

Universidad Católica de Cuyo

Facultad Don Bosco de Enología y

Ciencias de la Alimentación

Licenciatura en Tecnología de los

Alimentos

ANÁLISIS DEL EFECTO DEL ETILENO Y DE LA TEMPERATURA EN FUNCIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE TRATAMIENTOS POSTCOSECHA EN TOMATE PARA CONSUMO EN FRESCO

José Matias Zavattieri

Asesor Técnico: Ing. Lucas Pereira

Asesora Aspectos Formales: Mgter. Elena Ester Caliguli

DEFENSA ORAL

LIBRO N° _____ FOLIO N° _____ ACTA N° _____

FECHA: ____/____/____ CALIFICACIÓN _____

FIRMAS TRIBUNAL EXAMINDADOR

RESUMEN

En esta investigación, se aborda el análisis del efecto del etileno y la temperatura sobre el tiempo de madurez postcosecha del tomate para consumo en fresco, con el objetivo de determinar de qué manera influyen estos parámetros en las características fisicoquímicas del tomate luego de su cosecha. Teniendo en cuenta que el tomate es un fruto climatérico, y que la tasa respiratoria está regulada por el etileno y la temperatura se llevan a cabo diferentes tratamientos para determinar cómo evoluciona la madurez en función de estos parámetros. A través de los ensayos se concluyó que tanto el etileno como la temperatura están directamente relacionados con la velocidad de madurez del fruto y de sus características organolépticas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios y a la Virgen María, por haberme concedido la gracia de darme lo más valioso que puede tener una persona que es la Familia. Agradezco a San Leonardo Murialdo por formarme y educarme durante toda mi niñez, acercándome a María y a San José.

Agradezco a Don Bosco, quien terminó de formarme en mi adultez llenándome de valores y enseñanzas para la vida.

La Facultad Don Bosco sin lugar a duda será un antes y un después en mi vida, por lo que estaré eternamente agradecido.

Mi mayor agradecimiento a todos los docentes que en estos años colaboraron para formarme como persona y como profesional.

Agradezco al Ingeniero Raúl Tornello, por estar presente en todo mi proceso educativo, siempre pendiente de todos los alumnos y en los más mínimos detalles para que tengamos el mejor ambiente de estudio.

Agradezco al profesor Ingeniero Lucas Pereira por ser mi profesor guía brindándome todo su apoyo académico; valoro su buena predisposición y compromiso con este trabajo. Sin lugar a dudas un gran profesor.

Agradezco a la profesora Licenciada Alejandra Grosso, por ayudarme a realizar las prácticas en laboratorio atendiéndome con mucha amabilidad a la hora de realizar los ensayos.

Mis agradecimientos para la profesora Mgter. Elena Caliguli, quien aportó la corrección de los aspectos formales para este trabajo. Una gran docente.

Agradezco desde ya a todo aquél que estuvo a mi lado apoyándome para llevar a cabo esta difícil etapa de estudio. Agradezco a mis compañeros y compañeras y a todo el personal de la Facultad Don Bosco.

Inmensamente gracias a todos.

Dios los Bendiga.

INTRODUCCIÓN

La presente tesina surge del interés que existe dentro de la industria alimenticia de producir alimentos que perduren en el tiempo y lleguen al consumidor con la mayor calidad posible; debido a los nuevos sistemas productivos, donde los alimentos son transportados grandes distancias para su comercialización.

Para el sector empacador y comercializador frutícola es indispensable manejar las variables fisiológicas del fruto una vez que éste ha sido separado de la planta madre durante la cosecha.

En dicho estudio nos enfocamos en analizar los efectos del Etileno y de la temperatura sobre el tiempo de maduración postcosecha de tomate para consumo en fresco luego de su cosecha.

Mediante el control de los parámetros fisiológicos que intervienen en el proceso madurativo del tomate, como la temperatura de almacenamiento y la concentración de fitohormonas como el etileno, se busca modificar su evolución y degradación aumentando la vida útil del fruto una vez separado de la planta. De esta manera se desea obtener un producto de mayor calidad que conserve en el tiempo todas sus cualidades organolépticas.

Para llevar a cabo esta investigación se analizan cuatro muestras de tomate cosechadas en el mismo momento, y se colocan bajo distintos tratamientos en donde se modifican dos variables, el etileno aplicado de manera exógena y la temperatura a la cual se conserva cada tratamiento.

Como hipótesis se pretende probar que mediante el tratamiento del fruto con una solución de etileno (Ethrel 4000ppm), más la conservación a 24 °C en cámara frigorífica, se aumenta la velocidad de maduración integral del fruto.

Como método se realiza la comparación con el tratamiento del fruto sin la solución de etileno y conservándolo en cámara frigorífica a una temperatura de 14°C. Siendo estos dos casos los dos extremos del tratamiento. Mientras que realizaremos dos tratamientos intermedios para observar su comportamiento.

Como resultado del método comparativo se pretende confirmar que tanto el aumento en las concentraciones de etileno, como el aumento en la tasa respiratoria del fruto, producto de un incremento en la temperatura de almacenamiento, genera que la velocidad de madurez del tomate sea mayor, alterando sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas en el transcurso de los días.

Considerando el tipo de recursos para obtener los datos, la metodología para abordar los objetivos será de tipo experimental, se manipulan las variables en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo se llevan a cabo los cambios en el fruto y de esa manera analizar los resultados.

Este estudio es viable porque se cuenta con recurso humano, profesional, como así también de los materiales e instrumentos para realizar las mediciones y seguimientos correspondientes al estudio. Desde el punto de vista edilicio se puede llevar a cabo en el ámbito adecuado para tener resultados confiables y precisos.

Con esta investigación se aporta a la ciencia y la sociedad técnicas de manejo post cosecha de tomate que ayuden a su conservación, optimizando los recursos en función de las necesidades momentáneas del mercado, logrando así evitar la pérdida de alimentos post cosecha por un mal manejo de las variables fisiológicas del fruto.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I: TOMATE

1.1 Generalidades del Tomate

El tomate es uno de los productos hortícolas más importantes por su alto consumo a nivel mundial; pertenece a la familia de las Solanáceas, y su nombre científico es *Solanum lycopersicon* L. anteriormente su denominación era (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Este fruto es originario de la región andina comprendida entre Colombia hasta el norte de Chile, incluidas las islas Galápagos, donde ya se puede observar en forma silvestre.

El tomate se difundió en Europa alrededor del año 1500, inicialmente en Italia y España, y rápidamente se distribuyó por el resto del continente. En algunos países se lo usó como ornamental en la jardinería, sin ser consumido supuestamente por su estrecha relación con plantas tóxicas de la misma familia como la belladona y la mandrágora. Pero en Italia y España se lo comenzó a comer rápidamente en fresco, en salsa y encurtidos. Se lo llamo “papa de oro”, ya que los primeros tomates

utilizados como alimentos fueron de color amarillo. (*Cátedra de Horticultura y Floricultura FCAYF 2020, Universidad Nacional de la Plata Pág. 3*)

1.2 Características Botánicas del Tomate

El tomate es una planta herbácea, que puede ser de tipo perenne en climas tropicales y anuales en climas templados y fríos ya que se ve muy afectado tanto por la sequía como por las heladas.

Estas plantas bajo ciertas condiciones ambientales pueden alcanzar un gran tamaño, pero el tallo no se lignifica, por lo que es necesario contar con algún sostén guía para su correcto desarrollo, ya que una vez desarrollados los frutos aumentará considerablemente el peso que debe sostener el tallo no lignificado.

1.3 Aspectos Morfológicos del Tomate

Presenta raíz pivotante y con gran desarrollo en profundidad según, Escalona y Asociados (2009) “puede alcanzar los 2 metros y contiene un gran número de raíces secundarias”. (pág. 10)

Continuando con la idea de Escalona, los tallos son ligeramente angulosos presentando un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base en donde se van desarrollando las hojas. Las hojas son compuestas e imparipinnadas, con foliolos peciolados, lobulados con bordes dentados recubiertos con pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo.

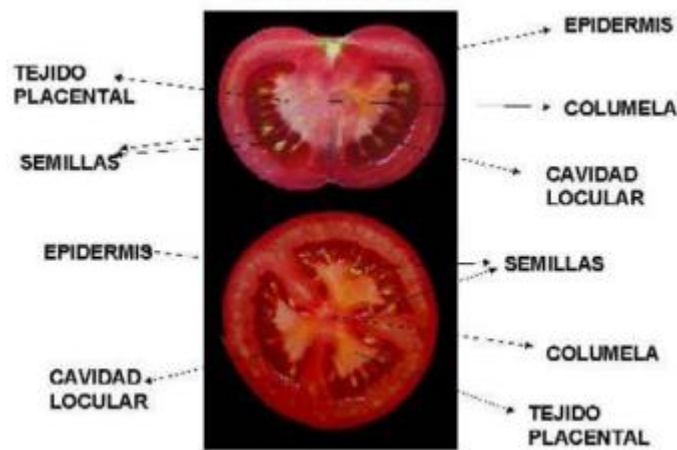
La flor consta de 5 o más sépalos de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres alternan con los pétalos.

Los frutos son bayas bi o pluriloculares que pueden alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos hasta los 600 gramos.

Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. (Escalona, 2009 pp 10-11)

Figura 1

Descripción Partes del Fruto de Tomate.



Fuente: Escalona, 2009 pág.11

CAPÍTULO II: MADUREZ DEL FRUTO

Según publica la Cátedra de Fisiología Vegetal en su manual de Post Cosecha (2019) “la maduración es una etapa del desarrollo del fruto que se caracteriza por un conjunto de transformaciones físico-químicas de color, sabor aroma y textura. Estos cambios le proporcionan las condiciones organolépticas óptimas que los hacen comestibles” (pág. 195).

2.1 Cambios Durante la Maduración de Frutos

2.1.1 Cambios en el Color

Dentro de los cambios que se lleva a cabo durante el proceso de maduración del fruto, el parámetro que mayor incidencia presenta a la hora de su comercialización al consumidor final es el color. El color define en el consumidor si la fruta está madura o no ya que el color es el primer parámetro perceptible a simple vista que deja la primera impresión del estado de la fruta.

El aspecto más común de estas modificaciones es la pérdida del color verde como consecuencia de la degradación de la clorofila. Las causas de esta degradación son los cambios de pH, el desarrollo de procesos

oxidativos y la acción de clorofilasas. (Manual Post Cosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pp 196-197).

La desaparición de la clorofila va asociada a la síntesis o al desenmascaramiento de pigmentos preexistentes. Muchos de estos pigmentos son carotenoides que presentan tonalidades amarillas, naranjas y rojas y que son característicos del color de fondo de la fruta madura. Los carotenoides son compuestos bastante estables, insolubles en agua y pueden permanecer inalterados en los tejidos aún en avanzado estado de senescencia.

Los colores rojos violáceos de la fruta se deben a antocianinas, que son los pigmentos responsables del color de cubrimiento. Son sustancias hidrosolubles que se encuentran fundamentalmente en las vacuolas y citoplasma de las células vegetales.

En la síntesis de antocianinas influyen la temperatura, la luz y el oxígeno a lo largo del proceso de maduración.

2.1.2 Cambios en el Sabor

Según estudios de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (2019) el sabor está dado principalmente por la relación de sólidos solubles-acidez, por los fenoles y por los compuestos aromáticos presentes en el fruto” (pág.199).

Cuantitativamente el cambio más importante asociado a la maduración es la degradación del almidón coincide con el máximo de azúcares solubles y con el

fin del crecimiento del fruto. Estas transformaciones alteran tanto el sabor como la textura del producto. El aumento del contenido de azúcares, fructosa, sacarosa y glucosa, provocan que los frutos sean más dulces.

Los ácidos orgánicos son importantes componentes del sabor. Si su concentración es muy elevada, la fruta es demasiado ácida, pero sí está balanceada con un alto contenido de azúcares, el sabor resultante puede ser agradable. Los ácidos más comunes de la fruta son ácido málico, cítrico y tartárico. Durante la maduración, época de gran actividad metabólica, estos compuestos son convertidos en azúcares y utilizados en la respiración.

Otras sustancias relacionadas con el sabor son los fenoles. Durante la maduración aumenta la condensación de los fenoles y disminuye la astringencia debido a que los fenoles condensados son menos solubles y están ligados a otros compuestos celulares.

Muchos de los sabores distintivos de los frutos proceden de los ésteres volátiles producidos durante la maduración. Cada tipo de fruto tiene un grupo diferente de dichos ésteres, que en su conjunto reconocemos como sabor a "tomate".

2.1.3 Cambios en el Aroma

En el desarrollo de la calidad comestible óptima, juega un importante papel el aroma. Se debe a la síntesis de numerosos compuestos orgánicos volátiles durante la maduración, pero no contribuye en el aroma de los frutos.

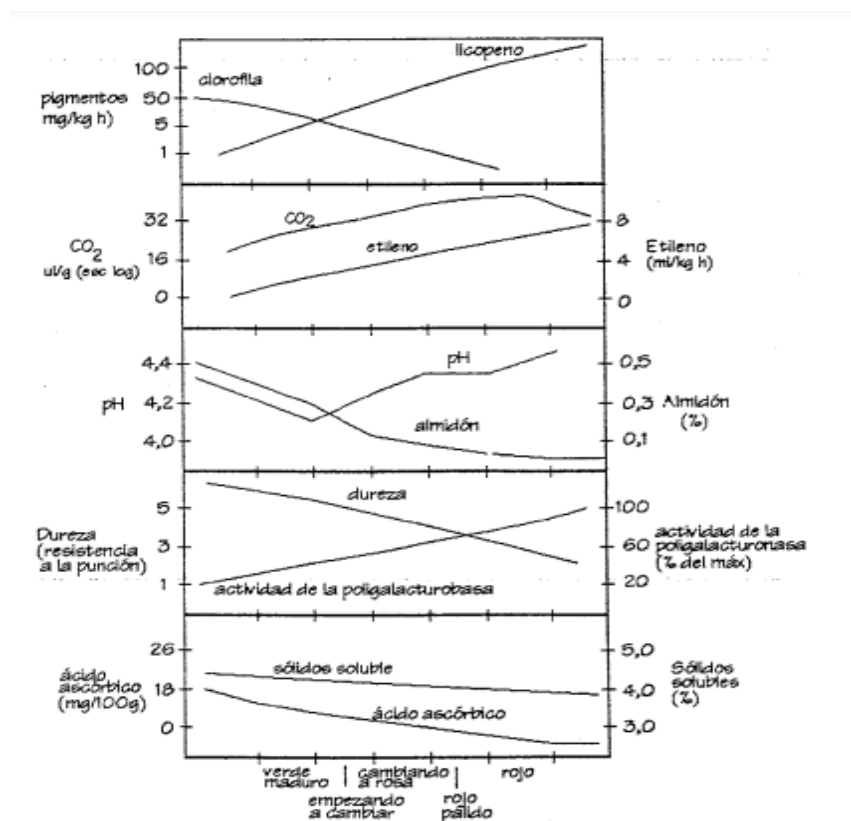
2.1.4 Cambios en la Textura

El ablandamiento del fruto durante la maduración se debe a que la firmeza de la pulpa disminuye por la degradación de hidratos de carbono complejos como son las sustancias pépticas, celulosa y hemicelulosa.

La degradación de los hidratos de carbono es provocada por varias enzimas hidrolíticas.

Figura 2

Cambios Físico-Químico que ocurren durante la maduración organoléptica del tomate



Fuente: Manual Post Cosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág. 196)

2.2 Tipos de Madurez

Al finalizar su desarrollo y luego del proceso de maduración, el fruto alcanza el estado de madurez de consumo que normalmente coincide con sus mejores características organolépticas, desde el punto de vista técnico, la madurez puede referirse a los estados fenológicos diferentes del fruto y ello obliga a considerar tres tipos o estados de madurez.

2.2.1 Madurez de Consumo o Madurez Gustativa

Cuando el fruto alcanza sus mejores características organolépticas y es apto para consumo directo. Normalmente este estado coincide con el salto climatérico.

2.2.2 Madurez Comercial o de Cosecha

Cuando el fruto puede cosecharse, continuando su maduración hasta la madurez gustativa. Normalmente el fruto ha alcanzado el tamaño definitivo y coincide con el comienzo del climatérico en los frutos de pepita y en otros casos como en los frutos de carozo se sitúa próximo al cambio de color o envero.

2.2.3 Madurez Fisiológica

Según establece en sus investigaciones la Cátedra de Fisiología Vegetal en su Manual de Post Cosecha (2019) “la madurez fisiológica corresponde al momento en el que las semillas, no el fruto, están suficientemente maduras para ser viables y germinar. Suele producirse en el período post-climatérico, aunque su localización en la curva es errática” (pág.198).

CAPÍTULO III: FISIOLOGÍA DE LA RESPIRACIÓN

3.1 Características

Es el proceso fisiológico que domina la vida postcosecha de frutas y hortalizas. La respiración es un proceso vital fundamental tanto en frutos cosechados como en precosecha. Se la puede describir como la degradación oxidativa de los productos más complejos normalmente presentes en las células, como los azúcares y los ácidos orgánicos a moléculas más simples, como el dióxido de carbono y el agua con la consiguiente liberación de energía bajo la forma de ATP y calor. (Manual Postcosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág.198).

La importancia de la respiración, radica en el hecho de que la tecnología de la postcosecha tiene por objeto reducir el ritmo respiratorio del producto mediante la modificación del ambiente que lo rodea. La reducción de la temperatura se traduce en un descenso de la velocidad de la respiración de los azúcares, como consecuencia disminuye el calor de respiración y aumenta el período de

tiempo durante el cual, el producto puede conservarse en condiciones aceptables.

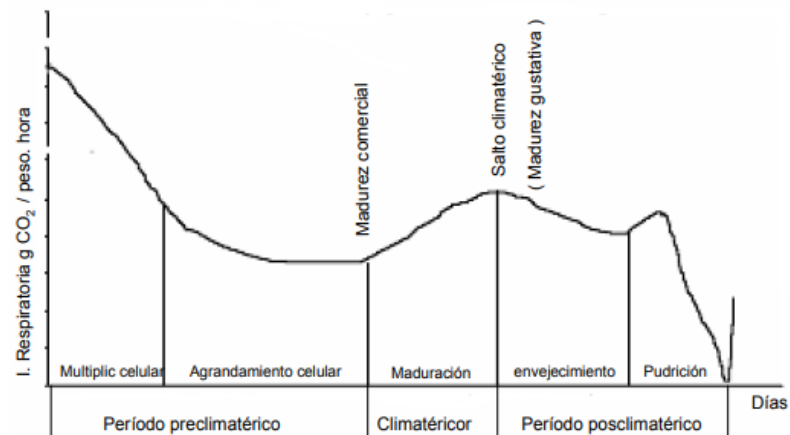
El sustrato directo del proceso respiratorio es la glucosa. Los carbohidratos más complejos como la sacarosa y el almidón son considerados sustratos de segundo y tercer orden, respectivamente, por cuanto estos deben ser convertidos a glucosa previamente a su oxidación en el proceso respiratorio. De allí que estas sustancias constituyen las reservas energéticas de las plantas.

Cuantitativamente la pérdida de agua, el daño físico y los patógenos desempeñan un rol más importante en la pérdida de calidad de las frutas y hortalizas almacenadas que la pérdida de reservas debido a la respiración, aunque en algunas especies que se cosechan en activo crecimiento llegan a ser muy importantes. La presencia de un cierto nivel de O₂ es indispensable para que la respiración proceda normalmente. Niveles restrictivos de oxígeno resultan en procesos respiratorios anaeróbicos con la consiguiente limitación de un adecuado abastecimiento energético a nivel celular; así como también, en la acumulación de sustancias tóxicas como el alcohol etílico y acetaldehído. Como consecuencia, la organización biológica del producto cosechado es seriamente dañada ocasionando la muerte de éste. Un índice medible, que permite el seguimiento de la madurez, es el de Intensidad respiratoria. Esta expresión es una medida de la respiración por unidad de peso de producto y de tiempo. Se determina midiendo el oxígeno

consumido o el CO₂ liberado. . (Manual Postcosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág.198).

Figura 3

Evolución de la intensidad respiratoria de un fruto desde el cuaje hasta su muerte



FUENTE: (Manual Post Cosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág. 199)

3.2 Climaterio

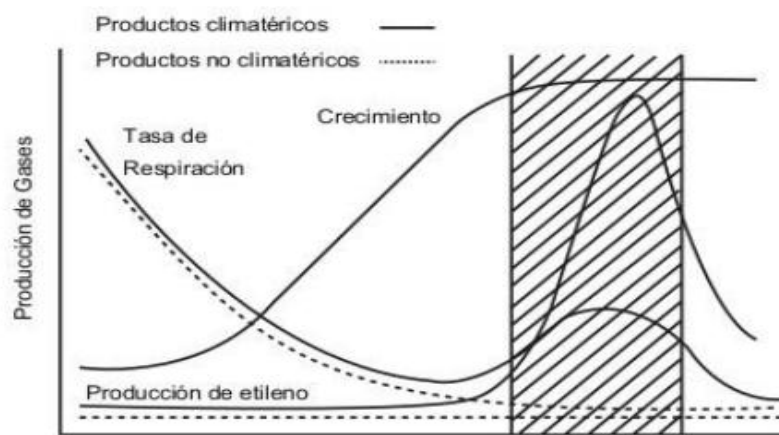
De acuerdo con esta figura, la evolución de la intensidad respiratoria de un fruto desde el cuaje hasta la muerte pasa por tres períodos: El pre climaterico, que incluye las fases de multiplicación celular y agrandamiento celular, durante las cuales la intensidad respiratoria decrece, al principio rápidamente y después más lentamente hasta alcanzar un valor mínimo cuando el fruto tiene su tamaño final. En este momento comienza el climaterico, período de la ontogenia de ciertos frutos durante el cual se inician una serie de cambios bioquímicos por la producción autocatalítica de etileno que lleva a la maduración del fruto y en el que la intensidad respiratoria aumenta hasta alcanzar un máximo, que se denomina salto climaterico o crisis

climatérica. Su comienzo coincide, aproximadamente, con el momento en que la fruta ya tiene el tamaño máximo. A partir del salto climatérico se inicia el denominado período post-climatérico, durante el cual se produce el envejecimiento del fruto y en un cierto momento su descomposición y muerte.

Durante el período Climatérico la intensidad respiratoria decrece hasta anularse, si bien al iniciarse la descomposición se produce un pequeño incremento de esta intensidad, debido a las fermentaciones internas, que rápidamente decaen hasta que el fruto muere finalmente. Biale en 1960 estableció una clasificación en dos grupos: a- frutos climatéricos: son aquellos que manifiestan un incremento de la actividad respiratoria o salto climatérico y producción de etileno. b- frutos no climatéricos: son aquellos que no presentan alzas respiratorias durante la maduración y la producción de etileno se mantiene en niveles bajos y constantes. (Manual Postcosecha 2019, pág. 199)

Figura 4

Evolución de la Respiración y Producción de Etileno en Frutos Climatéricos y No Climatéricos



FUENTE: (Manual Post Cosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág. 200)

Los frutos climatéricos tienen la capacidad de producir etileno de manera autocatalítica (en determinados momentos del desarrollo del fruto la presencia de etileno y en determinada concentración, estimula su propia síntesis en cantidades excesivas). Lo mismo ocurre cuando el etileno es agregado en forma exógena al final del período pre climatérico. En frutos no climatéricos la maduración procede sin que se evidencie incremento alguno de la tasa respiratoria. Lo mismo ocurre con la síntesis de etileno, la que se mantiene en niveles bajos. La aplicación exógena de etileno provoca un incremento de la tasa respiratoria pero esta respuesta cesa al suprimir el etileno. En este tipo de frutos no se produce la maduración cuando se aplica exógenamente etileno. Las transformaciones características de la maduración organoléptica transcurren a un ritmo más lento que en los frutos climatéricos. Otra característica es que estos frutos no maduran después de ser cosechados. (Manual Postcosecha 2019, pág. 200).

3.3 Factores que afectan la respiración durante la postcosecha

Los Principales factores que afectan a la respiración durante la postcosecha son los propios del producto y los ambientales.

3.3.1 Factores del Producto

Cada especie presenta una tasa respiratoria distinta además varía dentro de la misma especie con otros factores tales como tipo de tejidos, estado del desarrollo y patrón respiratorio del mismo.

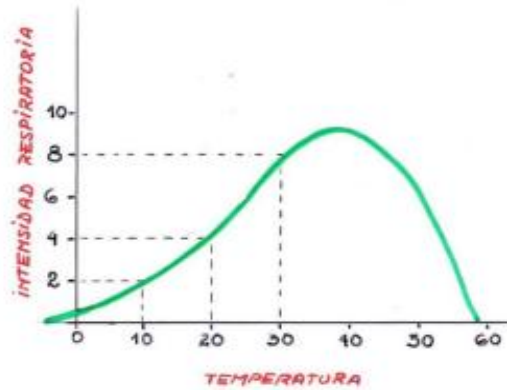
3.3.2 Factores Ambientales

El ritmo respiratorio es afectado por distintos factores ambientales tales como productos químicos, reguladores del crecimiento y patógenos, entre otros. Los más importantes son la temperatura, la composición atmosférica y el daño físico.

3.3.3 Temperatura

Su importancia radica en el drástico efecto que tiene sobre el ritmo de las reacciones enzimáticas.

Dentro del rango fisiológico de temperatura entre 5 y 30 °C el ritmo respiratorio aumenta aproximadamente el doble por cada 10 °C que aumenta la temperatura. Lo opuesto también es cierto, la tasa respiratoria disminuye aproximadamente a la mitad por cada 10 °C que disminuye la temperatura. A este valor se lo llama Q10 y es aproximadamente 2 para distintas reacciones bioquímicas y de aproximadamente 1 para procesos físicos. (Manual Postcosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág. 201)

Figura 5*Intensidad respiratoria en función de la temperatura*

FUENTE: (Manual Post Cosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág. 202)

3.3.4 Coeficiente de Temperatura Q_{10}

El Q_{10} permite predecir la tasa respiratoria aproximada del producto a una temperatura para la cual no hay información disponible y se utiliza para el cálculo del requerimiento de refrigeración en las cámaras frigoríficas. Por ejemplo. En el momento de cosecha del fruto tiene una temperatura de campo de 24 °C y presenta una intensidad respiratoria de 20 mg de CO₂/g.h. Para prolongar la vida postcosecha se debe bajar la intensidad respiratoria a un cuarto, es decir a 5 mg de CO₂/g.h. Conociendo que el $Q_{10} = 2$. (Manual Postcosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág.202).

3.3.5 Temperatura de Almacenamiento Según el Q_{10} .

Según ensayos realizados por la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de Mendoza (2019) se determinó que:

La intensidad respiratoria disminuye a la mitad por cada 10 °C que disminuya la temperatura. Entonces: Si a 24 °C los frutos presentan una intensidad respiratoria de 20 mg de CO₂/g.h, al disminuir a 14 °C la temperatura de la cámara, la intensidad respiratoria se reduce a 10 mg de CO₂/g.h. Luego al disminuir a 4 °C la temperatura, la intensidad respiratoria será de 5 mg de CO₂/g.h. Entonces se debe llevar la cámara a 4 °C de temperatura para que los frutos mantengan una intensidad respiratoria de 5 mg de CO₂/g.h y prolonguen su conservación. La actividad enzimática de las frutas y hortalizas declina por encima de 30 °C y por debajo de 0 °C. Cuando el producto se mantiene a 35 °C el metabolismo se altera, la estructura de la membrana se desintegra y se produce una disrupción de la organización celular y un rápido deterioro. Se suele dar una despigmentación generalizada y los tejidos pueden terminar adquiriendo un aspecto acuoso o traslúcido. Cuando los tejidos se congelan a temperaturas entre 0 °C y -2 °C, se ven seriamente limitados en el intercambio de metabolitos entre los diversos componentes celulares. La mayor parte del agua se congela en los espacios extracelulares, lo que determina una desecación permanente de las células. Luego de la descongelación, los tejidos no pueden reanudar su metabolismo normal y readquirir su textura original. Idealmente, la reducción Ritmo respiratorio a T1 Ritmo respiratorio a T1

+ 10 °C Q10 = = 2 Ritmo respiratorio a T1 Ritmo respiratorio a T1 + 10 °C Q10 = = 2 Ritmo respiratorio a T1 + 10 °C Q10 = = 2 - 203 - máxima de la actividad respiratoria y del metabolismo en general, y por lo tanto la máxima prolongación de la vida útil, se logra manteniendo el producto ligeramente por encima de su punto de congelación. El enfriamiento de los frutos climatéricos frena simplemente su ritmo de deterioro, en cambio en los no climatéricos, retrasa además el comienzo de la maduración. (Manual Postcosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág. 202)

$$Q10 = \frac{\text{Ritmo respiratorio a } T1 + 10 \text{ }^{\circ}\text{C}}{\text{Ritmo respiratorio a } T1} = 2$$

3.3.6 Composición Atmosférica

El objetivo del almacenamiento de frutas y hortalizas en atmósferas controladas, es prevenir la sobremaduración y la pérdida de azúcares. Esto puede lograrse con un descenso de la temperatura y también un cuidadoso descenso de la concentración de O₂ hasta que la respiración aeróbica esté minimizada, pero no sea estimulada la utilización de los azúcares por procesos anaeróbicos (Efecto Pasteur).

El agregado de 5 al 10 % de CO₂ en cámaras de atmósfera controlada se emplea para la conservación de frutos. Niveles de O₂ de 2-3 % restringen el ritmo respiratorio y la producción de etileno ya que posiblemente el CO₂ y etileno compiten por los mismos receptores. Esta

propiedad limita de manera significativa la síntesis y acción del etileno en el producto cosechado. Por ejemplo, niveles de 2 % de O₂ dan buenos resultados en el caso de la manzana almacenada. La disminución de los niveles de O₂ se logra aumentando la concentración de nitrógeno atmosférico. Por otro lado, en tejidos con alto ritmo metabólico como los del brócoli, bajos niveles de O₂ incrementa la tasa respiratoria del producto al estimularse el proceso anaerobio. Esto se debe a que este tejido meristemático tiene un alto requerimiento energético, el cual en situaciones de anoxia proviene, en gran medida, del proceso de fermentación anaeróbica, resultando en la acumulación de sustancias tóxicas tales como acetaldehído y etanol. De igual manera, niveles excesivos de CO₂ limitan el consumo de O₂ posiblemente porque la alta concentración de CO₂ inhibe las reacciones de descarboxilación del proceso respiratorio. En la práctica, esto resulta en una situación similar a la causada por anoxia. Finalmente, la presencia de etileno en la atmósfera de almacenamiento modifica de manera particular las tasas respiratorias de los productos, según sean estos climatéricos o no climatéricos. Comercialmente el etileno es utilizado principalmente para inducir la maduración de frutas climatéricas como banana y para desarrollar el color típico de ciertas frutas no climatéricas como los cítricos. (Manual Postcosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág. 203)

3.3.7 Daño físico

Las altas tasas respiratorias observadas en los productos frutihortícolas poco después de la cosecha son una característica normal de su fisiología. Sin embargo, el estrés físico al cual son sometidas las frutas y hortalizas durante la cosecha y posterior manipuleo, son factores que contribuyen al aumento de la tasa respiratoria. La estimulación del proceso respiratorio por estrés físico se debe a que el daño en las células provoca una serie de reacciones bioquímicas de reparación que requieren energía metabólica. El daño físico genera una cantidad de calor adicional que debe ser removido. Por lo expuesto, se desprende la importancia de minimizar el daño físico, practicando un manejo adecuado de los productos desde el momento de la cosecha. (Manual Postcosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág. 203)

CAPÍTULO IV ETILENO

En esta sección veremos los aspectos referidos a la síntesis y modo de acción de esta hormona, de manera de poder posteriormente plantear las estrategias a seguir en la postcosecha de frutas y hortalizas.

4.1 Biosíntesis de Etileno

El precursor de la síntesis del etileno es el aminoácido metionina y la conversión del mismo en etileno necesita oxígeno. El proceso es catalizado por varias enzimas, dos de las más importantes son: ACC sintetasa y la ACC-oxidasa o EFE (enzima formadora de etileno). Los inhibidores de la ACC-sintetasa son el aminoetoxivinilglicina, (AVG) y el ácido aminooxyacético (AOA). La ACC-oxidasa está siempre presente en gran cantidad, en muchos órganos de las plantas, excepto en frutos pre climatéricos y en flores.

4.2 Regulación

La producción de etileno es regulada por factores ambientales y del desarrollo. Como parte normal en la vida de la planta, la producción de etileno es inducida durante ciertos estadios del crecimiento como la germinación, la maduración de frutos, abscisión de hojas, senescencia de flores, etc. Dentro de los factores externos se pueden mencionar las heridas, estrés ambiental y ciertos compuestos químicos, incluyendo las auxinas y otros reguladores. Se reconoce que este incremento en la producción de etileno trae importantes consecuencias fisiológicas. En la maduración de frutos y senescencia de flores, la síntesis de etileno estaría regulada por la presencia de ACC-sintetasa (si se agrega ACC se produce etileno). Se piensa que el ácido indol acético (AIA) actúa a nivel de síntesis de proteína induciendo la síntesis de esta enzima. La autocatálisis de la producción de etileno es un rasgo característico en la maduración de la fruta y otros tejidos senescentes en los cuales un masivo aumento en la producción de etileno es desencadenado por la exposición al etileno. Aunque el etileno acelera el comienzo de la producción de etileno climatérico, el tiempo entre el tratamiento inicial y el comienzo de la producción del mismo puede ser de días o semanas dependiendo de la madurez y sensibilidad del tejido.

4.3 Inhibidores

4.3.1 Inhibidores de la Síntesis

Según el Manual Los inhibidores de síntesis son el aminoetoxivinilglicina (AVG) y el aminooxiacético (AOA) los cuales bloquean el paso de SAM a ACC. El

cación cobalto también inhibe la síntesis bloqueando la transformación de ACC a etileno.

4.3.2 Inhibidores de la Acción

Es el ión Ag^+ , aplicado como NO_3Ag , 6 tiosulfato de Ag^+ . También una alta concentración de CO_2 inhibe la acción del etileno, ya que el CO_2 compite por los mismos receptores del etileno. Este hecho es aprovechado en la industria frigorífica, utilizando atmósferas controladas (con 5-10 % de CO_2) para prolongar la duración de los frutos. El calcio retarda la senescencia y la producción de etileno, aparentemente en forma indirecta, por la preservación de la estabilidad de la membrana. (Manual Post Cosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pp. 204-205)

- La producción de etileno se incrementa en el rango de temperatura de 0-25 °C, con temperaturas mayores a 35 °C, se inhibe su acción.
- Hay requerimiento de ATP para la síntesis de etileno que es provisto por el proceso respiratorio.
- Los daños físicos en los frutos cosechados estimulan la síntesis de etileno e incrementan la tasa respiratoria. El estrés físico aumenta la tasa respiratoria.

4.4 Acción del Etileno en la Maduración de los Frutos

Ya se ha mencionado que la concentración de esta hormona, aumenta en frutos climatéricos desencadenando la maduración de los frutos. Se ha establecido que una concentración activa de etileno en los espacios intercelulares en el interior del fruto precede al aumento respiratorio, y que un suministro exógeno de etileno, puede desencadenar el climaterio en frutos inmaduros e inducir en ellos el proceso autocatalítico de la producción de etileno. Por lo tanto, el etileno es considerado la hormona natural de la maduración, y es el aumento de la respiración el acontecimiento que marca la transición entre la fase de crecimiento del fruto y la de envejecimiento.

Tanto los frutos climatéricos como no climatéricos tienen capacidad de producir un nivel mínimo base de etileno necesario para inducir la maduración. Sin embargo, sólo los frutos climatéricos poseen el mecanismo de producción autocatalítico de etileno en grandes cantidades. La aplicación exógena de etileno en frutos no climatéricos no induce la maduración, si bien se produce un alza respiratoria mientras dura la aplicación, la respuesta cesa al suprimir el etileno exógeno. (Manual Postcosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág. 205)

4.5 El Etileno y la Respiración

El incremento en la respiración parece ser una consecuencia del incremento en el etileno endógeno que resulta en un aumento en los niveles de ATP y tal vez

en un incremento en la carga energética de la célula. La concentración de ATP aumenta a lo largo del período climatérico, el incremento en la respiración provee una cantidad de energía química en exceso de la demanda de los tejidos. Cuando las frutas climatéricas que no maduran en la planta (tomate), son expuestas al etileno, la tasa respiratoria se incrementa. Luego cuando el etileno es retirado, la respiración cae. Claramente se observa que esta tasa respiratoria es una consecuencia del etileno y no una demanda energética.

4.6 El Etileno y el Ablandamiento de los Frutos

El ablandamiento es parte de la maduración de casi todos los frutos. Tiene gran importancia comercial porque la vida de postcosecha es limitada por el ablandamiento, lo que trae un incremento de los daños físicos y un aumento en la susceptibilidad a enfermedades.

La producción de etileno en los frutos estimula la síntesis de enzimas hidrolíticas como la pectinesterasa y la poligalacturonasa que degradan pectinas, celulosa y hemicelulosa de la pared celular, provocando un ablandamiento en los frutos. En tomate, hay una correlación razonable entre un incremento de actividad de la enzima poligalacturonasa y la tasa de ablandamiento y degradación de pectinas. (Manual Post Cosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pp 205-206)

4.7 Efectos no Deseables del Etileno sobre la Fruta

El potente efecto del etileno en el crecimiento de las plantas, su desarrollo y senescencia hacen que este gas, que comúnmente se encuentra en el ambiente, reduzca la vida de postcosecha. Las técnicas para removerlo del ambiente o evitar su acción son de vital importancia en la tecnología postcosecha.

La Cátedra de Fisiología Vegetal (Fca. UNCuyo) en su manual de Postcosecha (2019) establece que la utilización exógena de etileno:

- Acelera la senescencia y la maduración de frutos durante el almacenamiento.
- Altera la vida postcosecha o reduce la calidad de frutas y hortalizas.

CAPÍTULO V: POST COSECHA DE FRUTO CLIMATÉRICO

5.1 Desórdenes Fisiológicos En Postcosecha

Los desórdenes fisiológicos en postcosecha pueden ser los siguientes:

Daño por frío: todos los procesos fisiológicos proceden normalmente en rangos de temperaturas específicos, cuando la temperatura disminuye estos se ven afectados en distinta proporción, dependiendo del proceso que se trate y del tipo de frutas. Si la temperatura es inferior a cierto límite, aparecen desórdenes que alteran la calidad del fruto.

- Escaldado y manchas en la piel.
- Decaimiento interno (pardeamiento)
- Pitting (depresiones circulares).

5.2 Manejos En Cosechas Y Postcosecha

Los objetivos de la cosecha consisten en recoger el producto del campo, con un nivel adecuado de madurez, con un mínimo de daño, lo más temprano posible y con un mínimo de costo. El producto cosechado debe ser manejado con sumo cuidado para minimizar los daños físicos como cortes, impactos,

raspaduras y compresiones. Para ello se debe evitar dejar caer el producto y no llenar demasiado las cajas cosecheras, asegurándose que éstas sean del diseño y material convenientes. La cosecha se recomienda realizarla en la mañana temprano para aprovechar la baja temperatura y alta humedad relativa del ambiente que favorecen la conservación del producto. Debe cosecharse solamente producto sano y de calidad óptima. Inmediatamente después de la cosecha, el producto debe colocarse bajo sombra; por ningún motivo debe permanecer expuesto directamente a la radiación solar y su traslado al centro de acopio o de empaque debe realizarse a la brevedad posible, usando vehículos adecuados, acomodando adecuadamente el producto y transitando por caminos en buen estado. Una vez llegado el producto al establecimiento se realiza una pre-refrigeración, la cual consiste en un enfriamiento rápido del producto para eliminar el denominado “calor de campo” y así, conseguir ralentizar la actividad fisiológica y patológica. Los principales sistemas de pre-refrigeración utilizados se basan en los siguientes agentes de enfriamiento: aire frío, agua fría, aire húmedo, etc. En las cámaras frigoríficas de almacenamiento, tanto de frutas como hortalizas, deben tenerse en cuenta los siguientes factores: Ambientales (temperatura, humedad relativa, cargas compatibles y composición atmosférica, según el tipo de cámara). Biológicos (respiración, transpiración, producción de etileno, cambios en la composición química, desorganización de tejidos por patógenos).

Las cámaras frigoríficas pueden ser con atmósfera controlada o con atmósfera convencional, es decir con un 78 % de Nitrógeno, un 21 % de Oxígeno y entre un 0.02 a 0.03 % de CO₂. En una cámara de

atmósfera controlada se mantiene exactamente la composición gaseosa deseada y se usa con productos que permiten un almacenaje muy largo en instalaciones fijas. La combinación gaseosa más frecuente es de 2 a 3 % de oxígeno y de 3 a 10 % de CO₂. En éstas cámaras se produce un retardo en los cambios bioquímicos y fisiológicos relacionados con la senescencia, fundamentalmente el ritmo respiratorio, los cambios en la composición del producto, el ablandamiento del producto. En algunos casos, reduce la sensibilidad del producto al etileno, y en otros, al daño por frío y del ataque de patógenos. Además, previene pérdidas por transpiración del producto al permitir el control de la humedad relativa. En una cámara de atmósfera convencional o cámaras comunes se debe tener en cuenta la temperatura, la humedad relativa, remoción del etileno y cargas compatibles. La pérdida de agua por transpiración del producto depende del déficit de las presiones de vapor entre el producto y el medio ambiente. La humedad relativa no solo influye sobre la pérdida de agua, sino también sobre la actividad de los patógenos. Para incrementar la humedad relativa dentro de las cámaras convencionales se debe asperjar agua en el piso de los pasillos o instalar humidificadores. Los rangos de humedad relativa van desde el 65 al 98 %, dependiendo del tipo de producto. Mayores porcentajes pueden provocar condensaciones sobre la superficie del producto y traer problemas de pudriciones por patógenos. (Manual Postcosecha 2019, Cátedra Fisiología Vegetal Fca. UNCuyo, pág. 207).

5.3 Consideraciones Prácticas

- Pre-enfriar el producto cosechado a la brevedad y almacenar en condiciones óptimas de bajas temperatura y alta humedad relativa.
- Usar atmósferas controladas que contribuyen a un mejor control de la tasa respiratoria, así como de la producción y acción del etileno.
- Remoción del etileno del ambiente de almacenamiento mediante distintos métodos.
- Compatibilizar las cargas mixtas de almacenamiento es indispensable en lo referente al adecuado control de las tasas respiratorias de los productos considerados, evitando posibles efectos negativos del etileno generado por ciertos productos a otros sensibles a este gas.
- Suministrar etileno en forma exógena para provocar la maduración de frutas.

CAPÍTULO VI: CALIDAD DEL TOMATE

6.1 Características o Atributos de Calidad

Según la publicación del laboratorio de postcosecha del INTA(2013), en el informe presentado por las ingenieras María Laura Rivero, María Isabel Quiroga y los ingeniero agrónomo Omar Gonzales y Luis Moraga establecen que la calidad del tomate dependerá en gran medida del manejo postcosecha.

Un tomate de buena calidad debe tener aspecto fresco, con características propias de la variedad, y madurez adecuada según el tipo o variedad. Debe presentar uniformidad de color. Debe ser firme al tacto, limpio, libre de pudriciones, no deben presentar ni olores ni sabores extraños.

Además de dichos atributos, las características organolépticas como el sabor, aroma y valor nutricional del fruto, son importantes para satisfacer la demanda de los consumidores.

El sabor está determinado por el contenido de azúcar (fructosa y glucosa), de ácidos orgánicos, y los compuestos volátiles. Lo que incide directamente sobre el gusto del consumidor, es la relación azúcar/acidez. En cuanto al valor nutritivo, los tomates tiene un alto contenido de agua (94%) y muy bajo de grasa, son una fuente importante de potasio, fósforo y magnesio, de vitaminas B1, B2, B5, E, A y C, y licopeno (antioxidante). Como el contenido de vitaminas, de licopeno y la relación azúcar/acidez se incrementa con la maduración del fruto, un tomate maduro presenta mejor sabor y valor nutritivo principalmente si ha madurado correctamente. (Post Cosecha del Tomate, 2013 INTA Mendoza pág. 1).

6.2 Control De Calidad

6.2.1 Medición de la Firmeza

La firmeza depende del estado de madurez y del tipo y variedad de tomate. Es una característica decisiva en la producción de daños durante todas las etapas de la cadena, desde cosecha hasta el consumidor, incide marcadamente en la calidad y vida comercial de los frutos. En general, tanto para el manejo del producto como para el consumidor, es conveniente que el fruto permanezca firme.

Puede determinarse mediante aparatos medidores de textura o texturómetros, que miden la resistencia a la compresión del fruto. Para expresarla y clasificarla en categorías se utilizan tablas como por ejemplo:

Tabla 1*Clasificación Cuantitativa de la Resistencia de la Pulpa*

Categoría	Firmeza(N) expresada como fuerza a la compresión(5mm)
Muy firme	30 -50
Firme	20 -30
Moderadamente firme	15 -20
Moderadamente blando	10 -15
Blando	10

Fuente: Marita Cantwell (INTA-2013)

Además puede determinarse sin equipos, sólo mediante la compresión con los dedos, utilizando la escala de Kader y Morris, que considera nueve puntos desde 1=extra blando a 9=extra duro.

Tabla 2*Clasificación cualitativa de la Resistencia de la pulpa*

Numeración	Clase	Resistencia a la compresión por los dedos	Características de las tajadas
9	Extra duro	Frutos que no ceden a una considerable presión	No hay pérdida de jugo ni semillas cuando son cortados
7	Duro	Frutos que ceden solo suavemente a una considerable presión	No hay pérdida de jugo ni semillas cuando son cortadas
5	Firme	Frutos que ceden suavemente a una moderada presión	Cuando se cortan se pierden unas pocas gotas de jugo y/o semillas
3	Blando	Frutos que ceden fácilmente a una suave presión	Pérdida de jugo y/o semillas cuando se cortan
1	Extra Blando	Frutos que ceden muy fácilmente a una suave presión	La mayor parte del jugo y las semillas se pierden cuando se cortan

Fuente: Marita Cantwell (INTA-2013)

6.2.3 Medición del Color

Se determina mediante tablas o cartas de color o colorímetro triestímulo.

Figura 6

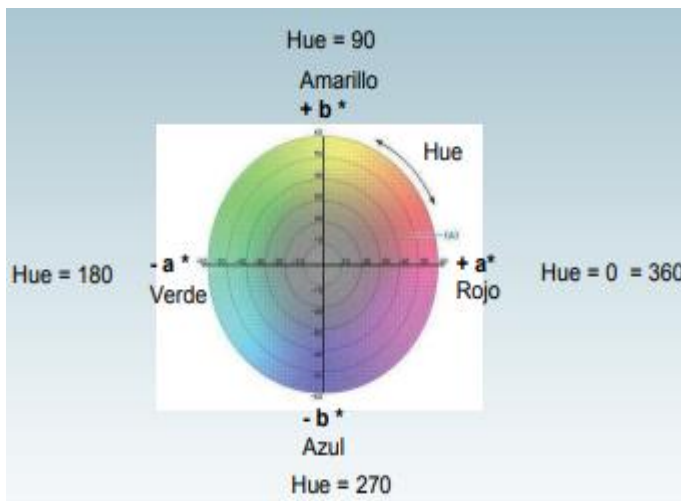
Medición con Penetrómetro



Fuente Inta 2013

Figura 7

Colorímetro Triestímulo



Fuente Inta 2013

Medición de color con colorímetro triestímulo con sistema L*a*b*.

6.2.4 Contenido de sólidos Solubles y Acidez Total

Para medir el contenido de sólidos solubles se determina en una muestra de jugo, con refractómetros termocompensados. Los tomates redondos tienen en general entre 3 a 5% de sólidos solubles.

Figura 8

Medición sólidos solubles con Refractómetro



Fuente INTA 2013

La acidez total titulable se determinó por titulación potenciométrica hasta pH 8.1 de 10 o 20 ml de jugo, con Naoh 0.1 N. Los tomates redondos presentan en general, una acidez entre 0.3 a 0.5% de ácido cítrico, dependiendo del estado de madurez y el cultivar

Figura 9

Medición acidez total con peachímetro digital



Fuente Inta 2013

**DESARROLLO DE LA
INVESTIGACIÓN
Y
RESULTADOS**

CAPÍTULO VII: ETILENO UTILIZADO

7.1 Generalidades Del Producto Utilizado

El Tifón actúa sobre los procesos fisiológicos de desarrollo en un gran número de cultivos, al liberar etileno dentro de los tejidos vegetales poco tiempo después de la aplicación. El etileno actúa como una hormona natural que induce los procesos de maduración en las plantas.

7.2 Instrucciones Para el Uso

Tifón es totalmente soluble en agua, por lo tanto puede agregarse directamente en el tanque del equipo pulverizador. Se recomienda llenar el depósito con agua hasta la mitad de su capacidad, luego colocar la dosis recomendada de TIFÓN y completar con agua hasta el volumen final del tanque.

7.3 Equipos De Aplicación

Para aplicaciones sobre los cultivos, se utilizan los equipos pulverizadores terrestres convencionales. Para los tratamientos de frutos en postcosecha se utilizan baños de inmersión o la pulverización sobre una cinta transportadora.

7.4 Tratamiento De Tomate Con Tifón

Estimula y uniformiza la maduración y coloración de los frutos.

DOSIS: 2-4 litros/ha. Aplicar en una solución de 1000 litros de agua por ha, cuando se tiene el 15% de frutos maduros.

Figura 10

Etileno Líquido en Bidón de 1 litro marca Tifón



Autor Zavattieri (2022)

CAPÍTULO VIII: Descripción del Ensayo

Mediante el siguiente ensayo, se pretende someter a prueba a las hipótesis establecidas.

El día 5 de Mayo del año 2022, en una finca ubicada en el distrito de “La Primavera”, departamento de Guaymallén provincia de Mendoza, se llevó a cabo la cosecha del tomate para realizar ensayos.

Dicho cultivo se desarrollaba en surcos, con un sistema de conducción por alambres para mantener la planta y el fruto alejados del suelo. El tipo de riego era por surco, mediante la utilización de una perforación de tipo “Pozo” el cual suministraba el agua para el desarrollo del cultivo.

Al momento de la cosecha los frutos recolectados se encontraban con un desarrollo óptimo para su recolección, es decir habiendo culminado la etapa de madurez fisiológica del fruto. Dicha condición de madurez es imprescindible para el buen desarrollo del ensayo.

Se llevó a cabo la cosecha de aproximadamente 20 kilos de fruta, en excelentes condiciones fitosanitarias y sin evidencia de daños por plagas.

La recolección fue de manera manual, y evitando en todo momento que la fruta sufriera algún tipo de daño.

Una vez llevada a cabo la cosecha del fruto, se trasladó al galpón del lugar para llevar a cabo los distintos tratamientos propuestos.

Como indica el trabajo se utilizó una Solución de Etileno "Ethrel", la cual se consiguió previamente. El Etileno provino de la provincia de Buenos Aires, de la compañía agroquímica Agrocentral S.R.L.

La solución de etileno de marca comercial TIFON, fue preparado en un tacho de 20 litros a 4000 ppm, en el cual se colocaron 40 ml de Ethrel en 10 litros de agua (1:250) se procedió a mezclar y se obtuvo la solución tratante.

Para cada uno de los tratamientos se colocaron en bandejas plásticas 20 tomates de calibres similares.

Se sometió a los tomates de la bandeja n°1 correspondiente al tratamiento (Ethrel a 14°C) a una inmersión en la solución de Ethrel preparada por un periodo de Diez minutos. Luego de transcurrido dicho tiempo, se extraen los tomates del tacho, y se los deja escurrir, por un tiempo de 5 minutos y se colocan en su bandeja correspondiente nuevamente, indicando en dicha bandeja el tipo de tratamiento y la fecha del ensayo.

Luego se procedió de la misma manera con los tomates pertenecientes a la bandeja n°3 del tratamiento (Ethrel a 24°C), luego se colocaron nuevamente en su bandeja correspondiente.

A los tomates del tratamiento de la bandeja nº2 y nº4 se los sometió por 10 minutos a una inmersión de agua pura, sin ningún tipo de agregado, para realizar el blanco.

Luego de colocados los tomates en su respectiva bandeja se procedió a llevarlos a las diferentes temperaturas correspondientes a cada tratamiento.

El ensayo se llevó a cabo en las instalaciones del Frigorífico Aconcagua. Dicho establecimiento está ubicado en la calle Minuzzi, departamento de Godoy Cruz, provincia de Mendoza.

El cual cuenta en sus instalaciones con lugares de guarda para diferentes temperaturas.

Por lo que el tratamiento nº1 y nº2 se colocaron en cámaras de temperatura controlada a 14°C ubicadas en el subsuelo del lugar.

Las bandejas del tratamiento nº3 y nº4 se ubicaron en la antecámara del lugar el cual se encontraba a una temperatura de 24°C.

Una vez que ubicamos las bandejas a las diferentes temperaturas y con los diferentes tratamientos, al día siguiente comenzamos con los análisis diarios de laboratorio para cada tratamiento.

Para los análisis diarios utilizamos las instalaciones de la Facultad Don Bosco, ubicada en ruta 50 Rodeo del Medio departamento de Maipú provincia de Mendoza.

Durante un tiempo prefijado de veinte días se tomaron una muestra de cada tratamiento, la recolección de muestras se efectuó cada tres días aproximadamente.

Una vez en el laboratorio y utilizando una planilla de control se midieron los siguientes parámetros: color, resistencia al penetrómetro, acidez, pH, sólidos solubles.

Se procedió a seleccionar el tomate de muestra, luego se determinó por tabla el grado de madurez expresado según el porcentaje de coloración de la piel del fruto, según tabla.

Figura11

Clasificación de madurez según Color



Escala de color para la cosecha de tomate.

Grado de madurez	Descripción
1	La piel del tomate está completamente verde con tonalidades claras u oscuras (puede verse una estrella blanca en el extremo apical)
2	10% de la superficie del fruto con colores amarillos y anaranjados a rojos.
3	10 al 30% de la superficie del fruto con colores amarillo, anaranjados a rojos.
4	30 al 60% de la superficie del tomate tiene color rosado o rojo.
5	60 al 90% de la superficie del tomate con colores rosados o rojo.
6	Más del 90% de la superficie del tomate con color rojo.

Fuente Inta 2013

Luego se determinó mediante la utilización del penetrómetro la resistencia de la pulpa a la presión del instrumento. Para esto se procedió a eliminar la epidermis del tomate mediante una cuchilla de corte para evitar alteraciones en el resultado debido a la resistencia del pie.

Figura 12

Determinación de Resistencia de Pulpa con Penetrómetro



Autor: Zavattieri (2022)

Una vez determinada la resistencia de corto el tomate de manera transversal para observar el estado de madurez del interior.

Figura 13

Tomate Trozado Verticalmente en Laboratorio



Zavattieri (2022)

Una vez troceado el tomate se lo llevó a la exprimidora para la obtención del zumo de tomate el cual era necesario para realizar los análisis posteriores.

Figura 14

Zumo de Tomate Obtenido en Laboratorio



Zavattieri (2022)

Una vez obtenido el jugo y mediante el empleo de un peachímetro marca Hanna 8424, se midió el pH del zumo registrando el resultado en la planilla de anotaciones.

Figura 15

Determinación de Ph con peachímetro en laboratorio



Zavattieri (2022)

Se procedió a limpiar con agua destilada los electrodos del peachímetro para no afectar la próxima lectura, se seca y se coloca el capuchón correspondiente.

Una vez leído el pH, se procede al análisis de sólidos solubles, para ello, utilizaremos un refractómetro marca Mellth con una graduación de 0 a 30 %.

Figura 16

Lectura tomada sobre el ocular del refractómetro

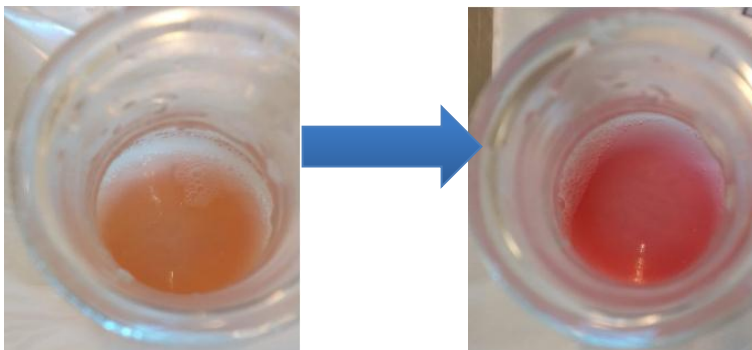


Zavattieri (2022)

Para finalizar los ensayos se procede a la medición de acidez total expresada en % Ac. Cítrico, para lo cual en un Erlenmeyer colocamos 5 ml de muestra, agregamos 10 ml de agua destilada, y 3 gotas de fenolftaleína como indicador, agitamos el Erlenmeyer y titulamos con Hidróxido de Sodio 0.1 N hasta viraje. (Salmón a Rosado/Fuxia).

Figura 17

Viraje de Color en determinación de Acidez



Zavattieri (2022)

Hacemos la lectura del gasto de hidróxido gastado durante la titulación en la bureta y calculamos mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * \text{meq}_{\text{ácido X}} * 100}{V}$$

donde: V_{NaOH} = volumen de NaOH usado para la titulación, N_{NaOH} = normalidad del NaOH, $\text{meq}_{\text{ácido X}}$ = miliequivalentes de ácido. Los valores equivalentes de base a ácido para el ácido cítrico es: 0.064.

Una vez culminado el análisis procedemos de la misma manera con cada uno de los tomates representante a cada tipo de tratamiento.

Dejamos todo asentado en las planillas de laboratorio diarias.

Figura 18

Planilla de datos utilizada en laboratorio

The image shows a laboratory data sheet titled "PLANILLA CONTROL DE ENLACE". It contains two sections, each with a table for recording data. The tables have columns for "Fecha de Enlace", "Cantidad de Enlace", "Acidez", "Normalidad", and "Observaciones". The data is handwritten in the tables.

Zavattieri (2022)

CAPÍTULO IX: Presentación de los datos

En este capítulo se presentan los valores que arrojaron los diferentes análisis de control para cada tratamiento. Como se mencionó anteriormente dichas mediciones se llevaron a cabo en el laboratorio de investigación de la Facultad Don Bosco, la cual brindó los materiales y los instrumentos necesarios para llevar adelante el ensayo.

Los análisis se realizaron con una periodicidad aproximada de tres días, los cuales se consideró suficientes para percibir cambios en el proceso madurativo de la fruta.

Se realizó recopilación fotográfica de todos los análisis, las cuales estarán publicadas en otro apartado del trabajo.

Se trabajó con equipos de medición perfectamente calibrados y con estrictas condiciones de metodología.

9.1 Tratamiento nº1. Ethrel a 14°C

Tabla 2

Planilla Tratamiento nº1

PLANILLA CONTROL DE ENSAYO					
TRATAMIENTO					
Con solución de Ethrel a 14°C					
Día	Escala de Color (Grado)	Grados °Brix	Acidez	Resistencia	pH
06-may	1	4,2	0,5376	15	4,18
09-may	2	4,3	0,5112	13	4,25
11-may	2	4,4	0,4992	10	4,26
13-may	3	4,5	0,448	8,5	4,28
16-may	5	4,5	0,4352	7	4,29
19-may	6	4,7	0,4096	6,5	4,3
23-may	6	4,8	0,3712	5	4,31
24-may	7	4,8	0,3712	5	4,31

Zavattieri (2022)

9.2 Tratamiento nº2. Agua a 14°C

Tabla 3

Planilla Tratamiento nº2

TRATAMIENTO					
Sin Solución de Ethrel a 14 ° C					
Día	Escala de Color(Grado)	Grados °Brix	Acidez	Resistencia	Ph
06-may	1	4,1	0,5504	15,5	4,19
09-may	2	4,1	0,5376	14	4,2
11-may	2	4,2	0,5112	12	4,22
13-may	3	4,2	0,5112	10,5	4,23
16-may	3	4,3	0,4992	9	4,24
19-may	4	4,3	0,4995	8,5	4,25
23-may	5,5	4,5	0,4736	7	4,26
24-may	6	4,6	0,448	6,5	4,28

Zavattieri (2022)

9.3 Tratamiento nº3. Ethrel a 24°C

Tabla 4

Planilla Tratamiento nº3

PLANILLA CONTROL DE ENSAYO					
TRATAMIENTO			Con solución de Ethrel a 24°C		
Día	Escala de Color(Grado)	Grados °Brix	Acidez	Resistencia	pH
06-may	1	4	0,5376	13	4,18
09-may	3	4,1	0,5112	10	4,25
11-may	4	4,3	0,4992	7	4,27
13-may	5,5	4,4	0,449	6,5	4,29
16-may	6	4,5	0,449	5	4,29
19-may	6,5	4,6	0,4352	4	4,29
23-may	7	4,7	0,4096	4	4,3
24-may	7	4,7	0,4096	3	4,3

Zavattieri (2022)

9.4 Tratamiento nº4. Agua a 24°C

Tabla 5

Planilla Tratamiento nº4

TRATAMIENTO			Sin Solución de Ethrel a 24 ° C		
Día	Escala de Color(Grado)	Grados °Brix	Acidez	Resistencia	Ph
06-may	1	4,1	0,5376	15	4,21
09-may	2	4,2	0,5112	13	4,24
11-may	3,5	4,3	0,5112	10	4,25
13-may	4	4,4	0,4992	8,5	4,27
16-may	5	4,4	0,449	7,5	4,29
19-may	6	4,5	0,4352	6	4,29
23-may	6	4,6	0,4096	5,5	4,3
24-may	6,5	4,7	0,4096	5	4,3

Zavattieri (2022)

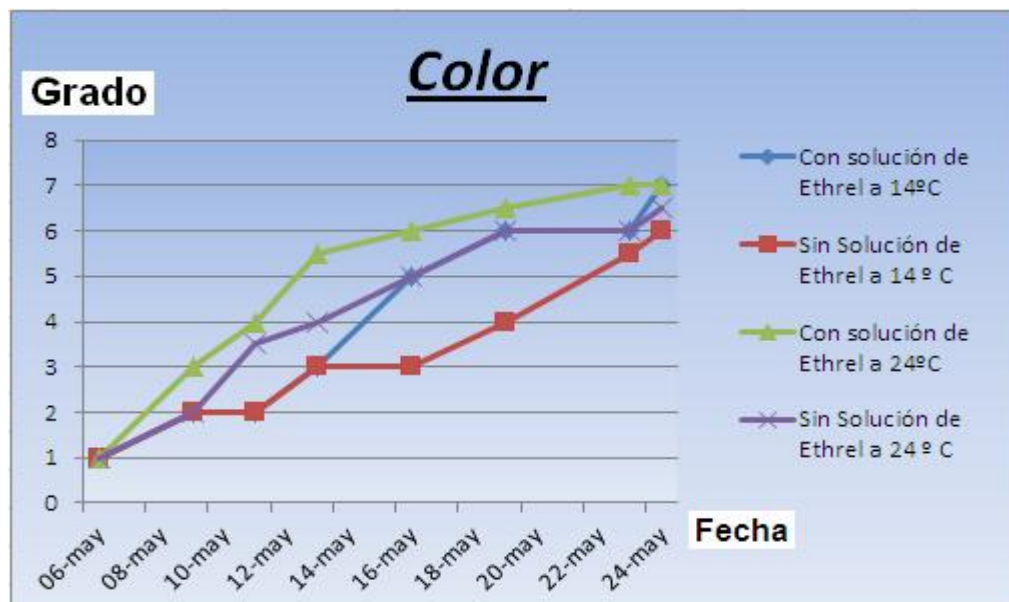
CAPÍTULO X: Análisis de los Datos

Dentro de los parámetros relevados, la determinación del color fue la primera en llevarse a cabo, debido a que para las demás mediciones se precisaba la destrucción de la muestra.

Como se mencionó anteriormente esta determinación se utilizó la escala de color para tomate de tipo “perita”.

Figura 19

Variación del Grado de Color por tratamiento en el Tiempo



Zavattieri (2022)

A través de las mediciones se pudo determinar, que el tratamiento que mayor escala de color presento fue el nº3, CSE24 (con solución de etileno a 24º), dentro de los primeros 10 días de ensayo el cambio de color fue exponencial, luego se ve como el cambio de color sigue avanzando pero a menor velocidad, llegando a una tonalidad de tipo Violácea, pasando el nivel máximo de madures para la escala utilizada. Se pudo observar la presencia de un color rojo intenso y opaco en los últimos días de ensayo.

En el caso del tratamiento nº2, SSE 14 (sin solución de etileno a 14ºC) fue el que mayor tiempo tardó en modificar su coloración, el cual demoró 10 días más que el tratamiento nº3 para alcanzar el mismo grado de madurez (grado 6). Su evolución madurativa fue muy lenta y despereja. Desde el inicio del tratamiento hasta alcanzar el mayor grado de madurez transcurrieron 18 días de ensayos.

Los valores arrojados por el tratamiento nº1 CSE 14 (con solución de etileno a 14ºC), nos muestran un equilibrio en el tiempo de desarrollo del color. Se puede observar un cambio de coloración gradual y moderado en el transcurso de los días con mayor velocidad de cambio que el tratamiento nº2 pero menos exponencial que el tratamiento nº3, por lo que encontramos un cambio de color constante y parejo día a día.

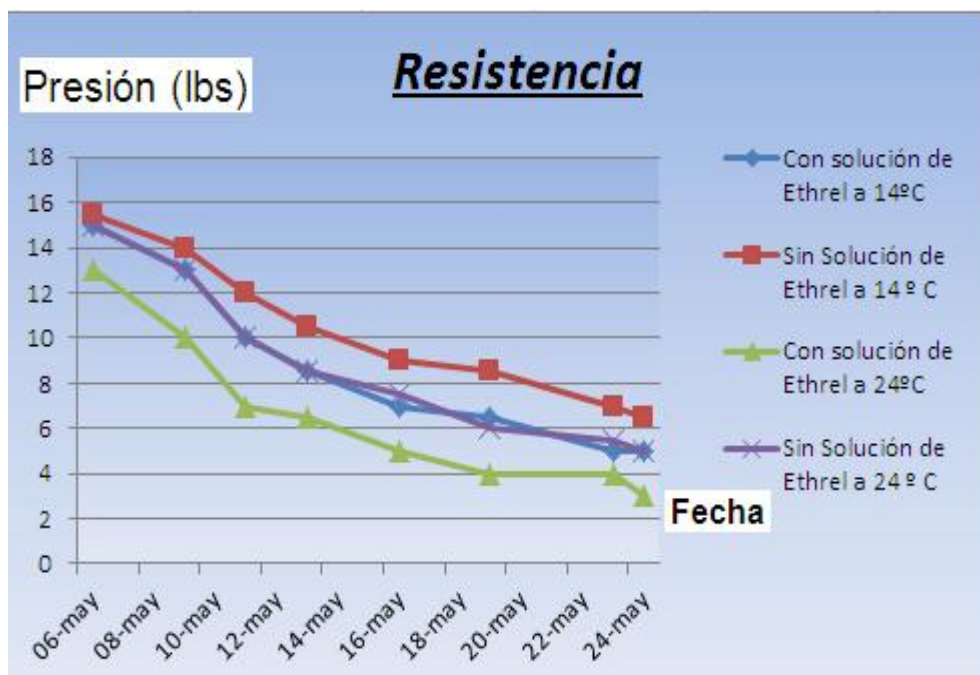
En el tratamiento nº4, SSE 24 (sin solución de etileno a 24ºC) presenta una evolución de coloración rápida en los primeros cuatro días de tratamiento y luego evoluciona de manera moderada pero constante, alcanzando su máximo grado de madurez (grado 6) a los 14 días de desarrollado el ensayo.

En el análisis de este parámetro, se observa como en todos los casos el efecto del etileno y de la temperatura altera la velocidad de maduración de forma diferente para cada uno de los tratamientos.

Una vez realizada la determinación de color, y con el fruto aún entero, se procede a la determinar la resistencia de la pulpa frente a la presión ejercida por el penetrómetro expresado en Libras de presión.

Figura 20

Variación de Resistencia de Pulpa por tratamiento en el Tiempo



Zavattieri (2022)

Al momento de iniciar las mediciones, día cero, el valor de resistencia para el tratamiento n°1(CSE14) fue de 15 lbs, el tomate se encontraba recién cosechado y cursando el menor grado de madurez organoléptica de la escala de color. La firmeza de la pulpa era apreciable al tacto.

A medida que fueron pasando los días se pudo apreciar que la resistencia de la pulpa al penetrómetro pasó de 15 lbs inicial a 8.5 lbs de manera constante en una semana aproximadamente.

Para alcanzar la mínima resistencia registrada a los 18 días de tratamiento, llegando a 4 libras de resistencia a la presión.

De la misma manera se encontraba el tomate de muestra para el tratamiento n°2, se podía apreciar a simple vista la rigidez de la pulpa, para este tratamiento la resistencia inicial al penetrómetro fue de 15.5 lbs de presión, y las condiciones previas al ensayo eran las mismas que para el tratamiento n°1.

En este caso podemos observar que la resistencia al penetrómetro disminuyó en menor proporción a lo largo del ensayo, cuya disminución de la resistencia fue bajando de manera lenta en comparación con los otros tratamientos. Llegando a alcanzar una resistencia de 6.5 lbs de presión a los 18 días de tratamiento, el valor más alto de los cuatro tratamientos.

Para el tratamiento n°3 (CSE 24), partimos de una resistencia inicial de 13 lbs, considerando que la fruta se encontraba inicialmente en el mismo estado para todos los tratamientos realizados.

Y se puede observar como en una semana su resistencia bajo a 7lbs más del 50 % de la resistencia medida inicialmente, para este tratamiento se pudo detectar a simple vista como la pulpa iba cambiando su consistencia y se hacía más blanda al tacto.

Este tratamiento fue el que menor resistencia obtuvo de los cuatro tratamientos llegando al día 18 con una resistencia final de 3 lbs de presión.

En el tratamiento nº4 (SSE 24) podemos observar una similitud muy marcada con respecto a los resultados arrojados por el tratamiento nº1(CSE 14).

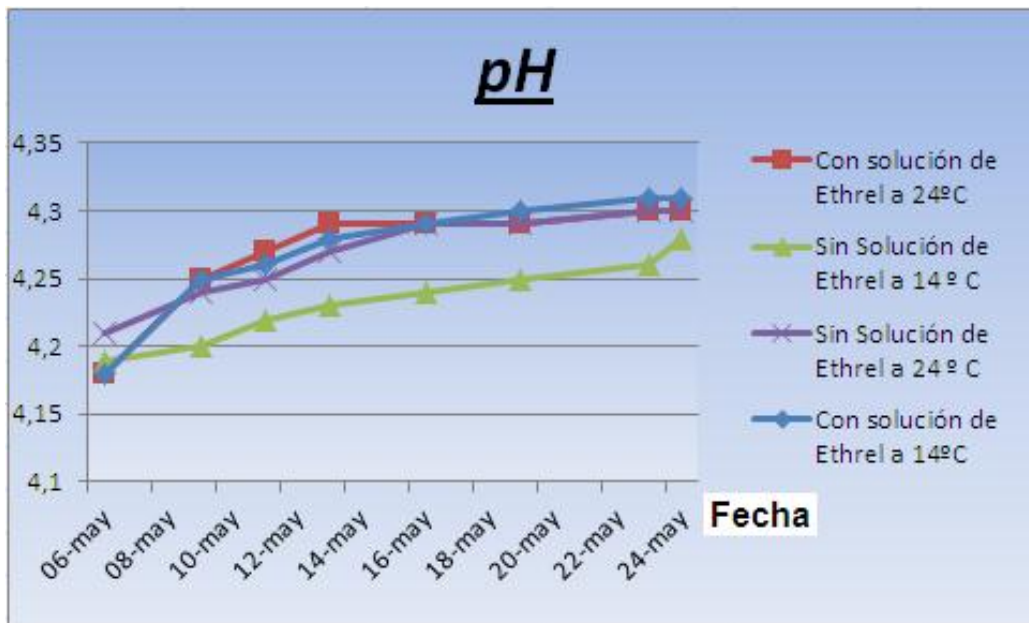
De la misma manera que hemos mencionado para los casos anteriores el tomate de muestra utilizado para este tratamiento se encontraba en las mismas condiciones iniciales. Partiendo de una resistencia inicial arrojada por el penetrómetro de 15 lbs de presión, la evolución de la pulpa frente a la resistencia fue muy marcada en los primeros 7 días de ensayo, alcanzando un valor de 10 lbs de presión en la primera semana.

Como ocurrió en el tratamiento nº1, la disminución de la resistencia fue progresiva y constante alcanzando la pulpa a los 18 días de ensayo una resistencia de 5 lbs apenas por encima del tratamiento nº1 el cual finalizó con 4 lbs de presión el análisis.

Luego de la determinación del color como de la resistencia a la penetración, se procedió al trozado y obtención del mosto de los tomates de muestra.

Figura 21

Variación del pH por tratamiento en el Tiempo



Zavattieri (2022)

Como se puede ver en los resultados frente a la medición del pH por peachimetro, el tratamiento n°1(CSE 14) inició con un pH de 4.18, el cual los primero 4 días aumentó de manera rápida alcanzando los 4.25, luego siguió en aumento pero en menor proporción por día para finalizar con un pH cercano a 4.31.

El tratamiento n°2 (SSE 14) inició con un pH de 4.21 tardando cuatro días en aumentar a 4.24, luego su evolución fue muy lenta y en ningún momento se modificó drásticamente el pH a lo largo del tiempo no llegando a superar los 4.28 en 18 días de tratamiento.

Para el tratamiento n°3 (CSE 24) partió con un pH inicial de 4.18 aumentando drásticamente a 4.25 en los primeros tres días de ensayo. Luego su aumento fue constante pero en menor proporción que por ejemplo el tratamiento n°1 el cual arrancó de manera similar que el tratamiento 3 pero su evolución fue mucho más explosiva en el tiempo, llegando a alcanzar en los 18 días que duró el análisis un valor de pH máximo de 4.30.

El tratamiento n°4 (SSE 24) inició el ensayo con un pH de 4.21, siendo el pH inicial más alto de los cuatro ensayos. De la misma manera que para el tratamiento n°1 y n°3 el tratamiento n°4 aumentó su pH de manera rápida pasando de 4.21 a 4.24 en solo tres días. Luego del día 7 llega a 4.29 y se detiene en ese valor durante cuatro días para luego llegar al valor final que fue 4.30.

Cabe destacar que todos los análisis se hicieron manteniendo todas las medidas operativas necesarias para la obtención de resultados confiables.

Para cada tratamiento se profundizó la limpieza de todo el equipo como así también el material de vidrio, evitando mezclar los tratamientos.

Una vez determinado el color y la resistencia de la pulpa procedimos a medir el contenido de sólidos solubles expresados en grados °Brix a través del empleo de un refractómetro óptico.

Figura 22

Variación de Sólidos Solubles por Tratamiento en el Tiempo



Zavattieri (2022)

Para el análisis de sólidos solubles se puede determinar que el tratamiento n°1(CSE 14) inició con 4.2 g/l de s.s y de manera progresiva y constante en los primeros 8 días de ensayo llegó a 4.5 g/l, para luego estacionarse en 4.5 g/l durante 3 días y luego retomar el incremento nuevamente hasta alcanzar el valor máximo a los 17 días de ensayo, y mantenerse en ese valor hasta culminar el análisis.

En el caso del tratamiento n°2(SSE 14), inició con una concentración de sólidos solubles cercana a los 4.1 g/l, al transcurrir los días de ensayo el valor se mantuvo constante en esa misma concentración por 5 días, luego hubo un leve

incremento a 4.2 g/l estacionados en esa cifra durante los siguiente 3 días, para luego alcanzar un valor de 4.3g/l, en el tramo final del análisis alcanzó el máximo valor en este tratamiento que fue 4.6 g/l a los 18 días de iniciado el tratamiento.

El tratamiento nº3 inició el ensayo con una concentración de sólidos solubles de 4 g/l, siendo la concentración inicial más baja entre los cuatro tratamientos realizados.

Luego de transcurridos los primeros 3 días de análisis se puede observar un pequeño incremento de concentración llegando a 4.1 g/l, luego del cuarto día se ve como aumenta rápidamente la concentración llegando a 4.3 g/l.

Luego de se puede observar como el incremento se va produciendo constantemente día a día llegando al día 17 de ensayo a su máxima concentración de sólidos solubles que fue de 4.7, para estacionarse en ese valor hasta el final de los análisis.

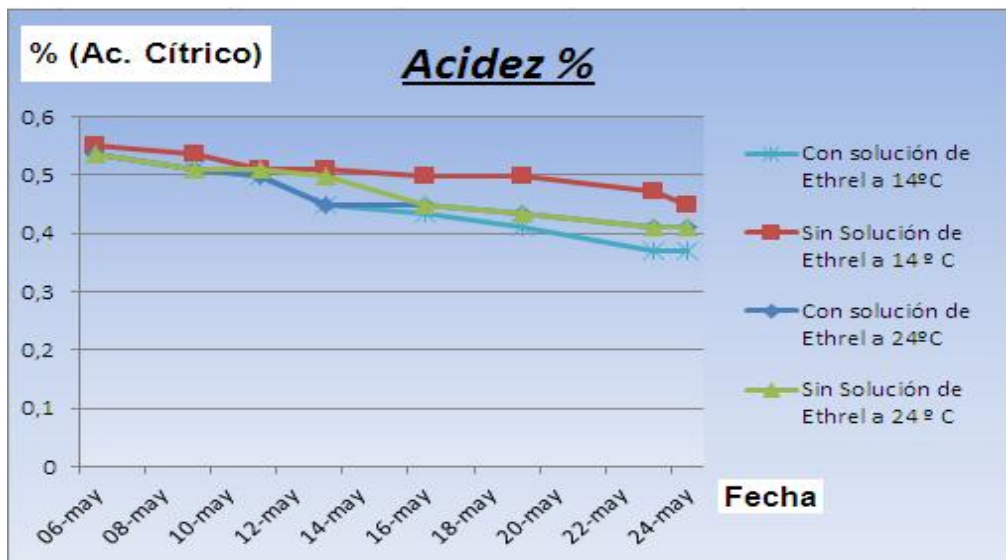
El tratamiento nº4(SSE 24), inició el análisis con una concentración de 4.1 g/l, similar a la concentración inicial del tratamiento nº2, luego de transcurridos los primeros días de ensayo, se observa que no se han modificado los s.s, y su concentración permanece igual durante los primero 5 días.

Luego se puede ver un incremento diario constante hasta alcanzar su valor de máxima concentración de sólidos solubles a los 18 días de transcurrido el inicio de los análisis.

Para finalizar los ensayos analíticos se llevó a cabo la determinación de la acidez total mediante titulación con hidróxido de sodio 0,1 N.

Figura 23

Variación de la Acidez por tratamiento en el Tiempo



Zavattieri (2022)

En el análisis de los datos arrojados mediante la determinación de acidez directa, para el tratamiento n°1(CSE 14) se inició con una acidez total expresada en ácido cítrico de 0.5376% y su disminución fue constante día a día hasta alcanzar el valor mínimo de acidez 0.3712% a los 17 días de manteniéndose constante en ese valor hasta finalizar el ensayo.

En el caso del tratamiento n°2(SSE 14) inició con una acidez total expresada en ácido cítrico de 0.5504%, levemente superior al del tratamiento n°1, su evolución fue muy lenta en el tiempo y su disminución en algunos momento del ensayo fue nula, como es en el caso del periodo entre el día 9 y 13 de iniciado

el tratamiento, alcanzó su valor mínimo de acidez a los 17 días de iniciado el análisis con un valor de 0.448 % expresado en ácido cítrico.

Para el tratamiento nº3 se puede observar que se inicia con una acidez de 0.5376 igual a la acidez inicial del tratamiento nº1, para este tratamiento vemos como comienza disminuyendo constantemente hasta el día 5 de transcurrido el inicio del ensayo donde la acidez cae rápidamente hasta llegar a un valor de 0.449% en 4 días, luego vuelve a mantenerse constante hasta llegar al valor mínimo de acidez, el día número 17 de transcurrido el inicio del ensayo con una acidez de 0.4096.

Para el tratamiento nº4(SSE 24), inicia con una acidez similar a la del tratamiento nº3 0.5376 con un comportamiento similar al del tratamiento nº3 con la marcada diferencia en los momentos en donde se produce la caída brusca de la acidez, que para el tratamiento nº3 fue a los 7 días de iniciado el tratamiento y para el tratamiento nº4 fue de 5 días, alcanzando un valor de 0.449%, disminuyendo progresivamente hasta alcanzar el valor mínimo de 0.4096%

CAPÍTULO XI: Interpretación de los Datos

Luego de analizar los datos obtenidos de los ensayos para cada tratamiento se pueden interpretar los resultados de la siguiente manera.

El cambio de consistencia de la pulpa se debe a la degradación de los componentes de la pared celular como son las sustancias pépticas y hemicelulosa. Esta degradación de los componentes de la pared se ven favorecidas por el incremento de la temperatura, aumentando el metabolismo enzimático, de enzimas como la pectin metil esterases y poligalacturonasa.

Al incrementarse la tasa respiratoria como consecuencia del aumento en las concentraciones de etileno y la temperatura, las células comienzan a utilizar como sustancias respirables azúcares simples, como la glucosa y la fructosa, provenientes de la degradación del almidón. Las enzimas encargadas de la degradación del almidón son las alfa-amilasas, las cuales se ven favorecidas por el incremento de la temperatura (24°C).

La acidez del fruto disminuye a medida que avanza el tiempo de madurez organoléptica, debido a que los ácidos orgánicos presentes en el tomate junto con los azúcares simples son utilizados como sustratos respiratorios.

El contenido de sólidos solubles aumenta debido a la degradación de sustancias de reserva como el almidón como así también por reacciones de síntesis.

Podemos entender cómo fue el comportamiento de cada uno de los tratamientos al modificar las concentraciones de etileno y modificar la temperatura de almacenamiento.

Para el tratamiento n°1 el cual se trató la muestra con solución de Ethrel y se almacenó a 14°C, si bien se agregó de manera exógena etileno, la temperatura de almacenamiento fue menor a la óptima para el desarrollo enzimático, por ende, se puede observar que su equilibrio madurativo en el tiempo se debe a una disminución en la degradación enzimática. Lo que generó un tomate con una madurez equilibrada y con una respiración celular activa pero controlada.

Para el tratamiento n°2 sin solución de etileno y almacenada a 14°, se puede observar claramente que su tasa respiratoria fue la más baja de todas, considerando que no se vio incrementada su concentración de etileno de manera exógena y al encontrarse bajo un temperatura inferior a la óptima para el desarrollo enzimático su evolución fue menor.

Se puede ver una evolución madurativa muy lenta, y con modificaciones organolépticas más controladas en el tiempo.

En el caso del tratamiento nº3 con solución de etileno y almacenamiento a 24°C, al incorporar de manera exógena etileno al fruto y al aumentar la temperatura de almacenamiento a 24°C, la tasa respiratoria del tomate fue máxima. La autocatálisis de etileno y la temperatura generaron las condiciones óptimas para el desarrollo enzimático.

Para este tratamiento la velocidad de madurez fue mayor, y la disminución de la firmeza la pulpa fue muy rápida, al igual que el cambio de color, esto debido como mencionamos anteriormente a la acción de las enzimas.

Para el tratamiento nº4 sin solución de etileno con almacenamiento a 24°C, la velocidad de madurez fue rápida, se puede apreciar para este caso que la responsable de la velocidad de madurez es la temperatura, que acelero los procesos metabólicos tanto en la degradación de la pulpa como en la degradación de la clorofila durante el cambio de color.

CONCLUSIÓN

Luego de llevar a cabo el ensayo, la recopilación de datos y las mediciones analíticas y organolépticas de cada tratamiento; hemos concluido que el tratamiento nº3 el cual se expuso a la muestra a una solución de Etileno a 24°C de conservación fue el que alcanzo mayor velocidad madurativa, debido a la condiciones óptimas para los procesos enzimático que intervienen en el desarrollo organolépticas del fruto, el tratamiento nº2 sin utilización exógena de etileno y utilizando una temperatura de almacenamiento de 14°C, se pudo determinar que fue el tratamiento con menor velocidad madurativa, la falta de temperaturas óptima para el desarrollo enzimático y la baja tasa respiratoria hicieron que su evolución en el tiempo fuese lento y desequilibrado obteniendo tomates más ácido y con sabores desagradables para el consumo.

Los otros dos ensayos intermedios como el tratamiento nº1 con solución de etileno a 14°C y el tratamiento nº4 sin solución de etileno a 24°C de conservación arrojaron resultados similares en el tiempo de madurez, el equilibrio entre el agregado de hormona y la temperatura hicieron que si bien el tiempo de madurez del tratamiento nº 1 fue más lento se obtuvieron mejores resultados en las características organolépticas del fruto, lo mismo ocurrió en el tratamiento nº4 en donde la velocidad de madurez fue mayor que la del

tratamiento nº1 pero su evolución organoléptica fue inferior en calidad para consumo.

Por lo tanto, como hemos visto en el análisis de cada tratamiento, tanto el etileno como la temperatura influyen directamente en el desarrollo madurativo del fruto, su incidencia en los procesos fisiológicos estará sujeta a la acción de la hormona en función de la temperatura de almacenamiento.

Con este ensayo se deja asentado el comportamiento del fruto para las temperaturas específicas de almacenamiento de 14°C y 24°C, que puede ser material base para futuras investigaciones.

ANEXO FOTOGRÁFICO

TRATAMIENTO N°1

Figura 23

Evolución en el tiempo del color y la pulpa en Tratamiento n°1



Zavattieri (2022)

TRATAMIENTO N°2

Figura 24

Evolución en el tiempo del color y la pulpa en Tratamiento n°2



Zavattieri (2022)

TRATAMIENTO N°3

Figura 25

Evolución en el tiempo del color y la pulpa en Tratamiento n°3



Zavattieri (2022)

TRATAMIENTO N°4

Figura 26

Evolución en el tiempo del color y la pulpa en Tratamiento n°4



Zavattieri (2022)

TRATAMIENTO N°1

Figura 27

Evolución cronológica de las muestras de tomate para tratamiento n°1



Zavattieri (2022)

TRATAMIENTO N°2

Figura 28

Evolución cronológica de las muestras de tomate para tratamiento n°2



Zavattieri (2022)

TRATAMIENTO N°3

Figura 29

Evolución cronológica de las muestras de tomate para tratamiento n°3



Zavattieri (2022)

TRATAMIENTO N°4

Figura 30

Evolución cronológica de las muestras de tomate para tratamiento n°4



Zavattieri (2022)

BIBLIOGRAFÍA

Adel, A. Kader. (2002). Tecnología postcosecha de cultivos Hortofrutícolas.

[https://books.google.com.ar/books?id=x62K8WywAt4C&printsec=frontcover&hl=es
&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ar/books?id=x62K8WywAt4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Ciro, L, Arias Velázquez. (2000). Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales. Cap. 1(Aspectos generales).

Facultad de Ciencias Agrarias Mendoza. (2019). *Manejo postcosecha de tomate*. Cátedra de Fisiología Vegetal.

G Calvo, Candan A, Colodner A y Gomila T. (2018). Tecnología de postcosecha de tomate. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA (2013).Control Calidad Postcosecha de Tomate. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ficha_n_1_-_cosecha_3.pdf

Universidad Nacional de Chile (2009). Manejo Post Cosecha de Tomate. Nodo Hortícola.http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_tomate

Universidad Nacional de Chile (2015). Manejo Post Cosecha de Tomate.<https://libros.uchile.cl/files/presses/1/monographs/1082/submission/proof/15/index.html#zoom=z>

Universidad Nacional de la Plata (2009). *Manual de Cultivo de Tomate*. Cátedra de Horticultura y Floricultura FCAYF.

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1: Descripción Partes del Fruto de Tomate	8
Figura 2: Cambios Físico-Químico maduración organoléptica del tomate	9
<i>Figura 3: Evolución de la intensidad respiratoria</i>	14
<i>Figura 4: Evolución de la Respiración y Producción Frutos Climatéricos</i>	15
<i>Figura 5: Intensidad respiratoria en función de la temperatura</i>	17
Figura 6: Colorímetro Triestímulo. Fuente INTA 2013	29
Figura 7: Medición con Penetrómetro Fuente Inta 2013	29
Figura 8: Medición sólidos solubles con Refractómetro. Fuente INTA 2013	30
Figura 9: Medición acidez total con peachímetro digital. Fuente INTA 2013	30
Figura 10: Etileno Líquido en Bidón de 1 litro marca Tifón	31
Figura 11: Determinación de Resistencia de Pulpa con Penetrómetro	34
Figura 12: Tomate Trozado Verticalmente en Laboratorio	35
Figura 13: Zumo de Tomate Obtenido en Laboratorio	35
Figura 14: Determinación de Ph con peachímetro en laboratorio	35
Figura 15 Lectura tomada sobre el ocular del refractómetro	36
Figura 16: Viraje de Color en determinación de Acidez	36
Figura 17: Tabla de Datos de Laboratorio	37

Figura 18: Variación del Grado de Color por tratamiento en el Tiempo	40
Figura 19: Variación de Resistencia de Pulpa por tratamiento en el Tiempo	41
Figura 20: Variación del pH por tratamiento en el Tiempo	43
Figura 21: Variación de Sólidos Solubles por tratamiento en el Tiempo	45
Figura 22: Variación de la Acidez por tratamiento en el Tiempo	46
Figura 23: Evolución en el tiempo del color y la pulpa en Tratamiento nº1.....	69
Figura 24: Evolución en el tiempo del color y la pulpa en Tratamiento nº2.....	69
Figura 25: Evolución en el tiempo del color y la pulpa en Tratamiento nº3.....	69
Figura 26: Evolución en el tiempo del color y la pulpa en Tratamiento nº4.....	69
Figura 27: Evolución cronológica de las muestras de tomate para trat.nº1.....	70
Figura 28: Evolución cronológica de las muestras de tomate para trat.nº2.....	71
Figura 29: Evolución cronológica de las muestras de tomate para trat.nº3.....	72
Figura 30: Evolución cronológica de las muestras de tomate para trat.nº4.....	73

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación Cuantitativa de la Resistencia de la Pulpa.	28
Tabla 2: Clasificación cualitativa de la Resistencia de la pulpa	28
Tabla 3: Planilla Tratamiento nº1	38
Tabla 4: Planilla Tratamiento nº2	39
Tabla 5: Planilla Tratamiento nº3	39
Tabla 6: Planilla Tratamiento nº4	39

ÍNDICE ANALÍTICO

RESUMEN	3
AGRADECIMIENTOS	4
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I: TOMATE	9
1.1 Generalidades del Tomate	9
1.2 Características Botánicas del Tomate	10
1.3 Aspectos Morfológicos del Tomate	10
CAPÍTULO II: MADUREZ DEL FRUTO	12
2.2 Tipos de Madurez	15
CAPÍTULO III: FISIOLOGÍA DE LA RESPIRACIÓN	17
3.1 Características	17
3.2 Climaterio	19
3.3 Factores que afectan la respiración durante la postcosecha	21
CAPÍTULO IV ETILENO	28
4.1 Biosíntesis de Etileno	28
4.2 Regulación	29

4.3 Inhibidores	29
4.4 Acción del Etileno en la Maduración de los Frutos	31
4.5 El Etileno y la Respiración	31
4.6 El Etileno y el Ablandamiento de los Frutos	32
4.7 Efectos no Deseables del Etileno sobre la Fruta	32
CAPÍTULO V: POST COSECHA DE FRUTO CLIMATÉRICO	34
5.1 Desórdenes Fisiológicos En Postcosecha	34
5.2 Manejos En Cosechas Y Postcosecha	34
5.3 Consideraciones Prácticas	37
CAPÍTULO VI: CALIDAD DEL TOMATE	38
6.1 Características o Atributos de Calidad	38
6.2 Control De Calidad	39
CAPÍTULO VII: ETILENO UTILIZADO	43
7.1 Generalidades Del Producto Utilizado	43
7.2 Instrucciones Para el Uso	43
7.3 Equipos De Aplicación	43
7.4 Tratamiento De Tomate Con Tifón	44
CAPÍTULO VIII: Descripción del Ensayo	45
CAPÍTULO IX: Presentación de los datos	52

CAPÍTULO X: Análisis de los Datos	55
CAPÍTULO XI: Interpretación de los Datos	65
CONCLUSIÓN	68
ANEXO FOTOGRÁFICO	70
BIBLIOGRAFÍA	75
ÍNDICES DE FIGURAS	77
ÍNDICES DE TABLAS	78