

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos



EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICO-ORGÁNICA SOBRE LA CALIDAD DE TOMATE (*LYCOPESICUM SCULENTUM*) DE INVERNADERO

Trabajo de graduación presentado por María Ximena González Noriega
para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de
Alimentos

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICO-ORGÁNICA SOBRE LA
CALIDAD DE TOMATE (LYCOPESICUM SCULENTUM) DE INVERNADERO**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos

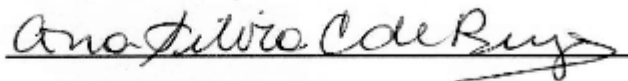


**EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICO-ORGÁNICA SOBRE LA
CALIDAD DE TOMATE (LYCOPESICUM SCULENTUM) DE INVERNADERO**

**Trabajo de graduación presentado por María Ximena González Noriega
para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de
Alimentos**

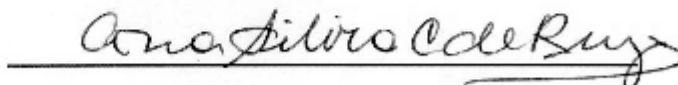
Guatemala
2011

Vo. Bo.:

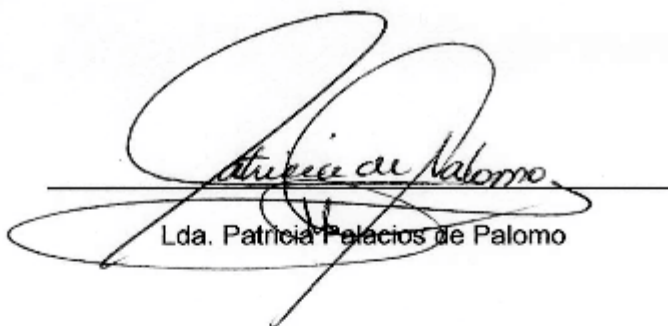


Lda. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Tribunal:



Lda. Ana Silvia Colmenares de Ruiz



Lda. Patricia Palacios de Palomo



Lic. Rolando Cifuentes

Fecha de Aprobación: Guatemala, 21 de enero del 2011

DEDICATORIA

A mi familia quien me ha enseñado que lo más valioso en la vida es la unión, el amor y el trabajo.

A mi padre, por ser un ejemplo de perseverancia y emprendimiento, y sobre todo por apoyarme en todo lo que me propongo.

A mi madre, por mantenerme en la ruta del éxito, brindarme sus consejos y darme su amor incondicional.

Finalmente a mis hermanos, por estar siempre a mi lado y demostrarme que puedo contar con ellos en todo lo que me proponga.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a la Lda. Ana Silvia Colmenares por creer en mí y por haberme incentivado y motivado durante la realización del presente trabajo.

Agradezco también a la Lda. Patricia de Palomo por su colaboración y resolución de dudas a lo largo de este estudio.

Finalmente quiero agradecer al Lic. Rolando Cifuentes, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de realizar este trabajo.

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE GRÁFICAS.....	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
1. Aspectos generales del tomate de invernadero	2
1.1 Taxonomía y morfología	2
1.2 Composición nutricional.....	2
1.2.1 Licopeno.....	3
1.2.2 Vitamina A y C.....	3
1.2.3 Potasio	3
1.3 Respiración y transpiración	3
1.4 Cambios físicos durante la maduración	5
1.5 Cambios químicos durante la maduración	5
1.5.1 Carbohidratos	5
1.5.2 Ácidos orgánicos	6
1.5.3 Aminoácidos	6
1.5.4 Lípidos	6
2. Cultivo del tomate	6
2.1 Generalidades	6
2.2 Requerimientos del cultivo.....	7
2.2.1 Luminosidad o radiación	7
2.2.2 Temperatura	7
2.2.3 Humedad relativa.....	7
2.2.4 Suelos	7
2.3 Variedades	8
2.4 Preparación del suelo	9
2.4.1 Subsuelo.....	9

2.4.2 Arado	9
2.4.3 Rastreo	9
2.4.4 Encamado	10
2.5 Riego	10
2.6 Fertilización	10
3. Manejo post-cosecha del tomate	11
3.1 Técnica y hora de recolección	11
3.2 Selección y clasificación	12
3.3 Operaciones de limpieza	12
3.4 Empaque	13
3.5 Transporte	13
3.6 Almacenamiento	13
4. Empaque post-cosecha	13
4.1 Tipos de empaque	14
4.2 Diseño del empaque	14
5. Principales factores que influyen en la calidad del tomate	15
5.1 Factores metabólicos	15
5.2 Daños por enfermedades y plagas	15
5.3 Daños por factores ambientales	15
5.4 Daños mecánicos	15
6. Requisitos de calidad del tomate	15
7. Caducidad de los alimentos	16
7.1 Definición	16
7.2 Caducidad de los alimentos	16
7.3 Pruebas de almacenamiento para establecer la calidad	18
III. JUSTIFICACIÓN	19
IV OBJETIVOS	21
A. General	21

B. Específicos.....	21
V. METODOLOGÍA.....	22
A. Tratamiento de fertilización aplicado a las muestras de tomate.....	22
B. Pruebas que caracterizan la calidad del tomate.....	23
VI. RESULTADOS.....	29
VII. DISCUSIÓN.....	36
VIII. CONCLUSIONES.....	43
IX. RECOMENDACIONES.....	44
X. BIBLIOGRAFÍA.....	45
XI. ANEXOS.....	47
A. Fotografías.....	47
B. Boleta de análisis sensorial.....	54

LISTA DE TABLAS

Tabla No.1 Categorías taxonómicas y morfología del tomate	2
Tabla No.2 Composición del tomate fresco por cada 100 gramos	2
Tabla No.3 Tratamientos a evaluar en el ensayo de tomate de invernadero.....	22
Tabla No.4 Cantidad de fertilizante por aplicar a cada cama de producción	23
Tabla No.5 Descripción de los defectos en las muestras de tomate	25
Tabla No.6 Características de descomposición en las muestras de tomate.....	27
Tabla No.7 Alimentos de referencia utilizados para evaluación sensorial	28
Tabla No.8 Peso en gramos de las muestras de tomate.....	29
Tabla No.9 Diámetro en centímetros de las muestras de tomate	29
Tabla No.10 Altura en centímetros de las muestras de tomate	30
Tabla No.11 Porcentaje de defectos de las muestras de tomate	30
Tabla No.12 pH de las muestras de tomate	30
Tabla No.13 Grados Brix de las muestras de tomate.....	31
Tabla No.14 Porcentaje de humedad de las muestras de tomate	31
Tabla No.15 Porcentaje de pulpa de las muestras de tomate	32
Tabla No.16 Concentración de licopeno de las muestras de tomate.....	32
Tabla No.17 Índice a/b de las muestras de tomate	33
Tabla No.18 Fuerza de penetración en la primera semana.....	33
Tabla No.19 Fuerza de penetración en la segunda semana	34
Tabla No.20 Fuerza de penetración en la tercera semana.....	34
Tabla No.21 Fuerza de penetración en la cuarta semana.....	35

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica No.1 Fuerza de penetración a través del tiempo	35
--	----

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue determinar la calidad química y nutricional del tomate *Dominique* producido a distintos niveles de fertilización utilizando 100%, 85%, 70%, 55% y 40% de fertilizante químico y el resto orgánico.

Para ello fue necesario realizar diversas pruebas que caracterizan la calidad del tomate, como lo son el peso, dimensiones, color, porcentaje de defectos, porcentaje de pulpa, porcentaje de humedad, penetración, pH, sólidos solubles, contenido de licopeno, análisis sensorial y vida de anaquel. Estas pruebas se realizaron para los cinco tratamientos de fertilización, con el fin de determinar cuál de todos los tratamientos produjo los tomates de mejor calidad, o si el tipo de tratamiento no afectó significativamente la calidad de los tomates.

Todas las pruebas de calidad se realizaron en los Laboratorios de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala. Las muestras de tomate se obtuvieron a partir de plantaciones en invernadero establecidas en la Universidad del Valle del Altiplano.

Después de realizar los cálculos correspondientes, se encontró que de todas las pruebas de calidad realizadas a las muestras de tomate, únicamente los análisis de porcentaje de defectos y concentración de licopeno presentaron resultados dependientes del tipo de tratamiento de fertilización utilizado. En el caso de la concentración de licopeno, se encontró que la mayor concentración de este antioxidante se presentó en los tomates cultivados con la mayor proporción de fertilizante orgánico, debido a que éste por su contenido más variado de nutrientes, elimina la deficiencia de los micronutrientes en el fruto. Por otro lado, en el caso del porcentaje de defectos, se encontró que los tomates cultivados con la mayor proporción de fertilizante químico obtuvieron el menor índice de defectos, debido a que el fertilizante químico es más soluble y se absorbe con mayor facilidad, permitiéndole a la planta crecer de forma más saludable.

Este estudio recomienda promover el cultivo de plantaciones de tomate utilizando tratamientos de fertilización con proporciones orgánicas elevadas, ya que los frutos resultantes de estos tratamientos contienen mayor cantidad de micronutrientes, en este caso licopeno, y contienen menos residuos de sustancias químicas. De este modo se estaría satisfaciendo la tendencia del consumidor hacia alimentos más naturales, manteniendo la calidad de los mismos y ofreciendo precios más accesibles en relación a los productos puramente orgánicos, que al no contener ninguna proporción de fertilizante químico, tienen un rendimiento de producción bajo, lo que hace que su precio sea bastante elevado.

I. INTRODUCCIÓN

Las nuevas tendencias de la alimentación indican que los consumidores se interesan cada vez más por los alimentos orgánicos, pues son considerados más saludables y beneficiosos para el organismo. Sin embargo, desde la perspectiva del agricultor, la producción de alimentos orgánicos presenta la desventaja de tener un rendimiento de producción menor comparado con el rendimiento de producción convencional. Además, en los cultivos orgánicos existe la dificultad de lograr el suministro suficiente y balanceado de nutrientes en el tiempo adecuado (Heeb & Ericson, 2006).

La liberación de nutrientes de los fertilizantes orgánicos no es tan rápida como la de los fertilizantes químicos. Es por esto que los cultivos suministrados con fertilizantes orgánicos crecen de manera más lenta. Sin embargo, en estudios realizados en tomates, se encontró que el utilizar fertilizantes orgánicos adicionados con bajos niveles de amonio químico, puede tener efectos positivos en el crecimiento de las plantas, pues a través de éste las plantas adquieren todo el nitrógeno que necesitan para su desarrollo. Así pues, una alternativa para el agricultor de hoy en día, sería utilizar combinaciones de fertilizante químico con orgánico, con el fin de lograr que el cultivo se desarrolle en buen tiempo y se incremente su rendimiento de producción, a la vez que se produzcan alimentos más saludables (Heeb & Ericson, 2006).

La aceptación de las frutas y vegetales por parte del consumidor está estrechamente relacionada con el sabor de los mismos. El sabor del tomate está dado principalmente por el contenido de ácidos orgánicos y azúcares, es por esto que para determinar su calidad se debe considerar su contenido de azúcares (sólidos solubles) y acidez (pH). El porcentaje de humedad y porcentaje de pulpa, son otros dos parámetros importantes utilizados para evaluar la calidad del tomate (Bloom, 1997).

Hoy en día el padecimiento de enfermedades crónicas como el cáncer ha ido en aumento, y es por eso que los antioxidantes han tomado gran auge en la industria alimentaria. El tomate posee propiedades antioxidantes asociadas al licopeno, por lo que es importante determinar su concentración como parte de la evaluación de la calidad. El licopeno es un potente antioxidante que brinda propiedades beneficiosas para la salud humana, como la reducción del riesgo de padecer cáncer de próstata, entre otras enfermedades degenerativas (Heeb & Ericson, 2006).

Además de evaluar la calidad química y nutricional de los tomates, también se debe evaluar la calidad física de los frutos. El peso, tamaño, color, y porcentaje de defectos son algunas de las características de calidad que deben controlarse para asegurarse que los tomates tienen la calidad necesaria para ser aceptados por los consumidores (Man & Dominic, 2002).

II. ANTECEDENTES

1. Aspectos generales del tomate de invernadero

1.1 Taxonomía y morfología

Tabla no. 1: Categorías taxonómicas y morfología del fruto.

Taxonomía		Morfología del fruto
Reino	Plantae	
Subreino	Traqueobionta (plantas vasculares)	
Superdivisión	Spermatophyta (plantas con semillas)	
División	Magnoliophyta (plantas con flor)	
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)	
Subclase	Asteridae	
Orden	Solanales.	
Familia.	<i>Solanaceae</i>	
Especie	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	
Variedad	<i>Dominique</i>	

(Adrian, Potus, Poiffait, & Dauvillier, 2000)

1.2 Composición nutricional

Tabla no. 2: Composición del tomate fresco por cada 100 gramos.

Componente	Contenido		
Agua	93.76 gr		
Energía	21 Kcal		
Grasa	0.33 gr		
Proteína	0.85 gr		
Carbohidratos	4.64 gr		
Fibra	1.1 gr		
Potasio	223 mg		
Fósforo	24 mg		
Magnesio	11 mg		
Calcio	5 mg		
Vitamina C	19 mg		
Vitamina A	623 UI		
Vitamina E	0.38 mg		
Niacina	0.628 mg		

(Adrian, Potus, Poiffait, & Dauvillier, 2000)

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. En su composición se encuentra una serie de elementos que resultan favorables para la salud del organismo. Dentro de los más importantes se encuentran (Sawyer & Egan, 1999)

1.2.1 Licopeno. Es el componente responsable de la coloración roja de los tomates. Tiene propiedades antioxidantes que actúan protegiendo a las células del estrés oxidativo, producido por la acción de los radicales libres, que son uno de los principales responsables de las enfermedades cardiovasculares, cáncer y envejecimiento general. El licopeno ayuda a prevenir cánceres de próstata, pulmón, estómago, vejiga, mama y cuello del útero. La concentración de licopeno varía según la variedad y condiciones de cultivo, por ejemplo, los tomates que son cultivados en invernadero presentan menor contenido de licopeno que los tomates producidos al aire libre, además la concentración de licopeno es menor en frutos que se recolectan verdes y maduran en el almacén en comparación con los frutos que maduran en la planta. Sin embargo, el factor que más influye en el contenido de licopeno en un tomate es la maduración; esto se debe a que el licopeno es el pigmento rojo vegetal del tomate y a medida que un tomate madura, éste se torna de verde a rojo, aumentando así el contenido de licopeno. El licopeno se encuentra en los tomates frescos, pero especialmente en los cocinados, dado que la cocción ayuda a liberar este componente y facilita su absorción por el organismo (Sawyer & Egan, 1999)

1.2.2 Vitamina A y C. El tomate es un fruto que presenta una gran riqueza de ambas vitaminas, La vitamina A ayuda al crecimiento celular, manteniendo los huesos y los dientes en buen estado, ayudando al sistema inmunológico a combatir las infecciones, y a mantener una buena salud ocular. La vitamina C ayuda al sistema inmunológico y es un gran antioxidante. Además, es necesaria para la producción de colágeno, hormonas y neurotransmisores en el organismos (Sawyer & Egan, 1999)

1.2.3 Potasio. El tomate es rico en potasio, un mineral que interviene en la regulación de los líquidos corporales, así como en el buen estado de los nervios, el corazón y los músculos. Junto con el calcio interviene en la formación de los huesos (Sawyer & Egan, 1999)

1.3 Respiración y transpiración. Como todos los organismos vivos, los tomates frescos están compuestos por células y/o tejidos en los cuales tienen lugar los procesos fisiológicos y patológicos asociados con la vida.

Estas células respiran a través de una serie de reacciones complejas en las que esencialmente las grasas, los almidones y azúcares almacenados en sus tejidos son convertidos, en presencia de oxígeno, en dióxido de carbono y agua. La energía que se libera de este proceso se utiliza en parte para las reacciones y actividades relacionadas con el mantenimiento de la vida y el resto se disipa en forma de calor. Por consiguiente, una vez que han sido cosechados los tomates, éstos entran en un período continuo de deterioro y el éxito de su comercialización depende en gran parte de la capacidad y efectividad del sistema de mercadeo y los métodos que se utilicen para reducir la velocidad de estos procesos (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

En el manejo post-cosecha del tomate se debe tomar en cuenta que después de cosechado, éste continúa respirando, madurando e iniciando procesos de senescencia, lo que implica una serie de cambios estructurales y bioquímicos. Asimismo, el tomate cosechado está constantemente expuesto a la pérdida de agua debido a la transpiración y a otros fenómenos fisiológicos. En general, cuanto mayor es el ritmo respiratorio de la fruta, menor es su vida útil de almacenamiento (Corpeño, 2004)

Con base en los patrones respiratorios durante la maduración, los frutos pueden ser clasificados en dos grupos: climatéricos y no climatéricos. Un fruto climatérico es aquel que es capaz de seguir madurando incluso después de haber sido recolectado. Esto es debido fundamentalmente a que este tipo de frutos, independientemente de que ya no estén en la planta, aumentan su tasa de respiración y su producción de etileno, que es la principal hormona responsable del proceso de maduración y envejecimiento del fruto. Cuando se pretende almacenar frutos climatéricos por largos períodos de tiempo o transportarlos a grandes distancias, se recomienda hacer su recolección lo más pronto posible, una vez alcanzada su madurez fisiológica en el árbol. Un fruto climatérico permitirá ser cosechado y manipulado en estado pre-climatérico, para luego ser madurado durante su comercialización y transporte, preservando sus características de calidad para el consumidor final. En este caso, la madurez comercial es el periodo del climaterio y la madurez de consumo corresponde con el pico climatérico. El tomate pertenece al grupo de frutas climatéricas. Por otro lado, los frutos no climatéricos presentan bajas tasas de producción de CO₂ y etileno durante la maduración, por lo que apenas siguen madurando una vez separados de la planta. En estos casos la maduración se hace en la planta y se recolectan en el periodo de madurez (consumo) (Corpeño, 2004)

La pérdida de agua, o transpiración, puede ser una de las principales causas de deterioro de los tomates, ya que da como resultado no sólo pérdidas cuantitativas directas (pérdidas de peso vendible), sino también pérdidas en apariencia (debido a marchites o arrugamiento), calidad textural (reblandecimiento, falta de firmeza) y calidad nutricional (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

Los fenómenos fisiológicos de respiración están influenciados por factores internos del producto (características morfológicas y anatómicas, daños en la superficie y estado de madurez) y por factores externos o ambientales (temperatura, humedad relativa, velocidad del aire, presión atmosférica, etc.) (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

1.4 Cambios físicos durante la maduración. Durante la maduración del tomate ocurren cambios en el color, textura y sabor. Al inicio de la maduración, los frutos son verdes, sin embargo, a medida que el tomate se va desarrollando, el contenido de clorofila en sus tejidos internos disminuye gradualmente hasta desaparecer. Entonces el color de la piel y de la carne del fruto cambia de verde al amarillo y rojo. Los cambios en el color se deben a procesos de degradación de la clorofila y a la formación de pigmentos carotenoides como el licopeno, que es el pigmento rojo natural característico del tomate (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

El ablandamiento del tomate es causado por la descomposición de la protopectina insoluble, en pectina soluble. En este caso, las células quedan menos cementadas, la pared celular adelgaza y la textura del fruto se ablanda (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

El sabor del tomate se modifica debido a la conversión de los almidones en azúcares simples, además, se disminuyen los ácidos orgánicos y aumentan las emanaciones de sustancias volátiles que dan el aroma característico a tomate (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

1.5 Cambios químicos durante la maduración

1.5.1 Carbohidratos. Los carbohidratos constituyen la mayor parte de la materia sólida del tomate. Se consideran carbohidratos totales, la suma de los azúcares simples, los polisacáridos (almidón, celulosa hemicelulosa) y las sustancias pécticas (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

Durante la maduración ocurren cambios en la composición de los carbohidratos, pues se da la conversión del almidón a azúcares simples. La proporción de sacarosa y azúcares reductores (glucosa, fructosa) varían la acidez de las frutas según la degradación del almidón. La hidrólisis del almidón se verifica por la medición refractométrica de los sólidos solubles presentes en una muestra de jugo de fruta (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

1.5.2 Ácidos orgánicos. Los ácidos orgánicos cambian constantemente en el curso de la maduración y tienden a disminuir durante la senescencia de la mayoría de los tejidos de las plantas. Gran parte de la pérdida se atribuye a la oxidación de los ácidos durante el metabolismo respiratorio (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

Los ácidos orgánicos tienen incidencia en el gusto, la textura, color de las plantas y controlan la senescencia. El ácido cítrico es uno de los más abundantes en el tomate (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

1.5.3 Aminoácidos. El metabolismo de los aminoácidos es de gran importancia durante la maduración. El aminoácido metionina puede actuar como precursor inmediato del etileno en los tejidos de frutas y hortalizas, como el tomate (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

1.5.4 Lípidos. Se ha reconocido que su bajo contenido en frutas y hortalizas puede desempeñar un papel importante en el mantenimiento de la textura, el sabor y los pigmentos (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

2. Cultivo del tomate

2.1 Generalidades. El Tomate es una planta de clima cálido que se adapta muy bien a climas templados. Este cultivo se puede sembrar todo el año, pero los problemas cambian según la época. En el período de lluvias la incidencia de enfermedades es mayor mientras que durante la época seca las plagas son el mayor problema. Sin embargo dichos problemas son superables mediante un conjunto de prácticas agrícolas que incluyan métodos de manejo y controles adecuados, los cuales tienen que ser realizados en el momento y la forma precisa en que se indican, ya que de éstas depende el éxito de una buena cosecha (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.2 Requerimientos del cultivo

2.2.1 Luminosidad o radiación. La luz solar es un pre-requisito para el crecimiento de la planta. El crecimiento es producido por el proceso de fotosíntesis, el cual se da sólo cuando la luz es absorbida por la clorofila (pigmento verde) en las partes verdes de la planta, mayormente ubicadas en las hojas (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

El tomate es un cultivo que tiene necesidades de luz que oscilan entre las 8 y 16 horas. Los días soleados y sin interferencia de nubes, estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.2.2 Temperatura. La temperatura del aire influye directamente en el crecimiento vegetativo, desarrollo de racimos florales, el cuaje de frutos, desarrollo de frutos, maduración de los frutos y la calidad de los frutos. Los rangos de temperatura para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 - 30° C durante el día y 15 - 18° C durante la noche. Temperaturas de más de 35° C y menos de 10° C pueden provocar caída de flor y limitar el cuajado del fruto (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.2.3 Humedad relativa. La humedad relativa óptima para el cultivo de tomate oscila entre 65 - 70 %. Dentro de este rango se favorece el desarrollo normal de la polinización, garantizando así una buena producción. Valores muy altos de humedad, especialmente con baja iluminación, pueden reducir la viabilidad del polen y disminuir la absorción de agua y nutrientes, generando un déficit de elementos como el calcio e induciendo desórdenes fisiológicos en la planta. Además, esta condición es muy favorable para el desarrollo de enfermedades fúngicas en la planta. Por otro lado, valores muy bajos de humedad pueden provocar que la planta aumente el consumo de agua y deje de consumir nutrientes, limitando así su crecimiento y acumulando sales indeseadas (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.2.4 Suelos. El suelo provee cuatro necesidades básicas de las plantas: agua, nutrientes, oxígeno y soporte. Se considera que un suelo ideal debe de tener las siguientes condiciones: 45% de minerales, 5% de materia orgánica, 25% de agua y 25% de aire o espacio poroso. El tipo y la cantidad relativa de minerales, más los constituyentes orgánicos del suelo, determinan las propiedades químicas del suelo (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

Los suelos aptos para cultivar tomate son los de media a mucha fertilidad, profundos y bien drenados, pudiendo ser franco-arenosos, arcillo-arenosos y orgánicos. El pH del suelo tiene que estar dentro de un rango de 5.9-6.5, para tener el mejor aprovechamiento de los fertilizantes que se apliquen (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

Contar con un buen análisis de suelos antes de la siembra, es una condición indispensable para poder manejar un plan de fertilización adecuado a los rendimientos esperados. Otro aspecto que se debe de considerar cuando se decide sembrar tomate, es que donde el suelo ha sido dedicado a la ganadería, debe de tenerse cuidado con la variedad a sembrar, ya que los problemas con enfermedades bacterianas son mayores, principalmente el ataque de *Pseudomonas* o marchites bacterial (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.3 Variedades. El tipo de tomate a sembrar dependerá del propósito de consumo y el mercado de destino. El tomate se puede clasificar en tomate de mesa o ensalada y tomate de pasta, industrial o de cocina. Dependiendo de cual tipo de tomate se seleccione, la variedad tendrá que cumplir con los requerimientos que el mercado demande, siguiendo características tales como: buena firmeza, buen porcentaje de sólidos solubles, resistencia al manipuleo y al transporte, entre otros. Además, el productor tiene que seleccionar aquellos materiales que tengan características de tolerancia o resistencia a enfermedades y plagas (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

Las variedades de tomate de ensalada se consumen en fresco y son comercializadas en supermercados a granel o empacadas en bandeja y también se encuentran en los mercados municipales en donde son comercializadas en cajas de madera. Los frutos son jugosos, redondos o achatados, de tres o más lóculos, la cáscara es delgada y su coloración puede ser desde tonos rojos pálidos hasta los rojos intensos. Además tienen menor concentración de sólidos totales que los tomates de tipo industria. Su peso oscila aproximadamente entre los 120 – 300 gramos (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

Por otro lado, los cultivares desarrollados para uso industrial se comercializan en mercados y supermercados regularmente a granel o en bolsa, y el uso que le da el ama de casa es para hacer pasta, salsa o combinarlo con las demás comidas; por tal motivo es que los volúmenes que se comercializan de este tipo de tomate son mayores. Los frutos del tomate de pasta son de distintas formas, pudiendo encontrarse de forma alargada, de pera o redondos, siendo estos últimos preferidos por el mercado

ya que en muchas ocasiones los utilizan para sustituir el tomate de ensalada. El color predominante es el rojo y tienen un pH menor a 4.5. Su peso varía entre los 50 – 100 gramos (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.4 Preparación del suelo. La preparación puede realizarse en forma mecánica, con tracción animal o labranza mínima dependiendo de las condiciones en donde se siembre. El suelo se debe preparar unos 30 días antes del trasplante, para poder sembrar la barrera vegetal, y así lograr que ésta pueda tener un tamaño adecuado para cuando se trasplante el tomate. La preparación del suelo deberá dividirse en las siguientes fases, según sean las condiciones de cada terreno (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.4.1 Sub-suelo. Esta actividad se recomienda principalmente para aquellos terrenos en donde nunca se a laboreado, donde ha existido mucho paso de maquinaria la cual ha compactado el terreno, o donde se ha tenido ganado pastoreando. Se recomienda realizarla durante la época seca, y puede darse una o dos pasadas en forma cruzada. El subsolado se hace con maquinaria agrícola pesada que pueda penetrar los cinceles a por lo menos a una profundidad de 60 cm. El propósito del subsolado es la compactación existente en el suelo, permitiendo así, una mejor penetración de las raíces, una mejor aireación y un mejor drenaje (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.4.2 Arado. Consiste en voltear la parte superficial del suelo a profundidades que varían hasta los 45 cm. Se puede voltear el suelo o removerse, dependiendo del implemento que se utilice. Generalmente se usa el arado de vertedera o de discos. Esta práctica debe hacerla cuando el suelo tiene todavía más del 30% de humedad. Con la aradura se ayuda a incorporar rastros de cultivos anteriores, se destruyen malezas, y se exponen plagas de suelo a los rayos solares y a los enemigos naturales (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.4.3 Rastro. Esta práctica consiste en pulverizar los terrones que han quedado después de la aradura, ésta debe realizarse cuando el suelo tenga la suficiente humedad que permita que los terrones se desmenucen. Se puede utilizar rastra pesada y rastra pulidora. El número de pasadas depende del tamaño de los terrones y el mullido que se quiera dejar, pero se recomienda dejar lo más mullido que se pueda, porque de esta labor depende mucho la calidad de la cama y la eficiencia en el trasplante. Antes del último paso de rastra esta se aprovecha para incorporar las enmiendas de cal y las aportaciones de materia orgánica que se hagan en el terreno (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.4.4 Encamado. Es la última práctica de la preparación de suelo y consiste en formar la cama donde se plantará el tomate. El objetivo es levantar las camas por lo menos de 25 a 40 cm. Éstas se dejan de 0.8 a 1.0 metros de ancho superior, distanciadas a 1.5 metros de centro a centro de cama.

Las ventajas agronómicas del encamado son lograr un mejor drenaje y aireación del suelo para que las raíces se desarrollen mejor. Además, facilitan la aplicación de herbicidas de contacto, facilitan el trasplante y la limpia a mano, evitan la compactación de la cama al momento del laboreo y facilitan la cosecha (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.5 Riego. Existen diversos sistemas de riego (gravedad, aspersion y goteo) y su uso depende de la disponibilidad de recursos, pendiente del terreno, textura de suelo, abastecimiento y calidad de agua. Con cualquiera de los sistemas seleccionados, se debe evitar someter el cultivo a deficiencias o excesos de agua. Es importante la buena distribución del riego durante todo el ciclo del cultivo, principalmente antes de la formación de frutos (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

El consumo diario de agua por planta adulta de tomate es de aproximadamente 1.5 a 2 litros al día, la cual varía dependiendo de la zona, las condiciones climáticas del lugar, la época del año y el tipo de suelo que se tenga (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

De los tres sistemas de riego mencionados, el más eficiente es el de goteo, ya que es el que menos pérdidas de agua tiene. Este tipo de riego es el que se recomienda para trabajar el tomate (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

En cuanto al manejo del riego, es necesario considerar el desarrollo del cultivo, es decir que el tiempo de riego diario dependerá del tamaño de la planta, necesitándose regar muy poco tiempo recién trasplantado el cultivo e ir aumentando el tiempo de riego según sea el crecimiento de la planta. En términos generales, recién trasplantado el cultivo hay que poner entre 20 y 30 minutos diarios, e ir aumentando hasta las 2 o 3 horas diarias dependiendo de la época del año, tipo de suelo, etc. (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

2.6 Fertilización. La fertilización debe ser oportuna y adecuada. Antes de llevar a cabo la fertilización se debe revisar el análisis de suelo, el arreglo espacial y el riego. Se considera que el cultivo de tomate necesita las siguientes cantidades de nutrientes para tener rendimientos arriba de las 150,000 lb. / manzana: N 630.0 lb, P₂O₅ 362.0

lb, K₂O 660.0 lb, MgO 115.9 lb, y Ca 129.5 lb (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

La frecuencia de aplicación de los nutrientes será de acuerdo a las necesidades diarias del cultivo. Las plantas requieren de nitrógeno para su buen desarrollo y crecimiento.

La deficiencia de nitrógeno en plantas disminuye su crecimiento, reduciéndose así el tamaño de sus hojas y frutos. Dentro de los productos utilizados para la nutrición del tomate podemos mencionar las sales puras como el Nitrato de Potasio, Nitrato de Calcio, Nitrato de Magnesio, Fosfato Monoamónico, Fosfato Monopotásico, Sulfato de Potasio y Sulfato de Magnesio. Para las fuentes puras de nitrógeno se puede utilizar Urea, Nitrato de Amonio, Sulfato de Amonio; y para las fuentes puras de fósforo se puede utilizar el ácido Fósfórico (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

El uso de todos los productos antes mencionados dependerá principalmente del tipo de productor, el precio, el nivel tecnológico (riego por goteo), del estado químico del suelo (pH del suelo) y de la disponibilidad de estos productos en la zona, entre otros (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004).

3. Manejo post-cosecha del tomate

La post-cosecha o recolección es el período que transcurre desde el momento en que los productos son recolectados hasta aquel en el cual son consumidos en estado fresco, preparados o transformados industrialmente. Este período depende de varios factores intrínsecos y extrínsecos del producto, tales como variedad, estado de desarrollo, grado de madurez al cosechar, comportamiento fisiológico, sanidad, destino final, distancia entre los centros de producción y destino, medio de transporte, condiciones ambientales, usos y medios de conservación (USAID, 2007).

El manejo post-cosecha incluye todas las operaciones y procedimientos asociados no sólo a movilizar el producto desde el productor hasta el consumidor sino también a proteger su integridad y preservar su calidad de acuerdo a sus características físico-químicas y biológicas (USAID, 2007).

3.1 Técnica y hora de recolección. La buena calidad se obtiene cuando la cosecha se hace en el estado de madurez adecuado. Los frutos inmaduros resultan de mala calidad y maduran de forma irregular. Por otra parte, el retraso de la cosecha

aumenta su susceptibilidad a la pudrición, bajando su calidad y disminuyendo su valor en el mercado (USAID, 2007).

Las personas encargadas de la recolección deben evitar golpes y magullamiento a la hora de cosechar. Para la recolección se debe escoger las horas más frescas del día para evitar pérdidas de peso por transpiración (USAID, 2007).

El producto recolectado no debe dejarse a la intemperie, debe protegerse de la lluvia, viento, calor y frío excesivo. De lo contrario se deshidratará, se marchitará y su vida posterior será muy corta (USAID, 2007).

3.2 Selección y clasificación. La selección se hace con el fin de separar las unidades buenas de las regulares y malas, y para desechar del lote todos aquellos frutos que no sean aptos para la conservación y el consumo. La selección se realiza generalmente de forma manual, ya que es la mejor manera de detectar defectos, daños, color, estado de madurez, firmeza, enfermedades del fruto, entre otros (USAID, 2007).

La clasificación es necesaria y se realiza con el objetivo de obtener uniformidad. Al clasificar se agrupan los productos de acuerdo con una característica en común (tamaño, color, estado de desarrollo, etc.). Puede hacerse de forma manual o mecánica, siendo esta última la más recomendable para obtener total uniformidad en los lotes (USAID, 2007).

3.3 Operaciones de limpieza. Las operaciones de limpieza se realizan con el fin de remover cualquier sustancia o cuerpo extraño adherido a la superficie del fruto como tierra, residuos de químicos y microorganismos. Estas operaciones son el lavado, desinfección y secado (USAID, 2007)

El lavado mejora el aspecto del fruto, pues con frecuencia se encuentran presentes tierra y residuos de insecticidas y fungicidas, los cuales se eliminan durante la etapa de lavado (USAID, 2007)

La desinfección se realiza con el fin de eliminar plagas y enfermedades que con mayor frecuencia atacan a los frutos después de la cosecha. El control primario se inicia en el campo para prevenir daños con técnicas de manejo, la medida secundaria del control consiste en la aplicación de un fungicida o un bactericida (USAID, 2007)

El secado se lleva a cabo con el objetivo de remover el exceso de agua superficial en el fruto, ya que éste puede provocar alteraciones fisiológicas como la pudrición (USAID, 2007)

3.4 Empaque. Los requerimientos de empaque varían mucho, dependiendo de las condiciones que encontrará el fruto del productor-empacador al consumidor (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

Con un empaque adecuado se logra: obtener unidades eficientes para el manejo, proteger la calidad, reducir las pérdidas y proteger el producto contra daños mecánicos como los producidos por impacto, caídas y vibraciones (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

3.5 Transporte. El transporte es un eslabón de importancia en el manejo, conservación y distribución del producto. El transporte de los frutos se inicia desde el campo en los sitios de cosecha, desde esos lugares efectúan el transporte minoristas, intermediarios y mayoristas (USAID, 2007).

La selección del sistema de transporte adecuado para trasladar productos perecederos del campo al mercado incluye los siguientes factores; distancia y tiempo para llegar al mercado, tratamientos anteriores al transporte, empaque, condiciones ambientales durante el transporte, distribución, precio del producto, entre otros (USAID, 2007).

En transporte de corta duración, el producto debe protegerse contra daños mecánicos y exposición a temperaturas extremas. Se debe evitar el manejo rudo durante el cargue y descargue. En el transporte a distancias largas se tiene el riesgo adicional de deterioro debido al calentamiento excesivo y por consiguiente el marchitamiento del fruto (USAID, 2007).

3.6 Almacenamiento. Es la operación de guardar un producto a condiciones específicas de temperatura, humedad relativa y atmósfera por un tiempo determinado para que se mantengan en un estado dado de calidad. Con el almacenamiento se logra mantener la calidad del producto, controlar la saturación del fruto en el mercado, permitir una comercialización más ordenada, mejorar el surtido de frutos y reducir las pérdidas causadas por el deterioro y putrefacción (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998).

4. Empaque post-cosecha

Una de las causas del deterioro y desmejoramiento de la calidad de los frutos es la utilización de empaques inapropiados o mal utilizados (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

La carencia de métodos apropiados de empaquetado es una de las causas del manipuleo inadecuado dentro del campo y durante el transporte del producto del campo a los mercados. El producto presenta magulladuras al ser transportado sin la protección suficiente y al descargarlo sin cuidado alguno. Existe diversidad de empaques para frutos como cajas de madera, cajas de cartón, redes, canastos, entre otros (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

4.1 Tipos de empaque. Los empaques utilizados para la comercialización del tomate son:

Cajas de madera: Es el empaque utilizado para la mayoría de los frutos por las siguientes características: solidez, resistencia a la carga y descarga y ventilación.

Sacos: A pesar de que muchos frutos se empaquetan en este tipo de empaque, su utilización debería desaparecer prácticamente, ya que este empaque casi no presta protección al producto y la pérdida del mismo es considerable.

Canastas plásticas: El plástico además de ser ligero, no absorbe humedad, puede limpiarse y es el que causa menos daños al producto. Éste es muy utilizado en los supermercados especializados.

Bolsas de polietileno: Generalmente se emplea para la distribución de productos al por menor. Para su utilización acertada debe tenerse en cuenta que el producto empaquetado es un ser vivo y como tal necesita respirar (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998).

4.2 Diseño del empaque. Para el diseño de un empaque se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- o Las dimensiones del empaque debe obedecer a la forma del producto.
- o El empaque debe tener dimensiones que permitan el manipuleo fácil.
- o Si se utilizan cajas, el peso de las mismas debe ser el menor posible.
- o El empaque no debe ser demasiado alto para evitar colocar capas excesivas de frutos en la caja.
- o Debe tener aireación.

A nivel práctico, el diseño y construcción de envases o empaques debe ser siempre un término medio entre la protección total y el costo (Reina, Guzmán, & Chavarro, 1998)

5. Principales factores que influyen en la calidad de los tomates

5.1 Factores metabólicos. Los productos frutícolas como los tomates son seres vivos que respiran y sufren un proceso de senescencia natural, el cual puede ser influido por el hombre, mediante tecnologías que favorecen la generación de la calidad en la postcosecha y el mantenimiento de la misma por un período máximo determinado en la cosecha y postcosecha, hasta llegar al consumidor final (FAO, Departamento de agricultura, 2009)

5.2 Daños por enfermedades y plagas. Los frutos como el tomate están sujetas al ataque de bacterias, hongos, levaduras, insectos y roedores, especialmente cuando el hombre no las sabe manejar adecuadamente (FAO, Departamento de agricultura, 2009)

5.3 Daños por factores ambientales. El clima (temperatura, humedad relativa, presión atmosférica), la luz, la composición de la atmósfera y las condiciones del suelo influyen de manera definitiva en la generación y mantenimiento de la calidad de las frutas (FAO, Departamento de agricultura, 2009)

5.4 Daños mecánicos. Los productos perecederos son muy delicados a todas las fuerzas que se generan en el cultivo y manejo, es decir a aquellas que pueden ocasionar golpes, magulladuras, rozamiento, etc (FAO, Departamento de agricultura, 2009)

6. Requisitos de calidad de los tomates

Según la norma no. 23 de la CEE (Comunidad Económica Europea) y las normas de calidad de la Fragua, los tomates suministrados frescos al consumidor deben cumplir con los siguientes requisitos (FAO, Departamento de agricultura, 2009), (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

- i. Los tomates deben estar:
 - o Enteros
 - o Sanos (libres de rajaduras, cortes, raspaduras, magulladuras, manchas y daño y presencia de insectos)
 - o Limpios (libres de toda traza de productos químicos, tierras, polvo)
 - o Libres de toda humedad externa anormal
 - o Libres de olor o sabor extraño

ii. El estado de madurez debe ser tal que permita a los tomates resistir el transporte y manipulación, permanecer en buena condición hasta llegar hasta su lugar de destino y cumplir allí con los requisitos del mercado.

iii. Los tomates deben tener un contenido en sólidos solubles entre 4 y 6 °Brix y un pH entre 3.9 y 5.1

iv. La concentración de licopeno debe ser entre 4.2-10.7 mg/100g de pulpa de tomate y el porcentaje de humedad entre 93.6%-94.5%

v. Para determinar el color de los tomates se debe calcular el índice a/b o índice de madurez, ya que éste define el paso de un fruto de verde (valores bajos de a) a maduro (*alto valor* de a y bajo de b). Un índice a/b de signo negativo, indica que el fruto está verde y que tiene 0 días de maduración; un índice a/b entre 0,5-1,7 indica que el fruto tiene una maduración de aproximadamente 7 a 14 días. Valores mayores a 1,7-2,1 indican que el fruto lleva aproximadamente 21 días de maduración (Universidad Cablde de Tenerife, 2000)

7. Caducidad de los alimentos

7.1 Definición. La caducidad de los alimentos se define como el período de tiempo, después del envasado o elaboración y cumpliendo determinadas condiciones de almacenamiento, en el que el alimento sigue siendo seguro y apropiado para su consumo. En otras palabras durante ese tiempo debe conservar sus características sensoriales, químicas, físicas, funcionales o microbiológicas y, en caso necesario, cumplir con la información nutricional indicada en la etiqueta cuando se almacena correctamente. Cada alimento tiene una caducidad microbiológica, una caducidad química y una caducidad organoléptica, ya que todos los alimentos se estropean, aunque, eso sí, a diferente velocidad (Man & Dominic, 2002)

7.2 Caducidad de los alimentos. Todos los alimentos se descomponen y lo hacen de modo distinto con diferente ritmo. La mayoría de los casos de deterioro de los alimentos pueden explicarse por medio de uno o más de los siguientes mecanismos (Man & Dominic, 2002):

- o Aumento o disminución del contenido en humedad y/o vapor de agua por transferencia de los mismos.
- o Transferencia física de sustancias diferentes a la humedad y/o vapor de agua, por ejemplo, oxígeno, olores o aromas.

- o Cambios inducidos por la luz, es decir, cambios producidos o iniciados por la exposición a la luz diurna o artificial.
- o Cambios químicos o bioquímicos
- o Cambios microbiológicos
- o Otros mecanismos o cambios que hacen que el producto se deteriore por medio de uno o más de los mecanismos mencionados anteriormente. Por ejemplo daños al envase causado por infestación de insectos.

En cualquier caso, la temperatura es el factor individual ambiental más importante, ejerce su influencia sobre todos los mecanismos citados. Siendo por tanto preciso evaluar su efecto en cualquier estudio de caducidad (Man & Dominic, 2002)

El modo en que los alimentos se descomponen y la duración de su vida útil va estar influenciado por varios factores (Man & Dominic, 2002):

1. Factores intrínsecos

- a. Materias primas
- b. Composición y formulación del producto
- c. Estructura de producto
- d. Presentación del producto
- e. Actividad de agua
- f. Valor del pH y acidez total
- g. Disponibilidad de oxígeno y potencial redox

2. Factores extrínsecos

- a. Elaboración
- b. Higiene
- c. Sistema y materiales de envasado
- d. Almacenamiento, distribución, y exposición en punto de venta, en particular en relación a la exposición a la luz, variaciones de temperatura y humedad, y temperatura y humedad excesiva o escasa.

3. Otros factores

- a. Manipulación y utilización por el consumidor
- b. Consideraciones comerciales

7.3 Pruebas de almacenamiento para establecer la caducidad. La manera más habitual y directa de establecer la caducidad de un producto, es realizar pruebas de almacenamiento del producto en cuestión en condiciones similares a las que probablemente tengan lugar durante el almacenamiento, distribución, exposición para la venta y uso por el consumidor (Man & Dominic, 2002)

III. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, las tendencias del consumidor son hacia alimentos más naturales que estén libres de fertilizantes y pesticidas, es decir, hacia los alimentos orgánicos que han tomado gran importancia a nivel mundial (Chavarria, 2005). La demanda de alimentos orgánicos, libres de hormonas y agentes químicos, crece a ritmo acelerado en todo el mundo, sobre todo en los EEUU. La Asociación de Comercio Orgánico de EEUU (OTA) revela que el mercado de los productos orgánicos aumenta anualmente un 20% (Chavarria, 2005)

Los alimentos orgánicos ofrecen una serie de ventajas como lo es la seguridad alimentaria, un menor impacto ambiental y una mejorada calidad biológica, nutricional y organoléptica (Gimferrer, 2008). De acuerdo con un reciente estudio europeo presentado por Carlo Leifert, doctor en Microbiología y profesor de la Universidad de Newcastle, en el marco del proyecto Quality Low Input Food (QLIF), los alimentos ecológicos contienen un mayor contenido de vitaminas y minerales y una mayor concentración de antioxidantes que los alimentos cultivados tradicionalmente. Los investigadores afirman que estos alimentos son "más nutritivos, sabrosos, seguros y preservan la biodiversidad y el medio ambiente".

A parte de todas las ventajas mencionadas, los alimentos orgánicos también presenta ciertas desventajas como lo es el descenso de la productividad y el incremento en los precios (Jones, 2010). En la mayoría de los países donde se practica la agricultura industrializada, el rendimiento orgánico sería bastante inferior al convencional, al no utilizar fertilizantes sintéticos nitrogenados. Una agricultura orgánica en su totalidad conduciría a pérdidas de rendimiento de algunos cultivos de Europa, Norteamérica y Australia (Jones, 2010). En cuanto a los precios altos, esta es la principal desventaja para los consumidores, quienes finalmente se deciden por comprar alimentos cultivados convencionalmente.

Este trabajo es de utilidad, pues a partir del mismo se podrá determinar si existen diferencias significativas en la calidad del tomate de invernadero utilizando 100%, 85%, 70%, 55% y 40% de fertilizante químico y el resto orgánico. En caso de que la calidad del tomate, utilizando menor porcentaje de fertilizante químico, no se viera afectada significativamente, se podría promover el cultivo de tomate utilizando un fertilizante con bajos niveles de fertilizante químico, obteniendo así productos más naturales y de menor costo que los alimentos puramente orgánicos. De este modo se

estaría satisfaciendo la tendencia del consumidor hacia alimentos más naturales, manteniendo la calidad de los mismos y ofreciendo precios más accesibles. Además, se reduciría la contaminación ambiental. La FAO afirma que la disminución de fertilizantes y plaguicidas sintéticos en los cultivos disminuye la contaminación, en especial en aguas subterráneas, y permite el aumento de la vida silvestre (Jones, 2010).

IV. OBJETIVOS

1. Generales:

- o Estudiar la calidad del tomate de invernadero de variedad *Dominique* producido a partir de distintas condiciones de fertilización.

2. Específicos:

- o Evaluar la calidad química y nutricional del tomate *Dominique* cultivado a distintos niveles de fertilización química/orgánica.
- o Determinar la calidad sensorial del tomate *Dominique* cultivado bajo los distintos tratamientos de fertilización.
- o Determinar la vida de anaquel del tomate *Dominique* a partir de los cambios producidos en el fruto a través del tiempo.

V. METODOLOGÍA

1. Tratamiento de fertilización aplicado a las muestras de tomate

1.1 Compost en combinación con fertilizante químico en tomate bajo condiciones de invernadero. Se tendrá un total de 5 tratamientos (combinaciones de compost y abono químico) distribuidos en un diseño en bloques con 3 repeticiones. Los tratamientos se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla no.3: Tratamientos a evaluar en el ensayo de tomate de invernadero

No. programa	Fertilizante químico (%)	Compost (%)
1	100	0
2	85	15
3	70	30
4	55	45
5	40	60

(Cifuentes, 2010)

Con base en el análisis de suelo se determinó que los elementos a considerar para su aplicación son N y K únicamente. Tomando en consideración que el compost estará aportando Ca, se aplicará una pequeña cantidad de Ca en forma de nitrato de calcio para uniformizar la cantidad de calcio disponible para cada tratamiento. El contenido de P en el suelo está alto por lo que la cantidad de P por aplicar está incorporada con una aplicación mensual de 125 ml de ácido fosfórico al 85% durante todo el período del cultivo (se estiman 9 meses) para evitar la acumulación de sales en la cinta de riego. Esa cantidad (125ml por mes durante 9 meses) es para las 20 camas del invernadero (Cifuentes, 2010).

Para el compost se utilizará una fórmula elaborada a partir del 50% de caña picada y el 50% de cachaza. La cantidad de compost a utilizar fue estimada con base en la demanda de N por el cultivo (402kg N/ha) y en la composición del compost (contenido total 1.36% de N). La cantidad que se aplicará a cada cama se presenta en el cuadro no. 2 (Cifuentes, 2010).

Tabla no.4: Cantidad de fertilizante por aplicar a cada cama de producción de tomate durante el ciclo de cultivo

Programa	Compost húmedo Lbs/cama/ciclo	Compost seco Kg/ha	Nitrato de amonio Lbs/cama/ciclo	Nitrato de potasio Lbs/cama/ciclo	Nitrato de calcio Lbs/cama/ciclo	Sulfato de magnesio Lbs/cama/ciclo
1	0	0	6.89	18.85	8.78	5.26
2	94	4763	5.17	18.32	6.60	5.26
3	188	9527	3.46	17.81	4.39	5.26
4	282	14290	1.71	17.27	2.2	5.26
5	376	19053	0.00	16.76	0.99	5.26
Total (lbs)	940		17.23	89.01	21.97	26.3

Cada cama de 32.4 m de largo se dividirá en 3 secciones de 10.8m de largo cada una. Cada sección formará una unidad experimental de 10.8m de largo *2.1m de ancho (22.68m²). La repetición estará formada de 5 unidades experimentales de 22.68m² cada una (Cifuentes, 2010).

1.2. Manejo del experimento

1.2.1 Aplicación de compost y el Programa de fertirriego. El 100% de la cantidad de compost se aplicará durante el proceso de preparación de las camas de acuerdo a las cantidades estimadas para cada programa según la tabla no.3. Una vez aplicado y mezclado con el suelo, se procederá a realizar la desinfección y acolchado del suelo de acuerdo al programa regular que se utiliza para la producción de tomates en invernadero (Cifuentes, 2010)

Se aplicará un programa de fertirriego específica para cada cama según la cantidad de compost que se haya aplicado de acuerdo a la Tabla no. 3 (Cifuentes, 2010)

El P se aplicará con el ácido fosfórico en forma mensual, La aplicación del ácido se hará a las 20 camas del invernadero, utilizando un total de 125 ml de ácido fosfórico

El análisis de suelo reporta bajo contenido de Fe y Mn, Estos elementos, junto a B, Cu, y Zn se aplicarán en forma foliar, utilizando la misma dosis para los diferentes programas.

1.2.2 Densidad de población. Cuando los pilones de tomate ya se encuentren listos para el trasplante se procederá a realizar la siembra de los mismos siguiendo un sistema al tresbolillo. Se busca tener una densidad de 2.5 plantas por metro cuadrado (Cifuentes, 2010)

1.2.3 Monitoreo del agua de riego, salinidad del suelo y concentración de nutrientes en el tejido vegetal. A lo largo del ciclo de cultivo se estará monitoreando el pH y salinidad del agua de riego, la salinidad del suelo y la concentración de nutrientes en el tejido vegetal (Cifuentes, 2010)

2. Pruebas que caracterizan la calidad del tomate:

I. Peso:

1. Se colocó el tomate sobre la balanza analítica.
2. Se esperó a que el peso se estabilizara y se realizó la lectura
3. Se registraron los resultados.

II. Longitud y diámetro:

1. Utilizando un vernier se midió el diámetro y la altura del tomate.
2. Se registraron los resultados.

III. Color:




1. Se determinó el color del tomate utilizando el colorímetro HunterLab, utilizando la escala de La y b.
2. Se registraron los resultados.

IV. Porcentaje de defectos:

1. Se determinó el porcentaje de defectos de forma de manera visual. Se definió como defecto cualquier daño en el fruto, según los estándares de calidad para tomates establecidos por la norma no.23 de la CEE. Esta norma establece que los tomates deben estar enteros, sanos (libres de rajaduras, cortes, raspaduras, magulladuras, manchas y daño y presencia de insectos) y limpios (libres de toda traza de productos químicos).

2. Se registró el número de muestras con presencia de defectos y se elaboró una tabla con el tipo de defectos encontrados en las muestras de tomate y sus respectivas fotografías. Esta tabla se muestra a continuación:

Tabla no. 5: Descripción de los defectos encontrados en las muestras de tomate *Dominique*.

DEFECTO	FOTOGRAFÍA
Rajaduras	
Manchas	
Picaduras de insectos	

V. Porcentaje de humedad (Nielsen, 2007):

1. Se colocó 5g de muestra de tomate en la balanza de humedad.
2. Se esperó hasta que el valor de la humedad se estabilizara.
3. Se realizó la lectura
4. Se registraron los resultados

VI. Porcentaje de pulpa (Nielsen, 2007):

1. Se licuaron los tomates enteros utilizando una licuadora.
2. Se agregó el jugo de tomate en tubos a escala.
3. Se colocó los tubos en la centrifuga hasta obtener la separación del jugo de la pulpa.
4. Se midió el volumen de pulpa y jugo según la escala del tubo.
5. Se registraron los resultados.

VII. Sólidos solubles (Nielsen, 2007):

1. Se obtuvo jugo de tomate utilizando un exprimidor
2. Se agregó una gota del jugo de tomate en el lector del refractómetro.
3. Se colocó el refractómetro contra la luz y se realizó la lectura de grados Brix.
4. Se registraron los resultados

VIII. pH (Nielsen, 2007):

1. Se obtuvo jugo de tomate utilizando un exprimidor.
2. Se agregó el jugo de tomate dentro de un beaker de 100 mL
3. Se colocó el potenciómetro digital, previamente calibrado, dentro del beaker.
4. Se Realizó la lectura del pH
5. Se registraron los resultados.

IX. Contenido de Licopeno (Nielsen, 2007):

1. Se obtuvo jugo de tomate utilizando un exprimidor.
2. Se tomaron 100 μ l de jugo de tomate utilizando una micropipeta y se agregaron un tubo con rosca de 25 ml.
3. Se agregó 7 ml de una solución 4:3 (v/v) etanol:hexano.
4. Se tapó el tubo y se incubó por 1 hora en la oscuridad.
5. Luego se agregó 1 ml de agua y se agitó suavemente.
6. Se esperó 10 minutos para lograr la separación de fases.
7. Se agregó una muestra de la capa de hexano a la celda del espectrofotómetro se leyó a 503 nm comparada con un blanco de hexano.
8. Se trabajó en duplicado.
9. Se registraron los resultados.



X. Penetración (Nielsen, 2007):

6. Se colocó el tomate entero en el penetrómetro.
7. Se eligió la punta adecuada para la lectura de penetración en tomate.
8. Se realizó la lectura y se registraron los resultados.

XI. Vida de anaquel

Se realizó una prueba de almacenamiento del tomate a condiciones similares a las que tiene durante el almacenamiento, distribución, exposición para la venta y uso por el consumidor (4). En este caso el tomate se almacenó a una temperatura de 4°C en bandejas de duroport cubiertas de plástico. Se elaboró una tabla con las características de descomposición encontradas en las muestras de tomates al finalizar el período de almacenamiento, el cual fue de cuatro semanas. Esta tabla se muestra a continuación.

Tabla no. 6: Características de descomposición encontradas en el tomate Dominique en la cuarta semana de almacenamiento.

DEFECTO	FOTOGRAFÍA
Manchas negras	
Mohos	

XII. Análisis sensorial

Se realizó una prueba sensorial con el fin de determinar diferencias significativas en el sabor, olor y textura de las muestras de tomate cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización. La prueba se realizó de la siguiente manera:

1. Preparación de las muestras. Las muestras de tomate se cortaron en rodajas y se colocaron en platos plásticos identificados con códigos de tres dígitos para su posterior evaluación. Las muestras se colocaron en una bandeja junto con la boleta, el lápiz y el vaso con agua para enjuague.

2. Presentación de las muestras y dinámica de la evaluación. Los panelistas se sentaron alrededor de la mesa y se les explicó el objetivo de la prueba. Se les dio un entrenamiento general sobre cómo evaluar cada uno de los atributos del tomate mediante el uso de alimentos de referencia. A continuación se presentan los alimentos de referencia utilizados para el entrenamiento de los panelistas.

Tabla no. 7: Alimentos de referencia utilizados para la evaluación sensorial de las muestras de tomate cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Atributo a evaluarse		Alimentos de referencia	
		1	5
1	Aroma característico del tomate	Agua	Tomate
2	Sabor ácido	Agua	Jugo de limón
3	Sabor dulce	Agua	Solución de sacarosa
4	Dureza	Banano	Apio

3. Análisis. Utilizando los resultados de las boletas, se realizó una prueba Tukey para determinar la diferencia significativa entre las cinco muestras de tomate por cada atributo evaluado. La boleta se encuentra en la sección de anexos.

4. Participantes. Los participantes fueron 6 hombres y 14 mujeres entre las edades de 20-25 años. Es importante mencionar que los panelistas eran consumidores no entrenados.

VI. RESULTADOS

Tabla no.8: Peso en gramos de las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
Bloque A	112,176 ± 0,01g	91,925 ± 0,01g	87,341 ± 0,01g	96,234 ± 0,01g	108,672 ± 0,01g
Bloque B	82,172 ± 0,01g	74,214 ± 0,01g	95,978 ± 0,01g	86,831 ± 0,01g	75,699 ± 0,01g
Bloque C	84,780 ± 0,01g	92,941 ± 0,01g	101,435 ± 0,01g	83,330 ± 0,01g	89,703 ± 0,01g
Media	93,043 ± 0,0316g	86,360 ± 0,0316g	94,918 ± 0,0316g	88,798 ± 0,0316g	91,358 ± 0,0316g
Desviación Estándar	16,6212	10,5310	7,1065	6,6732	16,5487

Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en el peso de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,91 > 0,05$.

Tabla no.9: Diámetro en centímetros de las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
Bloque A	5,717 ± 0,05 cm	5,348 ± 0,05 cm	5,129 ± 0,05 cm	5,397 ± 0,05 cm	5,564 ± 0,05 cm
Bloque B	4,946 ± 0,05 cm	4,786 ± 0,05 cm	5,243 ± 0,05 cm	5,167 ± 0,05 cm	4,520 ± 0,05 cm
Bloque C	5,187 ± 0,05 cm	5,300 ± 0,05 cm	5,396 ± 0,05 cm	5,087 ± 0,05 cm	5,201 ± 0,05 cm
Media	5,283±0,1581 cm	5,145±0,1581cm	5,256±0,1581 cm	5,217±0,1581 cm	5,095±0,1581 cm
Desviación Estándar	0,3944	0,3115	0,1339	0,1609	0,5300

Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en el diámetro de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,95 > 0,05$.

Tabla no.10: Altura en centímetros de las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
Bloque A	4,892 ± 0,05 cm	4,686 ± 0,05 cm	4,557 ± 0,05 cm	4,44 ± 0,05 cm	4,972 ± 0,05 cm
Bloque B	4,712 ± 0,05 cm	4,49 ± 0,05 cm	4,901 ± 0,05 cm	4,536 ± 0,05 cm	4,531 ± 0,05 cm
Bloque C	4,575 ± 0,05 cm	4,603 ± 0,05 cm	4,810 ± 0,05 cm	4,542 ± 0,05 cm	4,749 ± 0,05 cm
Media	4,726±0,1581 cm	4,593±0,1581cm	4,756±0,1581 cm	4,506±0,1581 cm	4,751±0,1581 cm
Desviación Estándar	0,1589	0,0984	0,1782	0,0572	0,2205

Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en la altura de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,25 > 0,05$.

Tabla no.11: Análisis de porcentaje de defectos presente en las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (%químico)	Porcentaje de defectos
100%	50,0%
85%	46,6%
70%	43,3%
55%	40,0%
40%	70,0%

Se realizó una tabla con las fotografías de representación de cada uno de los defectos que se consideró que afectaba la calidad de tomate. La tabla se encuentra en el apéndice.

Tabla no.12: pH de las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
Bloque A	pH 3,96	pH 3,90	pH 4,00	pH 4,00	pH 4,00
Bloque B	pH 3,93	pH 3,87	pH 4,07	pH 3,97	pH 3,97
Bloque C	pH 3,60	pH 3,97	pH 3,93	pH 3,97	pH 3,97
Media	pH 3,83	pH 3,91	pH 4,00	pH 3,98	pH 3,98
Desviación Estándar	0,2027	0,0509	0,0670	0,0191	0,0191

Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en el pH de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,29 > 0,05$.

Tabla no.13: Grados Brix de las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
Bloque A	4,27 °Brix	4,60 °Brix	4,40 °Brix	4,90 °Brix	5,4 °Brix
Bloque B	5,33 °Brix	5,67 °Brix	4,57 °Brix	4,87 °Brix	4,87 °Brix
Bloque C	5,33 °Brix	5,73 °Brix	4,20 °Brix	5,13 °Brix	4,47 °Brix
Media	4,97 °Brix	5,33 °Brix	4,39 °Brix	4,97 °Brix	4,91 °Brix
Desviación Estándar	0,6154	0,6350	0,1837	0,1449	0,4681

Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en los grados Brix de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,24 > 0,05$.

Tabla no.14: Porcentaje de humedad de las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
Bloque A	98,39 %	95,43 %	92,76 %	94,04 %	94,04 %
Bloque B	96,16 %	93,02 %	96,66 %	90,82 %	96,7 %
Bloque C	93,01 %	93,75 %	94,85 %	91,97 %	93,06 %
Media	95,85 %	94,07 %	94,76 %	92,27 %	94,60 %
Desviación Estándar	2,7031	1,2358	1,9517	1,6318	1,8835

Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en el porcentaje de humedad de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,31 > 0,05$.

Tabla no.15: Porcentaje de pulpa de las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
Bloque A	57,9 %	60.0 %	68,4 %	50,0 %	61,8 %
Bloque B	60,0 %	65.0 %	61,1 %	55,0 %	60,0 %
Bloque C	55,5 %	60.0 %	61,1 %	61,4 %	55,5 %
Media	57,8 %	61,6 %	63,5 %	55,4 %	59,1 %
Desviación Estándar	2,2516	2,8868	4,2146	5,7143	3,2449

Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en el porcentaje de pulpa de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,16 > 0,05$.

Tabla no.16: Concentración de licopeno (mg/100g) presente en las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
Bloque A	4,75 mg/100g	6,40 mg/100g	4,43 mg/100g	11,24 mg/100g	8,75 mg/100g
Bloque B	4,34 mg/100g	8,20 mg/100g	2,89 mg/100g	10,89 mg/100g	4,92 mg/100g
Bloque C	5,07 mg/100g	5,62 mg/100g	7,79 mg/100g	10,00 mg/100g	9,76 mg/100g
Media	4,72 mg/100g	6,74 mg/100g	5,04 mg/100g	10,71 mg/100g	7,81 mg/100g
Desviación Estándar	0,3631	1,3226	2,5053	0,6431	2,5527

Para el cálculo de la concentración de licopeno se utilizó un coeficiente de extinción a 503nm de E1% 3,450 con unidades g/ml (20). Según el análisis Anova sí existe una diferencia significativa en la concentración de licopeno de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,01 < 0,05$. En este caso hay diferencia significativa entre el tratamiento de fertilización al 55% con respecto a los tratamientos 100,85 y 70%, pues la diferencia de las medias es menor al LDS.

Tabla no.17: Índice a/b de las muestras de tomate Dominique cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
Bloque A	1,453	1,451	1,231	1,506	1,414
Bloque B	1,469	1,806	1,419	1,652	1,654
Bloque C	1,170	1,545	1,281	1,636	1,513
Media	1,364	1,601	1,310	1,598	1,527
Desviación Estándar	0,1680	0,1838	0,0969	0,0799	0,1206

El índice a/b es el índice de madurez, ya que define el paso de un fruto de *verde* (valores bajos de a) a maduro (alto *valor* de a y bajo de b) (22). Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en el color de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,07 > 0,05$

Tabla no.18: Fuerza de penetración (g) aplicada en la primera semana para las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
1	3809,6 g	3989,5 g	3843,2 g	3943,8 g	3287,9 g
2	3454,8 g	3474,7 g	3284,4 g	3602,5 g	2684,8 g
3	4010,7 g	2661,6 g	3207,5 g	3579,2 g	3017,9 g
4	1997,4 g	3334,8 g	4382,2 g	4424,4 g	3176,5 g
5	3206,3 g	3216,0 g	3441,6 g	3073,9 g	2769,2 g
Media	3295,8 g	3335,3 g	3631,8 g	3724,8 g	2987,3 g
Desviación estándar	789,6528	478,4125	485,9741	499,3066	257,9569

Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en la fuerza de penetración en la primera semana para los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,23 > 0,05$.

Tabla no.19: Fuerza de penetración (g) aplicada en la segunda semana para las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
1	3622,2 g	3845,6 g	3463,5 g	3633,2 g	2849,7 g
2	2880,6 g	3292 g	3279,6 g	2892,8 g	2684,8 g
3	3737,6 g	2634,4 g	3123 g	3534,1 g	2864,8 g
4	1709,2 g	2664,6 g	4002,9 g	3313 g	2713,8 g
5	3156,3 g	3153,9 g	3169,4 g	2872,7 g	2465,2 g
Media	3021,2 g	3118,1 g	3407,7 g	3249,2 g	2715,7 g
Desviación Estándar	811,4484	500,1017	357,6406	354,0719	161,1641

Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en la fuerza de penetración en la segunda semana para los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,26 > 0,05$.

Tabla no.20: Fuerza de penetración (g) aplicada en la tercera semana para las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
1	3464,3 g	3419,3 g	3167,1 g	3632,3 g	2845,5 g
2	2550,1 g	3035,0 g	3108,3 g	2680,3 g	2295,1 g
3	3667,0 g	2582,8 g	3094,7 g	3309,4 g	2517,0 g
4	1466,9 g	2075,8 g	2995,8 g	2732 g	2508 ,0g
5	2922,0 g	3081,2 g	3005,9 g	2685,8 g	2361,9 g
Media	2814,1 g	2838,8 g	3074,4 g	3007,9 g	2505,5 g
Desviación Estándar	872,7091	520,0811	72,4996	438,1690	212,5015

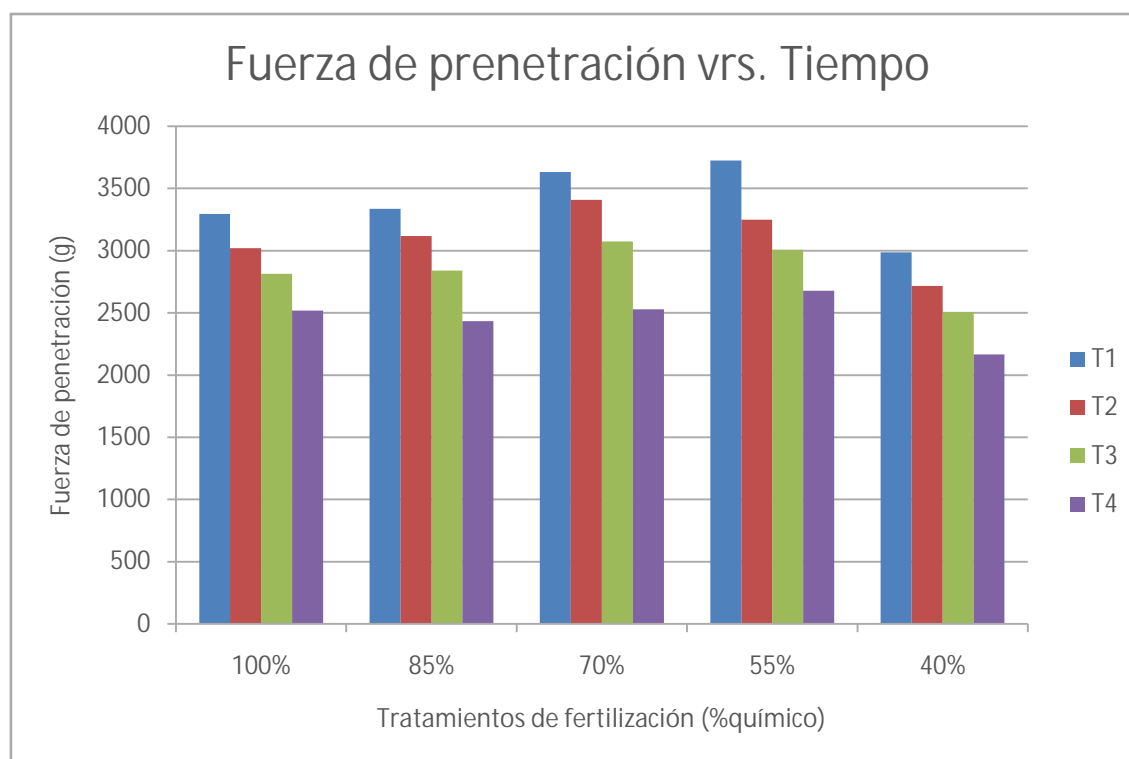
Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en la fuerza de penetración en la tercera semana para los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,45 > 0,05$.

Tabla no.21: Fuerza de penetración (g) aplicada en la cuarta semana para las muestras de tomate *Dominique* cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento de fertilización (% químico)					
	100%	85%	70%	55%	40%
1	3116,6 g	3530,5 g	2409 g	3166,5 g	2125,2 g
2	2128,8 g	2516,2 g	2544,8 g	2085,9 g	2278,2 g
3	3572,7 g	2191,3 g	2782,6 g	3435,4 g	1932,1 g
4	1328,4 g	1113,6 g	2480,8 g	2510,3 g	2448,9 g
5	2446,1 g	2818,2 g	2431,3 g	2188,7 g	2047,3 g
Media	2518,5 g	2433,9 g	2529,7 g	2677,4 g	2166,3 g
Desviación Estándar	872,1391	888,6841	150,6889	597,9977	201,9184

Según el análisis Anova, no existe diferencia significativa en la fuerza de penetración en la cuarta semana para los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización, ya que la probabilidad es $0,77 > 0,05$.

Gráfica no.1: Fuerza de penetración (g) aplicada a las muestras de tomate *Dominique* de los distintos tratamientos de fertilización a través del tiempo.



T1...1 semana, T2...2 semanas, T3...3 semanas, T4...4 semanas.

VII. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue determinar la calidad química y nutricional del tomate *Dominique* producido a distintos niveles de fertilización utilizando 100%, 85%, 70%, 55% y 40% de fertilizante químico y el resto orgánico. Para ello fue necesario realizar diversas pruebas que caracterizan la calidad del tomate, como lo son el peso, dimensiones, color, porcentaje de defectos, porcentaje de pulpa, porcentaje de humedad, penetración, pH, sólidos solubles, contenido de licopeno, análisis sensorial y vida de anaquel. Estas pruebas se realizaron para los cinco tratamientos de fertilización, con el fin de determinar cuál de todos presentó la mejor calidad o si el tipo de tratamiento utilizado en el cultivo no afecta significativamente la calidad de los frutos.

Las muestras de tomate *Dominique* se obtuvieron a partir de las plantaciones ya establecidas en la Universidad del Valle del Altiplano; el método de cultivo empleado se muestra detallado en la sección de metodología. El muestreo se realizó de forma aleatoria y en triplicado, pues los cinco tratamientos estaban distribuidos en un diseño en bloques con 3 repeticiones (bloque A, B y C). Se procuró que los tomates seleccionados estuvieran en estado zarazo, es decir de color verde-rojo, pues éste es el estado de madurez en que deben cosecharse. El período de producción del tomate *Dominique* dura aproximadamente de 10 a 11 meses antes de empezar a disminuir su rendimiento; en este caso los tomates se recolectaron finalizando el período de producción. Las muestras seleccionadas se colocaron en canastas plásticas rotuladas y se almacenaron en el cuarto frío (4°C) del Laboratorio de Operaciones Unitarias la Universidad del Valle para su posterior estudio.

Es importante mencionar que el cultivo de tomate *Dominique* debe ser en invernadero para aislar las plagas, enfermedades y condiciones drásticas del ambiente. Los mayores daños en el tomate son ocasionados por la mosca blanca y el virus del tabaco. En este caso, el invernadero del UVG Altiplano utiliza medidas de seguridad para evitar la contaminación de sus cultivos; como lo es el uso de desinfectantes y lavado de manos y botas antes de ingresar al mismo.

Debido a que los tomates son un fruto perecedero, fue de vital importancia iniciar los análisis cuanto antes para evitar que su deterioro influyera en los resultados. Los procedimientos utilizados para cada análisis se muestran detallados en la sección de metodología.

La primera prueba de calidad consistió en determinar el peso y dimensiones (diámetro y altura) de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización. Según la Fragua, que constituye la principal cadena de supermercados y que a través de su departamento de calidad ha desarrollado normas técnicas de calidad para cada uno de sus productos; establece que el tomate debe cumplir con las siguientes características; debe tener una altura mayor a 4,6 cm y un diámetro mayor a 5 cm y el peso debe ser entre 75 a 110 g (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004). En este caso se realizó un análisis Anova con el fin de establecer si existía una diferencia significativa en el peso y dimensiones de las muestras cultivadas bajo los distintos tratamientos. En cuanto al peso, no se encontró diferencia significativa, por lo que se concluyó que el tratamiento de fertilización no interfirió de manera significativa en el peso de los tomates. Además, todos los valores de peso obtenidos se encuentran dentro del rango de 75-110g por lo que se concluye que todos cumplen con las especificaciones de calidad establecidas por la Fragua. Con relación a las dimensiones, en el análisis Anova, tanto para el diámetro como para la altura, tampoco se encontraron diferencias significativas, por lo que se puede concluir que los distintos tratamientos de fertilización no influyeron significativamente en las dimensiones del tomate. Además, al igual que con la prueba del peso, se observa que los valores para la altura y diámetro de todas las muestras se encuentran bajo los rangos establecidos por la Fragua, por lo que se concluye que todos los tratamientos de fertilización contribuyeron a obtener tomates de calidad con respecto al peso y dimensiones.

Para el análisis de porcentaje de defectos, fue necesario evaluar visualmente cada una de las muestras de tomate, con el fin de detectar defectos que afectaran su calidad física. Según las normas de calidad de la Fragua, no se debe aceptar ningún tipo de defecto mayor en el fruto como por ejemplo: daño de insectos, rajaduras y cortes, raspaduras, magulladuras, manchas y presencia de insectos (Hernández, Reardon, Thomas, Bedregué, & Jano, 2004)

Para dicho análisis se elaboró una tabla con las fotografías de representación de cada uno de los defectos que se consideró que afectaba la calidad de las muestras. Esta tabla se utilizó como guía para la inspección visual de todas las muestras de los distintos tratamientos. Después de realizar los cálculos correspondientes se observó que el porcentaje de defectos para cada uno de los tratamientos fue bastante similar, con valores entre un rango de 40 a 50% de defectos.

Sin embargo, el tratamiento de fertilización al 40% presentó el mayor porcentaje de defectos con un valor medio del 70%. Esto se debió principalmente a los bajos niveles de fertilizante químico en la composición de dicho tratamiento, pues los fertilizantes químicos, a diferencia de los orgánicos, son más solubles y esto hace que los nutrientes estén más rápidamente disponibles para las plantas haciendo que éstas tengan a su alcance lo que necesitan para crecer y desarrollarse de manera saludable, disminuyendo así la posibilidad de presentar defectos (Cubero & Marcos, 1999)

Para realizar las pruebas de pH y grados Brix se utilizó un potenciómetro digital y un refractómetro. El procedimiento detallado se muestra en la sección de metodología. Para los cálculos se realizó un análisis Anova y se encontró que no existe diferencia significativa en ambos casos. Es decir, que la acidez y el contenido de sólidos solubles no varían de manera significativa de un tratamiento de fertilización a otro. Por lo que se concluye que los tratamientos de fertilización no influyen de manera significativa en la acidez y contenido de sólidos solubles de los tomates.

La calidad de los tomates debe definirse en función del uso al que va ser destinado el producto. En el caso del tomate fresco deben considerarse todas las características valoradas por los consumidores, incluyendo el sabor, el aroma y la textura. Se considera que para tener un aroma y un sabor óptimos, los tomates deben tener un contenido en sólidos solubles entre 4 y 6 °Brix y un pH entre 3.9 y 5.1 (FAO, Departamento de agricultura, 2009). En este caso, se observa que todas las muestras se encontraron bajo estas especificaciones, lo que indica que todos los tratamientos de fertilización, sin importar su composición químico/orgánico, produjeron tomates de calidad en cuanto la relación Brix/acidez.

Se midió el porcentaje de humedad de los tomates cultivados bajo los distintos tratamientos de fertilización y se realizó un análisis Anova con el fin de determinar si existía una diferencia significativa en los resultados obtenidos para cada uno de los tratamientos. Sin embargo, no se encontró una variación significativa en los resultados, por lo que se concluye que el tipo de tratamiento de fertilización utilizado no influyó de manera significativa en el porcentaje de humedad del fruto. El contenido de agua en el tomate fresco debe ser entre 93.6%-94.5% (FAO, Departamento de agricultura, 2009). En este caso se pudo observar que todas las muestras estuvieron muy próximas a este rango, por lo que se concluye que sin importar el tratamiento de fertilización utilizado, todos los frutos resultaron tener un porcentaje de humedad aceptable.

Para determinar el porcentaje de pulpa de cada una de las muestras de tomate, fue necesario licuar los frutos, colocar la mezcla en tubos con escala y utilizar una centrífuga para promover la separación del jugo y la pulpa. El procedimiento detallado se muestra en la sección de metodología. Al realizar el análisis Anova, no se encontró diferencia significativa en los resultados, por lo que se concluyó que el tipo de tratamiento de fertilización no afectó de manera significativa el contenido de pulpa en el tomate. Los porcentajes de pulpa estuvieron en un rango entre 55%-64%, lo que implica que más de la mitad del tomate forma parte de la pulpa y el resto es jugo. Debido a que el tomate Dominique es una variedad que por lo general se consume fresca, la relación pulpa/jugo es la adecuada, pues permite un corte limpio evitando la salida de exceso de jugo a la hora de preparar una ensalada, por ejemplo.

En la prueba de contenido de licopeno, el análisis Anova indicó una diferencia significativa entre el tratamiento de fertilización al 55% con respecto a los tratamientos de fertilización al 100, 85 y 70%. En este caso, las muestras de tomate con el tratamiento de fertilización al 55% tuvieron una concentración de licopeno promedio de 10,71 mg/100g, mientras que las muestras de tomate con el tratamiento al 100, 85 y 70 % tuvieron concentraciones de licopeno promedio de 4,72 mg/100g, 6,74 mg/100g y 5,04 mg/100g respectivamente. A pesar de esta diferencia significativa, los valores de concentración de licopeno obtenidos para todas las muestras, cumplieron con los valores de concentración de licopeno reportados en la literatura que va desde 4,20 a 10,70 mg/100g de pulpa de tomate (FAO, Departamento de agricultura, 2009)

La concentración de licopeno en el tomate representa una medida de calidad nutricional; pues éste es un potente antioxidante que actúa protegiendo a las células del estrés oxidativo, producido por la acción de los radicales libres, que son uno de los principales responsables de las enfermedades cardiovasculares, cáncer y envejecimiento general (Sawyer & Egan, 1999). Por ello, a mayor cantidad de licopeno presente en el tomate, mejor es su calidad nutricional. El factor que más influye en el contenido de licopeno es la maduración; esto se debe a que el licopeno es el pigmento rojo vegetal del tomate y a medida que un tomate madura, éste se torna de verde a rojo, aumentando así su concentración (Sawyer & Egan, 1999).

En este caso la variación en la concentración de licopeno para los distintos tratamientos pudo deberse a distintos estados de madurez de los frutos analizados y no necesariamente al tipo de tratamiento de fertilizante empleado.

Sin embargo, se ha comprobado que los abonos orgánicos presentan un contenido más variado de nutrientes, a pesar de sus bajas concentraciones, y por lo tanto el suministro de abonos orgánicos combinado con un porcentaje de fertilizante químico puede eliminar las deficiencias de micronutrientes en los frutos (Cubero & Marcos, 1999).

Para determinar el color de las distintas muestras de tomate fue necesario utilizar un colorímetro Hunter Lab. De los tres parámetros medidos en la determinación del color (**L**, **a**, **b**), los más importantes son el **a** (variación de *verde* a rojo) y el **b** (variación de azul a amarillo), ya que definen el paso de un fruto de verde (valores bajos de **a**) a maduro (alto valor de **a** y bajo **b**). Este comportamiento se define bastante bien mediante el índice a/b o índice de madurez. A partir de los resultados se pudo observar que todos los índices resultaron positivos, lo cual era de esperarse pues la medición del color se realizó cuando los frutos tenían un color rojo; los índices hubieran resultado negativos si el fruto medido hubiera estado en estado verde pintón, que es cuando la pigmentación es verde, es decir que los valores de **a** hubieran sido menor a 0. Los índices a/b obtenidos para todas las muestras se encuentran en un rango de 1.3 a 1.7, lo que indica un índice de maduración de 7 a 14 días (Universidad Cabdo de Tenerife, 2000). Al realizar el análisis Anova, se encontró que no hubo diferencia significativa en el índice a/b para los distintos tratamientos de fertilización, es decir que el tipo de fertilización no influyó significativamente en el color del tomate.

Se midió la fuerza de penetración de las muestras de tomate cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización, con el fin de determinar la dureza de los frutos. Para ello se utilizó un penetrómetro; el procedimiento detallado se muestra en la sección de metodología. La fuerza de penetración se midió semanalmente durante un mes, de tal modo que pudiera apreciarse la pérdida de dureza del fruto a través del tiempo. Los tomates se almacenaron en bandejas de duroport previamente lavadas y se sellaron con plástico permeable para dejar transpirar al fruto. Las bandejas se rotularon según el tipo de tratamiento al que pertenecían y se almacenaron en el cuarto frío del Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad del Valle a una temperatura de 4°C durante 4 semanas. Se comparó la fuerza de penetración obtenida cada semana para los cinco tratamientos, y se encontró, mediante el análisis Anova, que ningún resultado mostró una variación significativa. Es decir, que la dureza del fruto no se vio afectada significativamente por el tipo de tratamiento de fertilización utilizado.

En todos los casos se observó que la dureza iba disminuyendo conforme pasaba el tiempo; esta pérdida en dureza se relaciona directamente con la vida de anaquel de los tomates, ya que éstos pierden rigidez conforme pasa el tiempo, es por eso que cada vez se requiere de menor fuerza de penetración. La progresiva pérdida de dureza se debe a la solubilización de la protopectina de las paredes celulares del tomate para formar pectinas y otros productos. Así mismo, la degradación de la pared celular ocasiona que ésta va adelgazando. La pérdida de dureza en los frutos inicia con la maduración y continúa durante su proceso de descomposición, es por eso que este parámetro es útil para medir la vida de anaquel del tomate (Nielsen, 2007).

En la Gráfica no. 1 mostrada en la sección de resultados, se puede observar cómo para cada uno de los tratamientos de fertilización, la fuerza de penetración requerida en la primera semana es la mayor y luego va disminuyendo hasta llegar a las cuatro semanas. En la cuarta semana, además de observar gráficamente que el fruto había perdido gran parte de su dureza, también se observó visualmente ciertos cambios en sus características físicas. Se encontró una presencia de manchas negras en la superficie y ciertos mohos característicos de la descomposición orgánica de los frutos. Estos cambios en el tomate se muestran identificados en las fotografías mostradas en el apéndice. Se pudo concluir experimentalmente, que la vida de anaquel para los tomates resultó ser de 15 días a 3 semanas, estando empacados en bandejas cubiertas de plástico y almacenados a 4°C. A partir de las 3 semanas los tomates ya no se encuentran en condiciones óptimas, pues inician su proceso de descomposición e inicia la aparición de manchas y mohos.

Se llevó a cabo un análisis sensorial con 20 panelistas (consumidores) con el fin de detectar diferencias significativas en los atributos de sabor, olor y textura de las muestras de tomate cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización. Sin embargo, al realizar el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa, por lo que se concluyó que la calidad sensorial de los tomates fue independiente del tipo de tratamiento de fertilización empleado.

De todas las pruebas de calidad realizadas a las muestras de tomate, se encontró que en la mayoría, el tipo de tratamiento de fertilización no afectó significativamente los resultados. Únicamente, las pruebas de presencia de defectos y concentración de licopeno presentaron resultados dependientes del tipo de tratamiento de fertilización utilizado.

En el caso de la concentración de licopeno, se encontró que la mayor concentración de este antioxidante se presentó en los tomates cultivados con la mayor proporción de fertilizante orgánico, debido a que éste por su contenido más variado de nutrientes, elimina la deficiencia de los micronutrientes en el fruto. Por otro lado, en el caso del porcentaje de defectos, se encontró que los tomates cultivados con la mayor proporción de fertilizante químico obtuvieron el menor índice de defectos, debido a que el fertilizante químico es más soluble y se absorbe con mayor facilidad, permitiéndole a la planta crecer de forma más saludable.

Debido a que la calidad del tomate, utilizando un tratamiento de fertilización con menor proporción química, no se vio afectada significativamente, se podría promover el cultivo de plantaciones de tomate utilizando este tipo de tratamiento de fertilización más orgánico, de tal modo que se obtengan productos más naturales y de menor costo que los alimentos puramente orgánicos. Los alimentos puramente orgánicos tienen precios elevados, debido a que su rendimiento de producción es bastante menor en comparación con el rendimiento que tiene un cultivo que utiliza la fertilización química. Sin embargo si se combina la fertilización química con la orgánica el rendimiento de producción aumenta, lográndose así mejores precios de mercado. De este modo se estaría satisfaciendo la tendencia del consumidor hacia alimentos más naturales, manteniendo la calidad de los mismos y ofreciendo precios más accesibles.

Es importante mencionar que hoy en día los alimentos con propiedades antioxidantes se están haciendo cada vez más populares debido a su beneficio contra enfermedades crónicas y degenerativas (Sawyer & Egan, 1999). En este estudio se logró demostrar, mediante el análisis estadístico realizado, que los tomates cultivados con mayor proporción de fertilizante orgánico contienen mayor concentración de licopeno, lo que representa un beneficio adicional al promover este tipo de cultivo.

A pesar que un fruto cultivado con menor proporción de fertilizante químico presenta mayor cantidad de defectos visibles, también contiene mayor concentración de micronutrientes y menos residuos de fertilizantes químicos, lo que lo hace más saludable para el organismo. Además, la FAO asegura que la reducción del uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos en los cultivos, disminuye la contaminación de aguas subterráneas (FAO, Departamento de agricultura, 2009). Por todas estas ventajas, este estudio recomienda la implementación de tratamientos de fertilización con bajas concentraciones de fertilizantes químicos que promuevan la producción de alimentos más sanos y el cuidado del ambiente.

VIII. CONCLUSIONES

La calidad física y química del tomate de invernadero de variedad Dominique no se vio afectada por el tipo de tratamiento de fertilización empleado.

La calidad nutricional, con base al contenido de licopeno, resultó ser dependiente del tipo de tratamiento de fertilización. Los tratamientos de fertilización con mayor proporción de fertilizante orgánico intervinieron en la obtención de tomates con mayor concentración de licopeno.

La utilización de fertilizante con proporciones de origen químico y orgánico representa una opción para el agricultor de hoy en día, quien busca, gracias a dicho juego de proporciones, satisfacer la demanda de alimentos más saludables, y a la vez obtener un rendimiento de producción superior al de una plantación puramente orgánica.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más estudios sobre posibles mezclas de fertilizante orgánico y químico, con el fin de encontrar un balance entre poder producir frutos más naturales y con alto contenido de micronutrientes, pero a la vez conseguir un buen rendimiento de producción.

Se recomienda inducir el uso de fertilizantes de composición química y orgánica balanceada como una alternativa a disminuir el uso de fertilizantes 100% químicos que contaminan el medio ambiente.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Adrian, Potus, Poiffait, & Dauvillier. (2000). Análisis nutricional de los alimentos. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.
- Andersson, R., & Hendlund, B. (1983). *Organic acids in vegetables*. Franckfurt.
- Arana, C., Jarén, S., & García-Gembe, A. (2009). *Calidad del tomate fresco: técnica de cultivo y variedad*. Navarra: Universidad Pública de Navarra.
- Aranda Venegas, C. G. (2002). *Análisis sensorial de los Alimentos: Tipos de Pruebas Sensoriales*.
- Bloom, A. (1997). Nitrogen as liminiting factor. *Ecology in Agriculture* , 147-172.
- Chavarria, M. (Diciembre de 2005). *Crece la demanda de alimentos orgánicos en EEUU. Este sector aumenta anualmente un 20% en el país norteamericano*. Obtenido de Consumer Eroski: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/2005/12/01/21411.php>
- Cifuentes, I. R. (2010). *"Evaluación de Compost en combinación con Fertilizante Químico en tomate bajo condiciones de invernadero"*. Guatemala: Departamento de Ingeniería Agroforestal de la Universidad del Valle de Guatemala.
- Corpeño, B. (2004). *Manual del Cultivo del Tomate*. El Salvador: FINTRAC.
- Cubero, D., & Marcos, V. (1999). Abonos orgánicos y fertilizantes químicos ¿Son compatibles con la agricultura? *Expertos en Manejo y Conservación de Suelos* , Conferencia no. 70.
- Del Carmen, A. (2010). *Analisis Sensorial*. Bolivia: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad.
- FAO, Departamento de agricultura. (2009). *Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas*. Obtenido de [http://www.fao.org/docrep/x5056s/x5056S02.htm#Control de calidad](http://www.fao.org/docrep/x5056s/x5056S02.htm#Control%20de%20calidad)
- FAO, M. d. (2009). *Fisiología de la Fruta*.
- Gimferrer, N. (junio de 2008). *Alimentos ecológicos seguros. El distintivo ecológico garantiza su seguridad y aporta una calidad al producto que el consumidor exige cada vez más*. Obtenido de Consumer Eroski: <http://www.consumer.es/seguridad-alimntaria/ciencia-y-tecnologia/2008/11/177595.php>
- Heeb, A., & Ericson, T. (2006). Impact of organic and inorganic fertilizers on yield, taste, and nutritional quality of tomatoes. *Nutritional Science* , 535-542.
- Hernández, R., Reardon, Thomas, Bedregué, J., & Jano, P. (2004). Acceso de pequeños productores de tomate a los supermercados de Guatemala. *Programa colaborativo de investigación* .

- Juarez, P., Castro, R., Colinas, L., & Ramirez, T. y. (2010). Genotipos nativos de jitomate: clave para mejorar la calidad de los frutos. *Agro 2000 Revista Industrial del Campo*, Sección de Biotecnología.
- Man, & Dominic. (2002). Principal Lacturer in Food Sciences at the School of Applied Science. *Caducidad de los Alimentos*. Zaragoza, España : Editoria Acribia, S.A.
- Nielsen, S. (2007). *Análisis de los Alimentos*. Zaragoza.
- Nuez, F. (1995). *El cultivo del tomate*. Barcelona: Editorial Aedos S.A.
- Ordoñez, A., Balanza, M., Martín, F., & Flores, C. (2009). *Estabilidad del Carotenoide Licopeno en tomates en conserva*. Cuyo: Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.
- Phillip, J., & Alex, F. (febrero de 2010). La Agricultura Ecológica podría Alimentar a toda la población del mundo. *Consumer Eroski*.
- Recinos, J. (2007). Las tendencias de la alimentación sacuden el mercado global. *Enfasis de Alimentación Latinoamericana*.
- Reina, C., Guzmán, M., & Chavarro, O. (1998). *Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para tomate de árbol que se comercializa en la ciudad de Neiva*. Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Sancho, J., & Bota, E. (2002). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Mexico.
- Sawyer, & Egan. (1999). *Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. 2da edición*. Mexico, Mexico.
- Suzanne, N. (2007). *Análisis de los Alimentos, Manual de Laboratorio*. Zaragoza, España.
- Universidad Cabldo de Tenerfica, I. T. (2000). *Ensayos de variedades de tomate de exportación*.
- USAID. (2007). *Boletín Técnico de Postcosecha: Manejo Postchosecha de Tomate*. Obtenido de [http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID RED Postcosecha Tomate 12 07.pdf](http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID%20RED%20Postcosecha%20Tomate%2012%2007.pdf)

XI. ANEXOS

A. FOTOGRAFÍAS

Fotografía no. 1: Invernadero híbrido (metal y madera) utilizado para la plantación experimental de tomate *Dominique* ubicado en la Universidad del Valle del Altiplano.



Fotografía no. 2: Vista interior del invernadero con la plantación de tomate *Dominique*.



Fotografía no. 3: Muestreo aleatorio de las muestras de tomate Dominique cultivadas bajo los distintos tratamientos de fertilización.



Fotografía no. 4: Almacenamiento de las muestras de tomate en canastas de plástico para su posterior transporte.



Fotografía no. 5: Realización de los análisis de peso y dimensiones



Fotografía no. 6: Realización de la prueba de pH.



Fotografía no. 7: Análisis de porcentaje de humedad.



Fotografía no. 8: Análisis de concentración de licopeno.



Fotografía no. 9: Porcentaje de pulpa



Fotografía no. 10: Penetración



Fotografía no. 11: Vida de anaquel



B BOLETA DE ANÁLISIS SENSORIAL

Nombre: _____

Edad: _____ Fecha: _____

PERFIL SENSORIAL DE TOMATE MANZANO

BOLETA DE EVALUACIÓN

A continuación se le presentan cinco muestras de tomate. Sírvase oler cada muestra para evaluar su aroma a característico a tomate. Después coloque la muestra dentro de la boca en las molares y evalúe su dureza al dar la primera mordida, luego evalúe el sabor dulce y ácido del tomate.

Indique el grado de intensidad de 1 a 5 de cada uno de los atributos en el orden de que se le pide en la tabla. Para cada atributo se le presentarán dos alimentos que corresponden a los valores 1 (mínimo) y 5 (máximo) para que le sirvan de referencia. Para los valores intermedios puede guiarse por la siguiente tabla

Recuerde tomar agua al inicio de la evaluación y entre cada muestra.

Valor	Intensidad
1*	muy poco
2	poco
3	regular
4	mucho
5*	demasiado

* para estos valores utilice las referencias

¡CUALQUIER DUDA QUE TENGA PREGUNTE POR FAVOR!

Código de la muestra					
Atributo					
Aroma característico a tomate					
Dureza					
Sabor dulce					
Sabor ácido					