

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**Facultad de Ciencias Agrarias**  
**Licenciatura en Bromatología**



**“Bases para la elaboración de protocolos para la obtención de ajo negro con cultivares INTA de ajo (*Allium sativum*), y caracterización organoléptica, físico – química y nutracéutica”.**



**Brom. María Marta Estalles**

**Director de Tesis:**

*Ing. Agr. Miguel Cirrincione*

**Co – Directora:**

*Mgter. Ing. Lucía Vignoni*

**Asesora Estadística:**

*Mgter. Ing. Laura Cánovas*

**Comité Evaluador:**

**Presidente:**

*Ing. Agr. José Luis Burba*

**Vocales:**

*Lic. Brom. Nancy Ventretra*

*Ing. Agr. Verónica Araniti*

**Mendoza, Argentina**  
**Año 2020.**

## AGRADECIMIENTOS

*Esta tesis está dedicada a la memoria de mi mamá Elba Simone, quién me animó en este campo de estudio y, durante varios años facilitó mi investigación compartiendo su tiempo conmigo cuando necesité un apoyo. La fuerza y la fe de mi madre, el último año de su vida me dieron una nueva apreciación del significado y la importancia de no abandonar nuestros sueños. Vivió su vida dedicada a sus hijos y nietos y se enfrentó valientemente a su muerte prematura. Su ejemplo me mantuvo soñando cuando quise rendirme.*

*En este instante, no dejo de recordar las eternas horas de trabajo, los dolores de cabeza, la angustia de no poder avanzar, las horas de desvelo buscando una posible cura para mi madre, las ganas de abandonar mis sueños porque debía priorizar a quien en ese momento me necesitaba, como yo a ella el primer día de vida. Sin embargo, hoy, tengo a mi lado una persona que nunca me dejó caer y a la que quiero agradecer por estar siempre a mi lado y compartir conmigo este hermoso logro, mi marido Gonzalo Álvarez. Ese compañero que, a pesar de mi malhumor y cansancio, me tomó de la mano sin abandonarme un segundo y me motivó para no abandonar este sueño, lograr mis metas y construir día a día la hermosa familia que hoy tenemos.*

*Quiero agradecer a mis 3 hijos, especialmente al mayor Sebastián, por su amor incondicional, compañía y por ser mi sostén de vida. A mis hermanos por estar a mi lado siempre que los necesito, y a mi padre Osvaldo Estalles por enseñarme que el mejor conocimiento es el que se aprende por sí mismo y que la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez. No existe amor más puro que el de mi maravillosa familia ni fuerza más grande que la que ellos me brindan.*

*También deseo expresar mi reconocimiento a los profesionales que me acompañaron durante esta investigación y que resultaron clave para llevarla adelante. Mi director Ing. Miguel Cirrincione por transmitirme sus conocimientos, mi co-directora Mgter. Ing. Lucía Vignoni por la paciencia, cariño y confianza con la que me acompañó siempre y a mi asesora estadística Mgter. Ing. Laura Cánovas por su ayuda con el análisis de datos, su gran dedicación y acompañamiento incondicional.*

*Mi reconocimiento y agradecimiento al comité evaluador: Ing. José Luis Burba, Ing. Verónica Araniti y Lic. Nancy Ventrera por la celeridad y claridad de sus correcciones. Es un placer poder contar con profesionales de tal envergadura. Y mi mas profundo agradecimiento a la Facultad de Ciencias Agrarias, unidad académica que me cobijó durante todo este tiempo.*

*Finalmente, quiero agradecer a Graciela Oro y Emilia Raimondo, dos personas muy especiales e importantes para mí, que me motivan a seguir adelante, que marcaron mi trayectoria como alumna y, que hoy marcan mi vida profesional. Dos personas que estuvieron a mi lado en el momento más difícil de mi vida, que siguen estando presentes al día de hoy y por las que tengo una profunda admiración. Dos profesionales que gracias a Dios forman parte de mi vida y que hoy me brindan su amistad y dejan huellas imborrables y de valor único en mi trayectoria académica. Todo mi cariño para ellas.....*

**¡¡MUCHAS GRACIAS A TODOS DE CORAZÓN!!**

## **RESUMEN**

Los consumidores, actualmente, demandan productos que además de un buen contenido nutricional, presenten características beneficiosas para la salud. Si bien el ajo (*Allium sativum*) es un alimento que reúne las mencionadas condiciones su pungencia y fuerte olor provocan un rechazo por parte de los consumidores. Considerando dicha tendencia, la presente tesina se ha enfocado en establecer las bases para la elaboración de protocolos de obtención de ajo negro a partir de diversos cultivares INTA y obtener un producto procesado de ajo, diferenciado por sus propiedades físico-químicas, nutracéuticas y organolépticas.

En esta investigación se llevaron a cabo numerosos ensayos exploratorios para verificar desde el punto de vista experimental, las condiciones óptimas de tiempo, temperatura y humedad relativa necesarias para la obtención de ajo negro.

El proceso de obtención se aplicó sobre el material vegetal presentado en bulbos y en dientes; y posteriormente, el ajo negro fue caracterizado desde el punto de vista físico – químico y nutracéutico a través de la determinación de peso, diámetro, PER, pH, materia seca, composición nutricional centesimal, selenio, polifenoles y perfil aminoacídico de cada cultivar.

En última instancia, el presente trabajo se centró en determinar el grado de aceptación del producto terminado por parte del consumidor, a través de la evaluación sensorial.

Las bases establecidas en la presente investigación dan lugar a la diferenciación de dicho producto y abre nuevas líneas de investigación en relación a su conservación y la complejidad de las reacciones bioquímicas que tienen lugar durante el proceso de obtención; y que son responsables del enriquecimiento nutricional del ajo negro.

El ajo negro presentó un alto grado de aceptación por parte del consumidor, debido a su sabor dulce, aroma ahumado agradable y fragante, sabor poco característico al ajo fresco y consistencia similar a una trufa, lo que lo convierte en un potencial ingrediente a ser incorporado en la alimentación saludable.

**Descriptorios y palabras clave:** Ajo negro – sabor dulce – no característico –antioxidante – anticancerígeno – prebiótico – alimento saludable.

## **INDICE**



## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	i
RESUMEN.....	ii
CAPÍTULO I.....	1
1. Introducción.....	1
1.1. Taxonomía y morfología del ajo.....	1
1.2. Producción, comercialización y diferenciación.....	2
1.3. Composición química .....	3
1.4. Propiedades funcionales.....	5
2. Estado actualizado de conocimiento del tema. Justificación o Fundamentación.....	6
CAPÍTULO II.....	10
1. Objetivos e Hipótesis.....	10
1.1. Objetivo General: .....	10
1.1.1. Objetivos Específicos:.....	10
1.2. Hipótesis: .....	10
CAPÍTULO III .....	12
1. Marco Experimental .....	12
1.1. Materiales y Métodos:.....	14
1.2. Diagrama de flujo de obtención del ajo negro.....	18
CAPÍTULO IV.....	21
1. Resultados y Discusión .....	21
1.1. Análisis descriptivo del material vegetal presentado en bulbos. ....	21
1.2. Análisis inferencial del material vegetal presentado en bulbos. ....	26
1.3. Análisis Descriptivo del material vegetal presentado en dientes. ....	28
1.4. Análisis inferencial del material vegetal presentado en dientes. ....	41
1.5. Análisis Sensorial del material vegetal presentado en dientes. ....	52
1.6. Expresión de la composición nutricional sobre sustancia seca. ....	57
CONCLUSIONES.....	63
REFLEXIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA: .....	66
ANEXO.....	69

## **MARCO TEÓRICO**



## CAPÍTULO I

### 1. Introducción

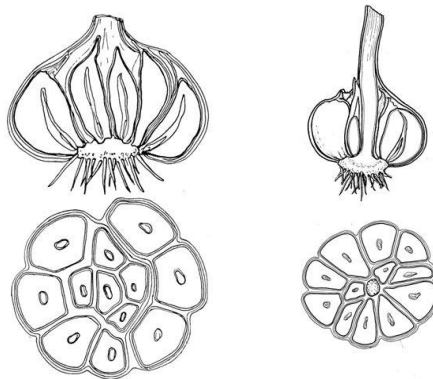
#### 1.1. Taxonomía y morfología del ajo

El ajo, *Allium sativum* L., es un miembro de la familia Alliaceae. Su nombre tiene origen en la palabra celtica "all" que significa pungente. Es una de las plantas más antiguas, cultivada a través del mundo, cuyo origen es Asia Central (Singh y col., 2008).

La pungencia es una característica distintiva y común de las especies del género *Allium*, que contribuye al flavor de los mismos. Esta se debe a la presencia de compuestos organoazufrados que son los responsables de generar una sensación ardiente, cercana a la percepción del dolor. (Sance, M y col. 2005).

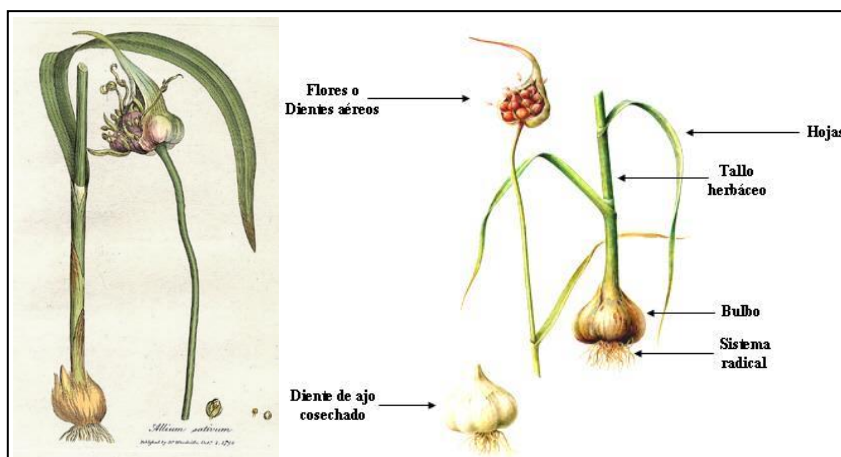
El bulbo adulto (Figura 1) presenta un tallo comprimido en forma de disco, plato o menisco (base del bulbo), donde se apoyan las hojas, muchas de las cuales están fuertemente modificadas. En algunos ecotipos este tallo se prolonga en forma de escapo y puede o no emerger de entre el falso tallo compuesto por la porción superior de las vainas de las hojas con lámina. (Burba, José Luis. 2003)

Dicho escapo puede rematar en una inflorescencia en forma de umbela que tiene flores (por lo general estériles), las que pueden ser reemplazadas por bulbillos aéreos. Solo algunos ecotipos son capaces de dar semillas verdaderas. (Burba, José Luis. 2003)



**Figura 1** – Izquierda: corte transversal y longitudinal de un bulbo de ajo del Tipo Comercial Blanco (sin escapo floral). Derecha: corte transversal y longitudinal de un bulbo de ajo del Tipo Comercial Colorado (con escapo floral). Fuente: Cátedra de Dibujo y Técnica Fotográfica. FCA (UN Cuyo)

El falso tallo y las hojas con sus láminas planas aquilladas y cerosas son responsables de la arquitectura de la planta, que a su vez determina su comportamiento en el manejo agronómico del cultivo. (Burba, José Luis, 2003).



**Figura 2** – Anatomía y morfología de una planta de ajo. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Subsecretaría de Valor Agregado y Nuevas Tecnologías.

Apoyadas sobre el disco se encuentran hojas estériles (aquellas que envuelven el bulbo y no poseen “dientes” en sus axilas), denominadas vulgarmente como “chalas”, y hojas fértiles. (Burba, José Luis, 2003)

Las hojas envolventes del bulbo son generalmente blancas cuando secas o posee vetas con tintes violáceos. Tanto estos pigmentos como los de los “dientes” son responsables de la denominación comercial de los ajos (ajos rosados, blancos, colorados, Castaños, etc), como se observa en la Figura 3. (Burba, José Luis, 2003)



**Figura 3** – Ajos blancos, Morados, Colorados y Castaños denominados así en función del color externo del bulbo o de sus dientes. Fuente: Cátedra de Dibujo y Técnica Fotográfica. FCA (UNCuyo)

## **1.2. Producción, comercialización y diferenciación**

La producción mundial de Ajo fresco se ubica en 24 millones de toneladas y su crecimiento se mantiene constante. China incrementó su producción desde el periodo 2000 al 2013 de 7,38 a 19,17 millones de toneladas respectivamente. Siendo el mayor productor mundial con una participación en el volumen global de 79,2 %. (De Bernardi, L. 2016)



La superficie total de ajo esta temporada fue de 11.323 ha, ésta se compone 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. En relación al periodo 2018 (10.937 ha), aumentó en un 3,5 por ciento. La producción aumentó un 10 %, ya que el rendimiento en general, sin distinguir por tipo comercial ni por zona, incrementó sólo en un 6 por ciento. (Fundación IDR 2019)

La proporción por tipos comerciales en cuanto a superficie, se corresponde con el 67% para ajos Morados, 33 % para ajos colorados, 5 % para blancos criollos (nobles o de guarda) y un 3 % para otros ajos (blancos tempranos, Castaños y violetas). (Fundación IDR 2019)

La producción estimada de ajo total esta temporada, es de 139.806,97 toneladas. Dicha producción muestra un incremento del 9 % respecto a la temporada 2018/2019 la cual se estimó en 127.434 toneladas. (Fundación IDR 2019)

**Comparación de superficie y producción en Mendoza para las últimas cuatro temporadas agrícolas.**

**Cuadro 2**

2015/2016		2017/2018		2018/2019		2019/2020	
Sup. (ha)	Prod. (t)	Sup. (ha)	Prod. (t)	Sup. (ha)	Prod. (t)	Sup. (ha)	Prod. (t)
8.371	111.496	10.550	120.047	10.937,07	127.433,52	11.323,38	139.806,97
13,32 t/ha		11,38 t/ha		11,65 t/ha		12,35 t/ha	

*Fuente: Área de Gestión de Información. Estimación de volúmenes y calibres en ajo 2019/2020.*

En cuanto a las exportaciones, el principal país exportador es China, representando el 78 % del ajo internacional. El segundo exportador es España, y en tercer lugar se encuentra Argentina representando el 3,8 % del ajo internacional. (INTA LA CONSULTA 2019)

En 2018, los envíos al exterior crecieron en volumen más del 29 % respecto del año anterior y totalizaron 76,2 millones de toneladas. (INTA LA CONSULTA 2019)

**1.3. Composición química**

El ajo tiene distintos componentes, entre ellos, se encuentran el agua y los carbohidratos como la fructosa, compuestos azufrados, fibra y aminoácidos libres (Tabla 1). Contiene altos niveles de vitamina C y A y bajos niveles de vitaminas del complejo B (Tabla 2). Así mismo, posee un alto contenido de compuestos fenólicos, polifenoles y fitoesteroles. En cuanto a los minerales, tiene niveles importantes de potasio, fósforo, magnesio, sodio, hierro y calcio. También, presenta contenido moderado de selenio y germanio, pero la concentración de estos minerales va a depender del suelo donde crecen los bulbos (Tabla 3). (Bender – Bojalil, D y col. 2013)

**Tabla N°1:** Composición química de *Allium sativum*.

Análisis proximal	*Cantidad
Agua	58.58 g
Energía	149 kcal
Proteína	6.36 g
Lípidos totales	0.5 g
Carbohidratos (por diferencia)	33.06 g
Fibra dietética	2.1 g
Azúcares totales	1 g

\*100 g de ajo fresco.

Fuente: Modificado de United States Department of Agriculture (USDA, 2013)

**Tabla N°2:** Contenido de vitaminas en *Allium sativum*.

Vitaminas	*Cantidad
Vitamina C	31.2 mg
Tiamina	0.2 mg
Riboflavina	0.11 mg
Niacina	0.7 mg
Vitamina b6	1.235 mg
Folato	3 µg
Vitamina A	9 UI
Vitamina E	0.08 mg
Vitamina K	1.7 µg

\*100 g de ajo fresco.

Fuente: Modificado de United States Department of Agriculture (USDA, 2013)

**Tabla N°3:** Contenido de minerales en *Allium sativum*.

Mineral	*Cantidad
Calcio	181 mg
Hierro	1.7 mg
Magnesio	25 mg
Fósforo	153 mg
Potasio	401 mg
Sodio	17 mg
Zinc	1.16 mg

\*100 g de ajo fresco.

Fuente: Modificado de United States Department of Agriculture (USDA, 2013)

#### **1.4. Propiedades funcionales**

Entre los compuestos azufrados que predominan en el ajo se encuentran: alicina, aliina, ajoeno, adenosina, alil metano tiosulfato, dialil disulfuro, dialil trisulfuro, S-alil mercaptocisteína. En el ajo también se han aislado hasta 17 aminoácidos entre los cuales se encuentran: ácido aspártico, asparagina, alanina, arginina, histidina, metionina, fenilalanina, leucina, serina, treonina, prolina, triptófano y valina. (Olmedo, P. 2010)

El ajo es conocido por sus efectos beneficiosos (anticoagulante, vasodilatador, reductor de grasa y colesterol, germicida, antiinflamatorio y anticancerígeno), por lo que se lo puede considerar un alimento funcional, y esto implica la posibilidad de diferenciar productos por sus propiedades nutraceuticas. Además, acumula importante cantidad de selenio, por lo que puede ser utilizado como suplemento natural en la dieta. (Pérez, M.B y col. 2017).

El selenio (Se) es un elemento traza esencial para animales y humanos dado que forma parte de enzimas como glutatión peroxidasa y seleno proteínas como Se-cisteína y Se-metionina. Además, presenta propiedades antioxidantes y anticancerígenas. (Pérez, M.B y col. 2017).

**1.4.1. Efecto antioxidante:** Una elevada concentración de radicales libres (EROS) es responsable de generar estrés oxidativo en las células del ser humano. A este se le atribuye la generación de diversas patologías como el Alzheimer, Parkinson, lesión cerebral hipertensiva, distrofia muscular, esclerosis múltiple, cáncer, catarogénesis, degeneración de la retina, enfermedades autoinmunes, diabetes mellitus (DM), síndrome metabólico y anomalías cardiovasculares, entre otras. (Ramírez, H y col. 2016)

El estrés oxidativo se puede prevenir con el consumo de moléculas antioxidantes presentes en el extracto de ajo (*Allium sativum L.*), ya que en estudios in vitro realizados con células amnióticas humanas, se observó la disminución de la producción de radicales libres. De la misma manera existen trabajos que mencionan que el ajo puede aumentar los niveles de glutatión (GSH) en las células y al mismo tiempo disminuir los niveles de la forma oxidada. (Ramírez, H y col. 2016)

Los componentes con mayor actividad antioxidante son: S-alil-cisteína y alicina. Éste último es el principal compuesto biológicamente activo del ajo fresco (*Allium sativum L.*), resultante de la reacción entre la aliína (aminoácido no proteico) y la enzima alinasa. (Ramírez, H y col. 2016).

**1.4.2. Efecto sobre la tensión arterial:** Se ha demostrado que el consumo de ajo eleva la síntesis de óxido nítrico mediante el incremento de la actividad de la enzima óxido nítrico sintetasa. El óxido nítrico es un potente vasodilatador que se encarga de mantener los niveles de presión arterial en valores normales. El ajo, a su vez, inhibe la actividad de la enzima Angiotensina I, la cual es un potente vasoconstrictor y, en consecuencia, provoca la elevación de la tensión arterial. También se ha evidenciado, que extractos acuosos de ajo y sus componentes como la alicina, abren los canales de potasio y llevan a una disminución de calcio en las células musculares lisas de la pared vascular. Esto provoca vasodilatación y disminución de la presión arterial. (Marín Gómez, A. 2016).

**1.4.3. Efecto sobre lípidos:** La dislipidemia es un factor de riesgo importante responsable del desarrollo de aterosclerosis y la enfermedad cardiovascular. Las anormalidades lipídicas incluyen altos niveles de LDL (lipoproteínas de baja densidad), triglicéridos elevados y HDL bajo (lipoproteínas de alta densidad). El colesterol presente en la  $\beta$ -lipoproteína (LDL) y se deposita en los vasos sanguíneos, mientras que  $\alpha$ -lipoproteína (HDL) ayuda a reducir el colesterol sérico. (Rojas Dávila, A. 2016)

En un estudio realizado en conejos y ratas con hipercolesterolemia, éstos se alimentaron con extracto de ajo; evidenciándose una importante reducción de colesterol y triglicéridos en plasma por inhibición de las enzimas claves implicadas en la síntesis de dichas enzimas. (Greco, M.F. 2011)

**1.4.4. Efecto anticarcinogénico y antimutagénico:** Diversos estudios en animales y cultivos de células han demostrado la capacidad del ajo para inhibir el crecimiento tumoral y la proliferación celular (efecto antineoplásico). Se ha reportado que la ingesta de ajo disminuye el riesgo de sarcoma y carcinoma en diversos tejidos y órganos, como estómago, colon, esófago, próstata, vejiga, hígado, pulmones, mamas, piel y cerebro (Corzo Martínez, M y col. 2007).

Tanto compuestos hidrosolubles como liposolubles serían los responsables de los efectos anticancerígenos observados. Dialil sulfóxido (DAS), dialil sulfona (DASO) y S-alilcisteína (SAC) pueden inhibir la carcinogénesis (Corzo Martínez, M y col. 2007). Respecto a la actividad antimutagénica, se ha reportado que DAS tiene efecto sobre los mecanismos de reparación del ADN, evitando mutaciones y previniendo, por lo tanto, el inicio de la carcinogénesis (Corzo Martínez y col. 2007). *Helicobacter pylori* es un patógeno que causa inflamación crónica y conocido como el factor importante de riesgo a padecer cáncer gástrico. Estudios han demostrado que una concentración mínima de *Allium sativum* de 40  $\mu\text{g}/\text{ml}$  puede inhibir a la bacteria al 90 %. (Ramírez, H y col. 2016)

**1.4.5. Efecto antifúngico y antimicrobiano:** Muchos hongos, incluidos *Cándida*, *Torulopsis*, *Trichophyton*, *Cryptococcus*, *Aspergillus*, *Trichosporon* y *Rhodotorula*, *Aspergillus niger*, *C. albicans* y *Paracoccidioides* han mostrado ser sensibles a los compuestos del ajo a través de la disminución del consumo de oxígeno, reduciendo el crecimiento del organismo e inhibiendo la síntesis de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, que ocasionan daños a las membranas. (Ramírez, H y col. 2016).

La actividad antibacteriana del ajo es ampliamente atribuida a la alicina. (Bae, S y col. 2014) Se sabe que la alicina tiene actividad modificadora de sulfhidrilo (Wang y col. 2010) y es capaz de inhibir las enzimas sulfhidrilo.

## **2. Estado actualizado de conocimiento del tema. Justificación o Fundamentación.**

El ajo negro es un producto que se desarrolló en Japón, luego de 5 años de investigación y ha llegado a la Argentina. A mediados del siglo pasado, un científico japonés anónimo tratando de mitigar el fuerte olor del ajo, puso los bulbos a asar a baja temperatura obteniendo dientes completamente negros, pero con aroma suave, agradable, dulzón, con una textura gomosa y un sabor delicioso sutil, delicado, similar al regaliz u orozuz. (Fernandez, S. 2017).

A partir de ese momento su consumo se extendió por todo Oriente. Por el momento son los gastronómicos y grandes chefs los que lo utilizan para dar originalidad y color a sus preparaciones. El ajo negro es una verdadera medicina vegetal, ya que posee muchas propiedades. Naturalmente todos los elementos que se encuentran en el ajo fresco se han concentrado en el ajo negro, es decir, se encuentran en mayor proporción. (Fernandez, S. 2017).

En el proceso de transformación de ajo fresco en ajo negro suceden numerosas reacciones bioquímicas que incrementan notablemente las propiedades antioxidantes del ajo fresco (Riu and Kang, 2017). A medida que el ajo evoluciona poco a poco hasta llegar a su aspecto final, numerosos compuestos del ajo fresco se transforman en toda una nueva gama de compuestos diferentes, convirtiéndose en un producto atractivo tanto para su uso terapéutico como culinario. Aunque el proceso es descripto consistentemente como "fermentación", en realidad no tiene nada que ver con la fermentación microbiana propiamente dicha, ya que la transformación no implica un proceso microbiano siendo la reacción de Maillard específicamente las responsables del color oscuro y el perfil de sabor complejo característico de este producto. (Toledano 2017).

En un trabajo publicado por Riu and Kang (2017) se cita como proceso general de elaboración de ajo negro el sometimiento a procesos de tratamiento térmico de múltiples etapas con tiempos mayores a 10 días. Por otro lado, Fernandez, S. (2017) en una de sus investigaciones establece una incubación en estufa a 80°C durante 7 días en frascos de vidrio.

El "Ajo Negro" se obtiene colocando las cabezas de ajo enteras, sin adición de aditivos, ni colorantes, ni conservantes en una cámara sellada a una temperatura y humedad constantes durante un período que puede oscilar entre los 30 a 60 días según el productor que lo elabore. Luego se deja "madurar" en una sala especial durante 45 días, y durante este tiempo el ajo va cambiando de color poco a poco hasta convertirse en ajo negro. (Fernandez, S. 2017)

El tiempo de proceso de obtención del ajo negro puede variar dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura aplicadas. De esta manera, las temperaturas pueden oscilar entre 40 °C y 90 °C y la humedad relativa entre 80 % y 95 %. La allicina, su componente principal, ayuda al sistema inmunológico del cuerpo, es antioxidante, mantiene en buenos niveles la presión sanguínea y ayuda a eliminar lípidos y colesterol, previniendo de ese modo las enfermedades cardiovasculares. (Fernandez, S. 2017)

La humedad relativa se determina por curva psicrométrica. La psicrometría es necesaria para comprender las relaciones aire-vapor de agua. Éstas resultan fundamentales en procesos industriales de humidificación, deshumidificación, secados, procesos de deshidratación de alimentos, etc. Partiendo de los principios básicos de la termodinámica se han generado conceptos y relaciones matemáticas para los sistemas aire – vapor de agua, que, expresadas en modelos matemáticos y gráficos, se traducen en parámetros que definen lo que podemos llamar la condición psicrométrica del aire. (Cardoso, G y col. 2016)

Para poder determinar la humedad relativa en la estufa de cultivo mediante curva psicrométrica se debe medir la temperatura de bulbo seco y la temperatura de bulbo húmedo. La temperatura de bulbo seco es la verdadera temperatura del aire húmedo y con frecuencia se la denomina temperatura del aire. Es la temperatura del aire que marca un termómetro común. Mientras que, la temperatura termodinámica de bulbo húmedo es la temperatura de equilibrio que se alcanza cuando la mezcla de aire seco y vapor de agua pasa por un proceso de enfriamiento adiabático hasta llegar a la saturación. (Perry, D y col. 1982)

El ajo fresco exhibe diversas propiedades funcionales, sin embargo, el consumidor suele rechazarlo por su fuerte olor y sabor pungente. Por tal motivo, resulta de gran importancia conocer en detalle el proceso de elaboración del ajo negro y llevar a cabo la caracterización físico – química, organoléptica y nutracéutica del mismo, a efectos de contribuir a la salud del consumidor con el aporte de un alimento totalmente natural y nutritivo; que contenga principios activos en cantidades medidas y conocidas y que sea agradable para el consumidor e inocuo, asegurando durante el proceso de elaboración un sólido control de calidad.

Con respecto al período de envejecimiento del ajo negro, este es más corto a temperaturas más altas. En el caso del proceso de envejecimiento a 70°C, la velocidad de envejecimiento es dos veces más rápida que la de 60°C. Según su evaluación sensorial, la calidad de ajo negro es mejor y su color negro es homogéneo entre 70°C y 80°C. A pesar de que el ajo negro se produce más rápido a 90°C y produce gustos no ideales, como los gustos amargos. (Zhang et al., 2016)

La evaluación sensorial es un desarrollo científico aplicable al análisis de alimentos de cualquier índole, desde recién cosechados hasta procesados de diferentes formas. El método se basa en la evaluación de sensaciones que experimenta el consumidor frente a un determinado estímulo, conformado por características físicas, químicas y estructurales del alimento. Ese estímulo es captado a través de los sentidos e influenciado por condiciones fisiológicas, psicológicas y sociológicas, provocando una sensación. La persona elabora una respuesta que la comunica en forma verbal o escrita y nos proporciona información acerca del grado de aceptación o preferencia del consumidor final, además de permitir cuantificar sensorialmente cada característica del alimento para valorarlo en forma global o compararlo con otro del mismo tipo. (Cánovas, L y col. 2008).

Teniendo en cuenta que no existen hasta el momento protocolos de normalización para la elaboración de ajo negro. El desafío de la presente tesina, es comparar los datos de la bibliografía actual, con los parámetros (tiempo, temperatura y humedad relativa) vinculados al proceso de obtención aquí ensayado; para establecer similitudes o diferencias y sentar bases para la elaboración de protocolos de obtención de ajo negro, atendiendo a las características que debe reunir la materia prima para poder desarrollar un proceso productivo viable y obtener un producto que satisfaga las necesidades del consumidor.

Finalmente se evaluará la calidad nutricional del producto terminado, los beneficios que aporta para la salud y su aceptación por parte del consumidor, a través de la caracterización físico – química, nutracéutica y organoléptica.

Para llevar a cabo la caracterización organoléptica del ajo negro resulta de importancia, evaluar la tendencia de los consumidores frente a los diferentes parámetros organolépticos que forman parte del producto terminado elaborado en la presente tesina.

## **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**



## CAPÍTULO II

### **1. Objetivos e Hipótesis.**

#### **1.1. Objetivo General:**

- ✓ Establecer las bases de un protocolo de elaboración de ajo negro y caracterizar el producto a través de diversos cultivares, mediante parámetros físico – químicos, nutraceuticos y sensoriales.

#### **1.1.1. Objetivos Específicos:**

- ✓ Evaluar el proceso de elaboración de “Ajo negro” mediante el efecto de los parámetros de tiempo, temperatura y humedad relativa.
- ✓ Valorar cómo influye la forma de presentación del material vegetal en el proceso de obtención.
- ✓ Determinar cuantitativamente materia seca, humedad y cenizas del “Ajo Negro” obtenido
- ✓ Determinar el potencial efecto antioxidante y antibacteriano del “Ajo Negro”.
- ✓ Determinar preferencia y aceptación del producto terminado, a través de métodos de respuesta subjetiva.

#### **1.2. Hipótesis:**

H: “Resulta posible establecer las bases de un protocolo de elaboración de ajo negro, precisando los parámetros de tiempo, temperatura y humedad relativa óptimos y caracterizar el producto obtenido”



## **MARCO EXPERIMENTAL**



## CAPÍTULO III

### 1. Marco Experimental

Por antecedentes del Proyecto Ajo/INTA, se resolvió llevar a cabo ensayos exploratorios con cuatro cultivares: Castaño INTA (ajo Castaño), Gostoso INTA (ajo colorado), Morado INTA (ajo Morado) y Nieve INTA (ajo blanco) (Figura 4).



**Figura 4** – Cultivares de ajo inscriptos por el INTA y utilizados en los ensayos. Fuente: Cátedra de Dibujo y Técnica Fotográfica FCA UNCuyo.

Se aplicó el ciclo de mejora continua o ciclo Deming (PDCA) para gestionar de modo eficiente las actividades y recursos, con la finalidad de orientarlos a la consecución de buenos resultados. Se realizó un muestreo aleatorio simple (mas) de cada cultivar y se seleccionaron bulbos de diámetro uniforme (medidos con calibre, marca Labor). Posteriormente, se procedió a un riguroso proceso de limpieza, en el cual se quitaron raíces, falso tallo, hojas y catáfilas externas.

En un primer ensayo, se colocaron 4 bulbos de cada cultivar en frascos de vidrio de 350 ml, sin aireación y cerrados herméticamente (Figura 5). Todas las unidades de muestreo, se llevaron a estufa de cultivo, a una temperatura de 75°C durante 8 días. Una vez finalizado el ensayo se realizó un análisis sensorial por observación directa, de las características organolépticas del producto obtenido. Se preparó una muestra conformada por tres frascos de cada cultivar de ajo.



**Figura 5** – Frascos de vidrio de 350 ml, con 4 bulbos de ajo fresco y tapa hermética.

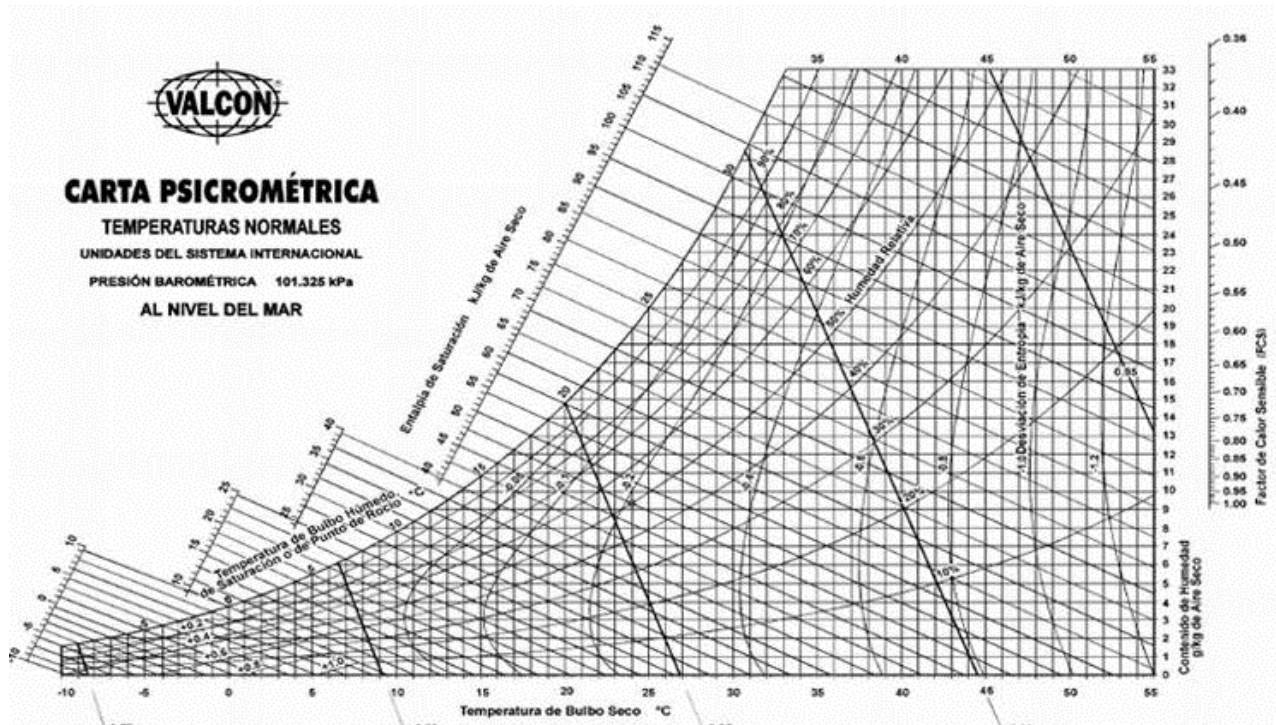
En un segundo ensayo exploratorio, como consecuencia de la observación directa realizada en el primer ensayo, se decide replicar la preparación de los frascos y llevarlos a estufa de cultivo bajo diferentes condiciones de ensayo (temperatura, tiempo, humedad relativa, relación de carga y relación de aireación) de acuerdo a lo que se especifica en la Tabla N° 4.

**Tabla N°4:** Condiciones de ensayos exploratorios en cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

Condiciones de ensayo	Ensayo 2a	Ensayo 2b	Ensayo 2c
<b>Temperatura</b>	65 °C	75 °C	85 °C
<b>Tiempo</b>	8 días	6 días	5 días
<b>Humedad relativa</b>	51 %	90 %	90 %
<b>Relación de carga</b>	<p><b>Castaño:</b> 283 g de ajo por litro de aire.</p> <p><b>Gostoso:</b> 166 g de ajo por litro de aire.</p> <p><b>Morado:</b> 304 g de ajo por litro de aire.</p> <p><b>Nieve:</b> 272 g de ajo por litro de aire.</p>	<p><b>Castaño:</b> 283 g de ajo por litro de aire.</p> <p><b>Gostoso:</b> 166 g de ajo por litro de aire.</p> <p><b>Morado:</b> 304 g de ajo por litro de aire.</p> <p><b>Nieve:</b> 272 g de ajo por litro de aire.</p>	<p><b>Castaño:</b> 283 g de ajo por litro de aire.</p> <p><b>Gostoso:</b> 166 g de ajo por litro de aire.</p> <p><b>Morado:</b> 304 g de ajo por litro de aire.</p> <p><b>Nieve:</b> 272 g de ajo por litro de aire.</p>
<b>Relación de aireación</b>	2,2 mm por litro de aire	4,5 mm por litro de aire	11,2 mm por litro de aire
<b>Tapa con perforación</b>	1 orificio de 1 mm de diámetro	2 orificios de 1 mm de diámetro.	5 orificios de 1 mm de diámetro.

Una vez finalizado cada ensayo exploratorio se realizó el análisis sensorial mediante observación directa del material resultante. La humedad relativa se determinó mediante curva psicrométrica.

Para determinar la humedad relativa de la estufa de cultivo mediante la lectura de curva psicrométrica se midió la temperatura de bulbo seco y la temperatura de bulbo húmedo. Se utilizó un psicrómetro que consta de dos termómetros, uno de ellos envuelto en una gasa o algodón humedecido (termómetro de bulbo húmedo) y otro, al lado del primero, en simple equilibrio térmico con el aire atmosférico.



### 1.1. Materiales y Métodos:

Una vez muestreados, limpios y seleccionados por uniformidad de tamaño los bulbos de los cuatro cultivares de ajo INTA, se identificaron con un número para la trazabilidad de los mismos. De acuerdo con lo observado en el material vegetal proveniente de los ensayos exploratorios y una vez determinados los parámetros de tiempo, temperatura y humedad relativa adecuados para la obtención de “Ajo Negro”; se decide replicar en mayor escala las condiciones del “**Ensayo exploratorio 2c**”. Para ello, se preparó una muestra de 15 frascos de vidrio por cada cultivar de ajo INTA.

Las variables medidas fueron: peso en g, diámetro ecuatorial expresado en mm y PER (peso específico relativo) de cada unidad de análisis antes y después del tratamiento térmico. Para llevar a cabo las mediciones de los bulbos, se utilizó un calibre y el peso de los mismos se determinó en balanza analítica con una precisión de 0,001 gr. La balanza está verificada bajo el sistema de control de metrología legal.



**Figura 6** – Unidades de muestreo preparadas para los ensayos.

El peso específico relativo (PER) permitió establecer una medida de la compacidad relacionando el peso del bulbo y su diámetro ecuatorial. Una vez recolectados los datos de las variables en estudio se realizó estadística descriptiva mediante el cálculo e interpretación de la media y desviación estándar de cada cultivar antes y después del tratamiento térmico. Asimismo, se llevó a cabo el análisis inferencial a través de intervalos de confianza por cada cultivar. Para el análisis estadístico de los datos se empleó Excell 2013.

Posteriormente se replicó el ensayo exploratorio “2c” sobre el material vegetal presentado en dientes, como consecuencia de los resultados observados al evaluar las características sensoriales del producto terminado. Para ello se realizó un nuevo muestreo aleatorio simple (mas) de las bolsas de ajo. Los bulbos seleccionados se limpiaron y desgranaron sobre bandejas plásticas limpias y desinfectadas, perfectamente identificadas con la variedad comercial en estudio. La unidad de análisis se constituyó con dientes individuales que evidenciaban uniformidad de tamaño, turgencia aceptable y un buen estado higiénico sanitario.



**Figura 7** – Dientes de ajo limpios y seleccionados por uniformidad de tamaño provenientes de los cultivares de Ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.



En esta nueva metodología ensayada se prepara una muestra de 60 frascos por cada cultivar para ser sometidos a los parámetros de tiempo, temperatura y humedad relativa necesarios para la obtención de ajo negro según lo que se determinó sobre el material vegetal en estudio durante los ensayos previos. A continuación, se presenta la tabla de unidades de análisis por cada cultivar estudiado.

**Tabla N°5:** Unidades de análisis ensayadas por cultivar.

Cultivar	Unidad de análisis por cultivar de ajo INTA	Peso promedio por frasco (g)
<b>Castaño</b>	26 dientes por frasco	160,59 g
<b>Gostoso</b>	40 dientes por frasco	180,93 g
<b>Morado</b>	35 dientes por frasco	163,23 g
<b>Nieve</b>	30 dientes por frasco	178,36 g

Las unidades de análisis de cada cultivar se pesaron con balanza analítica de precisión de 0,001 gr. antes y después de cumplido el plazo de tratamiento para la obtención de ajo negro. Previo al tratamiento térmico cada unidad de análisis fue perfectamente identificada con un rótulo para no perder la trazabilidad de las mismas.

A continuación, se llevó a cabo un muestreo aleatorio simple (mas) de los frascos de ajo negro y se seleccionaron 5 frascos de cada cultivar a los efectos de ser sometidos a análisis de laboratorio para llevar a cabo la caracterización físico – química y nutracéutica del producto terminado.

Las muestras fueron analizadas en INTI Frutas y Hortalizas y en Laboratorio biomédico Dr. Rapela. Determinaciones y métodos analíticos aplicados en el ajo negro:

- ✓ Determinación de pH con peachímetro marca Adwa AD 110 portable.
- ✓ Determinación del valor calórico en Kcal y KJ por cada 100 gr.
- ✓ Determinación de Hidratos de Carbono totales por diferencia
- ✓ Determinación de proteínas por método Kjeldahl, N x 5,8
- ✓ Determinación de grasas totales por método Twisselmann
- ✓ Determinación de grasas saturadas por método COI T 20.
- ✓ Determinación de fibra bruta por método de referencia AOAC.
- ✓ Determinación de Sodio (Na) por espectrofotometría de absorción atómica por llama.
- ✓ Determinación de cenizas por calcinación a 550 °C.
- ✓ Determinación de humedad por método de estufa de vacío a 70°C.
- ✓ Determinación de Selenio por espectroscopía de absorción atómica.
- ✓ Determinación de polifenoles por método de Folin Ciocalteu.
- ✓ Determinación del perfil de aminoácidos por Cromatografía líquida de alta performance (HPLC).

Los datos recolectados de cada análisis fueron procesados y analizados mediante el empleo de estadística descriptiva a través del cálculo de la media y desviación estándar por cada cultivar de ajo INTA. Y se realizó el análisis inferencial a través de intervalos de confianza.

Para llevar a cabo el análisis sensorial se contó con 200 personas. Todos ellos, consumidores habituales de ajo. El 52 % de los panelistas correspondió al sexo femenino y el 48 % restante al masculino. Las mujeres cubrieron un rango etario hasta los 84 años y los varones hasta los 86 años, conforme a la siguiente distribución: 53 consumidores entre 21 y 35 años, 92 entre 36 y 64 años, y 55 mayores de 64 años.

Se trabajó con los 4 cultivares de ajo INTA ensayados. Se presentó al grupo de panelistas un bulbo entero y un frasco de dientes de cada cultivar. Luego cada panelista recibió dos dientes enteros de ajo negro por cada cultivar, sin agregados. La muestra entregada a cada panelista se identificó perfectamente y distribuyó en forma aleatoria en una bandeja con una copa de agua, un platito con galletas sin sal y las planillas de evaluación de cada cultivar. El agua y las galletas sin sal se utilizaron como medio neutro para eliminar de la boca el sabor a ajo entre pruebas diferentes.

Se utilizó una planilla de recolección de datos especialmente diseñada para pruebas de valoración y de ordenamiento por preferencia, la cual se encuentra en el apartado de Anexos. Se solicitó que se valorara en cada muestra: color, olor, sabor, dureza y gomosidad mediante una escala semiestructurada de 0 a 5.

A los valores asignados por los panelistas se los describió a través del método de respuesta objetiva y se los interpretó por medio de sus valores medianos, con el objeto de obtener los perfiles sensoriales correspondientes.

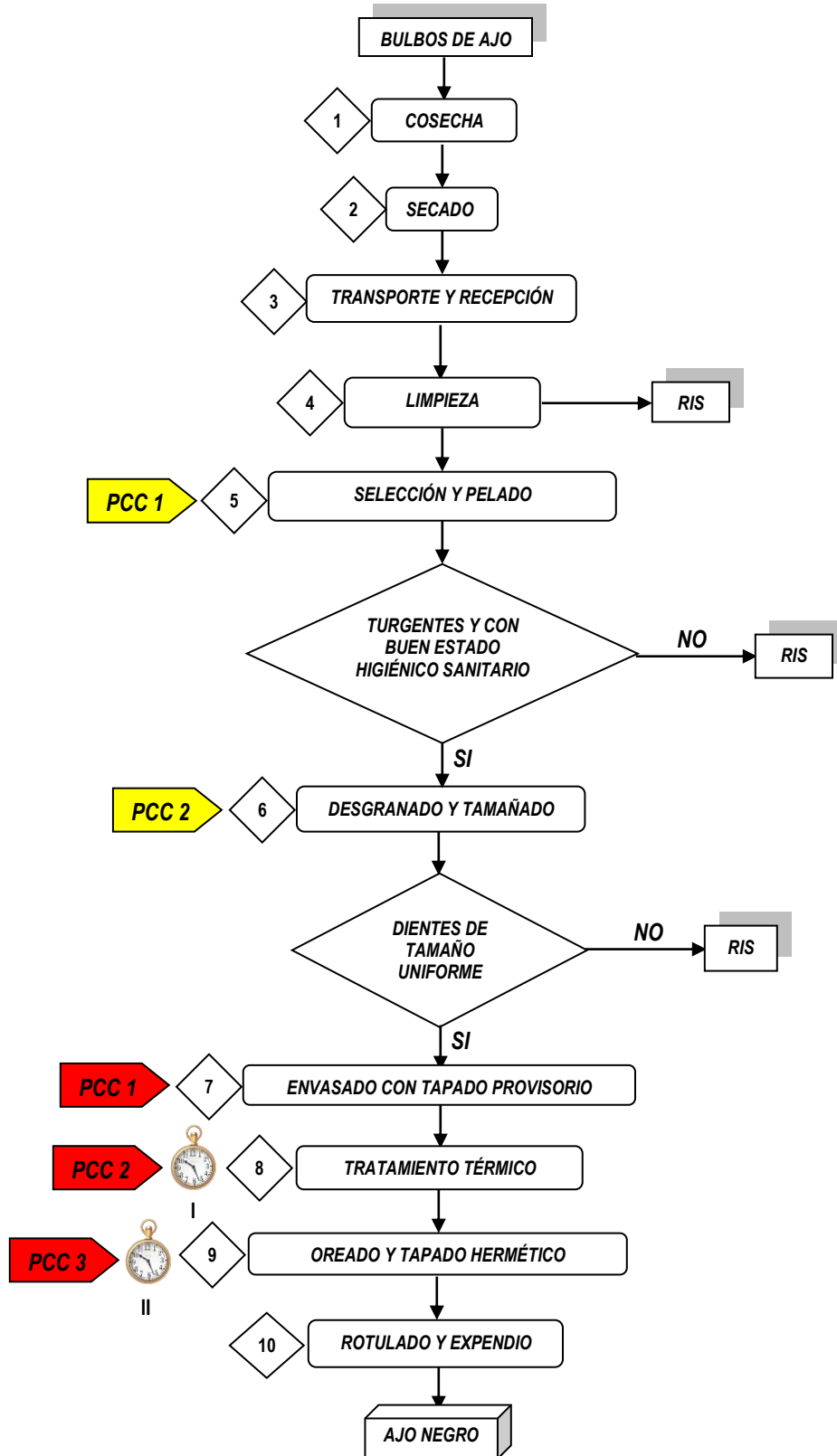
Las medianas calculadas con los datos obtenidos a partir del análisis organoléptico del ajo negro, permitieron construir los perfiles sensoriales de cada uno de los cultivares estudiados. Considerando que la escala va de 0 a 5 se evaluó:

- ✓ Uniformidad de color: Correspondiendo el 0 a una baja uniformidad de color y el 5 a un color uniforme.
- ✓ Olor: Correspondiendo el 0 a un producto no fragante y el 5 a un producto fragante.
- ✓ Sabor dulce: Correspondiendo el 0 a un sabor no dulce y el 5 a un sabor dulce.
- ✓ Sabor característico: Correspondiendo el 0 a un sabor no característico al ajo y el 5 a un sabor característico.
- ✓ Textura (dureza y gomosidad): Correspondiendo el valor 0 al mínimo de los mencionados atributos y el valor 5 al máximo.

Posteriormente, la prueba de preferencia se llevó a cabo mediante una escala hedónica de 5 puntos: 1- me gusta mucho, 2- me gusta, 3- ni me gusta ni me disgusta, 4- me disgusta, 5- me disgusta mucho.

Se realizó análisis descriptivo de los resultados a través de la distribución porcentual de la preferencia. Finalmente, se aplicó el análisis de la varianza, no paramétrico a través de la prueba de Friedman para un nivel de significancia del 0,05 utilizando el software estadístico InfoStat.

**1.2. Diagrama de flujo de obtención del ajo negro.**





## DICCIONARIO

### Controles:

- 1 Controles físico – químicos (plaguicidas, tiempo de carencia, plagas, enfermedades, momento oportuno de cosecha)
- 2 Control de secado de los bulbos.
- 3 Controles higiénico sanitario del transporte. Control de habilitación para el transporte de alimentos. Controles físico – químicos (humedad y temperatura) de la materia prima, control organoléptico de la materia prima (color, turgencia) y control higiénico sanitario (presencia de hojas, tierra, tallos, etc).
- 4 Control de limpieza, adecuada eliminación de chalas, raíces y discos.
- 5 Control higiénico sanitario de la materia prima (eliminación de bulbos con defectos y enfermedades). Control organoléptico de la materia prima (pelado eficiente, eliminación adecuada de catáfilas).
- 6 Control organoléptico de la materia prima (desgranado eficiente de los bulbos y tamaño uniforme).
- 7 Control de calidad del envase (control de vidrio). Control higiénico sanitario del envase. Control con balanza analítica del contenido neto del envase.
- 8 Controles físico – químicos (control de tiempo, temperatura y humedad relativa). El tiempo es de 8 días a una temperatura de 85 °C y una humedad relativa del 90 %. Aseguramiento de la inocuidad del producto terminado.
- 9 Control de oreado. Control de humedad del producto terminado. Control de hermeticidad del cierre del envase.
- 10 Control de información en el rótulo de acuerdo con la legislación vigente. Control de etiquetas (Denominación del producto, lote, fecha de elaboración y/o vencimiento, contenido neto, registros e información nutricional, calidad de papel e impresión).

### Evento reloj:



- I El tiempo del tratamiento térmico es de 5 días a 85 °C con una humedad relativa del 90 %
- II El tiempo de oreado debe ser rápido, sin superar las 2 horas reloj. Temperatura de enfriamiento no inferior a 60 °C.

### Punto crítico que pone en riesgo la salud del consumidor:

PCC

PCC 1 Envasado

PCC 3 Oreado y tapado hermético

PCC 2 Tratamiento Térmico

### Punto crítico de calidad:

PCC

PCC 1 Selección de bulbos

PCC 2 Desgranado y Tamañado de los dientes.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## CAPÍTULO IV

### 1. Resultados y Discusión

#### 1.1. Análisis descriptivo del material vegetal presentado en bulbos.

##### 1.1.1. Resultado de la observación directa realizada en los ensayos exploratorios para la obtención de ajo negro.

Como resultado del primer ensayo se observaron bulbos con catáfilas pardas doradas y que evidenciaban un importante olor a quemado. Al desgranarlos, los dientes se observaron muy deshidratados, de color negro oscuro, con sabor a quemado y textura dura similar a una almendra. En los 4 cultivares ensayados se obtuvieron los mismos resultados.



**Figura 8** – Bulbos de ajo (*Allium sativum*) al finalizar el primer ensayo exploratorio.

En el segundo ensayo exploratorio se obtuvieron diferentes resultados entre un ensayo y otro, pero se pudo apreciar que las características organolépticas de cada cultivar no presentaban cambios significativos entre ellos, al aplicar el mismo tratamiento. A continuación, los resultados de los ensayos exploratorios 2a, 2b y 2c se detallan en el cuadro N° 2.

**Cuadro N° 1:** Resultados de los ensayos exploratorios realizados en cultivares de ajo INTA

Cultivares	Características organolépticas.		
	Ensayo 2a	Ensayo 2b	Ensayo 2c
<b>Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Catáfilas pardas doradas.</li> <li>✚ Pulpa color caramelo.</li> <li>✚ Aroma ahumado.</li> <li>✚ Consistencia muy blanda y pastosa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Catáfilas pardas doradas claras.</li> <li>✚ Pulpa color marrón oscuro.</li> <li>✚ Aroma ahumado.</li> <li>✚ Consistencia muy blanda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Catáfilas pardas doradas claras.</li> <li>✚ Pulpa de color negro.</li> <li>✚ Aroma ahumado dulce.</li> <li>✚ Consistencia blanda y turgente similar a una trufa.</li> <li>✚ Sabor dulce.</li> </ul>



Figura 9 – Resultados obtenidos en bulbos de ajo (*Allium sativum*) una vez finalizado el ensayo exploratorio 2a.



Figura 10 – Resultados obtenidos en bulbos de ajo (*Allium sativum*) una vez finalizado el ensayo exploratorio 2b.



Figura 11 – Resultados obtenidos en bulbos de ajo (*Allium sativum*) una vez finalizado el ensayo exploratorio 2c.

### **1.1.2. Resultado de la caracterización organoléptica de los bulbos de ajo negro**

Durante la observación del material vegetal en estudio, proveniente de la replicación en mayor escala del ensayo exploratorio 2c, se pudo evaluar que la consistencia de los dientes dentro de un mismo bulbo no era uniforme, ya que se encontraron algunos dientes más deshidratados que otros. En ocasiones se encontraron dientes de consistencia dura y olor a quemado (Figura 12). Por tal motivo, se decidió aplicar el proceso de obtención, al material vegetal envasado en dientes para lograr uniformidad en cuanto a la calidad del producto terminado.



**Figura 12** – Dientes quemados en algunos bulbos de ajo (*Allium sativum*) una vez finalizado el ensayo exploratorio 2c.

Durante la caracterización organoléptica del material vegetal presentado en dientes se observó mayor uniformidad en cuanto a la consistencia y el aroma del ajo negro. No se encontró material vegetal muy deshidratado y de consistencia dura u olor a quemado, como en el ensayo de los bulbos.

En los dientes de ajo negro se observó color de cáscara pardo oscuro en los cultivares Morado y Gostoso, mientras que la cáscara resultó de un color pardo dorado en los dientes provenientes de los cultivares Castaño y Nieve. Los 4 cultivares presentaron aroma ahumado dulce y agradable, sabor dulce y consistencia blanda pero turgente. No se evidenció aroma característico a ajo fresco, pero si a ajo asado.



**Figura 13** – Resultados obtenidos en dientes de ajo Castaño INTA una vez finalizado el ensayo exploratorio 2c.



**Figura 14** – Resultados obtenidos en dientes de ajo Gostoso INTA una vez finalizado el ensayo exploratorio 2c.





**Figura 15** – Resultados obtenidos en dientes de ajo Morado INTA una vez finalizado el ensayo exploratorio 2c.



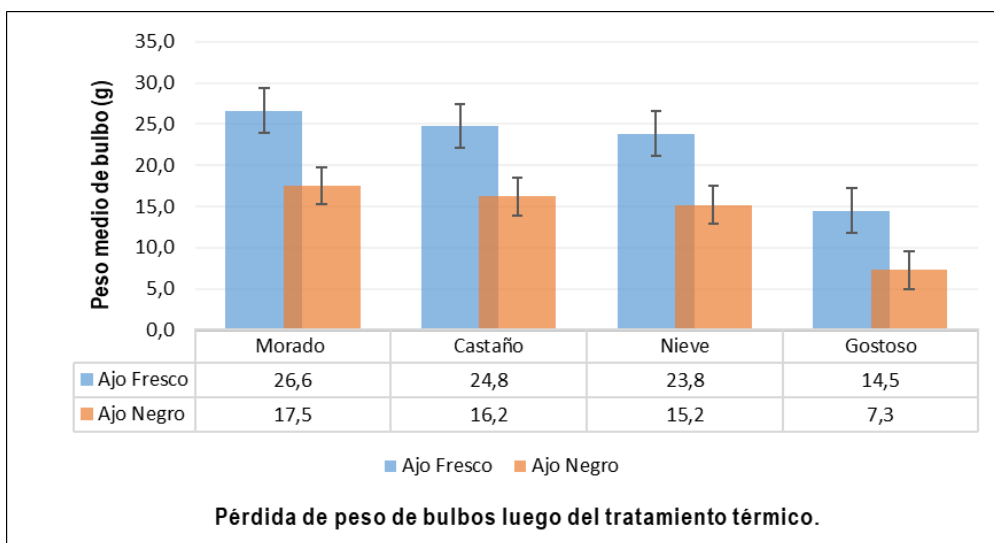
**Figura 16** – Resultados obtenidos en dientes de ajo Nieve INTA una vez finalizado el ensayo exploratorio 2c.



**Figura 17** – Dientes de ajo negro obtenidos al finalizar el proceso térmico en estufa de cultivo a 85°C y 90 % de humedad relativa.

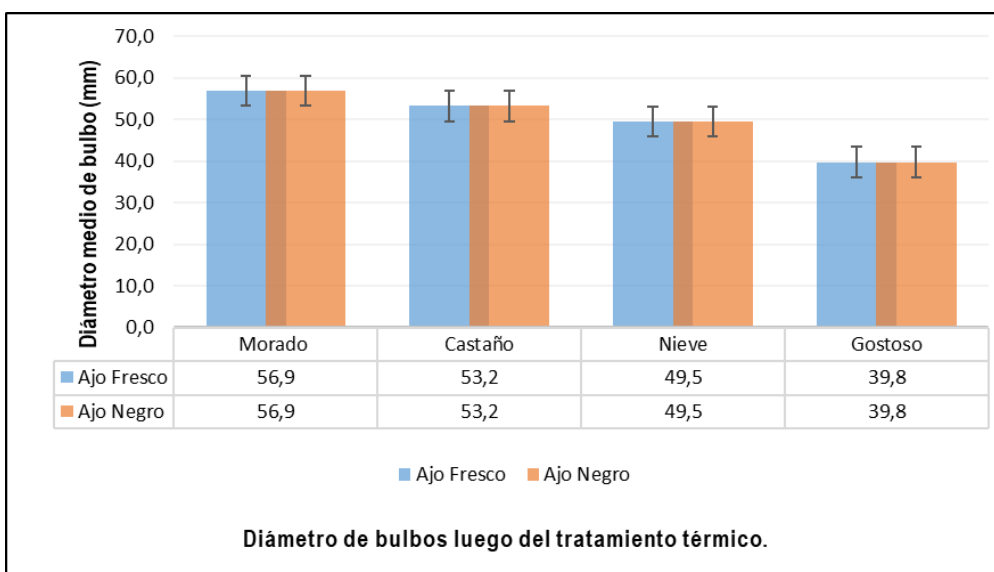
### 1.1.3. Resultados de la caracterización física de los bulbos de ajo negro

Se obtuvieron los siguientes datos a partir de los ensayos físicos realizados sobre el material vegetal en estudio y su posterior análisis descriptivo:



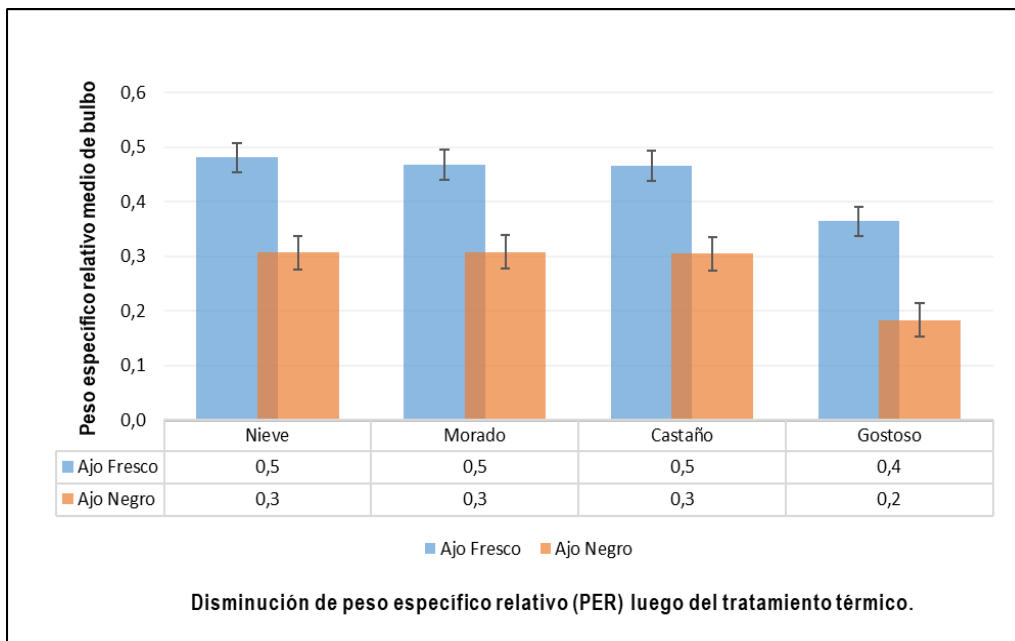
**Gráfico N°1:** Diferencia varietal de pérdida de peso medio (g) registrada en los bulbos de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

De acuerdo a la caracterización del peso (g) de los bulbos de ajo negro, se observó una diferencia muy significativa entre los pesos medios del ajo fresco y los pesos medios del ajo negro, en los 4 cultivares ensayados. La pérdida de peso durante el proceso de elaboración del mismo, osciló entre el 34 % y el 36 %, no habiendo diferencias significativas entre los cultivares Morado, Castaño y Nieve. Por el contrario, en el cultivar Gostoso, se registró una pérdida de peso del 50% en el ajo negro (Gráfico N°1).



**Gráfico N°2:** Diferencia varietal de diámetro medio (mm) registrado en los bulbos de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

A partir de los valores medios obtenidos en el análisis descriptivo de los cultivares ensayados, se observó que el diámetro medio de los bulbos de ajo fresco y ajo negro no se modifica una vez finalizado el tratamiento térmico de obtención, en ninguno de los cultivares ensayados. (Gráfico N°2).



**Gráfico N°3:** Diferencia varietal de la disminución de PER (peso específico relativo) registrado en los bulbos de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

Los valores medios de PER (peso específico relativo) resultaron un 40 % menor en los bulbos de ajo negro, procedentes de los cultivares Castaño, Morado y Nieve, una vez finalizado su proceso de obtención. No se observaron diferencias significativas entre dichos cultivares. Por el contrario, en el caso del cultivar Gostoso, se diferenció notablemente del resto de los cultivares y registró una pérdida de peso específico relativo del 50% en el producto terminado, respecto de su muestra en fresco (Gráfico N°3).

En los cultivares Morado, Castaño y Nieve la pérdida de peso y PER por evaporación resultó menor, lo que significaría que su rendimiento final dentro del proceso resulta más aceptable.

## **1.2. Análisis inferencial del material vegetal presentado en bulbos.**

### **1.2.1. Resultado del análisis inferencial en bulbos de ajo.**

Sobre un total de 60 observaciones, con un nivel de confianza del 95 % y un valor de  $z=1,96$  se obtuvieron los intervalos de confianza de cada uno de los parámetros analizados en el ajo negro, a partir de los 4 cultivares ensayados de ajo INTA. Las tablas correspondientes al análisis inferencial, se encuentran en el apartado de Anexos.

Puede decirse con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 14,210 y 14,756 contiene al verdadero valor de peso medio de los bulbos de ajo fresco provenientes del cultivar Gostoso, mientras que el valor medio de peso de los bulbos de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 6,960 y 7,646. Es decir, que el peso de los bulbos se reduce aproximadamente a la mitad, una vez completado el tratamiento térmico.



En el caso del cultivar Nieve, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el peso medio verdadero de los bulbos de ajo fresco se encuentra entre 23,557 y 24,120 y el peso medio de los bulbos de ajo negro se encuentra entre 14,984 y 15,439. En dicho cultivar se observó una reducción de peso de aproximadamente el 36 %.

Con un grado de confianza de 0,95 el intervalo entre 24,655 y 24,892 contiene al verdadero valor de peso medio de los bulbos de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de peso de los bulbos de ajo negro se encuentra entre 16,007 y 16,413. Se registró la misma pérdida de peso que en el cultivar Nieve, una vez finalizado el proceso de obtención.

En el análisis inferencial del cultivar Morado, se observó que el peso medio de los bulbos de ajo fresco se encuentra entre los valores 26,526 y 26,754 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el peso medio verdadero del ajo negro se encuentra entre los valores 17,354 y 17,671. Es decir que la pérdida de peso resultó en un 36 %, al igual que los cultivares Castaño y Nieve.

Con un nivel de confianza de 95% el intervalo entre 0,361 y 0,367 contiene al verdadero valor de PER medio de los bulbos de ajo fresco provenientes del cultivar Gostoso, mientras que el valor medio de PER de los bulbos de ajo negro se encuentra entre 0,176 y 0,191 registrándose una reducción del 50%.

Para un grado de confianza de 0,95 puede decirse que el intervalo entre 0,465 y 0,466 contiene al verdadero valor de PER medio de los bulbos de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de PER de los bulbos de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 0,301 y 0,308. Es decir que el PER se redujo un 35% como resultado del tratamiento térmico.

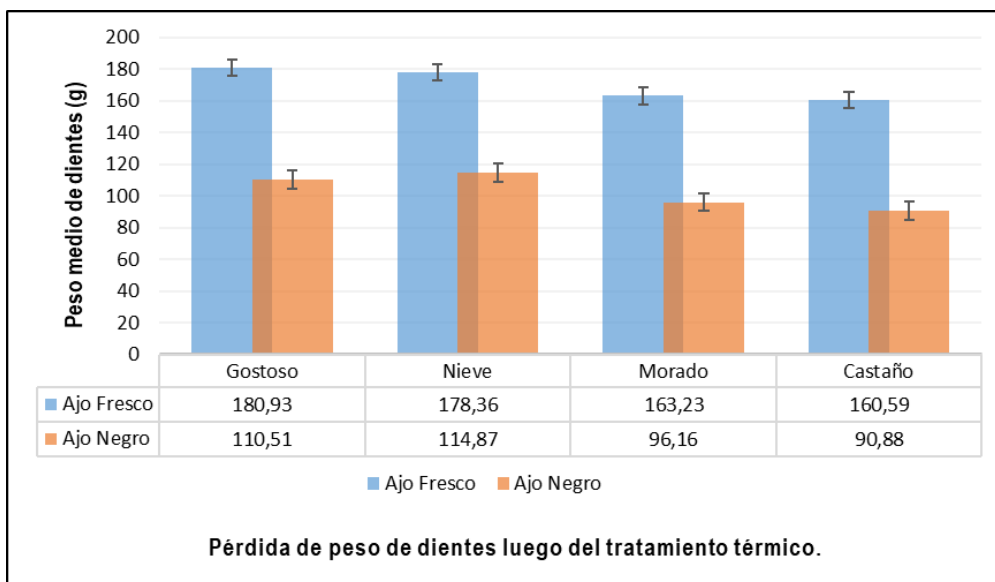
Se observó que el PER medio de los bulbos de ajo fresco procedente del cultivar Morado se encuentra entre los valores 0,467 y 0,469 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el peso medio verdadero del ajo negro se encuentra entre los valores 0,306 y 0,310 para el mismo grado de confianza. Por lo cual, la pérdida de PER (peso específico relativo), resultó en un 34 % aproximadamente.

Con un nivel de confianza del 95 %, el intervalo entre 0,478 y 0,485 contiene al verdadero valor de PER medio de los bulbos de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, y el intervalo entre 0,304 y 0,310 contiene el valor medio verdadero correspondiente al ajo negro, no habiendo diferencia significativa en la reducción de PER con respecto a los cultivares Castaño y Morado.

### 1.3. Análisis Descriptivo del material vegetal presentado en dientes.

#### 1.3.1. Resultados de la caracterización físico-química de los dientes de ajo negro

Del análisis descriptivo realizado sobre el material vegetal presentado en dientes se obtuvieron los siguientes datos estadísticos:

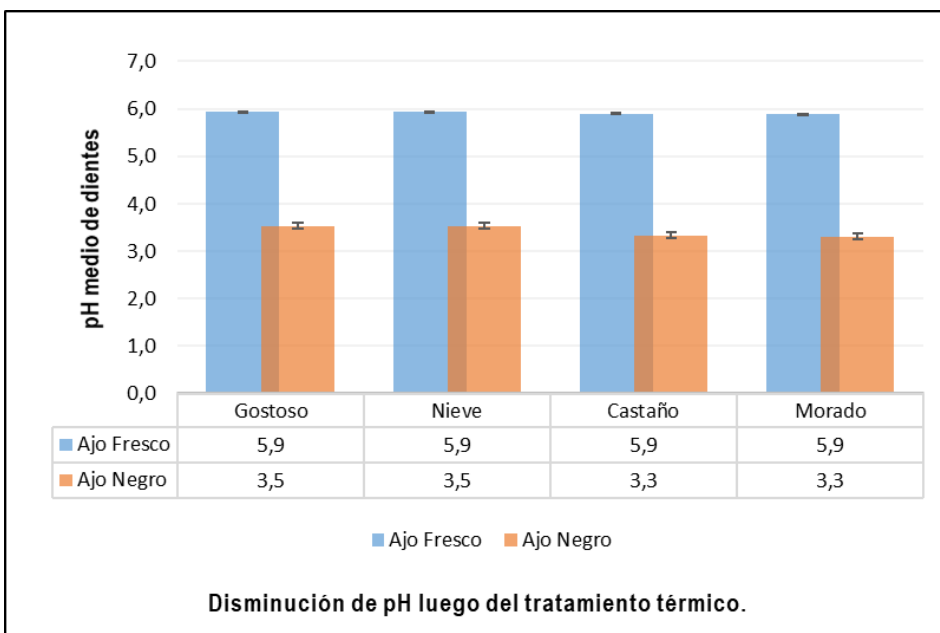


**Gráfico N°4:** Diferencia varietal de pérdida de peso medio (g) registrada en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

De acuerdo a la caracterización del peso medio (g) de los dientes de ajo negro, se registró una diferencia muy significativa entre los pesos medios del ajo fresco y los pesos medios del ajo negro, en los 4 cultivares ensayados. La pérdida de peso que se observó durante el proceso de elaboración en el cultivar Morado y Castaño fue de 41% y 43% respectivamente, no habiendo diferencias significativas entre cultivares (Gráfico N°4).

En el caso del cultivar Nieve, se registró una pérdida de peso del 36 % con respecto a su muestra en fresco y en el cultivar Gostoso la pérdida de peso durante el tratamiento térmico arrojó un valor del 39%, no habiendo diferencia significativa entre cultivares. Si se observó diferencia significativa de los mencionados cultivares, respecto de los cultivares Morado y Castaño. (Gráfico N°4).

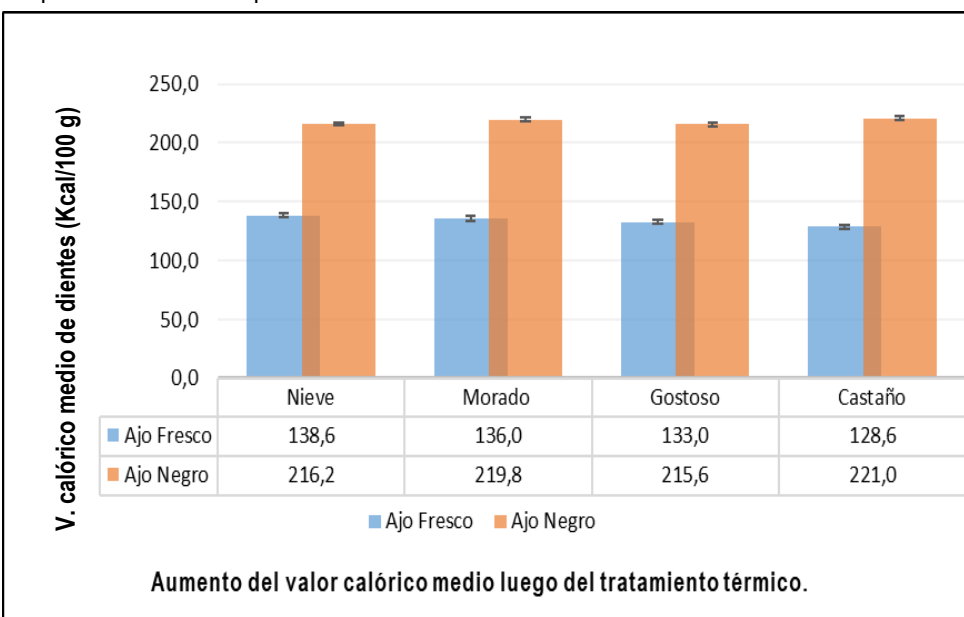
A diferencia del comportamiento observado en los bulbos, donde los cultivares Castaño, Morado y Nieve presentaron mejor rendimiento en peso (Gráfico N°1); el material vegetal presentado en dientes registró mejor rendimiento para los cultivares Gostoso y Nieve. Se observó también, que el cultivar Gostoso mejoró su rendimiento final al ser elaborado en dientes, mientras que en los cultivares Morado y Castaño se registró una pérdida de peso superior respecto del tratamiento de los bulbos, pero igualmente aceptable en cuanto a rendimiento.



**Gráfico N°5:** Disminución varietal del valor medio de pH, registrada en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

El valor medio de pH en los dientes de ajo negro procedentes de los cultivares Castaño y Morado, registró una disminución del 44% una vez completado el proceso térmico. Por otro lado, en los cultivares Gostoso y Nieve, dicha disminución, resultó en un 41%, siendo igualmente significativo el incremento de acidez en el producto terminado (Gráfico N°5).

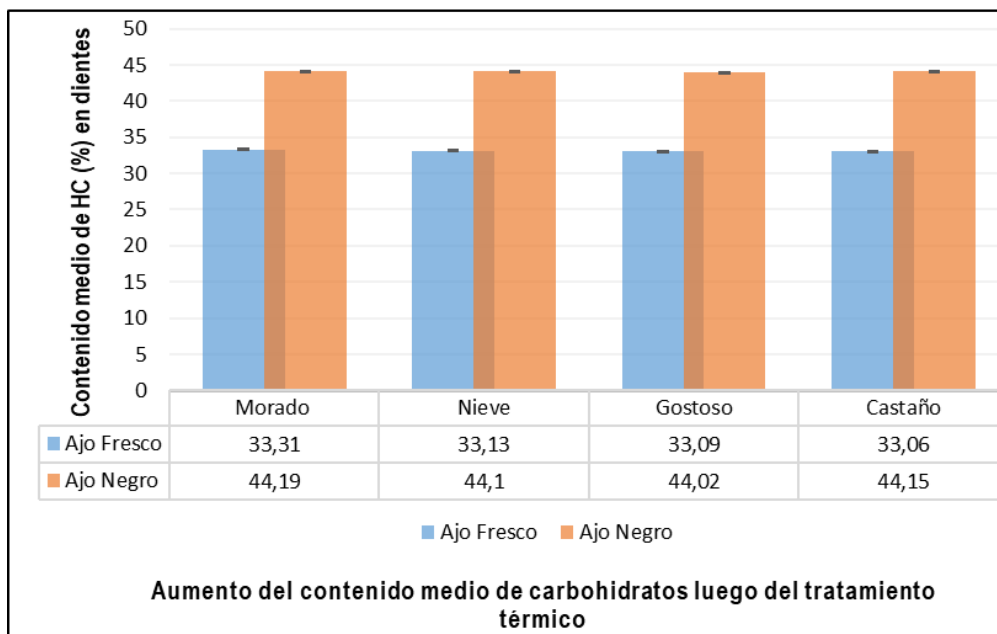
Los cuatro cultivares ensayados no se diferencian significativamente en cuanto al valor final de pH en el producto terminado, mostrando valores muy bajos de dicho parámetro, que ponen en evidencia una acidez del producto adecuada para su conservación.



**Gráfico N°6:** Aumento varietal del valor calórico medio (Kcal/100 g) registrado en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

El ajo negro procedente del cultivar Castaño se diferenció significativamente de su muestra en fresco, dado que registró un aumento del 72 % en el valor calórico medio, expresado en Kcal por cada 100 g de producto terminado. Del mismo modo, en los cultivares Gostoso y Morado, se observó un aumento significativo de valor calórico medio del 62%, una vez finalizado el tratamiento térmico, no habiendo diferencias significativas entre dichos cultivares (Gráfico N°6).

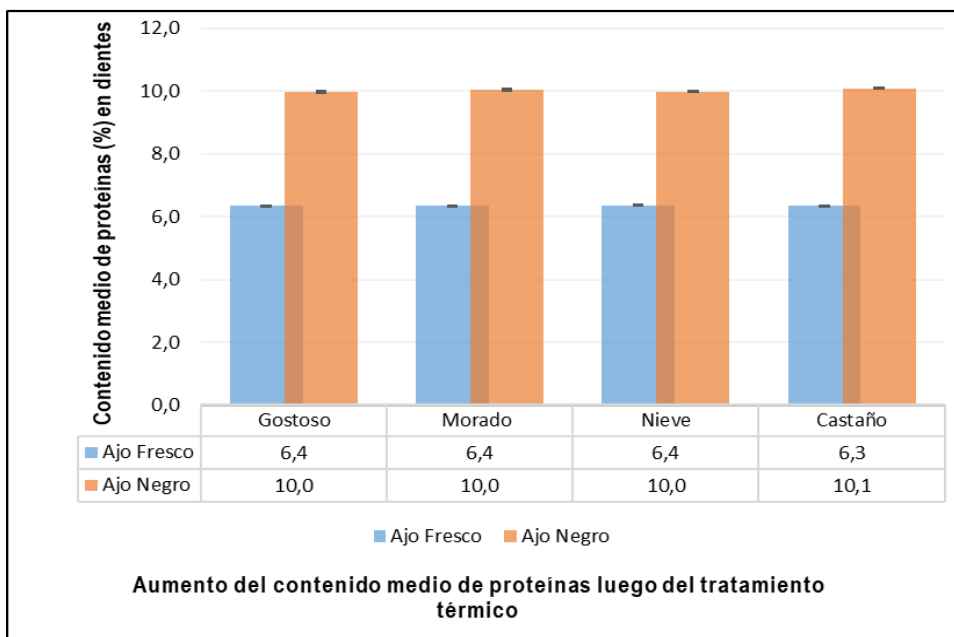
Por otro lado, la menor diferencia se registró en el ajo negro procedente del cultivar Nieve, que presentó un valor calórico medio 51 % más bajo que la muestra en fresco. No se evidenció diferencia significativa en el valor calórico promedio de los dientes de ajo negro, derivados de los 4 cultivares en estudio (Gráfico N°6).



**Gráfico N°7:** Aumento varietal del contenido medio de carbohidratos (%) registrado en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

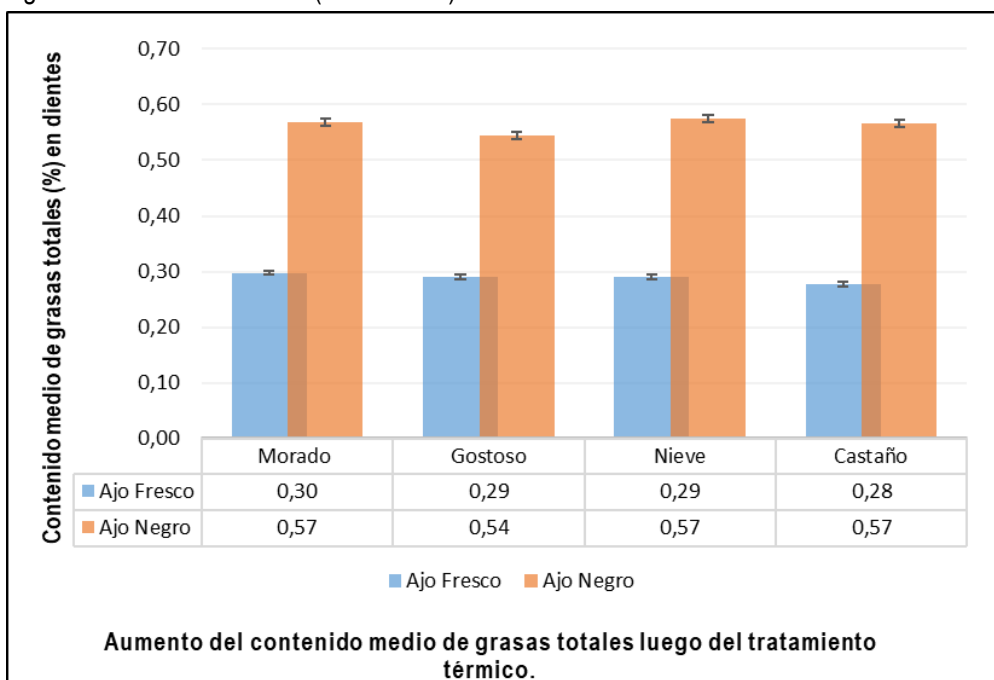
Comparando el contenido medio de carbohidratos entre el ajo fresco y el ajo negro, una vez finalizado su proceso de obtención, se puede decir que, en los cuatro cultivares sometidos a análisis, el ajo negro presentó aproximadamente un 33% más de hidratos de carbono que la muestra en fresco de la cual provino (Gráfico N°7).

No se registró diferencia significativa entre cultivares, en relación al contenido medio de carbohidratos (%) en los dientes de ajo negro (Gráfico N° 7).



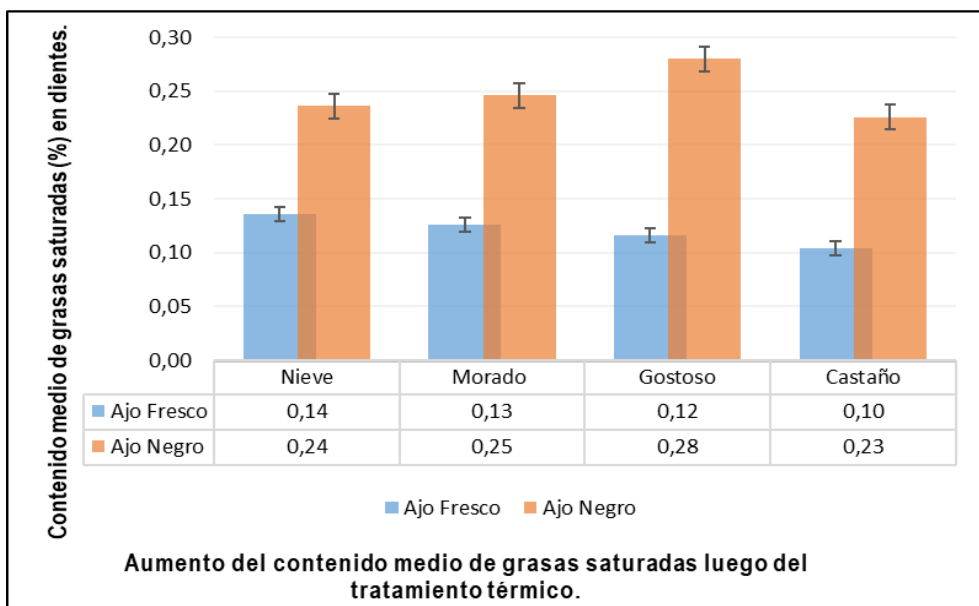
**Gráfico N°8:** Aumento varietal del contenido medio de proteínas (g%) registrado en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

El contenido medio de proteínas en el ajo negro (g%), una vez finalizado su proceso de obtención, resultó un 56 % mayor respecto de su muestra en fresco, para los cultivares Gostoso, Morado y Nieve. La mayor diferencia en el contenido medio de proteínas la registró el cultivar Castaño, donde los dientes de ajo negro evidenciaron un aumento del 60% en el producto terminado. Sin embargo, la diferencia no resultó significativa entre cultivares. (Gráfico N°8).



**Gráfico N°9:** Aumento varietal del contenido medio de grasas totales (%) registrado en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

El aumento de grasas totales (%), al finalizar el tratamiento térmico de los dientes de ajo negro, osciló entre el 90 % y el 103 % (Gráfico N°9), no habiendo diferencias significativas entre los cultivares Morado, Nieve y Castaño. Por el contrario, el menor aumento en el contenido de grasas totales (%) se registró en el cultivar Gostoso, mientras que el aumento resultó más elevado en los dientes de ajo negro procedentes del cultivar Castaño (103 %). Sin embargo, el contenido promedio de grasas totales en el producto terminado, no resultó significativamente diferente entre cultivares (Gráfico N°9).



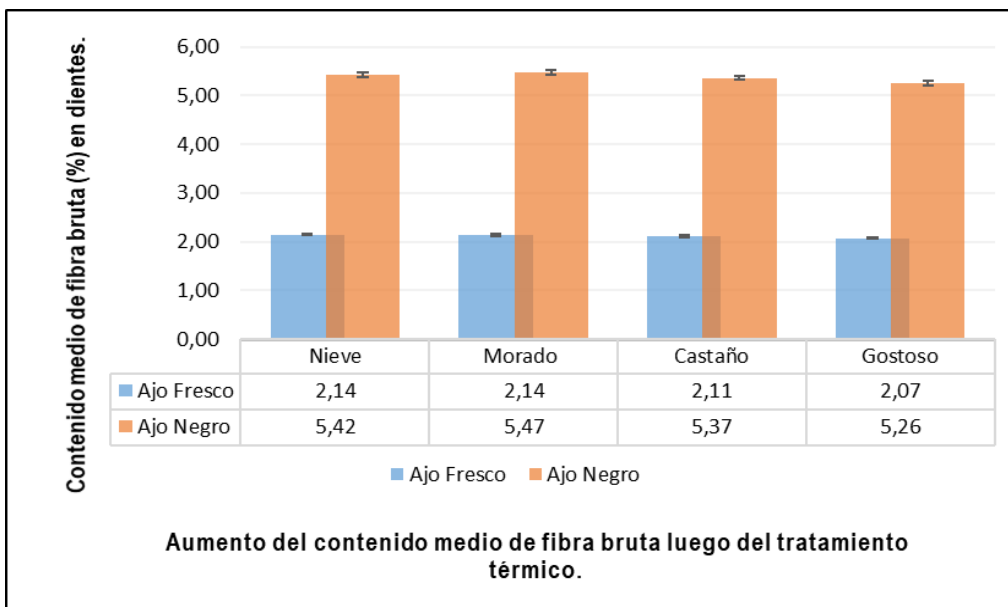
**Gráfico N°10:** Aumento varietal del contenido medio de grasas saturadas (%) registrado en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

En cada uno de los cultivares analizados, el ajo negro resultó con mayor contenido de grasas saturadas, luego del tratamiento térmico. En los cultivares Castaño y Gostoso, el aumento en el valor medio de grasas saturadas (%) resultó en un 130 % y 133 %, respectivamente.

Por otro lado, el contenido medio de grasas saturadas en el cultivar Morado resultó aproximadamente un 92 % más alto que su muestra en fresco, registrándose un valor promedio de 0,25 gr % en el ajo negro y un valor medio de 0,13 gr % en la muestra en fresco.

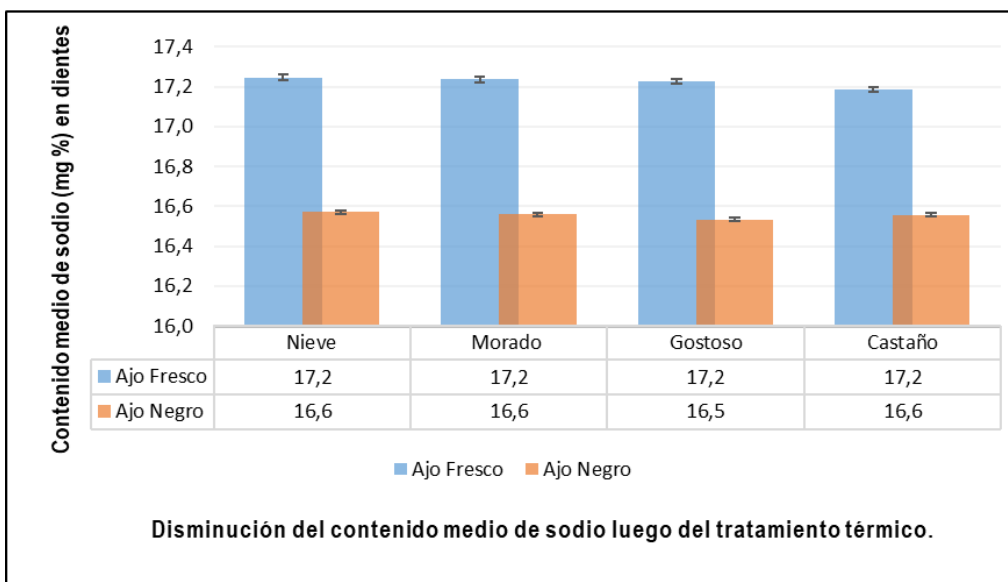
La menor diferencia en cuanto al contenido de grasas saturadas, pero igualmente significativa la presentó el cultivar Nieve, donde se registró un valor medio de grasas saturadas 71% mayor que la muestra en fresco proveniente de dicho cultivar (Gráfico N°10).

El cultivar Morado presentó un mayor contenido de grasas saturadas (%) en el producto terminado, pero igualmente su valor es aceptable de acuerdo al VDR (valor diario recomendado): 22 gr por el Código Alimentario Argentino para una dieta de 2000 Kcal – 8400 KJ.



**Gráfico N°11:** Aumento varietal del contenido medio de fibra bruta (%) registrado en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

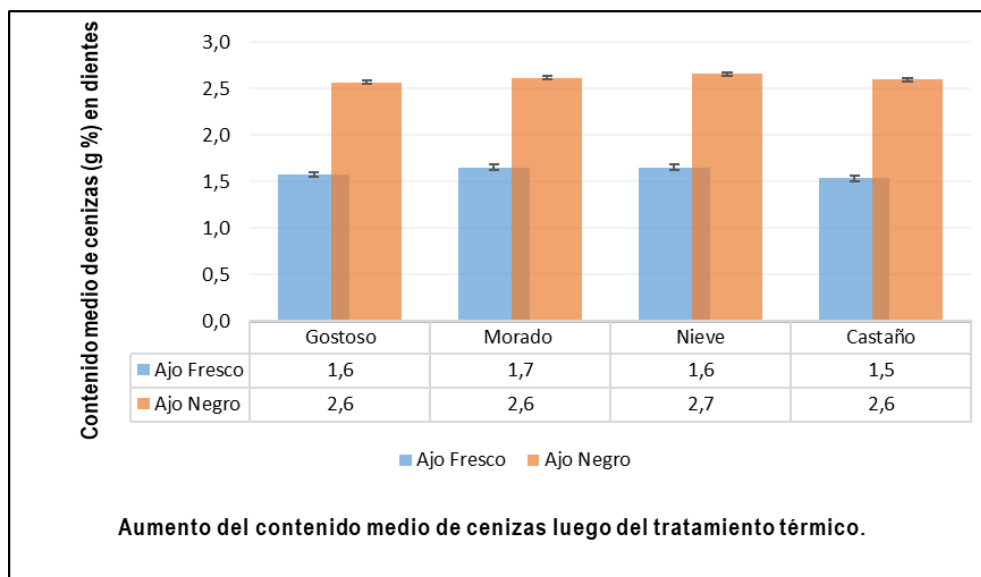
Comparando el contenido medio de fibra bruta entre el ajo fresco y el ajo negro, se puede decir que en los cuatro cultivares sometidos a análisis, el ajo negro presentó algo más del doble de fibra bruta que el ajo fresco. Este aumento del contenido medio de fibra bruta (%) en el ajo negro proveniente de los cuatro cultivares ensayados osciló entre 153 % y 156 %, no habiendo diferencias significativas entre cultivares (Gráfico N°11).



**Gráfico N°12:** Pérdida varietal del contenido medio de sodio (mg %) registrado en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

El contenido medio de sodio (mg %) se redujo en los cuatro cultivares de ajo INTA. La reducción en el contenido medio de sodio osciló entre 3 % y 4 %, no habiendo diferencias significativas entre cultivares (Gráfico N°12).

Durante el tratamiento térmico se observó un leve exudado de los dientes de ajo, por lo cual se atribuye la pérdida de sodio a dicho fenómeno de lixiviación, el cual podría resultar beneficioso desde el punto de vista nutricional para mejorar las características funcionales del ajo negro, contribuyendo a reducir la ingesta de sodio para prevenir el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

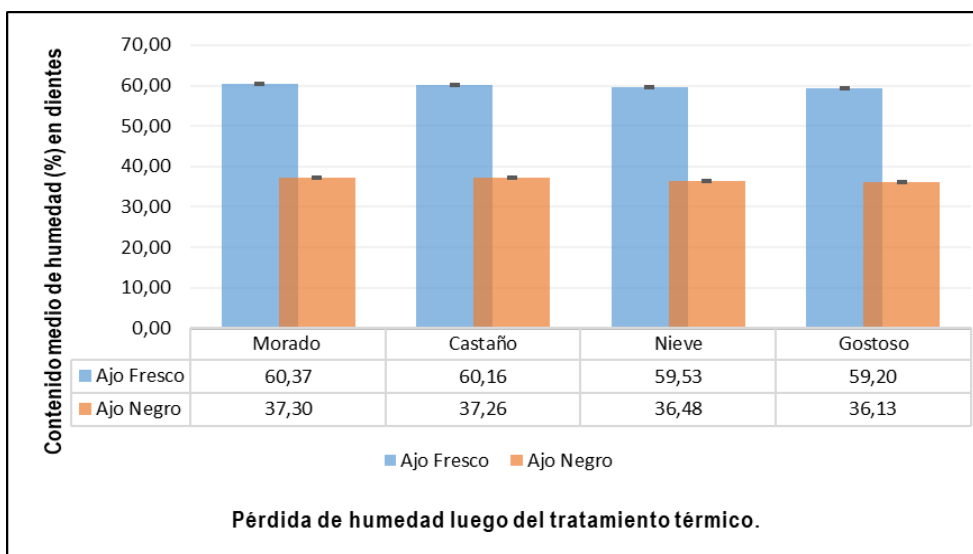


**Gráfico N°13:** Aumento varietal del contenido medio de cenizas (g %) registrado en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

Se puede observar que el contenido medio de cenizas en las muestras de ajo negro resultó significativamente superior a las muestras de ajo fresco. En el ajo negro proveniente del cultivar Castaño, el promedio de cenizas registró un aumento del 73%. Por otro lado, y una vez finalizado el tratamiento térmico, el cultivar Nieve evidenció un aumento del 69 % en el contenido medio de cenizas (g %) del ajo negro respecto de su muestra en fresco. Mientras que, en los cultivares Gostoso y Morado, se observó un aumento en el contenido medio de cenizas del ajo negro del 62 % y 53 %, respectivamente.

Castaño, Gostoso, Morado y Nieve, presentaron un rendimiento industrial adecuado en cuanto al contenido de materia mineral y no se evidenció en ellos diferencia significativa (Gráfico N°13).





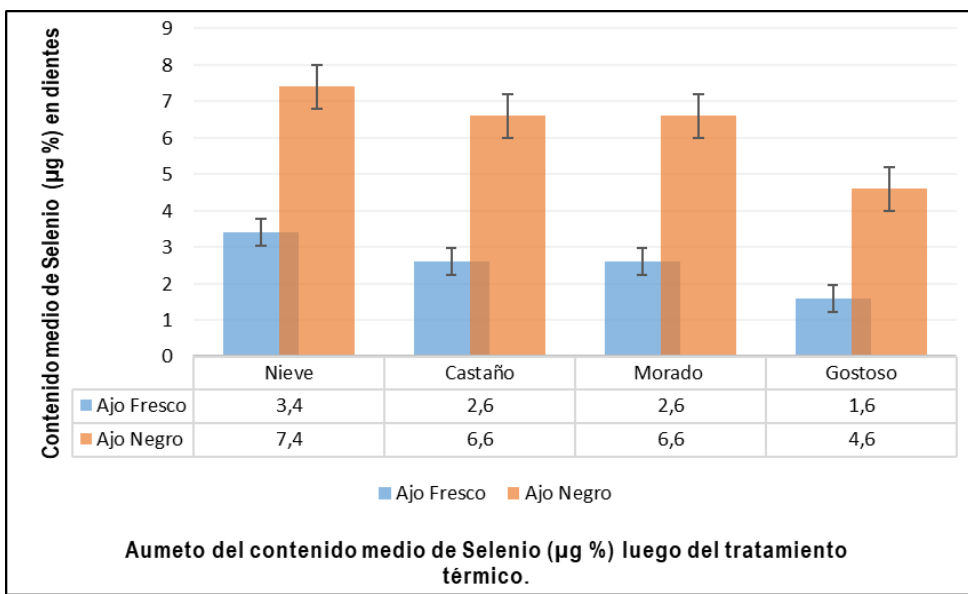
**Gráfico N°14:** Pérdida varietal de humedad (%) registrada en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

Se observa que la humedad del producto terminado disminuyó entre un 38 % y 39 % con respecto a su muestra en fresco. No se observó diferencia significativa en la pérdida de humedad entre cultivares (Gráfico N°14).

La pérdida de humedad en los cuatro cultivares utilizados resultó uniforme, es decir, que todos ellos presentaron el mismo rendimiento industrial.

### **1.3.2. Resultados de la caracterización nutracéutica de los dientes de ajo negro**

En el apartado de Anexos se encuentran las tablas del análisis descriptivo que se llevó a cabo para la caracterización nutracéutica del producto terminado. Los resultados obtenidos de dicha caracterización se muestran a continuación:

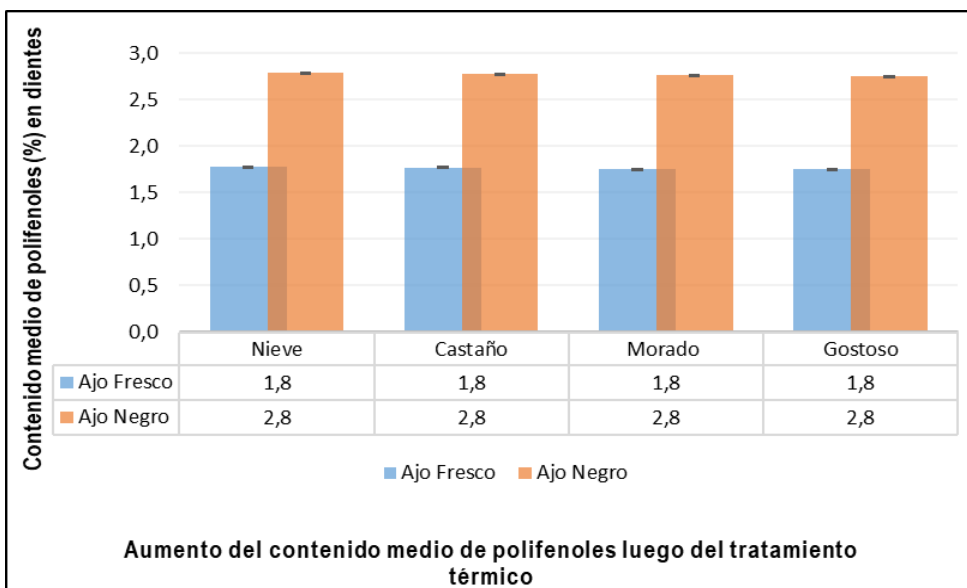


**Gráfico N°15:** Aumento varietal del contenido medio de selenio (µg %) registrado en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

En los cultivares Morado y Castaño, se registraron diferencias significativas en el contenido medio de selenio del ajo negro, respecto de su muestra en fresco. En ambos cultivares se evidenció un aumento de selenio del 154 %, no habiendo diferencias significativas en el contenido promedio final entre dichos cultivares (Gráfico N°15).

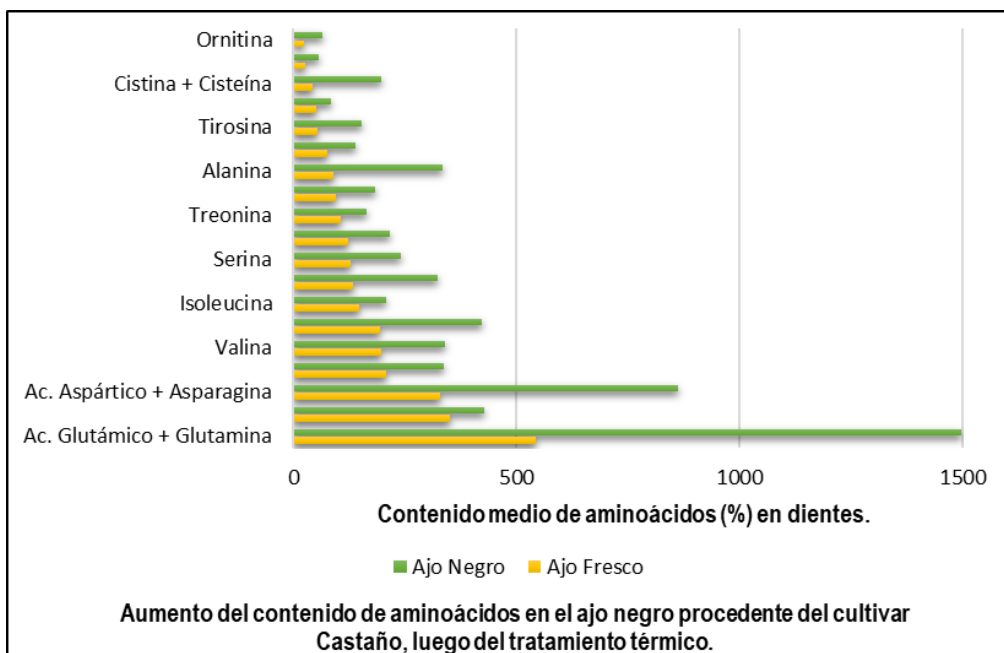
En el ajo negro procedente del cultivar Nieve, el contenido medio de selenio se incrementó 118% luego del proceso de elaboración, siendo el cultivar que registró el menor aumento, aunque notablemente significativo. El mayor aumento en el contenido de selenio, se evidenció en el cultivar Gostoso, el cual aumentó un 187 % respecto de su muestra en fresco. Sin embargo, este cultivar presentó menor rendimiento industrial que los cultivares Nieve, Castaño y Morado (Gráfico N°15).

El mejor rendimiento en cuanto al contenido de selenio se registró en los cultivares Nieve, Castaño y Morado, lo que pone de manifiesto una mejor actividad antioxidante y anticancerígena de los mismos, respecto del cultivar Gostoso; cuyo contenido final de selenio resultó entre un 30 % y 38 % menor que el resto de los cultivares.



**Gráfico N°16:** Aumento varietal del contenido medio de polifenoles (%) registrado en los dientes de ajo negro, una vez finalizado el proceso de obtención.

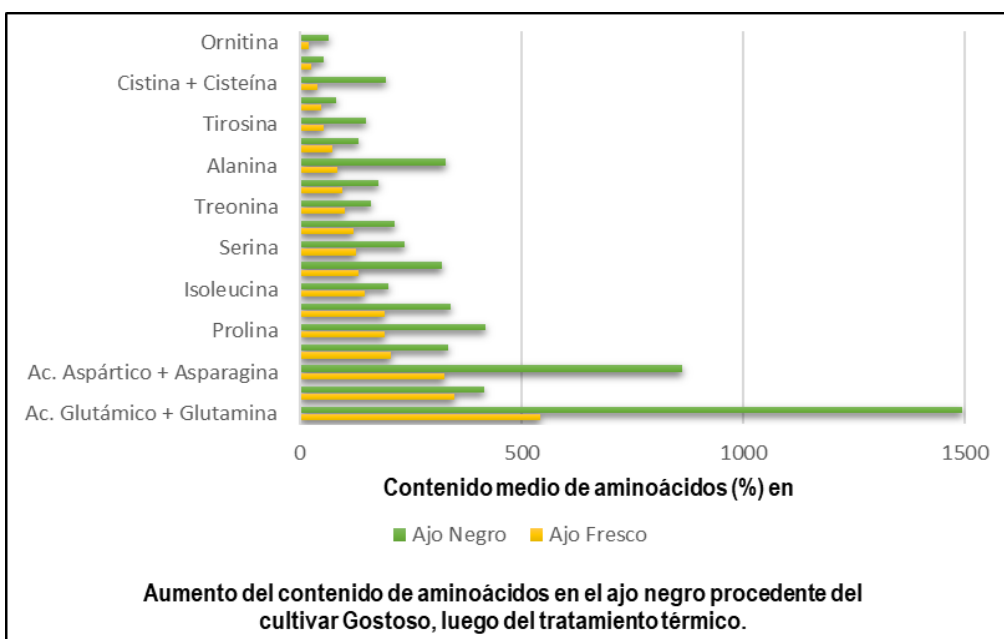
En los cultivares Castaño, Gostoso, Morado y Nieve se registró un aumento del 55 % en el contenido medio de polifenoles (%) una vez finalizado el proceso de obtención del ajo negro, denotando una adecuada capacidad antioxidante en los 4 cultivares ensayados y sin diferencias significativas en el contenido medio entre variedades (Gráfico N°16).



**Gráfico N°17:** Aumento en el contenido medio de aminoácidos (%) registrado en los dientes de ajo negro procedentes del cultivar Castaño, una vez finalizado el proceso de obtención.

La diferencia más elevada en el cultivar Castaño, se registró en el contenido medio de alanina y cistina + cisteína, donde el valor promedio en el ajo negro resultó respectivamente más elevado, en un 277 % y 349% en comparación con el ajo fresco. También se evidenció un aumento en el ajo negro del contenido medio de ornitina, tirosina, glicina, ac. aspártico + asparagina y ac. glutámico + glutamina, el cual osciló entre un 140 % y 180 % una vez completado el tratamiento térmico (Gráfico N°17).

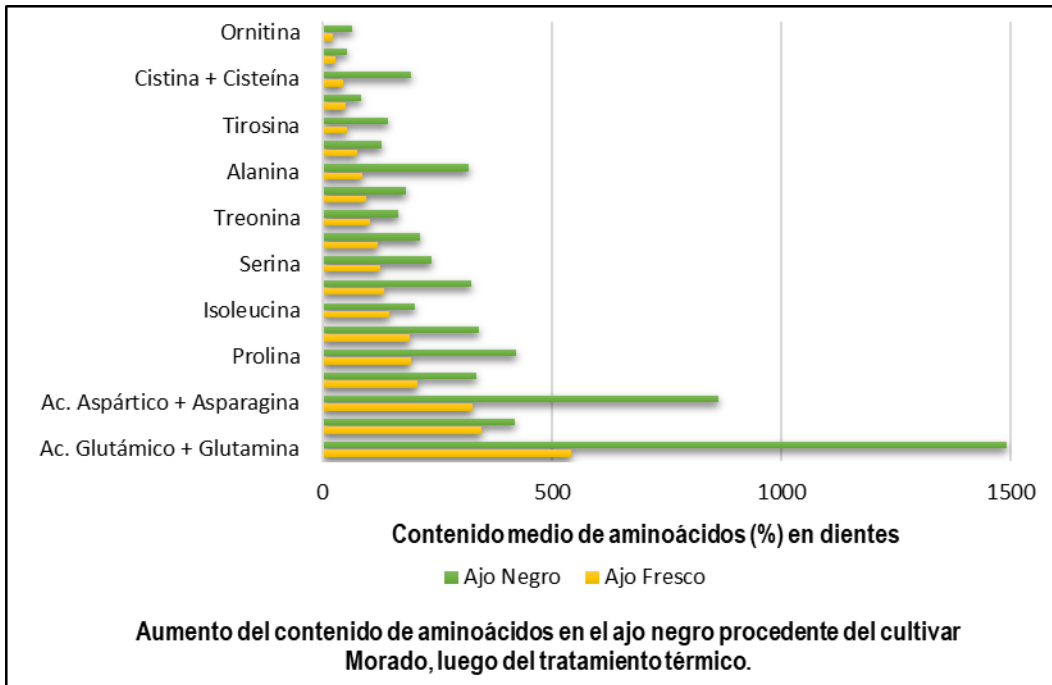
Según se puede observar en el Gráfico N°17, el contenido medio de triptófano y prolina en el ajo negro resultó un 118 % y 117% mayor, respectivamente, que su muestra en fresco. Para el resto de los aminoácidos (leucina, valina, serina, fenilalanina, lisina, histidina y metionina) su contenido promedio aumentó entre un 62% y 91 % en el producto terminado. Mientras que, el menor aumento en el ajo negro, se registró para los aminoácidos: arginina (22 %), isoleucina (41 %) y treonina (55 %).



**Gráfico N°18:** Aumento en el contenido medio de aminoácidos (%) registrado en los dientes de ajo negro procedentes del cultivar Gostoso, una vez finalizado el proceso de obtención.

La mayor diferencia en el cultivar Gostoso, se observó en el contenido medio de ornitina, alanina y cistina + cisteína, donde el valor promedio en el ajo negro resultó más elevado, en un 206 %, 287 % y 376 % respectivamente, en relación a la muestra en fresco. También se evidenció un aumento en el ajo negro, del contenido medio de glicina, tirosina, ac. glutámico + glutamina y ac. aspártico + asparagina, el cual osciló entre un 141 % y 178 %, una vez finalizado el tratamiento térmico (Gráfico N°18).

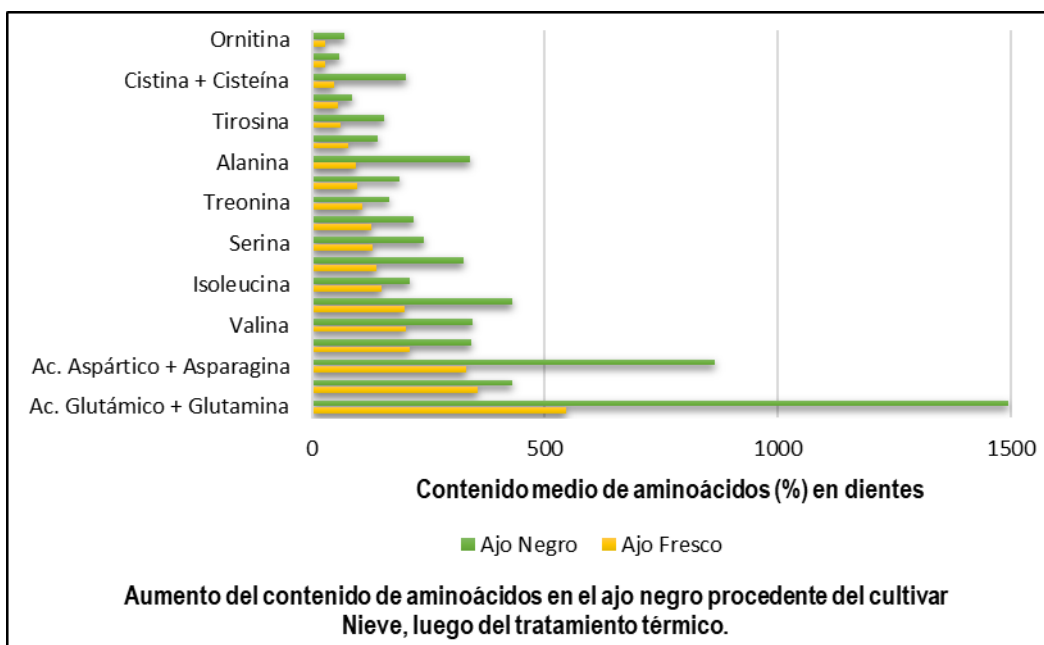
El contenido medio de triptófano y prolina en el ajo negro resultó un 110 % y 118% mayor, respectivamente, que su muestra en fresco. Para el resto de los aminoácidos (leucina, valina, serina, fenilalanina, lisina, histidina, metionina) su contenido promedio aumentó entre un 62% y 89 % en el producto terminado. Mientras que, el menor aumento en el ajo negro, se registró para los aminoácidos: arginina (20 %), isoleucina (37 %) y treonina (56 %), los cuales se pueden observar en el Gráfico N°18.



**Gráfico N°19:** Aumento en el contenido medio de aminoácidos (%) registrado en los dientes de ajo negro procedentes del cultivar Morado, una vez finalizado el proceso de obtención.

La mayor diferencia en el cultivar Morado, se observó en el contenido medio de alanina y cistina + cisteína, donde el valor promedio en el ajo negro resultó más elevado, en un 269 % y 344 % respectivamente, en relación a la muestra en fresco. Por otro lado, se evidenció un aumento en el ajo negro, del contenido medio de glicina, tirosina, ornitina, ac. glutámico + glutamina y ac. aspártico + asparagina, el cual osciló entre un 141 % y 175 %, una vez finalizado el tratamiento térmico (Gráfico N°19).

El contenido medio de triptófano y prolina en el ajo negro resultó un 101 % y 117% mayor, respectivamente, que su muestra en fresco. Para el resto de los aminoácidos (leucina, valina, serina, fenilalanina, lisina, histidina, metionina) su contenido promedio aumentó entre un 63% y 88 % en el producto terminado. Mientras que, el menor aumento en el ajo negro, se registró para los aminoácidos: arginina (22 %), isoleucina (38 %) y treonina (57 %), los cuales se pueden observar en el Gráfico N°19.



**Gráfico N°20:** Aumento en el contenido medio de aminoácidos (%) registrado en los dientes de ajo negro procedentes del cultivar Nieve, una vez finalizado el proceso de obtención.

La diferencia más significativa en el cultivar Nieve, se observó en el contenido medio de alanina y cistina + cisteína, donde el valor promedio en el ajo negro resultó más elevado, en un 267 % y 320 % respectivamente, en relación a la muestra en fresco. Por otro lado, se evidenció un aumento en el ajo negro, del contenido medio de glicina, tirosina, ornitina, ac. glutámico + glutamina y ac. aspártico + asparagina, el cual osciló entre un 152 % y 174 %, una vez finalizado el tratamiento térmico (Gráfico N°20).

El contenido medio de triptófano y prolina en el ajo negro resultó un 103 % y 118% mayor, respectivamente, que su muestra en fresco. Para el resto de los aminoácidos (leucina, valina, serina, fenilalanina, lisina, histidina) su contenido promedio aumentó entre un 62% y 93 % en el producto terminado. Mientras que, el menor aumento en el ajo negro, se registró para los aminoácidos: arginina (21 %), isoleucina (41%), metionina (56 %) y treonina (53 %), los cuales se pueden observar en el Gráfico N°20.

En los cuatro cultivares en estudio, el incremento en el contenido de alanina y cistina + cisteína osciló entre un 269 % y 376 %. Del mismo modo, el contenido promedio de ac. glutámico + glutamina, ac. aspártico + asparagina, glicina, tirosina y ornitina aumentó en la misma proporción en todos los cultivares, a excepción del cultivar Gostoso, donde el contenido medio de ornitina resultó un 18 % mayor aproximadamente que el resto de los variedades.

Finalmente, en todos los cultivares estudiados, el perfil aminoacídico resultó ser aproximadamente el mismo (Ver Gráficos N°17, 18, 19 y 20).

## **1.4. Análisis inferencial del material vegetal presentado en dientes.**

### **1.4.1. Resultado del análisis inferencial en dientes de ajo negro para su caracterización físico – química.**

Se obtuvieron los intervalos de confianza para la caracterización físico – química de los dientes de ajo sometidos a estudio, sobre un total de 60 observaciones; con un nivel de confianza del 95 % y un valor de  $z=1,96$ . Las tablas correspondientes se encuentran en el apartado de Anexos:

#### **Peso (g).**

Con un grado de confianza de 0,95 se puede decir que el intervalo entre 159,42 y 161,77 contiene al verdadero peso promedio de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el peso medio del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 89,71 y 92,5.

Se observó con un grado de confianza de 0,95 que el peso medio de los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 180,08 y 181,77 mientras que, el peso medio verdadero del ajo negro se encuentra entre 109,69 y 111,32.

Para el cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el verdadero peso promedio de los dientes de ajo fresco se encuentra entre 162,40 y 164,06. Mientras que, el verdadero valor medio del peso de ajo negro se encuentra entre 95,01 y 97,31.

Con un nivel de confianza del 95 % puede decirse que el intervalo entre 177,88 y 178,85 contiene al verdadero peso medio de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve. Asimismo, el peso medio de los dientes de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 114,17 y 115,58.

En el intervalo de confianza del 95 % la pérdida de peso resultó significativamente mayor en los cultivares Castaño y Morado. Es decir que se observó un mejor rendimiento industrial en los cultivares Gostoso y Nieve.

En el caso de los análisis de laboratorio, se realizaron 5 observaciones, con un nivel de confianza del 95 % y un valor  $t$  de student de 2,776. Como resultado se obtuvieron los siguientes intervalos de confianza:

#### **pH.**

Con un grado de confianza de 0,95 se puede decir que el intervalo entre 5,87 y 5,92 contiene al verdadero valor medio de pH de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el pH medio del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 3,31 y 3,35.

Se observó con un nivel de confianza del 95% que el pH promedio de los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 5,87 y 5,98 mientras que, el pH medio verdadero del ajo negro se encuentra entre 3,51 y 3,55.



Para el cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el verdadero promedio de pH de los dientes de ajo fresco se encuentra entre 5,88 y 5,90. Mientras que el valor medio de pH de la muestra de ajo negro, para el mismo cultivar y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 3,29 y 3,34.

Con un nivel de confianza del 95 % se puede decir que el intervalo entre 5,88 y 5,98 contiene al verdadero valor medio de pH de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el intervalo entre 3,51 y 3,55 contiene el valor promedio de pH de la muestra de ajo negro.

Con respecto a la caracterización del pH a través de los intervalos de confianza, se observó que dicho parámetro disminuyó significativamente y en la misma proporción en los cuatro cultivares, registrándose valores límites de pH aproximadamente iguales.

### **Valor calórico (Kcal).**

Teniendo en cuenta el material vegetal sometido a estudio, puede decirse con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 127,9 y 129,3 contiene al verdadero valor calórico de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el valor calórico medio del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 219,8 y 222,2.

Se observó también que el valor calórico promedio de los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 132,1 y 133,9 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el valor calórico medio verdadero del ajo negro se encuentra entre 214,2 y 217,0.

En el caso del cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el verdadero valor calórico medio de los dientes de ajo fresco se encuentra entre 135,1 y 136,9. Mientras que, el verdadero valor calórico medio del ajo negro se encuentra entre 218,2 y 221,4.

Para un nivel de confianza del 95% se puede decir que el intervalo entre 137,9 y 139,3 contiene al verdadero valor calórico medio de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor calórico medio de los dientes de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 215,2 y 217,2.

Al igual que el peso promedio y con un grado de confianza de 0,95, el valor calórico del ajo negro resultó significativamente mayor en los 4 cultivares respecto de la muestra en fresco, no habiendo diferencias significativas entre los cultivares Castaño y Morado, Gostoso y Nieve.

### **Hidratos de carbono (%).**

Se puede decir con un nivel de confianza del 95 % que el intervalo entre 33,02 y 33,09 contiene al verdadero valor de hidratos de carbono totales del ajo fresco presentado en dientes proveniente del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de hidratos de carbono del ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 44,02 y 44,28.

Se registró que el contenido medio de hidratos de carbono totales en el ajo fresco procedente del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 33,06 y 33,12 con un nivel de confianza del 95 %; mientras que el verdadero valor de hidratos de carbono totales del ajo negro se encuentra entre 43,98 y 44,07 para el mismo nivel de confianza.

En el caso del cultivar Morado, se puede decir que el verdadero contenido medio de hidratos de carbono totales de los dientes de ajo fresco, se encuentra entre los valores 33,21 y 33,40 para un nivel de confianza del 95 %. Para este mismo nivel de confianza, el valor verdadero de hidratos de carbono totales del ajo negro se encuentra contenido en el intervalo (43,84;44,54).

Para un grado de confianza de 0,95 puede decirse que el intervalo entre 33,10 y 33,16 contiene al verdadero valor promedio de hidratos de carbono totales de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor promedio de hidratos de carbono totales del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 44,05 y 44,15.

### **Proteínas (%).**

Como resultado del análisis del contenido proteico del material vegetal en estudio, puede decirse con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 6,322 y 6,358 contiene al verdadero valor de proteínas de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de proteínas del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 10,012 y 10,156.

Por otro lado, el valor promedio de proteínas de los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Gostoso se encuentra en el intervalo comprendido entre 6,351 y 6,369 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el verdadero valor medio de proteínas del ajo negro se encuentra entre los valores 9,912 y 10,028.

En el caso del cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el verdadero valor medio de proteínas se encuentra entre 6,341 y 6,359 para los dientes de ajo fresco y entre 10,007 y 10,065 para los dientes de ajo negro.

Para un grado de confianza de 0,95 puede decirse que el intervalo entre 6,353 y 6,375 contiene al verdadero valor promedio de proteínas de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor medio de proteínas de los dientes de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 9,911 y 10,057.

En el intervalo de confianza del 95 % el contenido de hidratos de carbono y proteínas resultó significativamente mayor en el producto terminado, pero no se evidenció diferencia significativa entre cultivares.

### **Grasas totales (%).**

Se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 0,272 y 0,284 contiene al verdadero valor de grasas totales del ajo fresco presentado en dientes proveniente del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de grasas totales del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 0,552 y 0,580.

Se registró que el contenido medio de grasas totales en el ajo fresco procedente del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 0,281 y 0,299 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el verdadero valor de grasas totales del ajo negro se encuentra entre 0,533 y 0,555.

En el cultivar Morado y con un mismo grado de confianza de 0,95, se puede decir que el contenido verdadero medio de grasas totales en los dientes de ajo fresco se encuentra entre 0,288 y 0,308 y el valor verdadero de grasas totales en el ajo negro se encuentra entre 0,558 y 0,578.

Para un nivel de confianza del 95% puede decirse que el intervalo entre 0,281 y 0,299 contiene al verdadero valor medio de grasas totales de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor medio de grasas totales del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 0,567 y 0,581.

Como se puede observar, los intervalos de confianza a través de los cuales se caracterizó el contenido medio de grasas totales, no presentaron diferencias significativas entre cultivares, en relación al contenido de grasas totales (%) en el ajo negro.

### **Grasas saturadas (%).**

Se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 0,097 y 0,111 contiene al verdadero valor de grasas saturadas del ajo fresco presentado en dientes proveniente del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de grasas saturadas del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 0,219 y 0,233.

Se registró que el contenido medio de grasas saturadas en el ajo fresco procedente del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 0,109 y 0,123 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el verdadero valor de grasas saturadas del ajo negro se encuentra entre 0,208 y 0,228.

En el caso del cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el contenido verdadero medio de grasas saturadas de los dientes de ajo fresco se encuentra entre 0,119 y 0,133. Por otro lado, el valor verdadero de grasas saturadas del ajo negro se encuentra entre 0,239 y 0,253.

Para un grado de confianza de 0,95 puede decirse que el intervalo entre 0,129 y 0,143 contiene al verdadero valor medio de grasas saturadas de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor medio de grasas totales del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 0,229 y 0,243.

A partir de dicha interpretación y de acuerdo a los intervalos de confianza calculados para evaluar el contenido de grasas saturadas en el ajo negro, se observó menor contenido de dicho nutriente en el producto terminado procedente del cultivar Gostoso, no habiendo diferencias significativas entre el resto de los cultivares.

### **Fibra bruta (%).**

Teniendo en cuenta el material vegetal sometido a estudio, puede decirse con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 2,097 y 2,088 contiene al verdadero valor de fibra bruta de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de fibra bruta del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 5,343 y 5,389.

Se observó también que el valor promedio de fibra bruta de los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 2,060 y 2,088 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el verdadero valor medio de fibra bruta del ajo negro se encuentra entre 5,064 y 5,452.

En el caso del cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el verdadero valor promedio de fibra bruta de los dientes de ajo fresco se encuentra entre 2,129 y 2,143. Por otro lado, el valor medio verdadero de fibra bruta del ajo negro se encuentra entre 5,420 y 5,520.

Para un grado de confianza de 0,95 puede decirse que el intervalo entre 2,126 y 2,158 contiene al verdadero valor medio de fibra bruta de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor medio de fibra bruta de los dientes de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra comprendido en el intervalo entre 5,392 y 5,456.

No se registró diferencia significativa entre cultivares al comparar los intervalos de confianza calculados para el producto terminado, en relación al contenido de fibra bruta (%).

### **Sodio (mg%).**

Se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 17,159 y 17,213 contiene al verdadero valor promedio de sodio del ajo fresco proveniente del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de sodio de los dientes de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 16,544 y 16,572.

Se registró que el contenido medio de sodio en el ajo fresco procedente del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 17,219 y 17,233 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el verdadero valor medio de sodio de los dientes de ajo negro se encuentra entre 16,527 y 16,541.

En el caso del cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el contenido medio verdadero de sodio de los dientes de ajo fresco se encuentra entre los valores 17,229 y 17,243. Por otro lado, el valor verdadero de sodio del ajo negro se encuentra entre 16,551 y 16,569.

Para un grado de confianza de 0,95 puede decirse que el intervalo entre 17,239 y 17,253 contiene al valor medio verdadero de sodio de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor promedio de sodio del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 16,562 y 16,582.

Como resultado de estos intervalos de confianza, se observó que el contenido de sodio en el ajo negro no resultó significativamente diferente entre cultivares; pero si resultó significativamente menor con respecto al ajo fresco.

### **Humedad (%).**

Se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 59,85 y 60,47 contiene al verdadero valor de humedad del ajo fresco presentado en dientes proveniente del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de humedad del ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 37,04 y 37,48.

Se registró que el contenido de humedad medio de los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 58,97 y 59,42 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el % de humedad medio verdadero del ajo negro se encuentra entre los valores 35,86 y 36,40.

En el caso del cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el contenido medio de humedad verdadero de los dientes de ajo fresco se encuentra entre los valores 60,11 y 60,62. Por otro lado, el verdadero valor de humedad medio de los dientes de ajo negro se encuentra entre 37,05 y 37,56.

Para un grado de confianza de 0,95 puede decirse que el intervalo entre 59,43 y 59,64 contiene al verdadero valor medio de humedad de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor medio de humedad de los dientes de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 36,38 y 36,59.

### **Cenizas (%).**

Como resultado del análisis de cenizas del material vegetal en estudio, puede decirse con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 1,520 y 1,548 contiene al verdadero valor de cenizas de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de cenizas del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 2,546 y 2,642.

El valor promedio de cenizas de los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Gostoso se encuentra en el intervalo comprendido entre 1,548 y 1,596 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el verdadero valor medio de cenizas del ajo negro se encuentra entre 2,535 y 2,593 para un mismo grado de confianza.

En el caso del cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el verdadero valor medio de cenizas de los dientes de ajo fresco se encuentra entre 1,642 y 1,662. Por otro lado, el valor verdadero medio de cenizas del ajo negro se encuentra comprendido en el intervalo entre 2,515 y 2,713.

Para un grado de confianza de 0,95 puede decirse que el intervalo entre 1,628 y 1,668 contiene al verdadero valor promedio de cenizas de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor medio de cenizas de los dientes de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 2,630 y 2,682.

Finalmente, no se registró diferencia significativa en el contenido de cenizas y la pérdida de humedad (%) en el ajo negro al comparar los 4 cultivares ensayados. Sin embargo, la diferencia resultó significativamente mayor en el producto terminado al compararlo con la muestra en fresco.

### **1.4.2. Resultado del análisis inferencial en dientes de ajo negro para su caracterización nutracéutica.**

Se obtuvieron los siguientes intervalos de confianza sobre un total de 5 observaciones para la caracterización nutracéutica de los dientes de ajo negro sometidos a estudio, con un nivel de confianza del 95 % y un valor t de student de 2,776:

### **Selenio ( $\mu\text{g}$ %).**

Teniendo en cuenta el material vegetal sometido a estudio, puede decirse con un nivel de confianza del 95 % que el intervalo entre 1,9 y 3,3 contiene al verdadero valor de selenio de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de selenio del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo nivel de confianza se encuentra entre 6,0 y 7,2.

Se observó también que el valor promedio de selenio de los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 0,9 y 2,3 con un grado de confianza de 0,95; mientras que el verdadero valor medio de selenio del ajo negro se encuentra entre 3,9 y 5,3.

En el caso del cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el verdadero valor promedio de selenio de los dientes de ajo fresco se encuentra entre 1,9 y 3,3. Por otro lado, el valor medio verdadero de selenio del ajo negro se encuentra entre 5,9 y 7,3.

Para un grado de confianza de 0,95 puede decirse que el intervalo entre 2,7 y 4,1 contiene al verdadero valor medio de selenio de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor medio de selenio de los dientes de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra comprendido en el intervalo entre 6,7 y 8,1.

En los cultivares Castaño y Morado, el contenido de selenio ( $\mu\text{g } \%$ ) en el ajo negro, no resultó significativamente diferente. Por el contrario, se registró un valor de selenio significativamente mayor en el cultivar Nieve y significativamente menor en el cultivar Gostoso.

### **Polifenoles (%).**

Teniendo en cuenta el material vegetal sometido a estudio, puede decirse con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 1,752 y 1,788 contiene al verdadero valor de polifenoles de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de polifenoles del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 2,767 y 2,781.

Se observó también que el valor promedio de polifenoles de los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Gostoso se encuentra entre los valores 1,741 y 1,759 con un nivel de confianza del 95 %; mientras que el verdadero valor medio de polifenoles del ajo negro se encuentra entre 2,741 y 2,759.

En el caso del cultivar Morado, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el verdadero valor promedio de polifenoles de los dientes de ajo fresco se encuentra entre 1,747 y 1,761. Por otro lado, el valor medio verdadero de polifenoles del ajo negro se encuentra entre 2,752 y 2,772.

Para un grado de confianza de 0,95 puede decirse que el intervalo entre 1,769 y 1,783 contiene al verdadero valor medio de polifenoles de los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, mientras que el valor medio de polifenoles de los dientes de ajo negro correspondientes a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra comprendido en el intervalo entre 2,779 y 2,793.

No hubo diferencia significativa en el contenido de polifenoles (%) determinado en las muestras de ajo negro procedentes de los cultivares: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

### **1.4.3. Resultado del análisis inferencial en dientes de ajo negro para su caracterización nutracéutica en cuanto al perfil de aminoácidos.**

Se obtuvieron los siguientes intervalos de confianza para la caracterización nutracéutica de los dientes de ajo sometidos a estudio, sobre un total de 5 observaciones; con un nivel de confianza del 95% y un valor de  $t=2,776$ :

### **Perfil aminoacídico en los dientes procedentes del cultivar Castaño (%).**

Teniendo en cuenta los aminoácidos esenciales: arginina, valina, leucina, histidina, isoleucina, fenilalanina, lisina, triptófano, treonina y metionina, puede decirse con un grado de confianza de 0,95 que el intervalo entre 349,16 y 351,24 contiene al verdadero valor de arginina en los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Castaño, mientras que el valor medio de arginina del ajo negro correspondiente a la misma variedad y con el mismo grado de confianza se encuentra entre 426,92 y 428,28.

En el caso del aminoácido valina presente en los dientes de ajo fresco Castaño, se puede decir con un grado de confianza de 0,95 que el verdadero valor promedio de valina se encuentra entre 196,72 y 198,08; mientras que el valor medio verdadero de valina en el ajo negro se encuentra entre 340,16 y 342,24.

Por otro lado, tenemos leucina, cuyo valor promedio verdadero se encuentran entre 207,64 y 208,76 en los dientes de ajo fresco y entre 337,12 y 338,88 en los dientes de ajo negro con un grado de confianza de 0,95.

Para un nivel de confianza del 95 % el intervalo entre 75,90 y 77,14 contiene al verdadero valor promedio de histidina en los dientes de ajo fresco, y el intervalo entre 137,30 y 139,50 contiene el valor promedio verdadero de histidina en los dientes de ajo negro.

El verdadero valor promedio de isoleucina en los dientes de ajo fresco se encuentra entre 146,24 y 147,36 mientras que en los dientes de ajo negro se encuentra entre 205,76 y 207,84 con un grado de confianza de 0,95.

El intervalo entre 122,92 y 124,28 contiene al verdadero valor promedio del aminoácido fenilalanina en los dientes de ajo fresco, con un nivel de confianza de 95 %. Mientras que en el caso de la muestra de ajo negro y con el mismo nivel de confianza, el verdadero valor medio de fenilalanina se encuentra entre 214,76 y 216,84.

Se observó también que el valor promedio de lisina en los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Castaño se encuentra entre 96,00 y 96,68 con un nivel de confianza del 95 %; mientras que el verdadero valor medio de lisina en el ajo negro se encuentra entre 183,72 y 185,08.

En lo que respecta a los aminoácidos treonina y triptófano, los valores medios verdaderos correspondientes a la muestra en fresco, se hayan contenidos en los intervalos (104,92;106,28) y (24,99;26,09) respectivamente y con un grado de confianza de 0,95. Para el mismo grado de confianza, el promedio verdadero de treonina en el ajo negro se encuentra entre 135,16 y 137,24 mientras que en el caso del triptófano el valor medio verdadero está contenido entre 54,75 y 56,83.



En el caso de los aminoácidos no esenciales el contenido medio en el ajo negro es mucho más elevado que en el ajo fresco derivado del cultivar Castaño. Con un nivel de confianza del 95% el valor medio verdadero de ac. aspártico + asparagina está contenido entre 327,50 y 329,70; el de ácido glutámico + glutamina entre 542,92 y 544,28; el de glicina entre 133,92 y 135,28; el de serina entre 127,24 y 128,36, el de tirosina entre 54,47 y 55,29; el de alanina entre 88,35 y 89,17; el de prolina entre 193,92 y 195,28; el de ornitina entre 23,80 y 25,26 y el de cistina + cisteína entre 43,28 y 44,20. Mientras que, en la muestra de ajo negro y con el mismo grado de confianza, el contenido medio verdadero de los aminoácidos no esenciales se encuentra entre 861,92 y 963,28 para el ácido aspártico + asparagina; entre 1497,16 y 1499,24 para el ácido glutámico + glutamina; entre 322,16 y 324,24 para glicina; entre 238,76 y 240,84 para serina; entre 333,72 y 335,08 para alanina; entre 422,16 y 424,24 para prolina; entre 63,76 y 65,84 para ornitina y entre 195,72 y 197,08 para cistina + cisteína.

### **Perfil aminoacídico en los dientes procedentes del cultivar Gostoso (%).**

De acuerdo a los aminoácidos esenciales, en el cultivar Gostoso, el verdadero valor promedio de arginina, valina y leucina en los dientes de ajo fresco se encuentra respectivamente entre 346,36 y 347,76; 190,03 y 190,93; 205,63 y 206,17, con un grado de confianza de 0,95. Mientras que en los dientes de ajo negro y con el mismo grado de confianza, el valor promedio verdadero se encuentra entre 415,16 y 417,24 para arginina; entre 339,12 y 340,88 para valina, y entre 333,16 y 335,24 para leucina.

El intervalo entre 73,36 y 74,40 contiene al verdadero valor promedio del aminoácido histidina en los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Gostoso, con un nivel de confianza del 95 %. Mientras que en la muestra de ajo negro y con el mismo nivel de confianza, el verdadero valor medio de histidina se encuentra entre 130,16 y 132,24.

Se observó también que el valor promedio de isoleucina, fenilalanina, lisina, y metionina en los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Gostoso se encuentra entre 145,11 y 146,05 para isoleucina, entre 119,28 y 121,24 para fenilalanina, entre 94,18 y 94,50 para lisina, y entre 47,56 y 48,96 para metionina; con un nivel de confianza del 95 %. Mientras que el verdadero valor medio de isoleucina en el ajo negro se encuentra entre 197,76 y 199,84, de fenilalanina entre 211,16 y 213,24, de lisina entre 176,76 y 179,24 y de metionina entre 82,05 y 82,55 para un grado de confianza de 0,95.

En relación a los aminoácidos treonina y triptófano, los valores medios verdaderos correspondientes a la muestra en fresco, se hayan contenidos en los intervalos (101,83;102,89) y (24,52;25,56) respectivamente y con un grado de confianza de 0,95. Para el mismo grado de confianza, el promedio verdadero de treonina en el ajo negro se encuentra entre 159,12 y 160,88 mientras que en el caso del triptófano el valor medio verdadero está contenido entre 51,92 y 53,28.

En el caso de los aminoácidos no esenciales el contenido medio en el ajo negro es mucho más elevado que en el ajo fresco derivado del cultivar Gostoso. Con un nivel de confianza del 95% el valor medio verdadero de ac. aspártico + asparagina está contenido entre 324,24 y 325,36; el de ácido glutámico + glutamina entre 542,43 y 543,37; el de glicina entre 132,41 y 133,47; el de serina entre 126,50 y 126,97, el de tirosina entre 52,81 y 54,63; el de alanina entre 84,08 y 85,24; el de prolina entre 191,85 y 192,59; el de ornitina entre 20,41 y 21,15 y el de cistina + cisteína entre 40,39 y 41,09. Mientras que, en la muestra de ajo negro y con el mismo grado de confianza, el contenido medio verdadero de los aminoácidos no esenciales se encuentra entre 860,16 y 862,24 para el ácido aspártico + asparagina; entre 1491,72 y 1493,08 para el ácido glutámico + glutamina; entre 319,76 y 321,84 para glicina; entre 235,92 y 237,28 para serina; entre 326,18 y 329,02 para alanina; entre 418,30 y 420,50 para prolina; entre 62,92 y 64,28 para ornitina y entre 193,12 y 194,88 para cistina + cisteína.

### **Perfil aminoacídico en los dientes procedentes del cultivar Morado (%).**

En relación al contenido de aminoácidos esenciales en el cultivar Morado, el verdadero valor promedio de arginina, valina y leucina en los dientes de ajo fresco se encuentra entre 345,57 y 346,07; 189,39 y 190,09 y 205,75 y 206,25 respectivamente, y con un grado de confianza de 0,95. Mientras que en los dientes de ajo negro y con el mismo grado de confianza, el valor promedio verdadero se encuentra entre 420,14 y 421,10 para arginina; entre 339,83 y 342,57 para valina, y entre 333,98 y 336,82 para leucina.

El intervalo entre 74,45 y 75,15 contiene al verdadero valor promedio del aminoácido histidina en los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Morado, con un nivel de confianza de 95 %. Mientras que en el caso de la muestra de ajo negro y con el mismo nivel de confianza, el verdadero valor medio de histidina se encuentra entre 129,16 y 131,24.

Se observó también que el valor promedio de isoleucina, fenilalanina, lisina, y metionina en los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Morado se encuentra entre 145,55 y 146,29 para isoleucina, entre 121,08 y 122,12 para fenilalanina, entre 95,82 y 96,54 para lisina, y entre 49,17 y 50,07 para metionina; con un nivel de confianza del 95 %. Mientras que el verdadero valor medio de isoleucina en el ajo negro se encuentra entre 199,76 y 202,24, de fenilalanina entre 212,76 y 215,24, de lisina entre 181,14 y 182,26 y de metionina entre 83,48 y 84,48 para un grado de confianza de 0,95.

En relación a los aminoácidos treonina y triptófano, los valores medios verdaderos correspondientes a la muestra en fresco, se hayan contenidos en los intervalos (104,11;105,25) y (26,83;27,21) respectivamente y con un grado de confianza de 0,95. Para el mismo grado de confianza, el promedio verdadero de treonina en el ajo negro se encuentra entre 163,16 y 165,24 mientras que en el caso del triptófano el valor medio verdadero está contenido entre 53,15 y 55,23.

En el caso de los aminoácidos no esenciales el contenido medio en el ajo negro es mucho más elevado que en el ajo fresco procedente del cultivar Morado. Con un nivel de confianza del 95% el valor medio verdadero de ac. aspártico + asparagina está contenido entre 327,24 y 327,84; el de ácido glutámico + glutamina entre 541,95 y 542,75; el de glicina entre 133,99 y 134,93; el de serina entre 125,52 y 126,16, el de tirosina entre 54,02 y 54,78; el de alanina entre 86,30 y 87,06; el de prolina entre 193,99 y 194,93; el de ornitina entre 22,84 y 23,48 y el de cistina + cisteína entre 43,41 y 44,15. Mientras que, en la muestra de ajo negro y con el mismo grado de confianza, el contenido medio verdadero de los aminoácidos no esenciales se encuentra entre 862,12 y 863,88 para el ácido aspártico + asparagina; entre 1492,18 y 1495,02 para el ácido glutámico + glutamina; entre 322,76 y 324,84 para glicina; entre 235,19 y 238,41 para serina; entre 318,76 y 320,84 para alanina; entre 420,76 y 422,84 para prolina; entre 62,76 y 64,84 para ornitina y entre 193,72 y 195,08 para cistina + cisteína.

### **Perfil aminoacídico en los dientes procedentes del cultivar Nieve (%).**

Para los aminoácidos esenciales presentes en el cultivar Nieve, el verdadero valor promedio de arginina, valina y leucina en los dientes de ajo fresco se encuentra entre 353,92 y 355,28; 200,38 y 201,06 y 210,41 y 211,5 respectivamente, y con un grado de confianza de 0,95. Mientras que en los dientes de ajo negro y con el mismo grado de confianza, el valor promedio verdadero se encuentra entre 430,11 y 431,13 para arginina; entre 344,92 y 346,28 para valina, y entre 339,76 y 341,84 para leucina.

El intervalo entre 77,50 y 78,18 contiene al verdadero valor promedio del aminoácido histidina en los dientes de ajo fresco provenientes del cultivar Nieve, con un nivel de confianza de 95 %. Mientras que en el caso de la muestra de ajo negro y con el mismo nivel de confianza, el verdadero valor medio de histidina se encuentra entre 139,76 y 141,84.

Se observó también que el valor promedio de isoleucina, fenilalanina, lisina, y metionina en los dientes de ajo fresco procedentes del cultivar Nieve se encuentra entre 149,36 y 150,04 para isoleucina, entre 126,51 y 127,13 para fenilalanina, entre 96,30 y 98,50 para lisina, y entre 54,22 y 55,06 para metionina; con un nivel de confianza del 95 %. Mientras que el verdadero valor medio de isoleucina en el ajo negro se encuentra entre 209,50 y 211,70, de fenilalanina entre 217,30 y 219,50, de lisina entre 187,40 y 188,04 y de metionina entre 84,12 y 85,88 para un grado de confianza de 0,95.

En relación a los aminoácidos treonina y triptófano, los valores medios verdaderos correspondientes a la muestra en fresco, se hayan contenidos en los intervalos (107,51;108,13) y (28,42;29,06) respectivamente y con un grado de confianza de 0,95. Para el mismo grado de confianza, el promedio verdadero de treonina en el ajo negro se encuentra entre 163,92 y 165,28 mientras que en el caso del triptófano el valor medio verdadero está contenido entre 57,72 y 59,08.

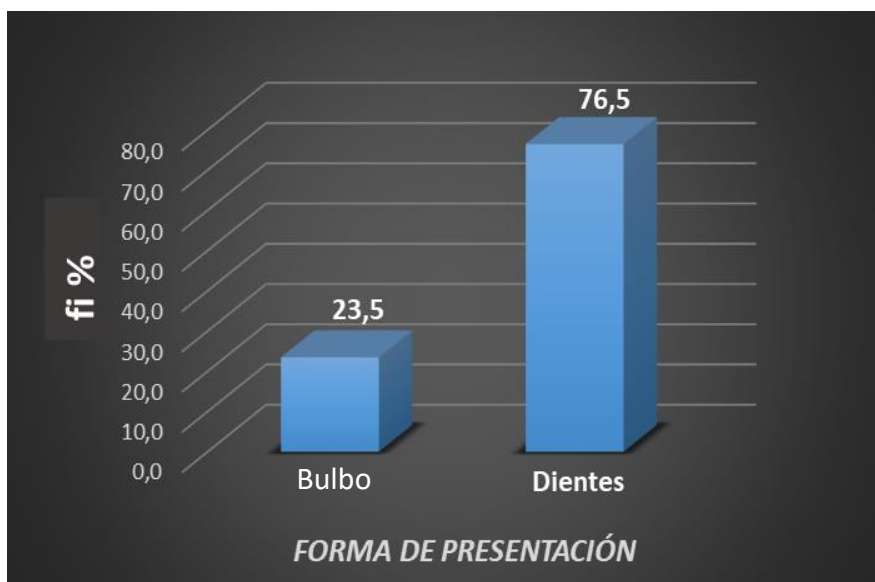
En el caso de los aminoácidos no esenciales el contenido medio en el ajo negro es mucho más elevado que en el ajo fresco proveniente del cultivo Nieve. Con un nivel de confianza del 95% el valor medio verdadero de ac. aspártico + asparagina está contenido entre 330,40 y 331,04; el de ácido glutámico + glutamina entre 544,53 y 546,07; el de glicina entre 136,51 y 137,13; el de serina entre 130,11 y 131,13, el de tirosina entre 59,41 y 60,15; el de alanina entre 92,26 y 93,06; el de prolina entre 197,35 y 198,05; el de ornitina entre 27,51 y 28,13 y el de cistina + cisteína entre 47,35 y 47,89. Mientras que, en la muestra de ajo negro y con el mismo grado de confianza, el contenido medio verdadero de los aminoácidos no esenciales se encuentra entre 863,30 y 865,50 para el ácido aspártico + asparagina; entre 1494,43 y 1497,17 para el ácido glutámico + glutamina; entre 323,92 y 325,28 para glicina; entre 239,83 y 242,57 para serina; entre 338,50 y 340,70 para alanina; entre 429,12 y 430,88 para prolina; entre 69,12 y 70,88 para ornitina y entre 198,83 y 201,57 para cistina + cisteína.

A partir de la información aportada por los intervalos de confianza calculados para los cuatro cultivares ensayados, se dedujo que el contenido de aminoácidos como: Alanina, cistina + cisteína, ornitina, ac aspártico + asparagina, ac. glutámico + glutamina, glicina, tirosina, prolina y triptófano sufrió un aumento significativo en el producto terminado, no habiendo diferencias significativas entre cultivares. Es decir, que el perfil aminoacídico resultó aproximadamente igual en todos los varietales y beneficioso para la caracterización nutracéutica del producto terminado, dado que lo convierte en un alimento funcional.

## 1.5. Análisis Sensorial del material vegetal presentado en dientes.

### 1.5.1. Forma de presentación del producto terminado

Los resultados obtenidos destacan que la forma de presentación del ajo negro en dientes es preferida por los jueces en un 76,5 % en comparación con la presentación del producto terminado en bulbos enteros; los cuales, resultan de mayor agrado en un 23,5 % de la población encuestada.



preferida por un panel de evaluación sensorial conformado por consumidores habituales de ajo.

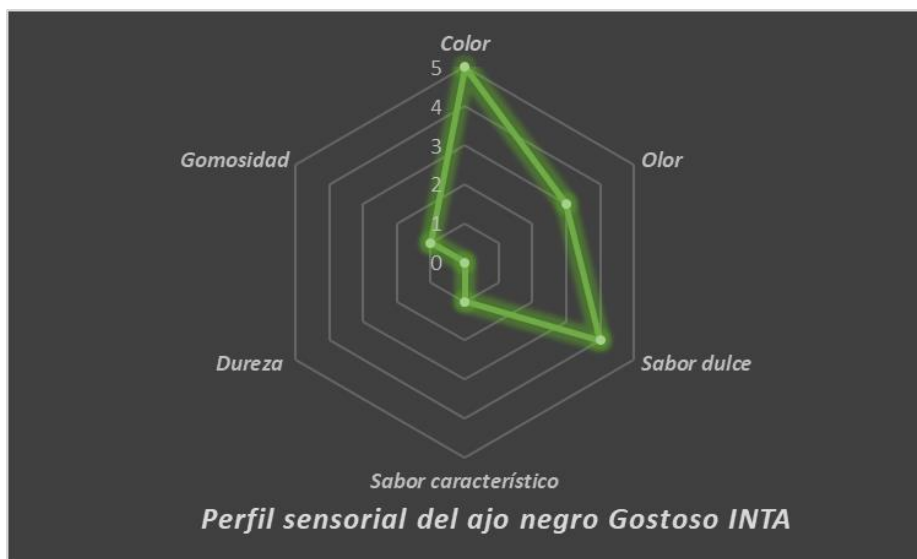
### 1.5.2. Caracterización organoléptica del ajo negro: Color, olor, sabor y textura (dureza y gomosidad).



**Gráfico 22:** Características organolépticas del ajo negro procedente del cultivar Castaño INTA.

La uniformidad de color resultó elevada para los jueces, ya que dio un valor de 5 para el material vegetal derivado del cultivar Castaño. El ajo negro resultó ser fragante, con un valor mediano de 4 y no evidenció sabor característico del ajo fresco, dando como resultado un valor de 1. El sabor del producto terminado resultó ser moderadamente dulce, dando como resultado un valor mediano de 3.

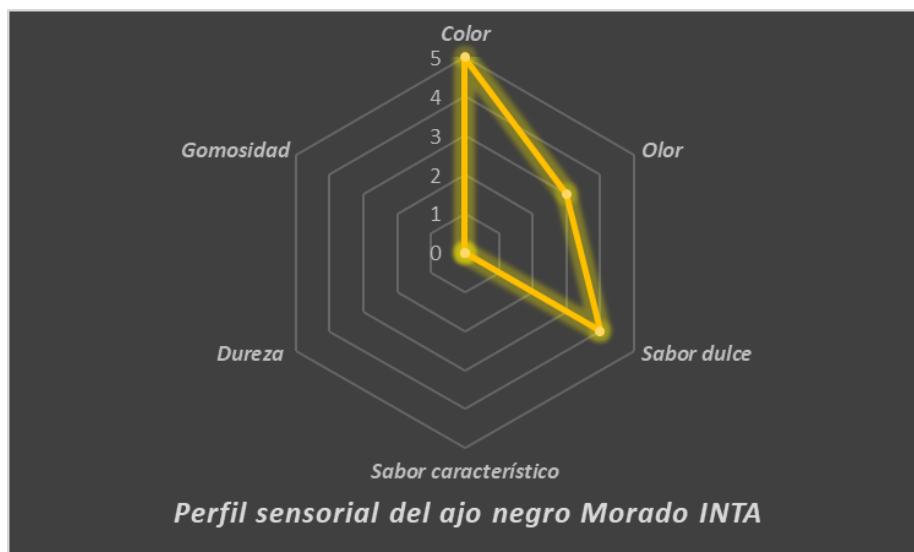
Finalmente se calificó la intensidad de los atributos de textura que caracterizan al producto, entre ellas dureza y gomosidad. Analizando el gráfico radial (en sentido horario), y teniendo en cuenta valores máximos de 5 y mínimos de 0, podemos decir que el ajo negro no presentó dureza (valor 0) y su gomosidad resultó muy débil con un valor mediano de 1.



**Gráfico 23: Características organolépticas del ajo negro procedente del cultivar Gostoso**

El color del ajo negro procedente del cultivar Gostoso resultó en una elevada uniformidad ya que presentó un valor mediano de 5. El producto terminado resultó ser moderadamente fragante, denotado por un valor mediano de 3 y no evidenció sabor característico del ajo fresco, dando como resultado un valor de 1. El sabor del producto terminado resultó ser dulce, dando como resultado un valor mediano de 4.

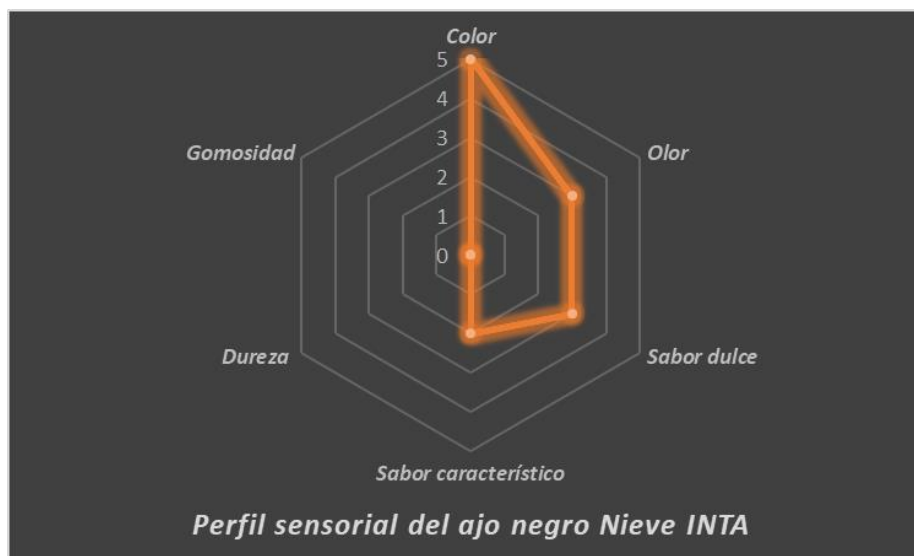
En cuanto a la intensidad de los atributos de textura: dureza y gomosidad y en función del gráfico radial interpretado en sentido horario, podemos decir que el ajo negro no presentó dureza (valor 0) y su gomosidad con un valor mediano de 1 denotó ser muy débil.



**Gráfico 24:** Características organolépticas del ajo negro procedente del cultivar Morado INTA.

La uniformidad de color del ajo negro procedente del cultivar Morado resultó ser muy elevada ya que presentó un valor mediano de 5. Dicho material vegetal en estudio, resultó ser moderadamente fragante, denotado por un valor mediano de 3 y no presentó sabor característico del ajo fresco, dando como resultado un valor de 0. El sabor del producto terminado resultó ser dulce y registró un valor mediano de 4.

Podemos decir también que, el material vegetal en estudio obtenido a partir del cultivar Morado no presentó dureza ni gomosidad; arrojando valores medianos de 0 respectivamente.



**Gráfico 25:** Características organolépticas del ajo negro procedente del cultivar Nieve INTA.

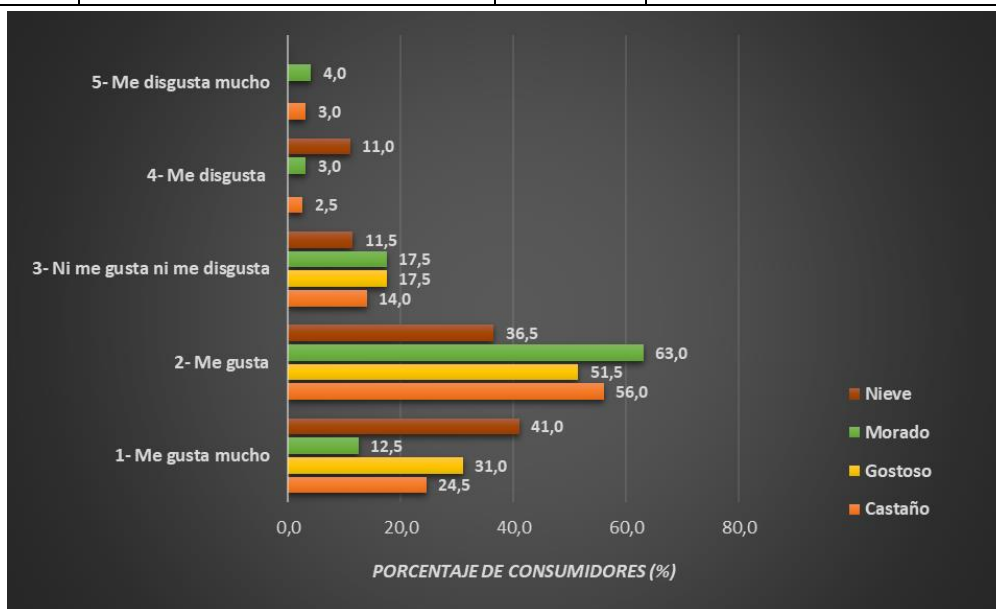
El color del ajo negro procedente del cultivar Nieve, resultó en una elevada uniformidad ya que presentó un valor mediano de 5. El ajo negro resultó ser moderadamente fragante, denotado por un valor mediano de 3 y evidenció un débil sabor característico de ajo fresco, dando como resultado un valor de 2. Con respecto al sabor, el producto terminado resultó ser moderadamente dulce, dando como resultado un valor mediano de 3.

En cuanto a la intensidad de los atributos de textura: dureza y gomosidad y en función del gráfico radial interpretado en sentido horario, podemos decir que el ajo negro no presentó dureza (valor 0) ni gomosidad (valor 0).

Se solicitó a cada panelista, que describiera a qué le recordaba el olor de la muestra entregada y en base a algunas de las respuestas se construyó el siguiente cuadro:

**Cuadro N°2:** Descripciones de los panelistas con respecto al olor del ajo negro, en respuesta a lo que les recuerda.

Cultivar	Olor del ajo negro	Cultivar	Olor del ajo negro
<b>Castaño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nuez moscada y arrope.</li> <li>✓ Ciruela tostada y ahumada.</li> <li>✓ Ajo tostado.</li> <li>✓ Carne con papas al horno.</li> </ul>	<b>Morado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Arrope.</li> <li>✓ Frutas secas ahumadas.</li> <li>✓ Berenjena asada.</li> <li>✓ Orejones.</li> <li>✓ Ciruelas, aceitunas.</li> <li>✓ Pasas de uva.</li> </ul>
<b>Gostoso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cebolla en escabeche.</li> <li>✓ Mermelada de ciruela.</li> <li>✓ Especias, curry.</li> <li>✓ Ciruela.</li> <li>✓ Higo, vino mistela.</li> <li>✓ Comino y pimienta.</li> </ul>	<b>Nieve</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aceitunas negras.</li> <li>✓ Pasas de uva.</li> <li>✓ Ajo frito.</li> <li>✓ Ciruelas y ají.</li> <li>✓ Verduras asadas y caramelizadas.</li> <li>✓ Salsa de soja.</li> </ul>



**Gráfico 26:** Distribución porcentual del grado de aceptación de un panel de evaluación sensorial de ajo negro procedente de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve, consumidores habituales del producto.

Para el ajo negro procedente del cultivar Castaño y Morado, el 3% de los consumidores manifestó su rechazo al producto (clase 4: me disgusta y clase 5: me disgusta mucho). Por el contrario, el análisis arrojó los mismos porcentajes para los cultivares Morado y Gostoso, donde un 17,5% de los consumidores ubicó su grado de aceptación en la categoría de indiferencia (clase 3: ni me gusta ni me disgusta).



Un 63 % de los jueces ubicó al cultivar Morado en una de las categorías mayoritariamente elegida (clase 2: me gusta). En esta misma categoría de aceptación positiva, un 56% de los consumidores ubicó el ajo negro procedente del cultivar Castaño y el 51,5% el ajo negro procedente del cultivar Gostoso. Para el cultivar Nieve el porcentaje de aceptación positiva por parte del consumidor resultó en un 36,5%.

Otra de las categorías más elegida fue la clase 1: me gusta mucho, donde el 41% de los consumidores manifestó aceptación positiva por el cultivar Nieve, el 31% por el cultivar Gostoso, el 24,5% por el cultivar Castaño y un 12,5% por el cultivar Morado.

Para el análisis de la varianza, el conjunto de todos los puntajes, se dispusieron en una matriz de n=200 filas (consumidores) y k =4 columnas (cultivares).

**Tabla N°52:** Prueba de Friedman no paramétrica para el grado de aceptación del ajo negro procedente de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

castaño	gostoso	morado	nieve	T <sup>2</sup>	p
2,52	2,38	2,75	2,35	8,51	<0,0001

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 34,901*

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
Nieve	469,00	2,35	200	A
Gostoso	476,50	2,38	200	A B
Castaño	504,50	2,52	200	B C
Morado	550,00	2,75	200	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)*

La prueba de Friedman aplicada al ordenamiento general por grado de aceptación, arrojó valores coincidentes entre los cultivares Nieve y Gostoso (rangos medios de 2,35 y 2,38, respectivamente), sin diferencias significativas entre ellos, pero sí entre Nieve y Castaño que ocupó el tercer lugar con un rango medio de 2,52.

En el caso de los cultivares Gostoso y Castaño, la prueba de Friedman arrojó valores de rangos medios de 2,38 y 2,52, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos, pero significativamente diferentes con el cultivar Morado, cuyo rango medio resultó en un valor de 2,75.

De acuerdo a los datos que se obtuvo de la evaluación sensorial, el 70 % de los consumidores manifestó que compraría el producto conociendo las propiedades terapéuticas del mismo. Sobre este total, 84 consumidores pertenecieron al sexo femenino y 56 consumidores al sexo masculino. Distribuidos de la siguiente manera por rango etario:

- 20 mujeres entre 21 y 35 años.
- 45 mujeres entre 36 y 64 años.
- 19 mujeres mayores de 64 años.
- 10 hombres entre 21 y 35 años.
- 20 hombres entre 36 y 64 años.
- 26 hombres mayores de 64 años.

## **1.6. Expresión de la composición nutricional sobre sustancia seca.**

**Tabla N°53:** Valores medios de la composición nutricional expresados sobre sustancia seca en el ajo fresco y el ajo negro derivados del cultivar Castaño.

<b>Ajo fresco Castaño</b>	<b>%</b>	<b>Ajo Negro Castaño</b>	<b>%</b>
Carbohidratos	82,98	Carbohidratos	70,37
Proteínas	15,91	Proteínas	16,07
Grasas Totales	0,70	Grasas Totales	0,90
Sodio (mg%)	43,14	Sodio	26,39
Fibra Bruta	5,31	Fibra Bruta	8,55
Selenio (µg%)	6,53	Selenio	10,52
Polifenoles	4,44	Polifenoles	4,42

**Tabla N°54:** Valores medios de la composición nutricional expresados sobre sustancia seca en el ajo fresco y el ajo negro derivados del cultivar Gostoso.

<b>Ajo fresco Gostoso</b>	<b>%</b>	<b>Ajo negro Gostoso</b>	<b>%</b>
Carbohidratos	81,10	Carbohidratos	68,92
Proteínas	15,59	Proteínas	15,61
Grasas Totales	0,71	Grasas Totales	0,85
Sodio (mg%)	42,25	Sodio	25,93
Fibra Bruta	5,08	Fibra Bruta	8,56
Selenio (µg%)	3,92	Selenio	7,20
Polifenoles	4,29	Polifenoles	4,31

**Tabla N°55:** Valores medios de la composición nutricional expresados sobre sustancia seca en el ajo fresco y el ajo negro derivados del cultivar Morado.

<b>Ajo fresco Morado</b>	<b>%</b>	<b>Ajo negro Morado</b>	<b>%</b>
Carbohidratos	84,05	Carbohidratos	70,48
Proteínas	16,02	Proteínas	16,01
Grasas Totales	0,75	Grasas Totales	0,91
Sodio (mg%)	43,47	Sodio	26,41
Fibra Bruta	5,39	Fibra Bruta	8,72
Selenio (µg%)	6,56	Selenio	10,53
Polifenoles	4,43	Polifenoles	4,41

**Tabla N°56:** Valores medios de la composición nutricional expresados sobre sustancia seca en el ajo fresco y el ajo negro derivados del cultivar Nieve.

<b>Ajo fresco Nieve</b>	<b>%</b>	<b>Ajo negro Nieve</b>	<b>%</b>
Carbohidratos	81,86	Carbohidratos	69,43
Proteínas	15,73	Proteínas	15,72
Grasas Totales	0,72	Grasas Totales	0,90
Sodio (mg%)	42,61	Sodio	26,09
Fibra Bruta	5,29	Fibra Bruta	8,54
Selenio (µg%)	8,40	Selenio	11,65
Polifenoles	4,39	Polifenoles	4,39

En los cuatro cultivares ensayados, al expresar la composición nutricional sobre sustancia seca se observó una disminución en el contenido de carbohidratos que osciló entre un 15 % y 16 % lo cual no se corresponde con la bibliografía consultada donde se concluye que existe una evolución ascendente en los valores de azúcares (Toledano Medina, 2017).

En la tesis publicada por Toledano Medina (2017) se cita que los valores de concentración de polifenoles aumentan durante el proceso de elaboración de ajo negro, hecho que no concuerda con la disminución de la capacidad antioxidante en las muestras analizadas. En la presente tesina, se comprobó a través de la expresión del contenido de polifenoles (%) sobre sustancia seca que el mismo no aumenta en ninguno de los cultivares ensayados una vez completado el proceso de obtención, lo cual explicaría la reducción de la actividad antioxidante asociada a dichos compuestos en la bibliografía consultada.

Por el contrario, se registró una diferencia significativa en el contenido de Selenio (µg %) que resultó en un incremento del 61 % aproximadamente en los cultivares Castaño y Morado, de 39 % en el cultivar Nieve y 84 % en el cultivar Gostoso. Este incremento en el contenido de selenio podría deberse a la presencia de seleno-proteínas (como seleno-cisteína y seleno-metionina) que al ser desnaturalizadas por acción de la elevada temperatura de proceso dejan biodisponible dicho oligoelemento esencial. El contenido de Fibra Bruta en el ajo negro también registró un incremento significativo que osciló entre el 61 % y 68 %.

Como resultado del análisis de la expresión nutricional sobre sustancia seca, se evidenció un incremento significativo del 20 % al 29 %, sobre el contenido de grasas totales de todos los cultivares en estudio. Por el contrario, se registró un descenso significativo (39%) en el contenido de sodio de los cultivares Castaño, Gostoso, Morado y Nieve, lo que podría vincularse al exudado de los dientes de ajo durante el tratamiento térmico, debido a una pérdida por lixiviación.

**Tabla N°57:** Valores medios del perfil aminoacídico expresados sobre sustancia seca en el ajo fresco y el ajo negro derivados del cultivar Castaño.

<b>Cultivar Castaño (% sobre sustancia seca)</b>		
<b>Aminoácidos</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
Ac. Aspártico + Asparagina	825	1375
Ac. Glutámico + Glutamina	1364	2388
Glicina	338	515
Serina	321	382
Treonina	265	260
Histidina	192	221
Tirosina	138	245
Arginina	879	682
Alanina	223	533
Metionina	166	134
Valina	495	544
Triptófano	64	89
Fenilalanina	310	344
Isoleucina	368	330
Leucina	523	539
Lisina	242	294
Prolina	488	675
Ornitina	62	103
Cistina + Cisteína	110	313

**Tabla N°58:** Valores medios del perfil aminoacídico expresados sobre sustancia seca en el ajo fresco y el ajo negro derivados del cultivar Gostoso.

<b>Cultivar Gostoso (% sobre sustancia seca)</b>		
<b>Aminoácidos</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
Ac. Aspártico + Asparagina	796	1348
Ac. Glutámico + Glutamina	1331	2337
Glicina	326	502
Serina	310	370
Treonina	251	251
Histidina	181	205
Tirosina	132	234
Arginina	851	652
Alanina	208	513
Metionina	118	129
Valina	467	532
Triptófano	61	82
Fenilalanina	295	332
Isoleucina	357	311
Leucina	505	523
Lisina	231	279
Prolina	471	657
Ornitina	51	100
Cistina + Cisteína	100	304

**Tabla N°59:** Valores medios del perfil aminoacídico expresados sobre sustancia seca en el ajo fresco y el ajo negro derivados del cultivar Morado.

<b>Cultivar Morado (% sobre sustancia seca)</b>		
<b>Aminoácidos</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
Ac. Aspártico + Asparagina	826	1376
Ac. Glutámico + Glutamina	1369	2382
Glicina	339	516
Serina	318	378
Treonina	264	262
Histidina	189	208
Tirosina	137	229
Arginina	873	671
Alanina	219	510
Metionina	125	134
Valina	479	544
Triptófano	68	86
Fenilalanina	307	341
Isoleucina	368	321
Leucina	520	535
Lisina	243	290
Prolina	491	673
Ornitina	58	102
Cistina + Cisteína	110	310

**Tabla N°60:** Valores medios del perfil aminoacídico expresados sobre sustancia seca en el ajo fresco y el ajo negro derivados del cultivar Nieve.

<b>Cultivar Nieve (% sobre sustancia seca)</b>		
<b>Aminoácidos</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
Ac. Aspártico + Asparagina	817	1361
Ac. Glutámico + Glutamina	1347	2355
Glicina	338	511
Serina	323	380
Treonina	266	259
Histidina	192	222
Tirosina	148	245
Arginina	876	678
Alanina	229	535
Metionina	135	134
Valina	496	544
Triptófano	71	92
Fenilalanina	313	344
Isoleucina	370	332
Leucina	521	537
Lisina	241	296
Prolina	489	677
Ornitina	69	110
Cistina + Cisteína	118	315

En el caso del perfil aminoacídico expresado sobre sustancia seca, se evidenció que los cuatro cultivares: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve presentaron una disminución poco significativa en el contenido de treonina (entre el 1 % y 3 %) y muy significativa en el contenido de arginina (entre el 22 % y 23 %) e isoleucina (entre el 10 % y 13%).

Con respecto al contenido de Metionina, el cultivar Castaño registró una disminución significativa del 19%. No así, en los cultivares Nieve, Gostoso y Morado donde la reducción no resultó significativa entre cultivares, con respecto al mismo aminoácido (entre 1 % y 9%).

Por otro lado, se observó un aumento muy significativo en el contenido de alanina de los cultivares Nieve, Morado y Castaño (entre 134 % y 139%), no habiendo diferencias importantes entre varietales. Contrariamente a lo observado en el cultivar Gostoso, donde el incremento en el contenido de dicho aminoácido resultó en un 147 %.

Para los cultivares Nieve y Gostoso, se registró un incremento muy significativo en el contenido de cistina + cisteína, de 168 % y 204 % respectivamente, lo cual los diferenció de los cultivares Morado y Castaño, en los que el aumento en el contenido de cistina + cisteína osciló entre un 181 % y 185 %, sin diferencia significativa entre ellos.

Finalmente, entre cultivares no presentaron diferencias significativas con respecto al resto de los aminoácidos que conformaron el perfil, los cuales se incrementaron notablemente al finalizar el proceso de obtención y en relación al ajo fresco.

## **CONCLUSIONES**





## **CONCLUSIONES.**

- ✚ Se confirma que es posible establecer las bases de un protocolo de elaboración de ajo negro, precisando los parámetros de tiempo, temperatura y humedad relativa óptimos para su elaboración.
- ✚ El proceso de obtención del ajo negro coincide en cuanto a los parámetros de temperatura y humedad relativa descritos en publicaciones anteriores (Fernandez, S. 2017).
- ✚ Con respecto al tiempo de obtención, se confirma que se puede obtener en 5 días. Y en relación al rendimiento industrial, se concluye que el material vegetal denota un comportamiento más uniforme en cuanto al rendimiento en peso y contenido de humedad (%), cuando los cultivares son sometidos al tratamiento térmico en dientes individuales.
- ✚ Los datos obtenidos en esta tesina muestran que no existen diferencias significativas en la elaboración de ajo negro a partir de diversos cultivares de ajo INTA y con el material vegetal presentado en dientes y seleccionado por uniformidad de tamaño.
- ✚ Se confirma que ha sido posible caracterizar el producto obtenido para cada cultivar ensayado.
- ✚ El ajo negro elaborado, no posee cantidades significativas de grasas totales y grasas saturadas; y no aporta altos niveles de sodio, lo cual contribuye a sus características saludables. No obstante, presentó un elevado contenido de fibra bruta, mejorando su función prebiótica.
- ✚ Todos los variedades estudiados muestran una evolución ascendente de los valores de selenio (compuesto bioactivo con capacidad antioxidante y anticancerígena) y el perfil aminoacídico del ajo negro.
- ✚ El ajo negro obtenido presentó un incremento muy significativo de los aminoácidos azufrados (cistina + cisteína) contribuyendo a la actividad antioxidante del producto terminado y la mejora de las funciones inmunitarias.
- ✚ El análisis de la varianza mediante prueba de Friedman indicó que no se encontraron diferencias sensoriales entre el cultivar Gostoso y los cultivares Castaño y Nieve ( $\alpha= 0,05$ ). Sin embargo, arrojó diferencias sensoriales significativas entre los cultivares Nieve y Morado.

- ✚ El producto elaborado generó un alto grado de aceptación en los consumidores, debido a las características organolépticas de sabor dulce y poco característico al ajo fresco. La caracterización de los cuatro cultivares: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve, tanto por su composición físico – química como nutracéutica, permite contar con una materia prima de interés para la elaboración de alimentos con beneficios para la salud.
- ✚ El ajo negro mostró un alto grado de aceptación por parte de los consumidores en su presentación en dientes, comparada con la presentación en bulbos.

## **REFLEXIONES.**

Existe un gran futuro en establecer este nuevo protocolo de elaboración. El objetivo es optimizar el proceso de obtención, estandarizando los controles de temperatura, humedad relativa y pH; disminuyendo los tiempos de procesamiento con la consecuente reducción de costos y proporcionando a la población un alimento funcional totalmente natural, orgánico, nutritivo e inocuo que aporte la energía necesaria para el desarrollo de las funciones biológicas.

En el mundo actual hay una demanda creciente por parte de los consumidores, de alimentos que los ayuden a mantener su estado de salud, mejorando su sistema inmunológico e inhibiendo el estrés oxidativo.

Por tal motivo, es importante destacar que, de acuerdo a la caracterización físico – química y nutracéutica realizada sobre el ajo negro obtenido se concluye que el mismo constituye un alimento prebiótico por su elevado contenido de fibra y es un alimento de gran valor agregado con respecto al ajo fresco debido a su elevado contenido en aminoácidos y selenio.

Para completar la presente tesina se realizó un análisis de riesgos y puntos críticos de control sobre el proceso de elaboración aquí descrito, el cual se encontrará en el apartado de Anexos.

## **BIBLIOGRAFÍA**



## **BIBLIOGRAFÍA:**

- ✚ Bender-Bojalil D, Bárcenas-Pozos M E. 2013. El ajo y sus aplicaciones en la conservación de los alimentos. Revista Temas Selectos Ingeniería en Alimentos. Editorial UDLAP (Universidad de las Américas Puebla). Pág. 25-36.
- ✚ Burba, Jose Luis. 2003. Producción de ajo. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. Proyecto Ajo INTA 069. Editorial INTA. Pág 5-8.
- ✚ Corzo Martínez, M y col. 2007. Biological properties of onions and garlic. Trends in Food Science and Technology. Editorial Elsevier. Vol. 18, p. 609-625.
- ✚ De Bernardi, Luis. 2016. Situación del mercado de ajo fresco. Revista Mercados Agropecuarios. Número 1. Editorial Subsecretaría de Mercados Agropecuarios. Pág. 50.
- ✚ Fernandez, Silvana. 2017. Bases para el desarrollo de un protocolo para la preparación de ajo negro. XV Curso taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. Editorial INTA. Pág. 179.
- ✚ Fernandez, Silvana. 2019. Rendimiento industrial de cultivares en la elaboración de Ajo Negro para la presentación “en dientes”. Pag. 2-8. XVI Curso taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. 2019. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. Editorial INTA
- ✚ Fundación IDR, 2019. Panorama de ajo de Mendoza. Área Economía Proyectos y Financiamiento – Área Desarrollo Hortícola. Pág. 5. Editorial IDR.
- ✚ Greco, María Florencia. 2011. Estudio de Procesos de Deshidratación Industrial de ajo con la finalidad de preservar alicina como principio bioactivo. Tesina de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.
- ✚ Marín Gómez, Ana. 2016. Efectos del ajo sobre la tensión arterial. Trabajo Final de Máster. Universitat de Les Illes Balears. Pág. 9.
- ✚ Olmedo, P. 2010. Estudio de diferentes fracciones y extractos de *Allium sativum* sobre la reactividad vascular, niveles de colesterol y cultivos celulares. Revista Eureka. Editorial UNSIS. Pág. 08-14.
- ✚ Pérez, M. B y col. 2017. La biofortificación con selenio de clones de ajo de Mendoza. XV Curso taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. Editorial INTA. Pág. 115.
- ✚ Ramírez, H y col. Mayo – Agosto 2016. Efectos Terapéuticos del Ajo (*Allium Sativum*). Revista Salud y Alimentación. Volumen 3. Número 8. Editorial UNSIS. Pág.
- ✚ Riu, J.H.; Kang, D. 2017. Physicochemical Properties, Biological Activity, Health Benefits, and General Limitations of Aged Black Garlic: A Review Molecules. Editorial Springer. Pág. 1-22.
- ✚ Rojas Dávila, Armida. 2016. Efectos del *Allium Sativum*, ajo, en pacientes con dislipidemia en la Ciudad de Huancayo. Revista Peruana de Medicina Integrativa. Vol 1 (4). ISSN: 2415-2692. Editado por Seguro social de salud © Copyright.
- ✚ Sance, María y col. 2005. Evaluación físico química y sensorial de pungencia en distintos cultivares de ajo. IX Curso Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. Editorial INTA. Pág. 183.
- ✚ Singh, V; Singh, D. 2008. Pharmacological effects of garlic (*Allium sativum L.*). Arbs annual review of biomedical science. Vol. 10. Editorial Greener Scholarly publications. Pág. 6 – 26.

- ✚ Toledano Medina, María Ángeles. 2017. Optimización del proceso de elaboración y caracterización fisiológica y físico-química del ajo negro AUTOR: © Edita: UCOPress. Campus de Rabanales Ctra. Nacional IV, Km. 396 A 14071 Córdoba
- ✚ Wang, D. and et al. 2010. Black garlic (*Allium sativum*) extracts enhance the immune system. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology. Editorial Global Science Books. Pág. 37-40.
- ✚ Zhang, X et al. 2016. Effects of temperature on the quality of black garlic. Journal of the Science of Food and Agriculture. Editorial Wiley & Sons, Inc. Pág 2366-2372.

# ANEXO



## ANEXO

### **Análisis de riesgos y puntos críticos de control**

Para completar el protocolo de elaboración del ajo negro se realizó un análisis de riesgos y PCC. La finalidad de dicho análisis es que las personas que deseen involucrarse en el proceso cuenten con una herramienta que les permita comprender fácilmente cada una de las etapas. Esto va a permitir identificar problemas, establecer recursos, coordinar acciones y delimitar tiempos en pos de mejorar los controles y actividades que intervienen en el mismo, para mejorar la gestión de la organización de dicho proceso y establecer indicadores operativos eficientes.

1. ¿Existe algún peligro en esta etapa del proceso?
2. ¿Existen medidas preventivas para el peligro identificado?
3. ¿Está esta etapa diseñada específicamente para eliminar o reducir la probabilidad de aparición de un peligro hasta un nivel aceptable?
4. ¿Puede la contaminación aparecer o incrementarse hasta alcanzar niveles inaceptables?
5. ¿Una etapa o acción posterior eliminará o reducirá el peligro a un nivel aceptable?

**Tabla N° 6:** Utilización del árbol de decisiones para el PCC

<b>Etapas</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>Conclusión</b>
<b>Cosecha y Secado</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No PCC</b>
<b>Transporte</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No PCC</b>
<b>Recepción</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No PCC</b>
<b>Limpieza</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No PCC</b>
<b>Selección y Pelado</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No PCC</b>
<b>Desgranado y Tamañado</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No PCC</b>
<b>Envasado</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>PCC</b>
<b>Tratamiento Térmico</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>			<b>PCC</b>
<b>Oreado y Tapado</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>PCC</b>
<b>Rotulado y Expendio</b>	<b>No</b>					<b>No PCC</b>

**Tabla N° 7:** Utilización del árbol de decisiones para el PCC

<b>ETAPA DEL PROCESO</b>	<b>PELIGROS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS O DE CONTROL</b>	<b>LÍMITE CRÍTICO</b>	<b>VIGILANCIA Y FRECUENCIA</b>	<b>PC</b>	<b>PCC</b>
<b>Cosecha y secado.</b>	<i>Microbiológicos: Presencia de enterobacterias (salmonella, escherichia coli, shigella) y mohos productores de micotoxinas. Químicos: Presencia de pesticidas por no respetar los tiempos de carencia. Físico: Presencia de piedras, plagas, etc</i>	<i>BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) en el cultivo de ajo y BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) durante el secado al aire.</i>	<i>Características organolépticas que cumplan con la legislación vigente (Código Alimentario) Límites establecidos por las normativas sanitarias.</i>	<i>Control mensual de plagas, residuos de pesticidas y desarrollo microbiano (bacterias y mohos)</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>

Tesina de Licenciatura en Bromatología – Brom. María Marta Estalles  
**"Bases para la elaboración de protocolos para la obtención de ajo negro con cultivares INTA de ajo (*Allium sativum*), y caracterización organoléptica, físico – química y nutracéutica"**



Tabla Nº 7: Continuación.

ETAPA DEL PROCESO	PELIGROS	MEDIDAS PREVENTIVAS O DE CONTROL	LÍMITE CRÍTICO	VIGILANCIA Y FRECUENCIA	PC	PCC
<b>Transporte</b>	<p><i>Microbiológicos: Aumento de la carga microbiana proveniente de la cosecha por temperaturas elevadas. Fermentaciones. Químicos: Presencia de detergentes o desinfectantes por inadecuada limpieza. Físico: Presencia de piedras, tierra, metales, etc</i></p>	<p><i>Control de transporte de la materia prima. Buenas condiciones de la carpa protectora del camión. Permisos del transporte de alimentos en regla.</i></p>	<p><i>Temperatura de 25 °C Transporte habilitado por entidad contralor según reglamentación vigente.</i></p>	<p><i>Control por unidad de transporte y trazabilidad del lote transportado. Control de carpa para protección solar y evitar elevadas temperaturas.</i></p>	SI	NO
<b>Recepción</b>	<p><i>Microbiológicos: Presencia de enterobacterias (salmonella, escherichia coli, shigella) y mohos productores de micotoxinas. Fermentaciones por elevadas temperaturas. Químicos: Presencia de sustancias químicas por inadecuado transporte. Físico: Presencia de piedras, plagas, metales, hojas, tallos, etc. Envases defectuosos.</i></p>	<p><i>BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) en el cultivo de ajo. Control del momento oportuno de cosecha. Control higiénico sanitario del transporte. Control de proveedores de insumos secos (envases, etiquetas)</i></p>	<p><i>Características organolépticas que cumplan con la legislación vigente (Código Alimentario) Límites establecidos por normativa sanitaria. Temperatura adecuada de transporte. Envases de buena calidad.</i></p>	<p><i>Controles periódicos físico-químicos y organolépticos de materia prima e insumos.</i></p>	SI	NO
<b>Limpieza</b>	<p><i>Físico: Presencia de piedras, tierra, chalas, discos y raíces.</i></p>	<p><i>Control de la limpieza, eliminar chalas, discos y raíces.</i></p>	<p><i>Lograr que la materia prima se encuentre en condiciones adecuadas de limpieza para su procesamiento.</i></p>	<p><i>Control de limpieza eficiente.</i></p>	SI	NO
<b>Selección y Pelado</b>	<p><i>Microbiológicos: Presencia de mohos. Químicos: Presencia de exceso de hipoclorito en el agua de lavado. Limpieza inadecuada de la cinta de selección. Físicos: Piedras, hojas, tallos, pelos, etc</i></p>	<p><i>Procesado higiénico de la materia prima. Selección eficiente de los bulbos de ajo. BPM (Buenas prácticas de Manufactura</i></p>	<p><i>Selección efectiva de los bulbos de ajo. Eficiente eliminación de catáfilas, tallos y hojas.</i></p>	<p><i>Control de la eficiencia operativa de selección. Rotación del personal de selección. Control de ausencia de catáfilas.</i></p>	SI	NO

Tesis de Licenciatura en Bromatología – Brom. María Marta Estalles

**"Bases para la elaboración de protocolos para la obtención de ajo negro con cultivares INTA de ajo (*Allium sativum*), y caracterización organoléptica, físico – química y nutracéutica"**

Tabla N° 7: Continuación.

ETAPA DEL PROCESO	PELIGROS	MEDIDAS PREVENTIVAS O DE CONTROL	LÍMITE CRÍTICO	VIGILANCIA	PC	PCC
<b>Desgranado y Tamañado</b>	<p><i>Microbiológico:</i> Microorganismos patógenos por limpieza inadecuada de las bandejas de desgrane.</p> <p><i>Químicos:</i> Presencia de sustancias químicas por inadecuada limpieza de las bandejas de desgrane.</p> <p><i>Físico:</i> Presencia de piedras, pelos, aros, etc.</p>	<p><i>Eficiente tamañado de los dientes de ajo.</i></p> <p><i>Control higiénico sanitario de las bandejas en contacto con la materia prima semi procesada.</i></p> <p><i>BPM (Buenas Prácticas de Manufactura)</i></p>	<p><i>Bandejas limpias y desinfectadas, de acuerdo al procedimiento operativo estandarizado de limpieza.</i></p> <p><i>Características organolépticas que cumplan con el tamaño promedio del cultivar de ajo en procesamiento.</i></p>	<p><i>Control de la uniformidad de los dientes de ajo.</i></p> <p><i>Control microbiológico de superficies.</i></p>	SI	NO
<b>Envasado</b>	<p><i>Microbiológicos:</i> Proliferación microbiana indeseable.</p> <p><i>Fermentaciones.</i></p> <p><i>Químicos:</i> Presencia de sustancias químicas por inadecuada asepsia.</p> <p><i>Físico:</i> Envases defectuosos.</p>	<p><i>Rapidez en el envasado bajo condiciones de asepsia eficientes.</i></p> <p><i>BPM (Buenas Prácticas de Manufactura)</i></p>	<p><i>Condiciones higiénicas adecuadas.</i></p> <p><i>Envases esterilizados.</i></p>	<p><i>Controlar cada 1 hora el proceso de envasado.</i></p> <p><i>Control visual de envases.</i></p>	NO	SI
<b>Tratamiento Térmico</b>	<p><i>Microbiológicos:</i> Proliferación microbiana indeseable (patógenos).</p> <p><i>Microorganismos termófilos.</i></p> <p><i>Químicos:</i> Presencia de sustancias químicas por inadecuada asepsia de equipo de calor.</p>	<p><i>Empleo de tiempo, temperatura y humedad relativa óptimas para la obtención de ajo negro.</i></p>	<p><i>Temperatura constante de 85 °C, durante 5 días en una atmósfera con 90% de humedad relativa.</i></p>	<p><i>Control de temperatura, tiempo y humedad relativa en cada lote elaborado.</i></p>	NO	SI
<b>Oreado y Tapado</b>	<p><i>Microbiológicos:</i> Proliferación microbiana indeseable (patógenos).</p> <p><i>Químico:</i> Limpieza y desinfección inadecuada de las tapas.</p> <p><i>Físicos:</i> Tapas defectuosas.</p>	<p><i>Oreado rápido y tapado aséptico.</i></p> <p><i>Buenas condiciones de higiene de las tapas.</i></p> <p><i>Cierre hermético de los envases.</i></p> <p><i>BPM (Buenas Prácticas de Manufactura)</i></p>	<p><i>Oreado eficiente del producto terminado (Tiempo menor a 2 hs y temperatura de 60°C)</i></p> <p><i>Tapado hermético de los frascos.</i></p>	<p><i>Control del tiempo de envasado y temperatura de enfriamiento.</i></p> <p><i>Control de hermeticidad del envase</i></p>	NO	SI

Tabla N° 8: Monitoreo y registro de los puntos de control.

ETAPA DEL PROCESO	MONITOREO	ACCIONES CORRECTIVAS	REGISTROS
<b>Cosecha</b>	Periódico: 1 vez por cada turno de trabajo de 8 hs.	Elaboración de manual de BPA (Buenas prácticas agrícolas) Rechazo de productos no aptos para el tratamiento del cultivo.	En cada cosecha llevar registro de los productos empleados en el control de plagas del cultivo y de los controles de MOC (momento oportuno de cosecha)
<b>Transporte</b>	Periódico: 1 vez por día de traslado de materia prima.	Rechazo de transporte no apto para el traslado. Corregir condiciones higiénico sanitarias del vehículo de transporte.	Registro de limpieza y desinfección de la unidad de transporte por cada traslado de materia prima.
<b>Recepción</b>	Periódico: 2 veces por cada turno de trabajo de 8 hs.	Rechazo de materia prima no apta. Control de proveedores.	Registro de entrada de los controles de materia prima e insumos con los controles efectuados en cada partida.
<b>Lavado</b>	Periódico: 2 veces por cada turno de trabajo de 8 hs	Corregir la concentración de hipoclorito de sodio en el agua de lavado.	Registro de frecuencia de correcciones realizadas en el agua de lavado.
<b>Selección y pelado</b>	Inspección visual: Cada 1 hora por turno de trabajo de 8 hs	Corregir condiciones de trabajo. Capacitación del personal de selección. Calibrado del equipo de pelado. Elaboración de manual de BPM	Registro de capacitación del personal. Registro de calibración de equipos de procesamiento. Registro de cumplimiento del manual de BPM (Buenas Prácticas de manufactura).
<b>Desgranado y Tamañado</b>	Inspección visual: Cada 1 hora por turno de trabajo de 8 hs	Corregir condiciones de trabajo de tamañado. Capacitación del personal de clasificación. Elaboración de manual de BPM	Registro de capacitación del personal. Registro de cumplimiento del manual de BPM (Buenas Prácticas de manufactura).
<b>Envasado</b>	Realizar control de envasado por cada lote que ingresa al tratamiento térmico.	Corrección del programa de mantenimiento de equipos. Corrección de POES (Procedimientos operativos estandarizados de limpieza). Elaboración de manual de BPM. Rechazo de envases defectuosos.	Registro de frecuencia de mantenimiento de maquinarias. Registro de cumplimiento de POES. Registro de control de envases. Registro del cumplimiento del manual de BPM
<b>Tratamiento térmico</b>	Control periódico: Cada 1 hs por turno de trabajo de 8 hs.	Calibrado de instrumentos de medición. Corregir condiciones de trabajo. Elaboración de manual de BPM.	Registros de temperatura, tiempo y humedad relativa de trabajo. Registro de calibración de los instrumentos de medición. Registro del cumplimiento del manual de BPM.
<b>Enfriamiento y Tapado</b>	Control periódico: Cada 30 min por turno de trabajo.	Rechazo de productos con cierre no apto. Calibrado de instrumentos de medición. Rechazo de tapas defectuosas. Corrección de POES. Elaboración de manual de BPM.	Registros de temperatura y tiempo de enfriamiento. Registro de calibración de los instrumentos de medición. Registro del cumplimiento del manual de BPM y POES. Registro de control de cierre hermético.

Tesina de Licenciatura en Bromatología – Brom. María Marta Estalles

"Bases para la elaboración de protocolos para la obtención de ajo negro con cultivares INTA de ajo (*Allium sativum*), y caracterización organoléptica, físico – química y nutrécútica"





**Evaluación Sensorial de “Ajo negro”.**

**Nombre:** .....

**Fecha:** .....

**Edad:** .....

**Hora:** .....

El ajo negro es un producto 100% natural. La alicina, su componente principal, ayuda al sistema inmunológico del cuerpo, es antioxidante, mantiene en buenos niveles la presión sanguínea y ayuda a eliminar lípidos y colesterol, previniendo de ese modo las enfermedades cardiovasculares. (Fernandez, S. 2017).

**Marque con una cruz el casillero que indica su “apreciación global” acerca de los productos que se le presentaron:**

	<b>CASTAÑO</b>	<b>GOSTOSO</b>	<b>MORADO</b>	<b>NIEVE</b>
<b>1. Me gusta mucho</b>				
<b>2. Me gusta</b>				
<b>3. Ni me gusta ni me disgusta</b>				
<b>4. Me disgusta</b>				
<b>5. Me disgusta mucho</b>				



**MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN !!!!!**

**Figura N°19:** Planilla de apreciación global para el “Ajo negro” obtenido a partir de diversos cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

**Tablas del Análisis Estadístico.**

**Tablas resultantes del “Análisis Descriptivo” de los bulbos de ajo (*Allium sativum*).**

**Tabla N°9:** Caracterización del peso expresado en gr de los bulbos de ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{x} \pm S$	
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	24,774 g $\pm$ 0,467 g	16,210 g $\pm$ 0,801 g
<b>Gostoso</b>	14,483 g $\pm$ 1,079 g	7,303 g $\pm$ 1,356 g
<b>Morado</b>	26,640 g $\pm$ 0,451 g	17,513 g $\pm$ 0,626 g
<b>Nieve</b>	23,839 g $\pm$ 1,113 g	15,211 g $\pm$ 0,899 g

**Tabla N°10:** Caracterización del diámetro expresado en mm de los bulbos de ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{x} \pm S$	
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	53,20 mm $\pm$ 0,87 mm	53,20 mm $\pm$ 0,87 mm
<b>Gostoso</b>	39,75 mm $\pm$ 2,04 mm	39,75 mm $\pm$ 2,04 mm
<b>Morado</b>	56,90 mm $\pm$ 0,87 mm	56,90 mm $\pm$ 0,87 mm
<b>Nieve</b>	49,51 mm $\pm$ 1,45 mm	49,51 mm $\pm$ 1,45 mm

**Tabla N°11:** Caracterización del PER (peso específico relativo) de los bulbos de ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{x} \pm S$	
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	0,466 $\pm$ 0,003	0,305 $\pm$ 0,013
<b>Gostoso</b>	0,364 $\pm$ 0,012	0,183 $\pm$ 0,029
<b>Morado</b>	0,468 $\pm$ 0,004	0,308 $\pm$ 0,008
<b>Nieve</b>	0,481 $\pm$ 0,015	0,307 $\pm$ 0,013

**Tablas resultantes del “Análisis Inferencial” de los bulbos de ajo (*Allium sativum*).**

**Tabla N°12:** Intervalos de confianza para los pesos medios de bulbos de ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(24,655;24,892)	(16,007;16,413)
<b>Gostoso</b>	(14,210;14,756)	(6,960;7,646)
<b>Morado</b>	(26,526;26,754)	(17,354;17,671)
<b>Nieve</b>	(23,557;24,120)	(14,984;15,439)

**Tabla N°13:** Intervalos de confianza para el PER (peso específico relativo) medio de los bulbos de ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

Intervalos de confianza		
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	(0,465;0,466)	(0,301;0,308)
<b>Gostoso</b>	(0,361;0,367)	(0,176;0,191)
<b>Morado</b>	(0,467;0,469)	(0,306;0,310)
<b>Nieve</b>	(0,478;0,485)	(0,304;0,310)

**Tabla N°14:** Intervalos de confianza para el diámetro medio de los bulbos de ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

Intervalos de confianza		
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	(52,98;53,42)	(52,98;53,42)
<b>Gostoso</b>	(39,24;40,27)	(39,24;40,27)
<b>Morado</b>	(56,68;57,12)	(56,68;57,12)
<b>Nieve</b>	(49,14;49,88)	(49,14;49,88)

**Tablas resultantes del “Análisis Descriptivo” de los dientes de ajo (*Allium sativum*).**

**Tabla N°15:** Caracterización del peso neto expresado en gr de los dientes de ajo negro, procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

Cultivar INTA	$\bar{x} \pm S$	
	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	160,59 g $\pm$ 4,65 g	90,88 g $\pm$ 4,63 g
<b>Gostoso</b>	180,93 g $\pm$ 3,34 g	110,51 g $\pm$ 3,22 g
<b>Morado</b>	163,23 g $\pm$ 3,28 g	96,16 g $\pm$ 4,54 g
<b>Nieve</b>	178,36 g $\pm$ 1,92 g	114,87 g $\pm$ 2,79 g

**Tabla N°16:** Caracterización del valor de pH de los dientes de ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

Cultivar INTA	$\bar{x} \pm S$ (pH)	
	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	5,90 $\pm$ 0,02	3,33 $\pm$ 0,02
<b>Gostoso</b>	5,93 $\pm$ 0,04	3,53 $\pm$ 0,01
<b>Morado</b>	5,89 $\pm$ 0,01	3,31 $\pm$ 0,02
<b>Nieve</b>	5,93 $\pm$ 0,04	3,53 $\pm$ 0,02



**Tabla N°17:** Caracterización del valor calórico de los dientes de ajo negro obtenido a partir de diversos cultivares de ajo INTA y expresado en Kcal por cada 100 gr del producto terminado.

	$\bar{x} \pm S$ (Valor Calórico Kcal/100 g)	
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	128,6 Kcal $\pm$ 0,5 Kcal	221,0 Kcal $\pm$ 1,0 Kcal
<b>Gostoso</b>	133,0 Kcal $\pm$ 0,7 Kcal	215,6 Kcal $\pm$ 1,1 Kcal
<b>Morado</b>	136,0 Kcal $\pm$ 0,7 Kcal	219,8 Kcal $\pm$ 1,3 Kcal
<b>Nieve</b>	138,6 Kcal $\pm$ 0,5 Kcal	216,2 Kcal $\pm$ 0,8 Kcal

**Tabla N°18:** Caracterización del contenido de carbohidratos expresado en gr % de ajo negro procedente de distintos cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{x} \pm S$ (Carbohidratos %)	
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	33,06 % $\pm$ 0,03 %	44,15 % $\pm$ 0,11 %
<b>Gostoso</b>	33,09 % $\pm$ 0,03 %	44,02 % $\pm$ 0,04 %
<b>Morado</b>	33,31 % $\pm$ 0,08 %	44,19 % $\pm$ 0,28 %
<b>Nieve</b>	33,13 % $\pm$ 0,02 %	44,10 % $\pm$ 0,04 %

**Tabla N°19:** Caracterización del contenido de proteínas en el ajo negro, expresado en gr %, a partir de diversos cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{x} \pm S$ (Proteínas %)	
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	6,340 % $\pm$ 0,014 %	10,084 % $\pm$ 0,058 %
<b>Gostoso</b>	6,360 % $\pm$ 0,007 %	9,970 % $\pm$ 0,047 %
<b>Morado</b>	6,350 % $\pm$ 0,007 %	10,036 % $\pm$ 0,023 %
<b>Nieve</b>	6,364 % $\pm$ 0,009 %	9,984 % $\pm$ 0,059 %

**Tabla N°20:** Caracterización del contenido de grasas totales del ajo negro, expresado en gr % y obtenido a partir de diversos cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{x} \pm S$ (Grasas Totales %)	
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	0,278 % $\pm$ 0,004 %	0,566 % $\pm$ 0,011 %
<b>Gostoso</b>	0,290 % $\pm$ 0,007 %	0,544 % $\pm$ 0,009 %
<b>Morado</b>	0,298 % $\pm$ 0,008 %	0,568 % $\pm$ 0,008 %
<b>Nieve</b>	0,290 % $\pm$ 0,007 %	0,574 % $\pm$ 0,005 %

**Tabla N°21:** Caracterización del contenido de fibra bruta del ajo negro expresado en gr % obtenido a partir de diversos cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{x} \pm S$ (Fibra Bruta %)	
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	2,114 % $\pm$ 0,013 %	5,366 % $\pm$ 0,018 %
<b>Gostoso</b>	2,074 % $\pm$ 0,011 %	5,258 % $\pm$ 0,157 %
<b>Morado</b>	2,136 % $\pm$ 0,005 %	5,470 % $\pm$ 0,040 %
<b>Nieve</b>	2,142 % $\pm$ 0,013 %	5,424 % $\pm$ 0,026 %

**Tabla N°22:** Caracterización del contenido de sodio del ajo negro expresado en mg % obtenido a partir de diversos cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{x} \pm S$ (Sodio mg %)	
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	17,186 mg% $\pm$ 0,022 mg %	16,558 mg% $\pm$ 0,011 mg %
<b>Gostoso</b>	17,226 mg% $\pm$ 0,005 mg%	16,534 mg% $\pm$ 0,005 mg%
<b>Morado</b>	17,236 mg% $\pm$ 0,005 mg%	16,560 mg% $\pm$ 0,007 mg%
<b>Nieve</b>	17,246 mg% $\pm$ 0,005 mg%	16,572 mg% $\pm$ 0,008 mg%

**Tabla N°23:** Caracterización del contenido de cenizas del ajo negro expresadas en gr % y obtenidas a partir de diversos cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{x} \pm S$ (Cenizas g %)	
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	1,534 % $\pm$ 0,011 %	2,594 % $\pm$ 0,038 %
<b>Gostoso</b>	1,572 % $\pm$ 0,019 %	2,564 % $\pm$ 0,023 %
<b>Morado</b>	1,652 % $\pm$ 0,008 %	2,614 % $\pm$ 0,080 %
<b>Nieve</b>	1,648 % $\pm$ 0,016 %	2,656 % $\pm$ 0,021 %

**Tabla N°24** Caracterización del contenido de humedad del ajo negro, expresada en % y obtenida a partir de diversos cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{x} \pm S$ (Humedad %)	
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	60,16 % $\pm$ 0,25 %	37,26 % $\pm$ 0,18 %
<b>Gostoso</b>	59,20 % $\pm$ 0,18 %	36,13 % $\pm$ 0,22 %
<b>Morado</b>	60,37 % $\pm$ 0,21 %	37,30 % $\pm$ 0,20 %
<b>Nieve</b>	59,53 % $\pm$ 0,09 %	36,48 % $\pm$ 0,09 %

**Tabla N°25:** Caracterización del contenido de selenio en el ajo negro, expresado en  $\mu\text{g } \%$  a partir de diversos cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{X} \pm S$ (Selenio $\mu\text{g } \%$ )	
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	2,6 $\mu\text{g } \%$ $\pm$ 0,5 $\mu\text{g } \%$	6,6 $\mu\text{g } \%$ $\pm$ 0,5 $\mu\text{g } \%$
<b>Gostoso</b>	1,6 $\mu\text{g } \%$ $\pm$ 0,5 $\mu\text{g } \%$	4,6 $\mu\text{g } \%$ $\pm$ 0,5 $\mu\text{g } \%$
<b>Morado</b>	2,6 $\mu\text{g } \%$ $\pm$ 0,5 $\mu\text{g } \%$	6,6 $\mu\text{g } \%$ $\pm$ 0,5 $\mu\text{g } \%$
<b>Nieve</b>	3,4 $\mu\text{g } \%$ $\pm$ 0,5 $\mu\text{g } \%$	7,4 $\mu\text{g } \%$ $\pm$ 0,5 $\mu\text{g } \%$

**Tabla N°26:** Caracterización del contenido medio de polifenoles en el ajo negro, expresado en  $\text{gr } \%$  a partir de diversos cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

	$\bar{X} \pm S$ (Polifenoles $\%$ )	
Cultivar INTA	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Castaño</b>	1,770 $\%$ $\pm$ 0,014 $\%$	2,774 $\%$ $\pm$ 0,005 $\%$
<b>Gostoso</b>	1,750 $\%$ $\pm$ 0,007 $\%$	2,750 $\%$ $\pm$ 0,007 $\%$
<b>Morado</b>	1,754 $\%$ $\pm$ 0,005 $\%$	2,762 $\%$ $\pm$ 0,008 $\%$
<b>Nieve</b>	1,776 $\%$ $\pm$ 0,005 $\%$	2,786 $\%$ $\pm$ 0,005 $\%$

**Tabla N°27:** Caracterización del perfil de aminoácidos del ajo negro expresado en  $\text{mg } \%$  correspondiente al cultivar Castaño.

Cultivar Castaño $\bar{X} \pm S$		
Aminoácidos	Ajo Fresco	Ajo Negro
<b>Ac. Aspártico + Asparagina</b>	328,60 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,89 $\text{mg } \%$	862,60 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$
<b>Ac. Glutámico + Glutamina</b>	543,60 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$	1498,20 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Glicina</b>	134,60 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$	323,20 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Serina</b>	127,80 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,45 $\text{mg } \%$	239,80 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Treonina</b>	105,60 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$	163,20 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Histidina</b>	76,52 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,50 $\text{mg } \%$	138,40 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,89 $\text{mg } \%$
<b>Tirosina</b>	54,88 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,33 $\text{mg } \%$	153,80 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Arginina</b>	350,20 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$	427,60 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$
<b>Alanina</b>	88,76 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,33 $\text{mg } \%$	334,40 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$
<b>Metionina</b>	51,30 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,67 $\text{mg } \%$	84,34 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,21 $\text{mg } \%$
<b>Valina</b>	197,40 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$	341,20 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Triptófano</b>	25,54 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,44 $\text{mg } \%$	55,79 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Fenilalanina</b>	123,60 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$	215,80 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Isoleucina</b>	146,80 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,45 $\text{mg } \%$	206,80 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Leucina</b>	208,20 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,45 $\text{mg } \%$	338,00 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,71 $\text{mg } \%$
<b>Lisina</b>	96,34 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,27 $\text{mg } \%$	184,40 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$
<b>Prolina</b>	194,60 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$	423,20 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Ornitina</b>	24,53 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,59 $\text{mg } \%$	64,80 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,84 $\text{mg } \%$
<b>Cistina + Cisteína</b>	43,74 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,37 $\text{mg } \%$	196,40 $\text{mg } \%$ $\pm$ 0,55 $\text{mg } \%$

Tabla N°28: Caracterización del perfil de aminoácidos del ajo negro expresado en mg % correspondiente al cultivar Gostoso.

Cultivar Gostoso $\bar{X} \pm S$		
Aminoácidos	Ajo Fresco	Ajo Negro
Ac. Aspártico + Asparagina	324,80 mg % $\pm$ 0,45 mg %	861,20 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Ac. Glutámico + Glutamina	542,90 mg % $\pm$ 0,38 mg %	1492,40 mg % $\pm$ 0,55 mg %
Glicina	132,94 mg % $\pm$ 0,43 mg %	320,80 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Serina	126,50 mg % $\pm$ 0,38 mg %	236,60 mg % $\pm$ 0,55 mg %
Treonina	102,36 mg % $\pm$ 0,43 mg %	160,00 mg % $\pm$ 0,71 mg %
Histidina	73,88 mg % $\pm$ 0,42 mg %	131,20 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Tirosina	53,72 mg % $\pm$ 0,73 mg %	149,20 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Arginina	347,06 mg % $\pm$ 0,56 mg %	416,20 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Alanina	84,66 mg % $\pm$ 0,47 mg %	327,60 mg % $\pm$ 1,14 mg %
Metionina	48,26 mg % $\pm$ 0,56 mg %	82,30 mg % $\pm$ 0,20 mg %
Valina	190,48 mg % $\pm$ 0,36 mg %	340,00 mg % $\pm$ 0,71 mg %
Triptófano	25,04 mg % $\pm$ 0,42 mg %	52,60 mg % $\pm$ 0,55 mg %
Fenilalanina	120,26 mg % $\pm$ 0,79 mg %	212,20 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Isoleucina	145,58 mg % $\pm$ 0,38 mg %	198,80 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Leucina	205,90 mg % $\pm$ 0,22 mg %	334,20 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Lisina	94,34 mg % $\pm$ 0,13 mg %	178,00 mg % $\pm$ 1,00 mg %
Prolina	192,22 mg % $\pm$ 0,30 mg %	419,40 mg % $\pm$ 0,89 mg %
Ornitina	20,78 mg % $\pm$ 0,30 mg %	63,60 mg % $\pm$ 0,55 mg %
Cistina + Cisteína	40,74 mg % $\pm$ 0,28 mg %	194,00 mg % $\pm$ 0,71 mg %

Tabla N°29: Caracterización del perfil de aminoácidos del ajo negro expresado en mg % correspondiente al cultivar Morado.

Cultivar Morado $\bar{X} \pm S$		
Aminoácidos	Ajo Fresco	Ajo Negro
Ac. Aspártico + Asparagina	327,24 mg % $\pm$ 0,48 mg %	863,00 mg % $\pm$ 0,71 mg %
Ac. Glutámico + Glutamina	542,35 mg % $\pm$ 0,32 mg %	1493,60 mg % $\pm$ 1,14 mg %
Glicina	134,46 mg % $\pm$ 0,38 mg %	323,80 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Serina	125,84 mg % $\pm$ 0,26 mg %	236,80 mg % $\pm$ 1,30 mg %
Treonina	104,68 mg % $\pm$ 0,46 mg %	164,20 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Histidina	74,80 mg % $\pm$ 0,28 mg %	130,20 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Tirosina	54,40 mg % $\pm$ 0,31 mg %	143,80 mg % $\pm$ 0,45 mg %
Arginina	345,82 mg % $\pm$ 0,20 mg %	420,62 mg % $\pm$ 0,39 mg %
Alanina	86,68 mg % $\pm$ 0,31 mg %	319,80 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Metionina	49,62 mg % $\pm$ 0,36 mg %	83,98 mg % $\pm$ 0,40 mg %
Valina	189,74 mg % $\pm$ 0,28 mg %	341,20 mg % $\pm$ 1,10 mg %
Triptófano	27,02 mg % $\pm$ 0,15 mg %	54,19 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Fenilalanina	121,60 mg % $\pm$ 0,42 mg %	214,00 mg % $\pm$ 1,00 mg %
Isoleucina	145,92 mg % $\pm$ 0,30 mg %	201,00 mg % $\pm$ 1,00 mg %
Leucina	206,00 mg % $\pm$ 0,20 mg %	335,40 mg % $\pm$ 1,14 mg %
Lisina	96,18 mg % $\pm$ 0,29 mg %	181,70 mg % $\pm$ 0,45 mg %
Prolina	194,46 mg % $\pm$ 0,38 mg %	421,80 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Ornitina	23,16 mg % $\pm$ 0,26 mg %	63,80 mg % $\pm$ 0,84 mg %
Cistina + Cisteína	43,78 mg % $\pm$ 0,30 mg %	194,40 mg % $\pm$ 0,55 mg %

Tesis de Licenciatura en Bromatología – Brom. María Marta Estalles  
*"Bases para la elaboración de protocolos para la obtención de ajo negro con cultivares INTA de ajo (Allium sativum), y caracterización organoléptica, físico – química y nutracéutica"*

**Tabla N°30:** Caracterización del perfil de aminoácidos del ajo negro expresado en mg % correspondiente al cultivar Nieve.

<b>Cultivar Nieve <math>\bar{X} \pm S</math></b>		
<b>Aminoácidos</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Ac. Aspártico + Asparagina</b>	330,72 mg % $\pm$ 0,26 mg %	864,40 mg % $\pm$ 0,89 mg %
<b>Ac. Glutámico + Glutamina</b>	545,30 mg % $\pm$ 0,62 mg %	1495,80 mg % $\pm$ 1,10 mg %
<b>Glicina</b>	136,82 mg % $\pm$ 0,25 mg %	324,60 mg % $\pm$ 0,55 mg %
<b>Serina</b>	130,62 mg % $\pm$ 0,41 mg %	241,20 mg % $\pm$ 1,10 mg %
<b>Treonina</b>	107,82 mg % $\pm$ 0,25 mg %	164,60 mg % $\pm$ 0,55 mg %
<b>Histidina</b>	77,84 mg % $\pm$ 0,27 mg %	140,80 mg % $\pm$ 0,84 mg %
<b>Tirosina</b>	59,78 mg % $\pm$ 0,30 mg %	155,40 mg % $\pm$ 0,55 mg %
<b>Arginina</b>	354,60 mg % $\pm$ 0,55 mg %	430,62 mg % $\pm$ 0,41 mg %
<b>Alanina</b>	92,66 mg % $\pm$ 0,32 mg %	339,60 mg % $\pm$ 0,89 mg %
<b>Metionina</b>	54,64 mg % $\pm$ 0,34 mg %	85,00 mg % $\pm$ 0,71 mg %
<b>Valina</b>	200,72 mg % $\pm$ 0,27 mg %	345,60 mg % $\pm$ 0,55 mg %
<b>Triptófano</b>	28,74 mg % $\pm$ 0,26 mg %	58,40 mg % $\pm$ 0,55 mg %
<b>Fenilalanina</b>	126,82 mg % $\pm$ 0,25 mg %	218,40 mg % $\pm$ 0,89 mg %
<b>Isoleucina</b>	149,70 mg % $\pm$ 0,27 mg %	210,60 mg % $\pm$ 0,89 mg %
<b>Leucina</b>	210,78 mg % $\pm$ 0,30 mg %	340,80 mg % $\pm$ 0,84 mg %
<b>Lisina</b>	97,40 mg % $\pm$ 0,89 mg %	187,72 mg % $\pm$ 0,26 mg %
<b>Prolina</b>	197,70 mg % $\pm$ 0,28 mg %	430,00 mg % $\pm$ 0,71 mg %
<b>Ornitina</b>	27,82 mg % $\pm$ 0,25 mg %	70,00 mg % $\pm$ 0,71 mg %
<b>Cistina + Cisteína</b>	47,62 mg % $\pm$ 0,22 mg %	200,20 mg % $\pm$ 1,10 mg %

**Tablas resultantes del “Análisis Inferencial” de los dientes de ajo (*Allium sativum*).**

**Tabla N°31:** Intervalos de confianza para el peso medio de los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(159,42;161,77)	(89,71;92,05)
<b>Gostoso</b>	(180,08;181,77)	(109,69;111,32)
<b>Morado</b>	(162,40;164,06)	(95,01;97,31)
<b>Nieve</b>	(177,88;178,85)	(114,17;115,58)

**Tabla N°32:** Intervalos de confianza para el valor medio de pH de los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: pH</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(5,87;5,92)	(3,31;3,35)
<b>Gostoso</b>	(5,87;5,98)	(3,51;3,55)
<b>Morado</b>	(5,88;5,90)	(3,29;3,34)
<b>Nieve</b>	(5,88;5,98)	(3,51;3,55)

**Tabla N°33:** Intervalos de confianza para el valor calórico medio de los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: V. Calórico Kcal/100 g</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(127,9;129,3)	(219,8;222,2)
<b>Gostoso</b>	(132,1;133,9)	(214,2;217,0)
<b>Morado</b>	(135,1;136,9)	(218,2;221,4)
<b>Nieve</b>	(137,9;139,3)	(215,2;217,2)

**Tabla N°34:** Intervalos de confianza para el contenido medio de carbohidratos en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: HC. Totales (%)</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(33,02;33,09)	(44,02;44,28)
<b>Gostoso</b>	(33,06;33,12)	(43,98;44,07)
<b>Morado</b>	(33,21;33,40)	(43,84;44,54)
<b>Nieve</b>	(33,10;33,16)	(44,05;44,15)

**Tabla N°35:** Intervalos de confianza para el contenido medio de proteínas en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: Proteínas (%)</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(6,322;6,358)	(10,012;10,156)
<b>Gostoso</b>	(6,351;6,369)	(9,912;10,028)
<b>Morado</b>	(6,341;6,359)	(10,007;10,065)
<b>Nieve</b>	(6,353;6,375)	(9,911;10,057)

**Tabla N°36:** Intervalos de confianza para el contenido medio de grasas totales en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: Grasas Totales (%)</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(0,272;0,284)	(0,552;0,580)
<b>Gostoso</b>	(0,281;0,299)	(0,533;0,555)
<b>Morado</b>	(0,288;0,308)	(0,558;0,578)
<b>Nieve</b>	(0,281;0,299)	(0,567;0,581)

**Tabla N°37:** Intervalos de confianza para el contenido medio de grasas saturadas en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: Grasas Saturadas (%)</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(0,097;0,111)	(0,219;0,233)
<b>Gostoso</b>	(0,109;0,123)	(0,208;0,228)
<b>Morado</b>	(0,119;0,133)	(0,239;0,253)
<b>Nieve</b>	(0,129;0,143)	(0,229;0,243)

**Tabla N°38:** Intervalos de confianza para el contenido medio de fibra bruta en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: Fibra Bruta (%)</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(2,097;2,088)	(5,343;5,389)
<b>Gostoso</b>	(2,060;2,088)	(5,064;5,452)
<b>Morado</b>	(2,129;2,143)	(5,420;5,520)
<b>Nieve</b>	(2,126;2,158)	(5,392;5,456)

**Tabla N°39:** Intervalos de confianza para el contenido medio de sodio en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: Sodio (mg%)</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(17,159;17,213)	(16,544;16,572)
<b>Gostoso</b>	(17,219;17,233)	(16,527;16,541)
<b>Morado</b>	(17,229;17,243)	(16,551;16,569)
<b>Nieve</b>	(17,239;17,253)	(16,562;16,582)

**Tabla N°40:** Intervalos de confianza para el contenido medio de humedad en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: Humedad (%)</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(59,85;60,47)	(37,04;37,48)
<b>Gostoso</b>	(58,97;59,42)	(35,86;36,40)
<b>Morado</b>	(60,11;60,62)	(37,05;37,56)
<b>Nieve</b>	(59,43;59,64)	(36,38;36,59)

**Tabla N°41:** Intervalos de confianza para el contenido medio de cenizas en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: Cenizas (%)</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(1,520;1,548)	(2,546;2,642)
<b>Gostoso</b>	(1,548;1,596)	(2,535;2,593)
<b>Morado</b>	(1,642;1,662)	(2,515;2,713)
<b>Nieve</b>	(1,628;1,668)	(2,630;2,682)

**Tabla N°42:** Intervalos de confianza para el contenido medio de selenio en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: Selenio (µg%)</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(1,9;3,3)	(6,0;7,2)
<b>Gostoso</b>	(0,9;2,3)	(3,9;5,3)
<b>Morado</b>	(1,9;3,3)	(5,9;7,3)
<b>Nieve</b>	(2,7;4,1)	(6,7;8,1)

**Tabla N°43:** Intervalos de confianza para el contenido medio de polifenoles en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes de diferentes cultivares de ajo INTA: Castaño, Gostoso, Morado y Nieve.

<b>Intervalos de confianza: Polifenoles (%)</b>		
<b>Cultivar INTA</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Castaño</b>	(1,752;1,788)	(2,767;2,781)
<b>Gostoso</b>	(1,741;1,759)	(2,741;2,759)
<b>Morado</b>	(1,747;1,761)	(2,752;2,772)
<b>Nieve</b>	(1,769;1,783)	(2,779;2,793)



**Tabla N°44:** Intervalos de confianza para el contenido medio de aminoácidos en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes del cultivar Castaño.

<b>Intervalos de confianza para el cultivar Castaño.</b>		
<b>Aminoácidos</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Ac. Aspártico + Asparagina</b>	(327,50;329,70)	(861,92;863,28)
<b>Ac. Glutámico + Glutamina</b>	(542,92;544,28)	(1497,16;1499,24)
<b>Glicina</b>	(133,92;135,28)	(322,16;324,24)
<b>Serina</b>	(127,24;128,36)	(238,76;240,84)
<b>Treonina</b>	(104,92;106,28)	(135,16;137,24)
<b>Histidina</b>	(75,90;77,14)	(137,30;139,50)
<b>Tirosina</b>	(54,47;55,29)	(152,76;154,84)
<b>Arginina</b>	(349,16;351,24)	(426,92;428,28)
<b>Alanina</b>	(88,35;89,17)	(333,72;335,08)
<b>Metionina</b>	(50,47;52,13)	(84,08;84,60)
<b>Valina</b>	(196,72;198,08)	(340,16;342,24)
<b>Triptófano</b>	(24,99;26,09)	(54,75;56,83)
<b>Fenilalanina</b>	(122,92;124,28)	(214,76;216,84)
<b>Isoleucina</b>	(146,24;147,36)	(205,76;207,84)
<b>Leucina</b>	(207,64;208,76)	(337,12;338,88)
<b>Lisina</b>	(96,00;96,68)	(183,72;185,08)
<b>Prolina</b>	(193,92;195,28)	(422,16;424,24)
<b>Ornitina</b>	(23,80;25,26)	(63,76;65,84)
<b>Cistina + Cisteína</b>	(43,28;44,20)	(195,72;197,08)

**Tabla N°45:** Intervalos de confianza para el contenido medio de aminoácidos en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes del cultivar Gostoso.

<b>Intervalos de confianza para el cultivar Gostoso.</b>		
<b>Aminoácidos</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
<b>Ac. Aspártico + Asparagina</b>	(324,24;325,36)	(860,16;862,24)
<b>Ac. Glutámico + Glutamina</b>	(542,43;543,37)	(1491,72;1493,08)
<b>Glicina</b>	(132,41;133,47)	(319,76;321,84)
<b>Serina</b>	(126,50;126,97)	(235,92;237,28)
<b>Treonina</b>	(101,83;102,89)	(159,12;160,88)
<b>Histidina</b>	(73,36;74,40)	(130,16;132,24)
<b>Tirosina</b>	(52,81;54,63)	(148,16;150,24)
<b>Arginina</b>	(346,36;347,76)	(415,16;417,24)
<b>Alanina</b>	(84,08;85,24)	(326,18;329,02)
<b>Metionina</b>	(47,56;48,96)	(82,05;82,55)
<b>Valina</b>	(190,03;190,93)	(339,12;340,88)
<b>Triptófano</b>	(24,52;25,56)	(51,92;53,28)
<b>Fenilalanina</b>	(119,28;121,24)	(211,16;213,24)
<b>Isoleucina</b>	(145,11;146,05)	(197,76;199,84)
<b>Leucina</b>	(205,63;206,17)	(333,16;335,24)
<b>Lisina</b>	(94,18;94,50)	(176,76;179,24)
<b>Prolina</b>	(191,85;192,59)	(418,30;420,50)
<b>Ornitina</b>	(20,41;21,15)	(62,92;64,28)
<b>Cistina + Cisteína</b>	(40,39;41,09)	(193,12;194,88)

Tesis de Licenciatura en Bromatología – Brom. María Marta Estalles

*"Bases para la elaboración de protocolos para la obtención de ajo negro con cultivares INTA de ajo (Allium sativum), y caracterización organoléptica, físico – química y nutrécútica"*

**Tabla N°46:** Intervalos de confianza para el contenido medio de aminoácidos en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes del cultivar Morado.

<b>Intervalos de confianza para el cultivar Morado.</b>		
<b>Aminoácidos</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
Ac. Aspártico + Asparagina	(327,24;327,84)	(862,12;863,88)
Ac. Glutámico + Glutamina	(541,95;542,75)	(1492,18;1495,02)
Glicina	(133,99;134,93)	(322,76;324,84)
Serina	(125,52;126,16)	(235,19;238,41)
Treonina	(104,11;105,25)	(163,16;165,24)
Histidina	(74,45;75,15)	(129,16;131,24)
Tirosina	(54,02;54,78)	(143,24;144,36)
Arginina	(345,57;346,07)	(420,14;421,10)
Alanina	(86,30;87,06)	(318,76;320,84)
Metionina	(49,17;50,07)	(83,48;84,48)
Valina	(189,39;190,09)	(339,83;342,57)
Triptófano	(26,83;27,21)	(53,15;55,23)
Fenilalanina	(121,08;122,12)	(212,76;215,24)
Isoleucina	(145,55;146,29)	(199,76;202,24)
Leucina	(205,75;206,25)	(333,98;336,82)
Lisina	(95,82;96,54)	(181,14;182,26)
Prolina	(193,99;194,93)	(420,76;422,84)
Ornitina	(22,84;23,48)	(62,76;64,84)
Cistina + Cisteína	(43,41;44,15)	(193,72;195,08)

**Tabla N°47:** Intervalos de confianza para el contenido medio de aminoácidos en los dientes de ajo fresco y ajo negro procedentes del cultivar Nieve.

<b>Intervalos de confianza para el cultivar Nieve.</b>		
<b>Aminoácidos</b>	<b>Ajo Fresco</b>	<b>Ajo Negro</b>
Ac. Aspártico + Asparagina	(330,40;331,04)	(863,30;865,50)
Ac. Glutámico + Glutamina	(544,53;546,07)	(1494,43;1497,17)
Glicina	(136,51;137,13)	(323,92;325,28)
Serina	(130,11;131,13)	(239,83;242,57)
Treonina	(107,51;108,13)	(163,92;165,28)
Histidina	(77,50;78,18)	(139,76;141,84)
Tirosina	(59,41;60,15)	(154,72;156,08)
Arginina	(353,92;355,28)	(430,11;431,13)
Alanina	(92,26;93,06)	(338,50;340,70)
Metionina	(54,22;55,06)	(84,12;85,88)
Valina	(200,38;201,06)	(344,92;346,28)
Triptófano	(28,42;29,06)	(57,72;59,08)
Fenilalanina	(126,51;127,13)	(217,30;219,50)
Isoleucina	(149,36;150,04)	(209,50;211,70)
Leucina	(210,41;211,15)	(339,76;341,84)
Lisina	(96,30;98,50)	(187,40;188,04)
Prolina	(197,35;198,05)	(429,12;430,88)
Ornitina	(27,51;28,13)	(69,12;70,88)
Cistina + Cisteína	(47,35;47,89)	(198,83;201,57)

Tesis de Licenciatura en Bromatología – Brom. María Marta Estalles

*"Bases para la elaboración de protocolos para la obtención de ajo negro con cultivares INTA de ajo (Allium sativum), y caracterización organoléptica, físico – química y nutrécútica"*

**Tablas resultantes del “Análisis de datos” obtenido a partir de la evaluación sensorial de los dientes de ajo (*Allium sativum*).**

**Tabla N°48:** Mediana calculada para los datos obtenidos del análisis sensorial del ajo negro procedente del cultivar Castaño INTA.

	<b><math>\bar{X}</math>d Ajo Negro Castaño INTA</b>					
	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor dulce</b>	<b>Sabor Característico</b>	<b>Dureza</b>	<b>Gomosidad</b>
<b>Mediana</b>	5	4	3	1	0	1

**Tabla N°49:** Mediana calculada para los datos obtenidos del análisis sensorial del ajo negro procedente del cultivar Gostoso INTA.

	<b><math>\bar{X}</math>d Ajo Negro Gostoso INTA</b>					
	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor dulce</b>	<b>Sabor característico</b>	<b>Dureza</b>	<b>Gomosidad</b>
<b>Mediana</b>	5	3	4	1	0	1

**Tabla N°50:** Mediana calculada para los datos obtenidos del análisis sensorial del ajo negro procedente del cultivar Morado INTA.

	<b><math>\bar{X}</math>d Ajo Negro Morado INTA</b>					
	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor dulce</b>	<b>Sabor característico</b>	<b>Dureza</b>	<b>Gomosidad</b>
<b>Mediana</b>	5	3	4	0	0	0

**Tabla N°51:** Mediana calculada para los datos obtenidos del análisis sensorial del ajo negro procedente del cultivar Nieve INTA.

	<b><math>\bar{X}</math>d Ajo Negro Nieve INTA</b>					
	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor dulce</b>	<b>Sabor característico</b>	<b>Dureza</b>	<b>Gomosidad</b>
<b>Mediana</b>	5	3	3	2	0	0