

**CONSERVACION DEL TOMATE
EN POSCOSECHA
(*Lycopersicum Esculentum. L*)**

**BEATRIZ CAMARGO JIMÉNEZ Cód. 49.738.377
MANUEL CAMARGO JIMÉNEZ Cód. 77.013.316
HERNANDO BAENA SANGREGORIO Cód. 85.439.440**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERIA DE ALIMENTOS
BARRANQUILLA – ATLÁNTICO
2005**

**CONSERVACION DEL TOMATE
EN POSCOSECHA**
(Lycopersicum Esculentum. L)

BEATRIZ CAMARGO JIMÉNEZ Cód. 49.738.377
MANUEL CAMARGO JIMÉNEZ Cód. 77.013.316
HERNANDO BAENA SANGREGORIO Cód. 85.439.440

Trabajo de investigación para optar por el título
de Ingeniero de Alimentos

Director
ING. DANILO ARIZA

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS
BARRANQUILLA - ATLANTICO
2005

Nota de aceptación

El Proyecto Conservación del Tomate en Poscosecha, presentado y sustentado el día 15 de Abril del 2005 por: BEATRIZ CAMARGO JIMENEZ, MANUEL CAMARGO JIMENEZ y HERNANDO BAENA SANGREGORIO, en cumplimiento parcial a los requisitos para optar el Título de Ingeniero de Alimentos; fue aprobado.

Firma del presidente del Jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Barranquilla, Abril 15 de 2005

AGRADECIMIENTOS

En este proyecto rendimos nuestros más sinceros agradecimientos a aquellas personas y entidades, que sin su apoyo no hubiese sido posible llevarlo a cabo:

Al Doctor Misael Cortez, PhD en Tecnología de Alimentos, Director de esta investigación, por su valioso aporte para culminar satisfactoriamente este trabajo.

Al Ing Saúl Mejía Amador, nuestro amigo de siempre.

Al Ing Danilo Ariza Rúa, Coordinador de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería de Alimentos.

Al Ing Felix Gonzalez Grau. Director CREAD Barranquilla, UNAD.

Al Ingeniero de Alimentos Oscar Villero Castro, por su colaboración en sus recomendaciones y asesorías.

A Bavaria S.A., Cervecería Águila, laboratorio de control de calidad.

A nuestros familiares por brindarnos todo el apoyo espiritual y moral para poder culminar con este sueño tan importante en nuestras vidas.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD” por el enriquecimiento de nuestros conocimientos en la academia y en la ciencia para poder crecer en lo universal.

DEDICATORIA

Manuel Camargo Jiménez

A María Leonor Castro Pacheco, mi querida esposa de siempre, pilar fundamental para el logro de esta profesión.

A mis tres hijos: Karen Lorena, Alberto Mario y Mayra Alejandra, por los cuales me desvivo.

A mi suegra Isabel María Pacheco Fontalvo, por todo su apoyo.

A mi madre Graciela Jiménez Arias, por darme la vida.

A todos los amigos, tutores, personal administrativo de la UNAD que de una u otra forma me colaboraron.

A todos mis familiares por su afecto y respeto en todos los momentos.

A mis amigos de Bavaria S.A. por su colaboración.

DEDICATORIA

Hernando Baena Sangregorio

A Dios Padre, Dios Hijo y Dios Espíritu Santo

A Zayda Sangregorio, madre mía.

A mis tíos

A mis hermanos José Luis, Cochy, Mary, Piedad, Germán.

A Bavaria S.A.

A mi pastor Jairo Carrillo y esposa.

A mis compañeros de trabajo.

A Yomaira Sandoval y Esther de la Hoz.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	17
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
4. MARCO TEORICO	18
4.1 ANTECEDENTES Y BASES TEORICAS	18
4.2 MARCO CONCEPTUAL	20
5. METODOLOGÍA	27
5.1 POBLACIÓN	27
5.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA	29
5.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
5.4 DISEÑO METODOLÓGICO	31
5.4.1 Delimitación	31
5.4.2 Técnica de obtención de resultados	31
5.5 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	41
6. RESULTADOS EXPERIMENTALES	42
6.1 PROCESAMIENTO DE DATOS	44
6.2 ANALISIS ESTADÍSTICOS	44
6.2.1 Peso del Tomate	45

6.2.2	Diámetro Longitudinal	46
6.2.3	Diámetro Transversal	48
6.2.4	Porcentaje de Pulpa	50
6.2.5	Sólidos Solubles	51
6.2.6	pH	53
6.2.7	Acidez	55
6.2.8	Relación de madurez sólidos solubles por acidez	56
7.	DISCUSION DE RESULTADOS	66
	CONCLUSIONES	68
	BIBLIOGRAFÍA	71
	ANEXOS	72

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Color de la epidermis vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	58
Gráfico 2. Peso del tomate vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	59
Gráfico 3. Diámetro longitudinal y diámetro transversal vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	60
Gráfico 4. Porcentaje de pulpa vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	61
Gráfico 5. Peso del tomate vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	62
Gráfico 6. pH vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	63
Gráfico 7. Acidez vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	64
Gráfico 8. Relación de madurez.	65

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados de Ensayos en Laboratorio.	42
Tabla 2. Resultados estadísticos del coeficiente de variación, Media aritmética, Desviación estándar para cada una de las Variables.	43
<i>Peso del Tomate</i>	
Tabla 3	45
Tabla 4	45
Tabla 5	46
<i>Diámetro Longitudinal</i>	
Tabla 6	46
Tabla 7	47
Tabla 8	47
<i>Diámetro Transversal</i>	
Tabla 9	48
Tabla 10	49
Tabla 11	49
<i>Porcentaje de Pulpa</i>	
Tabla 12	50
Tabla 13	50
Tabla 14	51
<i>Sólidos Solubles</i>	
Tabla 15	51
Tabla 16	52
Tabla 17	52
<i>pH</i>	
Tabla 18	53
Tabla 19	54

Tabla 20	54
<i>Acidez</i>	
Tabla 21	55
Tabla 22	55
Tabla 23	56
<i>Relación de Madurez Sólidos Solubles por Acidez</i>	
Tabla 24	56
Tabla 25	58

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Tomates estado total de madurez poscosecha	20
Figura 2. Cultivo de tomate variedad Río grande en parcela corregimiento de Guaimaro.	23
Figura 3. Variedad Fame	25
Figura 4. Entrada al Guaimaro	27
Figura 5. Población Guaimaro	28
Figura 6. Entrevista con agricultores	28
Figura 7. Peso de tomates en balanza analítica Mettler A.E. 200	33
Figura 8. Trituración de tomates en mortero de losa	34
Figura 9. Obtención de pulpa o jugo de tomate en tamiz o malla # 60	34
Figura 10. Determinación de acidez total en potenciómetro Metrohm	35
Figura 11. Determinación de sólidos solubles (°Brix) en pulpa, con refractómetro Reichert de mano	35
Figura 12. Trabajos de investigación en laboratorio	38
Figura 13. Tomates a 27 °C en estufa Memmert	39
Figura 14. Tomates conservados a 12°C en nevera	40
Figura 15. Presentación de empaque	67

INTRODUCCIÓN

A través del análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el trabajo de campo, en el corregimiento de Guaimaro, municipio de Salamina, departamento del Magdalena, el manejo de postcosecha del tomate en la variedad *Nema híbrido*, *Fame híbrido* y Río grande, no se da en la forma adecuada para lograr una buena conservación en el almacenamiento y/o reducir pérdidas en la comercialización, por eso es esencial adelantar desde la cosecha una buena tecnología donde se mantenga a temperatura y humedad relativa apropiada para una mayor conservación y su posterior distribución en el mercado.

La variedad en estudio es la Río grande, ampliamente utilizada en la zona antes indicada, la cual da un tomate con buenas características en el fruto. Los híbridos Fame y Nema 512 y 1200 respectivamente, son resistentes a las plagas, a las condiciones del suelo y del clima, con un buen rendimiento; estas hortalizas se adaptan a casi todos los tipos de terrenos, mientras exista un excelente drenaje.

Para su conservación se muestran los cambios físicos y químicos que ocurren al almacenar los frutos a diversas temperaturas y humedades relativas determinadas, con el fin de adecuar la tecnología específica que de la garantía necesaria para que los tomates sean conservados hasta llegar al consumidor final.

De acuerdo a la investigación realizada en el estudio de campo, con base en las encuestas realizadas a los cultivadores (sabanas) en el período de poscosecha, se presentan pérdidas promedio del 30%, por la falta de condiciones adecuadas de conservación, mientras se da la comercialización en el corregimiento. El período de recolección es aproximadamente de 40 días con una producción total de 300.000 Kg, con las perdidas porcentuales de esta producción, es decir, 90.000 Kg, que de acuerdo al precio de comercialización del agricultor, con el intermediario es de \$260/Kg, cuantificándose en cada período de cosecha una pérdida de \$23.400.000.

Esta investigación va dirigida a minimizar en corto plazo estas pérdidas a los pequeños y medianos productores de tomate, mejorándole sustancialmente las condiciones de calidad del producto con un buen manejo de poscosecha.

La solución que propone este proyecto es el mejoramiento de la selección por tomates sanos, mejoramiento del empaque y del almacenamiento ubicado en el mismo corregimiento para una mejor conservación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La conservación del tomate (*Lycopersicum Esculentum* L) en el periodo de poscosecha está relacionado con variables físicas: Diámetros transversales, longitudinal, peso del fruto, grado de madurez y sólidos solubles. Además de las anteriores, se tienen en cuenta las organolépticas y las variables químicas como pH y acidez. De igual manera es importante destacar el manejo de la poscosecha del tomate aplicando diferentes temperaturas de almacenamiento y humedades relativas.

Con esto se pretende determinar la influencia de una variable independiente (temperatura) sobre demás variables dependientes anteriormente enunciadas, con el propósito de sesgar la temperatura ideal para un adecuado manejo de poscosecha y comercialización del tomate. En este orden de ideas podemos formular el problema de investigación con las siguientes preguntas:

¿Cuál será la relación de las variables físicas, organolépticas y químicas con las diferentes temperaturas de almacenamiento?

¿Es posible inferir una temperatura óptima para almacenamiento y conservación del producto, relacionándola con otras variables para garantizar un mayor periodo de vida útil del fruto?.

2. JUSTIFICACIÓN

Dadas las circunstancias de la recolección artesanal del tomate en la región de las playas que deja el río Magdalena, y su inadecuado manejo en la poscosecha, se vienen presentando pérdidas por períodos de cosechas alrededor de \$23.400.000, solamente en el corregimiento de Guaimaro.

Como no existen técnicas apropiadas para la conservación en la comercialización, los agricultores se someten a los precios que les imponen los intermediarios, porque de no ser así, éstos estarían perdiendo toda su cosecha.

Por las pérdidas económicas, es necesario adelantar un proceso de calidad y de conservación para minimizar las pérdidas con un proyecto que apunte a la creación de un centro de acopio en este corregimiento, con una producción por cosecha de 300.000 Kg, donde por las condiciones actuales están perdiendo alrededor del 30%, para evitar esto, se propone un centro de acopio con la construcción de bodegas o cuartos refrigerados para la conservación del tomate, donde se le alargue su vida útil, con el fin de mejorar la comercialización en centros de abastos, supermercados, mercados públicos, almacenes de cadena, realizado directamente por los productores a través de una cooperativa creada por ellos mismos. Este proyecto inicialmente se haría con la producción de tomates, pero también a un mediano plazo, de acuerdo a los resultados del mismo, se aplicaría a otros tipos de cosechas de frutas y hortalizas de la región.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Adecuar las condiciones de temperatura para la conservación de las diferentes variedades del tomate en la región.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Minimizar las pérdidas en poscosecha del tomate en el corregimiento de Guaimaro, con técnicas adecuadas.
- ✓ Crear mecanismos de selección del tomate para una buena conservación y su posterior comercialización.
- ✓ Establecer un método estadístico de temperatura y de humedad relativa apropiada para la conservación del tomate.

4. MARCO TEORICO

4.1 ANTECEDENTES Y BASES TEORICAS

El tomate es originario de la Costa Oeste de Sudamérica, propio de climas tropicales y sub-tropicales. En su lugar de origen es una planta perenne, y en las zonas no tan cálidas es cultivada como planta anual. La planta es tipo mata, con un tallo erguido y ramificado (cuando sus frutos engordan llegan a tumbar la planta. Está recubierta en su totalidad por vellosidades, alguna de las cuales son glandulares con sustancias, de olor muy característico. Las hojas son alternas y compuestas, con margen dentado, y están recubiertas de las mismas vellosidades que el tallo¹.

Valor nutritivo

Los principales aportes nutritivos que proporciona son vitamínicos, en concreto la vitamina A y C. Tiene propiedades depurativas y ligeramente laxantes. Así mismo, posee virtudes profilácticas frente a trastornos vitamínicos, de cara a enfermedades de la dentición, anemias, y baja resistencia a las¹ infecciones. Las ceras que forman parte de la piel del tomate, impiden el paso de agua al interior del fruto, así como la desecación del mismo.

¹ <http://infomorelos.com/ecología/tomate.html.08/06/04.Untitled>

Composición nutritiva
POR 100 G DE PRODUCTO COMESTIBLE

Agua	94%
Vitaminas:	
A	1.700 UI
C	21 mg
B1	0.1 mg
B2	0.02 mg
Niacina	0.6 mg
Carbohidratos	4 %
Lípidos	Trazas
Proteínas	1 %
Cenizas	0.3 %
Fósforo	27 mg
Calcio	13 mg
Hierro	0.5 mg
Sodio	3 mg
Potasio	224 mg
Valor energético	22-24 cal

Figura 1. Tomates estado total de madurez poscosecha



Fuente: Los Autores

4.2 MARCO CONCEPTUAL

Esta investigación es realizada en Guaimaro, corregimiento del municipio de Salamina, ubicado a orillas del río Magdalena (Km 45), en el centro del departamento del Magdalena a 2 horas de la ciudad de Barranquilla y 2 horas de la ciudad de Santa Marta; ambas ciudades se comunican con la región vía fluvial y terrestre.

En esta región la actividad económica más importante es la agricultura y la ganadería, siendo la primera la de mayor interés por los habitantes de dicha población.

La población de Guaimaro tiene aproximadamente 2500 habitantes y la mayor parte de ellos vive de la agricultura (79%) y el resto en labores de cría de ganado y en menor escala de la pesca.

En Guaimaro se cultiva tomate en las playas que deja el río Magdalena una vez que baja el nivel, aunque un 42% también se cultiva en tierra firme. Existen dos cosechas al año; la primera inicia por lo general desde diciembre de cada año, donde los campesinos agricultores compran las semillas e inician los semilleros, los cuales tardan veinte (20) días en alcanzar la altura de trasplante, posteriormente es sembrado y en sesenta (60) días inicia la recolección del fruto pintón a mediados de marzo, el período de poscosecha se tarda un mes, terminando en abril la primera cosecha, esta cosecha es exitosa debido a la ausencia de aguas lluvias. Luego sigue la segunda cosecha que es en Agosto, pero es muy riesgosa, por lo que la gran mayoría de agricultores se abstienen en realizarla.

Las variedades sembradas son: Río grande, las híbridas Nema y Fame.

La Río grande según la ficha técnica (Piura On Line):

Nota: es la variedad más cultivada.

Días a maduración	:	80
Tipo de cultivo	:	Por estaca y piso
Peso (g)	:	74 a 85

Familia	:	Solanácea
Origen	:	América - Perú
Suelo	:	Franco, arenoso, terreno suelto, rico en materia Orgánica, drenados, de pH 5.5 – 6.
Clima	:	Templado
Época de cosecha	:	Se inicia a los 80 días con una duración de 30 a 40 días.

La variedad es de una familia con buenas características: rojos, lisos y carnosos. Excelente comportamiento de campo, tolerante y resistente a varias enfermedades: hiel o rocha, chupadera, marchites, podredumbre del fruto y plagas como: gusano de tierra, perforador de brotes. Mosca blanca, pulgón, gusano pegador de hojas y brotes.

El rendimiento (Tn/Ha):	16
Semilla (Kg/Ha)	: 1 – 1.5

Ver Anexo Ficha técnica.

Híbrido Nema: existen dos clases de Nema:

Nema 512. El tiempo empleado para madurar es de 116 – 120 días, el peso promedia 74 g, por tomate, tiene buena viscosidad, los °Brix altos, de 4.6 – 5,2; el tamaño de la planta es medio grande, es muy resistente a plagas y enfermedades, frutos grandes con hombros redondos, buen potencial de rendimiento.

Nema 1200. Tiempo de maduración 110 – 114 días, peso promedio por tomate 74 g, viscosidad baja, los °Brix 5,2 – 5,8, el tamaño de la planta es mediana, tiene un alto rendimiento y excelente color. Se anexa tabla.

Figura 2. Cultivo de tomate variedad Río grande en parcela, corregimiento de uaimaro.



Fuente: Los Autores

Variedad Fame: Es un híbrido con buen rendimiento, alta uaimaro t y resistente a uaimaro te e insectos, uaimaro te ó a la mosca blanca “Bemisia uaima”, el cual es un insecto litófago y polífago que ocasiona daños considerables en el tomate, como hongos negros en las hojas de las

plantas o sobre los frutos, afectando la calidad del producto a cosechar, estos vectores pueden reducir en un 79% los rendimientos en tomate.

Los híbridos antes mencionados no son materiales transgénicos. El éxito comercial de las semillas de los híbridos en general según la compañía H.J. Heinz, la estimuló a producir desde 1912, su técnica es el mejoramiento genético clásico, de adaptación a diferentes climas, suelos y ser resistentes a enfermedades, insectos y plagas, con el objetivo de economizar costos en insumos y pérdidas en cosecha.

Consultadas las diferentes referencias bibliográficas respecto a la conservación del tomate, se llevo a la experimentación en laboratorio la observación a diferentes temperaturas (12 – 16 y 27 °C), teniendo en cuenta la humedad relativa, que es una medida del contenido de humedad del aire y, en esta forma es útil como indicador de la evaporación, transpiración y probabilidad de lluvia convectiva. No obstante, los valores de humedad relativa tienen la desventaja de que dependen fuertemente de la temperatura del momento. Una humedad relativa del 100% significa un ambiente en el que no cabe más agua. Una humedad del 0% corresponde a un ambiente seco. Los resultados obtenidos se muestran en tabla 1, donde se representan las diferentes variables en estudio, necesario para determinar a través de cálculos estadísticos la necesidad de una buena conservación (12°C) y por ende, equipar un centro de acopio en Guaimaro para mantener el tomate más tiempo y comercializarlos al mejor postor.

Figura 3. Variedad Fame



Fuente: Los Autores

Sabemos que la humedad relativa en esta región es muy elevada, si bien se tienen temperaturas ambientes promedio de 35 °C y su ubicación próxima al nivel del mar hace que cualquier sistema de conservación de alimento o transporte de productos perecederos, impliquen el tener en cuenta este parámetro como una de los principales factores influyentes en el período de vida del fruto.

Una de las formas más comunes de medir la humedad relativa es trazando una capa psicrométrica basando en las temperaturas de bulbo húmedo, bulbo seco y temperaturas adiabáticas, con los cuales se pueden interpolar o extrapolar cualquier resultado deseado.

Existen otros métodos electrónicos como el termohigrometro, que en realidad es el mismo principio de temperatura de bulbo húmedo y bulbo seco, pero con dispositivos más avanzados, mostrando los resultados inmediatos en un display.

5. METODOLOGÍA

5.1 POBLACIÓN

La población total existente de cultivadores de tomates en el corregimiento de Guaimaro es de 100, los cuales, todos presentan pérdidas por daños después de la poscosecha.

Figura 4. Entrada al Guaimaro



Fuente: El Autor

Figura 5. Población Guaimaro



Fuente: Los Autores

Figura 6. Entrevista con agricultores



Fuente: Los Autores

5.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Teniendo en cuenta que el universo en estudio es de 100 unidades (100 Agricultores de Tomate), cuyo caso su población es finita, se trabaja con un margen de seguridad del 99.7%, calculado por Arkin y Colton sobre la hipótesis de que la frecuencia del fenómeno a investigar sea del 50% que, como se sabe exige el más amplio tamaño de muestra, partiendo de la fórmula del error estándar para poblaciones finitas:

En donde:

p = Porcentaje por el que se produce un determinado fenómeno.

q = Porcentaje complementario de p, o sea (100 – p).

N = Amplitud del universo

n = Amplitud de la muestra

Aceptando un grado de probabilidad equivalente al 97.7%, se tendrá la siguiente ecuación:

$$3\partial = \sqrt{\frac{p \cdot q}{n} \left(\frac{N - n}{N - 1} \right)}$$

Haciendo $3\partial = e$ (error máximo permitido), la formula precedente será:

$$e = 3 \sqrt{\frac{p \cdot q}{n} \left(\frac{N - n}{N - 1} \right)}$$

$$e^2 = \frac{9p \cdot q \cdot N - 9p \cdot q \cdot n}{n(N - 1)}$$

$$n(N - 1)e^2 = 9p \cdot q \cdot N - 9p \cdot q \cdot n$$

$$n(N - 1)e^2 + 9p \cdot q \cdot n = 9p \cdot q \cdot N$$

$$n[(N - 1)e^2 + 9p \cdot q] = 9p \cdot q \cdot N$$

$$n = \frac{9 \cdot p \cdot q \cdot N}{(N - 1)e^2 + 9(p \cdot q)}$$

Siendo esta última la fórmula aplicable para determinar el tamaño de la muestra a extraer de un universo finito, como este caso, cuando se pretende operar con el más alto grado de precisión (99.7%). Se desea conocer el tamaño de la muestra en estudio, estando el universo integrado por 100 agricultores de tomate, con un margen de error de $\pm 3\%$. Si se considera la hipótesis más favorable de (50%), tiene:

$$n = \frac{9 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 100}{(100 - 1)3^2 + 9(50 \cdot 50)} = \frac{2.250.000}{203.391} = 11.06$$

Para este caso se toma la muestra de 11 agricultores de acuerdo a los resultados de la fórmula aplicada anteriormente.

5.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es una investigación experimental, circunscrita a investigaciones aplicadas de tipo adaptiva al corregimiento de Guaimaro para la conservación del tomate.

5.4 DISEÑO METODOLÓGICO

5.4.1 Delimitación

Espacio Temporal

Las pruebas de campo se realizaron en el corregimiento de Guaimaro municipio de Salamina departamento del Magdalena. Las actividades de laboratorio fueron ejecutadas en la Empresa Bavaria S.A. Barranquilla (Atlántico). Se inicio en Junio del 2003 y finalizo en Septiembre del 2004.

Espacios Conceptuales

La conceptualización se enmarcó en los fundamentos del sistema de la cadena de frío (refrigeración) para la conservación de frutas y hortalizas. Como también al buen manejo de estos en el periodo de poscosecha para aumentar su vida útil en la comercialización.

5.4.2 Técnica de obtención de resultados

Esta investigación se dividió en tres fases: la primera fase consistió en realizar encuestas a 11 cultivadores de tomates, diseñándose un formulario especial

para realizar este trabajo, traduciéndose en sabanas, donde se consigna toda la información primaria de las pérdidas de tomate. En esta fase de la investigación también se realizaron observaciones directas de la forma como se recolectan las cosechas y el tratamiento que se les da en poscosecha.

La segunda fase consistió en la recolección de muestras en las 11 parcelas seleccionadas, tomando en cada una de ellas 15 tomates, muestra representativa para el objeto de estudio.

La tercera fase consistió en realizarle a los tomates los respectivos análisis experimentales en laboratorios, llevando a cabo las siguientes pruebas:

Medios visuales: Color

Físicas: Diámetro transversal
Diámetro longitudinal
Peso del fruto
Grado de madurez
Sólidos – solubles

Químicas: pH
Acidez

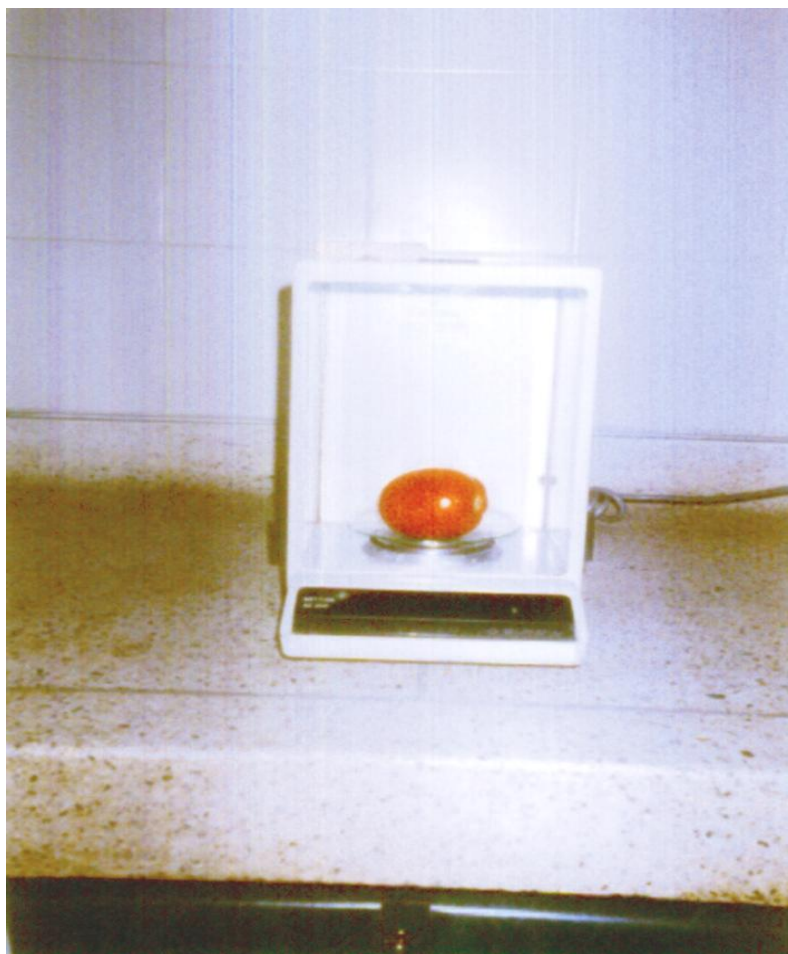
Una vez recopilada la información se sometió a cada una de las variables (diámetro transversal y longitudinal), peso del fruto, grado de madurez, acidez, sólidos solubles y pH a un análisis de varianza, esta prueba se realiza

con el fin de ver la variabilidad que aporta cada factor y así determinar aquellos que afectan en un grado mayor a cada una de las variables del experimento.

Procedimientos de los ensayos realizados en el laboratorio

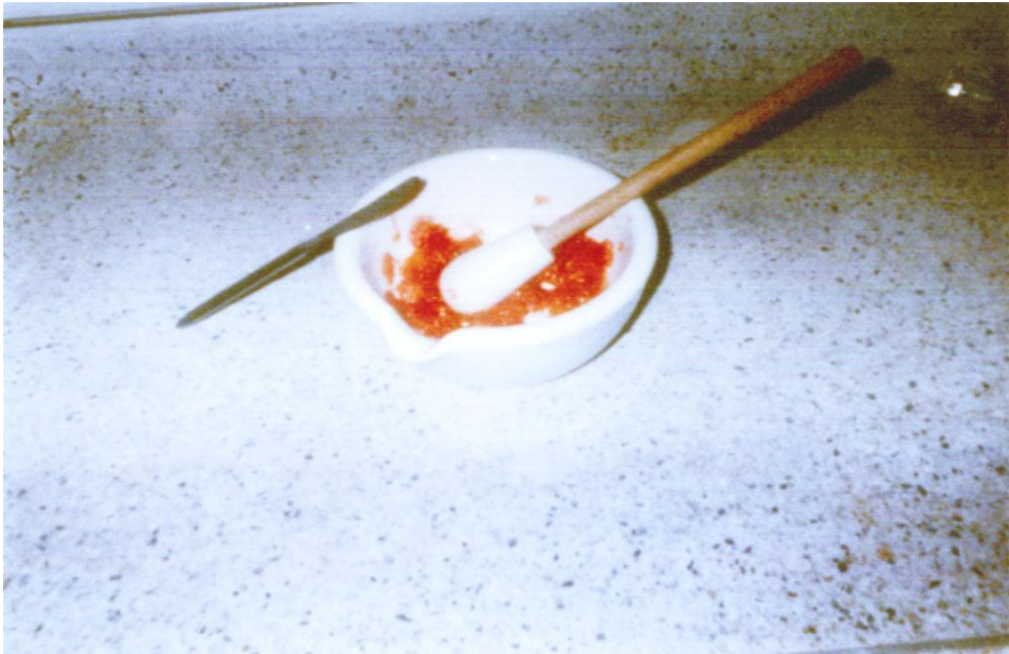
Los ensayos realizados al tomate son con la finalidad de obtener parámetros adecuados para poder determinar una mejor conservación en el almacenamiento del producto.

Figura 7. Peso de tomates en balanza analítica Mettler A.E. 200



Fuente: Los Autores

Figura 8. Trituración de tomates en mortero de losa



Fuente: los Autores

Figura 9. Obtención de pulpa o jugo de tomate en tamizo malla # 60



Fuente: Los Autores

Figura 10. Determinación de acidez total en potenciómetro Metrohm



Fuente: Los Autores

Figura 11. Determinación de sólidos solubles (°Brix) en pulpa, con refractómetro Reichert de mano



Fuente: Revista Leica Inc.

Materiales y equipos:

- ✓ Cinta métrica
- ✓ Cuchillo
- ✓ Malla fina No. 60
- ✓ Toallas de papel
- ✓ Potenciometro: Titulador automático 720 SM Titrimetro HM, con agitador magnético 728 Stirrer e impresora DPU 411 Type II Thermal Printer.
- ✓ Termómetro Boeco (Germany) total inmersión escala de -10 a 110 °C
- ✓ Balanza analítica Mettler AE 200, precisión de indicación 0,1 mg, campo de parada 0...205g, reproducibilidad 0.1 mg, equipo crítico con una frecuencia de calibración de 1 año. Reporte última calibración 01/06/04 No. 1803 Vansolix S.A. (División de metrología).
- ✓ Refractómetro Reichert de mano con rango de temperatura $0 - 30$ °Brix modelo 10440 con compensación de temperatura interna.
- ✓ Pipetas de 5 y 10 ml.
- ✓ Erlermeyer 100 ml.
- ✓ Beacker 300 ml – 1000 ml.
- ✓ Ducotheram (Made in Germany) para %HR.
- ✓ Solución Tampon pH 7.00
- ✓ Solución Tampón pH 4.00
- ✓ Agua destilada
- ✓ Unidad dosificadora con NaOH 0.1 N
- ✓ Biftaleta de potasio
- ✓ Nevera a 12 °C – 16 °C LG

- ✓ Estufa Memmert con campos de temperatura desde 5 °C sobre la temperatura ambiental hasta 220 °C.
- ✓ Agitadores policia
- ✓ Probeta
- ✓ Dipolos magnéticos
- ✓ Frasco lavador
- ✓ Mortero de losa
- ✓ Vidrio reloj.

Métodos físicos:

Se tomaron 50 tomates para cada rango de temperatura, durante todo el proceso de conservación, para así observar sus variaciones. Midiéndole además la respectiva humedad relativa en cada uno de los ensayos.

- ✓ **Diámetro transversal y longitudinal.** Se toma la respectiva muestra en sus diferentes días de conservación. Se efectuó la medida con una cinta métrica de la muestra de 150 tomates, y se promedió el resultado de la medición física expresada en cm.
- ✓ **Peso.** Se efectuó su correspondiente pesaje con una balanza analítica marca Mettler AE 200.

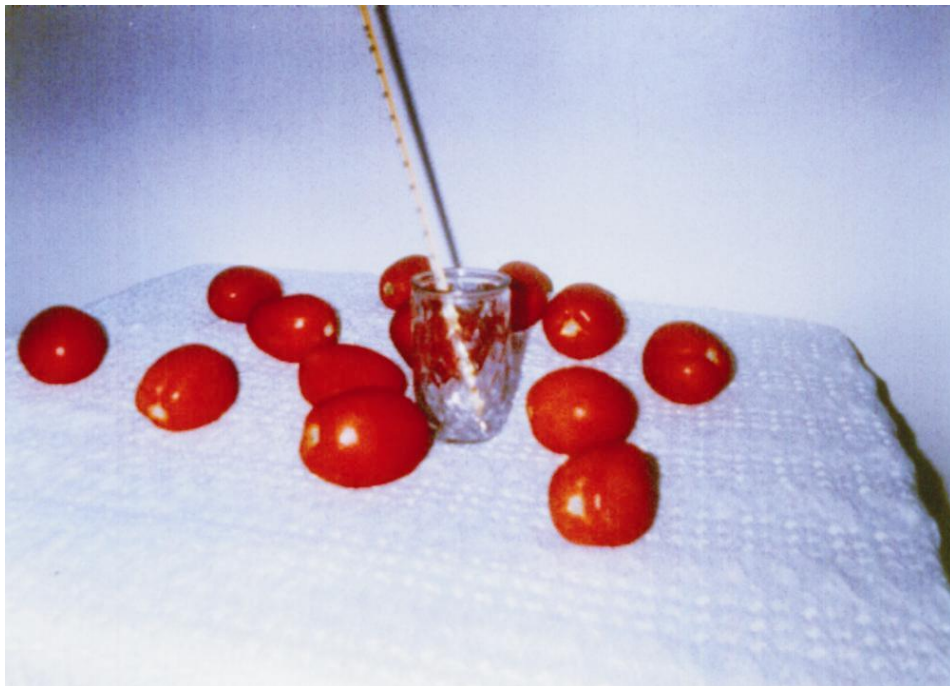
Análisis Químicos:

Se tomaron en conservación 1 tomate por cada rango de temperatura siendo un total de 11 tomates, realizando los análisis a 0, 8, 15 y 21 días, teniendo en cuenta repeticiones de análisis.

- ✓ **Determinación de sólidos solubles.** Se realizó con un refractómetro a un tomate por cada día y temperatura.
- ✓ **pH.** Se efectuó con un potenciómetro Metrohm con electrodo de vidrio a un tomate por día y temperatura.
- ✓ **Acidez.** Se tituló la muestra con la unidad que contiene NaOH 0.1 N, se adicionó agua destilada hasta aproximadamente 50 ml y se programó el equipo con el método de acidez y potenciométricamente a pH 8.3, alcanza el punto de neutralización. Para dar el resultado en la impresora se expresa en % de ácido cítrico, mediante el siguiente cálculo:

$$\% \text{Acido.Cítrico} = \frac{\text{mlNaOH}}{10\text{ml}} * N * \text{NaOH} * 6.4$$

Figura 12. Trabajos de investigación en laboratorio.



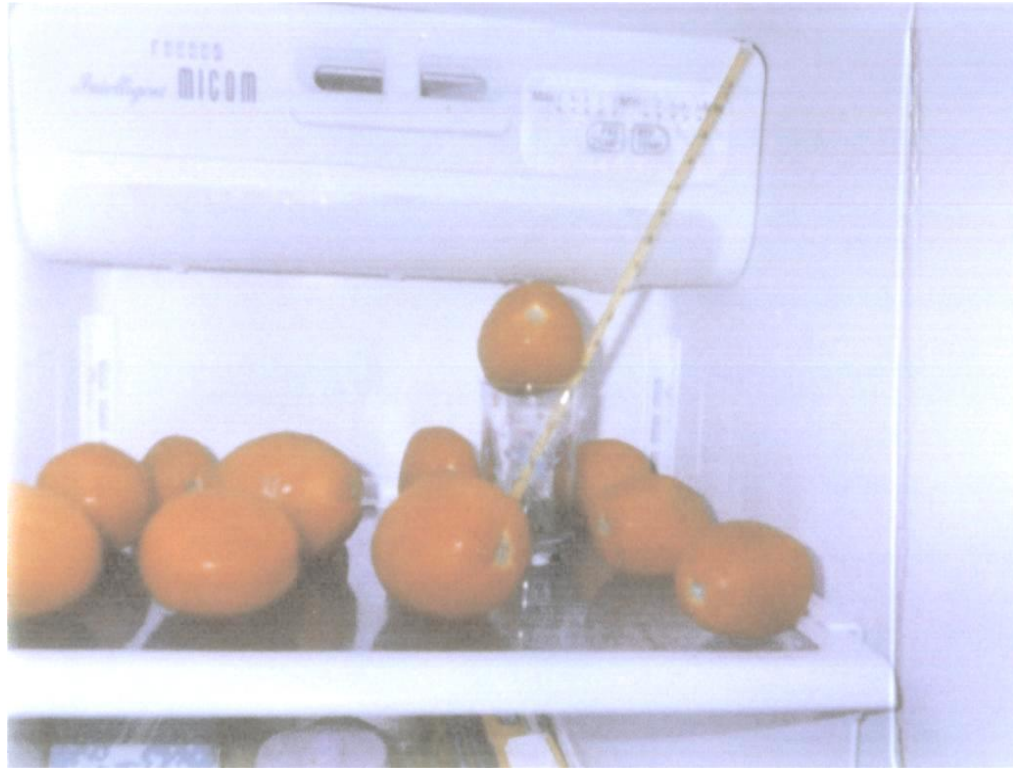
Fuente: Los Autores

Figura 13. Tomates a 27 °C en estufa Memmert



Fuente: Los Autores

Figura 14. Tomates conservados a 12°C en nevera



Fuente: Los Autores

% de pulpa:

La pulpa se extrae cortando un (1) tomate en pedazos pequeños, luego es triturado con mortero y tamizado, la epidermis, semillas y venas son desechadas, posteriormente se pesa la pulpa en vidrio de reloj en la balanza analítica descrita en materiales y equipos.

5.5 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Con los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio, se consignan en un software para realizar los cálculos estadísticamente de la media aritmética, la varianza, desviación estándar y el coeficiente de variación, el cual nos indicará la viabilidad que aporta cada factor y así determinar aquellos que afectan en un menor grado el producto y dice cual es la temperatura ideal de conservación.

6 RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tabla 1. Resultados de ensayos en laboratorio

La tabla muestra los tiempos, temperaturas, humedad relativa y variables de análisis efectuados en los ensayos de la investigación.

TIEMPO DIAS	0			8			15			21		
	12/89	16/87	27/91	12/91	16/87	27/85	12/90	16/86	27/84	12/91	16/86	27/85
1. Color de epidermis VS tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	Verde brillan	Verde brillan	Verde brillan	Verde amari.	Verde anaran	Rojo anaran	Naran ja.	Rojo anaran	Rojo	Rojo	Rojo	Dañado
2. Peso promedio consolidado de muestra VS tiempo de almacenamiento de diferentes temperaturas (gramos)	78,6	78,6	78,6	78,6	78,4	78,3	78,4	78	77,6	77,8	77,6	Dañado
3. Diámetro longitudinal promedio consolidado (cm) VS Almacenamiento a diferentes temperaturas.	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,5	4,6	4,5	Dañado
4. Diámetro transversal promedio consolidado (cm) VS Tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	6.2	6.2	6.2	6.2	6.1	6.0	6.0	5.8	5.65	5.7	5.6	Dañado
5. % de pulpa correspondiente a un tomate VS Tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	36.6	36.6	36.6	36.3	36.0	35.4	36.0	35.6	34.6	35.6	35.0	Dañado
6. Sólidos solubles (°Brix) de un tomate VS Tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	4.0	4.0	4.0	4.1	4.3	4.4	4.3	4.4	4.5	4.6	4.6	Dañado
7. pH de un tomate VS Tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	4.18	4.18	4.18	4.20	4.25	4.38	4.24	4.32	4.56	4.30	4.41	Dañado
8. % Acidez total de un tomate VS Tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.	0.42	0.42	0.42	0.41	0.39	0.38	0.40	0.38	0.35	0.38	0.36	Dañado
9. Relación de madurez: Sólidos solubles / % Acidez.	9.52	9.52	9.52	10.00	11.25	11.75	10.75	11.57	11.85	11.84	12.77	Dañado

Fuente: Los autores (Laboratorio físico-químico Bavaria S.A)

Tabla 2. Resultados estadísticos del coeficiente de variación, media aritmética, desviación estándar para cada una de las variables

PORCENTAJE	%		
VARIABLE / TEMPERATURA	12	16	27
1. Peso del tomate	0.41	0.42	0.54
2. Diámetro longitudinal	1.75	2.78	3.00
3. Diámetro transversal	3.43	3.9	4.1
4. Porcentaje de pulpa	1.0	1.6	2.3
5. Sólidos solubles	4.6	5.0	5.5
6. Ph	3.6	4.0	6.0
7. Acidez	3.75	6.0	7.6
8. Relación de madurez, sólidos solubles y acidez	8.32	10.3	12.1

Fuente: Cálculos realizados por los autores

6.2 PROCESAMIENTO DE DATOS

Se procesaron los datos estadísticos del peso del tomate en los cuadros 3, 4 y 5; diámetro longitudinal en los cuadros 6,7y 8; diámetro transversal en los cuadros 9,10 y11; porcentaje de pulpa en los cuadros 12,13 y 14; sólidos solubles en los cuadros 15, 16 y 17; pH en los cuadros 18, 19 y 20; acidez en los cuadros 21,22 y 23; relación de madurez sólidos solubles por acidez en los cuadros 24 y 25; a 12 °C, 16 °C y 27°C realizando los cálculos de varianza, desviación estándar, la media aritmética y el coeficiente de variación.

Para una mayor ilustración se lleva a un gráfico el color de la epidermis vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas, también se gráfica el peso del tomate diámetro longitudinal y diámetro transversal, porcentaje de pulpa, peso del tomate, pH, acidez y relación de madurez.

6.2 ANALISIS ESTADÍSTICOS

Hallamos la varianza, desviación estándar, la media aritmética y el coeficiente de variación para cada una de las variables con el fin de determinar a que temperatura se conserva en un mayor tiempo el producto.

6.2.1 Peso del Tomate

Tabla 3. 12 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
78.6	$78.6 - 78.35 = 0.25$	$0.25^2 = 0.0625$
78.6	$78.6 - 78.35 = 0.25$	$0.25^2 = 0.0625$
78.4	$78.4 - 78.35 = 0.05$	$0.05^2 = 0.0025$
77.8	$77.8 - 78.35 = 0.55$	$0.55^2 = 0.3025$
Promedio = 78.35		0.43

Fuente: Cálculos realizados por los autores

Hallamos la Varianza:

$$S^2 = \sum(x_j - \bar{x})^2 \qquad \text{Desviación} = \frac{0.43}{4} = 0.1075$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.1075} = 0.3278$$

$$CV(X) = \frac{S}{X} * 100 = \frac{0.3278}{78.35} * 100 = 0.41 \text{ Coeficiente de variación}$$

Tabla 4. 16 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
78.6	$78.6 - 78.1 = 0.5$	$0.5^2 = 0.25$
78.4	$78.4 - 78.1 = 0.3$	$0.3^2 = 0.09$
78.0	$78.0 - 78.1 = 0.1$	$0.1^2 = 0.01$
77.6	$77.6 - 78.1 = 0.5$	$0.5^2 = 0.25$
Promedio = 78.1		0.6

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.6 / 4 = 0.15$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.15} = 0.38798$$

$$CV(X) = 0.38798 / 78.1 \times 100 = 0.49\%$$

Tabla 5. 27 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
78.6	$78.6 - 78.1 = 0.5$	$0.5^2 = 0.25$
78.3	$78.3 - 78.1 = 0.2$	$0.2^2 = 0.04$
77.6	$77.6 - 78.1 = -0.5$	$0.5^2 = 0.25$
Promedio = 78.1		0.54

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.54 / 4 = 0.135$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.135} = 0.36735$$

$$CV(X) = 0.36735 / 78.1 \times 100 = 0.47\%$$

6.2.2 Diámetro longitudinal

Tabla 6. 12 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
4.8	$4.8 - 4.72 = 0.08$	$0.08^2 = 0.0064$
4.8	$4.8 - 4.72 = 0.08$	$0.08^2 = 0.0064$
4.7	$4.7 - 4.72 = -0.02$	$0.02^2 = 0.0004$
4.6	$4.6 - 4.72 = -0.12$	$0.12^2 = 0.0144$
Promedio = 4.72		0.0276

Fuente: Cálculos realizados por los autores

Hallamos la varianza:

$$S^2 = 0.0276 / 4 = 0.0069$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.0069} = 0.0830$$

$$CV(X) = 0.0830 / 4.72 \times 100 = 1.75\%$$

Tabla 7. 16 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
4.8	$4.8 - 4.67 = 0.13$	$0.13^2 = 0.0169$
4.8	$4.8 - 4.67 = 0.13$	$0.13^2 = 0.0169$
4.6	$4.6 - 4.67 = -0.07$	$-0.07^2 = 0.0049$
4.5	$4.5 - 4.67 = -0.17$	$-0.17^2 = 0.0289$
Promedio = 4.67		0.0676

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.0676 / 4 = 0.0169$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.0169} = 0.13$$

$$CV(X) = 0.13 / 4.67 \times 100 = 2.78\%$$

Tabla 8. 27 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
4.8	$4.8 - 4.6 = 0.2$	$0.2^2 = 0.04$
4.7	$4.7 - 4.6 = 0.1$	$0.1^2 = 0.01$
4.5	$4.5 - 4.6 = -0.1$	$0.1^2 = 0.01$
Promedio = 4.6		0.06

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.06 / 3 = 0.02$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.02} = 0.141$$

$$CV(X) = 0.141 / 4.6 \times 100 = 3\%$$

6.2.3 Diámetro transversal

Tabla 9. 12 °C

X	$\sum (x_j - \bar{x})$	$\sum (x_j - \bar{x})^2$
6.2	$6.2 - 6.0 = 0.2$	$0.2^2 = 0.04$
6.2	$6.2 - 6.0 = 0.2$	$0.2^2 = 0.04$
6.0	$6.0 - 6.0 = 0.0$	$0^2 = 0$
5.7	$5.7 - 6.0 = -0.3$	$-0.3^2 = 0.09$
Promedio = 6.0		0.17

Fuente: Cálculos realizados por los autores

Hallamos la varianza:

$$S^2 = 0.17 / 4 = 0.0425$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.0425} = 0.20615$$

$$CV(X) = 0.2015 / 6.0 \times 100 = 3.43\%$$

Tabla 10. 16 °C

X	$\sum (x_j - \bar{x})$	$\sum (x_j - \bar{x})^2$
6.2	$6.2 - 5.92 = 0.28$	$0.28^2 = 0.0784$
6.1	$6.1 - 5.92 = 0.18$	$0.18^2 = 0.0324$
5.8	$5.8 - 5.92 = 0.12$	$0.12^2 = 0.0144$
5.6	$5.6 - 5.92 = 0.32$	$0.32^2 = 0.1024$
Promedio = 5.12		0.2276

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.2276 / 4 = 0.0569$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.0569} = 0.23853$$

$$CV(X) = 0.23853 / 5.92 \times 100 = 4.0\%$$

Tabla 11. 27 °C

X	$\sum (x_j - \bar{x})$	$\sum (x_j - \bar{x})^2$
6.2	$6.2 - 5.9 = 0.3$	$0.3^2 = 0.09$
6.0	$6.0 - 5.9 = 0.1$	$0.1^2 = 0.01$
5.6	$5.6 - 5.9 = 0.29$	$0.29^2 = 0.08$
Promedio = 5.9		0.18

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.18 / 3 = 0.06$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.06} = 0.244$$

$$CV(X) = 0.244 / 5.9 \times 100 = 4.13\%$$

6.2.4 Porcentaje de Pulpa

Tabla 12. 12 °C

X	$\sum (x_j - \bar{x})$	$\sum (x_j - \bar{x})^2$
36.6	$36.6 - 36.1 = 0.5$	$0.5^2 = 0.25$
36.3	$36.3 - 36.1 = 0.2$	$0.2^2 = 0.04$
36.0	$36.0 - 36.1 = 0.1$	$0.1^2 = 0.01$
35.6	$35.6 - 36.1 = 0.5$	$0.5^2 = 0.25$
Promedio = 36.1		0.55

Fuente: Cálculos realizados por los autores

Hallamos la varianza:

$$S^2 = 0.55 / 4 = 0.1375$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.1375} = 0.3708$$

$$CV(X) = 0.3708 / 36.1 \times 100 = 1\%$$

Tabla 13. 16 °C

X	$\sum (x_j - \bar{x})$	$\sum (x_j - \bar{x})^2$
36.6	$36.6 - 35.8 = 0.8$	$0.8^2 = 0.64$
36.0	$36.0 - 35.8 = 0.2$	$0.2^2 = 0.04$
35.6	$35.6 - 35.8 = 0.2$	$0.2^2 = 0.04$
35.0	$35.0 - 35.8 = 0.8$	$0.8^2 = 0.64$
Promedio = 35.8		1.36

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 1.36 / 4 = 0.34$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.34} = 0.583$$

$$CV(X) = 0.583 / 35.8 \times 100 = 1.6\%$$

Tabla 14. 27 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
36.6	$36.6 - 35.5 = 1.1$	$1.1^2 = 1.21$
35.4	$35.4 - 35.5 = -0.1$	$-0.1^2 = 0.01$
34.6	$34.6 - 35.5 = -0.9$	$-0.9^2 = 0.81$
Promedio = 35.5		2.23

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 2.23 / 3 = 0.676$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.676} = 0.822$$

$$CV(X) = 0.822 / 35.5 \times 100 = 2.3\%$$

6.2.5 Sólidos solubles

Tabla 15. 12 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
4.0	$4.0 - 4.25 = 0.25$	$0.25^2 = 0.0625$
4.1	$4.1 - 4.25 = 0.15$	$0.15^2 = 0.0225$
4.3	$4.3 - 4.25 = 0.05$	$0.05^2 = 0.0025$
4.6	$4.6 - 4.25 = 0.35$	$0.35^2 = 0.1225$
Promedio = 4.25		0.21

Fuente: Cálculos realizados por los autores

Hallamos la varianza:

$$S^2 = 0.21 / 4 = 0.0525$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.0525} = 0.1991287$$

$$CV(X) = 0.1991287 / 4.25 \times 100 = 4.6\%$$

Tabla 16. 16 °C

X	$\sum (x_j - \bar{x})$	$\sum (x_j - \bar{x})^2$
4.0	$4.0 - 4.32 = 0.32$	$0.32^2 = 0.1024$
4.3	$4.3 - 4.32 = -0.02$	$-0.02^2 = 0.0004$
4.4	$4.4 - 4.32 = 0.08$	$0.32^2 = 0.0064$
4.6	$4.6 - 4.32 = 0.32$	$0.32^2 = 0.0784$
Promedio = 4.32		0.19082

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.19082 / 4 = 0.047705$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.047705} = 0.2584147$$

$$CV(X) = 0.2584147 / 4.32 \times 100 = 5\%$$

Tabla 17. 27 °C

X	$\sum (x_j - \bar{x})$	$\sum (x_j - \bar{x})^2$
4.0	$4.0 - 4.3 = -0.3$	$-0.3^2 = 0.09$
4.4	$4.4 - 4.3 = 0.1$	$0.1^2 = 0.01$
4.5	$4.5 - 4.3 = 0.2$	$0.2^2 = 0.04$
Promedio = 4.3		0.14

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.14 / 3 = 0.046$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.046} = 0.236$$

$$CV(X) = 0.236 / 4.3 \times 100 = 5.5\%$$

6.2.6 pH

Tabla 18. 12 °C

X	$\sum (x_j - \bar{x})$	$\sum (x_j - \bar{x})^2$
4.18	$4.18 - 4.23 = 0.05$	$0.05^2 = 0.0025$
4.20	$4.20 - 4.23 = 0.03$	$0.03^2 = 0.0009$
4.24	$4.24 - 4.23 = 0.01$	$0.01^2 = 0.0001$
4.30	$4.30 - 4.23 = 0.07$	$0.07^2 = 0.0049$
Promedio = 4.23		0.0975

Fuente: Cálculos realizados por los autores

Hallamos la varianza:

$$S^2 = 0.0975 / 4 = 0.0243$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.0243} = 0.156$$

$$CV(X) = 0.156 / 4.23 \times 100 = 3.6\%$$

Tabla 19. 16 °C

X	$\sum (x_j - \bar{x})$	$\sum (x_j - \bar{x})^2$
4.18	$4.18 - 4.29 = 0.11$	$0.11^2 = 0.0121$
4.25	$4.25 - 4.29 = 0.04$	$0.04^2 = 0.0016$
4.32	$4.32 - 4.29 = 0.03$	$0.03^2 = 0.0009$
4.41	$4.41 - 4.29 = 0.12$	$0.12^2 = 0.0144$
Promedio = 4.29		0.029

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.029 / 4 = 0.00725$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.00725} = 0.1685146$$

$$CV(X) = 0.1685146 / 4.29 \times 100 = 3.9\%$$

Tabla 20. 27 °C

X	$\sum (x_j - \bar{x})$	$\sum (x_j - \bar{x})^2$
4.18	$4.18 - 4.37 = 0.19$	$0.19^2 = 0.0367$
4.38	$4.38 - 4.37 = 0.06$	$0.06^2 = 0.0036$
4.56	$4.56 - 4.37 = 0.19$	$0.19^2 = 0.0361$
Promedio = 4.37		0.0764

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.0764 / 3 = 0.02546$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.02546} = 0.25958$$

$$CV(X) = 0.25958 / 4.37 \times 100 = 6\%$$

6.2.7 Acidez

Tabla 21. 12 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
0.42	$0.42 - 0.40 = 0.02$	$0.02^2 = 0.0004$
0.41	$0.41 - 0.40 = 0.01$	$0.01^2 = 0.0001$
0.40	$0.40 - 0.40 = 0.0$	$0^2 = 0$
0.38	$0.38 - 0.40 = -0.02$	$0.02^2 = 0.0004$
Promedio = 0.40		0.009

Fuente: Cálculos realizados por los autores

Hallamos la varianza:

$$S^2 = 0.0009 / 4 = 0.000225$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.000225} = 0.015$$

$$CV(X) = 0.015 / 0.40 \times 100 = 3.75\%$$

Tabla 22. 16 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
0.42	$0.42 - 0.38 = 0.04$	$0.04^2 = 0.0016$
0.39	$0.39 - 0.38 = 0.01$	$0.01^2 = 0.0001$
0.38	$0.38 - 0.38 = 0.0$	$0.0^2 = 0.0$
0.36	$0.36 - 0.38 = -0.02$	$-0.02^2 = 0.0004$
Promedio = 0.38		0.0021

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.0021 / 4 = 0.000525$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.000525} = 0.0229128$$

$$CV(X) = 0.0229128 / 0.38 \times 100 = 6\%$$

Tabla 23. 27 °C

X	$\sum(xj - \bar{x})$	$\sum(xj - \bar{x})^2$
0.42	$0.42 - 0.38 = 0.04$	$0.04^2 = 0.0016$
0.38	$0.38 - 0.38 = 0.0$	$0.0^2 = 0.0$
0.35	$0.35 - 0.38 = -0.03$	$-0.03^2 = 0.0009$
Promedio = 0.38		0.0025

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 0.0025 / 3 = 0.00083$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.00083} = 0.028686$$

$$CV(X) = 0.028686 / 0.38 \times 100 = 7.6\%$$

6.2.8 Relación de madurez sólidos solubles por acidez

Tabla 24. 12 °C

X	$\sum(xj - \bar{x})$	$\sum(xj - \bar{x})^2$
9.52	$9.52 - 10.52 = 1.0$	$1.0^2 = 1.0$
10.00	$10.00 - 10.52 = -0.52$	$-0.52^2 = 0.2704$
10.75	$10.75 - 10.52 = 0.23$	$0.23^2 = 0.0529$
11.84	$11.84 - 10.52 = 1.32$	$1.32^2 = 1.7424$
Promedio = 10.52		3.0657

Fuente: Cálculos realizados por los autores

Hallamos la varianza:

$$S^2 = 3.0657 / 4 = 0.766425$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.66425} = 0.875457$$

$$CV(X) = 0.875457 / 10.52 \times 100 = 8.327\%$$

Tabla 25. 16 °C

X	$\sum(x_j - \bar{x})$	$\sum(x_j - \bar{x})^2$
9.52	$9.52 - 11.27 = 1.75$	$1.75^2 = 3.0625$
11.25	$11.25 - 11.27 = 0.02$	$0.02^2 = 0.0004$
11.57	$11.57 - 11.27 = 0.3$	$0.3^2 = 0.009$
12.77	$12.77 - 11.27 = 1.5$	$1.5^2 = 2.25$
Promedio = 11.27		5.4029

Fuente: Cálculos realizados por los autores

$$S^2 = 5.4029 / 4 = 1.30725$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{1.30725} = 1.1622069$$

$$CV(X) = 1.1622069 / 11.27 \times 100 = 10.3\%$$

Gráfico 1. Color de la epidermis vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas

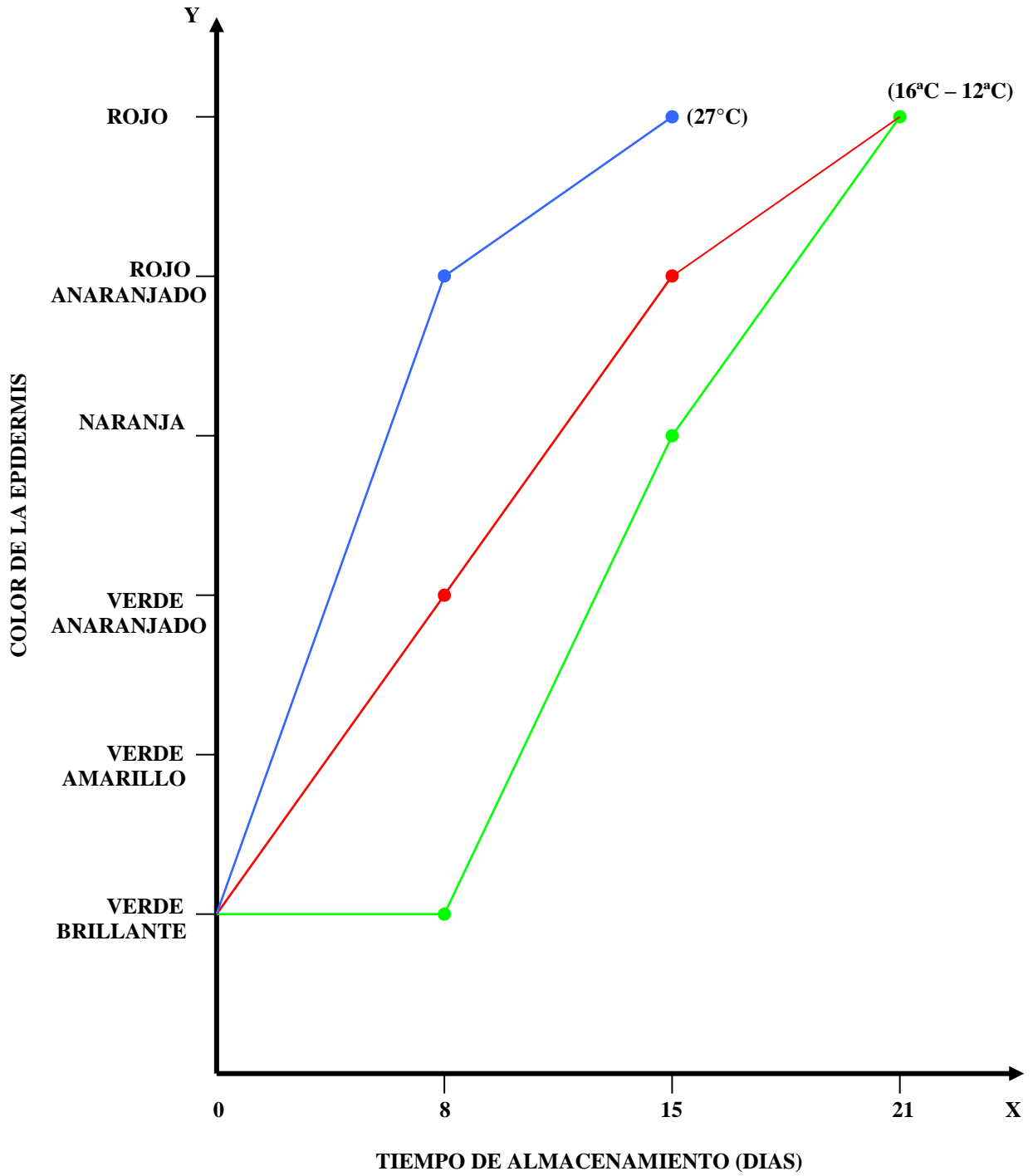


Gráfico 2. Peso del tomate vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas

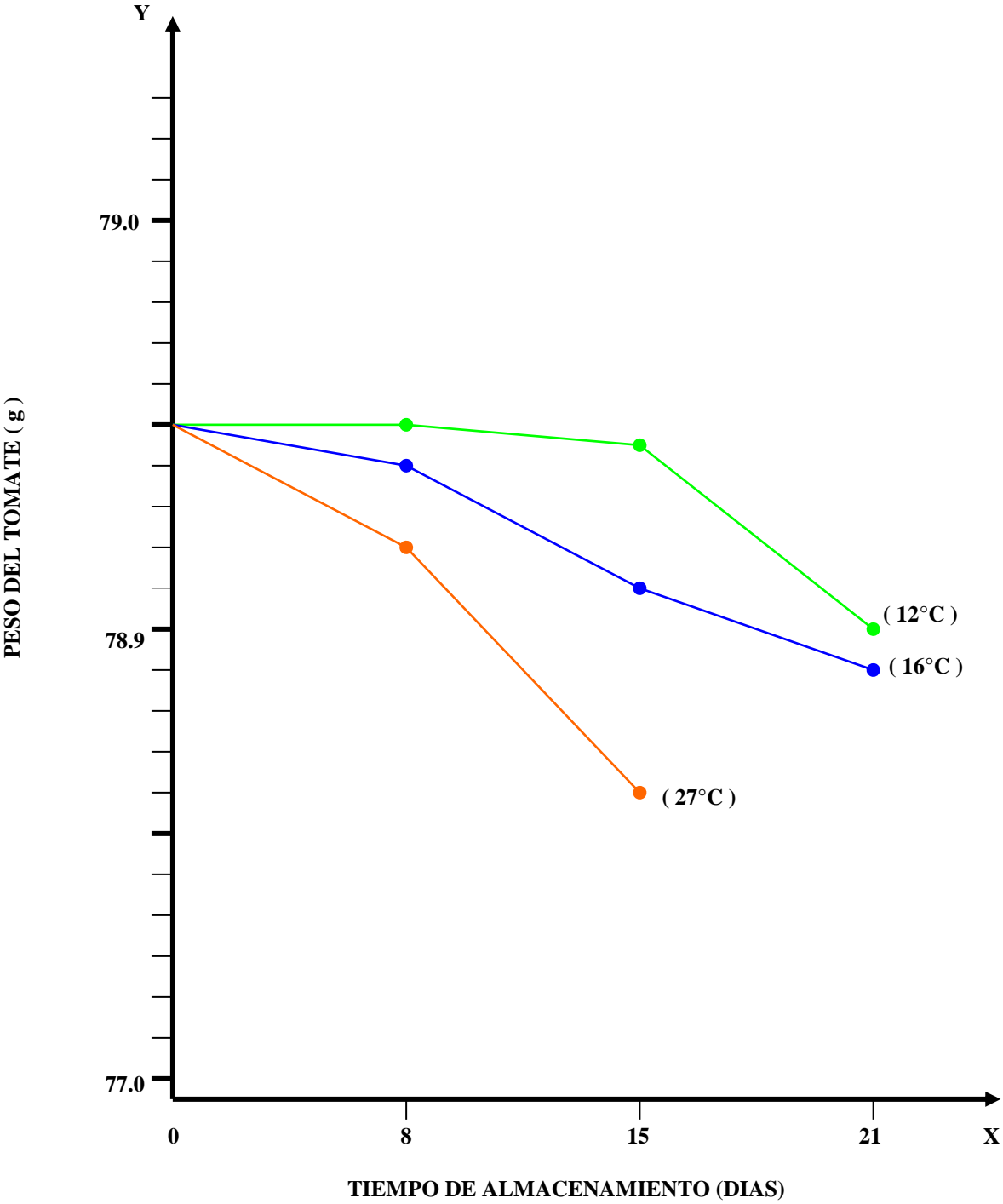


Gráfico 3. Diámetro longitudinal y diámetro transversal vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas

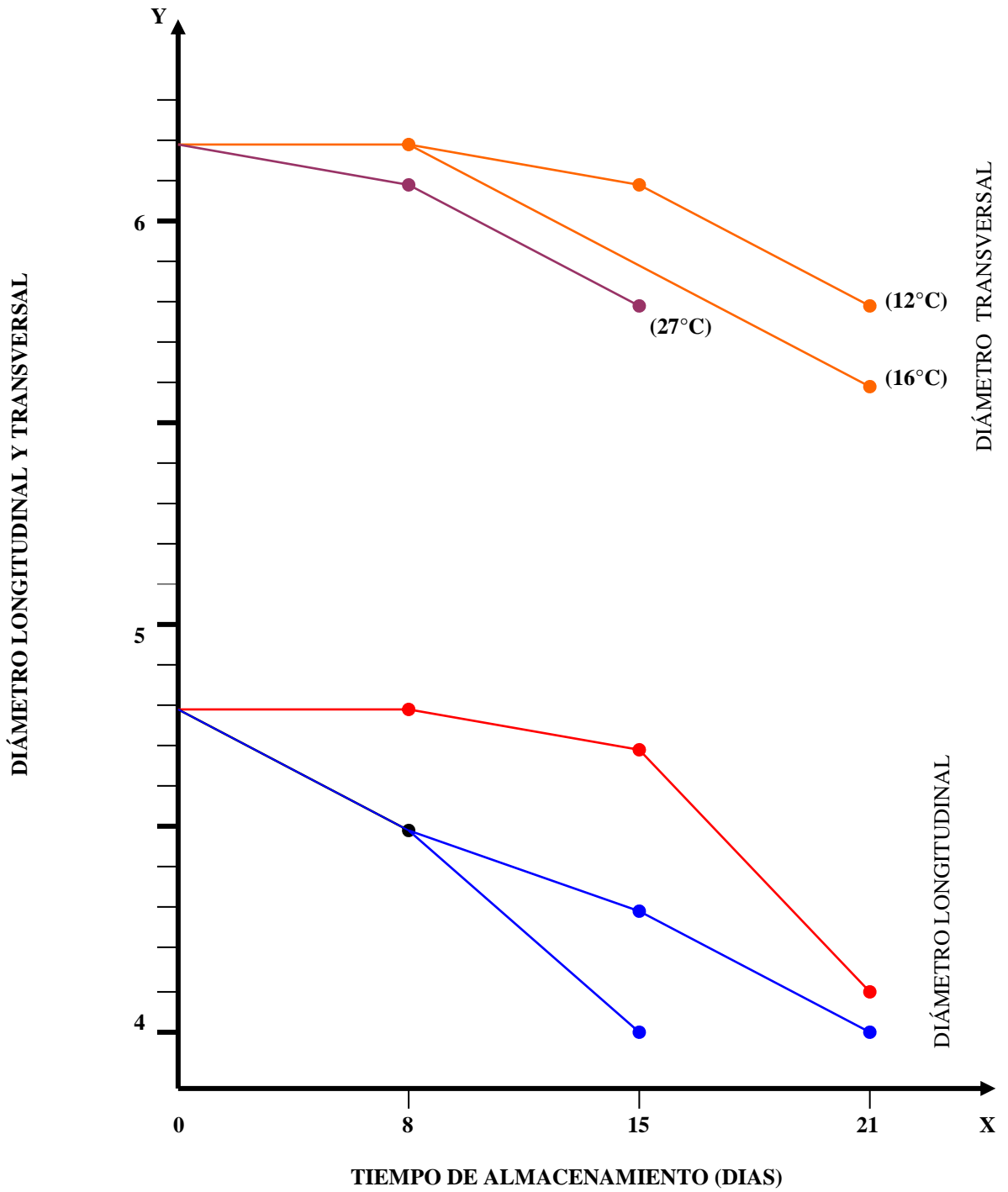


Gráfico 4. Porcentaje de pulpa vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas

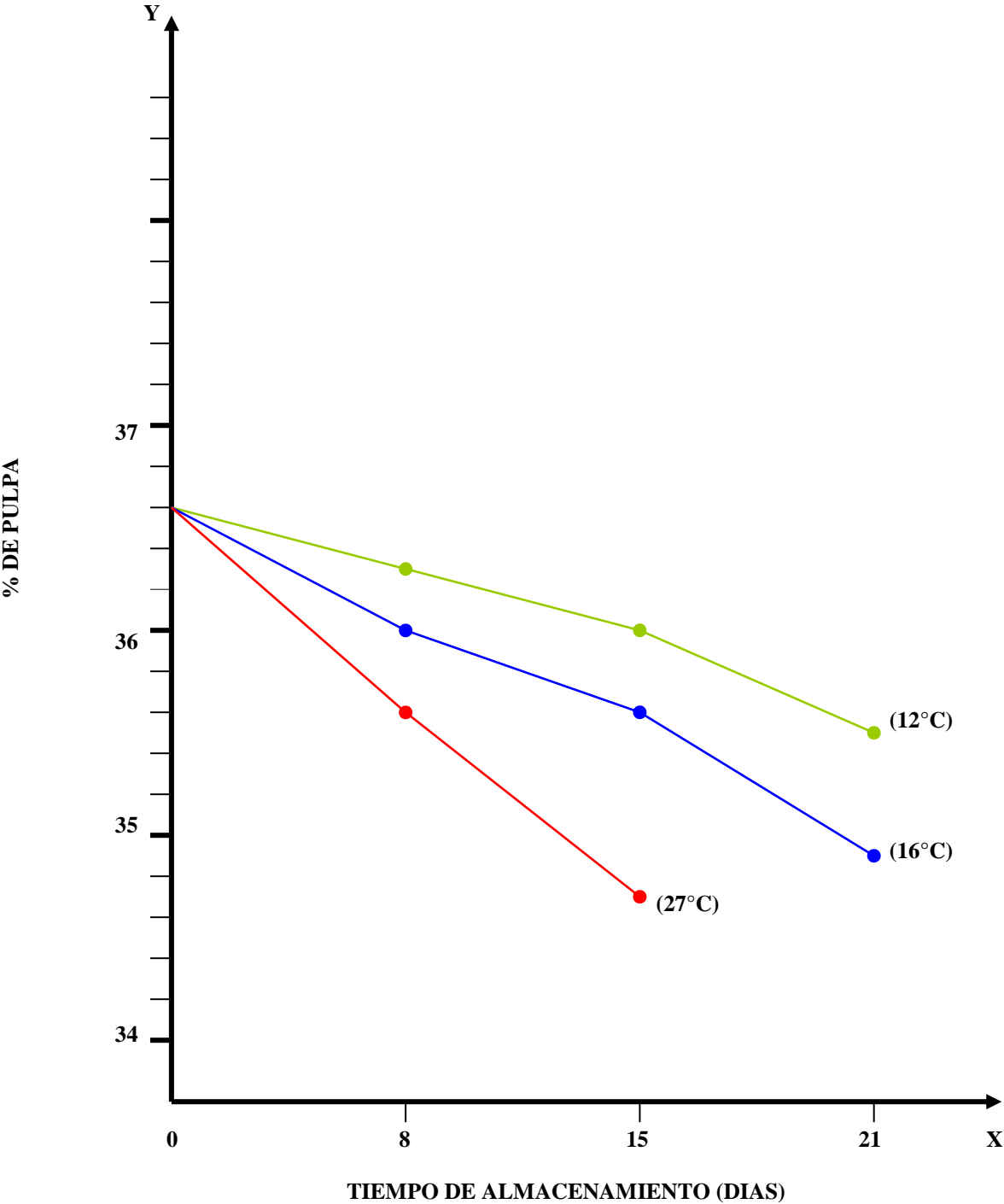


Gráfico 5. Peso del tomate vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas

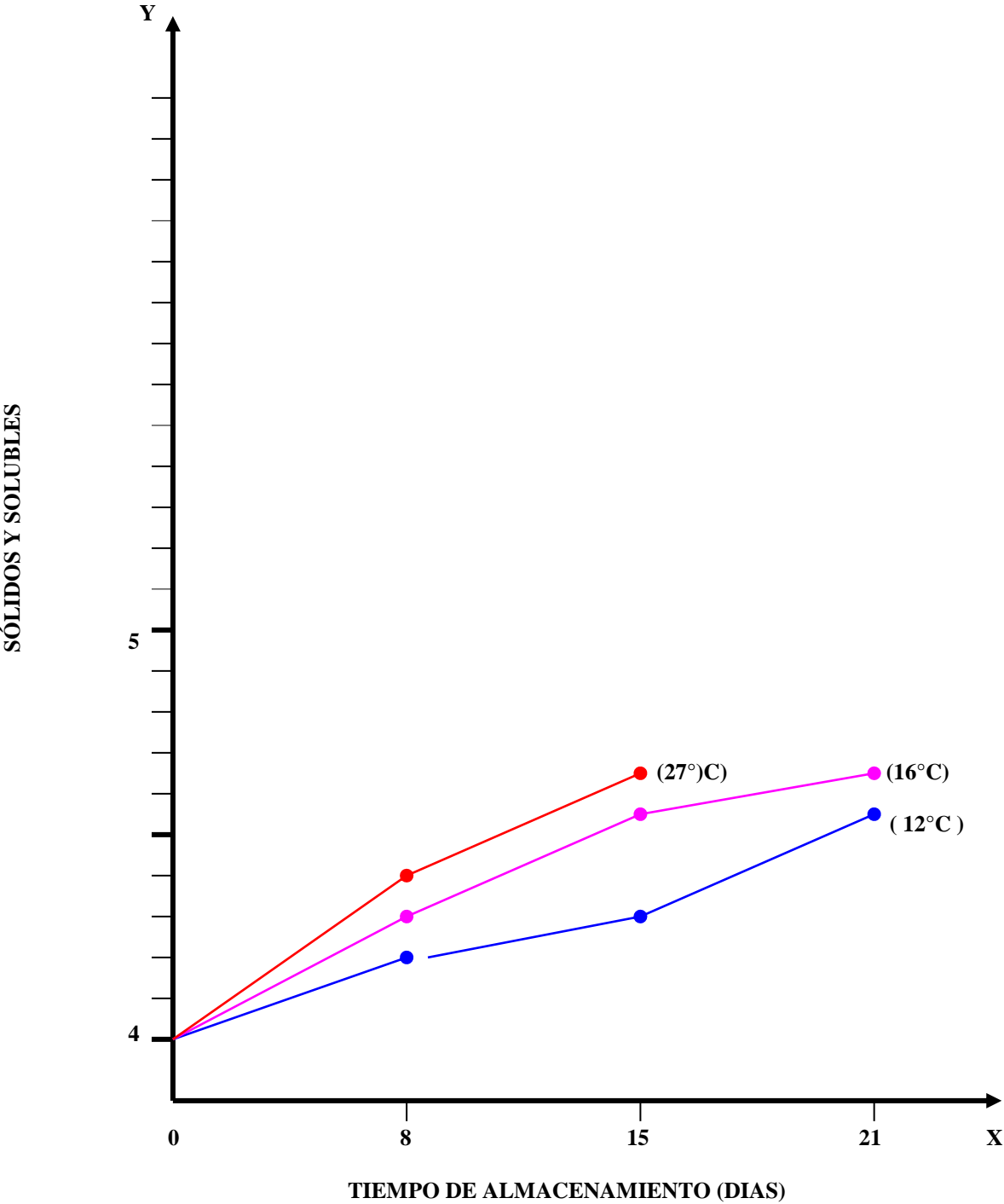


Gráfico 6. pH vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas

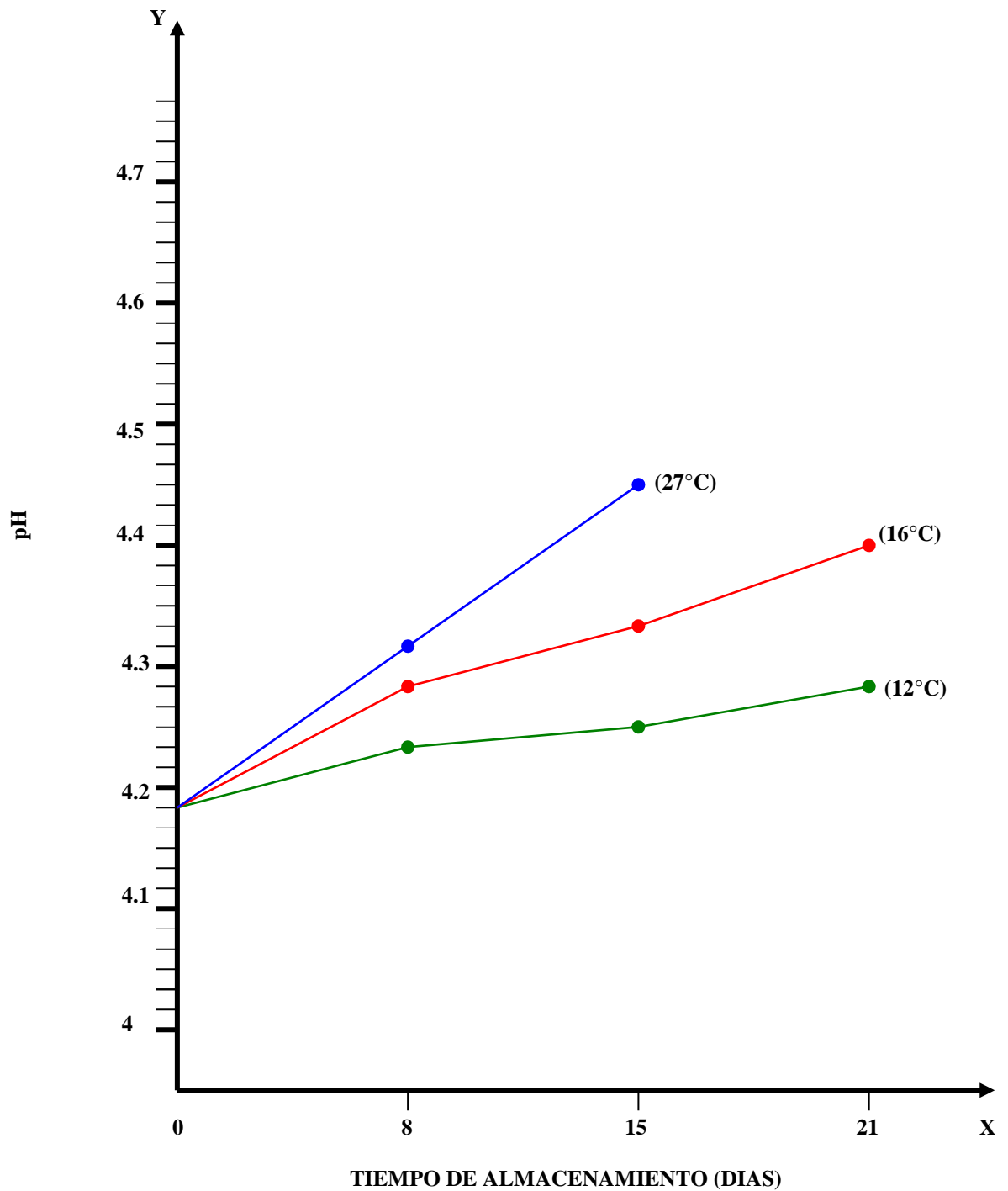


Gráfico 7. Acidez vs tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas

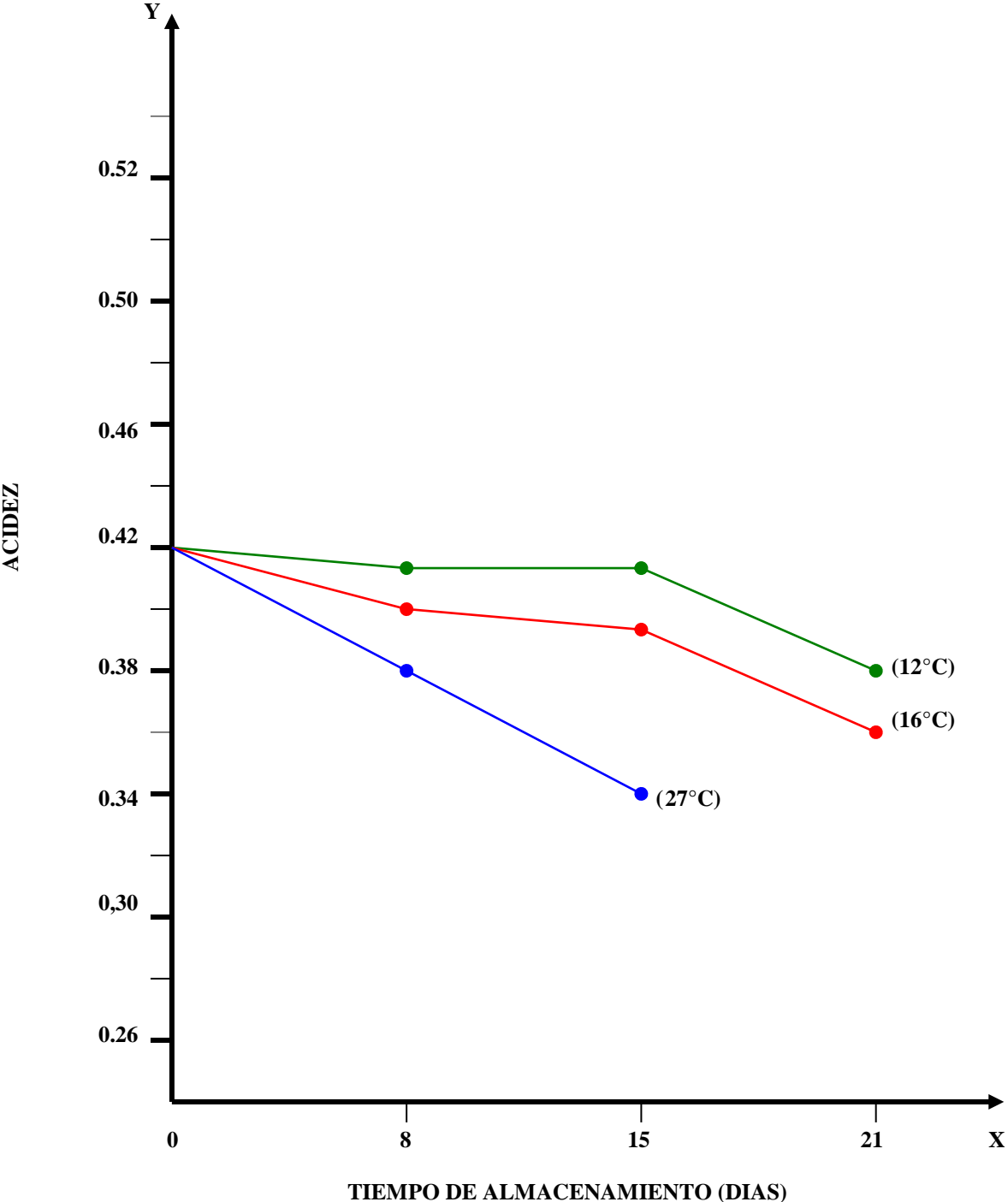
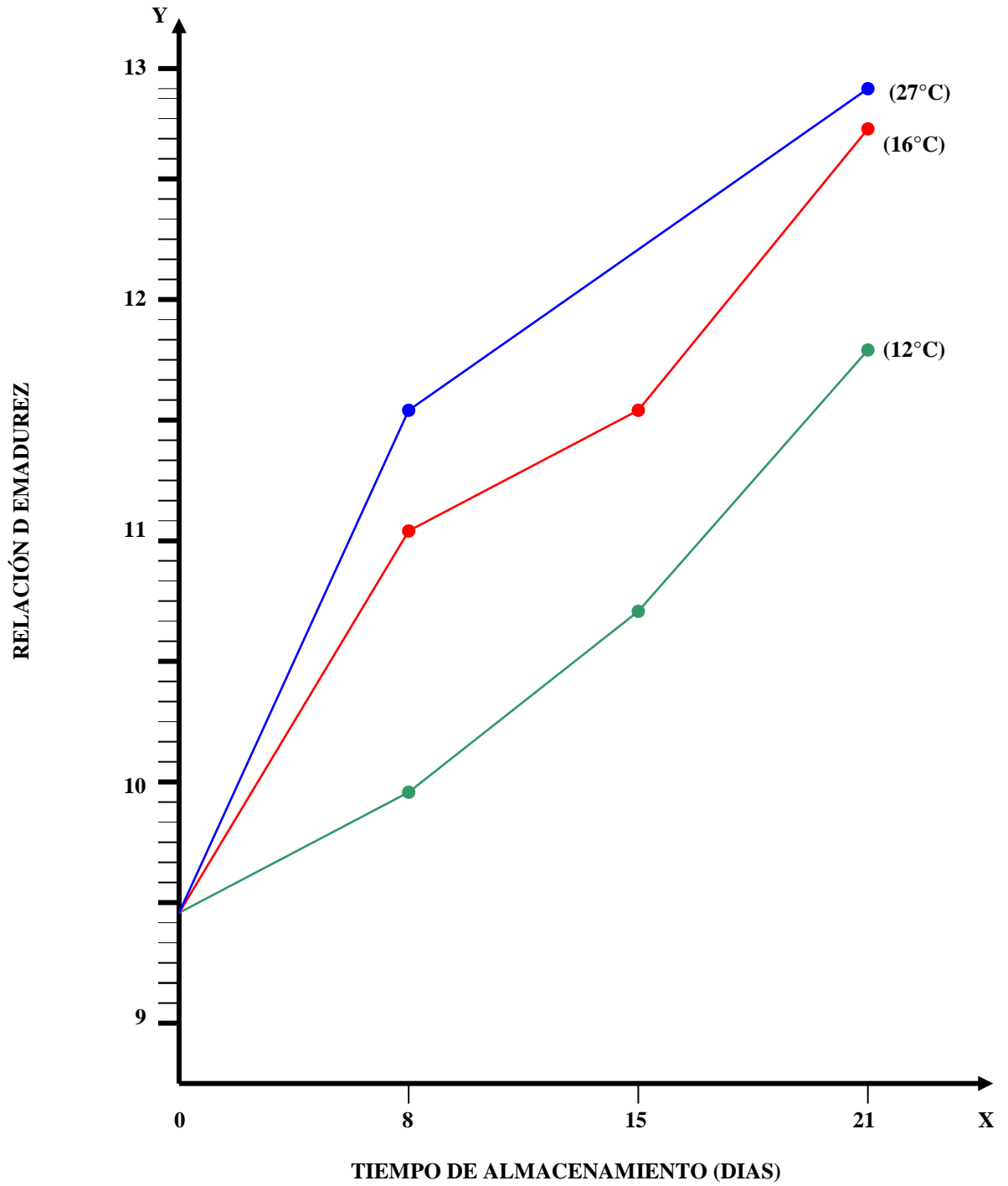


Gráfico 8. Relación de madurez



7. DISCUSIONES DE RESULTADOS

En los análisis realizados con el tomate se encontraron diferencias significativas en cada una de las variables a diferentes temperaturas y días de almacenamiento.

El coeficiente de variación, muestra la variabilidad que aporta cada factor e identificando el más representativo: la relación de madurez de sólidos soluble / acidez, muestra notoriamente las diferencias que se dan en los rangos de temperatura de 12°C con un 8.32% de variación, a 16°C un 10.3% y a 27°C un 12.1%, presentando mayor conservación a 12°C.

El tomate en almacenamiento de 27°C presentó a los 12 días, una apariencia no agradable para el consumo, mostrando una piel arrugada y blanda. De igual forma se manifestó este comportamiento a temperatura de 16°C, pero en un tiempo de 18 días.

El almacenamiento a temperatura de 12°C a los 21 días se muestra un producto con cambios visibles, su % de pulpa varió en un 1% a diferencia de 27°C, que a los 15 días se presentó en un 2.3% y a 16°C a 1.6 %.

La acidez se presentó expresada en ácido cítrico de 0.42 – 0.38 a temperatura de 12°C, teniendo un 3.75% de variación estadísticamente, y a 16°C de un 6%, y a 27°C de un 7.6%.

Figura 15. Presentación de empaque



Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

Los tomates son organismos vivos, su calidad y vida útil son afectadas por factores como la temperatura, humedad relativa, composición de la atmósfera que lo rodea, el nivel de daño que puede causar antes, durante y después de la cosecha, y el tipo de grado de infección con microorganismos, insectos y pérdidas de la calidad por desordenes fisiológicos.

Como causa principal de pérdidas de poscosecha en el tomate, se tienen la sobremaduración, picaduras del cogollo (*Scrobipalpula absoluta*) y el mal trato que recibe el producto provocando magulladuras y rajaduras.

A nivel del agricultor se determinó que el control químico y biológico de plaga, es una labor de gran importancia en el cultivo, si no existe un buen manejo en el manejo integrado de plaga, no es posible obtener una buena cosecha.

Tras la recolección del tomate, este continúa respirando y transpirando y como han perdido contacto con la fuente de agua, productos de la fotosíntesis y minerales, dependen exclusivamente de sus reservas alimenticias y de su propio contenido de agua y se inicia el deterioro, por estas razones es necesario el acondicionamiento del producto para darle una mayor conservación.

En la clasificación y selección del fruto, se observaron algunas deficiencias, se presentan diversidad de tamaños en un mismo lote, como consecuencia los tomates pequeños sufren una presión, dañándose estos.

El control de temperatura es una herramienta principal para reducir el deterioro en poscosecha. La temperatura adecuada para su conservación es de 12°C, la cual disminuye la actividad de las enzimas y microorganismos responsables del deterioro.

De acuerdo a Thompson, 1998, los síntomas del daño por frío (8°C) en el tomate se manifiestan luego de que ha retomado la temperatura ambiente: la respiración y la producción de etileno se incrementa y el fruto se deteriora rápidamente. Así mismo, tiene lugar una maduración anormal, se aumenta la susceptibilidad a la pudrición y se presentan manchas blancas hundidas sobre la superficie del producto.

En cuanto al embalaje, los empaques no son apropiados ya que utilizan caja de madera, las cuáles no tienen tamaño uniforme, la madera tiende a presentar humedad, no se le hace ningún tipo de tratamiento; las paredes ásperas contribuyen a producir cortes y rajaduras.

Se propone entonces la creación de una cooperativa de los agricultores para que se haga un centro de acopio con cuartos de enfriamiento para conservación del tomate y se pueda comercializar directamente el producto. Con presentación en empaques de malla y en cajas plásticas. De acuerdo a los

resultados se recomienda conservar el tomate a una temperatura de 12°C para alargar su vida útil.

BIBLIOGRAFÍA

BEJARANO HERRERA, Hernán. Estadística descriptiva, UNISUR, Santafe de Bogotá. 1986.

FRUTAS DE COLOMBIA PARA EL MUNDO. Manual para el exportador, Programa para las Naciones Unidas para el Desarrollo, Medellín. 1991.

HERRERA, Alonso. Conservación de Frutas y Hortalizas, Manual Técnico, Madrid. 1992.

METODOS Y TECNOLOGÍAS DE MANEJO EN PRE Y POST COSECHA DE PRODUCTOS HORTOFRUTICULAS PARA LOS MERCADOS NACIONALES E INTERNACIONALES, Santafe de Bogotá D.C. Julio 12 de 1993.

THOMPSON A. Keith. Tecnología poscosecha de frutas y hortalizas. Primera edición, febrero de 1998.

<http://www.cipca.org.pe/cipca/informacion-y-desarrollo/agraria>

http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60_aaabr.htm

<http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60tp001.htm>

<http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v47-3/0473a003.htm1>

<http://www.heinzseed.com/new/spabout.htm>

ANEXOS

ENTREVISTA CON LOS AGRICULTORES

Lugar: Guaimaro, corregimiento de Salamina, Departamento del Magdalena

Fecha: Agosto 8 de 2004

Entrevista con el señor ARMANDO MIGUEL PAREJO CHARRIS

Identificación: 1.762.929 de Salamina (Magd.)

Fecha de Nacimiento: Octubre 31 de 1917

Lugar de Nacimiento: Remolino

Edad: 87 Años

Residente en Guaimaro desde el mes de Octubre del año 1939, 65 años cultivador de tomate.

Ubicación geográfica de Guaimaro: Es un corregimiento de Salamina Magdalena a orillas de un brazuelo del río Magdalena, está distante al río, a unos 800 a 1000 Metros.

Según el ministerio de transporte, dirección general fluvial, se encuentra en el Kilómetro 45 de la cuenca fluvial del río Magdalena, a 20 minutos por vía terrestre de Salamina, que es su municipio y a 35 minutos en chalupa río arriba de Ponedera Atlántico (5 Kilómetros) y a 16 Kilómetros de Puerto Giraldo.

Se fundó en 1700 (304 Años) según nuestra fuente primaria se desconoce su fundador(es). Número de habitantes 2.500.

Los primeros cultivadores de tomate datan desde el año 1939 con los señores JUAN SIXTO BOTERO, PEDRO PALMA, MIGUEL PAREDES y JOSE DE DIOS, los cuales vendían en cajas jaboneras a veinte centavos c/u (\$20 Centavos) cuya capacidad era de dos latas aproximadamente 20 kilogramos.

Estos cultivadores no utilizaban veneno en sus cultivos y la separación entre una y la otra planta era de 70cm.

Entrevista con los cultivadores actuales señores: Jimmy Gutiérrez Luciano Enaras. Preparación de semillero: este comienza a finales de Diciembre y a comienzos de enero. La semilla es clasificada preparándose en semilleros con tierras abonadas (abonos orgánicos) y una vez sembradas estas germinan de 20 a 25 días, alcanzan una altura en la planta de 25cm aproximadamente, luego son transplantadas a tierra firme donde se cultivarán. A los semilleros se les adiciona predicur; éste evita que a las plantas le caiga hongo (mazamorra).

CULTIVOS: La planta inicia su producción entre los 55 y 60 días, cuando los tomates están pintones alcanzan alturas de 40cm. La separación entre una planta y la otra es de 40 a 50cm, las calles tienen un ancho de 80cm. En una hectárea se siembran 10.000 plantas.

POSCOSECHA: la recolección es de forma artesanal y manual, sin ningún tipo de técnica para la selección la cual dura aproximadamente 40 días por cultivos.

EMPAQUE: El empaque más usual es la caja de madera denominada Chonta, la cual tiene una capacidad aproximadamente de 25 libras. También se utiliza la canastilla plástica la cual tiene una capacidad de 40 libras. Se utiliza además una caja de madera pequeña con una capacidad de 12 libras, con 70 a 80 tomates.

RENDIMIENTO POR HECTÁREA: El Nema 512 su rendimiento es de 70 toneladas por hectárea. El Fame su rendimiento es de 70 toneladas por hectárea. El Río grande su rendimiento es de 40-50 toneladas por hectárea. Anteriormente los cultivadores de Guaimaro (1962) cultivaban las variedades Chico, cuyo rendimiento era de 20 toneladas por hectárea. El Eliadoro era un tomate pequeño (25g), su rendimiento por hectárea fue de 25 a 30 toneladas, por lo que adoptaron cambiarse a las variedades que actualmente se cultivan (Híbrido: Fame, Nema 512 y la variedad Río grande).

Entrevistadores: Los Autores de este proyecto.

