



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



### **[Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)**

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

**CONSTANCIA**

El que subscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**“INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DEL DIÓXIDO DE AZUFRE EN EL GRADO DE MADURACIÓN DE LAS FRUTAS CONTENIDAS EN EMPAQUES PARA EXPORTACIÓN”**

Presentado por:

**Bach. CHANG MACHADO MARIA LOURDES**

Autor de la Tesis del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de **INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA**. El Resultado obtenido es 8% (PORCENTAJE DE SIMILITUD) por lo cual, se otorga el calificativo de:

**APROBADO**, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

El porcentaje de similitud es menor del 20%, establecido como máximo por Reglamento de Evaluación de originalidad.

Ica, 03 de abril de 2025

Nº de Recibo: 20152234

 UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
  
Dr. FERNANDO EDUARDO CANO LEGUA  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA



**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUÍS GONZAGA”**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

Facultad de Ingeniería de Ingeniería Química y Petroquímica



Tesis:

**Influencia de la concentración del dióxido de azufre en el grado de maduración de las frutas contenidas en empaques para exportación**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

**Línea de investigación:** Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles.

**AUTORA:** CHANG MACHADO MARIA LOURDES

**ASESOR:** ROSALIO CUSI PALOMINO

ICA – PERÚ

2025

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Quien siempre ha sido mi guía  
y fortaleza en cada paso de este camino,  
por permitirme lograr concluir mi carrera  
te dedico este logro como testimonio  
de tu gracia en mi vida.

### **A MIS PADRES**

#### **HUBERT Y MARÍA**

Por brindarme su amor, apoyo y sus consejos  
para hacer de mí una mejor persona y lograr  
alcanzar esta meta tan ansiada.

### **A MI COMPAÑERO DE VIDA**

#### **JOSE ANTEZANA**

Por ser mi refugio en los días difíciles, mi aliento  
en cada desafío y mi compañero incondicional en este viaje.  
Tu amor, paciencia y apoyo inquebrantable han sido  
mi mayor fortaleza.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, Facultad de Ingeniería Química, alma mater de mi formación profesional.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Química por compartir sus conocimientos y brindarme su orientación que han sido fundamentales en mi formación y crecimiento profesional.

A mis compañeros de estudio, por su apoyo, su compañía y por hacer que este camino fuera más llevadero, finalmente agradezco a mi familia y a aquellas personas que contribuyeron en la realización de esta tesis.

## INDICE DE CONTENIDOS

|  | Pág. |
|--|------|
| PORTADA  | i    |
| DEDICATORIA                                    | ii   |
| AGRADECIMIENTO                                 | iii  |
| ÍNDICE <sup>i</sup> DE <sup>i</sup> CONTENIDOS | iv   |
| ÍNDICE <sup>i</sup> DE <sup>i</sup> TABLAS     | v    |
| ÍNDICE <sup>i</sup> DE <sup>i</sup> FIGURAS    | vi   |
| RESUMEN  | vii  |
| ABSTRACT                                       | viii |
| I. INTRODUCCIÓN                                | 9    |
| II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA                    | 12   |
| 2.1. Antecedentes                              | 12   |
| 2.2. Marco teórico.                            | 13   |
| 2.3. Marco conceptual.                         | 23   |
| 2.1. Estrategia metodológica.                  | 23   |
| 2.2. Procedimiento experimental (cálculos)     | 24   |
| III. RESULTADOS.                               | 29   |
| IV. DISCUSIÓN.                                 | 38   |
| V. CONCLUSIONES                                | 40   |
| VI. RECOMENDACIONES.                           | 41   |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.               | 42   |
| VIII. ANEXOS.                                  | 43   |

## INDICE DE TABLAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Tabla 1. Composición química del mango.                              | 29          |
| Tabla 2. Evaluación de la madurez del mango, datos iniciales. Día 0  | 30          |
| Tabla 3. Evaluación de la madurez del mango, datos iniciales. Día 2  | 31          |
| Tabla 4. Evaluación de la madurez del mango, datos iniciales. Día 4  | 32          |
| Tabla 5. Evaluación de la madurez del mango, datos iniciales. Día 6  | 33          |
| Tabla 6. Evaluación de la madurez del mango, datos iniciales. Día 8  | 34          |
| Tabla 7. Evaluación de la madurez del mango, datos iniciales. Día 10 | 35          |
| Tabla 8. Evaluación de la madurez del mango, datos iniciales. Día 12 | 36          |
| Tabla 9. Variación del índice de madurez del mango de ambos grupos.  | 37          |

## INDICE DE FIGURAS

|   | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Proceso de maduración de la mandarina.                                | 13   |
| Figura 2. Generación del etileno durante la respiración del fruto.              | 14   |
| Figura 3. Estructura del etileno.   | 14   |
| Figura 4. Maduración excesiva del plátano debido a la acción del etileno.       | 14   |
| Figura 5. Florecimiento y marchitez de las flores por efecto del etileno.       | 15   |
| Figura 6. Escaldado de senescencia de la manzana.                               | 15   |
| Figura 7. Ejemplo de algunos frutos climatéricos.                               | 16   |
| Figura 8. Ejemplo de algunos frutos no climatéricos.                            | 16   |
| Figura 9. Esquema del patrón de maduración de la fruta.                         | 17   |
| Figura 10. Estructura geométrica de la molécula de dióxido de azufre.           | 18   |
| Figura 11. Estructura del generador de dióxido de azufre.                       | 20   |
| Figura 12. Principio de funcionamiento de los generadores de dióxido de azufre. | 20   |
| Figura 13. Modo de empleo de los generadores de dióxido de azufre.              | 21   |
| Figura 14. Mango variedad kent.   | 24   |
| Figura 15. Trozado del mango.   | 25   |
| Figura 16. Mango trozado y licuado  | 25   |
| Figura 17. Extractor de Kjeldahl para análisis de proteínas.                    | 27   |
| Figura 18. Extractor Soxhlet para la extracción de grasa.                       | 27   |
| Figura 19. Caja de cartón empleada para empacar el mango                        | 38   |
| Figura 20. Horno de mufla eléctrica para determinar cenizas.                    | 43   |
| Figura 21. Equipo para destilación azeotrópica en la determinación de agua.     | 44   |
| Figura 22. Esquema del equipo para determinar proteínas                         | 45   |
| Separación del hidróxido del residuo por filtración.                            | 46   |

## RESUMEN

Esta tesis cuyo título es “**Influencia de la concentración del dióxido de azufre en el grado de maduración de las frutas contenidas en empaques para exportación**”, es una investigación de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental cuyo objetivo es determinar cómo influye la concentración del dióxido de azufre en el grado de maduración del mango variedad Kent, que ha sido la especie escogida para realizar los estudios experimentales. Para demostrar la hipótesis se hicieron ensayos empleando las mismas condiciones que las empleadas industrialmente, empacando la fruta en una caja a la cual se agregó metabisulfito de sodio como reactivo generador de dióxido de azufre, para luego ir midiendo cada dos días la variación de los parámetros de la fruta sobre todo del índice de maduración. Se establecieron dos grupos: uno experimental y otro de control, el primero maduró bajo las condiciones de una atmósfera modificada con presencia del dióxido de azufre y el segundo maduro en el medio ambiente normal. Los resultados indican que el mango que maduró en presencia del dióxido de azufre, lo hace más lento debido a que el SO<sub>2</sub> que ingresa a la pulpa de la fruta genera enzimas antioxidantes que evitan la generación de etileno y con ello las reacciones de pardeamiento enzimático que maduran y deterioran a la fruta, de tal manera que en 12 días el mango de grupo experimental alcanza un índice de madurez de 7,74, mientras que el mango del grupo control llega a tener un índice de maduración de 48,8.

**PALABRAS CLAVES:** Dióxido de azufre, grado de maduración, frutas de exportación, mango.

## ABSTRACT

This thesis, whose title is "Influence of the concentration of sulfur dioxide on the degree of ripening of fruits contained in packaging for export", is an applied research, with an explanatory level and an experimental design whose objective is to determine how the concentration of sulfur dioxide in the degree of ripening of the Kent variety mango, which has been the species chosen to carry out the experimental studies. To demonstrate the hypothesis, tests were carried out using the same conditions as those used industrially, packing the fruit in a box to which sodium metabisulfite was added as a sulfur dioxide generating reagent, and then measuring the variation of the parameters every two days. of the fruit, especially the ripening index. Two groups were established: one experimental and the other control, the first matured under the conditions of a modified atmosphere with the presence of sulfur dioxide and the second matured in the normal environment. The results indicate that the mango that ripened in the presence of sulfur dioxide does so more slowly because the SO<sub>2</sub> that enters the pulp of the fruit generates antioxidant enzymes that prevent the generation of ethylene and thus the enzymatic browning reactions that ripen and deteriorate the fruit, in such a way that in 12 days the mango from the experimental group reaches a maturity index of 7.74, while the mango from the control group reaches a ripening index of 48.8.

KEYWORDS: Sulfur dioxide, degree of ripeness, export fruits, mango.

## I. INTRODUCCIÓN

El dióxido de azufre es un compuesto químico inorgánico gaseoso que ha tenido desde hace mucho tiempo una aplicación muy amplia en la conservación postcosecha de la uva, para evitar su deterioro por infección causada por el hongo *Botrytis cinerea* Pers. Sin embargo, conforme se han ido perfeccionando y profundizando los estudios bioquímicos se han ido descubriendo otras particularidades del uso del dióxido de azufre en la conservación postcosecha de la uva, como por ejemplo que este compuesto ejerce una acción conservadora de la uva, es decir no solo actúa como antifúngico sino además permite alargar la vida útil de la fruta pues al penetrar a la pulpa por los estomas de la piel de la uva participa en la formación de la cisteína, metionina y glutatión, tres aminoácidos que contienen azufre y que forman, protegen y conservan las proteínas, evitando la descomposición temprana de estas y el envejecimiento de la fruta. Teniendo en cuenta que la constitución o estructura de la uva es un tanto diferente a otras frutas como por ejemplo que la piel de ésta está cubierta por la cutícula que es una capa cerosa que impide la rápida evaporación del agua y que además su piel no contiene una cantidad significativa de estomas funcionales, lo que indica que la pérdida de agua se produce principalmente a través de la cutícula cerosa que es un proceso lento, planteamos la presente investigación para estudiar el comportamiento del dióxido de azufre en otras frutas frescas que se deben mantener por cierto tiempo almacenadas.

### **Planteamiento del problema.**

La mayoría de los empaques de fruta para exportación poseen en su interior una plancha o papel que tiene la función de emitir dióxido de azufre al contacto con la humedad de la fruta, lo cual sirve para evitar que las plagas especialmente los mohos y hongos proliferen en la cáscara de la fruta y la deterioren. El dióxido de azufre es un reactivo muy activo considerado por su acción un reductor enérgico, el cual con la humedad o el agua que conserva la fruta en la postcosecha, reacciona formando ácido sulfuroso, reactivo que interactúa con los componentes químicos de la pulpa de la fruta, modificando su composición química y propiciando reacciones colaterales que de una u otra manera afectan el proceso de maduración de la fruta. Esta, cuando está destinada a la exportación generalmente se cosecha con un índice de madurez que permita resistir el tiempo de traslado antes de alcanzar la madurez óptima para el consumo, la finalidad de esta investigación es determinar cómo influye la concentración del dióxido de azufre en el grado de maduración, para lo cual se harán los ensayos de laboratorio correspondiente para verificarlo.

### **Problema de investigación:**

#### **Problema general.**

¿La concentración del dióxido de azufre influye en el grado de maduración de las frutas contenidas en empaques para exportación?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuál es la concentración promedio del dióxido de azufre en los empaques para exportación de frutas?
- ¿Cómo influye el dióxido de azufre en el grado de maduración de la fruta contenidas en empaques para exportación?

### **Objetivos de la tesis:**

#### **Objetivo general**

Determinar la influencia de la concentración del dióxido de azufre en el grado de maduración de las frutas contenidas en empaques para exportación.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar la concentración promedio del dióxido de azufre en los empaques para exportación de frutas.
- Determinar el mecanismo mediante el cual dióxido de azufre influye en el grado de maduración de la fruta contenidas en empaques para exportación.

### **Hipótesis y variables de la investigación.**

#### **Hipótesis General.**

La concentración del dióxido de azufre influye significativamente en el grado de maduración de las frutas contenidas en empaques para exportación.

#### **Hipótesis específicas**

- La concentración promedio del dióxido de azufre en los empaques para exportación de frutas es alta.
- El dióxido de azufre influye negativamente en el grado de maduración de la fruta contenidas en empaques para exportación.

### **Variables:**

#### **Variable independiente:**

Concentración del dióxido de azufre.

#### **Variable dependiente.**

Grado de maduración de la fruta.

### **Justificación e importancia de la investigación.**

#### **Justificación teórica:**

Esta investigación se justifica teóricamente puesto que tratará sobre el efecto que causa el dióxido de azufre en la pulpa de la fruta acelerando o retardando la madurez de esta y las consecuencias de ese efecto. En el estudio también se revisará lo concerniente a las propiedades fisicoquímicas y los efectos sobre la salud del dióxido de azufre.

**Justificación metodológica:**

Esta investigación se justifica metodológicamente porque aborda el estudio desde una perspectiva experimental para buscar los datos que permitirán demostrar la hipótesis planteada.

**Justificación práctica:**

Desde el punto de vista práctico la tesis se justifica porque en el estudio se plantea el uso del análisis químico para estudiar la madurez y los efectos del dióxido de azufre en la salud de los consumidores.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1. Antecedentes.

#### **A nivel internacional:**

R. Hidrobo [1] en su tesis sobre el efecto de los reactivos químicos empleados en la agricultura para controlar a las plagas de cuerpo blando que atacan los sembríos, plantea la necesidad de hacer un estudio químico de la actividad de estas sustancias en la pulpa de los vegetales a fin de detectar cambios químicos que pueden acelerar o retardar el proceso de maduración. La investigación es de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental. Para demostrar la hipótesis se hicieron ensayos tendientes a determinar qué tipo de compuestos se generaban en los vegetales estudiados después de su aplicación. Como conclusión el autor señala que las sustancias empleadas en las plantas para protegerlas de las plagas influyen muy poco o casi nada en el proceso de maduración.

B. Guerrero [2] en su libro sobre el proceso de maduración de las frutas, en el cual se hace un estudio bioquímico, para explicar cómo los compuestos presentes en el vegetal van reaccionando con otros para generar las sustancias que poco a poco van ablandando, generando azúcares y cambiando el color de los vegetales hasta dar como resultado un fruto o vegetal en estado de madurez óptima, Entre los compuestos que se estudian de acción exógena esta el dióxido de azufre. La investigación recoge los estudios realizados por otras personas en el terreno de la química y de la bioquímica, cuyos datos han permitido concluir que en un mínimo porcentaje las sustancias empleadas en la agricultura influyen en la madurez de los vegetales, salvo los que tienen dicha función como el etileno, por ejemplo.

#### **A nivel Nacional.**

J. Quispe [3] en su tesis de grado sobre el uso de venenos en a agricultura y su efecto en las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de los vegetales de consumo masivo considera que estas sustancias intervienen en el metabolismo de los vegetales haciéndolos más susceptibles a cambios que poco a poco se manifiestan en la calidad organoléptica y nutricional de los alimentos vegetales. Estas sustancias se mediante reacciones complejas van formando compuestos que modifican el olor, sabor y el tiempo de maduración de los productos agroindustriales. Ente estos compuestos se cita al dióxido de azufre, reactivo que tiene una reiterada aplicación como protector de vegetales en el periodo de postcosecha. La investigación es de tipo aplicada, y de diseño experimental, cuyo objetivo fue demostrar la influencia de compuestos químicos usados en la agricultura en la modificación de la calidad organoléptica y nutricional de los vegetales empleados en la alimentación humana.

### **A nivel local.**

En las Universidades locales no existe información sobre este tema.

## **2.2. Marco teórico.**

### **2.2.1. Proceso de maduración de las frutas.**

#### **Generalidades.**

Se considera el periodo de maduración de la fruta a la etapa comprendida entre el término su desarrollo (cuando ya no sigue creciendo), hasta que sus propiedades organolépticas indican que se puede consumir (tiene un color, olor, textura y sabor adecuado y agradable al paladar). Durante esta etapa se producen una serie de cambios cualitativos de orden físicos, químicos y fisicoquímicos que involucran a todo el fruto. Estos cambios implican la variación del color de la cáscara que pasa del verde a otro distinto, el cambio de sabor que normalmente es ácido o amargo a dulce o casi dulce, vuelven aromáticas gracias a la generación de aceites esenciales característicos que proporcionan aroma y sabor a la fruta.



Figura 1. Proceso de maduración de la mandarina.

Durante la maduración de las frutas se produce naturalmente en ellas el etileno ( $C_2H_4$ ), hidrocarburo gaseoso que se sintetiza durante la respiración del fruto; la concentración de este compuesto aumenta progresivamente haciendo que el fruto madure y vaya envejeciendo hasta su pudrición. El etileno es llamado por eso la hormona de la maduración, su presencia en las frutas permite la síntesis de las enzimas que producen los cambios físicos, químicos y metabólicos en los tejidos vegetales, los mismos que influyen en las propiedades organolépticas de la fruta como son: el sabor, el color y la firmeza del fruto.

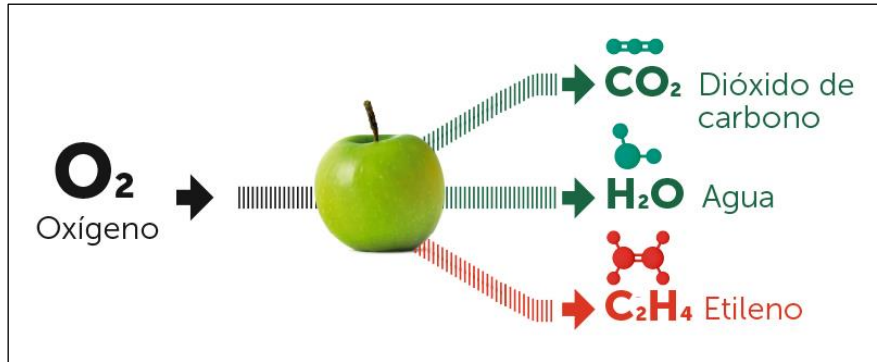


Figura 2. Generación del etileno durante la respiración del fruto.

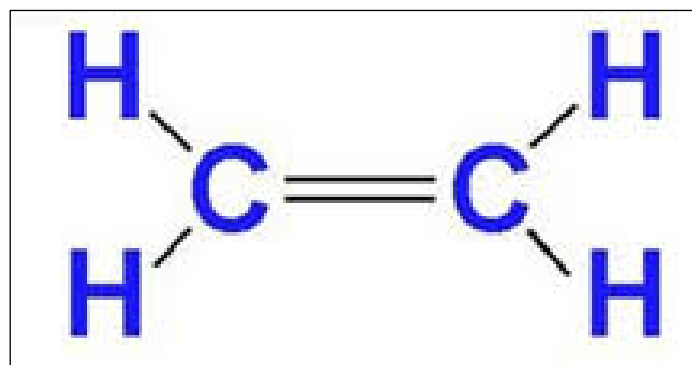


Figura 3. Estructura del etileno.

El etileno no solo actúa en el proceso de maduración de la fruta, sino que además posee una serie de participaciones en otras actividades bioquímicas de las plantas, entre ellas mencionaremos las siguientes:

1. Como hormona de la maduración, el etileno participa en la generación de enzimas que tienen la función de descomponer los almidones en monosacáridos lo que permite que la fruta adquiera sabor dulce una textura blanda, y al mismo tiempo degrada la clorofila dando paso a los carotenoides y xantofilas que dan diversos colores las frutas maduras.



Figura 4. Maduración excesiva del plátano debido a la acción del etileno

2. Florecimiento y marchites de las flores. Para ello el etileno propicia la generación de enzimas que aceleran la descomposición de las paredes celulares en los pétalos, lo que hace que las flores se abran y después de la polinización caigan.



Figura 5. Florecimiento y marchitez de las flores por efecto del etileno.

3. Envejecimiento de las hojas. En este caso el etileno activa enzimas que descomponen las proteínas y lípidos que se encuentran en las hojas lo que genera su envejecimiento y caída.
4. Respuesta al estrés abiótico y biótico de la planta, el etileno actúa como una señal química que desencadena respuestas de defensa en la planta, tal como la producción de aceites esenciales y otros metabolitos secundarios.

Algunos frutos cuando son separados de la planta como por ejemplo la palta, que aún está verde (no ha alcanzado la madurez requerida para su consumo, ella sigue respirando y por tanto generando etileno su maduración continua, alcanzando las características organolépticas óptimas, si no es consumida entonces, el etileno que sigue generando va a sobre madurarla y deteriorarla totalmente (Escaldado de senescencia), lo mismo sucede con el plátano, el tomate, el durazno, etc.



Figura 6. Escaldado de senescencia de la manzana.

### Los patrones de maduración de las frutas

De acuerdo con las características de la etapa de maduración, las frutas estas se clasifican:

- Frutas climatéricas y
- Frutas no climatéricas.

De manera resumida estos tipos de frutas se definen como: frutos climatéricos son los que tienen la capacidad para madurar en el periodo de postcosecha después de la recolección, algunos de ellos son: la manzana, el plátano, la palta, el durazno, etc.



Figura 7. Ejemplo de algunos frutos climatéricos.

Mientras que los frutos no climatéricos son aquellos que no tienen capacidad para madurar en el periodo de post cosecha, ellos maduran en el árbol que los produce, a estos pertenecen: la fresa, la uva, la cereza, la piña, la naranja, etc.:



Figura 8. Ejemplo de algunos frutos no climatéricos.

Durante la maduración de los frutos climatéricos, estos producen más etileno, a este efecto se llama proceso auto catalítico, cuya intensidad acelera la maduración de la fruta, se genera a partir de una concentración inicial de etileno que luego aumenta de manera exponencial.

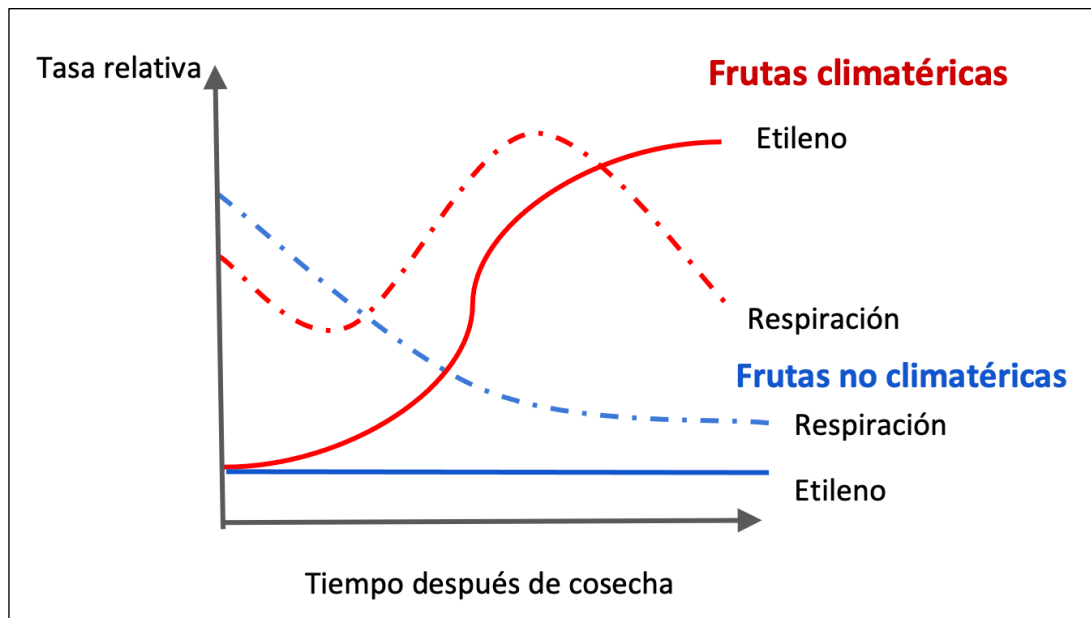


Figura 9. Esquema del patrón de maduración de la fruta.

El esquema de la figura 9, muestra el patrón de maduración de las frutas climatéricas (líneas rojas) y no climatéricas (líneas azules), las cuales son diferentes y están relacionados con el tiempo de postcosecha.

Los frutos no climatéricos tienen un patrón de maduración donde la producción de etileno es plana, es decir no presenta un pico de producción de esta hormona vegetal, esto indica que una vez cosechadas no podrán madurar, en otras palabras, su grado de maduración será el mismo que cuando lo cosecharon, por lo que se deben cosechar cuando tienen el grado de madurez óptimo; mientras que las frutas climatéricas durante la postcosecha generan cada vez mayor cantidad de etileno y por tanto pueden madurar una vez cosechadas.

Comprender este patrón de maduración de las frutas es de suma importancia para diseñar estrategias de manipulación y almacenaje postcosecha, lo cual para cada tipo de fruta debe hacerse por separado, ya que si se deja las frutas climatéricas mucho tiempo su grado de maduración va a ser excesivo y por tanto se van a malograr, no siendo aceptadas por los consumidores.

## 2.2.2. Efecto del dióxido de azufre

### Dióxido de azufre.

El dióxido de azufre, cuya fórmula química es  $\text{SO}_2$ , es una sustancia inorgánica gaseosa, que consta de dos átomos de oxígeno y un átomo de azufre, los cuales se unen mediante enlaces dobles. Estos dos enlaces dobles y los electrones solitarios de azufre son los responsables de la disposición geométrica trigonal plano de pares de electrones alrededor del átomo de azufre. La repulsión entre los pares solitarios hace que los átomos de oxígeno se acerquen más, lo que da lugar a una geometría molecular curvada o en forma de V con un ángulo de distribución entre los átomos de oxígeno de  $119^\circ$ , tal como se muestra en la figura 10.

Esta distribución geométrica de la molécula del dióxido de azufre influye en sus propiedades tanto físicas como químicas, entre ellas su polaridad y reactividad. La distribución asimétrica de los electrones le da a la molécula la característica polar, ya que el átomo de azufre posee una carga parcialmente positiva y los átomos de oxígeno poseen cargas parcialmente negativas. De esta manera la polaridad generada hace que el dióxido de azufre tenga propiedades de disolvente y alta reactividad química que incluso participa activamente en la contaminación atmosférica y la lluvia ácida.

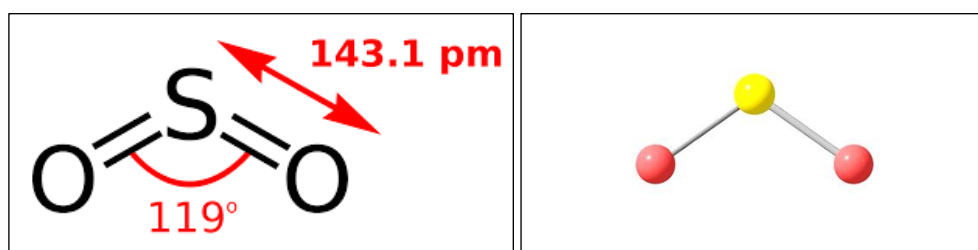
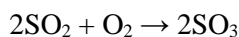


Figura 10. Estructura geométrica de la molécula de dióxido de azufre.

Por su densidad el dióxido de azufre es más pesado que el aire, de olor picante, muy irritante (catalogado como asfixiante por sus efectos en el sistema respiratorio superior), su olor se puede percibir desde concentraciones iguales a 1,1 ppm, es muy soluble en agua, puede disolverse hasta 11,3 g de este gas en 100 g de agua que está a  $20^\circ\text{C}$ , su disolución en agua genera el ácido sulfuroso el cual, al oxidarse con el oxígeno del aire pasa a ser ácido sulfúrico.



El dióxido de azufre, también es soluble en otras sustancias tanto orgánicas como inorgánicas entre ellos: alcoholes, ácido acético, ácido sulfúrico, éter etílico, acetona, tolueno, etc. A temperatura ambiente y en condiciones de sequedad absoluta el  $\text{SO}_2$  se comporta como una

sustancia estable y con una actividad química relativamente baja. Se disocia en azufre y en trióxido de azufre a temperaturas superiores a 2.000°C. Su reacción con sustancias oxidantes como los peróxidos, cromatos y dicromatos es violenta. No ataca al hierro, acero, plomo, aluminio, cobre, níquel y sus aleaciones, pero ataca fácilmente a los metales alcalinos y al cinc. En presencia de humedad o a temperatura inferior a la temperatura de rocío se convierte en un agente muy corrosivo. A alta temperatura se comporta de forma diferente con los metales, atacando al aluminio y sus aleaciones y al cobre y las suyas.

Las principales propiedades físicas de este compuesto son las siguientes:

Peso molecular: 64,06

Fórmula molecular: SO<sub>2</sub>

Solubilidad: soluble en agua, alcohol, ácido acético, éter, ácido sulfúrico y cloroformo.

Punto de fusión: de -72 a -75°C

Punto de ebullición: -10°C

Punto crítico: 157,6 a 7.884 kPa

Presión de vapor: 225KPa a 10°C

Densidad de vapor: 2,26 veces la del aire.

### **Dispositivos de emisión**

Llamado también generados de SO<sub>2</sub> es un dispositivo que permite preservar la uva de mesa fresca y embalada, del hongo Botrytis Cinerea Pers., empleando para ello un reactivo químico muy activo que es el metabisulfito de sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

### Características

El Generador de SO<sub>2</sub>, está hecho con láminas de papel y polietileno, entre las cuales se pone el metabisulfito de sodio, el mismo que en presencia de la humedad de la fruta (uva) genera SO<sub>2</sub>.

### **Ventajas**

- Protege muy bien la uva de mesa contenida en el embalaje.
- Previene con eficacia la acción de hongos que pudieran provocar pudrición en la uva.

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Largo                | 260 mm |
| Ancho                | 460 mm |
| Nº de celdillas      | 32     |
| Dosificación         | 8 g    |
| Unidades por paquete | 250    |
| Paquetes por caja    | 2      |
| Cajas por palet      | 24     |

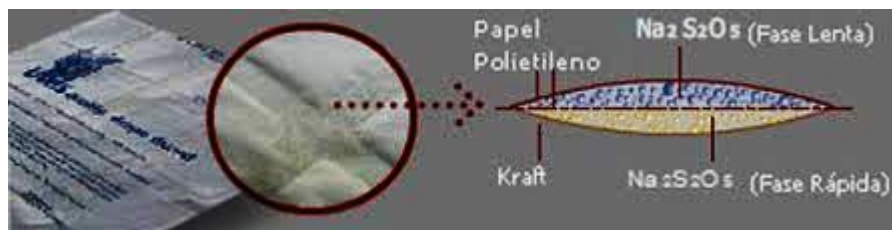


Figura 11. Estructura del generador de dióxido de azufre.

Normalmente los generadores tienen una carga de 7,2 g de bisulfito o metabisulfito de sodio. La humedad en el interior de las cajas aumenta y se genera  $\text{SO}_2$  en dos fases:

**La Fase 1** llamada de "desprendimiento rápido" genera el gas casi a las 4 horas de cerrado el envase. Esta fase inhibe la germinación de las esporas y esteriliza las heridas causadas durante la cosecha y embalaje. Podría reemplazar la aplicación de  $\text{SO}_2$  gaseoso antes del enfriamiento.

**La Fase 2** llamada de "desprendimiento lento" libera el  $\text{SO}_2$  lentamente después de 2 ó 3 días y continúa así por espacio de 2-3 meses (almacenaje o en tránsito). Esta fase reemplaza a las gasificaciones que deben realizarse periódicamente, cada 7 a 10 días, durante la conservación frigorífica. De esta forma suplementa los efectos fungicidas de la etapa de emisión rápida, que se ha agotado, controlando la extensión de la infección que no hubiera sido eliminada al envasar.

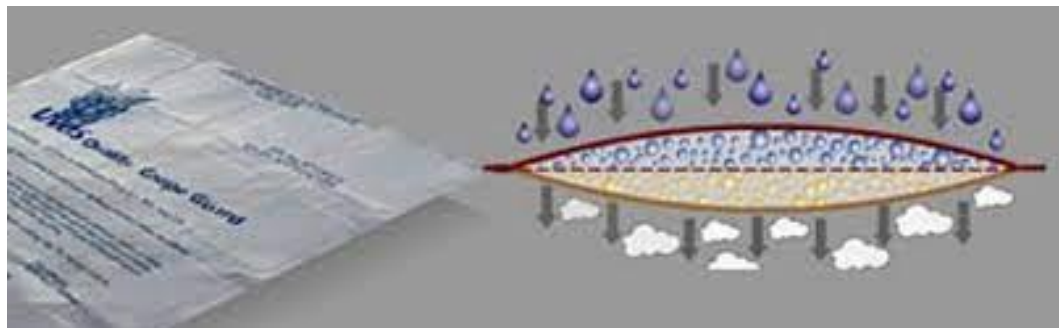


Figura 12. Principio de funcionamiento de los generadores de dióxido de azufre.

#### Modo de empleo de los generadores de $\text{SO}_2$

- Revestir el interior del envase con una lámina o bolsa de polietileno.
- Cubrir el fondo del polietileno con un material absorbente de humedad (viruta de madera o de papel, almohadilla, cartón, etc.). Con bandejas de 5Kg de uva, son suficientes 100 g de viruta.
- Envasar los racimos de uva, sobre el material absorbente.
- Entre la uva y el generador es conveniente colocar otro cartón corrugado con perforaciones circulares discontinuas que favorezcan el paso o difusión del gas, y que adsorba el exceso de agua.

- Colocar sobre el cartón, con la cara impresa mirando las uvas, el generador de SO<sub>2</sub>.
- Plegar la lámina de polietileno, de manera que envuelva completamente las uvas, el generador y el material absorbente de humedad.
- Tapar el envase y enfriar rápidamente a 0°C.
- Los generadores se activan con la exposición al aire. De modo que deberán mantenerse en las bolsas cerradas en las que vienen, y luego de su uso cerrarse herméticamente.
- Los generadores excedentes podrán utilizarse en la campaña siguiente, siempre y cuando hayan sido almacenados en la bolsa de polietileno herméticamente cerradas y en buen estado.

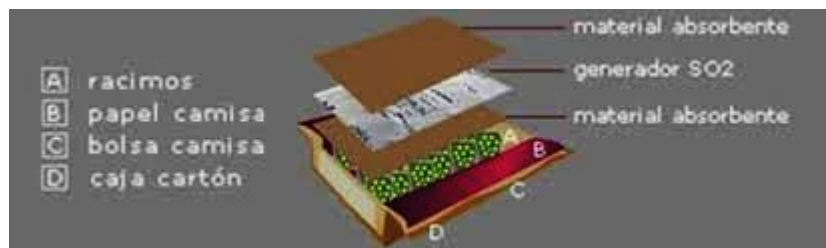


Figura 13. Modo de empleo de los generadores de dióxido de azufre.

### **Efecto del dióxido de azufre en la maduración de la fruta.**

El minucioso estudio del deterioro del raquis llevó a los botánicos a la conclusión de que este se marchita y oscurece debido a que su respiración es más intensa que la respiración de las bayas por la presencia de un mayor número de estomas (que es el órgano por donde ingresa el oxígeno) además de que se deshidratan más rápidamente. Esta característica del raquis lo induce a una serie de reacciones propias del pardeamiento enzimático producido por la generación de etileno que lo lleva a la senescencia. Cuando el raquis está en contacto íntimo con el dióxido de azufre este deterioro anteriormente descrito se detiene y permanece mucho más tiempo turgente y de buen aspecto, lo cual llevó a la conclusión de que el dióxido de azufre ejerce acción conservadora en las frutas y hortalizas impidiendo o retardando la generación de etileno.

### **Aplicación de dióxido de azufre en uva de mesa**

Un estudio reciente analizó cómo el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) previene la descomposición y oscurecimiento del raquis en uvas de mesa, obteniendo resultados satisfactorios. Esto se debe a la fuerte capacidad antioxidante del SO<sub>2</sub>, su unión a compuestos que causan pigmentación marrón y su interacción directa con enzimas como el polifenol oxidasa, relacionada con el pardeamiento enzimático. El SO<sub>2</sub> llega a los tejidos internos a través de los estomas en el raquis y participa en el metabolismo del azufre en las frutas, generando compuestos orgánicos como cisteína, glutatión y metionina, todos con capacidad antioxidante. La acumulación de compuestos de azufre por el SO<sub>2</sub> retrasa el pardeamiento.

La fumigación con dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) o su uso mediante almohadillas promueve la acumulación de GABA y estimula el metabolismo energético, retrasando el deterioro postcosecha de las uvas de mesa.

Las uvas de mesa (*Vitis vinifera* L., familia Vitaceae), frutas no climatéricas, contienen compuestos bioactivos beneficiosos. La pérdida de calidad, como la reducción de nutrientes, la deshidratación y el pardeamiento del raquis, disminuye su valor comercial, causando pérdidas económicas y desperdicio de alimentos. Evitar estos problemas es un desafío crucial en el transporte y almacenamiento postcosecha.

El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) retrasa el deterioro postcosecha de la calidad de las uvas de mesa, ya que disminuye la pérdida de peso y la abscisión de las bayas, manteniendo simultáneamente una mayor firmeza, contenido de sólidos solubles totales y acidez titulable. No obstante, hasta la fecha, se ha investigado poco sobre el mecanismo mediante el cual el SO<sub>2</sub> influye en los procesos metabólicos de estas frutas tras su recolección.

#### **Mecanismos de acción del SO<sub>2</sub>**

Estudios previos muestran que la senescencia retrasada en las uvas de mesa está acompañada por una acumulación sostenida de ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA). Una investigación actual examinó cómo la fumigación con SO<sub>2</sub> afecta la acumulación de GABA, biosintetizado a partir de glutamato o degradado de poliaminas, y su impacto en el metabolismo energético en uvas almacenadas a 0  $\pm$ 1 °C.

#### **El aminoácido GABA y su influencia en la energía disponible**

El GABA es un aminoácido no proteico de cuatro carbonos que actúa como una molécula de señalización en las plantas, desempeñando varias funciones reguladoras. Su biosíntesis a partir del glutamato complementa el ciclo de Krebs, manteniendo los niveles de energía al aportar succinato. Así, el GABA puede contribuir a la fosforilación oxidativa y la síntesis de ATP en la fruta.

Un nivel bajo de energía y menor actividad enzimática llevan a una descomposición rápida de la pulpa en la fruta. Se comprobó que el SO<sub>2</sub> mejora la formación de GABA y eleva el contenido de glutamato, además de activar las enzimas glutamato descarboxilasa y GABA transaminasa, regulando positivamente sus genes.

#### **Más energía disponible**

Se verificó que la fumigación con SO<sub>2</sub> influye en el metabolismo energético, como lo indican los aumentos en los niveles de ATP y las actividades de las enzimas H<sup>+</sup>-ATPasa, Ca<sup>2+</sup>-ATPasa, succínico deshidrogenasa y citocromo C oxidasa. Estos hallazgos indican que el SO<sub>2</sub> puede

retrasar el deterioro de la calidad en las uvas de mesa al promover la acumulación de GABA y el metabolismo energético.

### **2.3. Marco conceptual.**

#### **Frutos Climatéricos:**

Se llaman así a los frutos que tiene la capacidad de seguir madurando durante la postcosecha. En el proceso de maduración, estos frutos producen una mayor cantidad de etileno, hormona vegetal responsable de la maduración.

#### **Frutos NO Climatéricos:**

Estos frutos no tienen la capacidad de seguir madurando en postcosecha ya que no generan mayores cantidades de etileno.

#### **Manejo Postcosecha:**

Son actividades que se desarrollan después de la cosecha incluyendo la refrigeración, selección, lavado y empaque.

#### **Senescencia:**

Proceso de envejecimiento gradual de las células y los organismos, que resulta en una disminución de la función y, eventualmente, la muerte celular.

#### **Pulpa.**

Parte de la estructura de las frutas y hortalizas constituida por tejido celular vegetal que no incluye las pepas ni la cáscara.

### **2.4. Estrategia metodológica.**

Esta investigación por su tipo es aplicada, ya que busca que busca que establecer la influencia de la concentración del dióxido de azufre en el grado de madurez de la fruta de tal forma que ello permita dosificar el gas a fin de no deteriorar la fruta que está siendo transportada o almacenada en algún lugar. Por su nivel es una investigación explicativa, ya que busca la relación entre ambas variables de estudio. Por su diseño es una investigación experimental donde se manipula la variable independiente: Concentración del dióxido de azufre. La población del estudio estuvo conformada por las frutas de exportación que se empacan en las agroindustriales de Ica, mientras que la muestra estará conformada por 20 kg de fruta (mango variedad kent), de la cual se tomarán muestras para tratarlas con diferentes concentraciones de dióxido de azufre por determinado tiempo de ensayo y hacer los análisis correspondientes.

Las técnicas empleadas son las analíticas y los instrumentos los ensayos de laboratorio. Los datos obtenidos serán seleccionados, tabulados, interpretados y discutidos de acuerdo con datos proporcionados por otros investigadores.

## 2.5. Procedimiento experimental.

### 2.5.1. Generalidades.

Para el desarrollo de la parte experimental de la tesis en donde se evaluará el efecto del dióxido de azufre en la maduración de la fruta climatérica se ha seleccionada dentro de todas las frutas de exportación que se procesan en Ica, el mango de la variedad Kent, la cual es una variedad obtenida a partir de la especie *Mangifera indica* L. Su árbol posee una frondosa y redondeada copa, cuya altura máxima puede superar los 40 metros. La ramificación de este arbusto varía en función de la forma de reproducción (semilla o injerto) y el sistema de poda. Sus hojas tienen forma alargada y simétrica con un largo entre 5 y 35 centímetros y un ancho entre 2 y 10 centímetros, sus bordes son lisos o ligeramente ondulados y de tonalidades que van del verde oscuro al amarillo verdoso. Sus frutos son grandes llegando a pesar hasta 800 gramos, tienen forma ovalada y su color varía desde el amarillo anaranjado a un rojizo intenso de acuerdo con el grado de maduración. La pulpa tiene poca fibra y un alto contenido de azúcar y aceites esenciales típicos del mango lo que le proporciona un sabor agradable.



Figura 14. Mango variedad kent.

#### **Tratamiento del mango para la extracción de las muestras para el análisis.**

El análisis porcentual del mango se hace a partir del jugo el cual se obtuvo mediante el procedimiento que a continuación se describe:

##### **LAVADO**

Los frutos recolectados se sometieron a lavado mecánico con el fin de eliminar la tierra y la miel que se pegan a la piel del mango para ello se requirió de abundante agua y unas esponjas verdes con las cuales se frotó la cáscara para eliminar todo rastro de suciedad. Luego se enjuagaron los frutos con agua que contenía hipoclorito de sodio en una concentración de 50 ppm para finalmente enjuagar con agua destilada y dejar escurrir la fruta hasta el secado total del agua.

#### PELADO.

El mango limpio se peló con cuchillo de acero inoxidable, separando la cáscara y la pepa, dejando solamente la pulpa.

#### TROZADO

La pulpa obtenida se troza en pequeños pedazos para luego someterlo a licuación.



Figura 15. Trozado del mango.

#### LICUADO.

Una vez trozada la pulpa del mango se carga al vaso de una licuadora y se somete a licuado para obtener el jugo, el mismo que se guarda en un frasco hermético de donde se extraen pequeñas porciones para los análisis respectivos.



Figura 16. Mango trozado y licuado

### **Análisis fisicoquímico de la muestra.**

Con el fin de caracterizar químicamente el fruto del mango que se empleó en los ensayos de maduración en presencia del dióxido de azufre se determinó su composición química proximal, determinándose el porcentaje de fibras, grasas, humedad, cenizas, proteínas y carbohidratos, de acuerdo con los métodos de análisis proporcionados por la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC), para vegetales y productos vegetales.

### **Determinación de la humedad.**

Método AOAC 925.10 – 2000 basado en la pérdida de peso por efecto del calor de la muestra hasta peso constante.

$$\%H = [(M-m)100] / M$$

M – Peso inicial de la muestra, en g

m – Peso del producto seca, en g

### **Determinación de grasa.**

Método AOAC 945.16 – 2000. La grasa se extrae con solvente en el equipo Soxhlet.

$$\%G = [100 \times (P1 - P2)] / P$$

Donde:

P1 – Peso del matraz con el extracto, en g

P2 – Peso del matraz vacío, en g

P – Peso de la muestra, en g.

### **Determinación de proteínas.**

Método AOAC.52 – 2000, mediante el equipo micro Kjeldahl se digiere la muestra en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> obteniéndose sulfato de amonio que se destila con NaOH al 40% y el amoniaco obtenido se recibe en ácido bórico y se titula con HCl 0,1N.

$$\%P = [(Gb - G) \times N \times 0,014 \times f \times 100] / m$$

Donde:

Gb – Gasto del blanco

G – Gasto de la muestra

f – Factor de conversión (6,25)

N – Normalidad del titulante (NaOH)

### **Determinación de cenizas totales.**

Método AOAC 923.03 – 2000, la muestra seca y desengrasada se calcina a 600°C durante 6 horas. Se enfría en desecador y se pesa hasta peso constante.

$$\%C = (\text{Peso de la ceniza} / \text{Peso de la muestra}) \times 100$$



Figura 17. Extractor de Kjeldahl para análisis de proteínas

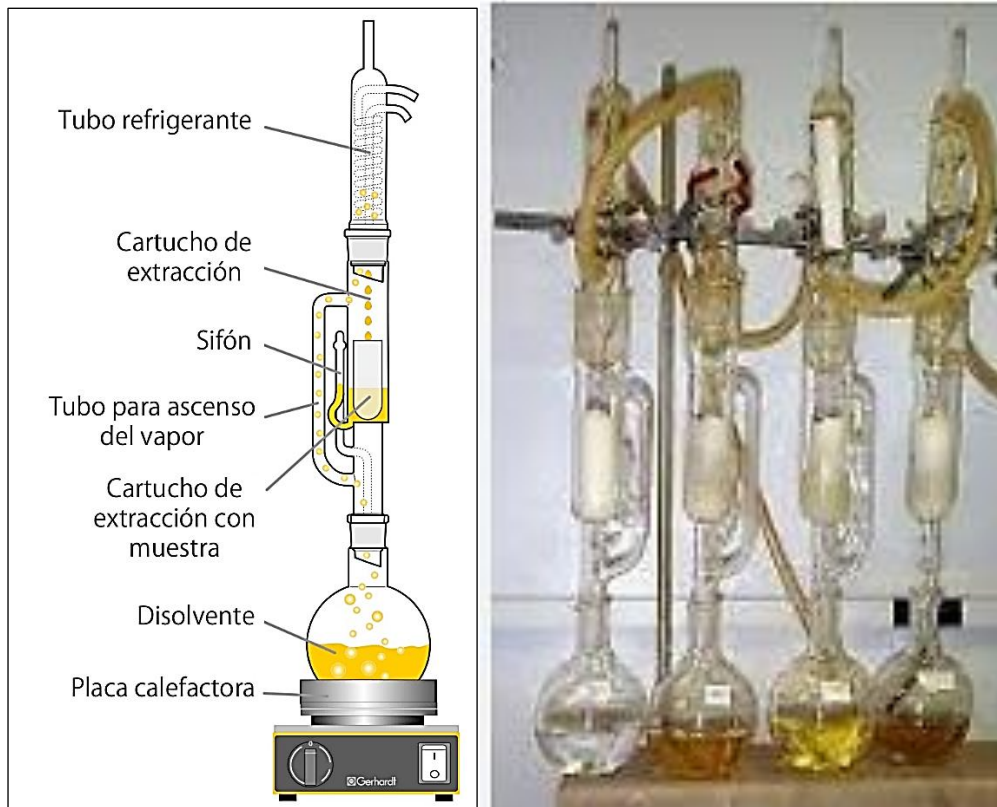


Figura 18. Extractor Soxhlet para la extracción de grasa.

**Determinación de fibra.**

Método AOAC 962.09, se ataca la muestra con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y NaOH diluidos para eliminar carbohidratos solubles, luego se calcina y pesa:

$$\%F = [(P_1 - P_2) / \text{Peso de la muestra}] \times 100$$

**Determinación de carbohidratos.**

Determinada por diferencia: %CH = 100 – (%P + %G + %C + %F + %H)

**Determinación del pH**

Método AOAC 981.12 – 2000 se determina con el potenciómetro a 25°C por inmersión directa en la muestra.

**Determinación de sólidos solubles totales**

Método AOAC 932.12 - 2000 mediante el uso de refractómetro digital tipo ABBE

**Determinación de acidez titulable.**

Método AOAC 942.15 – 2000, se empleó una solución de NaOH 0,1 N y fenolftaleína para determinar la concentración de ácido cítrico.

**Determinación del índice de madurez**

Se expresó como el cociente de sólidos solubles totales (% p/p) y acidez titulable de la fruta (% p/p).

**Determinación de la pérdida de peso**

Método AOAC 925.10 – 2000 Se evaluó en tuna entera, pulpa y cáscara por diferencia de peso de acuerdo con el método para determinar humedad.

**Ensayos de maduración del mango en presencia del SO<sub>2</sub>.**

Los ensayos realizados para determinar los efectos del dióxido de azufre en la maduración de la fruta se llevaron a cabo de manera comparativa entre frutos de una misma edad y nivel de desarrollo algunos de ellos se colocan en una cámara cerrada en la cual se inyecta una determinada concentración de dióxido de azufre y se va evaluando cada día sus parámetros de maduración, al igual que otros ejemplares que se han dejado que maduren al medio ambiente a las mismas condiciones de temperatura.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Del análisis del mango.

Tabla 1  
Composición química del mango  
(Para 100 g de muestra fresca)

| Componente       | Proporción |
|------------------|------------|
| Humedad, %       | 82,23      |
| Proteínas, %     | 0,51       |
| Lípidos, %       | 0,10       |
| Fibra, %         | 0,74       |
| Cenizas, %       | 0,55       |
| Carbohidratos, % | 16,72      |



Fuente: Datos Experimentales.

La tabla 1 muestra los resultados del análisis porcentual del mango empleado en las pruebas experimentales de maduración en presencia del dióxido de azufre, en ella se puede observar un alto contenido de humedad que alcanza los 82,23%, proteínas 0,51%, Lípidos 0,10%, Fibra 0,74%, cenizas 0,55% y carbohidratos 16,72%.

### 3.2. Resultados de los ensayos de maduración en presencia de dióxido de azufre.

Tabla 2

Evaluación de la madurez del mango, datos iniciales. Día 0

| Parámetros                  | Resultados  |   |
|-----------------------------|---|---|
|                             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Tipo de muestra             |   |   |
| Bisulfito de sodio, g       | 0   | 0   |
| Humedad, %                  | 82,23   | 82,23   |
| Proteínas, %                | 0,51  | 0,51  |
| Lípidos, %                  | 0,10  | 0,10  |
| Fibra, %                    | 0,74  | 0,74  |
| Cenizas, %                  | 0,55  | 0,55  |
| Carbohidratos, %            | 16,72   | 16,72   |
| Pérdida de peso, g          | 539,4   | 562,9   |
| Materia seca, %             | 10,46   | 10,46   |
| pH                          | 3,8   | 3,8   |
| Acidez titulable, ppm       | 2,25  | 2,25  |
| Sólidos solubles totales, % | 6   | 6   |
| Índice de madurez           | 2,66  | 2,66  |
| Color aproximado            |  |  |

Fuente: Datos experimentales.



Grupo Experimental: muestra expuesta al dióxido de azufre.

Grupo control: muestra no expuesta al dióxido de azufre.

La tabla 2 muestra los resultados de los ensayos realizados al mango fresco que va a servir para realizar las evaluaciones de madurez de los dos grupos: el grupo experimental que está conformado por los mangos que estarán expuestos a las distintas concentraciones de SO<sub>2</sub> y el grupo control, conformado por los mangos que madurarán al medio ambiente en una atmósfera normal. En la tabla se muestran los datos iniciales para ambos casos.

Tabla 3

Evaluación de la madurez del mango. Día 2

| Parámetros                  | Resultados  |   |
|-----------------------------|---|---|
|                             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Bisulfito de sodio, g       | 7   | 0   |
| Humedad, %                  | 82,01   | 82,02   |
| Proteínas, %                | 0,51  | 0,51  |
| Lípidos, %                  | 0,10  | 0,10  |
| Fibra, %                    | 0,74  | 0,74  |
| Cenizas, %                  | 0,55  | 0,55  |
| Carbohidratos, %            | 16,72   | 16,72   |
| Pérdida de peso, g          | 539,1   | 562,5   |
| Materia seca, %             | 10,46   | 10,46   |
| pH                          | 3,7   | 3,8   |
| Acidez titulable, ppm       | 2,27  | 2,23  |
| Sólidos solubles totales, % | 6   | 6   |
| Índice de madurez           | 2,64  | 2,69  |
| Color aproximado            |  |  |

Fuente: Datos experimentales.



Grupo Experimental: muestra expuesta al dióxido de azufre.

Grupo control: muestra no expuesta al dióxido de azufre.

La tabla 3 muestra los resultados de los ensayos realizados al mango que va a servir para realizar las evaluaciones de madurez de los dos grupos: el grupo experimental que está conformado por los mangos que estarán expuestos a las distintas concentraciones de SO<sub>2</sub> y el grupo control, conformado por los mangos que madurarán al medio ambiente en una atmósfera normal. En la tabla se muestran los datos con las mínimas variaciones registradas en el día dos del ensayo, siendo los más importantes la disminución del pH en la muestra experimental, así como la acidez titulable, mientras que en la muestra control hay una disminución leve de la acidez titulable.

Tabla 4

Evaluación de la madurez del mango. Día 4

| Parámetros                  | Resultados  |   |
|-----------------------------|---|---|
|                             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Tipo de muestra             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Bisulfito de sodio, g       | 7   | 0   |
| Humedad, %                  | 81,01   | 80,02   |
| Proteínas, %                | 0,51  | 0,51  |
| Lípidos, %                  | 0,10  | 0,10  |
| Fibra, %                    | 0,74  | 0,74  |
| Cenizas, %                  | 0,55  | 0,55  |
| Carbohidratos, %            | 16,72   | 16,72   |
| Pérdida de peso, g          | 538,5   | 560,2   |
| Materia seca, %             | 10,46   | 10,46   |
| pH                          | 3,7   | 3,9   |
| Acidez titulable, ppm       | 2,25  | 2,06  |
| Sólidos solubles totales, % | 7   | 8   |
| Índice de madurez           | 3,11  | 3,88  |
| Color aproximado            |  |  |

Fuente: Datos experimentales.



Grupo Experimental: muestra expuesta al dióxido de azufre.

Grupo control: muestra no expuesta al dióxido de azufre.

La tabla 4 muestra los resultados de los ensayos realizados al mango que va a servir para realizar las evaluaciones de madurez de los dos grupos: el grupo experimental que está conformado por los mangos que estarán expuestos a las distintas concentraciones de SO<sub>2</sub> y el grupo control, conformado por los mangos que madurarán al medio ambiente en una atmósfera normal. En la tabla se muestran los datos con las mínimas variaciones registradas en el día cuatro del ensayo, siendo los más importantes el aumento del pH en la muestra control, así como la disminución de la acidez titulable en la muestra control cuyo índice de madurez sube a 3,88, mientras que en la muestra experimental la variación de estos parámetros es más lento su índice de madurez es ahora 3,11.

Tabla 5

Evaluación de la madurez del mango. Día 6

| Parámetros                  | Resultados  |   |
|-----------------------------|---|---|
|                             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Bisulfito de sodio, g       | 7   | 0   |
| Humedad, %                  | 81,01   | 80,02   |
| Proteínas, %                | 0,51  | 0,51  |
| Lípidos, %                  | 0,10  | 0,10  |
| Fibra, %                    | 0,74  | 0,74  |
| Cenizas, %                  | 0,55  | 0,55  |
| Carbohidratos, %            | 16,72   | 16,72   |
| Pérdida de peso, g          | 537,5   | 559,1   |
| Materia seca, %             | 10,46   | 10,46   |
| pH                          | 3,7   | 4,0   |
| Acidez titulable, ppm       | 2,23  | 1,89  |
| Sólidos solubles totales, % | 8   | 12  |
| Índice de madurez           | 3,59  | 6,35  |
| Color aproximado            |  |  |

Fuente: Datos experimentales.



Grupo Experimental: muestra expuesta al dióxido de azufre.

Grupo control: muestra no expuesta al dióxido de azufre.

La tabla 5 muestra los resultados de los ensayos realizados al mango que va a servir para realizar las evaluaciones de madurez de los dos grupos: el grupo experimental que está conformado por los mangos que estarán expuestos a las distintas concentraciones de SO<sub>2</sub> y el grupo control, conformado por los mangos que madurarán al medio ambiente en una atmósfera normal. En la tabla se muestran los datos con las mínimas variaciones registradas en el día seis del ensayo, siendo los más importantes el aumento del pH (4) en la muestra control, así como la disminución de la acidez titulable en la muestra control cuyo índice de madurez sube a 6,35, mientras que en la muestra experimental la variación de estos parámetros es más lento su índice de madurez es ahora 3,59.

Tabla 6

Evaluación de la madurez del mango. Día 8

| Parámetros                  | Resultados  |   |
|-----------------------------|---|---|
|                             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Tipo de muestra             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Bisulfito de sodio, g       | 7   | 0   |
| Humedad, %                  | 81,01   | 80,02   |
| Proteínas, %                | 0,51  | 0,51  |
| Lípidos, %                  | 0,10  | 0,10  |
| Fibra, %                    | 0,74  | 0,74  |
| Cenizas, %                  | 0,55  | 0,55  |
| Carbohidratos, %            | 16,72   | 16,72   |
| Pérdida de peso, g          | 537,0   | 557,4   |
| Materia seca, %             | 10,46   | 10,46   |
| pH                          | 3,8   | 4,2   |
| Acidez titulable, ppm       | 2,14  | 1,12  |
| Sólidos solubles totales, % | 8   | 14  |
| Índice de madurez           | 3,74  | 12,5  |
| Color aproximado            |  |  |

Fuente: Datos experimentales.



Grupo Experimental: muestra expuesta al dióxido de azufre.

Grupo control: muestra no expuesta al dióxido de azufre.

La tabla 6 muestra los resultados de los ensayos realizados al mango que va a servir para realizar las evaluaciones de madurez de los dos grupos: el grupo experimental que está conformado por los mangos que estarán expuestos a las distintas concentraciones de SO<sub>2</sub> y el grupo control, conformado por los mangos que madurarán al medio ambiente en una atmósfera normal. En la tabla se muestran los datos con las mínimas variaciones registradas en el día ocho del ensayo, siendo los más importantes el aumento del pH (4) en la muestra control, así como la disminución de la acidez titulable en la muestra control cuyo índice de madurez sube a 12,5 mientras que en la muestra experimental la variación de estos parámetros es más lento su índice de madurez es ahora 3,74.

Tabla 7

Evaluación de la madurez del mango. Día 10

| Parámetros                  | Resultados  |   |
|-----------------------------|---|---|
|                             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Tipo de muestra             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Bisulfito de sodio, g       | 7   | 0   |
| Humedad, %                  | 81,01   | 80,02   |
| Proteínas, %                | 0,51  | 0,51  |
| Lípidos, %                  | 0,10  | 0,10  |
| Fibra, %                    | 0,74  | 0,74  |
| Cenizas, %                  | 0,55  | 0,55  |
| Carbohidratos, %            | 16,72   | 16,72   |
| Pérdida de peso, g          | 535,8   | 555,3   |
| Materia seca, %             | 10,47   | 10,49   |
| pH                          | 3,9   | 4,3   |
| Acidez titulable, ppm       | 1,99  | 0,97  |
| Sólidos solubles totales, % | 10  | 18  |
| Índice de madurez           | 5,03  | 18,6  |
| Color aproximado            |  |  |

Fuente: Datos experimentales.



Grupo Experimental: muestra expuesta al dióxido de azufre.

Grupo control: muestra no expuesta al dióxido de azufre.

La tabla 7 muestra los resultados de los ensayos realizados al mango que va a servir para realizar las evaluaciones de madurez de los dos grupos: el grupo experimental que está conformado por los mangos que estarán expuestos a las distintas concentraciones de SO<sub>2</sub> y el grupo control, conformado por los mangos que madurarán al medio ambiente en una atmósfera normal. En la tabla se muestran los datos con las mínimas variaciones registradas en el día diez del ensayo, siendo los más importantes el aumento del pH (4,3) en la muestra control, así como la disminución de la acidez titulable en la muestra control cuyo índice de madurez sube a 18,6 mientras que en la muestra experimental la variación de estos parámetros es más lento su índice de madurez es ahora 5,03.

Tabla 8

Evaluación de la madurez del mango. Día 12

| Parámetros                  | Resultados  |   |
|-----------------------------|---|---|
|                             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Tipo de muestra             | Grupo experimental  | Grupo control   |
| Bisulfito de sodio, g       | 7   | 0   |
| Humedad, %                  | 80,15   | 79,81   |
| Proteínas, %                | 0,51  | 0,51  |
| Lípidos, %                  | 0,10  | 0,10  |
| Fibra, %                    | 0,74  | 0,74  |
| Cenizas, %                  | 0,55  | 0,55  |
| Carbohidratos, %            | 16,72   | 16,72   |
| Pérdida de peso, g          | 534,4   | 553,1   |
| Materia seca, %             | 10,51   | 10,56   |
| pH                          | 4,1   | 4,4   |
| Acidez titulable, ppm       | 1,68  | 0,43  |
| Sólidos solubles totales, % | 13  | 21  |
| Índice de madurez           | 7,74  | 48,8  |
| Color aproximado            |  |  |

Fuente: Datos experimentales.

Grupo Experimental: muestra expuesta al dióxido de azufre.

Grupo control: muestra no expuesta al dióxido de azufre.

La tabla 8 muestra los resultados de los ensayos realizados al mango que va a servir para realizar las evaluaciones de madurez de los dos grupos: el grupo experimental que está conformado por los mangos que estarán expuestos a las distintas concentraciones de SO<sub>2</sub> y el grupo control, conformado por los mangos que madurarán al medio ambiente en una atmósfera normal. En la tabla se muestran los datos con las mínimas variaciones registradas en el día doce del ensayo, siendo los más importantes el aumento del pH (4,4) en la muestra control, así como la disminución de la acidez titulable en la muestra control cuyo índice de madurez sube a 48,8 mientras que en la muestra experimental la variación de estos parámetros es más lento su índice de madurez es ahora 7,74.

Tabla 9

Variación del índice de madurez del mango de ambos grupos

| Día | Variación del índice de madurez del mango |            |
|-----|---|------------|
|     | G. Experimental                           | G. Control |
| 0   | 2,66                                      | 2,66       |
| 2   | 2,64                                      | 2,69       |
| 4   | 3,11                                      | 3,88       |
| 6   | 3,59                                      | 6,35       |
| 8   | 3,74                                      | 12,5       |
| 10  | 5,03                                      | 18,6       |
| 12  | 7,74                                      | 48,8       |

Fuente: Datos de las tablas 3 a 8.

La tabla 9 muestra de manera comparativa la variación de la madurez del mango del grupo experimental y del grupo control, como se observa el mango del grupo control madura en el mismo tiempo mucho más rápido hasta un índice de madurez 48,8, a diferencia del mango del grupo experimental que madura lentamente hasta el índice de madurez 7,74.

#### IV. DISCUSIÓN

Las pruebas experimentales llevadas a cabo con el mango de la variedad Kent para determinar si el dióxido de azufre afecta o no el proceso de maduración, se llevaron a cabo de manera comparativa, empleando una cantidad similar de metabisulfito de sodio al que contienen los generadores de SO<sub>2</sub> comerciales que se emplean en los empaques para la uva de exportación, es decir, se ha empleado 7 gramos como promedio. Dicho reactivo se colocó disperso sobre una superficie de cartón que va como refuerzo en el fondo de una caja del mismo material (ver figura) donde se colocaron los mangos, sobre el reactivo se colocó una tela de polietileno tapado con un cartón delgado sobre el cual se colocaron los mangos en un número de 6.



Figura 19. Caja de cartón empleada para empaclar el mango

Cuando la caja se cierra y se protege o sella con una bolsa plástica, la humedad de los frutos crea una atmósfera húmeda al interior lo que va permitir que el metabisulfito de sodio vaya descomponiéndose en dióxido de azufre de manera lenta, creándose dentro de la caja una atmósfera modificada donde este gas es el único que prevalece. Por las estomas de la cáscara del mango va a penetrar hacia la pulpa donde reacciona con las enzimas formando compuestos que favorece la formación de sustancias conservadoras de la fruta como la cisteína, el glutatión y la metionina, que tienen una alta capacidad para evitar la oxidación de la fruta, es decir no permiten la formación de etileno impidiendo el pardeamiento enzimático y con ello la senescencia del mango.

Del empaque cada 2 días en una operación rápida se sacaba un mango con el cual se hacían los respectivos análisis para comprobar la variación de los parámetros y el índice de madurez. Lo mismo se hacía con los mangos del grupo control que maduraban al medio ambiente para finalmente tener los datos de ambos grupos y poder ir comparando resultados.

Los resultados de las pruebas experimentales nos permitieron inferir que el dióxido de azufre retarda la maduración del mango lo cual es positivo para el caso de los frutos climatéricos que son exportados y

deben de llegar en un tiempo prolongado a su destino por vía marítima, el cual a veces supera los 30 días. La falta de oxígeno en el empaque no permite una respiración normal del mango por lo que su capacidad para generar etileno, la hormona vegetal de la maduración se ve limitada, al mismo tiempo que ralentiza las reacciones de la enzima polifenol oxidasa con los compuestos polifenólicos, que al interior de la fruta actúan como sustratos generando el pardeamiento enzimático que deviene en la senescencia del mango, que es lo que sucede con esta especie que madura al aire libre donde puede respirar normalmente absorbiendo oxígeno que permite la producción rápida del etileno, que acelera la maduración.

## V. CONCLUSIONES

1. Se ha demostrado experimentalmente que la concentración del dióxido de azufre influye positivamente en el grado de maduración de las frutas contenidas en empaques para exportación, ya que impide la respiración normal del mango que por falta de oxígeno absorbe dióxido de azufre impidiendo la generación de etileno y con ello la maduración rápida de este producto.
2. La concentración promedio del dióxido de azufre en los empaques para exportación de frutas se ve regulada por la membrana de polietileno que permite una descomposición lenta del metabisulfito de sodio, en función a la humedad que se acumule en el interior del empaque.
3. El mecanismo mediante el cual dióxido de azufre influye en el grado de maduración de la fruta contenidas en empaques para exportación se basa en las reacciones enzimáticas del dióxido de azufre que generan cisteína, glutatión y metionina las cuales son antioxidantes y evitan el pardeamiento enzimático del mango.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda hacer ensayos con otros tipos de frutas climatéricas para comprobar la veracidad de las conclusiones a las cuales se ha llegado en la presente tesis, estas otras frutas pueden ser el plátano, la palta, la manzana, la pera las cuales también son exportadas desde Ica al Asia.
2. Se recomienda hacer pruebas experimentales con gas etileno el cual debe ser ingresado a los empaques donde se genera el dióxido de azufre para estudiar que tipos de reacciones se dan y como estas pueden afectar la maduración de la fruta.

## VII. FUENTES DE INFORMACIÓN.

- [1] L. Alvarado L. *Fisiología y Manejo Poscosecha de la Papaya (Carica papaya L.)*. Tesis, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. Perú. 2013
- [2] P. Angón, *Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto*. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Instituto de Agroindustrias. 2006
- [3] AOAC. *Official Methods of Analysis Gaithersburg*, USA: Association of Official Analytical Chemist. árbol. COROPICA, Bogotá Colombia. 99 p. 2005
- [4] C. Arias. “Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos), Artículo, España, Ed. FAO. Roma, Italia.136 p
- [5] N. Benavente, *Orientaciones técnicas para la cosecha y manejo pos cosecha de la naranja*. Agencia española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). Madrid p. 25. 2011
- [6] S. Honorio, *Resfriamiento de frutas y hortalizas*. EMBRAPA, Artículo, Brasil. 428 pp
- [7] O. Acuña, “Buena Práctica y Manejo Post cosecha de Frutas Para el Consumo en Fresco”. Universidad Politécnica. Quito-Ecuador. 2003.
- [8] L. Aguilar, A. Martínez, A. Barrientos, N. Aguilar y C. Gallegos. (2007). Potencial de oscurecimiento enzimático de variedades de nopalitas. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*. 9:122-135. 2007.
- [9] J. Amaya, *El cultivo de tuna (Opuntia ficus indica)*. Trujillo: Gerencia Regional Agraria. La Libertad-Perú. 2009
- [10] A.O.A.C., *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.p. 1213.
- [11] H. Berger, *Cosecha, índices de madurez y manejo de frutas y hortalizas*. Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 2004.
- [12] R. Carpenter, *Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de la Calidad de Alimentos*. Ed. Acriba. Zaragoza – España. 2000.
- [13] J. Castro; C. Paredes, D. Muñoz *El cultivo de tuna Opuntia ficus indica*. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú. 102, 2007.
- [14] B. Duru, B. y N. Turker, *Changes in physical properties and chemical composition of cactus pear (Opuntia ficus-indica) during Maturation*. *Journal of the Professional Association for Cactus*. 2005.
- [15] P. Esquivel, *Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima*. *Agronomía Mesoamericana*. 15(2):215-219. 2004.
- [16] FAO, *Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago - Chile. 1905

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1

#### Análisis proximal del mango

##### Determinación de cenizas totales.

##### **(Método de la Incineración Directa - AOAC - 1984).**

En un crisol de porcelana seco y tarado, se echan 2 g de muestra pulverizada, seca y desgrasada. En un mechero a gas se calienta hasta 200°C hasta completa carbonización luego se lleva a mufla a 600°C por 12 horas. Concluido este tiempo se retira el crisol y se coloca sobre una cerámica para que enfríe hasta los 80 0 100°C y luego se coloca en el desecador durante 30 minutos para que enfríe hasta temperatura ambiente, después de lo cual se pesa. Se vuelve a colocar en una mufla a 600°C por media hora, se enfría y pesa. Se repiten las tres últimas operaciones hasta conseguir peso constante. El cálculo del porcentaje de cenizas (%C) se realiza con la siguiente fórmula:

$$\%C = (\text{Peso de la ceniza} / \text{Peso de la muestra}) \times 100$$



Figura 20. Horno de mufla eléctrica para determinar cenizas.

##### Determinación de Humedad: método de destilación azeotrópica.

Por este método, 10 g. de muestra se pone en un matraz con 100mL de tolueno el cual forma azeótropo con el agua, y luego se separan dando directamente el volumen de agua que tiene la muestra y el porcentaje de humedad se calcula con la siguiente fórmula:

$$\%H = (\text{Peso de agua colectada} / \text{Peso de la muestra}) \times 100$$

## Determinación de Grasas. Método Soxhlet.

### **(Método Soxhlet - AOAC - 1984).**

En un cartucho de papel filtro se coloca 10 g de muestra seca y pulverizada, en la cámara extractora del equipo Soxhlet, se echa hexano hasta que tape el cartucho dejando macerar por 12 horas, tapando la salida superior del tubo refrigerante para evitar que el solvente se evapore. Después de las 12 horas se destapa el tubo refrigerante, se retira y se agrega una cierta cantidad de solvente para permitir que el extracto que se ha formado en la cámara sea sifoneado hacia el matraz de destilación, cuando todo el extracto pasa al matraz, se agrega solvente en la cámara hasta que tape el cartucho que contiene la muestra, se vuelve a colocar el tubo refrigerante y se inicia el calentamiento para que este recircule durante 3 ó 4 horas hasta que el solvente en la cámara de extracción se vea transparente. Luego por destilación se recupera el Hexano, dejando libre la grasa que se lleva a estufa a 80°C para eliminar el solvente residual que queda con la grasa, se enfría y pesa.

Resumiendo: En la cámara del aparato Soxhlet se coloca 10 gramos de muestra y se extrae con éter de petróleo, el cual finalmente se destila para recuperar el solvente y se pesa el aceite el porcentaje de aceite se calcula: empleando la siguiente fórmula:

$$\%G = (\text{Peso de la grasa} / \text{Peso de la muestra}) \times 100$$

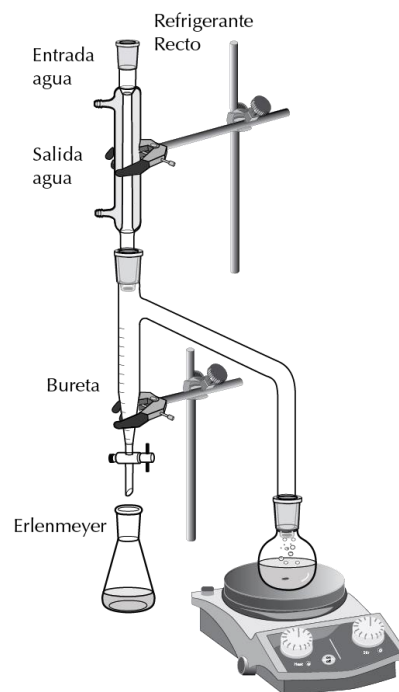


Figura 21. Equipo para destilación azeotrópica en la determinación de agua.

## Determinación de Proteínas.

### **(Método de micro Kjeldahl - AOAC - 1984).**

0,3 g de muestra pulverizada, seca y desgrasada, pesada en balanza analítica, se echa en el balón Kjeldahl, al cual se adicionando 1 g de catalizador (Mezcla de  $\text{CuSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$ ) y 4mL de ácido sulfúrico concentrado. Se calienta primero a temperatura moderada, luego hasta ebullición y se mantiene a esa temperatura hasta que el líquido se torne transparente o de un color verde esmeralda. Durante la digestión la boca del matraz Kjeldahl se conecta mediante una manguera de látex a una trompa de vacío para extraer el dióxido de azufre y mezclarlo con el agua, a fin de que no se propague por el ambiente del laboratorio.

Terminada la digestión y fría la muestra se añaden 100mL de agua destilada y se trasvasa a un balón de 500mL, se agrega 100 de NaOH al 40% y se destila, recibiendo el destilado en un Erlenmeyer con 50mL de ácido bórico al 2%, y gotas de indicador rojo de metilo. La destilación se prolonga hasta la total destilación del amoníaco. La adición del hidróxido de sodio debe de hacerse en un equipo totalmente hermético, para evitar la fuga del amoniaco. Para ello se emplea un embudo de separación que se adapta al matraz de destilación, en un orificio del tapón. Cuando se inicia la ebullición del contenido del matraz, se abre la llave del embudo y se deja caer poco a poco el hidróxido de sodio, hasta que caiga todo e inmediatamente se cierra la llave para evitar fuga de vapores. Este tipo de destilación se denomina “destilación destructiva”, el NaOH rompe la molécula de sulfato de amonio y deja libre el amoniaco que se recibe en ácido bórico.

El exceso de amoníaco que no ha reaccionado con el ácido bórico se titula con ácido sulfúrico 0,1 N. El porcentaje de proteínas (%P) se calcula con la fórmula:

$$\%P = (\text{Gasto} \times 0,014 \times F \times 100) / \text{Peso de la muestra}$$

Dónde:

F - es el factor de la sustancia a analizar.

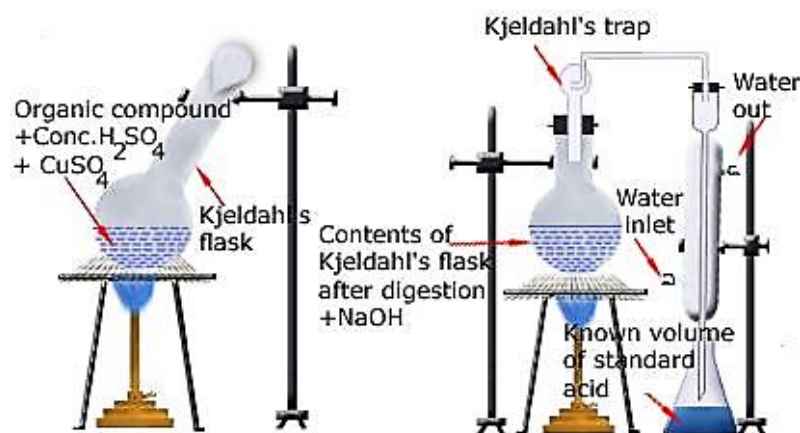


Figura 22. Esquema del equipo para determinar proteínas

### **Determinación en Fibra bruta.**

Se trata la muestra sin grasa con ácido sulfúrico al 1,25% en caliente y luego con NaOH de igual concentración, también en caliente se lava el residuo, se seca, se calcina a 600°C y el residuo se pesa y se calcula el porcentaje de fibra:

$$\%F = [(P_1 - P_2) / \text{Peso de la muestra}] \times 100$$



Figura 23. Separación del hidróxido del residuo por filtración.

### **Determinación de Carbohidratos.**

Los carbohidratos se determinan por diferencia, sumando las determinaciones anteriores y restándolas de 100.

$$\% \text{Carb.} = 100 - (\%C + \%P + \%F + \%H + \%G)$$

## Anexo 2

### Hoja de seguridad del metabisulfito de sodio



#### FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Fecha de revisión 27.09.2018

Versión 13.0

---

#### SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

##### 1.1 Identificador del producto

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Artículo número          | 106528   |
| Denominación             | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |
| Número de registro REACH | 01-2119531326-45-XXXX  |
| No. CAS                  | 7681-57-4  |

##### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

|                    |   |
|--------------------|---|
| Usos identificados | Análisis químico<br>En cumplimiento de las condiciones descritas en el anexo a esta hoja de datos de seguridad. |
|--------------------|---|

##### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Compañía                 | Merck KGaA * 64271 Darmstadt * Alemania * Tel: +49 6151 72-0 |
| Departamento Responsable | LS-QHC * e-mail: prodsafe@merckgroup.com                     |

##### 1.4 Teléfono de emergencia

Instituto Nacional de Toxicología \* Madrid \* Tel: 91 562 04 20

---

#### SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

##### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)

Toxicidad aguda, Categoría 4, Oral, H302

Lesiones oculares graves, Categoría 1, H318

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

|                     |  |
|---------------------|--|
| Artículo número     | 106528   |
| Nombre del producto | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |

---

### 2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)

*Pictogramas de peligro*



*Palabra de advertencia*

Peligro

*Indicaciones de peligro*

H302 Nocivo en caso de ingestión.

H318 Provoca lesiones oculares graves.

EUH031 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

*Consejos de prudencia*

Prevención

P280 Llevar gafas de protección.

Intervención

P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

P313 Consultar a un médico.

Etiquetado reducido (5125 ml)

*Pictogramas de peligro*



*Palabra de advertencia*

Peligro

*Indicaciones de peligro*

H318 Provoca lesiones oculares graves.

*Consejos de prudencia*

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 2 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528  
Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

---

P280 Llevar gafas de protección.  
P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.  
P313 Consultar a un médico.

No. Índice 016-063-00-2

2.3 Otros peligros  
Ninguno conocido.

---

### SECCIÓN 3. Composición/ información sobre los componentes

#### 3.1 Sustancia

|            |  |
|------------|--|
| Formula    | Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S <sub>2</sub> (Hill) |
| No. Índice | 016-063-00-2   |
| No. CE     | 231-673-0  |
| Masa molar | 190,11 g/mol   |

#### Componentes peligrosos (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)

Nombre químico (Concentración)

| No. CAS  | Número de registro | Clasificación                               |
|--|--------------------|---|
| Disulfito de sodio (<= 100 % )   |                    |   |
| <i>La sustancia no cumple los criterios de PBT o mPmB según el Reglamento (CE) núm. 1907/2006, anexo XV.</i> |                    |   |
| 7681-57-4  | 01-2119531326-45-  |   |
|  | XXXX               | Toxicidad aguda, Categoría 4, H302          |
|  |                    | Lesiones oculares graves, Categoría 1, H318 |

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

3.2 Mezcla  
No aplicable

---

### SECCIÓN 4. Primeros auxilios

#### 4.1 Descripción de los primeros auxilios

Tras inhalación: aire fresco.

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 3 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

|                     |  |
|---------------------|--|
| Artículo número     | 106528   |
| Nombre del producto | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |

---

En caso de contacto con la piel: Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas.  
Aclararse la piel con agua/ducharse.

Tras contacto con los ojos: aclarar con abundante agua. Llamar inmediatamente al oftalmólogo.  
Retirar las lentillas.

Tras ingestión: hacer beber agua inmediatamente (máximo 2 vasos). Consultar a un médico.

### 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Iritación y corrosión  
Riesgo de lesiones oculares graves.

### 4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

No hay información disponible.

---

## SECCIÓN 5. Medidas de lucha contra incendios

### 5.1 Medios de extinción

*Medios de extinción apropiados*

Usar medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias del local y a sus alrededores.

*Medios de extinción no apropiados*

No existen limitaciones de agentes extinguidores para esta sustancia/mezcla.

### 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

No combustible.  
Posibilidad de formación de vapores peligrosos por incendio en el entorno.  
El fuego puede provocar emanaciones de:  
Óxidos de azufre

### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

*Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios*

En caso de fuego, protéjase con un equipo respiratorio autónomo.

*Otros datos*

Reprimir los gases/vapores/neblinas con agua pulverizada. Impedir la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas por el agua que ha servido a la extinción de incendios.

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 4 de 22

---

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

|                     |  |
|---------------------|--|
| Artículo número     | 106528   |
| Nombre del producto | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |

---

---

### SECCIÓN 6. Medidas en caso de vertido accidental

#### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Indicaciones para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia: Evitar la inhalación de polvo. Evitar el contacto con la sustancia. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacúe el área de peligro, respete los procedimientos de emergencia, con sulte con expertos.

Consejos para el personal de emergencia:

Equipo protector véase sección 8.

#### 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

#### 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Cubra las alcantarillas. Recoja, una y aspire los derrames. Observe posibles restricciones de materiales (véanse indicaciones en las secciones 7 o 10). Recoger en seco y proceder a la eliminación de residuos. Aclarar. Evitar la formación de polvo.

#### 6.4 Referencia a otras secciones

Para indicaciones sobre el tratamiento de residuos, véase sección 13.

---

### SECCIÓN 7. Manipulación y almacenamiento

#### 7.1 Precauciones para una manipulación segura

*Consejos para una manipulación segura*

Observar las indicaciones de la etiqueta.

*Medidas de higiene*

Sustituir la ropa contaminada. Es recomendable una protección preventiva de la piel. Lavar las manos al término del trabajo.

#### 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

*Condiciones de almacenamiento*

Bien cerrado. Seco.

Temperatura de almacenaje recomendada indicada en la etiqueta del producto.

#### 7.3 Usos específicos finales

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 5 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528  
Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

---

Véase el escenario de exposición en el anexo de esta FDS.

---

### SECCIÓN 8. Controles de exposición/ protección individual

#### 8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

##### Componentes

| Base | Valor | Límites umbrales | Observaciones |
|------|-------|------------------|---------------|
|------|-------|------------------|---------------|

##### *Disulfito de sodio (7681-57-4)*

|          |   |                     |  |
|----------|---|---------------------|--|
| VLA (ES) | Valor Límite Ambiental-<br>Exposición Diaria (VLA-<br>ED) | 5 mg/m <sup>3</sup> |  |
|----------|---|---------------------|--|

##### Nivel sin efecto derivado (DNEL)

|                          |                    |            |                      |
|--------------------------|--------------------|------------|----------------------|
| DNEL trabajador, crónico | efectos sistémicos | inhalativo | 10 mg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------|--------------------|------------|----------------------|

##### Procedimientos de control recomendados

Los métodos para la medición de la atmósfera del puesto de trabajo deben cumplir con los requisitos de las normas DIN EN 482 y DIN EN 689.

##### Concentración prevista sin efecto (PNEC)

|  |           |
|--|-----------|
| PNEC Agua dulce                                | 1 mg/l    |
| PNEC Agua de mar                               | 0,1 mg/l  |
| PNEC sistema de depuración de aguas residuales | 75,4 mg/l |

#### 8.2 Controles de la exposición

##### Medidas de ingeniería

Medidas técnicas y observación de métodos adecuados de trabajo tienen prioridad ante el uso de equipos de protección personal.

Véase sección 7.1.

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528  
Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

---

### Medidas de protección individual

Los tipos de auxiliares para protección del cuerpo deben elegirse específicamente según el puesto de trabajo en función de la concentración y cantidad de la sustancia peligrosa. Debería aclararse con el suministrador la estabilidad de los medios protectores frente a los productos químicos.

#### Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro

#### Protección de las manos

Sumersión:

|                        |                |
|------------------------|----------------|
| Material del guante:   | Caucho nitrilo |
| Espesor del guante:    | 0,11 mm        |
| Tiempo de penetración: | > 480 min      |

Salpicaduras:

|                        |                |
|------------------------|----------------|
| Material del guante:   | Caucho nitrilo |
| Espesor del guante:    | 0,11 mm        |
| Tiempo de penetración: | > 480 min      |

Los guantes de protección indicados deben cumplir con las especificaciones de la Directiva 89/686/EEC y con su norma resultante EN374, por ejemplo KCL 741 Dermatri® L (Sumersión), KCL 741 Dermatri® L (Salpicaduras).

Los tiempos de ruptura mencionados anteriormente han sido determinados con muestras de material de los tipos de guantes recomendados en mediciones de laboratorio de KCL según EN374.

Esta recomendación solo es válida para el producto mencionado en la ficha de datos de seguridad, suministrado por nosotros y para el fin indicado. Al disolver o mezclar en otras sustancias y cuando las condiciones difieran de las indicadas en EN374, debe dirigirse al suministrador de guantes con distintivo CE (por ejem. KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: [www.kcl.de](http://www.kcl.de))

#### Otras medidas de protección

prendas de protección

#### Protección respiratoria

necesaria en presencia de polvo.

Tipo de Filtro recomendado: Filtro P 2

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 7 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528  
Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

---

El empresario debe garantizar que el mantenimiento, la limpieza y la prueba técnica de los protectores respiratorios se hagan según las instrucciones del productor de las mismas. Estas medidas deben ser documentadas debidamente.

### Controles de exposición medioambiental

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

---

### SECCIÓN 9. Propiedades físicas y químicas

#### 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

|                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Forma                            | polvo                             |
| Color                            | incolore                          |
| Olor                             | ligero                            |
| Umbral olfativo                  | No hay información disponible.    |
| pH                               | 3,5 - 5<br>a 50 g/l<br>20 °C      |
| Punto de fusión                  | aprox. 150 °C<br>(descomposición) |
| Punto /intervalo de ebullición   | No aplicable                      |
| Punto de inflamación             | No aplicable                      |
| Tasa de evaporación              | No hay información disponible.    |
| Inflamabilidad (sólido, gas)     | El producto no es inflamable.     |
| Límites inferior de explosividad | No aplicable                      |

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

|                     |  |
|---------------------|--|
| Artículo número     | 106528   |
| Nombre del producto | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |

---

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| Límite superior de explosividad            | No aplicable                       |
| Presión de vapor                           | No hay información disponible.     |
| Densidad relativa del vapor                | No hay información disponible.     |
| Densidad                                   | 2,36 g/cm <sup>3</sup><br>a 20 °C  |
| Densidad relativa                          | No hay información disponible.     |
| Solubilidad en agua                        | aprox.650 g/l<br>a 20 °C           |
| Coefficiente de reparto n-<br>octanol/agua | No hay información disponible.     |
| Temperatura de auto-<br>inflamación        | No hay información disponible.     |
| Temperatura de descomposición              | > 150 °C                           |
| Viscosidad, dinámica                       | No hay información disponible.     |
| Propiedades explosivas                     | No clasificado/a como explosivo/a. |
| Propiedades comburentes                    | ningún                             |

### 9.2 Otros datos

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| Temperatura de ignición | No aplicable                    |
| Densidad aparente       | 1.000 - 1.200 kg/m <sup>3</sup> |

---

## SECCIÓN 10. Estabilidad y reactividad

### 10.1 Reactividad

Véase sección 10.3

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 9 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

|                     |  |
|---------------------|--|
| Artículo número     | 106528   |
| Nombre del producto | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |

---

### 10.2 Estabilidad química

El producto es químicamente estable bajo condiciones normales (a temperatura ambiental).

### 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Reacción exotérmica con:

Oxidantes, nitritos, nitratos, Sulfuros

Desprendimiento de gases o vapores peligrosos con:

Ácidos

### 10.4 Condiciones que deben evitarse

Fuerte calefacción (descomposición).

### 10.5 Materiales incompatibles

información no disponible

### 10.6 Productos de descomposición peligrosos

en caso de incendio: véase sección 5.

---

## SECCIÓN 11. Información toxicológica

### 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

*Toxicidad oral aguda*

DL50 Rata: 1.540 mg/kg

Directrices de ensayo 401 del OECD

Síntomas: Irritaciones de las mucosas en la boca, garganta, esófago y tracto estomago-intestinal.

*Toxicidad aguda por inhalación*

Síntomas: Consecuencias posibles: irritación de las mucosas

*Toxicidad cutánea aguda*

DL50 Rata: > 2.000 mg/kg

(RTECS)

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

|                     |  |
|---------------------|--|
| Artículo número     | 106528   |
| Nombre del producto | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |

---

### *Iritación de la piel*

Conejo

Resultado: Sin irritación

Directrices de ensayo 404 del OECD

### *Iritación ocular*

Conejo

Resultado: Irritación ocular

Directrices de ensayo 405 del OECD

Provoca lesiones oculares graves.

### *Sensibilización*

Test de sensibilización: Conejillo de indias

Resultado: negativo

(Ficha de datos de Seguridad externa)

### *Mutagenicidad en células germinales*

#### *Genotoxicidad in vitro*

Prueba de Ames

Resultado: negativo

Método: OECD TG 471

Mutagenicidad (ensayo de células de mamífero): test micronucleus.

Resultado: negativo

(IUCLID)

### *Carcinogenicidad*

No muestra efectos cancerígenos en experimentos con animales. (IUCLID)

### *Toxicidad para la reproducción*

No hay reducción de la capacidad reproductora en experimentos con animales. (IUCLID)

### *Teratogenicidad*

No mostró efectos teratogénicos en experimentos con animales. (Ficha de datos de Seguridad externa)

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

|                     |  |
|---------------------|--|
| Artículo número     | 106528   |
| Nombre del producto | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |

---

*Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única*

Esta información no está disponible.

*Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas*

Esta información no está disponible.

*Peligro de aspiración*

Esta información no está disponible.

### 11.2 Otros datos

Tras absorción:

No nos consta una descripción de síntomas tóxicos.

Las otras propiedades peligrosas no pueden ser excluidas.

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

---

## SECCIÓN 12. Información ecológica

### 12.1 Toxicidad

*Toxicidad para los peces*

CL50 *Oncorhynchus mykiss* (Trucha irisada): 150 - 220 mg/l; 96 h

DIN 38412 parte 15

*Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos*

CE50 *Daphnia magna* (Pulga de mar grande): 89 mg/l; 48 h

OECD TG 202

*Toxicidad para las algas*

IC50 *Desmodesmus subspicatus* (alga verde): 48 mg/l; 72 h

OECD TG 201

*Toxicidad para las bacterias*

CE50 *Pseudomonas putida*: 56 mg/l; 17 h

(IUCLID)

### 12.2 Persistencia y degradabilidad

*Biodegradabilidad*

Los métodos para la determinación de la degradabilidad biológica no son aplicables para las sustancias inorgánicas.

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 12 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528  
Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

---

### *Demanda química de oxígeno (DQO)*

165 mg/g

(calculado) (Ficha de datos de Seguridad externa)

### 12.3 Potencial de bioacumulación

No hay información disponible.

### 12.4 Movilidad en el suelo

No hay información disponible.

### 12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

La sustancia no cumple los criterios de PBT o mPmB según el Reglamento (CE) núm. 1907/2006, anexo XIII.

### 12.6 Otros efectos adversos

La descarga en el ambiente debe ser evitada.

---

## SECCIÓN 13. Consideraciones relativas a la eliminación

### *Métodos para el tratamiento de residuos*

Consulte en [www.retrologistik.com](http://www.retrologistik.com) sobre procesos relativos a la devolución de productos químicos o recipientes, o contáctenos si tiene más preguntas.

Directiva sobre residuos 2008/98 nota / CE.

Los residuos deben eliminarse de acuerdo con normativas locales y nacionales. Deje los productos químicos en sus recipientes originales. No los mezcle con otros residuos. Maneje los recipientes sucios como el propio producto.

---

## SECCIÓN 14. Información relativa al transporte

### Transporte por carretera (ADR/RID)

14.1 - 14.6 Producto no peligroso según los criterios de la reglamentación del transporte.

### Transporte fluvial (ADN)

No relevante

### Transporte aéreo (IATA)

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 13 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

|                     |  |
|---------------------|--|
| Artículo número     | 108528   |
| Nombre del producto | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |

---

14.1 - 14.6 Producto no peligroso según los criterios de la reglamentación del transporte.

### Transporte marítimo (IMDG)

14.1 - 14.6 Producto no peligroso según los criterios de la reglamentación del transporte.

14.7 Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC  
No relevante

---

### SECCIÓN 15. Información reglamentaria

#### 15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

##### Disposiciones legales de la CE

Legislación sobre Riesgos de Accidentes Graves SEVESO III  
No aplicable

Restricciones profesionales Tomar nota de la Directiva 94/33/CEE sobre la protección laboral de los jóvenes. Obsérvense las restricciones considerando la protección maternal de acuerdo con la Directiva del Consejo 92/85/CEE o regulaciones más rigurosas nacionales.

Reglamento 1005/2009/CE relativo a sustancias que agotan la capa de ozono no regulado

Reglamento (CE) nº 850/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre contaminantes orgánicos persistentes que modifica la Directiva 79/117/CEE no regulado

Sustancias extremadamente preocupantes (SVHC) Este producto no contiene sustancias extremadamente preocupantes por encima del límite legal de concentración correspondiente ( $\geq 0,1$  % p/p) según la normativa CE n.º 1907/2006 (REACH), artículo 57.

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 14 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528  
Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

---

### Legislación nacional

Clase de almacenamiento 10 - 13

### 15.2 Evaluación de la seguridad química

Para este producto no se realizó una valoración de la seguridad química.

---

### SECCIÓN 16. Otra información

Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

H302 Nocivo en caso de ingestión.  
H318 Provoca lesiones oculares graves.

### Consejos relativos a la formación

Debe disponer a los trabajadores la información y la formación práctica suficientes.

### Etiquetado

Pictogramas de peligro



Palabra de advertencia

Peligro

Indicaciones de peligro

H302 Nocivo en caso de ingestión.  
H318 Provoca lesiones oculares graves.  
EUH031 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

Consejos de prudencia

Prevención

P280 Llevar gafas de protección.

Intervención

P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

|                     |  |
|---------------------|--|
| Artículo número     | 106528   |
| Nombre del producto | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |

---

cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

P313 Consultar a un médico.

**Una explicación de las abreviaturas y los acrónimos utilizados en la ficha de datos de seguridad**

Puede consultar las abreviaturas y acrónimos utilizados en [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).

### Representante regional

Merck Chemical and Life Science, S.A. |

C/ María de Molina, 40 | 28006 Madrid - España |

Tel: +34 935655500 | Fax: +34 935440000 | email: [SCM.Chemicals.ES@merckgroup.com](mailto:SCM.Chemicals.ES@merckgroup.com) |

[www.merck.es](http://www.merck.es)

---

*Los datos suministrados en esta ficha de seguridad se basan en nuestro actual conocimiento. Describen tan sólo las medidas de seguridad en el manejo de este producto y no representan una garantía sobre las propiedades descritas del mismo.*

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528  
Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

---

### ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN 1 (Uso industrial)

---

#### 1. Uso industrial (Análisis químico)

##### Sectores de uso final

- SU 3* Usos industriales: Usos de sustancias como tales o en preparados en emplazamientos industriales
- SU 9* Fabricación de productos químicos finos
- SU 10* Formulación [mezcla] de preparados y/ o reenvasado (sin incluir aleaciones)

##### Categoría de productos químicos

- PC21* Productos químicos de laboratorio

##### Categorías de proceso

- PROC1* Uso en procesos cerrados, exposición improbable
- PROC2* Utilización en procesos cerrados y continuos con exposición ocasional controlada
- PROC3* Uso en procesos por lotes cerrados (síntesis o formulación)
- PROC4* Utilización en procesos por lotes y de otro tipo (síntesis) en los que se puede producir la exposición
- PROC5* Mezclado en procesos por lotes para la formulación de preparados y artículos (fases múltiples y/ o contacto significativo)
- PROC8a* Transferencia de sustancias o preparados (carga/ descarga) de o hacia buques o grandes contenedores en instalaciones no especializadas
- PROC8b* Transferencia de sustancias o preparados (carga/ descarga) de o hacia buques o grandes contenedores en instalaciones especializadas
- PROC9* Transferencia de sustancias o preparados en pequeños contenedores (líneas de llenado especializadas, incluido el pesaje)
- PROC10* Aplicación mediante rodillo o brocha
- PROC15* Uso como reactivo de laboratorio

##### Categorías de emisión al medio ambiente

- ERC1* Fabricación de sustancias
- ERC2* Formulación de preparados
- ERC8a* Uso industrial que da lugar a la fabricación de otra sustancia (uso de sustancias intermedias)

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 17 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528  
Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

---

*ERC6b* Uso industrial de auxiliares tecnológicos reactivos

---

### 2. Escenario contributivo: condiciones de operación y medidas de gestión de riesgos

---

2.1 Escenario de contribución que controla la exposición de los trabajadores para: PROC1, PROC2, PROC3, PROC4, PROC5, PROC8a, PROC8b, PROC9, PROC10, PROC15

#### Características del producto

Concentración de la sustancia en la Mezcla/Artículo Cubre un porcentaje de 100% de sustancia en el producto.  
Forma física (en el momento del uso) Sólido, exposición al polvo media

#### Frecuencia y duración del uso

Frecuencia de uso 8 horas / día  
Frecuencia de uso 5 días / semana

#### Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores

Al exterior / Al Interior Zona interior sin aspiración local (LEV)

#### Medidas organizativas para prevenir/limitar emisiones, dispersión y exposición

Cubre exposiciones diarias de hasta 8 horas.

#### Condiciones y medidas relacionadas con la protección personal, la higiene y la evaluación de la salud

Llevar guantes/ gafas/ máscara de protección.

---

### 3. Estimación de la exposición y referencia a su fuente

#### Medio Ambiente

Se realizó una valoración de la seguridad química según Artículo 14 (3) y Anexo I, Párrafo 3 (valoración del peligro para el medio ambiente) y 4 (valoración PBT y MPMB) de REACH. Como no se identificaron peligros no son necesarias una estimación de la exposición ni una caracterización del riesgo (REACH, Anexo I, Párrafo 5.0).

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528  
Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

### Trabajadores

| CS  | Descriptor de uso | Duración de la exposición, ruta, efecto | RCR   | Método de Evaluación de la exposición |
|-----|-------------------|---|-------|---------------------------------------|
| 2.1 | PROC1             | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,001 | MEASE                                 |
| 2.1 | PROC2             | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,05  | MEASE                                 |
| 2.1 | PROC3             | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,1   | MEASE                                 |
| 2.1 | PROC4             | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,5   | MEASE                                 |
| 2.1 | PROC5             | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,5   | MEASE                                 |
| 2.1 | PROC8a            | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,5   | MEASE                                 |
| 2.1 | PROC8b            | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,5   | MEASE                                 |
| 2.1 | PROC9             | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,5   | MEASE                                 |
| 2.1 | PROC10            | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,5   | MEASE                                 |
| 2.1 | PROC15            | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,05  | MEASE                                 |

Los parámetros patrones y las eficiencias del modelo de evaluación de la exposición aplicada fueron utilizados para el cálculo (a menos que se indique otra cosa).

Para (otros) efectos agudos las medidas de gestión de riesgos están basadas sobre una caracterización de riesgos cualitativos.

#### 4. Orientación al Usuario Intermedio para evaluar si trabaja dentro de los límites fijados por el Escenario de Exposición

Consulte los documentos siguientes: ECHA Guidance on information requirements and chemical safety assessment Chapter R.12: Use descriptor system; ECHA Guidance for downstream users; ECHA Guidance on information requirements and chemical safety assessment Part D: Exposure Scenario Building, Part E: Risk Characterisation and Part G: Extending the SDS; VCI/Cefic REACH

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 19 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528

Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

---

Practical Guides on Exposure Assessment and Communications in the Supply Chain; CEFIC  
Guidance Specific Environmental Release Categories (SPERCs).

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

|                     |  |
|---------------------|--|
| Artículo número     | 106528   |
| Nombre del producto | Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur |

---

### ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN 2 (Uso profesional)

---

#### 1. Uso profesional (Análisis químico)

##### Sectores de uso final

*SU 22* Usos profesionales: Ámbito público (administración, educación, espectáculos, servicios, artesanía)

##### Categoría de productos químicos

*PC 21* Productos químicos de laboratorio

##### Categorías de proceso

*PROC 15* Uso como reactivo de laboratorio

##### Categorías de emisión al medio ambiente

*ERC 2* Formulación de preparados

*ERC 8a* Uso industrial que da lugar a la fabricación de otra sustancia (uso de sustancias intermedias)

*ERC 8b* Uso industrial de auxiliares tecnológicos reactivos

---

#### 2. Escenario contributivo: condiciones de operación y medidas de gestión de riesgos

---

##### 2.1 Escenario de contribución que controla la exposición de los trabajadores para: PROC15

##### Características del producto

Concentración de la sustancia en la Mezcla/Artículo      Cubre un porcentaje de 100% de sustancia en el producto.

Forma física (en el momento del uso)      Sólido, exposición al polvo media

##### Frecuencia y duración del uso

Frecuencia de uso      8 horas / día

Frecuencia de uso      5 Días de trabajo/semana

##### Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores

Al exterior / Al interior      Zona interior sin aspiración local (LEV)

---

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Página 21 de 22

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106528  
Nombre del producto Sodio disulfito (sodio metabisulfito) p.a. EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur

---

### Medidas organizativas para prevenir/limitar emisiones, dispersión y exposición

Cubre exposiciones diarias de hasta 8 horas.

### Condiciones y medidas relacionadas con la protección personal, la higiene y la evaluación de la salud

Llevar guantes/ gafas/ máscara de protección.

---

### 3. Estimación de la exposición y referencia a su fuente

#### Medio Ambiente

Se realizó una valoración de la seguridad química según Artículo 14 (3) y Anexo I, Párrafo 3 (valoración del peligro para el medio ambiente) y 4 (valoración PBT y MPMB) de REACH. Como no se identificaron peligros no son necesarias una estimación de la exposición ni una caracterización del riesgo (REACH, Anexo I, Párrafo 5.0).

#### Trabajadores

| CS  | Descriptor de uso | Duración de la exposición, ruta, efecto | RCR  | Método de Evaluación de la exposición |
|-----|-------------------|---|------|---------------------------------------|
| 2.1 | PROC15            | larga duración, inhalativo, sistémico   | 0,05 | MEASE                                 |

---

Los parámetros patrones y las eficiencias del modelo de evaluación de la exposición aplicada fueron utilizados para el cálculo ( a menos que se indique otra cosa).

---

### 4. Orientación al Usuario Intermedio para evaluar si trabaja dentro de los límites fijados por el Escenario de Exposición

Consulte los documentos siguientes: ECHA Guidance on information requirements and chemical safety assessment Chapter R.12: Use descriptor system; ECHA Guidance for downstream users; ECHA Guidance on information requirements and chemical safety assessment Part D: Exposure Scenario Building, Part E: Risk Characterisation and Part G: Extending the SDS; VCI/CEFIC REACH Practical Guides on Exposure Assessment and Communications in the Supply Chain; CEFIC Guidance Specific Environmental Release Categories (SPERCs).

---