedad en los tomates evaluados.

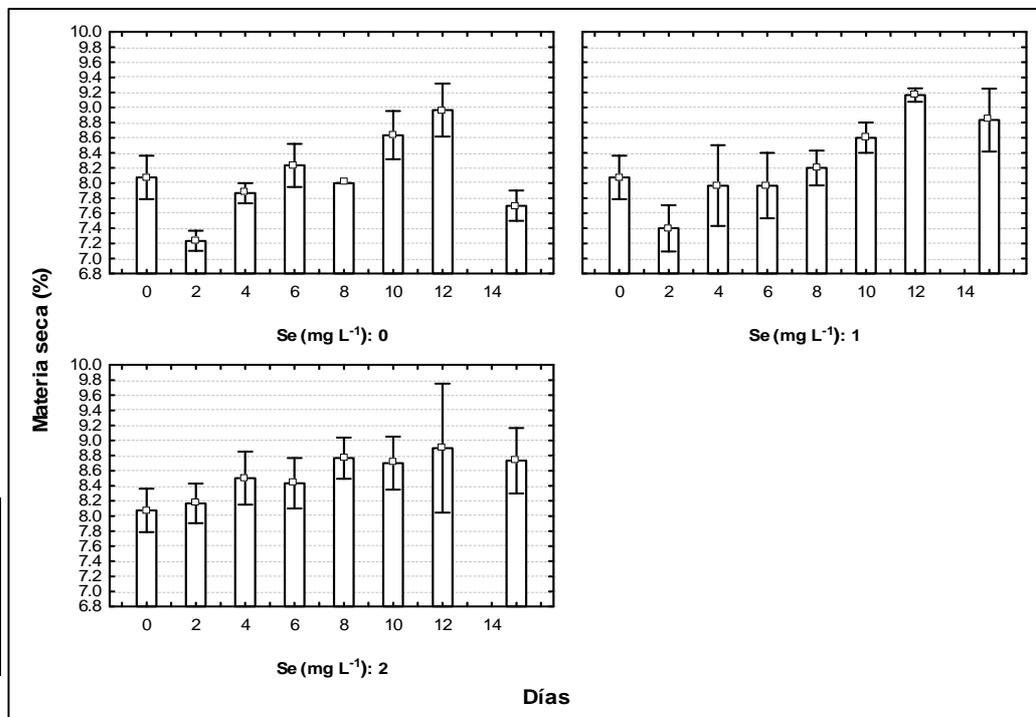
Los tomates con tratamiento de Se (mg L^{-1}):1 inicio con un 5.6 % de materia seca, en base al transcurso de los día los frutos fueron perdiendo humedad y conservaron la materia seca teniendo como resultados un 5.8 – 6.3 %.

En el tratamiento de Se (mg L^{-1}):2 los tomates que se analizaron en los días 1,2 y 15 el porcentaje de materia seca se mantuvo mínimo de 5.6-5.7 % mientras que el resto de los días aumentó de 6.0 a 6.7%.

Experimento 3 Tomate Cherry

Se llevó a cabo el siguiente análisis de materia seca en tomate Cherry con los tres tratamientos aplicados.

Figura 14. Materias seca en el fruto (%). Promedio \pm error estándar. Tomate cherry.



De acuerdo a la figura 14 para el tratamiento testigo los frutos que se analizaron en el día 2 un porcentaje mínimo fue de 7.2 de materia seca, en cuanto al resto de los días los frutos de tomate mostraron un porcentaje aún más alto con un rango de 7.6 a 9.0 %, esto indicando que los frutos de tomate disminuyeron mucho en humedad.

Los tomates con el tratamiento de Se (mg L^{-1}):1, aumentaron significativamente el porcentaje de materia seca con el transcurso de los días, mostraron un rango de 7.4 a 9.2 %.

Y para el tratamiento de Se (mg L^{-1}):2, todos los frutos que se analizaron presentaron un porcentaje de materia seca mayor debido a la concentración de selenito de sodio, no conservó la humedad y aumentó la materia seca esto significa que para el tomate Cherry al aplicar selenito de sodio en 2 mg L^{-1} tiende a conservar el porcentaje de materia seca.

El porcentaje de materia seca varió en los diferentes experimentos el cual se sometió en los tres tratamientos, los cambios fueron heterogéneos en los frutos analizados. Literatura citada se menciona que el tomate cuenta con 6-8 % de materia seca (Fuente: www.multiequip.com), la cual con el tomate saladette se observó que disminuyó debido a que fueron sometidos a diferentes concentraciones, sin embargo a los tomates que se les aplicó Se (mg L^{-1}):2 son los que se aproximan con un porcentaje de 5.8-6.4% y el resto del tratamiento disminuyó.

En el tomate bola los resultados que se acercan a los datos de la literatura mencionada anteriormente (Fuente: www.multiequip.com) es el tratamiento Se (mg L^{-1}):2 donde los frutos analizados obtuvieron 6.0-6.8% de materia seca.

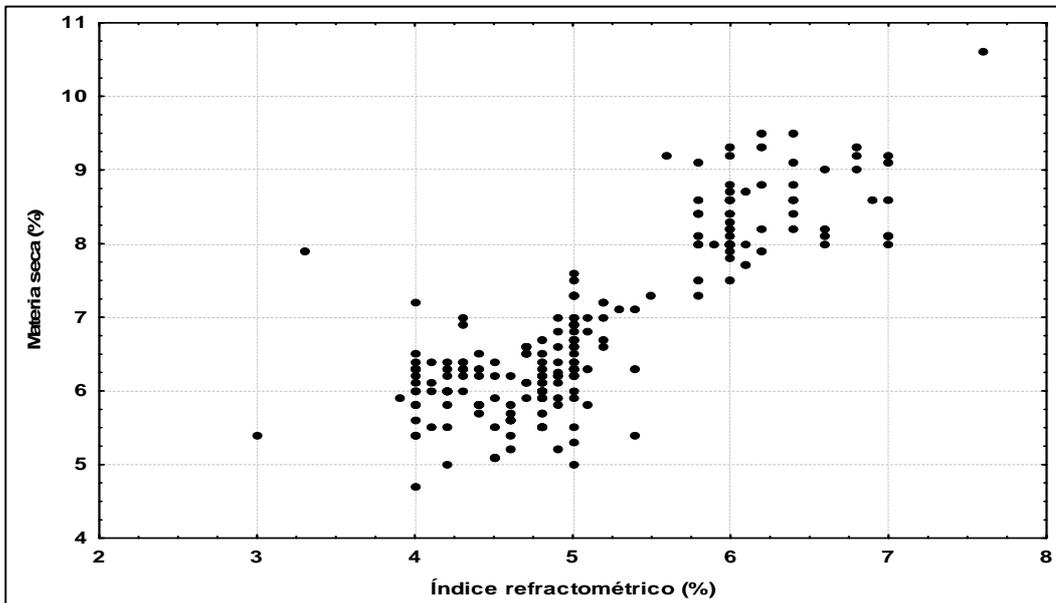
En el tomate cherry el rango de porcentaje de materia seca que presentó no concuerdan con los datos de la literatura (Fuente: www.multiequip.com) ya que presenta una materia seca, de 7.2 % a 9.2 % de materia seca.

4.5. Correlaciones

Cuadro 12. Correlaciones significativas $p < (0.050)$

	Pérdida de peso (%)	Índice refractométrico (%)	pH	Materia seca (%)
Pérdida de peso (%)	1.00	0.05	0.38	0.15
Índice refractométrico (%)	0.05	1.00	0.57	0.77
pH	0.38	0.57	1.00	0.62
Materia seca (%)	0.15	0.77	0.62	1.00

Figura 15. Correlación entre índice refractómetro y materia seca.

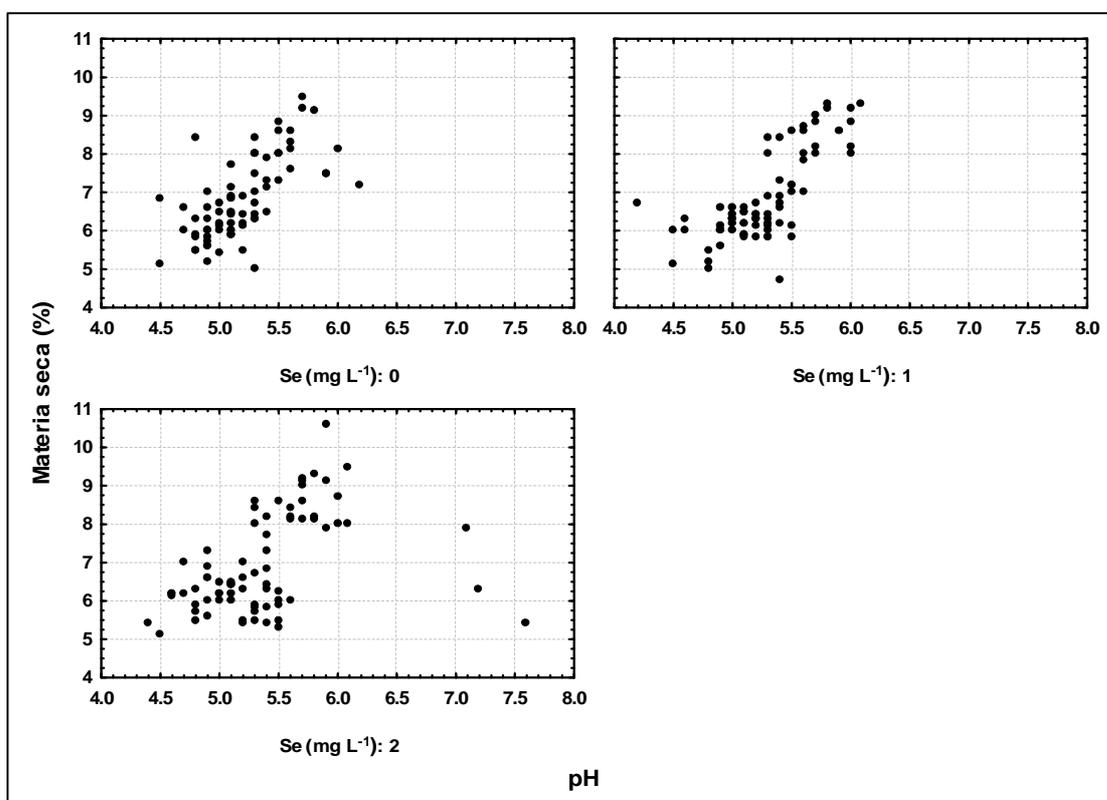


Con respecto a los valores de sólidos solubles, se tiene que existe una correlación significativa entre el contenido de materia seca y los sólidos solubles teniendo como resultados 0.77%.

Los sólidos solubles pueden aumentar debido a la degradación de los polímeros de frútanos en moléculas de azúcares simples, o a la mayor pérdida de agua en la composición general del fruto maduro.

En la mayor parte de las variedades de tomate se sitúan entre 4.5 y 5.3 ° Brix; el carácter varietal influye sobre el contenido de sólidos solubles, pero factores agronómicos, en especial, el clima durante el periodo de maduración y el riego, pueden modificar los ° Brix en frutos de una misma variedad entre 4 a 7 (Diez,1995).

Figura 16. Correlación entre pH y materia seca (%).



Los valores del pH obtenido en el fruto no se encuentran dentro del rango (3.7 a 4.6) señalado por Gould (1974). Los valores que se obtuvieron en este trabajo son similares a los encontrados por Solís (1999), en la que evaluó diferentes variedades de tomates, encontrando un rango de 4.2 a 7.7.

Se presentó una correlación $p < .050$ junto con el % de materia seca y el pH, obteniendo como resultado (0.62).

El contenido de ácidos orgánicos aumenta durante el desarrollo del fruto y se acumula, preferentemente, en los lóculos. Los principales ácidos orgánicos en el tomate son el cítrico, seguido del málico y en mayor cantidad el fórmico. Representando el 13% de la materia seca (Ho *et al.* 1999).

5. CONCLUSIONES

- ☑ Sé determinó el efecto de selenito de sodio aplicados en frutos de tres tipos de tomate sobre las variables de calidad poscosecha, obteniendo como mejor resultado la concentración de Se (mg L^{-1}):1 teniendo un mejor comportamiento, ya que presentaron mínima pérdida de peso durante los 15 días del experimento. Indicando que los tomates bola y saladette lograron mantener las variables de calidad, alargando la vida de anaquel.

- ☑ Se verificó que al sumergir los frutos de tomate en una solución de selenito de sodio modificó los valores de pH, teniendo como resultado que la concentración 1 mg L^{-1} de selenio y 2 mg L^{-1} de selenio, los tomates bola y saladette mostraron ligeramente un descenso de pH de 4.4 a 6.0 en comparación con el testigo que presentó 4.8 a 6.8, en cuanto a los sólidos solubles totales de igual manera los frutos mostraron resultados muy similares en comparación al testigo con valores de 4.0 a 5 %. A diferencia del Cherry en la concentración de 2 mg L^{-1} de selenio, ya que presentó un valor de 5.7 a 6.9 % en comparación del testigo que presentó 5.5 a 6.3 %.

6- LITERATURA CITADA

1. Acosta, José Roveiro. *et al.* 1997. Cartografía ultra detallada de suelos y Evaluación de tierras del Campo Experimental de la Universidad Nacional de Colombia (CEUNP) sede Palmira. En: Acta Agronómica. Vol. 47, No. 1 (enero marzo); p.23-34. ISSN 0120-2812.
2. Avendaño Aguilar Oscar E. *et-al.* 2008. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. Agronomía 26-2-PROFBI 94.
3. Alimentación sana: Alimentación y salud. 19 de Agosto de 2009. <www.sanopordentro.com>
4. Borghi, Alicia. 2010. Sanar: Salud y vida nueva. ¿Para qué sirve el selenio? Propiedades y toxicidad. 01 de septiembre de 2011.
5. Esquinas Alcazar, J. y Nuez Viñals, F. 1995. Situación taxonómica, Domesticación y difusión del tomate. In: Nuez Viñals, F. ed. El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. pp 15-43.
6. E-Ciencia, Tomate: *Solanum lycopersicum* L. <<http://e-ciencia.com/recursos/enciclopedia/Tomate>> 12-09-2011.
7. Ferré Júlía. Todas ensaladas: Beneficios del tomate. 27 de Septiembre de 2011. <www.todoensaladas.com>.
8. Galicia Cabrera Rosa María 2009, Extracción de pigmentos carotenoides en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y su aplicación en sistemas alimentarios modelo, México D.F.

9. López Casado Gloria María. Tesis doctoral. "Biomecánica de la epidermis y la cutícula del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y su relación con el agrietado". Julio 2006.
10. Programa de Diversificación Económica Rural. Boletín técnico de pos cosecha: Manejo pos cosecha de tomate. Diciembre 2007. <www.fintrac.com>. 04-09-2011.
11. Tadeo, F. 2000. Fisiología de las plantas y el estrés. In: Azcón-Bietoy Talón, F. ed. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona, Mc Graw-Hill. pp. 481-490.
12. Reina G. Carlos Emilio 1998, Programa de Ingeniería Agrícola, Manejo de pos cosecha y evaluación de la calidad del Tomate.
13. Nuez, F. 2001, El cultivo del tomate, Ed. Mundiprensa, 1ra ed. Reimpresa, Madrid, España, pg: 32, 35, 36.
14. Alimentación Sana, Alimentos con Selenio, <www.sanopordentro.com> 07-09-2011.
15. Shi H., Noguchi N., (2001). Introducción a los antioxidantes naturales. (pp. 141-151), M. Antioxidantes de los alimentos. Aplicaciones prácticas. Zaragoza: Ed. ACRIBIA.
16. Zapata M. Luz; *et-al* 2007, Ciencias exactas y naturales- Ingeniería y Tecnología. Investigación, Estudio de los componentes antioxidantes y actividad antioxidante en tomates. 07-09-2011.
17. <http://faostat.fao.org> Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Tomate.

- 18.** www.siap.sagarpa.gob.mx Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, SIACON, Anuario Agrícola por Municipio SAGARPA 2005. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Tomate.
- 19.** http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/TOMATE.pdf+Estudio+de+Oportunidades+de+Mercado+e+Inteligencia+Comercial+y+Estudio+de+Logística+Internacional+de+TOMATE.