

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD DEL FRUTO EN TRES LINEAS DE TOMATE  
TIPO CHONTO (*Lycopersicon esculentum* mil) EN LA CIUDAD DE PALMIRA  
VALLE DEL CAUCA**

**PRESENTADO POR:**

**SKARLETH JOSELINE TURCIOS LARA**

**TESIS**

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**



**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS, C.A.**

**DICIEMBRE, 2013**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**DESCRIPCION DE LA CALIDAD DEL FRUTO EN TRES LINEAS DE TOMATE  
TIPO CHONTO (*Lycopersicon esculentum mil*) EN LA CIUDAD DE PALMIRA  
VALLE DEL CAUCA**

**POR:**

**SKARLETH JOSELINE TURCIOS LARA**

**MILDRE ELEAZAR TURCIOS, MSc.**

**Asesor principal**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**DICIEMBRE, 2013**

## DEDICATORIA

A **DIOS** todo poderoso por haberme dado la vida, estar siempre a mi lado dándome la fortaleza para seguir adelante en los momentos más difíciles; por ello, con toda humildad que mi corazón puede emanar dedico mi trabajo primeramente a él.

A mis padres pero en especial a mi madre **Jane Carolibeth Lara** por ser esa persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, formándome con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi hermano **Handerson Anibal Turcios** por ser un gran amigo para mí, que junto a sus ideas hemos pasado momentos inolvidables y uno de los seres más importantes en mi vida ya que siempre ha estado junto a mí brindándome su apoyo.

A mis tíos y tías pero en especial a mi tía **Doris Elivenia lara** por la confianza y el apoyo brindado, quien con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental de mi vida

A mis abuelos **Francisco Lara y Amanda Valderramos**, que han sido como mis padres durante toda mi vida, por su apoyo incondicional, por su comprensión en los momentos difíciles, por los principios que me inculcaron desde pequeña

A todos mis familiares, primos, tíos y amistades que de una u otra forma me apoyaron y estuvieron conmigo en el tiempo y momento oportuno cuando más lo necesite.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre **JANE CAROLIBETH LARA**, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mi hermano, que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

Agradezco especialmente a mis tíos y tías con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental de mi vida.

A mis primas **KAREN DIAZ, ALMA NUBIA DIAZ Y WENDY DIAZ** por sus palabras de aliento y sus consejos

A mi alma mater **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por ser mi *Alma Mater* por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios y darme el pan del saber.

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA** por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis y a los docentes **PhD. Mario García y PhD. Juan Carlos Menjivar** por todo su apoyo y consejos brindados durante esta investigación.

A mis asesores **MSc MILDRE ELEAZAR TURCIOS, PhD. JOSE SANTIAGO MARADIAGA y PhD. CARLOS MANUEL ULLOA** por compartir conmigo su conocimiento que poseen y por ayudarme, dirigirme en lo que hacía.

Al **M.Sc JAVIER ANTONIO REYES, ING. DORIS REYES Y MSc. JAVIER MEDINA** por ser un eslabón muy importante en mi formación.

**ING. JACOBO REGALADO WEINZEMBLUT** por confiar en mí y por qué con sus palabras alentadoras encontraba fuerzas para seguir adelante.

Al **M.Sc JUAN AMILCAR COLINDRES** por que con sus palabras encontraba fuerzas para seguir en esta carrera.

A mis compañeros colegas y amigos en especial a Francisco Sánchez, Luis Salgado, Hugo Martínez y José Díaz.

## CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN</b> .....	i
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	3
3.1 General .....	3
3.2 Específicos .....	3
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
3.1 Generalidades del Tomate.....	4
3.2 Plagas de tomate .....	4
3.2.1 Mosca blanca( <i>Bemisiatabaci</i> ).....	5
3.2.2 Polilla del tomate .....	5
3.2.3 Gusano cornudo del tomate ( <i>Manduca sexta</i> ) .....	5
3.2.4 Gusano del fruto ( <i>Helitohsizea</i> ).....	6
3.2.5Gusano del follaje ( <i>Spodoptersp.</i> ).....	6
3.3 Enfermedades más comunes en el cultivo de tomate.....	6
3.3.1 Marchites vascular por fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> ).....	6
3.3.2 Tizón temprano ( <i>Alternariasolani</i> ).....	7
3.3.3 Tizón tardío ( <i>Phythophtorainfestans</i> ).....	7
3.3.4 Moho Gris ( <i>Cladosporiumfulvum</i> ).....	8

3.4	Variedades de tomate .....	8
3.4.1	Tomate milano .....	8
3.4.2	Tomate chonto .....	9
3.4.3	Tomate cherry .....	9
3.4.4	Tomate industrial .....	9
3.6	Técnicas de almacenamiento en tomate.....	10
3.6.1	Uso de bajas temperaturas .....	10
3.6.2	Pre enfriamiento.....	11
3.6.3	Atmósferas modificadas.....	11
3.6.4	Enfriado con agua (hydrocooling) .....	11
3.7	Calidad en Hortalizas .....	12
3.8	Componentes de la Calidad en Tomate .....	12
3.8.1	Tamaño en el fruto de tomate .....	12
3.8.2	Color en el fruto de tomate .....	12
3.8.3	Consistencia en el fruto de tomate .....	13
3.8.4	Contenido de sólidos solubles en el fruto de tomate .....	13
3.8.5	El pH en el fruto de tomate .....	14
3.8.6	Licopeno y Carotenoides en el fruto de tomate .....	14
3.8.7	Acidez total en el fruto de tomate .....	15
3.8.8	Vida en Anaquel .....	16
3.9	Factores de cosecha que inciden en la calidad de tomate .....	16
3.9.1	Índices de madures.....	16
3.10	Factores de post cosecha que inciden en la calidad de hortalizas.....	18
3.11	Deterioros Fisiológicos .....	20
3.11.1	Respiración .....	20
3.11.2	Transpiración .....	21
3.11.3	Producción de Etileno .....	22
3.12	Daños en el tomate.....	23
3.12.1	Daños Mecánicos .....	23
3.12.2	Daños Microbiológicos.....	23
3.12.3	Daños por frio .....	23

<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	25
4.1 Descripción del lugar .....	25
4.2 Materiales y Equipo .....	25
4.3 Manejo del Experimento.....	26
4.4 Variables evaluadas .....	26
4.4.1 Variables Físicas .....	26
4.4.2 Variables Químicas.....	28
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	30
5.1 Variable Peso del fruto de tomate.....	30
5.2 Consistencia del fruto de tomate.....	32
5.3 Evaluación de °Brix en el fruto de tomate .....	34
5.4 Variable Acidez total en fruto de tomate .....	36
5.5 Variable pH de fruto de tomate.....	38
5.6 Variable Color para el parámetro L .....	39
5.7 Variable Color para el parámetro C .....	41
5.8 Variable Color para el parámetro b/a.....	43
5.9 Variable Color para el parámetro h.....	45
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	47
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	48
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA</b> .....	49
<b>ANEXOS</b> .....	57

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1.</b> Cambios de color durante la maduración de tomate.....	17
<b>Cuadro 2.</b> Escala de madurez en tomates .....	17
<b>Cuadro 3.</b> Comportamiento de respiración de acuerdo a la temperatura.....	21
<b>Cuadro 4.</b> Índices de cosecha de algunas hortalizas.....	22
<b>Cuadro 5.</b> Factores de multiplicación para la determinación ácidos según la fruta .....	29
<b>Cuadro 6.</b> ANOVA para la variable peso en la calidad de tomate .....	30
<b>Cuadro 7.</b> Comparación de medias para la variable peso según el factor Líneas.....	30
<b>Cuadro 8.</b> Comparación de media de la variable peso según el factor Días.....	31
<b>Cuadro 9.</b> ANOVA para la variable consistencia en la calidad de tomate .....	32
<b>Cuadro 10.</b> Comparación de medias de la variable consistencia según el factor Días.....	33
<b>Cuadro 11.</b> ANOVA para la variable °Brix en la calidad de tomate.....	34
<b>Cuadro 12.</b> Comparación de medias para la variable °Brix según el factor Líneas .....	34
<b>Cuadro 13.</b> ANOVA para la variable acidez total en la calidad del tomate .....	36
<b>Cuadro 14.</b> Comparaciones de medias para la variable acidez total según el factor Líneas .....	36
<b>Cuadro 15.</b> Comparación de medias de la variable acidez total según el factor Días .....	37
<b>Cuadro 16.</b> ANOVA para la variable pH en la calidad de tomate.....	38
<b>Cuadro 17.</b> Comparación de medias para la variable pH según el factor Líneas .....	38
<b>Cuadro 18..</b> Comparación de medias de la variable pH según el factor Días .....	39
<b>Cuadro 19.</b> ANOVA para la variable de color L en la calidad de tomate .....	40
<b>Cuadro 20.</b> Comparación de medias de la variable de color L según el factor Días .....	40
<b>Cuadro 21.</b> ANOVA para la variable de color c en la calidad de tomate.....	41
<b>Cuadro 22.</b> Comparación de medias de la variable de color c según el factor días .....	42
<b>Cuadro 23.</b> ANOVA para la variable de color b/a en la calidad de tomate.....	43
<b>Cuadro 24.</b> Comparación de media de la variable de color b/a según el factor Días .....	44
<b>Cuadro 25.</b> ANOVA para la variable de color h en la calidad de tomate .....	45
<b>Cuadro 26.</b> Comparación de medias de la variable color h según el factor Días .....	46

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Valores promedios de los parámetros de color en el espacio CIEL*a*b* .....	27
<b>Figura 2.</b> Comparación de medias de la variable peso según el factor Días.....	32
<b>Figura 3.</b> Comparación de medias de la variable consistencia según el factor Días .....	33
<b>Figura 4.</b> Comparación de medias de la variable consistencia según el factor Días .....	35
<b>Figura 5.</b> Comparación de medias de la variable acidez total según el factor Líneas .....	37
<b>Figura 6.</b> Comparación de media de la variable pH según el factor Días.....	39
<b>Figura 7.</b> Comparación de la variable de color L según el factor Días.....	41
<b>Figura 8.</b> . Comparación de medias de la variable color c según el factor Días.....	43
<b>Figura 9.</b> Comparación de media de la variable de color b/a según el factor Días.....	45
<b>Figura 10.</b> Comparación de medias de la variable color h según el factor Días.....	46

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1.</b> Clasificación de frutos de acuerdo a su tasa respiratoria durante la maduración .....	58
<b>Anexo 2.</b> Clasificación de productos hortofrutícolas de acuerdo a su tasa de etileno.....	58
<b>Anexo 3.</b> Procedimiento GIM en el análisis de calidad de tomate .....	59
<b>Anexo 4.</b> Error experimental de la variable peso .....	59
<b>Anexo 5.</b> Error experimental de la variable consistencia .....	59
<b>Anexo 6.</b> Error experimental de la variable color.....	59
<b>Anexo 7.</b> Error experimental de la variable Brix.....	61
<b>Anexo 8.</b> Error experimental de la variable acidez total .....	61
<b>Anexo 9.</b> Error experimental del variable pH.....	61
<b>Anexo 10.</b> Error experimental de la variable peso en cuanto a los días .....	61
<b>Anexo 11.</b> Error experimental de la variable consistencia en cuanto a los días.....	62
<b>Anexo 12.</b> Error experimental de la variable color.....	62

**Turcios Lara, S.J.2013.** Evaluación de la calidad del fruto en tres líneas de tomate tipo chonto *Lycopersicon esculentum mil.* En la ciudad de Palmira Valle del Cauca. Tesis. Licenciado Tecnología Alimentaria Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas Olancho Honduras. 75p.

## RESUMEN

Se realizó un estudio con el propósito fundamental de evaluar la calidad del fruto en tres líneas de tomate tipo chonto *Lycopersicon esculentum mil.* Lo cual resulta de relevante importancia ya que el tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo. Se determinaron variables de calidad, esta variedad salió como resultado del estudio de investigación de postgrado de mejoramiento genético de tomate Unapal Maravilla con las líneas 28, 29 y 30. Esto con el fin de evaluar las propiedades físicas y químicas de las líneas 14, 15 y 9 de la variedad chonto. El estudio se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira la cual, se encuentra ubicada en el Valle del cauca Colombia, procurando encontrar la mejor línea en cuanto a la calidad del fruto de tomate chonto sobre las variables estudiadas. En el estudio el factor color se determinó mediante un colorímetro marca Konica Minolta CR - 400, el factor pH se midió con un ph-metro marca Mettler Toledo 520, el factor acidez total se midió por el método de acidez titulable, el factor °Brix se midió con un refractómetro portátil marca Brixco, el factor peso se midió con una balanza analítica portátil marca Ohaus scout pro, y el factor consistencia se midió con un penetrómetro marca Ft -30. La Línea 14 de tomate chonto fue la que presentó mejores características fisicoquímicas, con un mayor peso del fruto (75.361g), el mayor valor de pH (4.175) y la menor acides (4.109), las características fisicoquímicas en el tiempo de almacenamiento se encontró que a los 15 días los frutos de tomate chonto presentaban el mayor peso, en función de los frutos evaluados, encontrándose que para los 4 indicadores de color (L, a/b, c y h) se encontraron valores intermedios ( L = 42.7, c = 33.11, h = 30.8 y a/b = 0.62), para los días 9.

**Palabras claves:** Tomate, calidad, Líneas y/o Días.

## I. INTRODUCCIÓN

El tomate, *Lycopersicon esculentum mill*, cuyo origen está en América tropical, es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico, representa el 30% de la producción hortícola mundial. Los principales países productores son India, Turquía, Egipto, Estados Unidos, Brasil, Chile; Colombia con 14.530 ha y un rendimiento promedio de 25.78 ton/ha ocupa el lugar 41 en cuanto a área sembrada y el puesto 65 en cuanto a rendimiento en el mundo. En el valle de Cauca se siembran alrededor de 1.500 hectáreas al año casi todas ubicadas en zonas cálidas entre 0 y 1.300 msnm (Mejía *et al.* 2007).

La calidad del fruto es el resultado de buenas prácticas agronómicas, así como el manejo que se brinde a la fruta durante la cosecha, el transporte hacia la empacadora y el manejo que se da en la misma en la empacadora y durante su empaque (Sierra, 1993).

Es importante mencionar la demanda de la industria en obtener productos diferenciados para lo cual es necesario una materia prima de alta calidad; y para ello, existen una serie de requerimientos de los cultivares de tomate que facilitan su recolección mecánica y posteriormente su procesado industrial. Entre los factores que influyen en la calidad del fruto se destacan la maduración, desprendimiento del pedúnculo, consistencia y otras propiedades físicas como el color, tamaño y peso. Sin embargo, son importantes también otras propiedades relativas a la calidad interna, como acidez, contenido en azúcares y pH.

Las tres líneas de tomate chonto que se evaluaron resultaron de por un trabajo investigativo de tesis de postgrado para medir la resistencia de estas a plagas y enfermedades siendo las líneas 15, la línea 9 y la línea 14 las más resistentes a esta investigación, así mismo hacer una comparación de estas tres líneas en cuanto a calidad del fruto.

Por lo expuesto anteriormente, se considera de gran importancia el desarrollo de este trabajo ya que su objetivo principal tiene como base estudiar aquellos factores como ser las líneas y los días que directa o indirectamente influyen sobre la disminución de la calidad de tomate.

## **II. OBJETIVOS**

### **3.1 General**

- ✓ Describir la calidad del fruto en tres líneas de tomate tipo chonto en la ciudad de Palmira valle del Cauca.

### **3.2 Específicos**

- ✓ Determinar las propiedades físicas del fruto (consistencia, color, peso) en las tres líneas de tomate chonto.
- ✓ Determinar las propiedades químicas (°Brix, pH, acidez) en las tres líneas de tomate tipo chonto.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 Generalidades del Tomate**

El tomate, *Lycopersicon esculentum mill*, cuyo origen está en América tropical, es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico, representa el 30% de la producción hortícola mundial. Los principales países productores son India, Turquía, Egipto, Estados Unidos, Brasil, Chile. Colombia con 14.530 ha y rendimiento promedio de 25.78 tha ocupa el lugar 41 en cuanto a área sembrada y el puesto 65 en cuanto a rendimiento en el mundo. En el valle de Cauca se siembran alrededor de 1.500 hectáreas al año casi todas ubicadas en zonas cálidas entre 0 y 1.300 msnm (Mejía *et al.* 2007).

Según Ledezma (2008), el fruto de tomate es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de 5-10 mg y alcanza, en la madurez, un peso de 5 a 500 g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. El fruto está unido a la planta por un pedicelo con un engrosamiento articulado que contiene la capa de abscisión, éste está constituido, básicamente, por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El tiempo necesario para que un ovario fecundo se desarrolle a un fruto maduro es de 7 a 9 semanas.

#### **3.2 Plagas de tomate**

Durante el cultivo de esta solanácea se presentan diversos problemas fitosanitarios entre los que se destacan algunas plagas de insectos que afectan la productividad de las plantas, la calidad de la cosecha y los frutos (Munguido *et al.* s/f).

### **3.2.1 Mosca blanca**(*Bemisi atabaci*)

Según Corpeño (2004), la mosca blanca es un insecto chupador, el daño directo causado por la ninfa y adultos ocurre cuando éstas succionan los nutrientes del follaje, causando un amarillamiento moteado y encrespamiento de las hojas, seguidos de necrosis y defoliación. Además se forma un hongo llamado fumagina que se desarrolla sobre las excreciones azucaradas. Pero el daño principal que causa no es por la succión de savia que hace de la planta, si no que al alimentarse de esta, es capaz de transmitir una gran cantidad de virus y geminivirus que pueda tener dentro de su organismo o en su aparato bucal. Afectando el desarrollo de una plantación de tomate, ya que puede atacar desde el semillero, hasta un cultivo en fructificación de tomate.

### **3.2.2 Polilla del tomate**

De acuerdo con Escalona *et al.* (2009) agente causal: *Tuta absoluta*, Orden: Lepidóptera, la polilla del tomate, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la alta capacidad de vuelo, los ciclos de postura de la hembra y que se debe considerar una plaga primaria del cultivo del tomate, de alta persistencia y sujeta a medidas de supresión permanentes. El daño principal asociado a esta plaga, se relaciona con la acción de las larvas, las que una vez eclosionadas, penetran a las hojas nuevas, donde se alimentan del mesófilo dejando las galerías características. Estas larvas también afectan los puntos de crecimiento de brotes, racimos florales o frutos, donde hacen galerías desde el extremo peduncular, con el consiguiente deterioro y pérdida de valor comercial del fruto.

### **3.2.3 Gusano cornudo del tomate** (*Manduca sexta*)

Ataca las solanáceas, especialmente tomate, papa y tabaco, es de mayor importancia en tabaco ya que es un insecto defoliador y en este cultivo perjudica directamente la parte que se comercializa. El daño lo hacen las larvas que consumen hojas enteras, empezando desde el borde hacia el centro de la hoja. Además pueden consumir tallos, inflorescencia y frutos en desarrollo, el nivel crítico de la larva en la planta es de 0.25 larvas / planta de tomate (Rivera 2012).

### **3.2.4 Gusano del fruto (*Helitohsizea*)**

El daño más importante es causado por la larva, la cual en presencia de frutos de tomate y chile penetra inmediatamente a estos. Normalmente se encuentra una larva por fruto debido al hábito canibalístico que tiene. El principal daño se debe las cavidades que produce en los frutos, dejando abundantes heces fecales y restos de exuvia, lo que facilita la entrada de microorganismos (hongos y bacterias), y de larvas de dípteros, que son los causantes de las pudriciones acuosas de los frutos. En el cultivo de tomate se ha observado que cuando ocurren altas infestaciones de larvas antes de la formación de frutos, éstas se alimentan de las hojas más nuevas y penetran al tallo, por las axilas de la segunda y tercer hoja terminal, para barrenarlo, lo que provoca la muerte de los brotes en crecimiento (Gastélum, 2008).

### **3.2.5 Gusano del follaje (*Spodoptera sp.*)**

Según Chemonics (2008), esta plaga pasa por 4 -5 estadíos larvarios, su ciclo de vida hasta adulto es de alrededor de 55 días. A diferencia de los gusanos cortadores, los huevos son depositados en grupos grandes (de 50 -200 huevos), y generalmente en el envés de la hoja. Las larvas tienen un ciclo de vida de 21 días. Los daños a las plantas son ocasionados por las larvas al alimentarse del follaje y los frutos, perdiendo su valor comercial. Estas larvas tienen una longitud de 35 -45mm. Las pupas son de color café y la duración de este estado es de alrededor de 15 días. Los adultos son polillas que miden alrededor de 45 mm, las alas delanteras de los machos tienen un color gris, mientras que en las hembras son de color gris-café y las alas traseras de los dos son blancas.

## **3.3 Enfermedades más comunes en el cultivo de tomate**

### **3.3.1 Marchites vascular por fusarium (*Fusarium oxysporum*)**

Localización de la enfermedad raíz, cuello, tallo y semilla, la importancia en campos infectados, bajo condiciones predisponentes, la enfermedad se manifiesta generalmente en el momento de la

cosecha, debido a la demanda creciente de agua y nutrientes necesarios para el desarrollo y maduración de los frutos. El hongo puede ser transmitido por la semilla siendo esta modalidad la más eficiente para movimientos en largas distancias. Los primeros síntomas se manifiestan desde el inicio de la cosecha, al observar plantas de color verde claro o el amarillamiento de hojas basales de la planta. A nivel del cuello, eje de la raíz principal y tallos, se observa un oscurecimiento de los tejidos internos que en condiciones avanzadas llegan a afectar la parte externa del mismo. Las plantas detienen su crecimiento, manifiestan síntomas de estrés hídrico y finalmente mueren (INTA 2012).

### **3.3.2 Tizón temprano (*Alternaria solani*)**

Los síntomas se presentan en toda la parte aérea de la planta es susceptible, pero es mayor la incidencia en las hojas maduras. Las lesiones son pardo oscuras, con anillos concéntricos, de bordes definidos, circulares, hasta 2-3 cm de diámetro rodeadas de un halo amarillento, en el fruto se forman manchas concéntricas poco hundidas, alrededor de la mancha aparece un halo amarillo. Cuando la infección es fuerte, las hojas de la parte baja de la planta mueren y no se producen frutos en estas áreas (Sosa 2012).

### **3.3.3 Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)**

Esta enfermedad se observa en zonas que presentan condiciones de baja temperatura nocturna, alta temperatura diurna y días lluviosos, se disemina fácilmente por el viento y si las condiciones son favorables para el desarrollo del hongo. Puede destruir completamente el cultivo en 1 ó 2 semanas. En las hojas al inicio del daño, se observan manchas irregulares de apariencia acuosa en los bordes. Si la enfermedad se encuentra generalizada en el cultivo, éste se observa de apariencia quemada, hojas caídas de color café oscuro, En el fruto, las lesiones observadas son de tamaño irregular de color verdoso a café (Huici 2007).

### **3.3.4 Moho Gris (*Cladosporium fulvum*)**

Al principio aparecen áreas de color verde claro a amarillento en la parte superior de las hojas adultas, luego aparecen las masas de minúsculas vellosidades color verde oliva en la parte inferior de las hojas. A medida que la enfermedad avanza, las hojas inferiores se vuelven amarillas y se caen. Este hongo afecta principalmente las hojas, pero puede atacar los tallos, flores y frutos. Puede sobrevivir en el suelo y rastros por lo menos durante un año. La diseminación del hongo puede ser por el viento, lluvia, por el equipo y ropa de los trabajadores. La alta humedad relativa y temperatura templada favorecen el desarrollo de esta enfermedad (Chemonics 2008). Según Ruiz *et al.* (2012), el moho gris impide que se lleve a cabo una maduración satisfactoria del fruto, ocasionando que la fruta afectada no sea aceptable.

## **3.4 Variedades de tomate**

Según Chemonics (2008), el tipo de tomate a sembrar dependerá del propósito de consumo; ya que podemos clasificarlo en tomate de mesa o ensalada y tomate de pasta, industrial o de cocina. Dependiendo del tipo de tomate, la variedad tendrá que cumplir con los requerimientos, siguiendo características tales como: buena firmeza, buen porcentaje de sólidos solubles, etc. Las variedades o híbridos de tomate de ensalada se consumen en fresco, los frutos son jugosos, redondos o achatados, 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 tipos para industria, su peso oscila entre los 120 – 300 gr. / fruto o más. Los cultivares desarrollados para uso industrial, el color predominante es el rojo, con pH menor a 4.5 y de pericarpio más grueso que los destinados al consumo en ensaladas, su peso varía entre los 50 y 100 g.

### **3.4.1 Tomate milano**

Según Jaramillo (2007), se utiliza principalmente en ensaladas, en forma de rodajas y se consume maduro o verde, siendo más preferido en verde, principalmente por los restaurantes. El tipo milano es de forma achatada o semi achatada, con cuatro lóculos o más y con un peso

promedio entre 200 y 400 gramos. Este tipo de tomate tiene mayor valor comercial y palatabilidad.

### **3.4.2 Tomate chonto**

Según Estrada (2003), se obtiene y es producido por el programa de mejoramiento genético, agronomía y producción de semillas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, en el centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (CEUNP), donde se cultivan y se obtienen las semillas y el fruto en buen estado, para trabajos de investigación. Sus características agronómicas tales como rendimiento, calidad del fruto y amplia adaptación, lo posicionan entre las opciones varietales de mayor aceptación por los productores de tomate para consumo fresco. El peso del fruto se encuentra entre 120–150 g. en los primeros ocho (8) racimos, y 90–100 g. en racimos superiores con un rendimiento promedio de 50 kg por planta.

### **3.4.3 Tomate cherry**

El tomate Cherry (*Solanum esculentum*), también conocido como tomate cereza o tomate coctel, se caracteriza por ser de tamaño pequeño (uno a tres centímetros de diámetro), bajo peso (10 a 15 g) y sabor dulce, lo que lo hace muy indicado para acompañar ensaladas o para la decoración de platos; además, con los mismos usos, existe el tomate Cherry tipo uva (Uresti *et al.* s.f).

### **3.4.4 Tomate industrial**

Las variedades de uso industrial según (Gonzales *et al.* 2009) es maybel el cual tiene un ciclo de 75-80 días, posee frutos redondos de color rojo intenso con una masa promedio de 52-55 g y un elevado número de frutos por planta que oscila entre 50 y 70. Presenta tolerancia a las principales enfermedades que afectan al cultivo y un contenido de sólidos solubles totales que varía de 5.5-6.2, en dependencia a estas características la hacen excelente para su uso industria.

### **3.5 Manejo de Post cosecha**

Los frutos y verduras, en general, productos hortofrutícolas son cosechados cuando alcanzan el estado de desarrollo apropiado para el mercado y el consumidor final. La recolección genera estrés, o lo que es lo mismo una tensión en el producto, que desencadena incrementos en la respiración, maduración acelerada y muerte del producto de manera rápida. La tecnología de postcosecha es aplicada para disminuir el incremento en el metabolismo de los productos cosechados. Para ello se emplean diferentes tratamientos que incluyen preferiblemente el uso de baja temperatura, pre enfriamiento, atmósferas modificadas, retardantes de maduración, ceras y películas comestibles entre otras que contribuyen a hacer lentos los cambios asociados con la senescencia del producto hortícola (Hernández *et al.s.f.*)

Según Guzmán (1998), las pérdidas post cosecha en cultivos hortícolas están relacionadas principalmente con la manipulación desde la cosecha hasta el consumidor. Las pérdidas se originan por daños mecánicos, almacenamiento inadecuado, manipulación, transporte incorrecto. Las modificaciones en la calidad de los tomates pueden ser de naturaleza mecánica, fisiológica o patológica. Los daños mecánicos pueden causar alteraciones metabólicas y fisiológicas, dando una apariencia anormal externa o interna y alteraciones en el metabolismo respiratorio, sabor y firmeza.

### **3.6 Técnicas de almacenamiento en tomate**

#### **3.6.1 Uso de bajas temperaturas**

El control de la temperatura es la estrategia más efectiva para extender la vida en anaquel de productos hortícolas frescos. Este comienza con una rápida remoción del calor de campo, mediante el uso de uno de los siguientes métodos de enfriamiento: hidro enfriamiento, enfriamiento con hielo en los envases, hielo en la parte superior de la carga, enfriamiento por evaporación, enfriamiento en cuarto frío, enfriamiento por aire forzado, enfriamiento al vacío, y enfriamiento por hidro vacío. La disponibilidad de almacenamiento en frío debe ser bien diseñada y adecuadamente equipada (kader 1992).

### **3.6.2 Pre enfriamiento**

De acuerdo con Vallespir (s/f), el pre enfriamiento permite recolectar productos maduros, hecho determinante en la calidad organoléptica, esto con el fin de preservar las características del fruto recién recolectado. Lo más importante de esta técnica es que elimina lo más rápidamente el calor de los productos, llevando su temperatura a un valor próximo o igual al óptimo para la conservación. Esta técnica se emplea con el fin de disminuir la transpiración, la actividad metabólica del producto, controlando el proceso de maduración y la actividad metabólica de los microorganismos patógenos.

### **3.6.3 Atmósferas modificadas**

La técnica de conservación de atmósferas modificadas consiste en empaquetar los productos alimenticios en materiales con barrera a la difusión de los gases, en los cuales el ambiente gaseoso ha sido modificado para disminuir el grado de respiración, reducir el crecimiento microbiano y retrasar el deterioro enzimático con el propósito de alargar la vida útil del producto. Dependiendo de las exigencias del alimento a envasar se requerirá una atmósfera con ambientes ricos en CO<sub>2</sub> y pobres en oxígeno los cuales reducen el proceso de respiración en los productos, conservando sus características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas por un tiempo (Ospina *et al.* 2008). Según Gómez *et al.* (2002), las atmósferas modificadas ocasionan un retraso en el desarrollo del color y el ablandamiento del fruto de tomate, pero no afectan significativamente los cambios que normalmente ocurren en las principales variables responsables del sabor. Los efectos observados parecen estar asociados no sólo a la menor tensión de oxígeno sino también a la ausencia de etileno.

### **3.6.4 Enfriado con agua (hydrocooling)**

Es un procedimiento en el que el producto va estar en contacto directo con agua helada, ya sea por inmersión o aspersión. Cuando se realiza por inmersión, el proceso tiene lugar en continuo sumergiendo el tomate en canastas, en tanques en los que se genera el agua helada. La aspersión

de agua helada se realiza en cámaras denominadas aire húmedo. La ventaja de este sistema es que las pérdidas de peso son mínimas y los tiempos de refrigeración son cortos (Roca s/f).

### **3.7 Calidad en Hortalizas**

Según Gaviola (1996), entender el concepto total de calidad en vegetales requiere integrar varios tipos de información, desde el productor al consumidor y desde el material fresco al producto terminado, siendo el control integrado de la calidad un principio importante en este circuito. Así, la calidad se traduce finalmente en una serie de especificaciones, establecidas para armonizar su apreciación entre consumidores, productores, autoridades, economistas y políticos. La calidad del fruto es el resultado de buenas prácticas agronómicas, así como el manejo que se brinde a la fruta durante la cosecha, el transporte hacia la empacadora y el manejo que se dé a la misma en la empacadora y durante su empaque (Sierra1993).

### **3.8 Componentes de la Calidad en Tomate**

#### **3.8.1 Tamaño en el fruto de tomate**

Según Ruiz *et al.* (2012) el tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial. En el tomate, el tamaño del fruto se puede expresar como calibre, el cual hace referencia al diámetro transversal del fruto medido en su sección ecuatorial, expresado en milímetros (mm) para el mercado nacional (Álvarez 2011).

#### **3.8.2 Color en el fruto de tomate**

El color es uno de los principales atributos que afectan a la percepción del consumidor de la calidad. El color se puede utilizar como una estimación directa de la calidad o como una

estimación indirecta como se discute con los tomates, cítricos y arándanos. Medición del color también se puede utilizar como una estimación de los componentes químicos como índices de calidad. La percepción del color de la calidad también cambia con la edad del fruto (Francis 1995).

De acuerdo con Zapata (2007), el color en el tomate es una característica que determina la madurez y vida post cosecha, y es el factor determinante en cuanto a la aceptabilidad por parte del consumidor. El índice de color es el indicador del estado de madurez de los frutos. La relación  $a^*/b^*$ , del sistema CIEL $^*a^*b^*$ , se podría tener como referencia del índice de color del tomate.

### **3.8.3 Consistencia en el fruto de tomate**

Según el USDA (2010), proporciona un índice para la determinación del periodo más oportuno para la cosecha y durante la conservación en frío. Existen diversos aparatos para medir textura pero el más usado es el penetrómetro, el cual mide la fuerza en kg/Ft para penetrar el tejido. Para frutas o vegetales duros el rango de fuerza necesaria oscila entre 0-13 y para blandos de 0-5. La medida de la consistencia mediante el empleo de un penetrómetro, se muestra como un test para diferenciar variedades (Hoyos1993). Las propiedades texturales pueden servir como un indicador de madurez o procesabilidad de los alimentos y como un parámetro de calidad para el consumidor (Zapata 2007).

### **3.8.4 Contenido de sólidos solubles en el fruto de tomate**

Según De la Torre (1998), ambos índices informan sobre la cantidad de sólidos del fruto de tomate y están correlacionados. A nivel práctico se utiliza normalmente el contenido en sólidos solubles conocido como °Brix, por ser más fácil de determinar analíticamente mediante el equipo denominado refractómetro.

Los azúcares principalmente glucosa y fructosa, representan alrededor de la mitad de la materia seca o el 65% de sólidos solubles totales del fruto maduro. El contenido de azúcares oscila entre el 1.7% y el 4% del peso fresco del fruto y los sólidos solubles totales entre el 4 % y 9 % en los cultivares comerciales. El contenido en sólidos solubles totales es inversamente proporcional al rendimiento en frutos. Cuando el fruto comienza a crecer el contenido de azúcares reductores aumenta 0.1 % del peso fresco a 3.5 en la maduración (Nuez 1995).

### **3.8.5 El pH en el fruto de tomate**

El pH del tomate se sitúa normalmente entre 4.2 y 4.4, siendo muy raro que se superen estos valores, lo que asegura la estabilidad microbiológica durante el procesado. Si en algún caso el pH es superior, se pueden presentar problemas en el procesado, siendo necesario acidular el zumo. Este valor de pH hace que el tomate sea un producto relativamente fácil de manejar a nivel industrial. Su bajo pH lo hace poco atractivo a la contaminación microbiana siendo suficiente la pasteurización para su envasado tras el proceso de concentrado (De la Torre 1998).

Según Casierra *et al* (2010), después de la cosecha, el pH en frutos de tomate reporta severas disminuciones, desde cuando los frutos son verdes o inmaduros hasta un estado de madurez fisiológica; luego, el pH se incrementan hasta alcanzar un estado de madurez de 100% rojos, tanto en híbridos como en otras variedades de tomate.

### **3.8.6 Licopeno y Carotenoides en el fruto de tomate**

Según De la Torre (1998), el *licopeno* es un pigmento vegetal, soluble en grasas, que aporta el color rojo característico a los tomates y a otras frutas y verduras. Posee propiedades antioxidantes y actúa protegiendo a las células del organismo del estrés oxidativo producido por los radicales libres. El contenido en licopeno aumenta con la maduración de los tomates y puede presentar grandes variaciones según la variedad, condiciones del cultivo como el tipo de suelo y clima, tipo de almacenamiento y otros.

La cantidad de licopeno en los tomates de ensalada está alrededor de 3000 µg/100g y en los de "tipo pera" es más de diez veces esa cifra. De forma general, el contenido de licopeno es menor en los tomates cultivados en invernadero, en cualquier estación, que en los tomates producidos al aire libre durante el verano, así como también el contenido de licopeno es menor en frutos que se recolectan verdes y maduran en almacén en comparación con los frutos madurados en la planta en el campo (De la Torre 1998).

Los carotenoides son tetraterpenoides (terpenoides con 40 átomos de carbono), y se pueden clasificar en dos grupos: los carotenos formados por hidrógeno y carbono y las xantofilas, formadas por carbono, hidrógeno y además oxígeno. Los carotenoides son los responsables de la gran mayoría de los colores amarillos, anaranjados o rojos presentes en los alimentos vegetales, y también de los colores anaranjados de varios alimentos animales (Martí y Díaz 2008).

Arias *et al* (2000), analizaron el contenido de licopeno en tomates provenientes de cultivos hidropónicos en diferentes etapas de maduración. Encontraron para la etapa verde un promedio 0.116 mg/100g; para la etapa amarilla, 1.445 mg/100g; para la etapa naranja, 3.406 mg/100g; para la etapa ligeramente rojo, 4.95 mg/100g; para la etapa de maduración rojo intenso firme, encontraron la más alta concentración, 12.2 mg/100g; y para la etapa rojo intenso suave, el promedio fue 11.996 mg/100g

### **3.8.7 Acidez total en el fruto de tomate**

Según De la Torre (1998), la acidez total es debida a la presencia de diversos ácidos orgánicos en el tomate (ácidos tartárico, málico, acético, cítrico, succínico, glutámico, y otros). El mayoritario es el ácido cítrico y suele oscilar entre 0,35 y 0,40 g/100 ml de zumo, esta acidez influye sobre el sabor del fruto. La determinación de la acidez total se realiza mediante una valoración ácido-base, expresando los resultados como porcentaje de ácido cítrico, que es el mayoritario. La determinación individual de los diversos ácidos se puede realizar mediante test enzimáticos comerciales o mediante cromatografía líquida de alta resolución, HPLC con columnas específicas.

Según Flores (2009), la acidez y el ácido ascórbico en los tomates se pierden más rápidamente que los sólidos solubles si dicha hortaliza se encuentra a una temperatura igual o superior a 30 °C durante 24 horas antes de ser refrigerado.

### **3.8.8 Vida en Anaquel**

Según Nasrin *et al.* (2012), es la vida útil de un período de tiempo que comienza a partir de la cosecha y se extiende hasta el inicio de la pudrición de las frutas. El tomate tratado con cloro, envasados en bolsas de polietileno perforadas y se mantiene a condiciones ambientales tiene una duración máxima (17 días) la vida útil, seguido de 14 días en los frutos tratados con cloro, envasados en bolsas de polietileno perforadas y se mantienen en refrigerador. Tratamiento de cloro también reduce la carga microbiana y por lo tanto se extiende la vida útil. Por otro lado, el tomate no tratado mantenido en condiciones ambiente sin embalaje o envasado en bolsa mostró el mínimo (7-10 días) vida útil.

La vida útil de hortalizas puede variar enormemente, debido a que en muchos casos las instalaciones para almacenar los productos no disponen de las condiciones ideales de manipulación en cuanto a la elección de temperatura y humedad relativa; la variación de temperaturas en el producto puede conducir a estrés fisiológico y, por consiguiente, causar pérdidas de calidad durante su vida útil (Flores 2009).

## **3.9 Factores de cosecha que inciden en la calidad de tomate**

### **3.9.1 Índices de madures**

Una buena calidad se obtiene cuando la cosecha se hace en el estado de madurez apropiado. La calidad de las frutas no se puede mejorar, pero se puede conservar. Los frutos cosechadas antes de su madurez fisiológica resultan de mala calidad o maduran de forma irregular, si se retrasa la cosecha de las frutas, con seguridad aumentan las pudriciones y dura menos tiempo para su

comercialización (Pinto s.f.). Según Crisosto (2003), el uso de índices de madurez, para determinar el momento de cosecha, requiere de la existencia de cambios durante el desarrollo del fruto y la necesidad de disponer de técnicas para medir dichos cambios, así kader (2002), cambios en los parámetros de color (ver cuadro 1), según el estado de desarrollo del fruto de tomate, además presenta una escala de madurez en tomate (ver cuadro 2).

**Cuadro 1.** Cambios de color durante la maduración de tomate

Estado de desarrollo/ color	Clasificación USDA	L *	a*	b*	chorma	hue
verde – sazón	1	62.7	-16	34.4	37.9	115
Irrupción del color (breaker)	2	55.8	-3.5	33	33.2	83.9
Cambiante	4	49.2	16.6	30.9	35	61.8
Rosado	5	46.2	24.3	27	36.3	48
Rojo; listo para consumo	6	41.8	26.4	23.1	35.1	41.3
Rojo oscuro; sobremaduro	-	39.6	27.5	20.7	34.4	37

Fuente: Kader 2002

**Cuadro 2.** Escala de madurez en tomates

Valor	Estado	Descripción
1	Verde	Totalmente verde(claro a oscuro)pero maduro
2	Breaker	Primera aparición externa de color rosa, rojo o amarillo; nomásde10%
3	Cambiando	Sobre10% pero menos de3 0% rojo, rosa o amarillo
4	Rosado	Sobre30% pero menos de 60% rosado o rojo
5	Rojo(ligero)	Sobre60% pero menos de 90% rojo
6	Rojo	Sobre90% rojo ;deseable para consumo

Fuente: Kader 2002

### 3.9.2 Recolección

La recolección es la etapa donde se recolectan los productos del campo en la madurez adecuada con el mínimo de daño y pérdidas, tan rápidamente como sea posible y a un mínimo costo; mientras más tiempo transcurra entre la cosecha y el consumo, mayor será la pérdida de las

características organolépticas de los productos hortofrutícolas, la cosecha se puede realizar de forma mecánica o manual (Flores 2009). Según USAID (2007) para la recolección del tomate se utilizan de preferencia canastas plásticas, las cuales deben estar limpias y desinfectadas. También se pueden utilizar baldes plásticos o cajas de madera. Cuando el cosechero ha llenado la canasta, balde o caja de madera con tomate, la lleva al área de empaque, ya que es en esta parte donde se pueden tener las mayores pérdidas debido a la consecuencia de los daños mecánicos afectando considerablemente la calidad del fruto.

### **3.10 Factores de post cosecha que inciden en la calidad de hortalizas**

**Manejo del producto:** según Martin (2009), el manejo del producto es comprender los cuidados en la higiene de este y del personal que lo manipula, teniendo en cuenta las precauciones en el lavado del producto, calidad del agua, insumos utilizados, instalaciones para su manejo, incluyendo su almacenamiento. El grupo de las hortalizas cuyas ineficiencias de manejo se hacen más notorias por las características mínimas de los sistemas de producción por la aplicación de tecnologías desarrolladas (Guzman.*et al.*1998).

**Limpieza:** se realiza una limpieza del fruto para retirar impurezas, suciedades y materiales extraños. La limpieza debe ser rápida y cuidadosa para evitar daños. El lavado se puede realizar por inmersión o aspersion, con agua potable y cloro disuelto en una proporción de 300 ppm (hipoclorito de calcio o de sodio) (FAO s.f.).

**Selección:** en algunos procesos de clasificación se pueden utilizarse el seleccionadores electrónicos para separar frutos verde maduros de los maduros o para frutos en diferentes etapas del procesamiento proceso de maduración. Después de realizar una selección por defectos y color, los frutos se separan en varias categorías por tamaño. La clasificación se puede hacer por diámetros con clasificadores de banda o peso (Escalona *et al.* 2009).

Según la FAO (s/f), la selección, es separar el material extraño de la materia prima que realmente se utilizará en el proceso. Esta selección se realiza en una mesa adecuada o en una cinta transportadora en el caso de contar con una instalación pequeña se trata, entonces, de separar toda fruta u hortaliza que no presente uniformidad con el lote, en cuanto a madurez, color, forma, tamaño, o presencia de daño mecánico o microbiológico.

**Clasificación:** Cuando el tomate llega al área de empaque (esta debe ser una área con techo), son colocados en mesas donde se hace una última selección, eliminando los frutos fuera de especificación, con daño mecánico, daño de insecto, enfermedades, inmaduros, quemados por sol, entre otros. En esta etapa del proceso se hace también la clasificación, de acuerdo al tamaño (primera, segunda, tercera). El tomate se coloca en baldes o canastas plásticas o en cajas hechas de madera (USAID 2007).

**Transporte:** según Guzmán *et al.* (1998), en el transporte se presentan daños causados principalmente por vibración. Impacto y compresión de la carga en el vehículo, contribuyendo notablemente al deterioro de la calidad del producto, tanto para el consumo en fresco como para el uso industrial

De la finca al mercado el tomate es transportado en camiones, los cuales deben ir cubiertos con un toldo para proteger el producto del sol y de la lluvia (USAID 2007).

**Almacenamiento:** Según Casierra (2008), el almacenamiento a bajas temperaturas es el método más eficiente para mantener la calidad en frutas y hortalizas, por su efecto sobre la reducción de la tasa de respiración, transpiración, producción de etileno, maduración y desarrollo de pudriciones. El tomate cuando ha llegado a su madurez fisiológica se puede almacenar a temperaturas entre 12 y 15° C, cuando se desea retrasar la maduración temporalmente; períodos prolongados en estas condiciones afectan el color y sabor cuando los frutos maduran. No se recomienda almacenar el tomate en estado de desarrollo (madurez fisiológica) a temperaturas menores de 10°C, porque sufre daño, que se caracteriza por el desarrollo de una maduración lenta y anormal (Centas.f).De acuerdo con Chemonic (2008), las temperaturas óptimas de

almacenamiento del fruto de tomate son: verde maduro 10 ° a 12 °C, rojo claro → 10 ° a 12.5 ° C, maduro firme 7 ° a 10 °c (3 a 5 días)

**Temperatura:** la temperatura juega un papel importante en el mantenimiento de la calidad de cosecha en tomates. El efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad y la cantidad de cambios fisicoquímicos en frutos de tomate es altamente dependiente del cultivar, el tiempo de exposición y las condiciones de cosecha (Casierra 2008).

De acuerdo con Flores (2009), numerosos estudios han demostrado la influencia del manejo de la temperatura en la calidad de las frutas y hortalizas frescas. La temperatura del aire es la variable más importante en el manejo postcosecha debido a que tiende a controlar la temperatura de los productos perecederos, todos los productos perecederos tienen un intervalo óptimo de temperatura de almacenamiento. Por encima del óptimo, éstos respiran a tasas inaceptablemente altas y son más susceptibles a daños por etileno y enfermedades. De hecho, los productos hortofrutícolas respiran a tasas del doble, triple y hasta del cuádruple, por cada 10°C de incremento de temperatura. Temperaturas por debajo del óptimo originan daños por frío o congelación. Un estricto control de temperatura es vital para alcanzar la máxima vida útil de frutas y hortalizas.

### **3.11 Deterioros Fisiológicos**

#### **3.11.1 Respiración**

Según Aular (2006), es un importante proceso metabólico que ocurre en los frutos cosechados. La respiración no sólo involucra una degradación de compuestos complejos celulares como almidón, azúcares y ácidos orgánicos, hasta moléculas más simples como CO<sub>2</sub>, agua y producción de energía, sino que también, a partir de la respiración se producen metabolitos intermediarios que permiten la formación de compuestos volátiles, pigmentos, componentes de la pared celular y síntesis de algunas hormonas involucradas en el proceso de maduración. La

respiración es un indicador de la actividad metabólica y por lo tanto es una guía útil para evaluar la vida potencial de los frutos en condiciones de almacenamiento, a través de patrones respiratorios en sus diferentes etapas de desarrollo, así Trevor y Cantwell (s/f) el comportamiento de respiración de acuerdo a la temperatura (ver cuadro 3).

**Cuadro 3.** Comportamiento de respiración de acuerdo a la temperatura

Temperatura	5°C (41°F)	10°C (50°F)	15°C (59°F)	20°C (68°F)	25°C (77°F)
	mL CO <sub>2</sub> /kg·h				
Verde Maduro	3-4 <sup>NR</sup>	6-9	8-14	14-21	18-26
Madurando		7-8	12-15	12-22	15-26

Fuente: Trevor y Cantwell (s/f).

Según Flores (2009), las consecuencias de la respiración postcosecha son pérdidas en reservas alimenticias almacenadas en el fruto y la consiguiente disminución de valor alimenticio, que afectan principalmente al dulzor, además de la pérdida de peso seco. La energía liberada durante la respiración afecta a las consideraciones tecnológicas postcosecha (requerimientos de ventilación y refrigeración). Según la tasa de respiración, las frutas se pueden clasificar por la producción de etileno en climatéricas y no climatéricas, difiriendo el tratamiento de conservación postcosecha en ambos tipos.

### 3.11.2 Transpiración

La transpiración es una pérdida de agua del producto cosechado, que no puede ser reemplazada. La velocidad con que se pierde esta será un factor determinante en la vida de post cosecha del producto. La pérdida de agua causa una disminución significativa del peso y a medida que avanza, disminuye la apariencia y elasticidad del producto perdiendo su turgencia, es decir, se vuelve blando y marchito (FAO s.f.).

Según Flores (2009), la pérdida de agua o transpiración es un importante proceso fisiológico que afecta a las principales características de calidad de las frutas y hortalizas frescas (peso, apariencia y textura), originando el arrugamiento superficial, la flacidez y la disminución del brillo. Así Maradiaga (2009), indica unos índices de cosecha de algunas hortalizas (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Índices de cosecha de algunas hortalizas

Producto	Índice de cosecha.
Chile	Color verde brillante, solidó al tacto y grande
Sandía	Zarcillo peduncular seco, sonido sonoro al golpe, y días después trasplanté.
Tomate	Cambio de color de verde a rojo
Repollo, lechuga, brócoli, coliflor.	Cabeza y flores compactas
Cebolla	Los tallos se doblan
Pepino	Tamaño adecuado, pústulas visibles de 20 –30 cm de largo.
Zapallo	Estado inmaduro con tamaños de 12 – 18 cm

Fuente: Maradiaga 2009

### 3.11.3 Producción de Etileno

El etileno es una sustancia natural (hormona) producida por las frutas. Aún a niveles bajos menores que una parte por millón (ppm), el etileno es fisiológicamente activo, ejerciendo gran influencia sobre los procesos de maduración y senescencia de las frutas, influyendo de esta manera en la calidad de las mismas. El nivel de etileno en frutas aumenta con la madurez del producto, el daño físico, incidencia de enfermedades y temperaturas altas (Navarro 2012). Así Kader (1992) hace la clasificación de algunos frutos de acuerdo a sus comportamientos respiratorios durante la maduración (anexo 1), además presenta la clasificación de productos hortofrutícolas de acuerdo a su tasa de producción de etileno (anexo 2).

## **3. 12 Daños en el tomate**

### **3.12.1 Daños Mecánicos**

Según Escalona (2009), los frutos pueden descargarse manualmente en bandas transportadoras (tomate verde – maduro), o bien descargarse en agua dentro de tanques con agua corriente para reducir daños físicos. Un daño mecánico considerable se presenta en las operaciones de descarga en seco: magullamiento, raspadura, abrasiones y fracturas.

### **3.12.2 Daños Microbiológicos**

Paralelamente a la caracterización físico-química del producto elaborado a base de tomate, hay que hacer un análisis exhaustivo para garantizar la inocuidad del producto, es decir un control microbiológico, ya que la seguridad es la base para ingresar en los mercados más exigentes. La inocuidad de los alimentos se debe asegurar en todos los eslabones de la cadena agroindustrial. Una vez lograda la inocuidad, y sólo después de eso, los empresarios del sector, pueden empezar a implementar sistemas de mercado con base en sellos de calidad (De la Torre 1998).

Según Ruiz *et al.* (2012), en cuanto a las bacterias que causan deterioro, la más común y agresiva es *Erwinia carotovora*, causante de la pudrición blanda de los tomates. Afortunadamente estas bacterias no pueden penetrar directamente a través de la piel cerosa de un tomate, sin embargo, la presencia de pequeñas magulladuras le permiten infectar los tejidos del fruto. Ciertas especies de *Pseudomonas*, *Xanthomonas* y *Bacillus* pueden causar pudrición blanda en los tomates, con un modo de acción y signos, similares a los de *Erwinia*.

### **3.12.3 Daños por frío**

Según Rolz (2011), las bajas temperaturas pueden inducir los llamados daños por frío (chillinginjury, CI) que son característicos de cada fruta y del estado de desarrollo que inciden

directamente en disminuir la calidad y la aceptación por parte de los consumidores. Los daños son causados por un almacenamiento prolongado a temperaturas inferiores a las establecidas para cada fruta, los cuales se manifiestan cuando estos se remueven del almacenamiento en frío y se coloca en anaquel a temperatura ambiente para su venta. Los tomates son susceptibles al daño por frío a temperaturas de almacenamiento por debajo de 10 °C.

El daño por frío es acumulativo y su severidad depende del estado de madurez del fruto, temperatura y la maduración del almacenamiento bajo temperaturas que causan daño por frío, el tomate desarrolla a un color pobre, bajo sabor y aumento de las pudriciones (Escalona 2009).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Descripción del lugar**

El experimento se realizó en la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, la cual, se encuentra ubicada en la carretera 32 vía Candelaria, latitud  $03^{\circ} 31' 48''$  N y longitud  $76^{\circ} 18' 13''$  O. Es una zona caracterizada por tener una temperatura anual promedio de  $23^{\circ}$  C, precipitación anual de 2000- 2100 mm, altura sobre el nivel del mar 1001 msnm (Microsoft Corporation, 2008).

Los tomates se adquirieron del Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (CEUNP), ubicado en el corregimiento El Carmelo, municipio de Candelaria, Departamento del Valle del Cauca; geo referenciado bajo coordenadas  $3^{\circ} 24'$  latitud norte y  $76^{\circ} 26'$  longitud oeste, ubicado a una altura de 980 m.s.n.m, temperatura promedio de  $24^{\circ}$  C y humedad relativa promedio de 69%.

### **4.2 Materiales y Equipo**

El material y equipo a utilizados fueron: las tres líneas de tomate tipo chonto, papelería, equipo de laboratorio, Computadora, colorímetro marca Konica Minolta CR-400, refractómetro portátil marca Brixco, ph-metro Mettler-Toledo S20 SevenEasy, termómetro, Balanza portátil Ohaus scout pro 200 gr, penetrómetro FT 30, NaOH 0.1 N, beacker de 40ml, 100 ml y 150ml, bureta, soporte, plancha calefactora con agitación magnética cif, cámaras frías, canastas plásticas, marcadores, masking tape, procesador manual de alimentos marca nex, tabla de picar, cuchillo, gabacha, agua destilada, papel toalla.

### 4.3 Manejo del Experimento

Los tomates evaluados fueron producto de una investigación ya instalada en las instalaciones del Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (CEUNP) y donde evaluaron varias líneas y se seleccionaron solamente tres de ellas, estas fueron las línea 9, línea 14 y la línea 15; los criterios usados para seleccionar los tomates a evaluar fueron: tomates en estado de madures fisiológico, cosechándose de la parte superior de la planta, siendo esta la primera cosecha.

La segunda fase se realizó a nivel de laboratorio de Fisiología Vegetal y consistió en utilizar los frutos completos para la determinación de la consistencia, color y peso, seguidamente los tomates se seccionaron en cuatro partes y posteriormente se licuaron con el procesador manual con la finalidad de tener una muestra representativa para los análisis subsecuentes como ser: contenido de °Brix, acidez total y pH; estas variables se evaluaron a 0, 3, 6,9, 12 y 15 días. Los tomates se almacenaron en bandejas plásticas en el laboratorio el que siempre se encontró a una temperatura regulada por aire acondicionado de 24 a 27 °C. Se tuvo siempre la precaución necesaria para evitar que las tres líneas de tomate no se mezclaron al momento de tomar los por lo que se etiquetó cada bandeja.

### 4.4 Variables evaluadas

#### 4.4.1 Variables Físicas

- a. *Consistencia del fruto*: La consistencia se midió con un penetrómetro FT 30 y se expresó en kg/Ft. Para determinar la consistencia se equipó el penetrómetro con el pistón adecuado (11 mm. para tomate) y se aseguró de que la aguja indicadora de presión del equipo se encontrara marcando cero. El aparato se posicionó de forma horizontal colocando la punta de este sobre el tomate, presionando hasta introducir

parcialmente el émbolo y se anotó el valor; esta variable se midió a los días 0,3, 6, 9, 12 y 15 días.

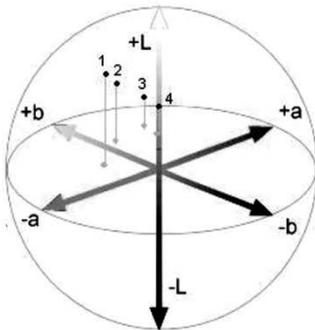
- b. **Color del fruto:** se midió con un colorímetro marca Konica Minolta CR-400, con D65 fuente de iluminación y una calibración apropiada ( $Y = 89.5$ ,  $X = 3176$ ,  $y = 3347$ ). Luego de lavar y secar el fruto correctamente se procedió a calibrar el equipo con calibration plate N°22033138, posteriormente con una mano se sostuvo el fruto y con la otra el colorímetro. Esta variable se midió cuatro veces en la forma ecuatorial en cada fruto, utilizando un promedio para obtener un dato más preciso. Esta variable se calculó los días 0, 3, 6,9 12 y 15. Para esta variable se utilizó el modelo CIEL\*a\*b\*, según López y Gómez, 2004 citado por Zapata *et. al.* (2007), propone que:

L= luminosidad

C= Pureza  $\sqrt{a^2+b^2}$

H=  $\tan^{-1} b/a$

La Figura 1, muestra la ubicación del color en tomates en sus etapas fisiológicas: 1: Crecimiento  
2. Almacenamiento, 3: Maduración y 4: Comercialización



**Figura 1.** Valores promedios de los parámetros de color en el espacio CIEL\*a\*b\*

- c. **Variable Peso del fruto:** Este se midió con una balanza portátil Ohaus scout pro 200 g, para determinar el peso del tomate solamente se necesita el fruto de tomate bien lavado y secado para luego poner el tomate en la balanza portátil, esta variable se calculó los días 0,3, 6,9,12 y 15 días.

#### 4.4.2 Variables Químicas

- a. **Variable pH del fruto:** El pH se midió con ph-metro Mettler-Toledo S20 Seven Easy, para determinar el pH se procesó el tomate y se realizó una calibración previa del respectivo pH-metro, luego se procedió a sumergir el electrodo dentro de la muestra del jugo a analizar. El dato del pH de la muestra se obtuvo una vez que se estabilizó el valor en el equipo y finalmente se procedió a registrar el dato, con los días ya establecidos siendo estos a los 0, 3, 6, 9, 12 y 15 días.
  
- b. **•Brix del fruto:** Los sólidos solubles se midió con un refractómetro portátil marca Brixco en °Brix. Primero se cortó el tomate en cuatro partes y luego se procesó con el procesador manual marca Nex, una vez obtenido el jugo este se depositó en un beacker ya rotulado, luego se tomó una muestra del jugo para depositarlo, en forma de gotas, en el prisma del refractómetro. La medición se hizo través del ocular, ajustando la sombra en el punto medio de la cruz para leer en la escala numerada superior el índice de refracción. El valor leído se anotó como el ° Brix, a los 0, 3, 6, 9, 12 y 15 días.
  
- c. **Acidez total del fruto:** se midió por el método de acidez titulable por medio del ph-metro, utilizando agua destilada, jugo de tomate, pipeta, hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N, pH-metro, vasos de precipitado. En un vaso de precipitado se añaden 5g de jugo y 50ml. de agua destilada, luego se coloca la sonda o bulbo del pH-metro dentro del vaso de precipitado que contiene la solución y se va añadiendo hidróxido de sodio hasta conseguir neutralizar la muestra (el cual se logra cuando en la muestra se llega a un pH hasta 8.1), registrando el volumen de hidróxido de sodio utilizado. Esta variable se midió los días 0, 3, 6, 9, 12 y 15 después de la cosecha.

Los cálculos para determinar las proporciones de ácido de todos los frutos son los mismos, pero debido a que algunos contienen diferentes ácidos debe aplicarse el factor de multiplicación apropiado para cada cálculo, los que se presentan en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Factores de multiplicación para la determinación ácidos según la fruta

<b>Acido</b>	<b>Factor</b>	<b>Tipo de fruta</b>
Cítrico	0.064	Frutas Acidas
Málico	0.067	Manzanas
Tartárico	0.075	Uvas

El cálculo para la acidez titulable es:

$$\text{Acidez} = \frac{\text{ml de NaOH gastados} \times \text{N(NaOH)} \times \text{Acido meq Factor} \times 100}{\text{Peso de la muestra}} \quad \text{Ecuación 1}$$

## V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Variable Peso del fruto de tomate

Se realizó el análisis de varianza respectivo (Cuadro 8) encontrándose que los factores Líneas y Días de almacenamiento presentaron diferencias estadísticas significativas ( $0.015 < 0.05$ ;  $0.007 < 0.05$ ) con un 95% de confianza.

**Cuadro 6.** ANOVA para la variable peso en la calidad de tomate

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repeticiones	2	326.018	163.009	0.82	0.441
Línea	2	1702.406	851.203	4.30	0.015
Días	5	3286.550	657.310	3.32	0.007
N Fruto (Repet)	6	406.991	67.831	0.34	0.913

Dados estos resultados se realizó una prueba de medias de Duncan (Cuadro 7) donde el factor Línea presenta similitud para la número 15 y 9, siendo diferente y superior la línea 14 con un peso medio de fruto de 75.361 g cada fruto.

**Cuadro 7.** Comparación de medias para la variable peso según el factor Líneas

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>			
Duncan Agrupamiento	Media	N	Línea
A	75.361	54	14
B	69.389	54	15
B	67.843	54	9

Estos resultados de peso se deben posiblemente a que la Línea 14 tiene una mayor adaptabilidad al clima de la ciudad de Palmira, Valle del Cauca expresando su potencial, así como por tener mayor resistencia a plagas y enfermedades el sistema fisiológico transportó y metabolizó los nutrientes necesarios para la formación de frutos. Estos valores encontrados son diferentes con los reportados por Ledezma (2008), donde la variedad Milano LV presentó un peso de  $192 \pm 2.97$ , la variedad Chonto  $117.86 \pm 9.26$  y la variedad Milano  $196.8 \pm 9.07$ .

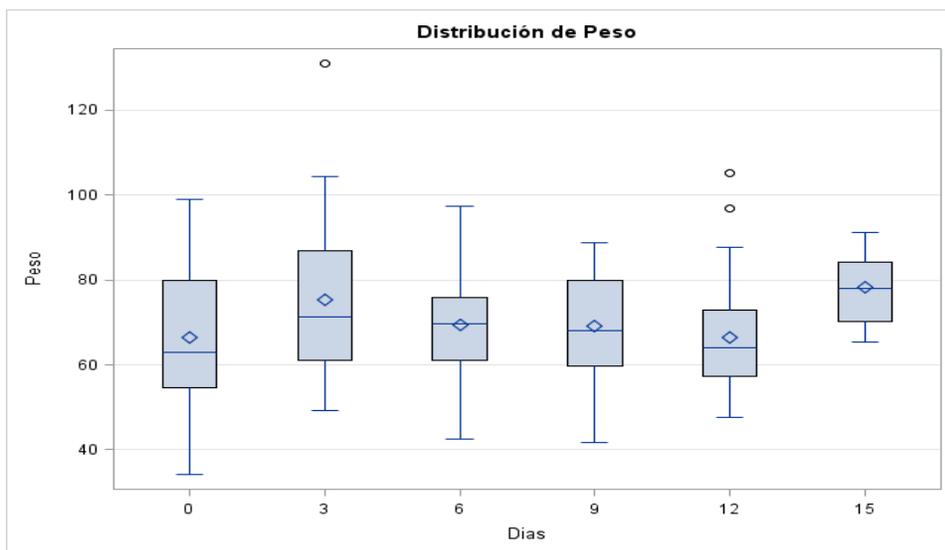
Al igual que las Líneas, el factor días de almacenamiento los frutos se aplicó la prueba de medias de Duncan (Cuadro 8), encontrándose similitud para los días 0, 6, 9 y 12, al igual que los días 3, 6 y 9, siendo diferente y superior el peso en los días 3 y 15 con pesos de 78.348 y 75.463 g para cada fruto respectivamente; valores que se confirman en la Figura 2.

El tener valores de mayor peso a los 3 y 15 Días de almacenamiento se debe posiblemente a que los frutos de tomate fueron diferentes para cada día de evaluación, es decir que el tomate que se evaluó al día 6 fue diferente al evaluado el día 15, ya que el criterio fue considerar tomates que presentaron un color rojo intenso cosechados en su madurez fisiológica.

**Cuadro 8.** Comparación de medias de la variable peso según el factor Días

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>				
<b>Duncan Agrupamiento</b>		<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Días</b>
	A	78.348	27	15
B	A	75.463	27	3
B	C	69.478	27	6
B	C	69.033	27	9
	C	66.504	27	12
	C	66.361	27	0

En la Figura 2, además se observa que al día 0 los valores de peso mostraron una mayor dispersión mientras que al día 15 presentaron una mayor uniformidad en comparación con los otros días.



**Figura 2.** Comparación de medias de la variable peso según el factor Días

## 5.2 Consistencia del fruto de tomate

Para la variable consistencia del fruto, evaluada en kg/ft, se encontró que en el factor Líneas no se presentan diferencia estadística significativa ( $0.681 > 0.05$ ), sin embargo, en el factor Días de almacenamiento si presenta diferencia estadística altamente significativa ( $0.0001 < 0.05$ ) con un 95% de confianza.(cuadro 9).

**Cuadro 9.** ANOVA para la variable consistencia en la calidad de tomate

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repeticiones	2	4.560	2.280	0.98	0.379
Línea	2	1.794	0.897	0.38	0.681
Días	5	157.374	31.474	13.47	<.0001
NFruto(Repet)	6	22.583	3.763	1.61	0.148

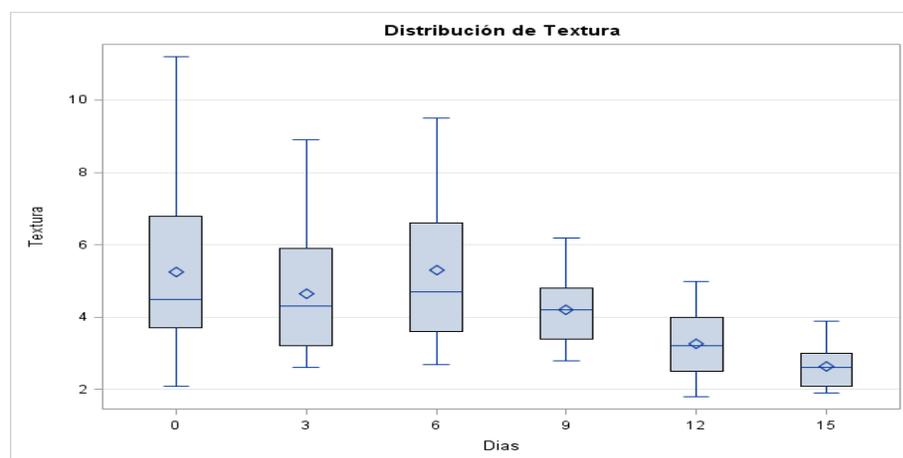
Se encontró una consistencia media de 4.346 kg/ft para las líneas respectivas de tomate.

Para el factor Días de almacenamiento, quien si presentó significancia estadística, se encontró similitud para los días 0, 3 y 6, al igual que los días 3 y 9, siendo diferente e inferior la consistencia en los días 12 y 15, donde se obtuvo una consistencia entre 3. 277 y 2.637 kg/ft para cada fruto respectivamente, como se presentan en el Cuadro 10.

**Cuadro10.** Comparación de medias de la variable consistencia según el factor Días

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>				
<b>Duncan Agrupamiento</b>		<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Días</b>
	A	5.307	27	6
	A	5.255	27	0
B	A	4.644	27	3
B		4.207	27	9
	C	3.277	27	12
	C	2.637	27	15

Los mismos valores que se confirman en la Figura 3, además a los 12 y 15 días se obtuvieron los menores valores de consistencia, esto podría deberse a un cambio en la composición química de los tomates al avanzar en su estado de madures fisiológica a la madures comercial.



**Figura 3.** Comparación de medias de la variable consistencia según el factor Días

Estos valores son similares a los registrados por Zapata (2007), quien menciona que la consistencia disminuyó en el tiempo, debido a un cambio en la composición química de los tomates, tales como sólidos insolubles y totales, pectinas solubles, tamaño de polímeros insolubles, grado de polimerización y esterificación de polímeros insolubles, además de la actividad de enzimas que afectan la textura, tales como; pectinmetilesterasa, poligalacturonasa y celulasas.

### 5.3 Evaluación de °Brix en el fruto de tomate

Para la variable respuesta °Brix del fruto de tomate evaluado, se encontró que los factor Líneas ( $0.022 < 0.05$ ) y Días de almacenamiento ( $0.0001 < 0.05$ ), presentan diferencia estadística significativa con un 95% de confianza (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** ANOVA para la variable °Brix en la calidad de tomate

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repeticiones	2	0.267	0.133	0.83	0.438
Línea	2	1.258	0.629	3.91	0.022
Días	5	6.885	1.377	8.57	<0.0001
NFRUTO(Repet)	6	0.501	0.083	0.52	0.793

Dados estos resultados se realizó una prueba de medias de Duncan (Cuadro 12) donde las Líneas presentan similitud teniendo un °Brix de 5.620 y 5.483.

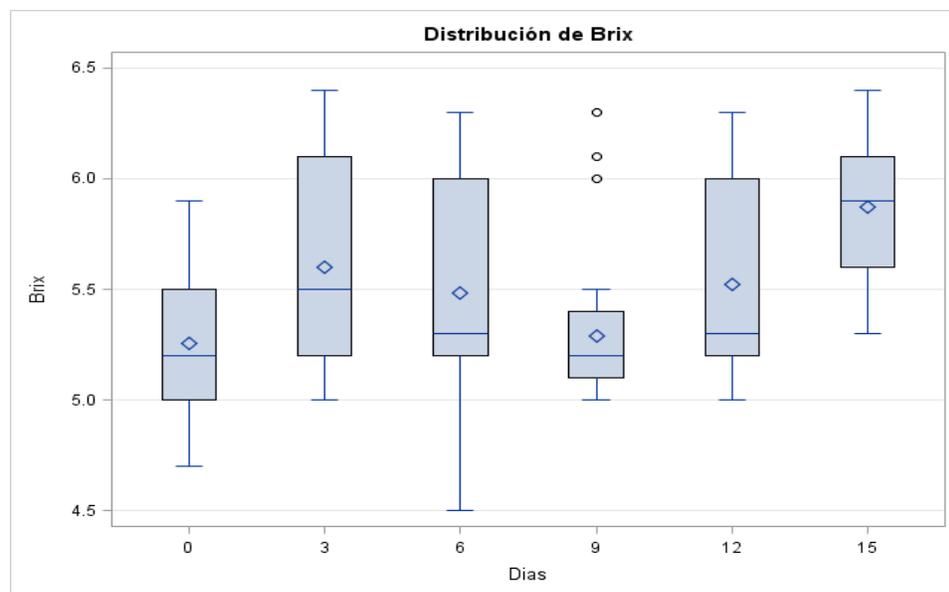
**Cuadro 12.** Comparación de medias para la variable °Brix según el factor Líneas

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.				
Duncan Agrupamiento		Media	N	Línea
	A	5.620	54	15
B	A	5.483	54	9
B		5.407	54	14

Al igual que las Líneas, el factor Días de almacenamiento se le aplicó la prueba de medias de Duncan (Cuadro 15), encontrándose similitud para los días 0,6 y 9, al igual que los días 3 ,6 y 12, siendo diferente y superior °Brix en el día 15 donde se obtuvo un valor de 5.874; valores que se confirman en la Figura 4.

**Cuadro 15.** Comparación de medias de la variable °Brix según el factor Días

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>				
<b>Duncan Agrupamiento</b>		<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Días</b>
	A	5.8741	27	15
	B	5.6000	27	3
	B	5.5222	27	12
C	B	5.4815	27	6
C		5.2889	27	9
C		5.2556	27	0



**Figura 4.** Comparación de medias de la variable consistencia según el factor Días

#### 5.4 Variable Acidez total en fruto de tomate

Para la variable acidez total del fruto se realizó el análisis de varianza respectivo (Cuadro 13), encontrándose que los factores Líneas y Días de almacenamiento presentaron diferencias estadísticas significativas  $0.013 < 0.05$  y  $0.0005 < 0.05$  respectivamente, con un 95% de confianza.

**Cuadro 13.** ANOVA para la variable acidez total en la calidad del tomate

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repeticiones	2	0.005	0.002	0.01	0.995
Línea	2	3.950	1.975	4.49	0.013
Días	5	10.380	2.076	4.72	0.0005
NFruto(Repet)	6	0.348	0.058	0.13	0.992

Por lo que se realizó una prueba de medias de Duncan (Cuadro 14), donde el factor Línea presenta similitud para la número 14, siendo diferente y superior las línea 15 y 9 con una acidez total de 4.462 y 4.415 para cada fruto.

**Cuadro 14.** Comparaciones de medias para la variable acidez total según el factor Líneas

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>			
Duncan Agrupamiento	Media	N	Línea
A	4.462	54	9
A	4.415	54	15
B	4.109	54	14

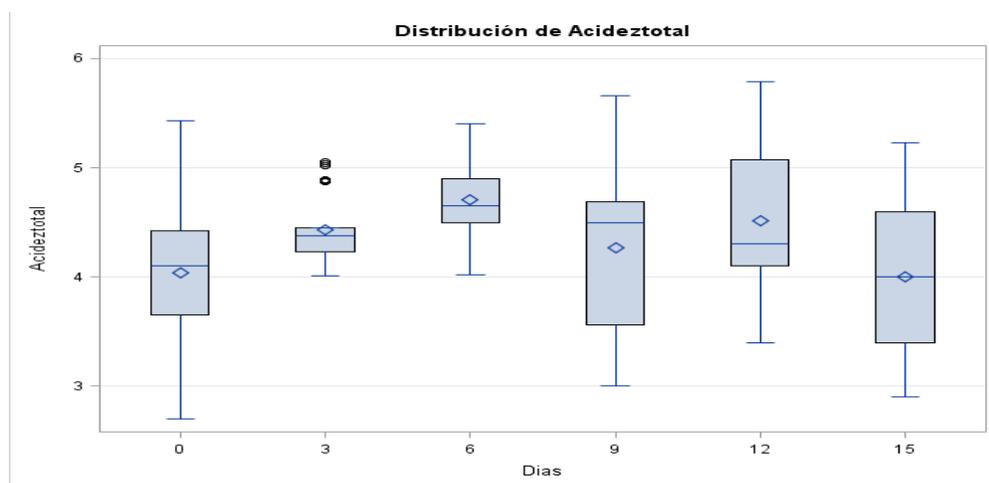
Estos resultados de acidez se deben posiblemente a que las líneas 15 y 9, presentaron una menor maduración del fruto lo que provoca un descenso lento de la acidez, debido a que los ácidos orgánicos son degradados durante el proceso de maduración, por lo cual la línea 14 fue la que presentó un mayor estado de madurez obteniendo un descenso en su acidez total.

Al igual que el factor Líneas, el factor Días de almacenamiento, se aplicó la prueba de medias de Duncan (Cuadro 15), encontrándose similitud para los días 15, 0, 9, al igual que los días 12, 3 y 9 siendo diferente y superior la acidez en los días 12 y 6, donde se obtuvo una acidez total de 4.709 y 4.516, para cada fruto respectivamente. Estos valores superan a los registrados por otros estudios obtenidos por Ledezma (2008), donde la acidez total en los frutos de tomate evaluados fueron entre 0.37 – 0.54 g ácido cítrico/100 g de peso fresco. El porcentaje de acidez en el fruto de tomate es alta y disminuye conforme va pasando el tiempo.

**Cuadro 15.** Comparación de medias de la variable acidez total según el factor Días

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>				
<b>Duncan</b>	<b>Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Días</b>
	A	4.709	27	6
B	A	4.516	27	12
B	A	4.434	27	3
B	C	4.271	27	9
	C	4.043	27	0
	C	3.999	27	15

En la Figura 5 además se observa que al día 0 los valores de acidez total tiene una mayor dispersión y al día 3 presenta una mayor uniformidad en comparación con los otros días.



**Figura 5.** Comparación de medias de la variable acidez total según el factor Líneas

## 5.5 Variable pH de fruto de tomate

Para la variable pH del fruto, se realizó el análisis de varianza respectivo (Cuadro 16), encontrándose que los factores Líneas ( $0.0005 < 0.05$ ) y Días ( $0.001 < 0.05$ ) presentaron diferencias estadísticas significativas con un 95% de confianza.

**Cuadro 16.** ANOVA para la variable pH en la calidad de tomate

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repeticiones	2	0.064	0.032	0.97	0.3800
Línea	2	0.528	0.264	8.03	0.0005
Días	5	3.476	0.695	21.14	<.0001
N Fruto(Repet)	6	0.125	0.020	0.64	0.7015

Dados estos resultados se realizó una prueba de medias de Duncan (Cuadro 17) donde el factor Línea presenta similitud para la número 15 y 9, siendo diferente y superior la Línea 14 con un pH de 4.175 para cada fruto.

**Cuadro 17.** Comparación de medias para la variable pH según el factor Líneas

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>			
<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Línea</b>
A	4.175	54	14
B	4.079	54	9
B	4.038	54	15

Al igual que las Líneas, el factor Días después de cosechados los frutos se aplicó la prueba de medias de Duncan (Cuadro 18), encontrándose similitud para los días 15 y 6, al igual que los días 9, 3 y 12, siendo diferente e inferior el día 0 donde se obtuvo un pH de 4.307 para cada fruto respectivamente. Estos valores son comparables con otros estudios como los de Ledezma (2008), que obtuvo un pH entre 4.11 y 4.67.

**Cuadro 18..** Comparación de medias de la variable pH según el factor Días

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>			
<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Días</b>
A	4.307	27	0
B	4.183	27	9
B	4.168	27	12
B	4.112	27	3
C	3.914	27	6
C	3.901	27	15

Además en la Figura 6. Se observa que al día 15 los valores de pH tiene una mayor dispersión y al día 3 presentaron una mayor uniformidad en comparación con los otros días

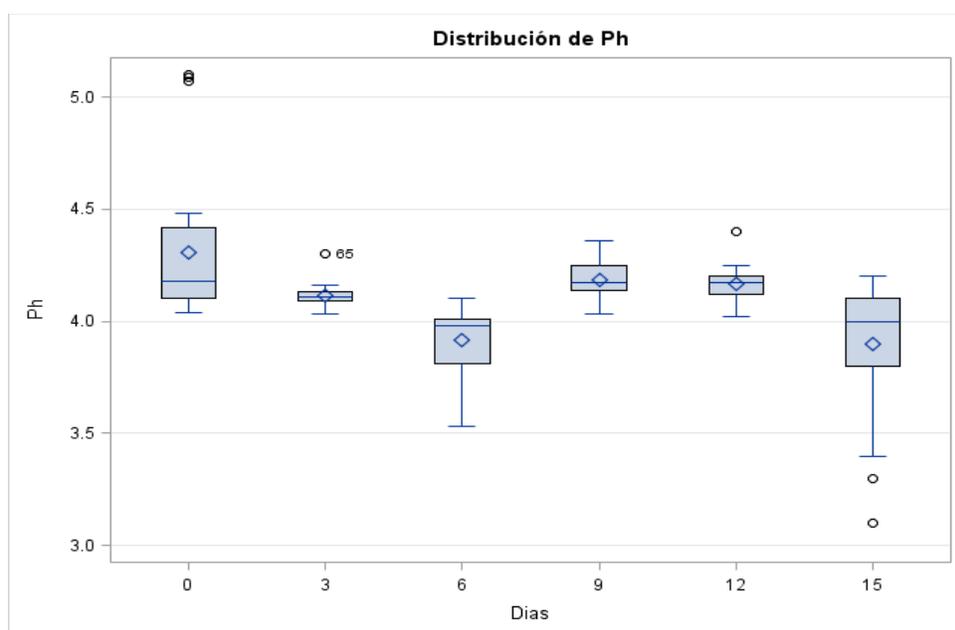


Figura 6. Comparación de media de la variable pH según el factor Días

## 5.6 Variable Color para el parámetro L

Para la variable de color L el fruto de tomate se realizó el análisis de varianza respectivo (Cuadro 19) se encontró que el factor Líneas no se presentan diferencia estadística

significativa ( $0.334 > 0.05$ ), sin embargo en el factor Días de almacenamiento si presenta diferencia estadísticas altamente significativa ( $0.001 < 0.05$ ) con un 95% de confianza.

**Cuadro 19.** ANOVA para la variable de color L en la calidad de tomate

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repeticiones	2	3.693	1.846	0.45	0.637
Línea	2	9.014	4.507	1.11	0.334
Días	5	616.719	123.344	30.26	<.0001
NFruto(Repet)	6	33.325	5.554	1.36	0.234

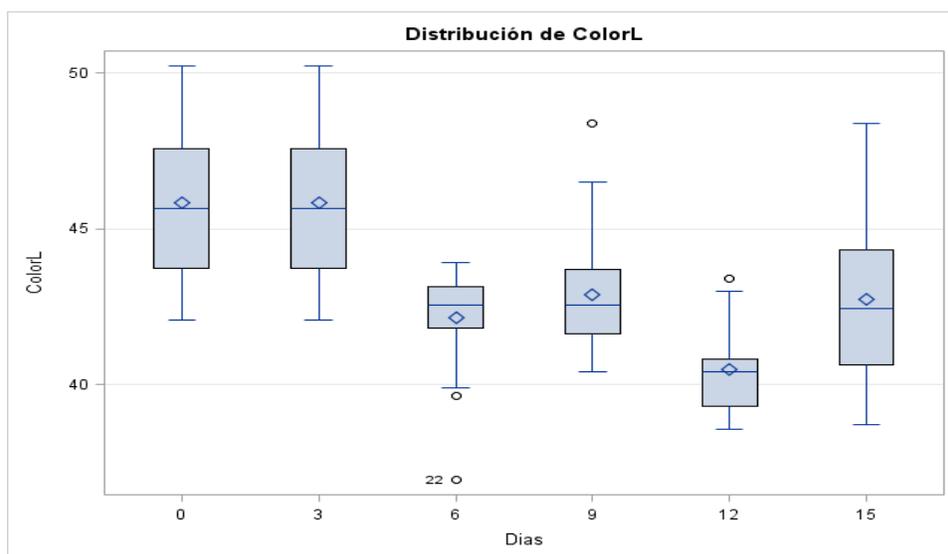
Se encontró una variable de color L con una media de 43.578 para las líneas respectivas de tomate. Según Hernández (2013), El parámetro L indica el grado de luminosidad, o el componente blanco-negro que presenta un alimento. El valor de  $L^* = 100$  constituye el máximo para este parámetro, y se traduce en 100 % luminoso, mientras que un valor  $L^* = 0$  significa que el alimento es totalmente oscuro.

Al igual que las Líneas, el factor Días de almacenamiento de los frutos se aplicó la prueba de medias de Duncan (Cuadro 20), encontrándose similitud para los días 9, 15 y 6 siendo diferente y superior la variable color L en los días 0 y 3 con 45.851 para ambos respectivamente. Estos valores se pueden comparar con los registrados en el estudio de Hernández (2013) donde se obtuvieron valores de  $L^*$  de  $62,12 \pm 3,91$ .

**Cuadro 20.** Comparación de medias de la variable de color L según el factor Días

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>			
Duncan Agrupamiento	Media	N	Días
A	45.851	27	0
A	45.851	27	3
B	42.894	27	9
B	42.727	27	15
B	42.136	27	6
C	40.475	27	12

En la Figura 7, además se observa que al día 15 los valores de la variable color L tiene una mayor dispersión y al día 6 presenta una mayor uniformidad en comparación con los otros días.



**Figura 7.** Comparación de la variable de color L según el factor Días

### 5.7 Variable Color para el parámetro C

Para la variable color c del fruto de tomate, se realizó el análisis de varianza respectivo (Cuadro 21), encontrándose que los factores Líneas y Días presentaron diferencias estadísticas significativas ( $0.007 < 0.05$ ;  $0.001 < 0.05$ ) con un 95% de confianza.

**Cuadro 21.** ANOVA para la variable de color c en la calidad de tomate

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repeticiones	2	29.765	14.883	1.46	0.237
Línea	2	106.381	53.190	5.20	0.007
Días	5	1096.335	219.267	21.44	<.0001
N Fruto(Repet)	6	51.406	8.568	0.84	0.543

Dados estos resultados se realizó una prueba de medias de Duncan donde el factor Línea presenta similitud para la numero 14 y 15, siendo inferior y diferente la línea 9 con un

color c de 31.246 para cada fruto. El parámetro C\* indica la cromaticidad o saturación  $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ , el parámetro a\* indica el componente rojo-verde en la muestra analizada, bajo las condiciones establecidas por el sistema CIELAB, donde el rojo representa los valores positivos y el verde los valores negativos y el parámetro b\* define el componente amarillo-azul presente en una muestra, donde el azul representa los valores negativos y el amarillo los valores positivos según las condiciones establecidas por la carta de color (Hernández 2013).

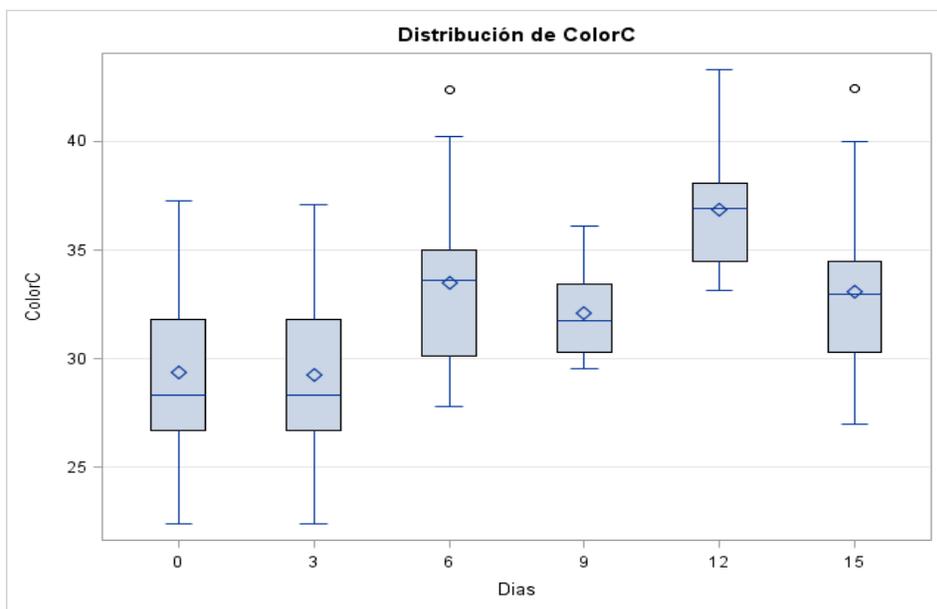
Al igual que las Líneas, el factor Días después de cosechados los frutos se aplicó la prueba de medias de Duncan (Cuadro 22), encontrándose similitud para los días 0 y 3, al igual que los días 6, 9 y 15 siendo diferente y superior el color c en el día 12 con 36.862 para cada fruto respectivamente.

**Cuadro 22.** Comparación de medias de la variable de color c según el factor días

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>			
<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Días</b>
A	36.862	27	12
B	33.527	27	6
B	33.110	27	15
B	32.097	27	9
C	29.389	27	0
C	29.275	27	3

Estos valores superan los registrados en el estudio de Hernández (2013), donde el valor promedio del factor c obtenidos en el fruto de tomate fue de 24.27, donde evidencia una baja pureza del color, mostrando la mezcla de compuestos pigmentados rojos y amarillos presentes en el tomate.

En la Figura 8, además, se observa que a los días 0 y 3 los valores de color c tiene una mayor dispersión y al día 9 presenta una mayor uniformidad en comparación de los otros días.



**Figura 8.** Comparación de medias de la variable color c según el factor Días

### 5.8 Variable Color para el parámetro b/a

Para la variable de color b/a del fruto de tomate, se realizó el análisis de varianza respectivo (Cuadro 23) encontrándose que los factores Líneas y Días presentaron diferencias estadísticas significativas ( $0.0002 < 0.05$ ;  $0.001 < 0.05$ ) con un 95% de confianza.

**Cuadro 23.** ANOVA para la variable de color b/a en la calidad de tomate

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repeticiones	2	0.151	0.075	1.96	0.145
Línea	2	0.709	0.354	9.23	0.0002
Días	5	1.615	0.323	8.41	<.0001
NFruto(Repet)	6	0.328	0.055	1.42	0.210

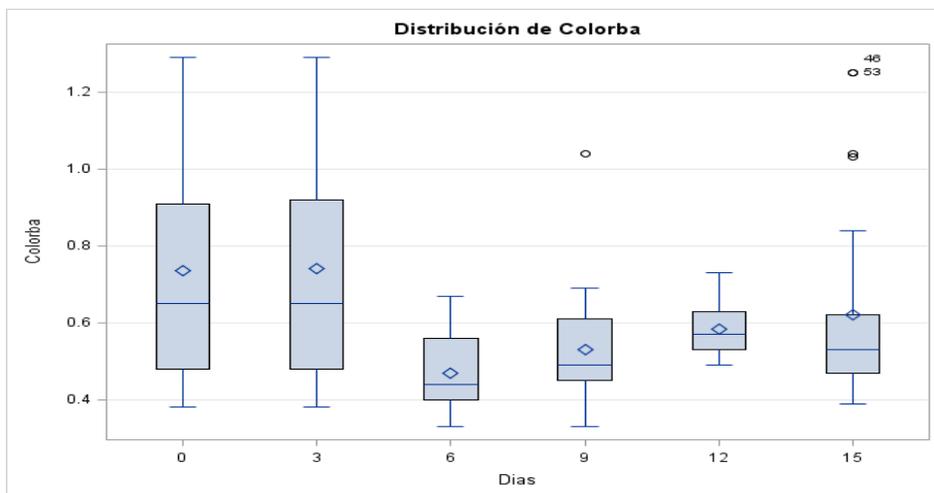
Dados estos resultados se realizó una prueba de medias de Duncan donde el factor Línea presenta similitud para la número 15 y 9, siendo diferente y superior la línea 14 con un color b/a de 0.70667 para cada fruto

Al igual que las Líneas, el factor Días después de cosechados los frutos se aplicó la prueba de medias de Duncan (Cuadro 24), encontrándose similitud para los días 9 y 6, al igual que los días 12y 15 siendo diferente y superior el color c en los días 0 y 3 con 0.741 y 0.734 para cada fruto respectivamente. Estos valores se pueden comparar con los registrados en el estudio de Hernández (2013).

**Cuadro 24.** Comparación de media de la variable de color b/a según el factor Días

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>				
<b>Duncan Agrupamiento</b>		<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Días</b>
	A	0.74074	27	3
	A	0.73444	27	0
	B	0.62185	27	15
	B	0.5837	27	12
C	B	0.53037	27	9
C		0.46815	27	6

En la Figura 9, además se observa que a los días 0 y 3 los valores de color b/a tienen una mayor dispersión y al día 12 presenta una mayor uniformidad en comparación de los otros días



**Figura 9.** Comparación de media de la variable de color b/a según el factor Días

### 5.9 Variable Color para el parámetro h

Para la variable de color h del fruto de tomate, se realizó el análisis de varianza respectivo (Cuadro 25), encontrándose que los factores Líneas y Días presentaron diferencias estadísticas significativas ( $0.001 < 0.05$ ;  $0.001 < 0.05$ ) con un 95% de confianza.

**Cuadro 25.** ANOVA para la variable de color h en la calidad de tomate

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repeticiones	2	185.047	92.523	1.80	0.169
Línea	2	831.699	415.849	8.09	0.001
Días	5	2178.377	435.675	8.48	<.0001
NFruto(Repet)	6	418.487	69.748	1.36	0.2356

Dados estos resultados se realizó una prueba de medias de Duncan donde el factor Línea presenta similitud para la número 15 y 9, siendo diferente y superior la línea 14 con un color h de 33.839 para cada fruto, el factor ángulo ( $h = \tan(b^*/a^*)$ ) (Hernández 2003).

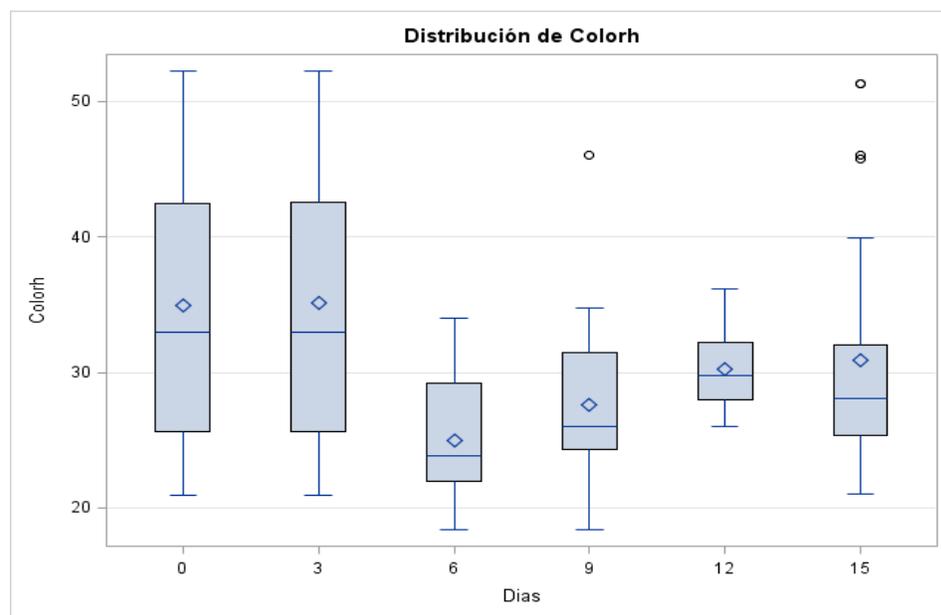
Al igual que las Líneas, el factor Días después de cosechados los frutos se aplicó la prueba de medias de Duncan (Cuadro 26), encontrándose similitud para los días 9 y 6, al igual que los días 12 y 15 siendo diferente y superior el color c en los días 0 y 3 con 35.156 y 34.975

para cada fruto respectivamente. Estos valores no superan los registrados en el estudio de Hernández (2013), donde el parámetro  $h^*$ , el valor medio obtenido fue de 46.34 y esto corresponde a un color intermedio entre rojo (0) y el amarillo (90).

**Cuadro 26.** Comparación de medias de la variable color h según el factor Días

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>				
<b>Duncan Agrupamiento</b>		<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Días</b>
	A	35.156	27	3
	A	34.975	27	0
	B	30.886	27	15
	B	30.193	27	12
C	B	27.632	27	9
C		24.967	27	6

En la Figura 15, además se observa que a los días 0 y 3 los valores de color h tienen una mayor dispersión y al día 12 presenta una mayor uniformidad en comparación con los otros días.



**Figura 10.** Comparación de medias de la variable color h según el factor Días

## VI. CONCLUSIONES

- La Línea 14 de tomate chonto presentó características fisicoquímicas, con un mayor peso del fruto (75.361g), el mayor valor de pH (4.175) y la menor acidez (4.109), sin embargo, la Línea 15 presentó mayor °Brix (5.62), en comparación con las otras 2 Líneas.
- Al observar las características fisicoquímicas en el tiempo de almacenamiento se encontró que a los 15 días los frutos de tomate chonto presentaban el mayor peso, en función de los frutos evaluados, y los valores medios menores de consistencia, acidez y pH.
- Se encontró que para los 4 indicadores de color (L, a/b, c y h) se encontraron valores intermedios ( L = 42.7, c = 33.11, h = 30.8 y a/b = 0.62), siendo similares para los días 9, para el indicador L y c y para los días 12 el indicador h y b/a.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Para los estudiantes que salen fuera del país es necesario que los asesores de la Universidad Nacional de Agricultura se pongan en contacto con los asesores del extranjero para que el alumno tenga claro su trabajo investigativo en ambas partes.

Es necesario aplicar un modelo matemático que se ajuste más al tipo de trabajo como a la forma de planificación y ejecución del mismo por ejemplo deben de tomarse tomates de igual diámetro o un rango de este.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Alvarez, J. 2011. Plan De Negocios Para El Desarrollo De Un Proyecto Productivo De Tomate Chonto (*lycopersiconesculentum*mill) Bajo Invernadero En La Finca las Mercedes Municipio De Gómez Plata. 16 p.

Aular, J.2006. Jornada sobre manejo postcosecha de frutas, 16 p.

Arias R., Lee T. Ch., Logendra L., Janes H. 2000. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L, a, b color reading of a hidroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. J. Agric. Food Chem. 48:1697 -1702p.

Asierra, F., y Aguilar, O., 2008, Quality of tomato fruits (*Solanumlycopersicum*L.) harvested at different maturity stages, AgronomíaColombiana 26(2).

Casierra, F., Alvarez, O., Luque, N., 2010. Calidad de frutas en tomate (*Solanum lycopersicum*), Productos bajo coberturas reflectivas y plásticas.Revista Colombiana de ciencias horticultas 4(1) 67 -80 p.

Centas.f, Cultivo de tomate, Guía de tomate (en línea) consultado 20 abril 2013 Disponible: en <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>

Chemonics International Inc.2008. Cultivo del Tomate (*Lycopersicum esculentum* ó *Solanum lycopersicum*), Programa de diversificación hortícola. 2p.

Corpeño, B.2004. Manual del cultivo de tomate. (en línea).San Salvador. Consultado 08 noviembre 2013.Disponible en [http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20INGENIER%C3%8DA%20AGRON%C3%93MICA/CARRERA%20DE%20INGENIER%C3%8DA%20AGRON%C3%93MICA/07/cultivo%20de%20clima%20templado/Manual\\_del\\_Cutivo\\_de\\_Tomate\\_WEB.pdf](http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20INGENIER%C3%8DA%20AGRON%C3%93MICA/CARRERA%20DE%20INGENIER%C3%8DA%20AGRON%C3%93MICA/07/cultivo%20de%20clima%20templado/Manual_del_Cutivo_de_Tomate_WEB.pdf)

Crisosto, C.H. 1994. Stone fruit maturity indices: a descriptive review. *Postharvest News and Information* 5(6).

De la Torre, R., Gonzales, R. 1998, *Parámetros de Calidad en el Tomate para Industria*, 157p.

Escalona, V., Alvarado,P., Monardez, H., Urbiza, C., Martin A., 2009, *Manual cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum mil )*. (en línea). [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual\\_cultivo\\_tomate.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual_cultivo_tomate.pdf)

Escalona, V., 2009. Cosecha, postcosecha y comercialización de tomate fresco. In: *Manual de cultivo de tomate*, 56-60 p.

Estrada, E., 2003.*Mejoramiento genético y producción de semillas de hortalizas en Colombia Palimra*.Universidad Nacional de Colombia. 261 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) ,1996 *Manuales para el Control de Calidad de los Alimentos* (en línea) consultado 19 abril 2013. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0096s/i0096s00.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), s/f. *Las frutas y hortalizas frescas como productos perecibles* (en línea) consultado 24 abril 2013 disponible en <http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055S02.htm>

Flores, K.2009.Determinación no destructiva de parámetros de calidad de frutas y hortalizas mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano. Tesis Doctoral.España, Universidad de Córdoba 26 p.

Francis, F., 1995. Quality as influenced by color, Food Quality and Preference, 6(3):1-7p.

Gastelun, R., 2008. El gusano del fruto en tomate y chile (en línea). Consultado 09 noviembre 2013.Disponible en <http://www.horticultivos.com/component/content/article/42-rokstories/215-el-gusano-del-fruto-en-tomate-y-chile>

Gaviola, S. 1996, Factores de manejo que inciden sobre la calidad de las hortalizas (en línea). Consultado 19.abril.2013. Disponible en <http://www.cuencarural.com/img/adjuntos/adjunto-183.pdf>

Gómez, P.; Camelo, A 2002. Calidad postcosecha de tomates almacenados en atmósferas controladas. Horticultura Brasileira, Brasília, 20(1) 38- 43p.

Gonzales, M., Trujillo., Mukandama,J., Alí,M.2009.Maybel: primera variedad de tomate para uso industrial y tolerante a bajos suministros de agua obtenida en cuba mediante la inducción de mutaciones(en línea), consultado 09 noviembre 2013. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362009000400001&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362009000400001&script=sci_arttext)

Guzmán, J., Miller, J. 1998, Manejo de post cosecha y Evaluación de la calidad de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill que se comercializa en la ciudad de Neiva. Tesis Maestría Neiva Colombia, Universidad Sur Colombiana 28-31p.

Hernández, J.2013, Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (*Lycopersicon esculentum* var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos de

pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente. Tesis Doctoral. España. Universidad de Córdoba, 95 -99 p.

Hernández, M., Barrera., Melgarejo, L. s.f., Fisiología de postcosecha, 171p.

Huici, O.2008.Manejo sostenible del cultivo de tomate. (en línea). Consultado el 09 noviembre 2013. Disponible en <http://plagbol.org.bo/files/Manejo%20sostenible%20del%20cultivo%20del%20tomate.pdf>

Hoyos, J. 1994. Frutales en Venezuela. Monografía N° 36. Segunda edición. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Caracas, Venezuela. 375 p.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2012. Guía de consultas enfermedades de tomate. (en línea). Consultado el 08 noviembre 2013. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/guia-de-consultas-enfermedades-del-tomate>

Jaramillo, J.2007.Manual técnico buenas prácticas agrícolas bpa en la producción de tomate bajo condiciones protegidas (en línea).Colombia. Consultado el 09 noviembre 2013.Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s02.pdf>

Kader, A., 1992. Biología y tecnología de postcosecha (en línea).consultado el 09 noviembre 2013.Disponible en <http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Biologia%20y%20Tecnologia%20de%20Postcosecha.pdf>

Kader, A.2002. Tecnologías de productos hortofrutícolas.3ªEdición.Publicación 3311. Universidad de California.580p

Ledezma, D.2008.Lycopeno y propiedades fisicoquímicas en cultivares de tomate comercializados en la ciudad de Palmira, Colombia. Tesis Ing. Agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira 22- 23 p.

Maradiaga, S.2009, Manual de cosecha y postcosecha de cultivos olerícolas, guía técnica ,30-40p.

Martín, A., 2009, Manejo sustentable del cultivo del tomate, Manual de cultivo de tomate, 46-49 p.

Martí, G. Y Díaz, S.2008, Estudio del licopeno del tomate como colorante natural desde la perspectiva analítica e industrial (en línea) consultado 21 abril 2013 disponible en <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/5544/1/Resumen.pdf>

Mejía de Tafur, S., Estrada, E., Franco, M. 2007, Respuesta del tomate chonto cultivar Unapal maravilla, a diferentes concentraciones de nutrientes 56(2).

Mejía de Tafur, S., Estrada, E., Franco, M. 2007, Respuesta del tomate chonto cultivar Unapal maravilla, a diferentes concentraciones de nutrientes 56(2).

Murgido, C., Vázquez, L. s/f. Manejo integrado de plagas en el tomate, Departamento de manejo de plagas, Instituto de investigación de sanidad vegetal 8 15p.

Nasrin,T., Molla,M., Hossain,M., Alam, M., Yasmin,L., 2008, Effect of postharvest treatments on shelf life and quality of tomato, Bangladesh Journal of Agricultural Research 33(3)

Navarro,S., 2012, Fisiología de post cosecha( en línea) consultado 24 abril 2013 disponible en [http://slbn.files.wordpress.com/2008/08/folleto-2\\_poscosecha-ii\\_fisiologia-de-frutas-y-hortalizas.pdf](http://slbn.files.wordpress.com/2008/08/folleto-2_poscosecha-ii_fisiologia-de-frutas-y-hortalizas.pdf)

Nuez, F., 1995.El cultivo de tomate, anatomía y fisiología de plantas (en línea) consultado el 10 noviembre 2013.Disponible en [http://books.google.hn/books?id=EMXnooyk-TQC&printsec=frontcover&dq=cultivo+de+tomate&hl=es419&sa=X&ei=DOJ\\_Upn\\_FIjC4AOho4CQAg&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.hn/books?id=EMXnooyk-TQC&printsec=frontcover&dq=cultivo+de+tomate&hl=es419&sa=X&ei=DOJ_Upn_FIjC4AOho4CQAg&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)

Ospina, S., Cartagena, J., 2008.La atmosfera modificada: una alternativa para la conservación de alimentos, Revista lasallista de investigación 5(2) 3p.

Pinto, M., s/f, Manejo de Cosecha y Postcosecha de las Frutas.1-22p.

Ramírez, H., Encina, L., Benavides, A., Robledo, V., Hernández, J., Alonso, S. 2004, Influencia de la Temperatura sobre Procesos Fisiológicos en Postcosecha de Tomate *Lycopersicon esculentum mill*.1 (3).

Rivera, K.2012.Evaluacion del comportamiento agronómico y rendimiento de siete variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en túneles altos en Purdue University, Estados Unidos de América. Tesis Ing.Agr.Catacamas Honduras, Universidad Nacional de Agricultur.12 p.

Roca, M. s/f, Tratamientos de poscosecha, III master de nutrición vegetal en cultivos hortícolas extensivos. Universidad politécnica de Cartago España 20. 2-10p.

Rolz, C. 2011, Fisiología de Post cosecha de frutas, no.23, s/v.

Ruiz, J.; Vicente, A.; Montáñez, J.; Rodríguez, R. y Aguilar, C., 2012, Un tesoro perecedero en México: el tomate, tecnologías para prolongar su vida de anaquel, 54, 42-48 p.

Sierra, S.1993, Control de calidad (en línea) consultado 19 abril 2013. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UPEB.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008753>

Sosa, M.2013, Guía para el reconocimiento de enfermedades en el cultivo de tomate,(en línea) consultado 08 noviembre 2013 disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/guia-para-el-reconocimiento-de-enfermedades-en-el-cultivo-de-tomate>.

Trevor, V., Cantwell, M., s/f .Recomendaciones para mantener la calidad de postcosecha.Postharvesttechnology (en línea) consultado 10 noviembre 2013.Disponible en [http://postharvest.ucdavis.edu/Hortalizas/Tomate\\_\\_Jitomate](http://postharvest.ucdavis.edu/Hortalizas/Tomate__Jitomate)

Toor, R.2006 Seasonal variations in the antioxidant composition of greenhouse grown tomatoes. *J. Food Compo. Anal.* 19; p. 1–10

Uresti,R., M.A. García, D., Resendíz, Z., Bustos,G. , Basanta,R., Padrón,E., Mata,H., y Cervantes,J.s/f. Cultivo de tomate cherry en sistema hidropónico (en línea) consultado 09 noviembre 2013. Disponible en <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%20%20Numero%203/Microsoft%20Word%20-%20RDU7%20TOMATE%20CHERRY%20-1final.pdf>

USAID (UnitedState Agency International Development) 2007, Manejo postcosecha de tomate, Boletín Técnico de Postcosecha:( en línea) consultado 05 mayo 2013 Disponible en:[http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID\\_RED\\_Poscosecha\\_Tomate\\_12\\_07.pdf](http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID_RED_Poscosecha_Tomate_12_07.pdf)

USDA 2005(Department of agricultura,US), Producción de tomate. Trifolio.

USDA 2010(Department of agricultura,US),Control de Calidad en Frutas y Hortalizas Frescas Mínima-mente Procesadas. Trifolio

Vallespir, A., s/f. El pre-enfriamiento. (en línea) consultado el 09 noviembre 2013.Disponible en [http://www.poscosecha.com/es/empresas/moelco-levante-sl/\\_id:60836](http://www.poscosecha.com/es/empresas/moelco-levante-sl/_id:60836), sección: noticias, noticia: 77059/

Zapata, L., Gerard, L., Davies, C., Oliva, L.,Schvab, M., 2007. Correlación matemática de índices de color del tomate con parámetros texturales y concentración de carotenoides. Ciencias exactas y naturales. Ingenierías y tecnologías. 18(34) 209 - 219 p.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Clasificación de frutos de acuerdo a su tasa respiratoria durante la maduración

Frutas Climatéricas		Frutas No- Climatéricas	
Aguacate	Guayaba	Aceituna	Loquat
Arándano azul	Higo	Berenja	Mandarina
Bananos	Jaca	Cacao	Marañón
Biriba	Kiwi	Calabacita	Naranja
Chabacano	Mango	Carambola	Ocra
Cherimoya	Manzana	Cereza	Pepino
Chicosapote	Melón Cantalúp	Chícharo	Pimenton
Ciruela	Membrillo	Dátil	Pina
Durazno	Nectarina	Frambuesa	Sandia
Durian	Papaya	Fresa	Tangarina
Feijoa	Pera	Granada	Tomate de árbol
Fruta del pan	Persimonio (Kaki)	Jujube	Toronja
Fruto de la Pasión (Granada China)	Plátano Rambutan	Limón Limón amarillo	Tunas Uva
Guanábana	Sapotes	Litchi	Zarzamora
	Tomate	Longan	

Fuente: Kader 1992

**Anexo 2.** Clasificación de productos hortofrutícolas de acuerdo a su tasa de etileno

Clase	Rango a 20 °c (68°F) ( $\mu$ l C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg.hr)	Productos
Muybaja	Menos de 0.1	Alcachofa, esparrago, coliflor, cerezo, cítrico, uva, jujube, fresa, granada, hortalizas de la hoja verde, raíces y tubérculos, papa, la mayoría de flores cortadas.
Baja	0.1 - 1.0	Arándanos, pepino, berenjena, aceituna, pimienta (bell y chile), pina, melón, casaba, calabaza, frambuesa, tomate de árbol, sandía
Moderada	1.0 - 10.0	Plátano, higo, guayaba, aguacate, melón, lichi, mango, plátano macho, tomate
Alta	10.0 - 100.0	Manzana, aguacate, melon, fruta kiwi (madura), papaya, durazno, pera, ciruela
Extremadamente Alta	> 100.0	Granada china, chirimoya, sapote mamey, sapotes

Fuente: Kader 1992

### Anexo 3. Procedimiento GIM en el análisis de calidad de tomate

Información de nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Linea	3	9 14 15
Dias	6	0 3 6 9 12 15
Repet	3	1 2 3
NFRUTO	3	1 2 3

Número de observaciones leídas	162
Número de observaciones usadas	162

### Anexo 4. Error experimental de la variable peso

Número de medias	2	3
Rango crítico	5.352	5.633

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	146
Error de cuadrado medio	197.9964

### Anexo 5. Error experimental de la variable consistencia

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	146
Error de cuadrado medio	2.336726

Número de medias	2	3
Rango crítico	.5814	.6120

### Anexo 6. Error experimental de la variable color

Error experimental de la variable color para el parámetro L

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	146
Error de cuadrado medio	4.075971

Error experimental de la variable color para el parámetro a

Alpha	0.05	
Error Degrees of Freedom	146	
Error de cuadrado medio	11.3923	

Número de medias	2	3
Rango crítico	1.284	1.351

Error experimental de la variable color para el parámetro b

Alpha	0.05	
Error Degrees of Freedom	146	
Error de cuadrado medio	14.1792	

Número de medias	2	3
Rango crítico	1.432	1.507

Error experimental de la variable color para el parámetro c

Alpha	0.05	
Error Degrees of Freedom	146	
Error de cuadrado medio	10.22635	

<b>Número de medias</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Rango crítico</b>	1.216	1.280

Error experimental de la variable color para el parámetro a/b

Alpha	0.05	
Error Degrees of Freedom	146	
Error de cuadrado medio	0.038416	

Número de medias	2	3
Rango crítico	.07455	.07846

Error experimental de la variable color para el parámetro h

Alpha	0.05	
Error Degrees of Freedom	146	
Error de cuadrado medio	51.37553	

Número de medias	2	3
Rango crítico	2.726	2.869

**Anexo 7.** Error experimental de la variable Brix

Alpha	0.05	
Error Degrees of Freedom	146	
Error de cuadrado medio	0.160731	

Número de medias	2	3
Rango crítico	.1525	.1605

**Anexo 8.** Error experimental de la variable acidez total

Alpha	0.05	
Error Degrees of Freedom	146	
Error de cuadrado medio	0.439844	

Número de medias	2	3
Rango crítico	.2522	.2655

**Anexo 9.** Error experimental de la variable pH

Alpha	0.05	
Error Degrees of Freedom	146	
Error de cuadrado medio	0.032887	

Número de medias	2	3
Rango crítico	.06898	.07260

**Anexo 10.** Error experimental de la variable peso en cuanto a los días

Alpha	0.05	
Error Degrees of Freedom	146	

Error de cuadrado medio	197.9964
-------------------------	----------

Número de medias	2	3	4	5	6
Rango crítico	7.569	7.966	8.231	8.426	8.577

**Anexo 11.** Error experimental de la variable consistencia en cuanto a los días

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	146
Error de cuadrado medio	2.336726

Número de medias	2	3	4	5	6
Rango crítico	.8222	.8654	.8942	.9153	.9318

**Anexo 12.** Error experimental de la variable color

Error experimental de la variable color para el parámetro L en cuanto a los días

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	146
Error de cuadrado medio	4.075971

Número de medias	2	3	4	5	6
Rango crítico	1.086	1.143	1.181	1.209	1.231

Error experimental de la variable color para el parámetro a en cuanto a los días

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	146
Error de cuadrado medio	11.3923

Número de medias	2	3	4	5	6
Rango crítico	1.816	1.911	1.974	2.021	2.057

Error experimental de la variable color para el parámetro b en cuanto a los días

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	146
Error de cuadrado medio	14.1792

Número de medias	2	3	4	5	6
Rango crítico	2.025	2.132	2.203	2.255	2.295

Error experimental de la variable color para el parámetro c en cuanto a los días

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	146
Error de cuadrado medio	10.22635

Número de medias	2	3	4	5	6
Rango crítico	1.720	1.810	1.871	1.915	1.949

Error experimental de la variable color para el parámetro b/a en cuanto a los días

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	146
Error de cuadrado medio	0.038416

Número de medias	2	3	4	5	6
Rango crítico	.1054	.1110	.1147	.1174	.1195

Error experimental de la variable color para el parámetro h en cuanto a los días

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	146
Error de cuadrado medio	51.37553

Número de medias	2	3	4	5	6
Rango crítico	3.855	4.058	4.193	4.292	4.369