

**Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Agrarias**

**Tesis para optar al grado de Licenciatura en Bromatología**



# **EVALUACIÓN DE MÉTODOS PARA CONSERVACIÓN DE COLOR EN DIENTES DE AJO PELADOS (*ALLIUM SATIVUM L.*) TIPO COMERCIAL MORADO**



**Tesista: Brom. Jesica Paola Sarraf**

**Director: Lic. en Brom. Mónica Mirábile**

**Codirector: Lic. en Brom. Nancy Ventre**

**Asesor en el área estadística: Mg. Ing. Agr. Marcelo Alberto**

**Mendoza, 2020**

## RESUMEN

Argentina es el tercer país exportador de ajo, después de España, y la provincia de Mendoza es la principal provincia productora.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de distintos métodos de conservación de color de dientes de ajo pelado tipo comercial morado como solución a la problemática de una empresa exportadora del departamento Maipú, provincia de Mendoza.

Inicialmente se dividió el total de materia prima (dientes de ajo pelados frescos) en los diez ensayos a determinar. Los tratamientos de conservación de color consistieron en: escaldado a 65 °C, inmersión en solución de metabisulfito de sodio en dos concentraciones diferentes (0,5 y 1%), inmersión en ácido cítrico al 1% y la combinación de estos tratamientos. Posteriormente, se analizó el índice de color con dos equipos diferentes, colorímetro y escáner calibrado, y además se determinaron: pH, SO<sub>2</sub> total, recuento de microorganismos aerobios psicrófilos y psicotolerantes y evaluación sensorial de cada ensayo efectuado. Dichas mediciones fueron realizadas al inicio del tratamiento, a los 21, 35 y 42 días.

Con los resultados obtenidos de todas las mediciones realizadas, se llegó a la conclusión de que hay diferencias entre los distintos tratamientos, siendo el ensayo que presentaba mayor concentración de metabisulfito de sodio, el que mejor comportamiento tuvo a lo largo del tiempo. Esta información puede ser útil para la aplicación tecnológica del tratamiento efectivo a nivel industrial y para analizar otras alternativas a este producto de exportación, como ser el cuidado de la materia prima en sus distintas etapas de elaboración, el envase en el que se almacena y distribuye, entre otros.

**Palabras claves:** dientes de ajo pelados, conservación de color, metabisulfito de sodio, aplicación industrial, exportación.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la vida y por permitirme llegar hasta acá. A mi esposo Germán, a mis hijos Juan Martín y Álvaro por apoyarme incondicionalmente en cada decisión y proyecto con tanto amor y por ser el motor de mi vida. A mis padres, Raquel y Williams, por inculcarme valores y fomentar mi educación desde la infancia.

A Mónica Mirábile, Nancy Ventrera y Marcelo Alberto por su tiempo y ser mis guías en este trabajo. A todo el equipo de la cátedra de Bromatología de la Facultad de Ciencias Agrarias por el espacio cedido para poder llevar a cabo este estudio, por sus aportes a este trabajo y a mi formación profesional . Al Ing. José Luis Burba por el aporte de bibliografía. A todas las personas que contribuyeron a mi meta directa e indirectamente.

## PLANTEO DEL PROBLEMA

El presente trabajo surge como solicitud de una empresa exportadora de dientes de ajo pelados del departamento Maipú, provincia de Mendoza.

Dicha empresa, manifestaba tener dificultades en cuanto a la conservación del color de los dientes de ajo pelados a través del tiempo, ya que su principal cliente estaba ubicado en Estados Unidos. Por un lado se debía considerar el tiempo de conservación desde la salida del producto de la planta elaboradora hasta la llegada al Puerto de Miami, Estados Unidos, lo cual oscilaba alrededor de los 18 – 21 días; Por otra parte el tiempo de conservación del producto desde la llegada al Puerto de Miami hasta la comercialización y consumo, lo cual oscilaba entre los 14 – 21 días. Motivo por el cual se decide observar los dientes de ajo pelados al inicio, 21, 35 y 42 días.

Los dientes de ajo pelados eran envasados en frascos PET de 2,270 Kg de capacidad, con tapa plástica a rosca. A su vez, se colocaban 4 frascos por caja para el envío. El producto se enviaba en contenedores vía terrestre hasta el puerto de Santiago de Chile o Buenos Aires, según el servicio de logística contratado y de allí vía marítima hasta el puerto de Miami, EE.UU.

Trabajaban con ajo tipo comercial morado ya que es el de mayor producción en Mendoza y también el que le venden sus proveedores. Por esta razón, este estudio se centra en la conservación de este tipo comercial de ajo y no de otros.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
PLANTEO DEL PROBLEMA.....	IV
ÍNDICE .....	V
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. El Ajo.....	2
1.1.1. Grupos y Tipos comerciales.....	2
1.1.1.1. Ajo Morado.....	4
1.2. Producción e Industrialización.....	5
1.3. Calidad en ajo.....	13
1.3.1. Evaluación Sensorial.....	13
1.3.2. Color como parámetro de calidad en ajo pelado.....	14
1.2.2.1. Modelos de medición de color.....	15
1.2.2.2. Índice de Color.....	16
1.3. Tratamientos para conservar el color en ajo pelado.....	17
1.3.1. Temperaturas de refrigeración.....	17
1.3.2. Tratamientos químicos.....	18
1.3.3. Tratamientos térmicos.....	19
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	21
2.1. Hipótesis .....	22
2.2. Objetivos .....	22
2.2.1. Objetivo general .....	22
2.2.2. Objetivos particulares .....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
3.1. Muestras y Ensayos.....	24
3.2. Análisis Físico Químicos .....	27
3.2.1. Determinación del Índice de color.....	27
3.2.2. Determinación de pH.....	28
3.2.3. Determinación de SO <sub>2</sub> Total.....	28
3.3. Evaluación Sensorial .....	29
3.4. Análisis Microbiológicos .....	29
3.5. Análisis Estadísticos.....	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1. Índice de color por colorímetro.....	32

4.2.	Índice de color por escáner calibrado .....	35
4.3.	pH.....	38
4.4.	SO <sub>2</sub> Total .....	40
4.5.	Análisis Microbiológicos.....	41
4.6.	Evaluación Sensorial.....	41
5.	CONCLUSIONES.....	52
6.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	55
7.	ANEXOS .....	58

## INTRODUCCIÓN



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. El Ajo

El ajo común (*Allium sativum* L.), pertenece a la familia de las aliáceas para la taxonomía moderna. Esta hortaliza es una de las más importantes de Argentina tanto desde el punto de vista social, por la mano de obra que ocupa, como el económico, generando movimientos de capitales por más de 200 millones de dólares al año.

El bulbo de ajo está conformado por varios dientes, cuyo número, tamaño, forma y color depende de la variedad o del cultivar al que pertenezca y del manejo al que pudo ser sometido (Burba, 2003).

El primer productor y exportador a nivel mundial es China con 300 mil hectáreas (ha). Argentina es el tercer país exportador, después de España (Revista TodoAgro, 2018).

Mendoza es la principal provincia productora, con 11 mil ha. En la provincia, durante la temporada 2017/2018, se dispusieron para el cultivo de ajo morado 5.824 ha, comparado con el ajo colorado y ajo blanco con 3.610 ha y 506 ha respectivamente (IDR, 2017).

#### 1.1.1. Grupos y Tipos comerciales de ajo

Los ajos pueden ser agrupados por sus características botánicas, fisiológicas o comerciales. En la práctica comercial, los ajos se denominan en algunos casos según el color de los bulbos, o el color de los “dientes” o bulbillos en otros (Burba, 2008).

##### Grupos comerciales de ajo

Son denominaciones vulgares, reconocidas internacionalmente, asociadas fundamentalmente al formato del bulbo, sus irregularidades, y al número y tamaño de los bulbillos. Se denominan “comunes” y “nobles”.

- Ajo común: bulbo perteneciente a cultivares (mal llamadas variedades) de bajos requerimientos de frío; es de cosecha precoz y en su conformación presenta generalmente más de 15 bulbillos o “dientes”, otorgándole al bulbo, por lo general, formas irregulares.



- Ajo noble: bulbo perteneciente a cultivares (mal llamadas variedades) de intermedios a altos requerimientos de frío; es de cosecha intermedia o tardía y en su conformación presenta generalmente menos de 15 bulbillos o “dientes”, otorgándole al bulbo, por lo general, formas regulares (Burba, 2002).

### Tipos comerciales de ajos

Son denominaciones vulgares, reconocidas internacionalmente, asociadas fundamentalmente al color de las hojas de protección de los bulbillos, o excepcionalmente la de los bulbos (Burba, 2002).

Existen en el mercado argentino seis tipos comerciales de ajo y que son bien diferentes entre sí:

- Rosados
- Blancos
- Castaños
- Colorados
- Violetas
- Morados

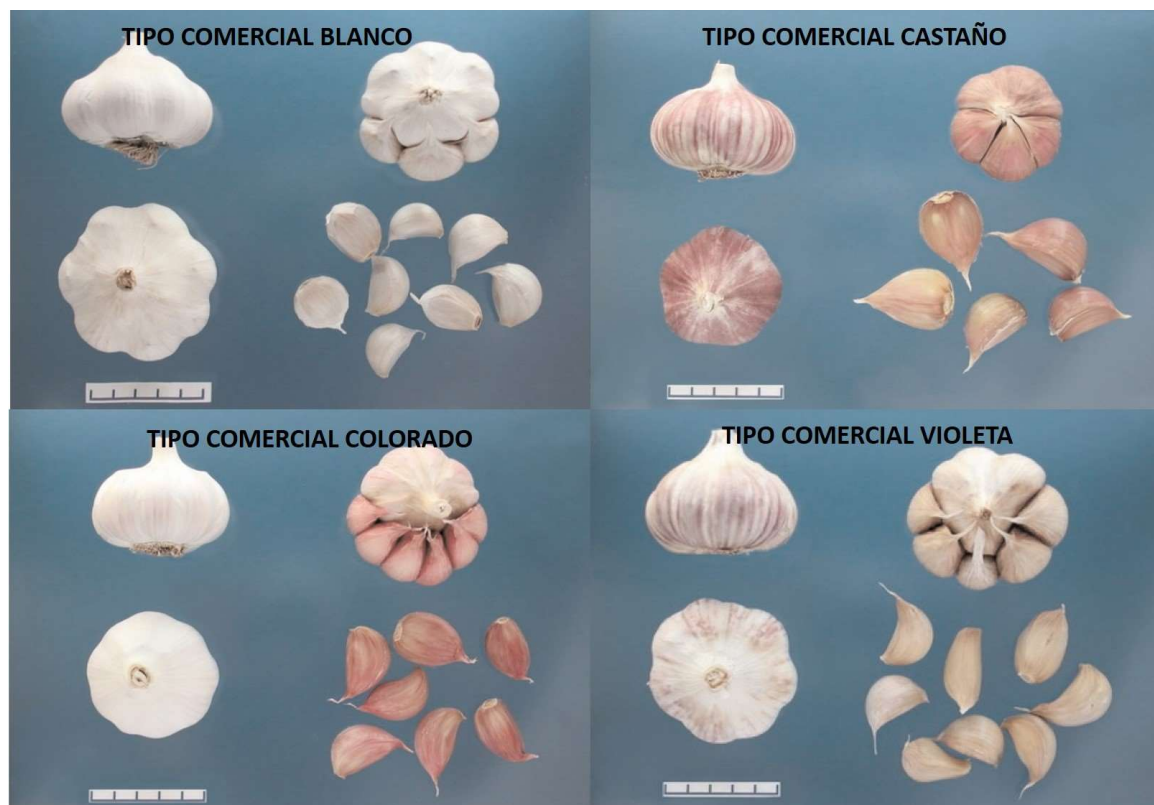


### Clave para el reconocimiento de tipos de ajo

CARACTERÍSTICAS						
	ROSADOS	MORADOS	VIOLETAS	BLANCOS	COLORADOS	CASTAÑOS
Forma de cabeza	Cónica	Chata	Cónica	Chata	Globosa achatada	Globosa achatada
Color de cabeza	Blanco suave variegado	Blanco fuerte variegado	Blanco suave variegado	Blanco raro variegado	Blanco	Blanco fuerte variegado
Color de dientes	Rosado	Beige	Beige	Blanco	Rojo	Castaño
Número de dientes	20 a 30	10 a 12	10 a 12	10 a 12	10 a 12	5 a 6
Cuello duro	Si	Si	No	No	Si	Si
Ingreso a mercado	Agosto	Octubre	Noviembre	Noviembre	Diciembre	Diciembre
Conservación natural	Escasa	Escasa	Escasa	Buena	Buena	Muy buena
Conservación frigorífica	Escasa	Escasa	Escasa	Muy buena	Excelente	Excelente
Pungencia ("picante")	Baja	Baja	Mediana	Mediana	Mediana	Alta
Olor	Suave	Suave	Intenso	Intenso	Moderado	Muy Suave
Sabor	Muy Suave	Muy Suave	Suave	Suave	Intenso	Muy intenso
Destino principal	Ensaladas	Ensaladas	Pescados y mariscos	Carnes blancas	Carnes rojas	Panes y cremas
Propiedades nutraceuticas	Escasas	Moderadas	Medianas	Altas	Muy altas	Muy altas

**Recomendaciones para su compra:**  
 ✓ Huela la cabeza, no debe tener olor a ajo. El olor solo se desprende cuando hay una herida o una enfermedad.  
 ✓ Asegúrese que la cabeza esté firme.  
 ✓ Tenga en cuenta que el ajo tiene una determinada vida útil que se termina cuando brota

Fig. 1. Claves para reconocimiento de tipos de ajo - INTA



*Fig. 2. Tipos comerciales de ajo*

#### **1.1.1.1. Ajo Morado**

Como se mencionó al inicio de este trabajo, este estudio se centra en este tipo comercial de ajo por ser el de mayor producción en la provincia de Mendoza y con el cual trabaja la empresa que solicitó esta investigación.

Los “ajos morados”, mal llamados “ajos chinos”, son poblaciones de plantas muy vigorosas, de cosecha temprana, globosos achatados (Burba, 2008).

Este tipo comercial de ajo pertenece al grupo de ajos nobles y se cosecha en los meses de octubre - noviembre. Se caracteriza por presentar bulbos muy grandes color blanco variegado (muestra tejidos de distintos colores) con estrías gruesas de color morado y pocos dientes color castaño claro, generalmente entre 10 y 12. Poseen muy poca conservación y es de sabor relativamente suave (Burba et al, 2010).



Figura 3. Ajo tipo comercial Morado

### 1.1.2. Producción e Industrialización

El mercado mundial de ajo ha crecido en los últimos años, debido a cambios en los hábitos de consumo.

Se pueden diferenciar cuatro grandes centros mundiales de producción y consumo:

- El centro asiático, conformado por China principalmente, produce el 86% del ajo del mundo.
- El centro europeo o mediterráneo, conformado por España, Francia e Italia (se anexan Egipto y Turquía por proximidad geográfica), aporta el 6%.
- El centro norteamericano, que agrupa a México y Estados Unidos, representa el 3%.
- El centro sudamericano, conformado por Brasil, Argentina y Chile, aporta el 4% de la producción global.

China, Argentina, España, Francia y México agrupan aproximadamente el 80% del valor (y el 90% del volumen) del ajo comercializado en el mundo. China es el principal productor, con 10 millones de toneladas (Tn), Argentina está en el cuarto puesto con 143.000 Tn aportando el 1% de la producción mundial. (MAGYP, 2007).

La producción argentina se realiza orientada especialmente a los mercados externos, lo cual hace que dependa de la demanda de los distintos destinos. La región de Cuyo es la principal

zona productora del país, concentrándose en la provincia de Mendoza más del 88 % de la producción nacional, seguida por la provincia de San Juan con aproximadamente el 4 %. El saldo del 8 % se distribuye entre el resto de las provincias, siendo las principales: Buenos Aires, Río Negro y Córdoba.

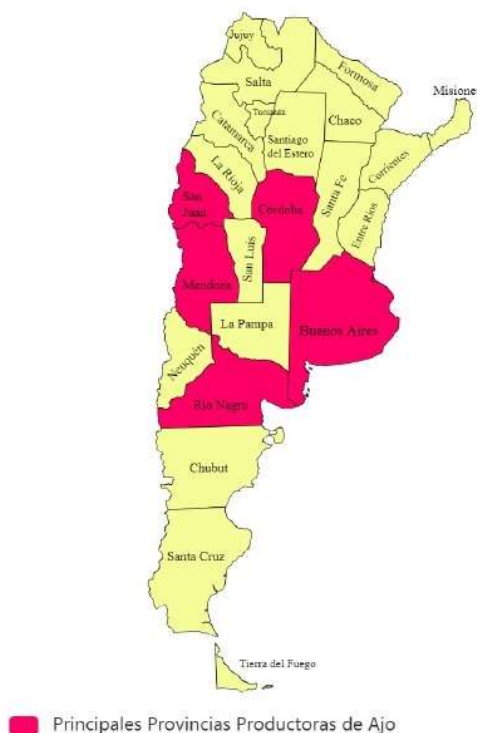


Figura 4. Principales provincias productoras de Ajo

En la provincia de Mendoza la mayor producción corresponde a ajos morados cuyo mayor desarrollo comenzó a fines de los años 90 y principios de la década pasada, desplazando a los ajos colorados los cuales aún mantienen una importante participación, continuando en menor cantidad los ajos blancos. En el resto de las provincias predomina la producción de ajos morados y rosados.

Los rendimientos productivos varían según la variedad y el año, los ajos blancos y rosados son los de menor rendimiento por hectárea, generalmente inferior a las 10 Tn, (como “ajo seco y limpio”, es decir sin hojas ni raíces) los colorados superan este guarismo y los morados son los de mayor rendimiento, habiendo llegado a superar las 14 Tn/ha, lo que explica el crecimiento de éste en reemplazo del ajo colorado. (IDR, 2017).

El Instituto de Desarrollo Rural (IDR (2019)), para la última temporada 2019/2020 informó que la superficie cultivada total con ajo fue de 11.323 ha, ésta se conformó de la siguiente manera: 7.636 ha de ajo morado, 2.730 ha de ajo colorado, 622 ha de ajo blanco, 307 ha de ajo blanco temprano y 28 ha de otros ajos.

Si bien la producción nacional incursiona en más de 30 mercados, el principal destino es Brasil que ocupa el segundo lugar como importador a nivel mundial. En 2014 se destinó a éste mercado el 73,87 % del total de las exportaciones nacionales, seguido por la UE con el 9,09 %, EE.UU 6,81 %, Taiwán 5,02 % y México 3,65 %.(IDR, 2017).

Argentina, como el resto de sus competidores a nivel internacional, es por lo general exportadora de ajos “a granel”, con escaso valor agregado, lo que constituye una debilidad cada vez más importante en el sector local (Burba, 2002).

El 3% de la producción que se destina al consumo interno, es absorbida por la industria:

- La principal actividad industrial se ocupa de la fabricación de pasta de ajo (abarcando aproximadamente el 65% del volumen),
- Siguiendo en orden de importancia, el ajo deshidratado involucra un 30% del volumen.
- El 5% restante se industrializa en forma de jugos, esencias, conservas y aceites. (MAGYP, 2007).

La industrialización o procesamiento del ajo debe estar destinada a ampliar la oferta de productos, incluir valor agregado y contar con una nueva herramienta con la que los productores puedan defender sus rentas: **la diferenciación**. Es decir lograr la satisfacción del cliente agregándole valor a la materia prima.

La diferenciación puede hacerse en forma tangible, mediante atributos mensurables (contenido de antioxidantes, valor nutritivo, color, textura, etc.), o intangibles, proporcionando información de interés, nombres reconocidos, características especiales, etc. Cada empresa, región, cadena agroalimentaria deben saber descubrir esos valores únicos que les posibilitan

desarrollar estrategias exitosas a la hora de lograr la satisfacción de clientes y consumidores. Cualquiera sea el producto que el industrial desee elaborar, debe partir de una materia prima de calidad, con sanidad, mínimos defectos, tamaño adecuado, etc. (Vignoni, 2013).

Entre los productos con valor agregado se pueden mencionar:

- **Dientes pelados**

El ajo es un ingrediente muy común en la elaboración de comidas listas para el consumo, por lo que ofrecer un diente pelado facilita el uso en las preparaciones domésticas, disminuye la mano de obra, elimina residuos y posibilidad de contaminaciones cruzadas en las casas de comidas preparadas, restaurantes, etc. El mercado ha crecido mucho en los últimos años especialmente por la demanda en zonas de cruceros turísticos.

El comienzo de la industrialización es partir de bulbos uniformes, sin defectos, de fácil desgrane y pelado.

Para el pelado, operación que sigue al desgranado, existen sistemas abrasivos químicos, neumáticos y manual. Las peladoras mediante aire a presión, que “levantan”, aflojan o desprenden las catáfilas externas son las más utilizadas y con las que se logran dientes pelados con menor daño y por ende de mayor calidad (Vignoni, 2013).

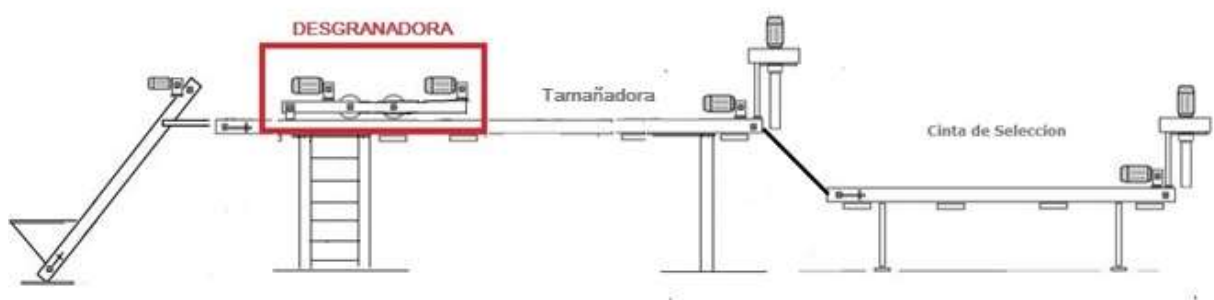


Figura 5. Etapa del proceso de elaboración de diente pelado – Fase 1: Desgranado



Figura 6. Desgranadora de ajos.

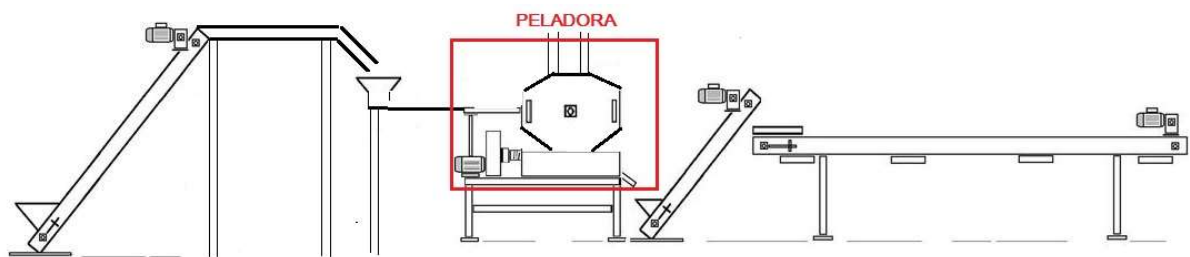


Figura 7. Etapa del proceso de elaboración de diente pelado – Fase 2: Pelado



*Figura 8. Peladora de ajos.*

La calidad de la materia prima para elaborar ajo pelado, o “diente pelado”, debe ser superior a la de los dientes destinados al consumo directo, ya que la presentación debe ser impecable (tamaño, forma, color, brillo, uniformidad). Habitualmente los dientes más pequeños se derivan al mercado interno y los mayores a la exportación (Burba, 2018).

- **Dientes mínimamente procesados**

Los vegetales mínimamente procesados, también llamados vegetales frescos cortados, comprende a las frutas y hortalizas que poseen tejidos vivos y que han sido modificados físicamente de su estado natural para obtener un producto 100% consumible, el cual se envasa y mantiene refrigerado (Beaulieu, 2011).

Los vegetales mínimamente procesados en su preparación industrial sufren cambios poco notables respecto al vegetal original, tanto en las propiedades deseables para el alimento y en particular de las nutritivas, organolépticas y las relacionadas con su facilidad de utilización y conveniencia (Artés et al., 2009).



La vida de estos vegetales está limitada por su carácter perecedero. Las operaciones a las que son sometidos para su preparación influyen significativamente en los distintos mecanismos de alteración al provocar cambios físicos y fisiológicos. Los principales signos de deterioro incluyen cambios en la textura (debido a la pérdida de agua), en el color (debido al pardeamiento enzimático en la superficie de corte), pérdida de nutrientes y rápido desarrollo microbiano (Salinas-Hernández et al., 2007; Toivonen y Brummell, 2008).



*Figura 9. Principales signos de deterioro en dientes de ajo pelado.*

En el caso del ajo el término de la vida útil del producto lo establece, fundamentalmente, la variación de color, que normalmente se va oscureciendo, lo que da idea de pérdida de frescura.

La elaboración de este producto requiere de pelado, tamañado de dientes, envasado en bolsas o frascos de materiales plásticos y refrigeración. Las experiencias indican que la clave del éxito radica en partir de dientes sin daño, puesto que las heridas se hacen cada vez más evidentes durante la conservación por reacciones de oxidación y oscurecimiento.

Los diferentes cultivares presentan distinta aptitud para la obtención de dientes de ajo como producto mínimamente procesado. La diferencia fundamental se da en la variación del color, y la aparición de mohos y raíces (Vignoni, 2013).

- **Pasta de ajo**



*Figura 10. Pasta de ajo.*

En algunos mercados se ofrece pasta refinada, ésta es elaborada con dientes pelados seleccionados, molidos, refinados o tamizados (malla 0,5 a 0,8 milímetros), envasados y conservados mediante esterilización o pasteurización, esto cuando se ha acidificado mediante adición de ácidos (cítrico, ascórbico) para lograr un  $\text{pH} < 4,5$ .

Este producto pierde las características del ajo fresco, adquiriendo gusto a cocido y generalmente se utiliza con fines industriales como ingrediente de algunas comidas preparadas como rellenos de pastas, salsas, aderezos, en restaurantes, casas de comidas, etc.

La pasta puede ser condimentada o no y mantenida mediante conservación química utilizando los conservadores químicos permitidos (ácido acético, sulfitos, sorbatos, benzoatos) en las cantidades indicadas por la reglamentación vigente (Código Alimentario Argentino). (Vignoni, 2013).

## **1.2. Calidad en ajo**

Existe diversidad de definiciones en torno al concepto de calidad, aunque se puede aceptar como definición universal que calidad es el conjunto de características de un producto que influyen en su aceptabilidad por parte de los consumidores en tanto que calidad de un alimento es el conjunto de características del mismo que son requeridas por los consumidores, explícita o implícitamente. (FAO/OMS, 1999).

Según Vignoni (2013), se pueden establecer diferentes tipos de calidad en ajo:

- Agronómica: rendimientos, exigencias hídricas, de fertilización, de temperatura, tamaño de dientes, uniformidad, etc.
- Tecnológica: adaptación al empaque, facilidad de desgrane y/o pelado, pérdida de peso, pardeamiento en conservación, etc.
- De mercado: vida útil de estantería, necesidad de refrigeración, atractivo, etc.
- Del consumidor: en general considerada desde el punto de vista de la seguridad y bienestar. Tiene que ver con los aspectos higiénicos sanitarios implicados, el aporte nutricional del producto que hace beneficioso su consumo, la satisfacción organoléptica, los aspectos funcionales o de uso, la disponibilidad, etc.

### **1.2.1. Evaluación Sensorial**

El análisis sensorial es una herramienta imprescindible para obtener información sobre algunos aspectos de la calidad de los alimentos, a los que no se puede tener acceso con otras técnicas analíticas. Como se conoce, uno de los objetivos de esta disciplina es interpretar las respuestas de los consumidores apreciadas principalmente por los sentidos, cuando valoran la calidad o la aceptabilidad de los productos.

Los resultados permiten determinar cómo el procesamiento y la formulación de un producto afectan la aceptabilidad de un alimento. Por tanto, el uso de esta herramienta es valioso, ya que no debe minimizarse la calidad desde el punto de vista del consumidor, es decir, aquella

que éste quiere y necesita (Rodríguez y Generoso, 2012).

Cada uno de los sentidos proporciona diferente información acerca de un mismo alimento. El primero que actúa es el sentido de la vista, que da indicio acerca de la apariencia del alimento: estado físico (sólido, líquido, semilíquido), tamaño, forma, consistencia, textura y color. La visión es de importancia fundamental para la evaluación de aspecto y color. (Sancho y Bota, 2002).

En general, cuando se desea evaluar sensorialmente un nuevo alimento no se conoce de antemano la referencia a la que se aspira. Sin embargo, cuando se producen vegetales mínimamente procesados se conoce la referencia con la cual se puede comparar. Ese modelo es el vegetal de procedencia recién cortado, es decir se cuenta con la ventaja de disponer de un estándar de calibración real (Rodríguez y Generoso, 2012).

Un factor importante a tener en cuenta es que cada pieza de fruta u hortaliza es distinta de las demás. Su comportamiento está determinado principalmente por factores genéticos, por su estado fisiológico, el que además está influenciado por el estado de maduración y/o crecimiento, posición en la planta y su historia pre y postcosecha. (Salinas-Hernández et al., 2007).

### **1.2.2. Color como parámetro de calidad en ajo pelado**

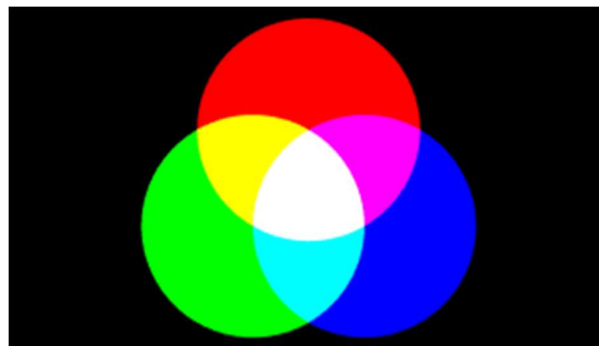
El color adquiere importancia como índice de madurez y/o deterioro, por lo que constituye un parámetro de calidad. El consumidor espera un color determinado para cada alimento, y cualquier desviación de color puede producir una disminución de la demanda. (Ureña y D'Arrigo, 1999).

Este indicador puede ser evaluado mediante la determinación del índice de color ( $IC^*$ ) (Vignoni et al., 2006).

### 1.2.2.1. Modelos de medición de color

#### Modelo de color RGB

Es un modelo de color basado en la síntesis aditiva, el cual permite representar un color mediante la mezcla por adición de los tres colores primarios de la luz (rojo, verde y azul). Se usa para la representación del color en pantallas, televisores, monitores y escáneres basados en haces luminosos (Konica Minolta).



*Figura 11: Modelo de Color RGB*

#### Modelo de color CIELAB

Es un sistema de color que representa la totalidad del espectro visible. Los tres colores de luz RGB son medidos en el contexto de una iluminación específica y todos los demás son considerados como una combinación de color, iluminación y superficie reflectante.

Este sistema considera el espacio en forma uniforme y despliega tres ejes espaciales: L (luz, blanco- negro), a (rojo- verde), b (amarillo- azul) (Konica Minolta).

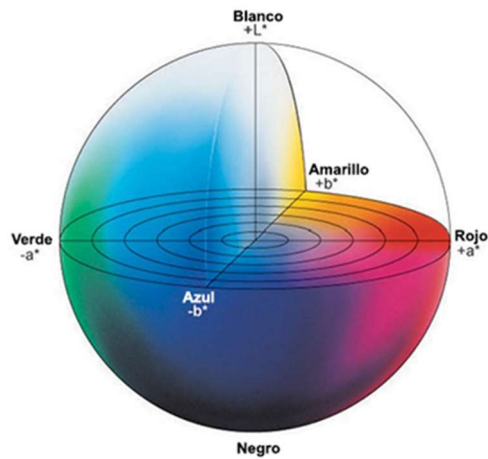


Figura 12: Modelo de Color RGB

### 1.2.2.2. Índice de color (IC\*)

Debido a que la vida útil del ajo pelado está determinada por la variación de color hacia tonalidades oscuras (pardas y/o verdosas), el índice de color es una medida válida a utilizar para determinar su vida útil.

Se obtiene por la expresión  $IC^* = a \cdot 1000/L \cdot b$ , donde L, a, y b son los parámetros del sistema color CIELAB. El parámetro "L" proporciona un valor de la luminancia o brillo de la muestra. El parámetro "a" indica la zona de variación entre el rojo y el verde del espectro (+a indica rojo, -a indica verde). El parámetro "b" se refiere a la zona de variación entre el amarillo y el azul del espectro (+b indica amarillo, -b indica azul).

El IC\* por sus características de variación puede utilizarse como variable de control de la calidad organoléptica de alimentos:

- Si IC\* es negativo (-40 a -20), su valor relaciona los colores que van desde el azul-violeta al verde profundo.
- Si IC\* es negativo (-20 a -2), su valor relaciona los colores que van del verde profundo al verde amarillento.
- Si IC\* está entre -2 a +2, representa el amarillo verdoso.
- Si IC\* es positivo (+2 a +20), se relaciona con los colores que van desde el amarillo pálido al naranja intenso.

- Si IC\* es positivo (+20 a +40), se relaciona con los colores que van desde el naranja intenso al rojo profundo (Vignoni et al., 2006).

### **1.3. Tratamientos para conservar el color en ajo pelado**

Además de la alteración microbiológica, los cambios físico-químicos durante el procesamiento y almacenamiento de las frutas y hortalizas pueden causar un deterioro en su calidad, afectando el color, la textura, el sabor, el olor y el valor nutritivo. Operaciones tales como el pelado y la reducción de tamaño permiten que las enzimas (clorofilasa, peroxidasa, polifenoloxidasas) y los sustratos entren en contacto, principalmente en la superficie de los productos, originando reacciones enzimáticas relacionadas al deterioro de color.

Los cambios de color más importantes son consecuencia del desarrollo enzimático y/o no enzimático de sustancias pigmentadas marrones (FAO, 2004).

#### **1.3.1. Temperaturas de refrigeración**

Cuando los vegetales se exponen a condiciones de temperaturas bajas, por encima de las de congelación, se produce la inhibición o reducción de actividad de aquellas enzimas que catalizan reacciones de deterioro y la disminución en la velocidad de reproducción y crecimiento de muchas especies de microorganismos patógenos y alterantes. Por eso los vegetales mínimamente procesados deben mantenerse a temperatura baja (la temperatura óptima dependerá de cada producto en particular) durante todas las etapas del proceso productivo; la refrigeración debe ser continua y actuar sinérgicamente con otros métodos para garantizar la conservación de los productos.

A temperaturas de refrigeración, la velocidad de respiración del tejido vegetal, como así también toda la actividad metabólica, se reduce. Contrariamente, por encima de los 10°C la generación de CO<sub>2</sub> aumenta significativamente, como consecuencia de una mayor actividad metabólica y desarrollo microbiano. (Willey, 1997).

### 1.3.2. Tratamientos químicos

Piagentini (1999) manifiesta que para la conservación de vegetales mínimamente procesados pueden utilizarse determinados compuestos químicos. El empleo de antioxidantes para minimizar o prevenir las reacciones enzimáticas de pardeamiento, los cambios en la textura y el desarrollo de aromas y sabores desagradables permite prolongar la vida útil y aumentar la calidad de los productos. Lo mismo sucede con algunos antimicrobianos específicos para determinadas cepas. La acción conservadora de estos compuestos depende de factores externos como la humedad relativa del ambiente, la temperatura, el pH, la carga microbiana inicial, la composición de la atmósfera de almacenamiento, etc.

A continuación se mencionan algunos de los compuestos antimicrobianos y antioxidantes más comúnmente utilizados en la industria alimentaria y en particular en vegetales mínimamente procesados:

- **Ácido Cítrico:** ( $C_6H_8O_7$ ). Está presente naturalmente en varias frutas y hortalizas. Inhibe el crecimiento bacteriano debido a que produce la quelación de los iones metálicos que son esenciales para el desarrollo microbiano. Además puede utilizarse para prevenir el pardeamiento enzimático ya que actúa como agente quelante sobre el cobre de las enzimas Polifenoloxidasas (PPO).
- **Ácido L - ascórbico (vitamina C).** Se utiliza en frutas y hortalizas para evitar el pardeamiento y otras reacciones oxidativas. Diferentes derivados del ácido ascórbico se usan como inhibidores de la PPO. Este compuesto normalmente se añade junto con el ácido cítrico que tiende a mantener un pH ácido y, como se mencionó anteriormente, también actúa como quelante. Es importante agregar el ácido ascórbico lo más tarde posible durante el procesado o conservación para que su concentración se mantenga elevada durante la vida útil del producto.



- Sulfitos: Los sulfitos (dióxido de azufre  $-\text{SO}_2-$ , metabisulfito de sodio  $-\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5-$  y de potasio  $-\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5-$ , sulfito de sodio  $-\text{Na}_2\text{SO}_3-$ , y de potasio  $-\text{K}_2\text{SO}_3-$ , bisulfito de potasio  $-\text{KHSO}_3-$  o de sodio  $-\text{NaHSO}_3-$ ) tienen varias funciones:
  - ✓ Previenen las reacciones de oxidación como así también las reacciones de pardeamiento enzimático y no enzimático;
  - ✓ Actúan como agentes blanqueadores y estabilizantes de color;
  - ✓ Estabilizan el ácido ascórbico y actúan como antibacterianos y antimicóticos.

El Metabisulfito de Sodio es un compuesto inorgánico utilizado en la industria de alimentos como un agente conservador, antioxidante (para evitar el pardeamiento de los productos) así como un agente blanqueador (Badui Dergal, 2013).

La necesidad de preservar lo mejor posible el color blanco en el producto final, hace necesario el uso de la etapa de sulfitado con sales generadoras de dióxido de azufre tales como hipo o metabisulfito de sodio. En caso que exista restricción de mercado o tolerancias limitantes a este aditivo se deberá pensar en reforzar la solución de mantenimiento anterior con ácido cítrico y/o ascórbico en cantidad suficiente para lograr el efecto protector (Gascón et al., 2013).

La concentración de sulfito disminuye durante el almacenamiento de estos productos, aún más rápido y en forma completa comparada con otros conservantes como los sorbatos, disminuyendo su efectividad como barrera para el crecimiento fúngico y para el pardeamiento no enzimático (Alzamora et al., 1995; Guerrero et al., 1996).

### 1.3.3. Tratamientos térmicos

El calor destruye la mayor parte de los microorganismos y enzimas, pero la efectividad del tratamiento depende de la temperatura utilizada. Entre los sistemas más corrientes se encuentra el **escaldado**.

Se utiliza antes de la congelación de frutas y verduras, para destruir enzimas que puedan

deteriorarlas durante su almacenamiento y reducir el número de microorganismos en la superficie. Los alimentos son sumergidos en agua a una temperatura de entre 65 - 85 C° y mantenidos en ella durante un período establecido según la forma y textura del producto a escaldar. Generalmente oscila entre 30 segundos y 3 minutos y no suelen producirse pérdidas significativas de nutrientes. (Revista Alimentos Argentinos, 2007).

Las temperaturas utilizadas son letales para las levaduras, la mayoría de los hongos y los microorganismos aeróbicos. Así se ha encontrado que el escaldado reduce la carga microbiana entre un 60 y 99 % (Alzamora et al., 1995).

Además este tratamiento tiene un efecto sensibilizante sobre los microorganismos sobrevivientes, los que se vuelven menos resistentes a los cambios impuestos por la reducción de pH y de actividad de agua ( $A_w$ ) y por la presencia de sorbatos, sulfitos u otros antimicrobianos. (Vidales et al., 1998; Alzamora et al., 2000).

## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS



## **2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **2.1. Hipótesis**

Existen diferencias en los tratamientos aplicados en dientes de ajo pelados, respecto a la conservación de color de los mismos.

### **2.2. Objetivos**

#### **2.2.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de distintos métodos de conservación, en la preservación de color de dientes de ajo pelados tipo comercial morado.

#### **2.2.2. Objetivos particulares**

- I) Evaluar la efectividad del método “Escaldado” en la conservación del color en dientes de ajo pelado tipo comercial morado.
- II) Analizar la aplicación de Metabisulfito de sodio en distintas concentraciones y en combinación con ácido cítrico para la conservación de color en dientes de ajo pelado tipo comercial morado.
- III) Determinar la vida útil del producto final obtenido, a través de la determinación del índice de color.

# 3

---

## MATERIALES Y MÉTODOS



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la realización del presente trabajo, se realizaron diversos ensayos y se efectuaron diferentes tipos de análisis (Sensorial, Físico-Químico, Microbiológico y estadístico) que a continuación se detallan.

#### **3.1. Muestras y Ensayos**

Se utilizaron dientes de ajo tipo comercial morado aportados por una empresa agroalimentaria de la zona Maipú, Mendoza. Los mismos se recibieron ya pelados, es decir, sin la catáfila protectora. Luego se realizó una clasificación para descartar aquellos que presentaran defectos (lesiones mecánicas, plagas y/o enfermedades, etc.).

Posteriormente, se procedió a pesar la totalidad de la muestra (12,700 kg) para luego dividirla en partes equitativas a los 10 ensayos que se realizaron, quedando 1,270 kg para cada tratamiento. A su vez se distribuyeron en 8 frascos para cada tipo de ensayo ya que se debía llevar muestras al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Luján de Cuyo, Mendoza y a la Cátedra de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo). Por lo tanto cada envase con dientes de ajo pelados pesaba 158 g aproximadamente. Los ensayos realizados fueron:

- ✓ Ensayo 1: Testigo
- ✓ Ensayo 2: Escaldado por inmersión en agua a 65 °C (3 minutos)
- ✓ Ensayo 3: Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 0,5% m/v (3 minutos)
- ✓ Ensayo 4: Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 1% m/v (3 minutos)
- ✓ Ensayo 5: Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 0,5% m/v + Ác. Cítrico 1% m/v (3 minutos)
- ✓ Ensayo 6: Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 1% m/v + Ác. Cítrico 1% m/v (3 minutos)
- ✓ Ensayo 7: Escaldado por inmersión en agua a 65 °C (3 minutos) + Ensayo 3

- ✓ Ensayo 8: Escaldado por inmersión en agua a 65 °C (3 minutos) + Ensayo 4
- ✓ Ensayo 9: Escaldado por inmersión en agua a 65 °C (3 minutos) + Ensayo 5
- ✓ Ensayo 10: Escaldado por inmersión en agua a 65 °C (3 minutos) + Ensayo 6

Para realizar las respectivas inmersiones se prepararon en cuatro recipientes diferentes, de 10 litros de capacidad, las disoluciones correspondientes de Metabisulfito de Sodio y de Metabisulfito de Sodio + Ácido cítrico:

Recipiente 1: Solución de Metabisulfito de Sodio 0,5% m/v

Recipiente 2: Solución de Metabisulfito de Sodio 1% m/v

Recipiente 3: Solución de Metabisulfito de Sodio 0,5% m/v + Ácido cítrico 1% m/v

Recipiente 4: Solución de Metabisulfito de Sodio 1% m/v + Ácido cítrico 1% m/v



Figura 13: Recipientes con las distintas soluciones

Por otra parte, para aquellos ensayos que requerían del proceso de escaldado, se procedió a calentar agua en un recipiente de acero inoxidable hasta una temperatura de 65 °C que fue controlada mediante mediciones con termómetro. Luego se sumergieron los dientes de ajo de los ensayos correspondientes.



*Figura 14. Escaldado.*

Todos los ensayos se colocaron para escurrir y secar por aire, para posteriormente envasarlos en frascos PET de 250 gramos. Una vez envasados, se almacenaron en frío a una temperatura entre 0 y 2 °C con una humedad relativa entre 75% y 80%.



*Figura 15. Secado y escurrido de dientes de ajo.*





*Figura 16. Envasado en frascos PET de 250 g.*

Los distintos análisis se realizaron al inicio (día 0), a los 21, 35, y 42 días, ya que son los tiempos que se precisaban evaluar por lo comentado al inicio de este trabajo en cuanto a la comercialización del producto terminado.

### **3.2. Análisis Físico Químicos**

#### **3.2.1. Determinación del Índice de color**

Para determinar el índice de color se utilizaron dos equipos:

- Colorímetro marca “Konica Minolta” modelo CR-400 mediante el sistema CIELAB;
- Escaner calibrado marca “Genius Color Page Vivid 4XE” + PC para la identificación del valor medio de color por los sistemas RGB y Lab. La medición se realizó utilizando la técnica de medición por captación de imagen digital. Una vez obtenido el perfil de referencia, se obtuvieron las lecturas de las imágenes, normalizadas en 200 píxeles en RGB y transformadas a coordenadas L, a, b con el software COREL PHOTO PAINT8 de Microsoft.

Para efectuar las respectivas mediciones se extrajeron al azar 5 dientes de ajo de cada ensayo, y se procedió a la medición del índice de color. Para ambos equipos se midió individualmente a cada diente de ajo, obteniendo los valores de “L”, “a” y “b”. Luego se calculó, con la fórmula descripta anteriormente en la teoría, el índice de color obteniendo por consiguiente 5 mediciones para cada ensayo y para cada fecha.

Las determinaciones de índice de color fueron realizadas por quintuplicado y los resultados se analizaron mediante Análisis de Varianza (ANOVA) utilizando el programa estadístico Infostat (versión 2020, Argentina).

### **3.2.2. Determinación de pH**

Se evaluó el comportamiento del pH de los distintos ensayos, utilizando un pHímetro digital de mesa marca “Denver Instrument” previamente calibrado, utilizando buffers estandarizados (pH = 4 y pH =7) se calibró en medio ácido considerando que el pH del ajo fresco es de 5,2 – 5,8 aproximadamente. Para efectuar dicha medición se retiraron todos los dientes de ajo de cada ensayo, se los cortó con cuchillo y se molieron en un mortero obteniendo un picado homogéneo.

Las determinaciones de pH fueron realizadas por triplicado para cada ensayo y cada fecha estudiada y los resultados se analizaron mediante Análisis de Varianza (ANOVA) utilizando el programa estadístico Infostat (versión 2020, Argentina).

### **3.2.3. Determinación de Dióxido de azufre total (SO<sub>2</sub>)**

A los distintos ensayos (sólo a los que tenían agregado el Metabisulfito de sodio: E3 a E10) se les realizó la determinación de SO<sub>2</sub> total mediante el Método Americano. Este análisis se efectuó en el INTI de Luján de Cuyo, Mendoza. Por una cuestión de costos y de cantidad de muestras no se hicieron repeticiones, por lo que tampoco se pudieron analizar los datos estadísticamente.

El objetivo de esta determinación era conocer la cantidad de SO<sub>2</sub>, expresada en mg/kg, a través del tiempo. Para futuras investigaciones se considerará analizar también el testigo (E1) para comparación del residual obtenido a través del tiempo.

### **3.3. Evaluación sensorial de las muestras**

Como complemento a la medición del índice de color, se realizó observación visual de los distintos ensayos para comparar la evolución del color de los dientes de ajo pelados a través del tiempo. Además se evaluaron otros parámetros como: olor, sabor y aspecto general. Estas observaciones se realizaron en conjunto con el equipo de docentes de la Cátedra de Bromatología de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo).

### **3.4. Análisis Microbiológicos**

Se realizó en la Cátedra de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo), recuento de microorganismos aerobios psicrófilos y psicrotolerantes expresado en unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g).

Método empleado y medio de cultivo: Siembra Pour plate de diluciones sucesivas en Agar Plate Count, 7 días entre 8 – 10 °C. Por una cuestión de costos y de cantidad de muestras no se hicieron repeticiones, por lo que tampoco se pudieron analizar los datos estadísticamente.

### **3.5. Análisis Estadístico**

Se realizó Análisis de la varianza (ANOVA) para las mediciones efectuadas del índice de color de ambos equipos (colorímetro y escáner calibrado) y para las mediciones de pH. Además se efectuó el respectivo planteo de hipótesis utilizando un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  para los tres casos analizados.

Además se realizó, para las mediciones de índice de color de ambos equipos, Análisis exploratorio de datos, para lo cual se utilizó el Coeficiente de Variación (CV) como medida de homogeneidad de datos.

4

---

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente, se realizaron 10 ensayos. Cada uno de los cuales presentó un tratamiento diferente, partiendo de la misma muestra de dientes de ajo pelados. Para mayor comprensión y simplificación del texto, a continuación se presenta la Tabla 1 con la identificación de los ensayos utilizada a lo largo del presente trabajo.

*Tabla 1. Ensayos realizados y sus correspondientes abreviaciones*

Ensayo	Codificación
Testigo	E1
Escaldado por inmersión en agua a 65 °C (3 minutos)	E2
Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 0,5% (3 minutos)	E3
Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 1% (3 minutos)	E4
Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 0,5 % + Ác. Cítrico 1% (3 minutos)	E5
Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 1% + Ác. Cítrico1% (3 minutos)	E6
Escaldado por inmersión en agua a 65 °C (3 minutos) + Ensayo 3	E7
Escaldado por inmersión en agua a 65 °C (3 minutos) + Ensayo 4	E8
Escaldado por inmersión en agua a 65 °C (3 minutos) + Ensayo 5	E9
Escaldado por inmersión en agua a 65 °C (3 minutos) + Ensayo 6	E10

##### 4.1. Índice de Color por colorímetro

La determinación del índice de color por colorímetro es uno de los parámetros que se analizó para la elección del tratamiento más adecuado. A continuación en la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos, los cuales se expresan como la media de las mediciones realizadas, y en la Figura 17 se refleja el comportamiento de cada ensayo.

Tabla 2. Índice de Color obtenido por Colorímetro (medias de cada tratamiento)

DIA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
0	-1,76929785	-1,76929785	-1,76929785	-1,76929785	-1,76929785	-1,76929785	-1,76929785	-1,76929785	-1,76929785	-1,76929785
21	-2,26940346	-1,32247207	-2,10580339	-1,66133848	-2,10299961	-2,38312679	-0,83794628	-1,46887265	-1,73590576	-2,22388989
35	-1,55588565	-0,94986434	-1,15706859	-1,49706859	-1,59136926	-1,6000239	-0,95860292	-0,91183729	-1,28877154	-1,18551487
42	-2,75983035	-1,34907664	-1,54864424	-1,27851332	-1,32012634	-1,32354784	-1,1717258	-1,03750413	-0,95517021	-1,08169047

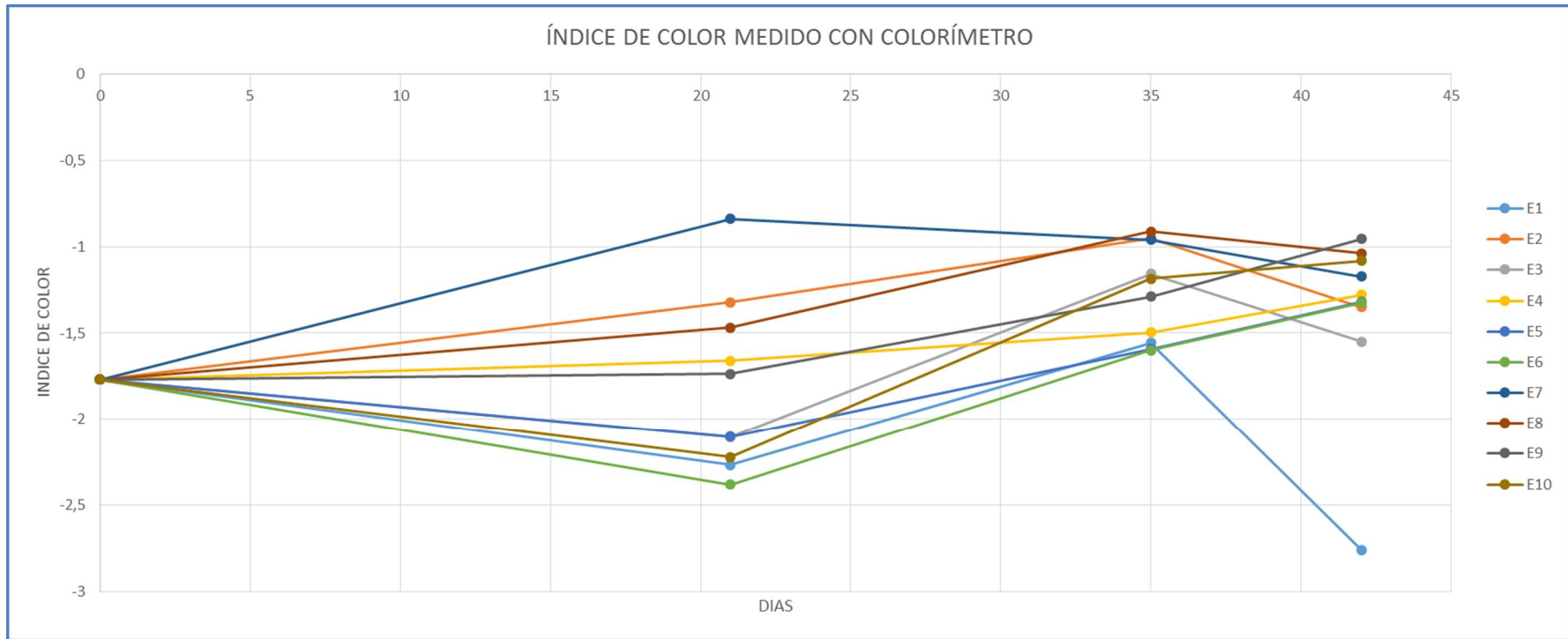


Figura 17. Comportamiento del índice de color por Colorímetro

Como se puede apreciar en la tabla 2, los valores de índice de color obtenidos son números negativos comprendidos entre -0,83794628 y -2,75983035, que según Vignoni (2006) corresponde a la escala del verde profundo, verde amarillento y amarillo verdoso.

En la Figura 17 se observa que de acuerdo a los valores de índice de color obtenidos, hay diferencias entre los distintos ensayos, siendo el E4 el ensayo que tiene un comportamiento más homogéneo con el paso del tiempo. Sin embargo, al realizar el análisis estadístico ANOVA esas diferencias resultan ser no significativas entre las medias de cada tratamiento.

Como complemento a este análisis, en la tabla 3 se expresan los resultados obtenidos del Coeficiente de Variación (CV) de cada ensayo, para lo cual se tuvieron en cuenta las 5 mediciones efectuadas para cada ensayo en los diferentes tiempos (0, 21, 35 y 42 días).

*Tabla 3. CV para mediciones efectuadas con Colorímetro*

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV) - COLORÍMETRO									
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
41,33	40,54	25,16	17,60	27,30	22,20	26,89	26,20	32,90	18,20

Tal cual se puede observar, el E4 es el que tiene menor valor de CV por lo tanto presenta mayor homogeneidad de datos. Para ilustrar el comportamiento de las mediciones efectuadas para cada ensayo, se realizó también un diagrama box-plot en donde se refleja la dispersión de datos para cada tratamiento. Se muestra en la figura 18 dicho comportamiento.



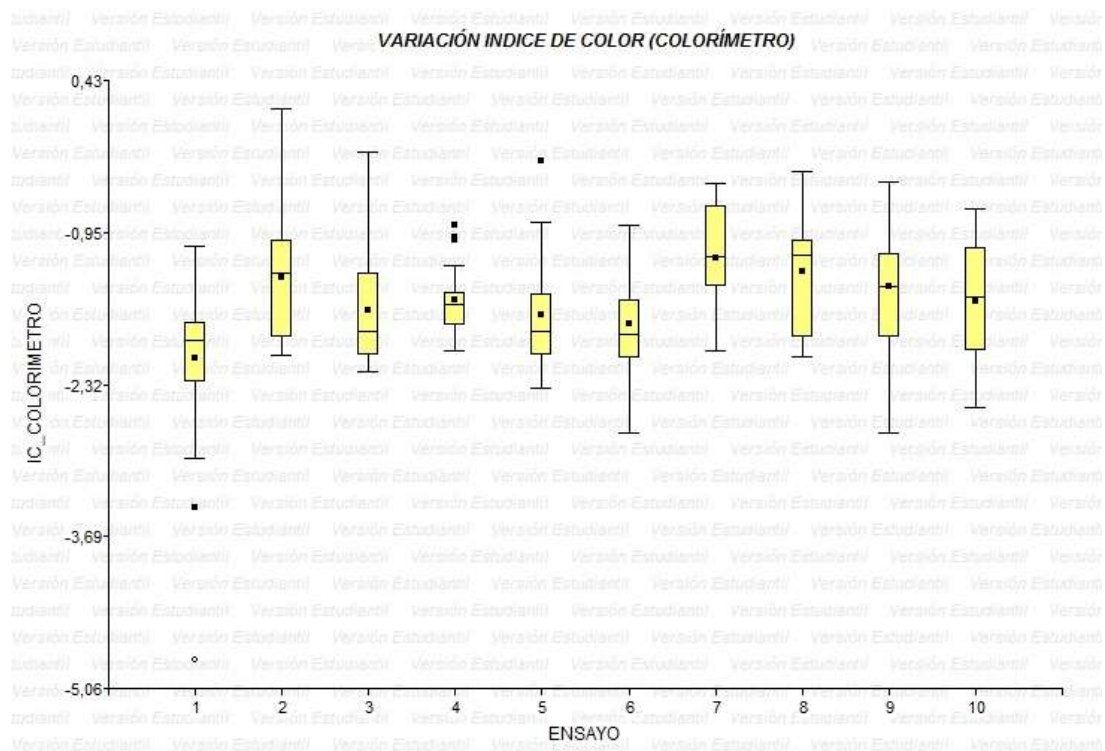


Figura 18. Diagrama de cajas o Box-plot para la variación del índice de color por colorímetro.

El diagrama ilustrado anteriormente refleja la dispersión de datos de cada ensayo, coincidiendo con todo lo descrito anteriormente, siendo el E4 el tratamiento con menos dispersión de datos, por lo tanto resulta el más efectivo.

#### 4.2. Índice de Color por Escáner Calibrado

A continuación en la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos, los cuales se expresan como la media de las mediciones realizadas, y en la Figura 19 se refleja el comportamiento de cada ensayo.

Tabla 4. Índice de Color obtenido por Escáner Calibrado

DIA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
0	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724
21	0,9237699	0,51371929	-0,0756692	0,2647333	0,19783788	0,04482913	0,7084488	0,28143996	0,15279938	0,02115591
35	0,09901094	0,6568414	0,12782183	0,25776682	0,18287807	0,16993051	0,49376063	0,31528144	0,44231291	0,30084509
42	-0,79375596	0,26949529	0,13288535	0,36300919	0,33162527	0,5613786	0,39732231	0,88589679	1,07910194	2,39810836

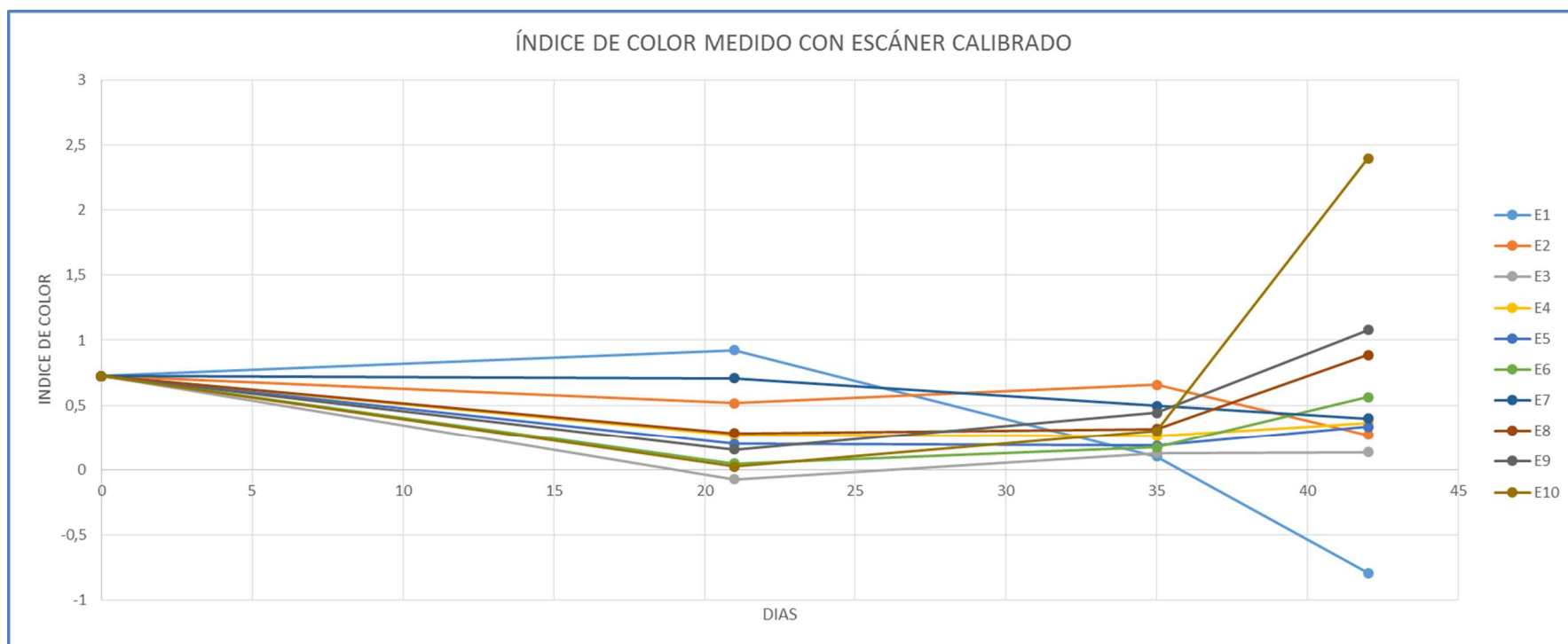


Figura 19. Comportamiento del índice de color por Escáner Calibrado

Como se puede apreciar en la tabla 4, los valores de índice de color obtenidos son números comprendidos entre -0,79375596 y 2,39810836 que según Vignoni (2006) corresponde a la escala del amarillo verdoso, amarillo pálido y naranja intenso.

En la Figura 19 se observa que de acuerdo a los valores de índice de color obtenidos, hay diferencias entre los distintos ensayos, siendo el E4 el ensayo que tiene un comportamiento más homogéneo con el paso del tiempo. Sin embargo, al realizar el análisis estadístico ANOVA esas diferencias resultan ser no significativas entre las medias de cada tratamiento. Como complemento a este análisis, en la tabla 5 se expresan los resultados obtenidos del CV de cada ensayo, para lo cual se tuvieron en cuenta las 5 mediciones efectuadas para cada ensayo en los diferentes tiempos (0, 21, 35 y 42 días).

*Tabla 5. CV para mediciones efectuadas con Escáner Calibrado*

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV) - ESCANER CALIBRADO									
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
269,80	71,18	95,02	41,06	89,70	48,86	44,62	54,39	74,08	113,59

Tal cual se puede observar, el E4 es el que tiene menor valor de CV por lo tanto presenta mayor homogeneidad de datos. Para ilustrar el comportamiento de las mediciones efectuadas para cada ensayo, se realizó también un diagrama box-plot en donde se refleja la dispersión de datos para cada tratamiento. Se muestra en la figura 20 dicho comportamiento.

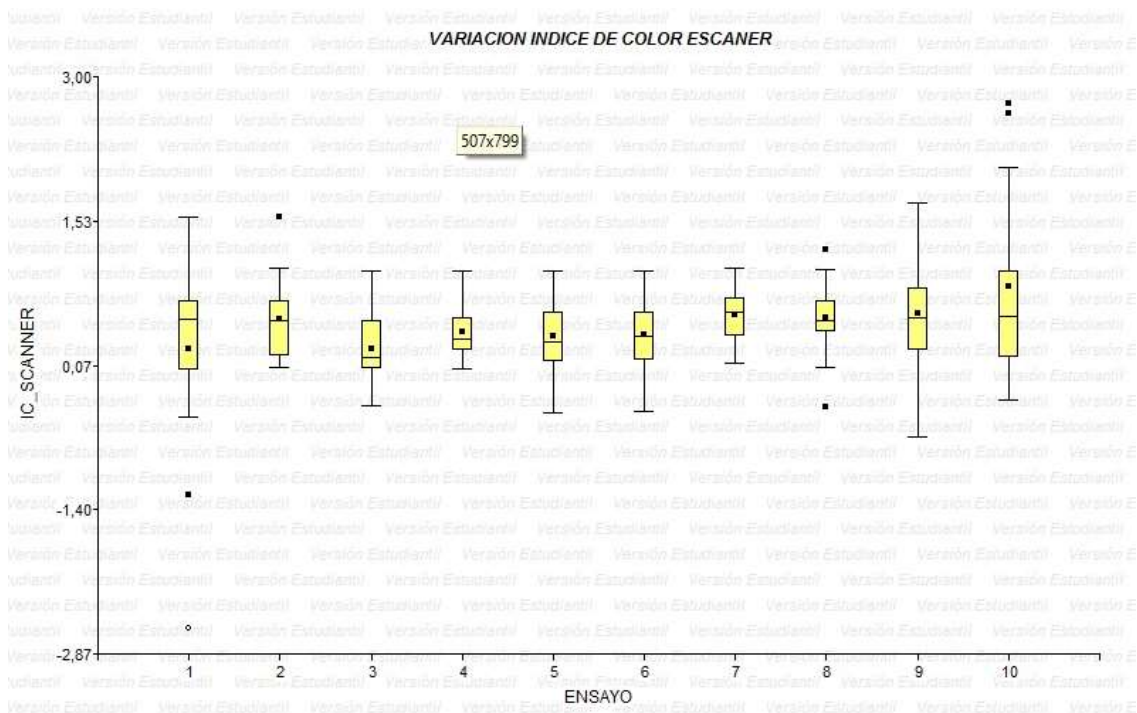


Figura 20. Diagrama de cajas o Box-plot para la variación del índice de color por Escáner Calibrado.

El diagrama ilustrado anteriormente refleja la dispersión de datos de cada ensayo, coincidiendo con todo lo descrito anteriormente, siendo el E4 el tratamiento con menos dispersión de datos, por lo tanto resulta el más efectivo.

### 4.3. pH

La determinación de pH es otro de los parámetros que se analizó para la elección del tratamiento más adecuado teniendo en cuenta que el pH del ajo fresco se encuentra entre 5,2 – 5,8. A continuación en la Tabla 6 se presentan los resultados obtenidos, y en la Figura 21 se refleja el comportamiento de cada ensayo.

Tabla 6. Valores de pH obtenidos

DIA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
0	5,38	5,38	5,38	5,38	5,38	5,38	5,38	5,38	5,38	5,38
21	5,04	5,44	5,12	5,47	5,44	5,87	6,31	6,28	5,31	5,07
35	4,76	5,90	5,48	5,46	5,30	5,91	6,24	6,36	6,48	6,22
42	6,46	6,30	5,97	5,59	6,69	6,46	6,93	6,90	7,10	6,74

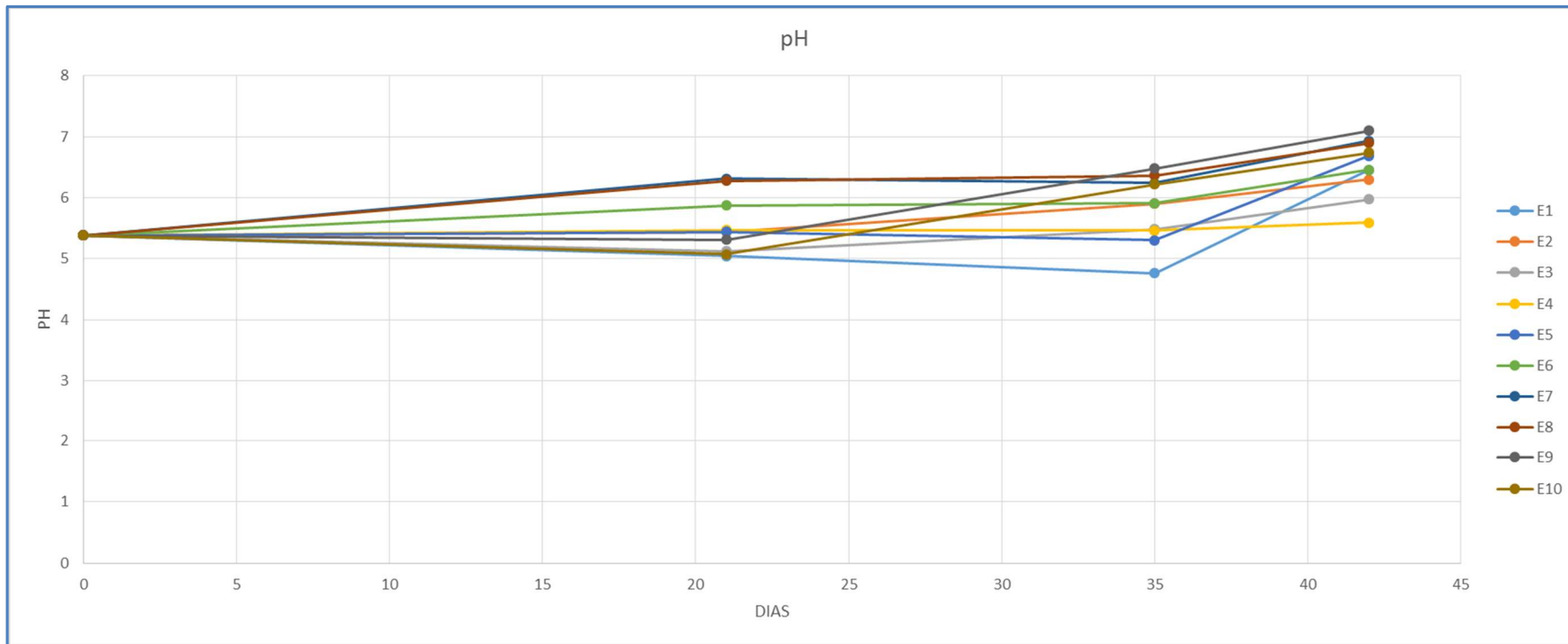


Figura 21. Comportamiento del pH

Como se puede apreciar en la tabla 6, los valores de pH obtenidos comprenden el rango entre 4,76 y 7,10. En la Figura 21 se observa que de acuerdo a los valores de pH, hay diferencias entre los distintos ensayos, siendo el E4 el ensayo que tiene un comportamiento más homogéneo con el paso del tiempo. Sin embargo, al realizar el análisis estadístico ANOVA esas diferencias resultan ser no significativas entre las medias de cada tratamiento.

#### 4.4. SO<sub>2</sub> Total

Determinación efectuada: contenido de SO<sub>2</sub> total, expresado en mg/kg. Se realizó solo a los ensayos que tenían agregado el Metabisulfito de sodio (E3 a E10).

A continuación en la Tabla 7 se detallan los resultados obtenidos de las muestras.

Tabla 7. Valores de SO<sub>2</sub> Total obtenidos

ENSAYO	DÍA 21	DÍA 35	DÍA 42
3 (Metabisulfito al 0,5%)	62	57	70
4 (Metabisulfito al 1%)	96	88	44
5 (Metabisulfito de Sodio 0,5% + Ác. Cítrico 1%)	83	70	75
6 (Metabisulfito de Sodio 1% + Ác. Cítrico1%)	98	90	76
7 Escaldado + E3	84	81	64
8 Escaldado + E4	72	63	83
9 Escaldado + E5	95	89	89
10 Escaldado + E6	88	76	104

Como se puede apreciar, el E4 es el que presenta menor concentración de SO<sub>2</sub> en el día 42. No hay clara evidencia del residual de metabisulfito empleado, ya que según Guillamón (2018) el ajo en su composición también contiene compuestos azufrados (alicina) que generan formación de diferentes tipos de sulfuros, óxido de azufre y otros compuestos.

#### 4.5. Análisis Microbiológicos

A continuación en la Tabla 8 se detallan los resultados obtenidos.

Tabla 8. UFC/g de Psicrófilos y Psicrotolerantes

ENSAYO	DÍA 0 (INICIO)	DÍA 21	DÍA 35	DÍA 42
1 (Testigo)	$1,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$	$8,5 \times 10^4$
	$1,6 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	$8,4 \times 10^2$	$7,2 \times 10^4$
2 (Escaldado a 65 °C)	$1,5 \times 10^2$	$9,0 \times 10^4$	$7,6 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$
	$1,2 \times 10^2$	$6,2 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$	$3,3 \times 10^3$
3 (Metabisulfito al 0,5%)	$7,0 \times 10^2$	$2,9 \times 10^3$	$1,1 \times 10^1$	<10
	$1,8 \times 10^3$	$5,6 \times 10^3$	$6,1 \times 10^1$	<10
4 (Metabisulfito al 1%)	$1,2 \times 10^2$	$4,8 \times 10^4$	$3,5 \times 10^1$	<10
	$1,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^4$	$4,1 \times 10^1$	<10
5 Metabisulfito de Sodio 0,5% + Ác. Cítrico 1%)	$1,2 \times 10^2$	$6,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^3$	$7,4 \times 10^4$
	$5,0 \times 10^1$	$1,5 \times 10^2$	$9,6 \times 10^2$	$6,8 \times 10^4$
6 Metabisulfito de Sodio 1% + Ác. Cítrico 1%)	$1,1 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$3,1 \times 10^3$	$6,1 \times 10^4$
	$4,4 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$4,9 \times 10^3$	$8,3 \times 10^4$
7 Escaldado + E3	$2,5 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,6 \times 10^3$
	$2,2 \times 10^2$	$4,2 \times 10^2$	$8,1 \times 10^2$	$4,7 \times 10^3$
8 Escaldado + E4	$1,7 \times 10^2$	$3,5 \times 10^3$	$1,7 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$
	$1,1 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^2$	$9,0 \times 10^1$
9 Escaldado + E5	$5,0 \times 10^1$	$3,3 \times 10^2$	$7,1 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$
	$1,1 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$
10 Escaldado + E6	$1,7 \times 10^1$	$1,2 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$9,2 \times 10^4$
	$2,0 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$	$6,0 \times 10^3$	$6,0 \times 10^4$

Como se puede observar, los ensayos E3 y E4 son los que presentan menor número de UFC/g en el día 42. Por lo tanto son los que microbiológicamente no solo no han tenido multiplicación, sino también disminución de la carga microbiana. Esto se explica según Cubero *et. al* (2002) el cual menciona que el Metabisulfito de sodio es el que contiene el mayor porcentaje de SO<sub>2</sub> activo (67,39 %) en pH más bajos, lo que hace su mayor actividad antimicrobiana. En este caso, se relacionan los E3 y E4, ya que no sólo fueron los tratamientos que contenían metabisulfito de sodio en distintas concentraciones, sino también fueron los de menor pH al final del tratamiento.

#### 4.6. Evaluación Sensorial

A continuación se presentan las figuras correspondientes de cada ensayo.

- **Ensayo 1: Testigo**



*Figura 22. Ensayo 1 (De izq. a der: Inicio, 21 días, 35 días, 42 días)*

Este ensayo presentó deterioro en algunas de las cualidades de los dientes de ajo. En cuanto al color, en el día 42 hubo gran porcentaje de dientes verdosos, otros presentaron una tonalidad amarilla intensa. Además mostraron pérdida de firmeza, ya que al corte su textura era blanda. En cuanto al olor y pungencia se mantenían similares al ajo fresco.



- **Ensayo 2: Escaldado a 65 °C**



*Figura 23. Ensayo 2 (De izq. a der: Inicio, 21 días, 35 días, 42 días)*

Este ensayo presentó deterioro en algunas de las cualidades de los dientes de ajo. En cuanto al color, en el día 21 había dientes con tonalidades verdosas, en el día 42 hubo gran porcentaje de dientes verdosos, otros presentaron una tonalidad amarilla intensa. Poca pérdida de firmeza, su textura era más blanda en aquellos dientes de color amarillo intenso, mientras que los dientes verdosos no habían perdido tanta firmeza comparado siempre con el ajo fresco. En cuanto al olor y pungencia se mantenían similares al ajo fresco.

- **Ensayo 3: Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio al 0,5%**



Figura 24. Ensayo 3 (De izq. a der: Inicio, 21 días, 35 días, 42 días)

Este ensayo, modificó algunas de las cualidades de los dientes de ajo. En cuanto al color, no hubo dientes en tonalidades verdosas hasta el día 42; este ensayo al final presentó dientes en tonalidades blancas con pequeñas manchas amarillas intensas. Poca pérdida de firmeza, su textura era más blanda en aquellos dientes de color amarillo intenso, mientras que los dientes blancos con pequeñas manchas amarillas estaban firmes, al igual que los dientes de ajo frescos. En cuanto al olor y pungencia hubo modificaciones, se evidenció pérdida de flavor característico del ajo. Al tacto estaban pegajosos.

- **Ensayo 4: Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio al 1%**



Figura 25. Ensayo 4 (De izq. a der: Inicio, 21 días, 35 días, 42 días)

Este ensayo, mantuvo hasta el día 42 gran porcentaje de dientes en tonalidades blancas y muy pocos en tonalidades amarillas. No presentó ningún diente en color verdoso. En cuanto a la textura, eran firmes aquellos dientes de color blanco y sólo habían perdido un poco su firmeza los dientes más amarillos. Con respecto al olor y pungencia se mantuvieron similares al ajo fresco.

- **Ensayo 5: Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 0,5 % + Ác. Cítrico 1%**



Figura 26. Ensayo 5 (De izq. a der: Inicio, 21 días, 35 días, 42 días)

Este ensayo, fue deteriorando el color con el paso de los días. En el día 42 presentó gran porcentaje de dientes en tonalidades verdosas y otros en tonalidades amarillas intensas. No hubo ningún diente color blanco. En cuanto a la textura, todos los dientes al corte estaban firmes como el ajo fresco. Con respecto al olor y pungencia se mantuvieron similares al ajo fresco. Al tacto estaban pegajosos.

- **Ensayo 6: Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 1% + Ác. Cítrico 1%**



*Figura 27. Ensayo 6 (De izq. a der: Inicio, 21 días, 35 días, 42 días)*

Este ensayo, presentó en el día 42 presentó gran porcentaje de dientes en tonalidades amarillas intensas y muy pocos en tonalidades blancas, similares al inicio. En cuanto a la textura, todos los dientes al corte estaban firmes como el ajo fresco. Con respecto al olor y pungencia se mantuvieron similares al ajo fresco. Al tacto estaban pegajosos.

- **Ensayo 7: Escaldado a 65 °C + Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio al 0,5%**



*Figura 28. Ensayo 7 (De izq. a der: Inicio, 21 días, 35 días, 42 días)*

En este ensayo, se observó en el día 42 la totalidad de los dientes del envase en tonalidades amarillas intensas y otros levemente verdosos. En cuanto a la textura, todos los dientes al corte habían perdido firmeza, estaban blandos. Con respecto al olor y pungencia se mantuvieron similares al ajo fresco.

- **Ensayo 8: Escaldado a 65 °C + Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio al 1%**



*Figura 29. Ensayo 8 (De izq. a der: Inicio, 21 días, 35 días, 42 días)*

En este ensayo, se observó en el día 42 la totalidad de los dientes del envase en tonalidades amarillas intensas y otros tornándose verdosos. En cuanto a la textura, todos los dientes al corte habían perdido firmeza, estaban blandos. Con respecto al olor y pungencia se mantuvieron similares al ajo fresco.

- **Ensayo 9: Escaldado a 65 °C + Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 0,5 % + Ác. Cítrico 1%**



*Figura 30. Ensayo 9 (De izq. a der: Inicio, 21 días, 35 días, 42 días)*

En este ensayo, en el día 21 se empezó a notar el deterioro en el color ya que aparecen algunos dientes en tonalidades verdosas. Al finalizar, en el día 42, se observó una minoría de dientes del envase en color blanco y el resto en tonalidades amarillas intensas y verdosas. En cuanto a la textura, todos los dientes al corte habían perdido firmeza, estaban blandos. Con respecto al olor y pungencia se mantuvieron similares al ajo fresco.



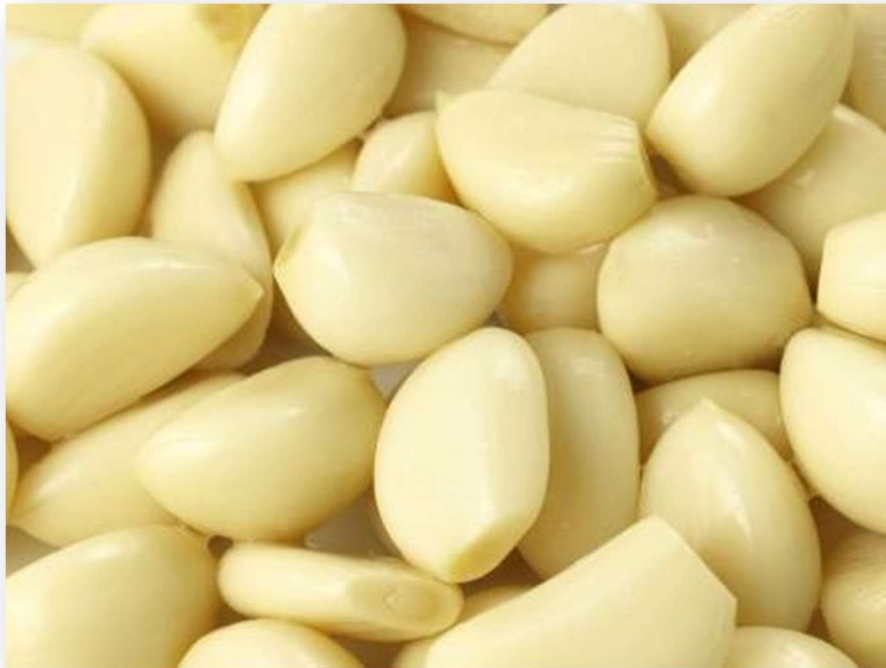
- **Ensayo 10: Escaldado a 65 °C + Inmersión en solución de Metabisulfito de Sodio 1% + Ác. Cítrico1%**



*Figura 31. Ensayo 10 (De izq. a der: Inicio, 21 días, 35 días, 42 días)*

En este ensayo, en el día 42 se observó un gran porcentaje de dientes del envase en color blanco y un pequeño porcentaje en tonalidades amarillas intensas. No presentó ningún diente en tonalidades verdosas. En cuanto a la textura, todos los dientes al corte habían perdido firmeza. Con respecto al olor y pungencia se mantuvieron similares al ajo fresco.

## CONCLUSIONES



## 5. CONCLUSIONES

A partir del análisis de los resultados, se acepta la hipótesis planteada ya que se observó diferencias entre los distintos tratamientos efectuados para la conservación de color en dientes de ajo pelados tipo comercial morado. Respecto al objetivo general de la presente tesis de grado, se logró determinar el efecto de los distintos métodos realizados.

Se analizaron 10 tratamientos, de los cuales 1 fue el testigo, 4 se analizaron mediante el agregado de Metabisulfito de Sodio y 5 fueron sometidos a tratamiento térmico de escaldado. Se comprobó, gracias a los tratamientos efectuados, que hay disimilitudes entre los distintos ensayos. El método solo Escaldado, no fue efectivo para este producto ya que los dientes perdieron sus atributos de ajo fresco; al igual que la combinación de Metabisulfito y Ácido Cítrico, no fue apropiada para la conservación de los dientes pelados. Se encontró entonces, que el método más adecuado es el empleo de Metabisulfito de Sodio.

El ensayo 4 (Metabisulfito de Sodio al 1%) fue el tratamiento que mejor conservó todas sus propiedades a través del tiempo:

- Mantuvo un índice de color estable hasta el día 42, medido en colorímetro y escáner calibrado.
- Mantuvo niveles de pH similares a los del ajo fresco (5,38 – 5,59).
- Microbiológicamente, tuvo menor carga de microorganismos aerobios psicrófilos y psicrotolerantes medidos en UFC/g en el día 42 (<10).
- Organolépticamente mantuvo sus atributos de aroma, sabor, textura y color propios a los del ajo fresco.
- En cuanto a la determinación de SO<sub>2</sub> total, fue el ensayo que menos concentración presentó al final del tratamiento (44 mg/kg). Lo cual también es positivo, ya que la empresa que solicitó este estudio temía por los límites legislados de los sulfitos a declarar para exportar este producto.

Los resultados obtenidos proporcionan información para la utilización de este tratamiento, como conservante no solo del color sino de todas las características propias del ajo fresco.

No obstante, para que el método sea efectivo la materia prima debe presentar ausencia de lesiones, plagas, etc.

Además, la información presentada y discutida será de ayuda para analizar otras alternativas a este producto de exportación, como ser: el cuidado de la materia prima en sus distintas etapas de elaboración, el envase en el que se almacena y distribuye, la atmósfera dentro del envase, entre otros.

## 6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ALZAMORA, S.M., CERRUTTI, P., GUERRERO, S., LÓPEZ MALO, A. 1995. *Minimally processed fruits by combined methods. In Food preservation by moisture control - fundamentals and applications* [Frutas mínimamente procesadas por métodos combinados. Conservación de alimentos mediante el control de la humedad: fundamentos y aplicaciones] (p. 463-492). Lancaster, USA, Eds. Welti-Chanes, J. & Barbosa-Cánovas, G., Technomic Pub. Co.

ALZAMORA, S.M., CASTRO, M.A., VIDALES, S.L., NIETO A.B. Y SALVATORI, D. 2000. *The roll of tissue microstructure in the textural characteristics of minimally processed fruits. In Minimally processed fruits and vegetables. Fundamental aspects and applications* [El rol de la microestructura del tejido en las características texturales de frutas y vegetales mínimamente procesados. Aspectos fundamentales y aplicaciones] (p. 153-171). Gaithersburg, MD, USA, Eds. Alzamora, S.M., Tapia, M.S. & López Malo, A. Aspen Publishers, Inc.

ARTES, F.; GÓMEZ, P.; AGUAYO, E.; ESCALONA, V.; ARTES-HERNÁNDEZ, F. 2009. *Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities* [Técnicas de saneamiento sostenible para mantener la calidad y la seguridad de los productos vegetales recién cortados]. *Postharvest Biology and Technology* 51 (3): 287-296.

BADUI DERGAL, S. 2013. *Química de los alimentos*. Ed. Pearson. México. Cuarta edición.

BEAULIEU, J.C. 2011. *Factors affecting sensory quality of fresh-cut products* [Factores que afectan la calidad sensorial de los productos recién cortados]. (p. 115-145). In: Martin-Belloso, O.; Soliva-Fortuny, R. (eds). *Advances in fresh-cut fruits and vegetables Processing* [Avances en el procesamiento de frutas y verduras recién cortados] CRC Press Taylor & Francis Group.

BURBA J.L. 2002. Comercio mundial del ajo, perspectivas desde argentina. INTA Estación Experimental Agropecuaria (EEA) La Consulta, Mendoza, Argentina. PROAJO/INTA-Documento 066.

BURBA J.L. 2003. Producción de Ajo. INTA Estación Experimental Agropecuaria (EEA) La Consulta, Mendoza, Argentina. PROAJO/INTA-Documento 069.

BURBA J.L. 2008. Ajo un alimento natural. Introducción al conocimiento de nuevas variedades y su destino. INTA Estación Experimental Agropecuaria (EEA) La Consulta, Mendoza, Argentina. PROAJO/INTA-Documento 079.

BURBA J.L. 2008. Los grupos varietales del ajo (*Allium sativum* L.). Contribución para su entendimiento. INTA Estación Experimental Agropecuaria (EEA) La Consulta, Mendoza, Argentina.

BURBA J.L., CAVAGNARO P.F. 2010. Guía elemental para el buen uso y aprovechamiento del ajo. INTA Estación Experimental Agropecuaria (EEA) La Consulta, Mendoza, Argentina. PROAJO/INTA-Documento 096.

BURBA J.L. 2018. Características de la materia prima para elaboración de ajo pelado. INTA Estación Experimental Agropecuaria (EEA) La Consulta, Mendoza, Argentina.

CAMARGO, A. y GONZALEZ, R. 2013. Pungencia en ajo: tiosulfatos y alicina. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Vol 5. Burba, J.L. (Ed.) Ediciones INTA.

CUBERO, N., MONFERRER, A., VILLALTA, J. 2002. Aditivos Alimentarios. Ediciones mundi – prensa. Colección tecnología de los alimentos.

GASCÓN, A., MURAVNICK, N., ANDREUCETTI, C. 2013. Tecnología de elaboración industrial de frutas y hortalizas deshidratadas. [En línea] Cátedra de Industrias Agrarias - Departamento de Tecnología Agroindustrial Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo, [https://www.academia.edu/30189779/DESECACI%C3%93N\_Y\_DESHIDRATACI%C3%93N\_DE\_VEGETALES\_Manual\_y\_Esquemas\_de\_las\_Elaboraciones\_Industriales], [Consulta: 28 de julio 2018].

GUERRERO, S., ALZAMORA, S.M. Y GERSCHENSON, L.N. 1996. *Optimization of a combined factors technology for preserving banana purée to minimize colour changes using the response surface methodology* [Optimización de tecnología de factores combinados para preservar el puré de banana y minimizar los cambios de color utilizando la metodología de superficie] *Journal of food engineering* 28: 307-322.

GUILLAMÓN, E.. (2018). Efecto de compuestos fitoquímicos del género *Allium* sobre el sistema inmune y la respuesta inflamatoria. [En línea]. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S2340-98942018000300185], [Consulta: 3 de julio 2020]

INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL (IDR). 2017. Estimación de la superficie hortícola invernada cultivada en Mendoza. [En línea] [https://www.idr.org.ar/wp-content/uploads/2017/11/Estimaci%C3%B3n-Superficie-Hort%C3%ADcola-Invernal-2017-1.pdf], [Consulta: 3 de julio 2018].

INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL (IDR). 2017. Informe sobre el sector de ajo de la provincia de Mendoza. [En línea] [https://www.idr.org.ar/informe-sobre-el-sector-de-ajo-de-la-provincia-de-mendoza/], [Consulta: 7 de julio 2020].

INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL (IDR). 2019. Estimación de volúmenes y calibres de ajo. [En línea] https://www.idr.org.ar/wp-content/uploads/2020/02/Estimaci%C3%B3n-de-vol%C3%BAmenes-Ajo.pdf], [Consulta: 7 de julio 2020].

KONICA MINOLTA [En línea] [http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/], [Consulta: 17 de febrero 2020].

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA (MAGYP). 2007. Alimentos Argentinos. [En línea] [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=327#:~:text=China%2C%20Argentina%2C%20Espa%C3%B1a%2C%20Francia,1%25%20de%20la%20producci%C3%B3n%20mundial./], [Consulta: 3 de julio 2020].

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) – ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) 1999. Importancia de la inocuidad de los alimentos para la salud y el desarrollo. Informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Inocuidad de los Alimentos. [En línea] [http://www.fao.org/3/x1845s/x1845s.htm] [Consulta: 2 de julio 2020].

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2003. Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas, Del campo al mercado. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 151. [En línea] [http://www.fao.org/3/Y4893S/y4893s00.htm#Contents] [Consulta: 12 de junio 2018].

REVISTA TODO AGRO. 2018. [En línea] Villa María, Córdoba. [<http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=36691>], [Consulta: 10 de septiembre 2018].

REVISTA ALIMENTOS ARGENTINOS N° 39. 2007. [En línea]. [[https://issuu.com/alimentosargentinos.gob.ar/docs/revista\\_aa\\_39/39](https://issuu.com/alimentosargentinos.gob.ar/docs/revista_aa_39/39)], [Consulta: 07 de julio 2020].

RODRÍGUEZ S. DEL C; GENEROSO, S. M. 2012. *Evaluating sensorial quality of minimally processed fruits and vegetables* [Evaluación de la calidad sensorial de frutas y vegetales mínimamente procesados] Cap. 5, pp. 67- 84. In: Calviño, A.M. (ed). *Recent Contributions to sensory analysis of foods* [Contribuciones recientes al análisis sensorial de alimentos]. Ed. Research Signpost. Kerala.

SALINAS-HERNANDEZ, R. M.; GONZALEZ- AGUILAR, G. A.; PIROVANI, M. E.; ULIN-MONTEJO, F. 2007. Modelación de deterioro de productos vegetales frescos cortados. [www.ujat.mx/publicaciones/uciencia](http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia) 23 (2):183-196.

SANCHO, J., BOTA, E., DE CASTRO, J.J. 2002. Introducción al análisis sensorial de alimentos. Alfaomega. Ediciones Universitat de Barcelona.

TOIVONEN, P. M. A.; BRUMMELL, D. 2008. *Biochemical bases of appearances and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables* [Bases bioquímicas de apariencia y cambios de textura en frutas y vegetales recién cortados] *Postharvest Biology and Technology* 48: 1-14.

UREÑA PERALTA, M., D'ARRIGO, M. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.

VIDALES, S.L., CASTRO, M.A. Y ALZAMORA, S.M.1998. *The structure-texture relationship of blanched glucose impregnated strawberries* [Relación estructura – textura de frutillas impregnadas y blanqueadas con glucosa] *Food science and technology international* 4 (p.169-178).

VIGNONI, L., CESARI, R., FORTE, M., MIRABILE, M. 2006. Determinación de Índice de Color en Ajo Picado. [En línea]. [[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642006000600011](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642006000600011)], [Consulta: 5 de junio 2018]

VIGNONI, L. 2013. 100 Temas sobre producción de ajo. Alternativas para la producción de ajo. Facultad de Ciencias agrarias – UNCUYO (Editor Burba J.L) INTA Estación Experimental Agropecuaria (EEA) La Consulta, Mendoza, Argentina. Pág. 150-159.

WILEY, C. R. 1997. Frutas y Hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Ed. Acribia.

## 7. ANEXOS

### Prueba estadística ANOVA para medición de Índice de color por Colorímetro

#### 1. Resultados InfoStat

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC	40	0,33	0,13	26,29

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,48	9	0,28	1,64	0,1486
Tratamiento	2,48	9	0,28	1,64	0,1486
Error	5,03	30	0,17		
Total	7,51	39			

#### 2. Prueba de hipótesis

##### 1) Planteo de las hipótesis

H<sub>0</sub>: el promedio de los valores de IC en los diez tratamientos es igual, con un 95% de confiabilidad ( $\mu_{E1} = \mu_{E2} = \mu_{E3} = \mu_{E4} = \mu_{E5} = \mu_{E6} = \mu_{E7} = \mu_{E8} = \mu_{E9} = \mu_{E10}$ )

H<sub>1</sub>: en al menos un ensayo el promedio de los valores de IC es distinto, con un 95% de confiabilidad (al menos una  $\mu$  es diferente).

##### 2) Nivel de significancia

$\alpha=0.05$

##### 3) Elección del estadígrafo de prueba

$$FF = \frac{CCCCC}{CCCCC} = \frac{SSCCC/W_{TT}}{SSCCC/VV_{EE}}$$

Donde:

CMT: cuadrado medio de tratamientos

CME: cuadrado medio del error

SCT: variación entre los grupos

SCE: variación dentro de grupos

V<sub>T</sub>: grados de libertad de tratamientos



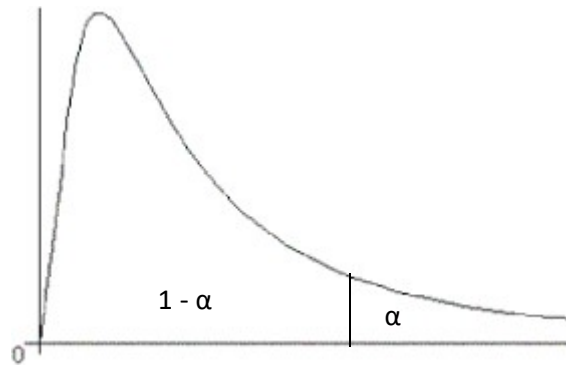
#### 4) Regla de decisión

Se rechaza  $H_0$  cuando  $F_m > F_c$

$$F_c = F_{(0,05; 9; 30)} = 2,21$$

#### 5) Estadígrafo de prueba

$$F_m = 1,64$$



#### 6) Toma de decisión y conclusión

Como  $F_m < F_c$  y  $p \text{ valor} > \alpha$ , no se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto no hay diferencias significativas entre las medias de los ensayos de índice de color por colorímetro.

## Prueba estadística ANOVA para medición de Índice de color por Escáner Calibrado

### 1. Resultados InfoStat

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC	40	0,16	0,00	102,94

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,33	9	0,15	0,62	0,7698
Tratamiento	1,33	9	0,15	0,62	0,7698
Error	7,13	30	0,24		
Total	8,46	39			

### 2. Prueba de hipótesis

#### 1) Planteo de las hipótesis

H<sub>0</sub>: el promedio de los valores de IC en los diez tratamientos es igual, con un 95% de confiabilidad ( $\mu_{E1} = \mu_{E2} = \mu_{E3} = \mu_{E4} = \mu_{E5} = \mu_{E6} = \mu_{E7} = \mu_{E8} = \mu_{E9} = \mu_{E10}$ )

H<sub>1</sub>: en al menos un ensayo el promedio de los valores de IC es distinto, con un 95% de confiabilidad (al menos una  $\mu$  es diferente).

#### 2) Nivel de significancia

$\alpha=0.05$

#### 3) Elección del estadígrafo de prueba

$$FF = \frac{CCCCC}{CCCCC} = \frac{SSCCC/W_T}{SSCCC/VV_{EE}}$$

Donde:

CMT: cuadrado medio de tratamientos

CME: cuadrado medio del error

SCT: variación entre los grupos

SCE: variación dentro de grupos

V<sub>T</sub>: grados de libertad de tratamientos

4) Regla de decisión

Se rechaza  $H_0$  cuando  $F_m > F_c$

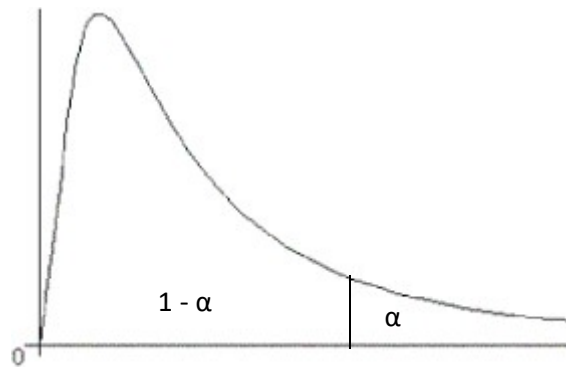
$$F_c = F_{(0,05; 9; 30)} = 2,21$$

5) Estadígrafo de prueba

$$F_m = 0,62$$

6) Toma de decisión y conclusión

Como  $F_m < F_c$  y  $p \text{ valor} > \alpha$ , no se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto no hay diferencias significativas entre las medias de los ensayos de índice de color por escáner calibrado.



## Prueba estadística ANOVA para medición de pH

### 1. Resultados InfoStat

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PH	40	0,23	0,00	10,41

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,23	9	0,36	0,98	0,4739
Tratamiento	3,23	9	0,36	0,98	0,4739
Error	10,97	30	0,37		
Total	14,20	39			

### 2. Prueba de hipótesis

#### 1) Planteo de las hipótesis

H<sub>0</sub>: el promedio de los valores de pH en los diez tratamientos es igual, con un 95% de confiabilidad ( $\mu_{E1} = \mu_{E2} = \mu_{E3} = \mu_{E4} = \mu_{E5} = \mu_{E6} = \mu_{E7} = \mu_{E8} = \mu_{E9} = \mu_{E10}$ )

H<sub>1</sub>: en al menos un ensayo el promedio de los valores de pH es distinto, con un 95% de confiabilidad (al menos una  $\mu$  es diferente).

#### 2) Nivel de significancia

$\alpha=0.05$

#### 3) Elección del estadígrafo de prueba

$$FF = \frac{CCCCC}{CCCCC} = \frac{SSCCC/W_T}{SSCCC/VV_{EE}}$$

Donde:

CMT: cuadrado medio de tratamientos

CME: cuadrado medio del error

SCT: variación entre los grupos

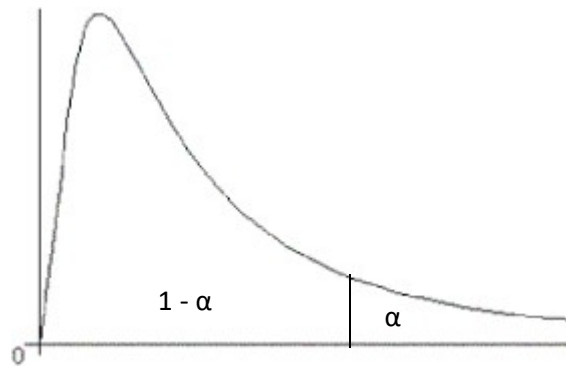
SCE: variación dentro de grupos

V<sub>T</sub>: grados de libertad de tratamientos

4) Regla de decisión

Se rechaza  $H_0$  cuando  $F_m > F_c$

$$F_c = F_{(0,05; 9; 30)} = 2,21$$



5) Estadígrafo de prueba

$$F_m = 0,98$$

6) Toma de decisión y conclusión

Como  $F_m < F_c$  y  $p \text{ valor} > \alpha$ , no se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto no hay diferencias significativas entre las medias de los ensayos de pH.

**Prueba estadística para obtener el Coeficiente de Variación (CV) de cada ensayo para las mediciones efectuadas por Colorímetro**

1) Ensayo 1

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
IC COLORIMETRO	20	0,00	0,00	41,33	

2) Ensayo 2

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
IC COLORIMETRO	20	0,00	0,00	40,54	

3) Ensayo 3

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
IC COLORIMETRO	20	0,46	0,36	25,16	

4) Ensayo 4

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
IC COLORIMETRO	20	0,36	0,24	17,63	

5) Ensayo 5

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
IC COLORIMETRO	20	0,32	0,19	27,33	

6) Ensayo 6

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
IC COLORIMETRO	20	0,55	0,47	22,20	

7) Ensayo 7

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
IC COLORIMETRO	20	0,61	0,54	26,89	

8) Ensayo 8

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC COLORIMETRO	20	0,56	0,48	26,20

9) Ensayo 9

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC COLORIMETRO	20	0,39	0,27	32,90

10) Ensayo 10

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC COLORIMETRO	20	0,77	0,72	18,20

**Prueba estadística para obtener el Coeficiente de Variación (CV) de cada ensayo para las mediciones efectuadas por Escáner Calibrado**

1) Ensayo 1

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC SCANNER	20	0,58	0,50	269,80

2) Ensayo 2

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC SCANNER	20	0,20	0,05	71,18

3) Ensayo 3

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC SCANNER	20	0,71	0,65	95,02

4) Ensayo 4

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC SCANNER	20	0,62	0,55	41,06

5) Ensayo 5

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC SCANNER	20	0,37	0,25	89,70

6) Ensayo 6

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC SCANNER	20	0,74	0,69	48,86

7) Ensayo 7

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC SCANNER	20	0,27	0,13	44,62



8) Ensayo 8

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
IC SCANNER	20	0,48	0,39	54,39	

9) Ensayo 9

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
IC SCANNER	20	0,43	0,32	74,08	

10) Ensayo 10

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
IC SCANNER	20	0,00	0,00	113,59	