



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

## **TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

## **TÍTULO**

**DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL ESPÁRRAGO VERDE  
FRESCO (*Asparagus officinalis* L.) POR MÉTODOS  
FISICOQUÍMICOS**

## **AUTORES**

**Bach. Luisa Yvonne Burgos Eneque  
Bach. Monica Rut Sandoval Santamaria**

## **ASESOR**

**M.Sc. Luis Antonio Pozo Suclupe**

**LAMBAYEQUE- PERU**

**2018**



# UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS

DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL ESPÁRRAGO VERDE  
FRESCO (*Asparagus officinalis* L.) POR MÉTODOS  
FISICOQUÍMICOS

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

AUTORES

Bach. Luisa Yvonne Burgos Eneque  
Bach. Monica Rut Sandoval Santamaria

APROBADO POR:

---

M.Sc. RONALD ALFONSO GUTIERREZ MORENO  
PRESIDENTE

---

M.Sc. IVÁN PEDRO CORONADO ZULOETA  
SECRETARIO

---

M.Sc. RENZO BRUNO CHUNG CUMPA  
VOCAL

---

M.Sc. LUIS ANTONIO POZO SUCLUPE  
ASESOR

LAMBAYEQUE – PERÚ  
2018

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, ejemplares de personas pro-activas, quienes día a día nos cuidaron e inculcaron el espíritu de lucha y perseverancia para lograr nuestras metas; erigiendo de manera efectiva nuestro desarrollo social, emocional, personal y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A través del tiempo, este proyecto ha tomado forma con las sugerencias y comentarios de distinguidas personas que han ayudado en su desarrollo y progreso. Apreciamos su motivación y deseo de proporcionar una crítica constructiva, asignando una nota de agradecimiento a:

Nuestros padres, quienes han sido el cimiento que garantiza nuestra estabilidad y permanencia como personas perseverantes hacia el complemento de la perfección, el bien.

A los Ingenieros Miguel Ángel Solano Cornejo y Luis Antonio Pozo Suclupe, quienes han sido fuente constante de conocimiento, consejos de gran experiencia y apoyo permanente en la realización de este proyecto.

A Complejo Agroindustrial BETA, por brindarnos la oportunidad de poner en práctica nuestros conocimientos y de esta forma poder desarrollarnos profesionalmente.

En este mismo sentido al Ing. Julio Vera, de talante altruista, quien intercedió y agenció el abastecimiento de materia prima necesaria para poder llevar a cabo la ejecución de este proyecto.

A M.Sc. José Reupo Periche, por su confianza, apoyo y dedicación de tiempo, brindándonos así la oportunidad de desarrollar nuestra tesis profesional.

## RESUMEN

Complejo Agroindustrial Beta S.A. es la principal empresa exportadora de espárrago fresco en el Perú, sin embargo, el tiempo de vida estimado por área de control calidad, no ha permitido que el producto llegue al mercado destino con una calidad aceptable, generándose rechazos de varios lotes. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo central determinar el tiempo de vida útil del espárrago fresco producido y comercializado por la empresa Beta S.A. Ubicada en la región Lambayeque. Se almacenaron muestras de espárrago a temperaturas controladas de 10, 25 y 35 °C. Durante el almacenamiento se evaluó el contenido de humedad, fibra y las características organolépticas. De acuerdo a estas variables se estimaron tiempos de vida útil equivalentes 8, 5 y 2 días a las temperaturas de 10, 25 y 35 respectivamente. Asimismo, se logró estimar tiempo de vida a temperaturas de almacenamiento no ensayadas, para ello se hizo uso del modelo  $Q_{10}$ , los valores obtenidos fueron 3, 4 y 5 días a 2, 4 y 6°C. Por lo tanto, se logró determinar la vida útil del espárrago verde fresco (*Asparagus officinalis*) producido y comercializado por la empresa Complejo Agroindustrial Beta S.A.

## **ABSTRACT**

Agroindustrial Complex Beta S.A. is the main exporter of fresh asparagus in Peru, however, the estimated life time per quality control area, has not allowed the product to reach the destination market with an acceptable quality, generating rejections of several lots. In this sense, the main objective of this study was to determine the shelf life of fresh asparagus produced and marketed by the company Beta S.A. Located in the Lambayeque region. Asparagus samples were stored at controlled temperatures of 10, 25 and 35 ° C. During storage the moisture content, fiber and organoleptic characteristics were evaluated. According to these variables, equivalent life times of 8, 5 and 2 days were estimated at temperatures of 10, 25 and 35 respectively. Likewise, it was possible to estimate life time at untested storage temperatures, for which the Q10 model was used, the values obtained were 3, 4 and 5 days at 2, 4 and 6 ° C. Therefore, it was possible to determine the useful life of fresh green asparagus (*Asparagus officinalis*) produced and marketed by Agroindustrial Complex Beta S.A.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>I. FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
1.1. ESPÁRRAGO.....	15
1.1.1. Suelo y clima.....	18
1.1.2. Variedades de espárrago.....	19
1.1.3. Composición y valor nutricional del espárrago.....	20
1.1.4. Atributos de calidad para el espárrago verde.....	21
1.2. VIDA ÚTIL.....	24
1.2.1. Diferencias entre estudios de estabilidad y vida útil.....	27
1.2.2. Modo de deterioro de los alimentos.....	28
1.2.3. Factores que influyen en el deterioro de los alimentos.....	30
1.2.4. Límites de aceptabilidad .....	32
1.2.5. Cinética química del deterioro de los alimentos.....	33
1.3. PRINCIPIOS BÁSICOS DE ANÁLISIS SENSORIAL .....	36
1.3.1. Evaluación sensorial.....	37
1.3.2. Percepción y atributos sensoriales.....	38
1.3.3. Condiciones generales para el desarrollo de pruebas de evaluación sensorial .....	41
1.3.4. El jurado y las condiciones necesarias para el análisis sensorial .....	44
1.3.4.1. El jurado.....	44
1.3.5. Análisis sensorial.....	49
1.3.5.1. Análisis descriptivo para categorizar muestras (Análisis sensorial) .....	49
1.4. MODELO Q <sub>10</sub> .....	50
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>52</b>
2.1. Localización .....	52
2.2. Materiales, reactivos y equipos.....	52
2.2.1. Materia Prima .....	52

2.2.2.	Materiales .....	52
2.2.3.	Reactivos.....	53
2.2.4.	Equipos .....	53
2.3.	Metodología experimental .....	54
2.3.1.	Obtención de las muestras .....	54
2.3.2.	Codificación de las muestras .....	54
2.3.3.	Almacenamiento de las muestras .....	55
2.3.4.	Métodos de análisis .....	55
2.4.	Análisis estadístico:.....	57
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>58</b>
3.1.	Caracterización del esparrago fresco.....	58
3.2.	Seguimiento sobre el pH, Humedad y Fibra durante el tiempo de almacenamiento .....	60
3.3.	Tiempos de vida útil estimados .....	69
3.4.	Seguimiento de las características organolépticas durante el tiempo de almacenamiento y estimación de vida útil. ....	72
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>V.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>79</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>82</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valor nutricional del espárrago verde .....	21
<b>Tabla 2.</b> Diámetros de los diferentes calibres establecidos .....	23
<b>Tabla 3.</b> Distribución de muestra para la evaluación diaria de los jueces entrenados .....	56
<b>Tabla 4</b> Escala hedónica para el nivel de aceptación .....	56
<b>Tabla 5</b> Caracterización del espárrago verde fresco en 100g de peso.....	58
<b>Tabla 6</b> Tiempos de vida útil estimados para el esparrago fresco .....	70
<b>Tabla 7</b> Tiempos de vida útil estimados para el esparrago fresco según Nunes (2008) .....	70
<b>Tabla 8</b> Factor Q10 estimados .....	71
<b>Tabla 9</b> Tiempos de vida útil estimados a temperaturas no ensayadas .....	71
<b>Tabla 10</b> Tiempos de vida útil estimados por la evaluación sensorial .....	74
<b>Tabla 11</b> Números aleatorios para las unidades de muestreo y codificación de muestras para los diferentes análisis fisicoquímicos.....	82
<b>Tabla 12</b> Codificación de muestras para el análisis organoléptico .....	83
<b>Tabla 13</b> Determinación de pH en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas .....	88
<b>Tabla 14</b> Determinación de Humedad en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas .....	90
<b>Tabla 15</b> Determinación de Fibra en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas .....	92
<b>Tabla 16</b> Comportamiento del peso a diferentes temperaturas de almacenamiento .....	94
<b>Tabla 17</b> Análisis de varianza para PH de espárrago verde fresco .....	95
<b>Tabla 18</b> Análisis de varianza para humedad de esparrago verde fresco .....	95
<b>Tabla 19</b> Análisis de varianza para fibra de esparrago verde fresco .....	96
<b>Tabla 20</b> Aceptabilidad general a las temperaturas de 10, 25 y 35°C .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Imagen de brotes de espárrago verde fresco, recuperado de Casseres (1980). .....	15
<b>Figura 2</b> Espárrago: 1, ramita florida; 2, frutos maduros; 3, flor masculina; 4, sección de la misma; 5, ovario; 6, sección del mismo; 7, sección de una semilla; 8, pedazo de turión silvestre, recuperado de Desiderio (1958).....	16
<b>Figura 3</b> Tendencia a subir de las garras. Las nuevas raíces se forman sobre las del año anterior, recuperado de Desiderio (1958). .....	19
<b>Figura 4</b> Etapas de la vida útil de un producto alimenticio, desde la producción hasta el almacenamiento en los estantes, recuperado de Nicoli (2012). .....	26
<b>Figura 5</b> Hoja de calificación para una Categorización Cualitativa, recuperado de Ureña, et al. (1999). .....	50
<b>Figura 6</b> Hoja de calificación para una categorización cualitativa (escala de 10 puntos), recuperado de Ureña, et al. (1999). .....	
<b>Figura 7</b> Análisis organoléptico del Espárrago verde fresco a 35°C (1°Juez). .	98
<b>Figura 8</b> Análisis organoléptico del Espárrago verde fresco a 25°C (1°Juez).	101
<b>Figura 9</b> Análisis organoléptico del Espárrago verde fresco a 10°C (1°Juez).	105

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Resultados de pH promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 35°C. ....	60
<b>Gráfico 2.</b> Resultados de pH promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 25°C. ....	60
<b>Gráfico 3.</b> Resultados de pH promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 10°C. ....	61
<b>Gráfico 4.</b> Resultados de Humedad promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 35°C. ....	62
<b>Gráfico 5.</b> Resultados de Humedad promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 25°C. ....	62
<b>Gráfico 6.</b> Resultados de Humedad promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 10°C. ....	63
<b>Gráfico 7.</b> Resultados de Fibra promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 35°C. ....	66
<b>Gráfico 8.</b> Resultados de Fibra promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 25°C. ....	66
<b>Gráfico 9.</b> Resultados de Fibra promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 10°C. ....	67
<b>Gráfico 10.</b> Resultados de las características organolépticas en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 35°C. ....	72
<b>Gráfico 11.</b> Resultados de las características organolépticas en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 25°C. ....	73
<b>Gráfico 12.</b> Resultados de las características organolépticas en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 10°C. ....	73
<b>Gráfico 13.</b> Determinación de pH en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas. ....	89

<b>Gráfico 14.</b> Determinación de Humedad en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas.....	91
<b>Gráfico 15.</b> Determinación de fibra en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas. ....	93

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b> Muestreo aleatorio simple para la obtención de la muestra. ....	82
<b>ANEXO 2</b> Procedimiento de los análisis Fisicoquímicos.....	84
<b>ANEXO 3</b> Nivel de aceptación para el análisis organoléptico. ....	86
<b>ANEXO 4</b> Resultados de pH, Humedad, Fibra. ....	88
<b>ANEXO 5</b> Resultados del comportamiento de los pesos del espárrago verde fresco a temperaturas de almacenamiento de 10, 25 y 35°C.....	94
<b>ANEXO 6</b> Resultados del ANOVA para el pH, Humedad y Fibra en espárrago verde fresco variedad UC-151-F1. ....	95
<b>ANEXO 7</b> Resultados de los 8 jueces entrenados del análisis organoléptico en espárrago verde fresco, almacenado a las temperaturas de 35, 25 y 10°C..	97
<b>ANEXO 8</b> Formato y resultados del análisis organoléptico dado por un primer juez entrenado. ....	98
<b>ANEXO 9</b> Imágenes de la muestra de espárrago verde fresco .....	110

## INTRODUCCIÓN

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es un vegetal vivaz, perenne, que pertenece a la familia de las Liliáceas, es considerado como un alimento “gourmet”, cuyo aporte calórico es muy bajo; rico en carbohidratos y fibra, contiene también cantidades significativas de vitamina A y Rivoflavina. Es bajo en grasa, colesterol y tiene aceptable nivel de vitamina C. El espárrago es una hortaliza altamente perecedera (Ferrucci, 1997).

En los últimos 10 años las importaciones mundiales de espárragos frescos crecieron en un 40.9 % en términos de cantidad. En el año 2016 el mundo llegó a importar una cantidad total de 372.573 Tn, siendo los países con mayor demanda Estados Unidos (214.735 Tn), Alemania (24.376Tn), Canadá (19.224 Tn), Francia (14.643 Tn) y Reino Unido (12.865 Tn) (Trade Map, 2017).

Las exportaciones mundiales de espárragos frescos también aumentaron en transcurso de los años. En el año 2016 el mundo exportó una cantidad total de 378.875 Tn, siendo los principales países exportadores México (141.758 Tn), Perú (123.292 Tn), Estados Unidos (37.481 Tn), España (17.334 Tn), Países Bajos (15.799Tn) e Italia (8.531 Tn) (Trade Map, 2017).

En el caso peruano, las exportaciones de espárragos frescos crecieron en un 27.9 % durante los últimos 10 años. Las principales empresas exportadoras son Complejo Agroindustrial Beta S.A., Danper Trujillo S.A.C., Sociedad Agrícola Drokasa S.A., Empresa Agro Export Ica S.A.C., Santa Sofía del Sur S.A.C., entre otras. Complejo Agroindustrial

Beta S.A. lidera la lista con una participación de un 16% del mercado (*SUNAT, 2016*).

COMPLEJO AGROINDUSTRIAL BETA S.A. (en adelante Beta) inició sus actividades en Chincha, en el año 1994, bajo el nombre de empacadora Beta Product Export S.A. Las primeras exportaciones fueron de espárrago verde fresco. En 1996 la empresa empezó un franco proceso de expansión adquiriendo tierras en la provincia de Ica, llegando a obtener 3.342 hectáreas de cultivo en 10 años. Beta expandió sus operaciones a otros cultivos como uvas, cítricos, paltos y arándano; contando con cinco sedes productivas ubicadas en Lambayeque, Piura, Pisco, Chincha e Ica; logrando un crecimiento rápido y sostenido.

Beta tiene 23 años en el mercado internacional, dentro de sus principales mercados destino tenemos a Estados Unidos con una participación del 63%, Panamá, Holanda, Guatemala, Bélgica, Inglaterra, Australia (*Complejo Agroindustrial beta S.A., 2016*).

La vida útil en el espárrago verde fresco es una variable indispensable a considerar por la empresa Beta ya que de esta depende en gran medida la satisfacción sus clientes nacionales e internacionales en términos de calidad.

La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo, después de la producción o empaque, durante el cual el producto conserva ciertas características de calidad establecidas por el productor; características que pueden ser de ámbito fisicoquímico, microbiológico o sensorial (Fu y Labuza, 1997).

El área de control de calidad de la empresa Beta estimó un tiempo de vida para el espárrago fresco que comercializa, con el cual se ha venido trabajando, sin embargo, se han presentado rechazos del cliente por deterioro del producto, generando así pérdidas económicas a la empresa. En tal sentido surge como pregunta de investigación **¿Cuál es el tiempo de vida útil del espárrago verde fresco producido y comercializado por la empresa COMPLEJO AGROINDUSTRIAL BETA S.A.?**

Para dar respuesta a la pregunta, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos

#### **Objetivo general**

- Determinar la vida útil del espárrago verde fresco (*Asparagus officinalis*) producido y comercializado por la empresa COMPLEJO AGROINDUSTRIAL BETA S.A.

#### **Objetivos específicos**

- Caracterizar el espárrago fresco producido por la empresa Beta.
- Almacenar muestras de espárrago fresco a diferentes temperaturas controladas de almacenamiento (10, 25 y 35 °C).
- Evaluar la calidad del espárrago durante el almacenamiento controlado mediante variables fisicoquímicas (pH, Humedad, Fibra y sensoriales (color, olor y apariencia).
- Utilizar el modelo  $Q_{10}$  para estimar el tiempo de vida útil del espárrago fresco a diferentes temperaturas no ensayadas.



## I. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 1.1. ESPÁRRAGO

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.), perteneciente a la familia de las Liliáceas, es planta perenne, con numerosas raíces sencillas, cilíndricas y rastreras formando una masa tupida conocida con el nombre de madre o garra, de la cual se elevan los turiones. Estos turiones o tallos carnosos salen lateralmente de la base de los ya existentes teniendo su punto de origen un poco por encima de la base de su inmediato. Consecuencia de ellos es que las raíces, que sólo duran tres años, vayan ascendiendo en el terreno disponiéndose por pisos, viviendo la planta en tanto que las referidas raíces no alcancen la superficie del suelo. El turión, a las pocas horas de su aparición en la superficie, adquiere colores variables entre el verde y el violáceo según la variedad a que pertenezca (Desiderio, 1958).



**Figura 1.** Imagen de brotes de espárrago verde fresco, recuperado de Casseres (1980).



**Figura 2.** Espárrago: 1, ramita florida; 2, frutos maduros; 3, flor masculina; 4, sección de la misma; 5, ovario; 6, sección del mismo; 7, sección de una semilla; 8, pedazo de turión silvestre, recuperado de Desiderio (1958).

Según Serrano (2003) la planta de espárrago está formada por:

- **Raíces:** Nacen directamente del tallo subterráneo y son cilíndricas, gruesas y carnosas teniendo la facultad de acumular reservas, base para la próxima producción de turiones. De estas raíces principales nacen las 6 raicillas o pelos absorbentes cuya función es la de absorción de agua y elementos nutritivos. Las raíces principales tienen una vida de 2 a 3 años; cuando estas raíces mueren son sustituidas por otras nuevas, que se sitúan en la parte superior de las

anteriores, con ello las yemas van quedando más altas; de esta forma la parte subterránea va acercándose a la superficie del suelo a medida que pasan los años de cultivo.

- **Tallo:** Es único, subterráneo y modificado en un rizoma. En el terreno se desarrolla horizontalmente en forma de base o plataforma desde la cual se producen, según su tropismo, otros órganos de la planta.
- **Yemas:** Son los órganos de donde brotan los turiones, parte comestible y comercializable de este producto, que cuando se dejan vegetar son los futuros tallos ramificados de la planta.
- **Flores:** Son pequeñas, generalmente solitarias, campanuladas y con la corola verde amarillenta. Su polinización es cruzada con un elevado porcentaje de alogamia.
- **Fruto:** Es una baya redondeada de 0.5 cm de diámetro; son de color verde al principio y rojo cuando maduran. Cada fruto tiene aproximadamente de 1 a 2 semillas.
- **Semillas:** Son de color pardo oscuro o negras, y con forma entre poliédrica y redonda, teniendo un elevado poder germinativo. La planta de espárrago es dioica; es decir, hay plantas hembras que solamente dan flores femeninas y plantas machos que únicamente dan flores masculinas. Las plantas macho son más productivas en turiones que las plantas hembra; esto es lógico que ocurra, ya que las plantas hembra en la formación de flores, frutos y semillas utilizan buena parte de las reservas, que en el caso de las plantas macho acumulan en las raíces para la próxima producción de turiones. Las plantas macho son, también, más precoces y longevas que las hembras. En un cultivo de espárrago verde son preferibles las plantas macho que las hembras, ya que al no fructificar no hay posibilidad de que las semillas den lugar a nuevas plantas, que multiplican la densidad de plantación.

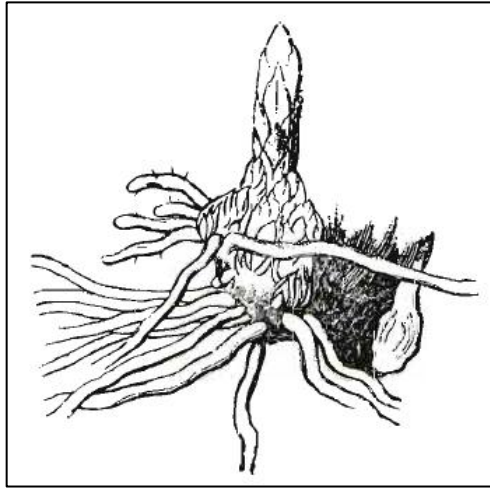
### **1.1.1. Suelo y clima**

El espárrago puede cultivarse en muchas clases de suelos, pero un buen drenaje es esencial. Los mejores tipos de suelos para plantaciones permanentes son los sueltos, profundos y frescos. El espárrago tiene un extenso sistema radicular y para su máximo desarrollo exige suelos porosos. Los suelos muy arenosos con el subsuelo permeable deben evitarse por que no retiene la humedad necesaria que, por otra parte, cuando rebasa los límites convenientes, se convierte en su mayor enemigo. Por esta razón no son aptos, para este cultivo, los suelos que contienen menos de un 8 o más de un 25 por 100 de arcilla (Desiderio, 1958).

Los suelos muy ácidos deberán encalarse antes de ser plantados de espárragos, aunque evitando un exceso de cal, que tampoco le conviene.

Aunque la tolerancia del espárrago a los terrenos salinos permite utilizar tierras demasiado alcalinas para otros cultivos, los rendimientos son marcadamente más bajos y la vida de la plantación más corta que cuando se utilizan terrenos aproximadamente neutros.

La coloración de la tierra parece influir en su cultivo, prefiriéndose las de color oscuro, pues se ha comprobado que aquellas que contienen humus o mantillo en buena proporción absorben mejor el calor del sol, adelantando la salida de los tallos en primavera. Entre los suelos silíceo-arcillosos de coloración oscura, serán preferidos los ricos en potasa, por ser elemento de que es ávido el espárrago (Desiderio, 1958).



**Figura 3.** Tendencia a subir de las garras. Las nuevas raíces se forman sobre las del año anterior, recuperado de Desiderio (1958).

### 1.1.2. Variedades de espárrago

Existe un amplio rango de clasificación de variedades de los espárragos, entre los cuales la coloración de los brotes es uno de los factores más importantes a considerar. Existen variedades que se utilizan para obtener espárragos blancos, que se cultivan sin recibir luz directa, espárragos verdes y espárragos violetas.

- **Espárrago Blanco:** Se cultiva bajo la tierra sin recibir la luz del sol. Se recolecta cuando la tierra se eleva ligeramente antes de que la yema entre en contacto con la luz.
- **Espárrago morado:** Se cultiva igual que el blanco, pero se recolecta cuando la yema ha traspasado la superficie de la tierra y ha entrado en contacto con la luz solar. Su sabor es algo más intenso.
- **Espárrago verde:** Se cultiva al aire libre y recibe su color de la luz solar. Se recolecta cuando sobresale 20 a 25 cm. De la tierra, su

sabor es más aromático y parecido al espárrago silvestre, contiene más cantidad de vitaminas debido a la clorofila.

Según Fuentes (2009) el espárrago se divide en dos grupos principales: blanco y verde, constituyen la misma planta. La diferencia entre uno y otro surge de la forma en que ha crecido el brote. Mientras los brotes jóvenes de los espárragos están creciendo dentro de la tierra, son de color blanquecino, pero cuando emergen del suelo y se exponen a la luz solar, adquieren una coloración verde debido a que la misma activa la función de la clorofila. Las variedades híbridas de espárragos verdes son originarias de Estados Unidos de América y dentro de ellas se tienen:

- Mary Washington
- UC 72
- UC 157

Las características organolépticas y los usos culinarios de cada tipo de espárrago son diferentes. El verde se caracteriza por tener mayor valor nutritivo, textura carnosa y firme, aroma más intenso y sabor ligeramente más dulce, mientras el blanco tiene un mayor contenido en azúcares y más fibra (Fuentes, 2009).

### **1.1.3. Composición y valor nutricional del espárrago**

El espárrago verde se caracteriza por su alto contenido de agua (92.30%), bajo contenido de proteína, lípidos y carbohidratos (Reyes, 2006). El espárrago contiene fibra, vitamina C, vitamina B1 (Tiamina); no contiene colesterol y es muy bajo en calorías (Mállap, 2012).

**Tabla 1.**  
*Valor nutricional del espárrago verde*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad (g/100 g de porción comestible)</b>
Agua	92.30
Proteína	2.10
Lípidos	0.20
Carbohidratos	3.60
Cenizas	0.20
Fibra	1.60
	<b>Cantidad (mg/100g de porción comestible)</b>
Fósforo	35.00
Calcio	35.00
Hierro	1.20
Vitamina A	4.00
Vitamina C	8.00

**Fuente:** Collazos *et al.*, (1996).

#### **1.1.4. Atributos de calidad para el espárrago verde**

Según la Norma Técnica Peruana (NTP) 011.109 (2008) establece los requisitos mínimos de calidad y calibre que deben cumplir los espárragos frescos para su comercialización.

##### **A. Requerimientos generales**

##### **a.1. Características de los espárragos a considerar:**

Bien desarrollado: tal que permita resistir el manejo y el transporte para arribar en condiciones satisfactorias al lugar de destino.

- De consistencia firme.
- De forma color, sabor y olor característico de la variedad.
- En estado fresco.

- Enteros, limpios y sanos.
- Cabeza compacta y bien cerrada.
- Libres de pudrición.
- Libres de defectos mecánicos.
- Libres de manchas o indicios de heladas
- Libre de tallo hundido y sin presentar floración alguna.
- Libres de daños causado por plagas, insectos vivos y enfermedades
- Libres de cualquier material extraño (polvo, residuos químicos, etc.).
- De tamaño y calibre uniforme.

### ***B. Requerimientos específicos***

Madurez. Los espárragos deben presentar un punto de madurez mínimo. El grado de madurez fisiológico se produce cuando el producto presenta, forma propia de la variedad, sabor de medio a fuerte, textura del turión y aromas característicos. Los espárragos deben ser cosechados cuando alcancen el estado de madurez comercial que se caracteriza por los siguientes parámetros:

- Longitud mínima de 17 cm.
- Cabeza del turión compacta
- Forma. La forma debe ser típica de la variedad, los turiones deben ser rectos, y por lo tanto no se admitirá curvatura del ápice.
- Estructura. Los turiones deben presentarse con yemas terminales y brácteas completamente cerradas, y estar libres de signos de lignificación.
- Color. La tolerancia máxima de color blanco para espárragos verdes es de 2.5 cm desde la base.
- Especificaciones de tamaño. El tamaño del espárrago es determinado por la longitud y/o el diámetro ecuatorial del turión, lo que permitirá su clasificación en distintos calibres posibles.



**Tabla 2.**

*Diámetros de los diferentes calibres establecidos*

<b>Calibres (diámetro a 2.5 cm desde la base)</b>	
<b>S</b>	6-9 mm
<b>M</b>	9-12 mm
<b>L</b>	12-16 mm
<b>XL</b>	16-18 mm
<b>JB</b>	>18 mm

**Fuente:** Norma Técnica Peruana 011.109 (2008).

- Con referencia al calibre. La tolerancia de calidad permitida será de un 10% de la cantidad o peso del atado, siendo aceptada una diferencia máxima de 2 mm. La Longitud, Deberán tener entre 17 y 23 cm. Con referencia a la longitud la tolerancia de calidad permitida será de un 10% de la cantidad o peso del atado, siendo aceptada una diferencia máxima de 1cm.
- Enfermedades. No se acepta la presencia de síntomas de enfermedades en el producto.
- Daño Mecánico. No se admite daño mecánico en superficie, ya que las lesiones pueden comprometer la vida útil del producto.
- Daño por Pudrición. No se admite la manifestación de pudrición en el producto. Daño por heladas. No se admite la presencia de manchas provocadas por heladas. Se determina visualmente (NTP 011.109, 2008).

## 1.2. VIDA ÚTIL

Para definir vida útil primero es importante definir el termino calidad, porque la vida útil de un producto está directamente relacionado con la calidad de este. Según Juran (2001) Calidad significa aquella característica del producto que se ajusta a las necesidades del cliente y que por tanto las satisface. En este sentido, el significado de calidad se orienta a los ingresos, el objetivo de una calidad tan alta es de proporcionar mayor satisfacción al cliente e incrementar ingresos.

“Debido a la naturaleza de los alimentos como sistemas fisicoquímica y biológicamente activos, la calidad del alimento es un estado dinámico que continuamente está en movimiento para los reducir sus niveles (con la notable excepción de los casos de maduración y envejecimiento, como quesos y licores). Por lo tanto, para cada alimento en particular existe un tiempo finito después de la producción, durante el cual este retiene un nivel requerido de cualidades organolépticas y de seguridad bajo condiciones de almacenamientos estables. Este periodo de tiempo puede ser generalmente definido como vida de anaquel del producto alimenticio”. Para determinar la duración de este tiempo se hace un estudio de vida de anaquel, el cual consiste en seguir a través del tiempo la calidad del producto hasta que esta llegue a niveles inaceptables (Valantes *et al.*, 1997).

Se define vida útil como el periodo de tiempo entre la elaboración y la compra al detalle de un producto alimenticio, durante el cual dicho producto mantiene una calidad satisfactoria. Otra definición del mismo término sería el tiempo durante el almacenamiento en el que el producto mantiene su aptitud para el consumo. Cabe señalar, que según esta perspectiva, la aptitud para el consumo comprende no sólo el estado higiénico-sanitario sino también el

valor nutricional y el sensorial, en definitiva, la calidad, entendida como la adecuación del producto al uso a que va destinado según una percepción subjetiva del consumidor (Hernández y Sastre, 1999).

Labuza (1999), indica que esencialmente, la vida útil de un alimento, es decir, el periodo que retendrá un nivel aceptable de su calidad alimenticia desde el punto de vista de la seguridad y del aspecto organoléptico, depende de cuatro factores principales; conocer la formulación, el procesado, el empaçado y las condiciones de almacenamiento. Actualmente dentro de la terminología del procesamiento moderno estos factores son orientados en el concepto de HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), donde se comprende una metodología del control de calidad que apunta a asegurar una "alta calidad". Estos cuatro factores son críticos pero su relativa importancia depende de la peresibilidad del alimento.

El Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (IFST, 1993) define la vida útil como el periodo de tiempo durante el cual el producto alimenticio deberá:

- Permanecer a salvo.
- Estar seguro de mantener sus características sensoriales, químicas, físicas, microbiológicas y funcionales deseadas.
- Cumplir con cualquier declaración en la etiqueta de datos de nutrición, cuando se almacena bajo las condiciones recomendadas.

Esta definición, un poco más exhaustiva, destaca la relación entre la vida útil de los alimentos y las condiciones de almacenamiento e implícitamente amplía la perspectiva del intervalo de tiempo desde la fabricación del producto hasta el consumo. Sobre la base de la definición IFST, las consideraciones de seguridad y calidad dictan el final de la vida de los alimentos. Sin embargo, a pesar de la seguridad alimentaria y la vida útil son

cuestiones íntimamente ligadas, el tiempo de vida útil de un alimento, no debe estar relacionado con la pérdida de la seguridad (inocuidad). Por lo tanto, la vida útil se termina cuando no es capaz de satisfacer necesidades específicas del consumidor. Los problemas de vida útil son definitivamente problemas de calidad (Nicoli, 2012).

Aparte de algunos casos en los que la aceptabilidad / inaceptabilidad de los alimentos está claramente definido por organismos reguladores, los consumidores son los principales sujetos involucrados en decidir si un producto alimenticio es aceptable o no, porque en realidad son los consumidores el último eslabón de la cadena, y al final de la historia, son los principales actores que deciden si el producto es capaz de satisfacer sus necesidades (Vidaurre, 2014).



**Figura 4.** Etapas de la vida útil de un producto alimenticio, desde la producción hasta el almacenamiento en los estantes, recuperado de Nicoli (2012).

### **1.2.1. Diferencias entre estudios de estabilidad y vida útil.**

Un estudio de vida útil, básicamente, tiene como objetivo calcular el valor de tiempo durante el cual el producto alimenticio es aceptable para el consumo en condiciones de almacenamiento específicas. Este intervalo de tiempo, es decir, la vida útil de un alimento, se deriva de la función de la tasa de descomposición de calidad del alimento con el límite de aceptabilidad. La evaluación del tiempo de vida útil de un producto alimenticio requiere necesariamente conocer estos dos parámetros. Hay muchos trabajos científicos que afirman ser estudios de vida útil, pero no presentan datos de predicción de vida en anaquel. La razón principal es que se pierde la identificación del límite de aceptabilidad y son por lo tanto incapaces de estimar o predecir la vida útil de los alimentos (Kilcast y Subramaniam, 2011).

En la mayoría de los casos, estos trabajos analizan las tasas de descomposición de la calidad o solo se centran en proporcionar amplias descripciones de la evolución de los indicadores de calidad. Estos estudios abordan la estabilidad de los alimentos en lugar de cuestiones de vida útil. (Nicoli, 2012).

La diferencia entre estudios de estabilidad y vida en anaquel es de gran importancia para evitar malentendidos básicos. En experimentos de estabilidad, la estimación de la tasa de descomposición de calidad de los alimentos es una preocupación primaria, mientras que en los estudios de vida útil, es la estimación y/o predicción del tiempo de pérdida de la calidad del alimento. (Vidaurre, 2014).

### **1.2.2. Modo de deterioro de los alimentos.**

Realizar estudios de vida en anaquel en los alimentos, resulta un proceso complejo debido a la variedad de multicomponentes que lo conforman; pero es necesario partir por recordar cuales son los cambios físicos, químicos y biológicos que se presentan durante el procesamiento y almacenamiento, así como los diferentes factores que influyen durante el almacenamiento de los productos, de esta manera se puede entender que todos estos cambios, que deterioran la calidad del alimento, pueden ser monitoreados en el tiempo; dando como resultado un estudio de la calidad del alimento, puede ser monitoreados en el tiempo; dando como resultado un estudio de la cinética de las reacciones de los alimentos (Singh, 1994).

#### ***A. Cambios químicos***

Muchas reacciones químicas se pueden producir en los alimentos, ya sea por la interacción con los mismos componentes del mismo alimento o con especies externas, como es el caso del oxígeno. Por ejemplo, en los alimentos que contienen cantidad de lípidos en su composición, es el desarrollo de rancidez, la cual puede ocurrir a través de diferentes mecanismos, ya sean: reacciones lipolíticas/hidrolíticas, reacciones de oxidación, etc. Otras reacciones químicas que limitan el tiempo de vida útil de los alimentos, son las reacciones enzimáticas para las frutas y verduras; las reacciones de oxidación afectan la calidad de las carnes; las reacciones hidrolíticas en productos que contienen edulcorantes, y la oxidación no enzimática como la reacción de Maillard. La luz, también puede producir la pérdida de la calidad de algunos alimentos, a través de la pérdida de color en alimentos que contengan colorantes naturales; rancidez y desarrollo de sabores en la leche y productos derivados. La pérdida del valor nutritivo y el

desarrollo de compuestos potencialmente tóxicos son también cambios químicos indeseables en los alimentos (Singh, 1994).

### ***B. Cambios físicos***

La migración de la humedad es una de las principales causas de deterioro físicos en los alimentos. La pérdida de humedad se ve fácilmente en los productos frescos que son refrigerados y la ganancia de humedad, en productos secos, tales como cereales para el desayuno, galletas, etc. Estos alimentos pierden la crocantes a través de la captación de humedad. Otro cambio físico, que se puede considerar como indicador crítico en la pérdida de calidad, es la quemadura por frío, resultante de la migración de humedad de la superficie de alimentos congelados. Otros fenómenos de migración, que pueden limitar el tiempo de vida en anaquel, en particular en alimentos más complejos, son: la migración de la grasa de un componente a otro. Los cambios físicos en los materiales de empaque, a veces junto con reacciones químicas posteriores, también pueden limitar la vida útil de los alimentos. Como por ejemplo: cambios en la permeabilidad con el tiempo pueden cambiar el equilibrio de la atmosfera del empaque, dando lugar a cambios microbiológicos y químicos. La migración de los componentes químicos de material del empaque también pueden producir contaminaciones, y esto puede ser particularmente grave en productos con una larga vida en anaquel (Singh, 1994).

### ***C. Cambios microbiológicos***

El crecimiento de un microorganismo específico durante el almacenamiento depende de varios factores, siendo los más importantes: la carga microbiana al inicio del almacenamiento, las propiedades físico-químicas de los

alimentos, como el contenido de humedad, pH, presencia de conservantes, el método de procesamiento utilizado en la producción del producto y el ambiente externo que lo rodea, tales como la composición del gas del empaque y la temperatura de almacenamiento. El crecimiento de microorganismo que producen intoxicación alimentaria, tales como las especies de *Salmonella* y *Listeria monocytogenes*, no necesariamente cambian el aspecto, color, olor, sabor o textura del alimento y consecuentemente plantean problemas serios para la salud. Aunque el crecimiento de microorganismos deteriorantes a menudo se pueden identificar fácilmente por los cambios sensoriales, por ejemplo: visualmente se puede apreciar el crecimiento de mohos, o también se puede percibir por los sentidos la generación de malos olores, sabores y cambios en la textura, frecuentemente por acción de las enzimas producidas por microorganismos (Singh, 1994).

### **1.2.3. Factores que influyen en el deterioro de los alimentos**

Una vez que el alimento ha sido empacado, existen diversos factores que pueden influir en el tiempo de vida en anaquel de un alimento y se pueden clasificar en factores intrínsecos y factores extrínsecos (Kilcast y Subramaniam, 2011).

#### ***A. Factores intrínsecos***

Los factores intrínsecos son propios del producto terminado, estos incluyen los siguientes:

- La actividad de agua ( $a_w$ ).
- El valor de pH y acidez total, tipo de ácido.
- El potencial redox ( $E_h$ ).



- El oxígeno disponible.
- Nutrientes.
- Microflora natural y recuentos microbiológicos sobrevivientes.
- Bioquímica natural de la formulación del producto (enzimas, reactantes químicos).
- El uso de conservantes en la formulación del producto (por ejemplo, sal, aditivos, etc.).

Los factores intrínsecos están influenciados por variables tales como el tipo de materia prima, calidad de los insumos, formulación y la estructura del producto (Kilcast y Subramaniam, 2011).

## ***B. Factores extrínsecos***

Los factores extrínsecos son aquellos que afectan la cadena de almacenamiento y transporte de los alimentos y son:

- Control de la temperatura durante el almacenamiento y la distribución.
- Humedad Relativa (HR) durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- La exposición a la luz (UV e IR) durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- Carga microbiana ambiental durante la elaboración, almacenamiento y distribución.
- Composición de la atmosfera dentro de un envase.
- El tratamiento térmico posterior (por ejemplo, el recalentamiento o cocinar antes de su consumo).
- Manejo del consumidor

Todos estos factores pueden operar de una manera interactiva y con frecuencia impredecible y la posibilidad de interacciones debe ser investigada (Kilcast y Subramaniam, 2011).

#### **1.2.4. Límites de aceptabilidad**

La vida de un alimento se ha definido de diferentes maneras, pero cada definición implica el hecho de que el final de la vida útil se alcanza cuando el alimento deja de ser aceptable en términos de calidad. Este límite que diferencia un alimento aceptable del que no se es aceptable, es llamado, límite de aceptabilidad. El límite de aceptabilidad es por lo tanto un valor finito. En principio, el concepto de límite de aceptabilidad es simple e intuitivo, pero se debe tener en cuenta que si el alimento ha cruzado este límite de aceptabilidad, este aún debe seguir cumpliendo los requisitos para el consumo, a nivel de inocuidad (Vidaurre, 2014).

Durante el almacenamiento de un alimento perecedero, se puede identificar los posibles periodos: (a) un periodo de tiempo durante el cual el producto es seguro, (b) otro periodo de tiempo durante el cual el producto es inseguro. Sería un error considerar que el límite del tiempo que discrimina la zona de seguridad indica el final de la vida útil de un alimento. La vida útil es una cuestión de calidad y no debe ser relacionada con la inocuidad. Por lo tanto, la vida útil de un alimento es de una longitud de tiempo que se incluye en la zona segura, durante el cual el producto conserva las características de calidad aceptables (Nicoli, 2012).

Por lo tanto podemos afirmar, que la vida útil de un alimento debe terminar mucho antes de que se surja cualquier riesgo para la salud del consumidor. En otras palabras, el tiempo de vida útil y el tiempo de vida segura (inocua)

no solo son conceptualmente diferentes sino también cuantitativamente (Vidaurre, 2014).

El límite de aceptabilidad se debe identificar para estimar un valor de conservación dentro del periodo de almacenamiento en el que solo existe un riesgo sostenible para la insatisfacción del consumidor, mientras que ningún riesgo para la salud de los consumidores este presente. El que toma la decisión del límite de aceptabilidad es el propio productor; el productor es totalmente responsable de la satisfacción de los consumidores y el cumplimiento de los requisitos legales (Nicolì, 2012).

Así, el productor tiene que elegir el límite de aceptabilidad como parte de la definición de un conjunto de requisitos para la comercialización de su propio producto. En realidad, los límites de aceptabilidad, decididos por los productores pueden tener dos naturalezas diferentes, dependiendo de si la insatisfacción de los consumidores, implica incumplimientos sensoriales o nutricionales (Nicolì, 2012).

#### **1.2.5. Cinética química del deterioro de los alimentos**

Las reacciones químicas se producen en los alimentos durante el procesamiento y almacenamiento. Algunas reacciones dan como resultado la pérdida de la calidad, mientras que otras reacciones dan lugar a la formación de sabores o colores indeseados, acortando la vida en anaquel del alimento (Caps, 2003).

La cinética es una ciencia que implica el estudio de los mecanismos de reacción y las velocidades de reacción. Una comprensión de los mecanismos de reacción junto con la cuantificación de las constantes de

velocidad, facilita la selección de las mejores condiciones de un proceso o del almacenamiento, así como también nos puede ayudar a predecir el tiempo de vida en anaquel de un alimento (Labuza, 1984).

Los alimentos son considerados sistemas multicomponentes y por lo tanto son muy complejos, esto hace que no siempre sea posible aislar un mecanismo de reacción química clara que conduzca a los cambios observados en la calidad del alimento o tener un modelo matemático preciso para describir la velocidad de reacción bajo condiciones variables; por lo tanto se deben hacer ciertas asunciones (Caps, 2003).

Según Labuza, (1984) la cinética trata de medir las velocidades de las reacciones y encontrar ecuaciones que relacionen la velocidad de una reacción con las variables experimentales. Por largos años el enfoque ha sido elaborar modelos simples, en función al grado de sofisticación utilizado para detectar los diversos reactantes y productos finales. Por ejemplo, supongamos que tenemos la reacción:



Dónde:

A es un reactante; C, es el producto, y  $k_f$  es la constante de velocidad hacia adelante. Si utilizamos las herramientas de análisis más sofisticadas podríamos encontrar que las reacciones químicas son más complejas; por ejemplo de este tipo:



En este caso A reacciona con B para formar dos productos, C y D, los cuales; a su vez, también reaccionan con una velocidad constante hacia atrás,  $k_b$ . Las letras minúsculas indican que existe más de una molécula para cada componente actuando en la reacción. Así la ecuación estándar que definiría la tasa de pérdida de los reactivos o de ganancia de cualquiera de los componentes se podría anotar de la siguiente manera:

$$\frac{-dA}{a dt} = \frac{-dB}{b dt} = \frac{dC}{c dt} = \frac{dD}{d dt} = k_f[A]^a [B]^b - k_b[C]^c$$

(3)

Según Labuza, (1984) Para resolver la ecuación anterior, que predice el cambio de la concentración de cualquier componente en el tiempo, se necesita conocer las concentraciones de cada componente como una función del tiempo. Si esto fuera posible, aún tendríamos una sola ecuación con seis incógnitas ( $k_f$ ,  $k_b$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ). Por lo tanto, la situación es técnicamente imposible de resolver.

Según Labuza, (1984) Para solucionar este tipo de problema hay que seleccionar la condición con que se desarrolla la reacción, ya sea hacia adelante o hacia atrás. Para la mayoría de los sistemas de degradación de alimentos,  $k_b$  es insignificante en comparación con  $k_f$ , para el periodo de tiempo de interés práctico; es decir  $[C]$  y  $[D]$  son muy pequeños lo cual nos permite tratar la reacción como irreversible. En la mayoría de los casos, la concentración de la sustancia reaccionante que afecta principalmente a la calidad global es limitante, las concentraciones de las otras especies que son relativamente grandes y su cambio con el tiempo es insignificante

### **1.3. PRINCIPIOS BÁSICOS DE ANÁLISIS SENSORIAL**

Ureña (1999). Indica que la evaluación sensorial de los alimentos se constituye en la actualidad como una de las más importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. Así, pues por su aplicación en el control de calidad y de procesos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia del lanzamiento de los mismos al comercio, la hace, sin duda alguna, la copartícipe del desarrollo y avance mundial de la alimentación.

Como disciplina científica es usada para medir, analizar e interpretar las sensaciones producidas por las propiedades sensoriales de los alimentos y otros materiales, y que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído.

Está constituida por dos procesos definidos según su función: el análisis sensorial y el análisis estadístico. Mediante el primero se obtienen las apreciaciones de los jueces de manera de datos que serán posteriormente transformados y valorados por el segundo, dándoles con ellos la objetividad deseada.

El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizando y/o mensurando, las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación de acorde al posterior análisis estadístico.

Por otro lado el análisis estadístico está dado por la formulación de supuestos teóricos (hipótesis), con los que se podrá hacer inferencias o conclusiones sobre una población de alimentos o personas, y que serán

comprobados a partir de los resultados del tratamiento estadístico de los datos obtenidos del análisis sensorial de la muestra que la represente; tratamiento aplicado en base a un adecuado diseño experimental que asegure la confiabilidad de los datos y sus resultados.

Así pues, los diseños experimentales están referidos sólo a la secuencia particular en la cual un conjunto de muestras es presentado a una población específica de jueces, mientras que el análisis estadístico lo está a las operaciones matemáticas específicas aplicadas a los datos obtenidos del análisis sensorial

#### **1.3.1. Evaluación sensorial**

Houg y Fizman (2005). Indican que la evaluación sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos. Sin embargo, las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben. De esta manera, la calidad sensorial de un alimento es el resultado de la interacción entre el alimento y el hombre, dando origen a una sensación provocada por determinados estímulos procedentes del alimento a veces modulada por las condiciones fisiológicas, psicológicas y sociológicas de la persona o grupos de personas que la evalúa.

La necesidad de adaptarse a los gustos del consumidor obliga a que, de una forma u otra, se intente conocer cuál será el juicio crítico del consumidor en la evaluación sensorial que realizará del alimento. Es evidente la importancia que tiene para el técnico en la industria alimentaria disponer de sistemas y

herramientas que le permitan conocer y valorar las cualidades sensoriales del producto que elabora y la repercusión que puedan tener los posibles cambios en su elaboración o en los ingredientes, en la características finales del producto.

Para que el análisis sensorial se pueda realizar con un grado importante de fiabilidad, será necesario objetivar y normalizar todos los términos y condiciones que puedan influir en las determinaciones con el objetivo de que las conclusiones a las que se llegue sean cuantificables y reproducibles con la mayor precisión posible

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente se puede citar la definición de evaluación sensorial que brinda la División de Evaluación Sensorial del

Instituto de Tecnólogos de Alimentos (IFT) de Estados Unidos de Norteamérica: “la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”.

### **1.3.2. Percepción y atributos sensoriales**

El proceso sensorial se inicia con la presencia de un estímulo que actúa sobre los receptores sensoriales. Se define el estímulo como el agente químico o físico que produce la respuesta de los receptores sensoriales externos o internos. El impulso nervioso, creado por el receptor sensorial, se transmite por el sistema nervioso al cerebro que lo interpreta como sensación.



La interpretación de la sensación, es decir, la toma de conciencia sensorial, se denomina percepción.

Cada órgano receptor está especializado en recibir una sola clase de estímulo. Existen seis clases de estímulos: mecánicos, térmicos, luminosos, acústicos, químicos y eléctricos. Cada uno de ellos dará lugar a una sensación que vendrá caracterizada por su calidad, intensidad, duración y por la sensación de agrado o rechazo. Los estímulos son medidos por métodos físicos o químicos, pero las sensaciones sólo pueden ser medidas mediante métodos psicológicos.

El primer contacto del ser humano con un producto alimenticio se produce habitualmente a través de la vista, el olfato (por el aire, a través de la nariz), el oído o el tacto, o bien por dos o tres de estas percepciones sensoriales simultáneamente.

Las sensaciones subsiguientes son generalmente táctiles (a través de los labios y la cavidad bucal, donde pueden percibirse sensaciones de frío, calor o dolor) y de nuevo, sonidos (los de la masticación); inmediatamente después intervienen el gusto y nuevamente el olfato, pero esta vez en forma indirecta, a través de la cavidad faríngea. Los atributos de un alimento se perciben en el siguiente orden: apariencia, aroma u olor, textura y sabor.

La apariencia es muchas veces el único atributo en el cual se basa la decisión de comprar o consumir un alimento. Las características de apariencia son, entre otras, el color (generalmente el deterioro de un alimento está acompañado por cambios de color), la forma y el tamaño (largo, ancho, forma geométrica, tamaño de partículas), el brillo o la turbidez.

El olor de un producto se detecta cuando sus componentes volátiles entran en la cavidad nasal y se perciben por el sistema olfatorio. Se define aroma

como el olor de un producto alimenticio y fragancia como el olor de un perfume o cosmético. La cantidad de sustancias volátiles que libera un producto depende de la temperatura y de la naturaleza de sus componentes. No existe hasta el momento ninguna estandarización internacional en la terminología empleada para describir olores.

El gusto de un alimento se detecta por los receptores gustativos que se distribuyen en la lengua y sus papilas, en el paladar y en la faringe. Los órganos receptores son los corpúsculos formados por varias células individuales que se agrupan entre dos y doce. Estas células se distribuyen alrededor de un centro hueco denominado poro, donde entra la sustancia química estimulante y alcanza la célula receptora que está conectada a una fibra nerviosa que transmite la sensación al cerebro. Para que una sustancia sea un estímulo gustativo debe reunir varios requisitos; entre los más estudiados se encuentran solubilidad, concentración, temperatura, estructura química y capacidad de ionización.

El sabor o *flavor* de un alimento define una sensación compleja que se obtiene por la estimulación de los órganos de varios sentidos en la boca, que incluyen gusto, olfato y sensaciones químicas. Estas últimas se perciben por el sentido químico común cuando se estimulan las terminaciones nerviosas de la mucosa nasal, bucal y faringe (astringencia, picor, frescura, calor, pungencia, sabor metálico).

La textura es un conjunto de características de un producto capaces de estimular los receptores mecánicos y táctiles de la boca durante la degustación.

Las sensaciones producidas se designan por términos generales que se perciben en la cavidad bucal tanto al masticar como en el acto de comprimir un alimento con la lengua, los dientes y el paladar. Un complemento de la apreciación de la textura de un alimento se obtiene por el sentido del oído (ruido). Las ondas sonoras provocan la vibración del tímpano que mecánicamente (a través del oído interno) la pasa al nervio auditivo que transmite la sensación al cerebro.

Hay que destacar, entonces, que las sensaciones experimentadas al ingerir un alimento no están relacionadas con un solo sentido, sino que en ellas se entremezclan distintos estímulos y vías nerviosas que actúan como respuesta a una estimulación compleja (Houg y Fizman, 2005).

### **1.3.3. Condiciones generales para el desarrollo de pruebas de evaluación sensorial**

Cuando se utilizan personas como instrumentos, es necesario controlar estrictamente todos los métodos y las condiciones de las pruebas para evitar los errores causados por factores psicológicos. Las condiciones mentales y físicas del evaluador, así como la influencia del medio ambiente donde se desarrollan las pruebas, afectan a la evaluación sensorial. Aun el tiempo y el momento elegido pueden influir sobre la disposición del evaluador (Houg y Fizman, 2005).

La norma ISO 8589 (ISO, 1988) Sensory Analysis – General Guidance for the Design of Test Rooms provee una guía para la instalación de los locales de ensayo para análisis sensorial. El lugar físico donde se realizan las pruebas debe diseñarse para minimizar los prejuicios del sujeto, maximizar su sensibilidad y eliminar las variables que no provengan del producto que se va a evaluar. Es aconsejable utilizar un área de evaluación sensorial especial en la que se evite las distracciones y se puedan controlar todas las

condiciones, de forma que se garantice que la situación sea constante para la próxima prueba. De ser posible, el ambiente será tranquilo, agradable, de temperatura acondicionada y en algunos casos con control de humedad. No se permite fumar ni el uso de cosméticos o perfumes dentro de esta área.

Para la mayoría de las pruebas, los evaluadores deben emitir juicios independientes, por lo tanto, para prevenir una posible comunicación entre ellos, se utilizan cabinas individuales. En éstas, la luz debe ser uniforme y no debe influir la apariencia del producto que se va a evaluar. Algunas veces se utilizan luces coloreadas para disimular diferencias de color entre las muestras. La hora del día en que se desarrollan las pruebas puede influir en los resultados; los mejores momentos serían al finalizar la mañana y la media tarde.

La preparación de las muestras debe desarrollarse en un área anexa a la sala de degustación. Esta área debe contar con un buen sistema de extracción de aire para eliminar todos los olores. Generalmente se necesitan pruebas preliminares para determinar el método de preparación del producto. Factores tales como la temperatura o el método de cocción, tiempo y velocidad de mezclado o cantidad de agua y tamaño de muestra, deben predeterminarse y mantenerse constantes durante todas las pruebas con ese producto.

Los evaluadores pueden verse afectados por algunas características de las muestras que son irrelevantes. Es por ello que debe lograrse que las muestras provenientes de distintos tratamientos sean idénticas en todas sus características, salvo en la que se está evaluando. A veces es necesario rallar, moler o licuar las muestras para obtener uniformidad. Para enmascarar cambios de color puede utilizarse iluminación especial, vasos de color o colorantes insípidos.

La mayoría de los alimentos se sirven en la forma en que se consumen normalmente. En algunos casos son necesarios soportes que ayuden en la discriminación entre las muestras. Por ejemplo, las salsas picantes y especias necesitan un soporte que actúe como vehículo y diluyente. También debe tenerse en cuenta el tipo de prueba: preferencia, discriminación o descriptiva.

Es importante definir la temperatura de evaluación de las muestras. Para ensayos de aceptabilidad, lo mejor es servir las muestras a la temperatura que normalmente se consumen. Para ensayos de discriminación, en general, se sirven a la temperatura óptima de percepción; por ejemplo, el aceite de oliva se evalúa a 30°C.

El número de muestras evaluadas en cada sesión debe determinarse con los evaluadores en sesiones preliminares. Un factor importante es la motivación, ya que los evaluadores muchas veces pierden las ganas de evaluar antes que su capacidad.

Durante la sesión de trabajo los evaluadores reciben algún agente para el enjuague de la boca entre las muestras. En general se utiliza agua a temperatura ambiente. Para alimentos grasos, es mejor que el agua esté tibia. Para algunos casos específicos se han utilizado distintos agentes como apio, manzana o galletas. Otro buen neutralizante es el tiempo que transcurre entre muestra y muestra.

Se ha demostrado que en algunos casos existe un efecto debido al orden de presentación de las muestras, sobre los resultados. La presentación de una muestra de muy buena calidad antes que otra más pobre, hace que esta última reciba una puntuación menor de la que recibiría si el orden fuera inverso. En la prueba del triángulo, por ejemplo, hay una tendencia a elegir

como distinta la muestra del medio. Para evitar estos problemas, el orden de presentación debe equilibrarse, sobre todo cuando el número de evaluadores y de muestras son pequeños. Además, los códigos con que se identifican las muestras no deben dar ningún indicio sobre los tratamientos. En general se utilizan códigos de tres números dígitos (Houg y Fizman, 2005).

#### **1.3.4. El jurado y las condiciones necesarias para el análisis sensorial**

##### **1.3.4.1. El jurado**

Siendo el juez ente analista y calificador en las pruebas de evaluación sensorial, que se sirve solo de la capacidad de percepción desarrollada y habituada de sus sentidos para reconocer, identificar, mensurar y valorar las propiedades o atributos organolépticos o sensoriales, es que merece la mayor de las atenciones en cuanto a su selección, capacitación y, en su caso, el entrenamiento debido (Ureña, *et al.* 1999).

#### **A. Tipos de jueces**

Los jueces pueden ser clasificados según su labor de análisis sensorial en entrenados y no entrenados, teniendo entre los primeros a los de producto, a los de pruebas descriptivas y discriminativas complejas, y a los de pruebas discriminativas sencillas; siendo los segundos los capacitados en pruebas afectivas (Ureña, *et al.* 1999).

##### **❖ Juez de Producto**

Son los llamados “expertos” o “catadores”, quienes se singularizan por ser diestros en analizar y valorar los atributos sensoriales de un determinado

producto (café, té, quesos, vino, entre otros productos caros). Su especialización es tal, así como el reconocimiento de la misma por parte del productor, comerciante y consumidor, que su apreciación es considerada cierta y definitiva, sin necesidad de revalides alguna.

Estos jueces basan su destreza en su sensibilidad de precepción innata y condiciones psico-somáticas y sociales compatibles con el ejercicio de su profesión. Por lo tanto, y por la continua capacitación y entrenamiento que resulta ser cara y de por si exclusiva, es que son los más considerados y mejores pagados entre los jueces de pruebas sensoriales.

Los jueces de producto deben mantener su sensibilidad cuidando de sobremanera sus sentidos, para lo cual no deben fumar, deben abstenerse de tomar alimentos muy condimentados, así como bebidas demasiado calientes o muy frías y nunca deben consumir fuera de las pruebas el producto con el que suelen trabajar (Ureña, *et al.* 1999).

#### ❖ **Juez de Análisis Descriptivos o Discriminativos Complejos**

El juez apto para analizar alimentos en Análisis Descriptivos o Discriminativos completos (comparaciones múltiples, de ordenamiento, entre otras), es hábil para percibir, identificar y mensurar determinado atributo sensorial, como por ejemplo: el color. Si es así, el juez tendrá la capacidad para analizar y clasificar de cualquier alimento sus características del color que son: el tono, la intensidad, el brillo y la luminosidad; siempre y cuando complemente dicha habilidad psicosomática con un adecuado adiestramiento que involucre el aprendizaje teórico-práctico de forma general del análisis sensorial y, para el ejemplo, de forma más explícita de las técnicas aplicadas para analizar el color (Ureña, *et al.* 1999).

En tales circunstancias, este tipo de juez está potencialmente indicado para participar en jurados que intervengan en pruebas que intervengan en pruebas que involucren escalas y procedimientos de calificación de cierta complejidad; jurados que por lo general estarán compuestos de 3 a 10, de 7 a 15 y de 4 a 8 miembros según el IFT (1964), Larmond (1977) citado por Anzaldúa-Morales (1994) y guerrero (1995), respetivamente.

Uniformizando criterios de los autores consultados, el mínimo y máximo número de miembros de un jurado para este tipo de pruebas dependerá de la habilidad de los mismos y el grado de variabilidad en las respuestas entre estos. Por otro lado, existe la limitación del referido número cuando se considera que la conducción de un mayor grupo resulta difícil y el número de datos es innecesariamente grande, lo que se magnifica con los mayores costos de preparación de muestras, entrenamiento de jueces y el mayor tiempo requerido para la realización de las pruebas.

Por lo expuesto se debe considerar a este tipo de juez como un individuo capacitado que suele realizar pruebas sensoriales con cierta periodicidad y que, por lo general, está relacionado con la empresa productora, laboratorio consultor, instituciones de investigación o universidades.

#### ❖ **Juez de Análisis Discriminativos Sencillos**

Para este tipo de pruebas los jueces presentan una suficiente habilidad para percibir y distinguir diferencias entre muestras al ser analizadas considerando determinado atributo o propiedad sensorial. No necesariamente deben estar formados en la evaluación sensorial como en el caso anterior, pero si estar debidamente adiestrados en la técnica a emplearse en la prueba sensorial.



Las pruebas con este tipo de jueces deben efectuarse según Larmond (1997), citado por Anzaldúa-Morales (1994), con un mínimo de 10 jueces y un máximo de 20 o cuando mucho 25, y de 8 a 25 según la IFT (1964) (Ureña, *et al.* 1999).

### ❖ Juez de Análisis Afectivos

Para este tipo de pruebas el consumidor habitual o potencial es el juez más idóneo. Basta entonces con encuestar a un grupo de individuos de una misma zona, con costumbres de consumo generales comunes, aparente estado psico-somático satisfactorio y asequibles. Por lo general son personas tomadas al azar, ya sea en una calle, en una tienda, escuela, etc.

El jurado puede estar conformado por menos de 80 (IFT, 1964), de 30 según Ellis (1961) y ASTM (1968) citados por Anzaldúa-Morales (1994), y de 40 según Anzaldúa-Morales (1994). Sin embargo, un número de 30 parece ser el mínimo necesario para que la evaluación de sus apreciaciones tenga validez estadística (Ureña, *et al.* 1999).

### B. Selección de jueces

Ureña, *et al.* (1999). Indica la selección de jueces está referida al conjunto de acciones que inician el proceso de conformación del jurado idóneo para análisis descriptivos y discriminativos, cuyos componentes se eligen a partir de individuos ya capacitados para estos menesteres. Luego, debe tenerse en cuenta que existe otra etapa de selección previa en la que se eligen habitados para integrar el jurado en mención.

Si bien en el primer caso prevalecerán los mejores, pues capacidad la tienen por igual, en el segundo prevalecerán los que reúnan las condiciones

mínimas requeridas para optar ser juez. En ambos casos los criterios principales para la selección son:

- Habilidad para percibir una propiedad, identificarla, muestrearla y/o discriminarla.
- Disponibilidad ante el cronograma de pruebas sensoriales y actividades relacionadas.
- Interés por participar en el logro de los objetivos planteados en el estudio sensorial involucrado.
- Eficiencia en la aplicación de los conocimientos sobre la técnica de percepción y del método de análisis.
- Honestidad en su apreciación, demostrada con una calificación cabal.

### **C. Entrenamiento de jueces**

Una vez que uno ha seleccionado un grupo idóneo de jueces, tomando en cuenta los criterios anteriores, se procede a entrenarlos para lograr que estos estén en condiciones de formular juicios válidos y confiables, libres de preferencias personales.

El programa de entrenamiento puede estar constituido de 10 a 12 sesiones de una a dos horas, recomendándose de 2 a 4 sesiones por semana. En su diseño y ejecución deberán participar el investigador(es) del proyecto de evaluación sensorial, el director de las pruebas y el entrenador; dándose el caso que por lo general el director es el que hace el papel de entrenador.

El entrenador aparte de tener los conocimientos y experiencias en el análisis sensorial, así como de las técnicas adecuadas para la instrucción y manejo de grupos, debe poseer el debido liderazgo y capacidad de motivación para procurar crear un ambiente agradable de trabajo y un nivel adecuado de comunicación.

De la técnica sensorial impartida en las clases teóricas, las que no deben durar más de 30 minutos por sesión, se dará énfasis en el aprendizaje del uso de escalas, cuestionario y forma de calificar lo percibido. Debe de considerarse además que complementariamente se realizan pequeñas charlas ilustrativas de la importancia del proyecto a ejecutarse y de la preciada participación de los jueces en ella, algo sobre el producto y la empresa, sus alcances comerciales y sociales, entre otros temas que puedan motivar el eficiente y esmerado trabajo de juez.

Con los conocimientos adecuadamente transmitidos y la ejecución de ensayos debidamente conducidos, se espera que los jueces aumenten su habilidad de percepción o al menos la mantengan, así como que estén totalmente instruidos y aptos para iniciar las pruebas definitivas programadas para el proyecto de evaluación (Ureña, *et al.* 1999).

### **1.3.5. Análisis sensorial**

#### **1.3.5.1. Análisis descriptivo para categorizar muestras (Análisis sensorial)**

##### **A. Categorización cualitativa**

Para este tipo de análisis se requiere presentar al jurado una escala a dimensionada, la que hará uso para manifestar la mayor o menos intensidad de un determinado atributo sensorial presente en cada muestra a categorizar. Los jueces reciben muestras codificadas de forma simultánea o secuencialmente, pudiendo alterarse la secuencia para cada juez. El análisis estadístico no paramétrico o paramétrico, determinará la existencia de diferencias significativas entre las puntuaciones otorgadas a las muestras por los jueces, validando con ello la categorización resultante del análisis

sensorial. La hoja de calificaciones puede ser como la que se presenta en la Figura 5.

Nombre del juez: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Muestra evaluada: \_\_\_\_\_ Prueba N° \_\_\_\_\_

Clasifique las cuatro muestras según la escala que se presenta, escribiendo su código en el casillero correspondiente según la intensidad de acidez que perciba y sepárelas con comas si son más de dos las que ubique en un mismo casillero...

ESCALA	CLASIFICACIÓN DE MUESTRAS
Extremadamente ácido	
Muy ácido	
Poco ácido	
Nada ácido	

Comentario \_\_\_\_\_

**Figura 5.** Hoja de calificación para una Categorización Cualitativa, recuperado de Ureña, *et al.* (1999).

#### 1.4. MODELO $Q_{10}$

Un modelo muy utilizado para predecir el tiempo de vida útil, considerando la temperatura, como el factor de abuso, para acelerar las reacciones en los alimentos es el llamado factor adimensional “ $Q_{10}$ ” el cual se define como: La variación de la velocidad de reacción cada  $10^{\circ}\text{C}$  y se expresa de la siguiente manera (Kilcast y Subramaniam, 2011).

$$Q_{10} = \frac{\text{tiempo de vida a la temperatura } T}{\text{tiempo de la vida a la temperatura } T + 10} \quad (04)$$

Según Casp, (2003) Cuando se experimenta con temperaturas diferentes de los 10°C el valor de Q<sub>10</sub> se puede determinar de la siguiente manera:

$$Q_{10}^{\Delta T/10} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{t_1}{t_2} \quad (05)$$

El valor de Q<sub>10</sub> siempre será mayor que la unidad y su interpretación lógica, indica la sensibilidad de la velocidad de reacción a la temperatura (Kilcast y Subramaniam, 2011).

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Localización**

Este trabajo se desarrolló en la Universidad Pedro Ruiz Gallo, en la ciudad de Lambayeque, departamento de Lambayeque. Los análisis organolépticos y Los análisis fisicoquímicos se realizaron en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Facultad de Ciencias Biológicas.

### **2.2. Materiales, reactivos y equipos**

#### **2.2.1. Materia Prima**

Turiones de espárrago verde variedad UC-157-F1 fresco, procedentes de los campos de cultivo de la empresa “Complejo Agroindustrial Beta S.A.”, donde se procedió a realizar su selección y clasificación de acuerdo al diámetro (MD: 12-14 mm) y longitud de 18-22 cm.

#### **2.2.2. Materiales**

Para los análisis fisicoquímicos se utilizaron los siguientes materiales:

- Agua destilada.
- Mortero de porcelana
- Agitador de vidrio.
- Beaker de 500 ml.
- Buretas de 50 ml c/u.
- Balón de destilación.
- Refrigerante.
- Cronómetro.

- Desecador de vidrio.
- Pinzas metálicas.
- Soporte para embudo.
- Placas Petri.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Guantes estériles.
- Olla de acero inoxidable.
- Erlenmeyers de 1lt.
- Matraces de Buchner de 1lt.
- Crisoles Gooch y adaptadores de goma.
- Embudos de Hartley.
- Papeles de filtro Whatman No. 54 de 12.5 cm de diámetro.
- Condensadores de tipo “dedo frío”.

### **2.2.3. Reactivos**

- Hidróxido de sodio (Na OH) 1.25%
- Ácido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 1.25%
- Éter de petróleo.
- Alcohol.
- Ácido clorhídrico 1%.

### **2.2.4. Equipos**

Se utilizaron los siguientes equipos:

- Dos incubadoras programadas a 25°C y 35°C, con madera prensada (OSB), recubiertas internamente con material aislante al calor (tecnopor de 1.5 Pulgadas), focos de 100 Whats y Controlador digital Full Gauge Mt-512ri.

- Refrigeradora. Marca SAMSUNG. (Programada a 10°C).
- Termómetro de pulpa. Marca Checktemp 4 by HANNA. HI 151-00.
- Balanza de precisión.
- Estufa, marca Lab – Line, modelo 3510.
- PH. Marca HANNA instruments Checker Portable pH Meter.
- Cocina industrial.
- Mufla.
- Cocina eléctrica.

### **2.3. Metodología experimental**

En esta sección se describen los procedimientos utilizados para la obtención y almacenamiento de las muestras experimentales, así como las pruebas realizadas para cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo.

#### **2.3.1. Obtención de las muestras**

De una parihuela de 32 jabas de espárrago verde fresco de la empresa “Complejo Agroindustrial Beta S.A.”; se seleccionaron 9 kilogramos de materia prima mediante un muestreo aleatorio simple.

#### **2.3.2. Codificación de las muestras**

Según el muestreo aleatorio simple realizado se seleccionaron 9 jabas de muestreo con los códigos que se muestra en el Anexo 1.



### **2.3.3. Almacenamiento de las muestras**

Los 9 kilogramos de materia prima fueron divididos en tres partes de 3 kilogramos cada una, almacenándolos a diferentes temperaturas controladas; cada parte contenía 192, 214 y 187 turiones los cuales fueron distribuidos para cada análisis según número de turiones o peso requerido.

- Temperatura 1: 10°C (192 turiones de muestreo).
- Temperatura 2: 25°C (214 turiones de muestreo).
- Temperatura 3: 35°C (187 turiones de muestreo).

### **2.3.4. Métodos de análisis**

#### **A. Pruebas fisicoquímicas**

Durante el almacenamiento de las muestras de espárrago verde fresco se determinó el porcentaje de humedad, el pH y fibra cada 24 horas con los métodos que se detallan en el Anexo 2.

#### **B. Análisis organoléptico**

La evaluación sensorial se realizó con 8 jueces entrenados, alumnos del noveno ciclo de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Los cuales estuvieron comprometidos con el proyecto, asistiendo a la hora indicada cada día de evaluación.

- De cada 3 kilogramos almacenados a las temperaturas de 10, 25 y 35°C se cogió 40 turiones de cada temperatura para la evaluación diaria por los 8 jueces entrenados. La distribución de muestra se indica en la Tabla 3.
- Cada juez fue entrenado 7 días antes de dar inicio a las evaluaciones organolépticas de la materia prima, enseñándoles a caracterizar de

manera visual y táctil al espárrago verde fresco, dándoles los parámetros establecidos para una materia prima de calidad.

- Cada juez entrenado estaba ubicado en la mesa del laboratorio y se le entregó un formato para el llenado de su evaluación, luego se procedió a entregar la muestra siguiendo un orden para cada temperatura.
- Se realizó un seguimiento a cada muestra almacenada usando una escala hedónica de 5 puntos para el nivel de aceptación (Tabla 4) evaluándose diariamente las características organolépticas de la misma muestra (ver Anexo 3). El formato utilizado para la calificación sensorial se muestra en el Anexo 8.

**Tabla 3**

*Distribución de muestra para la evaluación diaria de los jueces entrenados*

N° de Juez	TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO			Total de turiones
	10°C	25°C	35°C	
1 Juez	5 turiones	5 turiones	5 turiones	15
2 Juez	5 turiones	5 turiones	5 turiones	15
3 Juez	5 turiones	5 turiones	5 turiones	15
4 Juez	5 turiones	5 turiones	5 turiones	15
5 Juez	5 turiones	5 turiones	5 turiones	15
6 Juez	5 turiones	5 turiones	5 turiones	15
7 Juez	5 turiones	5 turiones	5 turiones	15
8 Juez	5 turiones	5 turiones	5 turiones	15
				120

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

**Tabla 4**

*Escala hedónica para el nivel de aceptación*

ACEPTAILIDAD
5: EXCELENTE
4: BUENO
3: REGULAR
2: MALO
1: PÉSIMO

#### **2.4. Análisis estadístico:**

Se realizó un seguimiento al pH, Humedad y Fibra del espárrago verde fresco durante su almacenamiento a las temperaturas de 35, 25 y 10°C. Para los resultados de la evaluación de estas variables se empleó un análisis de varianza (ANOVA).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. Caracterización del espárrago fresco.

Tabla 5

*Caracterización del espárrago verde fresco en 100g de peso*

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	
▪ Proteínas: 2g	▪ Humedad: 91 - 92 %
▪ Carbohidratos: 4g	▪ Ph: 6.5
▪ Fibra: 2g	▪ °Brix: 4

Reyes, *et al.* (2009) en Tablas Peruanas de Composición de Alimentos señala los siguientes valores de caracterización del espárrago verde fresco: Proteínas: 2,2g., Carbohidratos: 4,6g., Fibra: 2.1 g., Humedad: 92,3%.

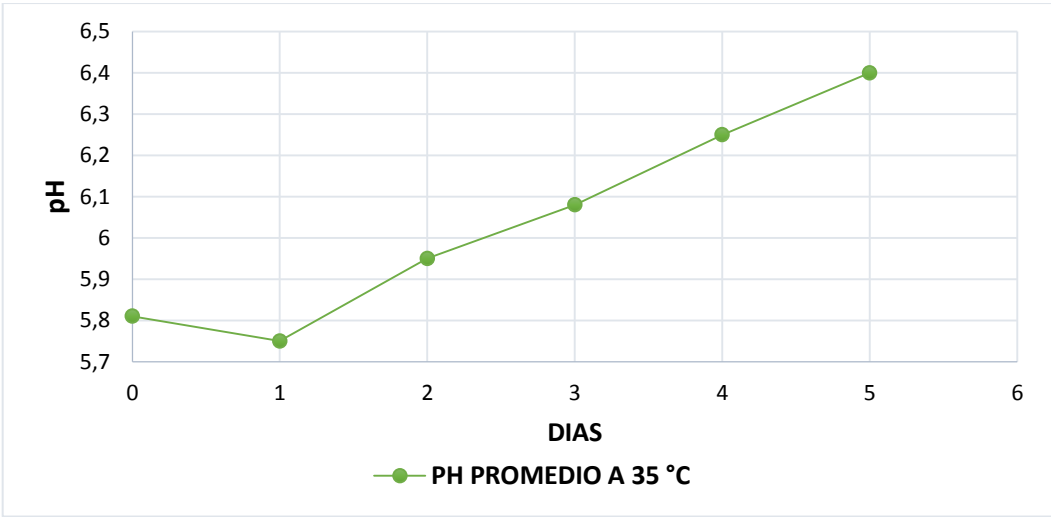
Campo Verde S.A.C en su manual HACCP para espárrago verde fresco indica los siguientes valores de caracterización del espárrago en 100gr de muestra: Proteínas: 2g, Carbohidratos: 4g, Humedad: mayor a 90%, pH: 6.5 – 7.2, °Brix: 2 - 4.

Los resultados obtenidos en el presente estudio y los resultados obtenidos por otros autores son similares en la caracterización del espárrago.

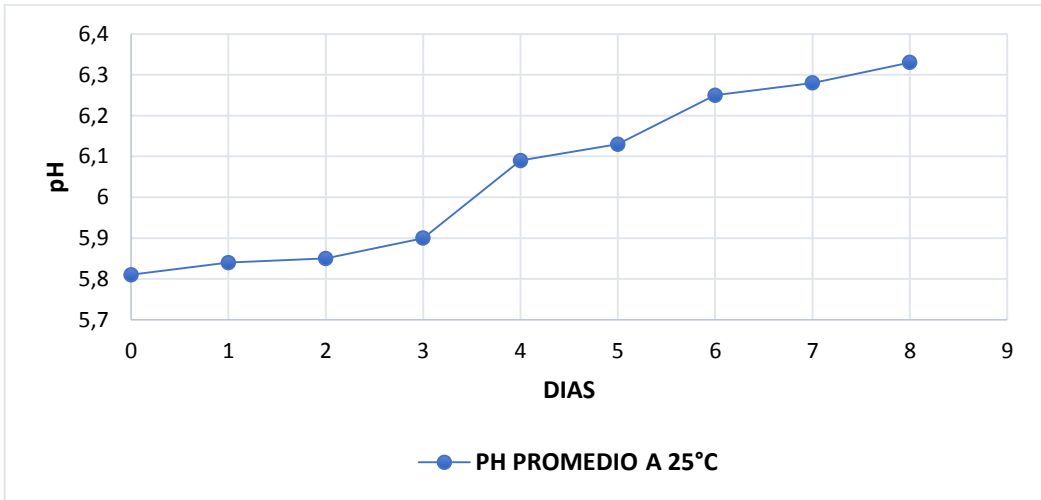
**3.2. Seguimiento sobre el pH, Humedad y Fibra durante el tiempo de almacenamiento**

Los resultados del seguimiento sobre el pH, Humedad y Fibra se muestran en el Anexo 4. Los gráficos 1, 2 y 3 ilustran el comportamiento del pH a las diferentes temperaturas controladas de almacenamiento.

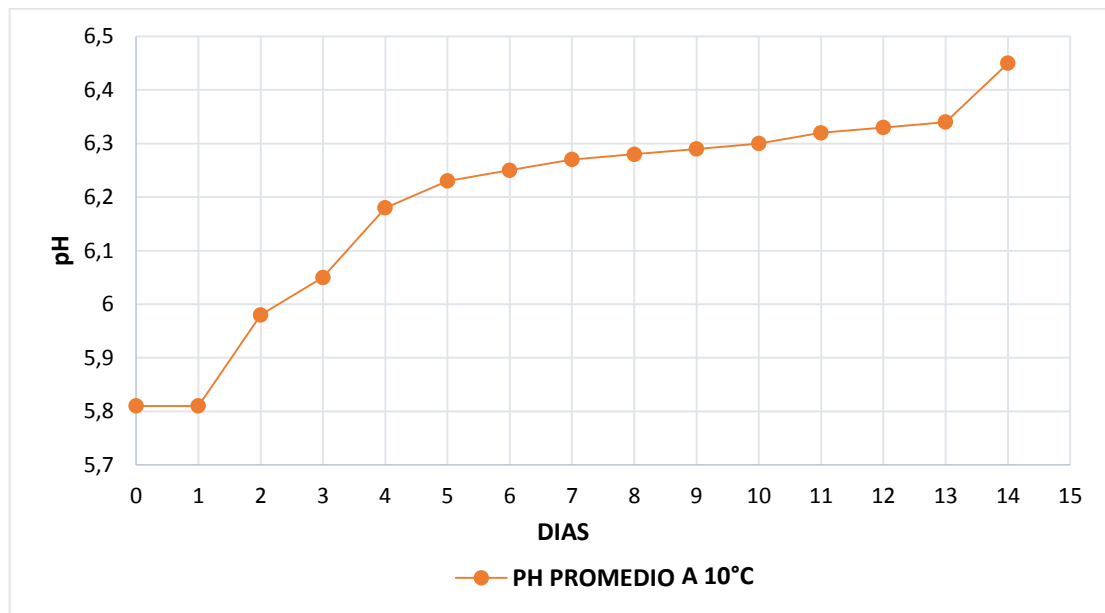
**Gráfico 1.** Resultados de pH promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 35°C.



**Gráfico 2.** Resultados de pH promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 25°C.



**Gráfico 3.** Resultados de pH promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 10°C.



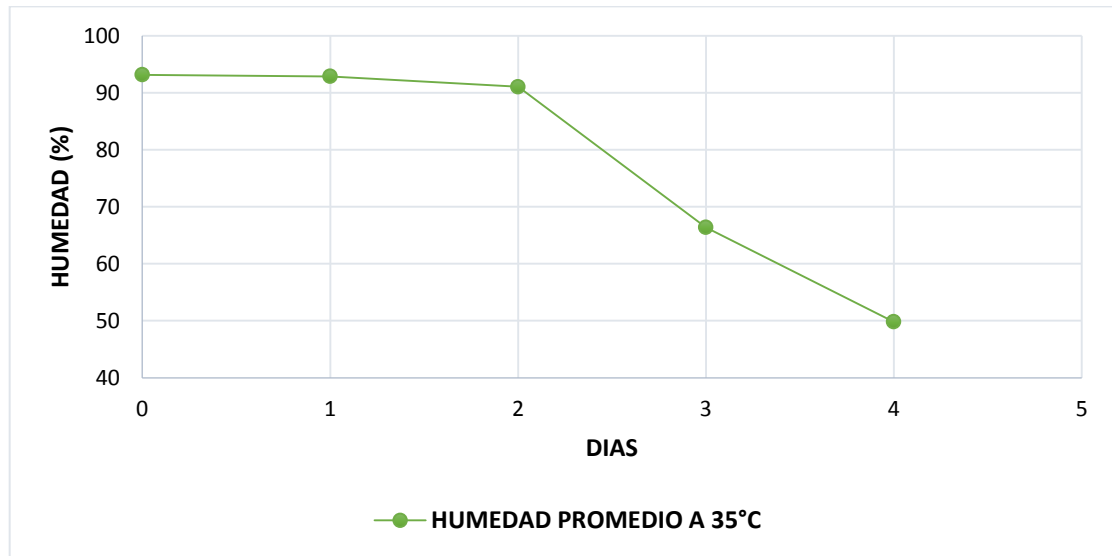
A la temperatura de 35 ° C se observa que después de un día de almacenamiento esta variable disminuyó, luego en los siguientes 4 días, el valor de pH aumentó sostenidamente llegando hasta un valor de 6,4.

A la temperatura de 25 ° C se observa que durante los 9 días el valor de pH aumentó sostenidamente llegando hasta un valor mayor a 6,3 y a la temperatura de 10 ° C se observa que después de un día de almacenamiento esta variable fue constante, luego en los siguientes 13 días, el valor de pH aumentó sostenidamente llegando hasta un valor mayor a 6,4.

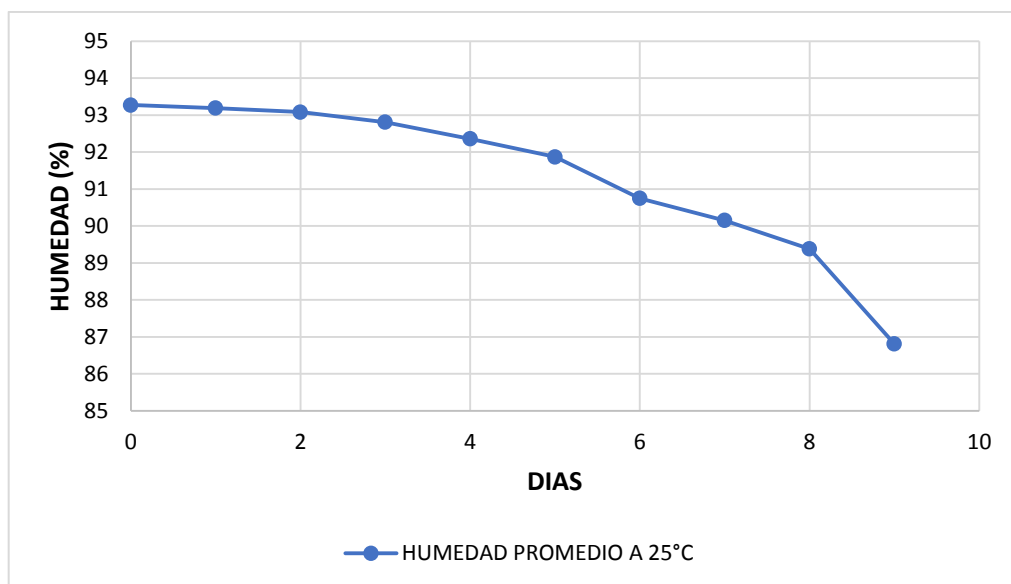
Mediante el ANOVA se llegó a la conclusión que no existen diferencias significativas ( $F < F$  crítico) de pH entre los diferentes tiempos de almacenamiento de las unidades de muestreo y que no hay diferencias significativas de pH entre las temperaturas de almacenamiento de 10, 25 y 35°C a un nivel de 5%.

Por otra parte, los gráficos 4, 5 y 6 ilustran el comportamiento de la humedad a diferentes temperaturas controladas de almacenamiento.

**Gráfico 4.** Resultados de Humedad promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 35°C.

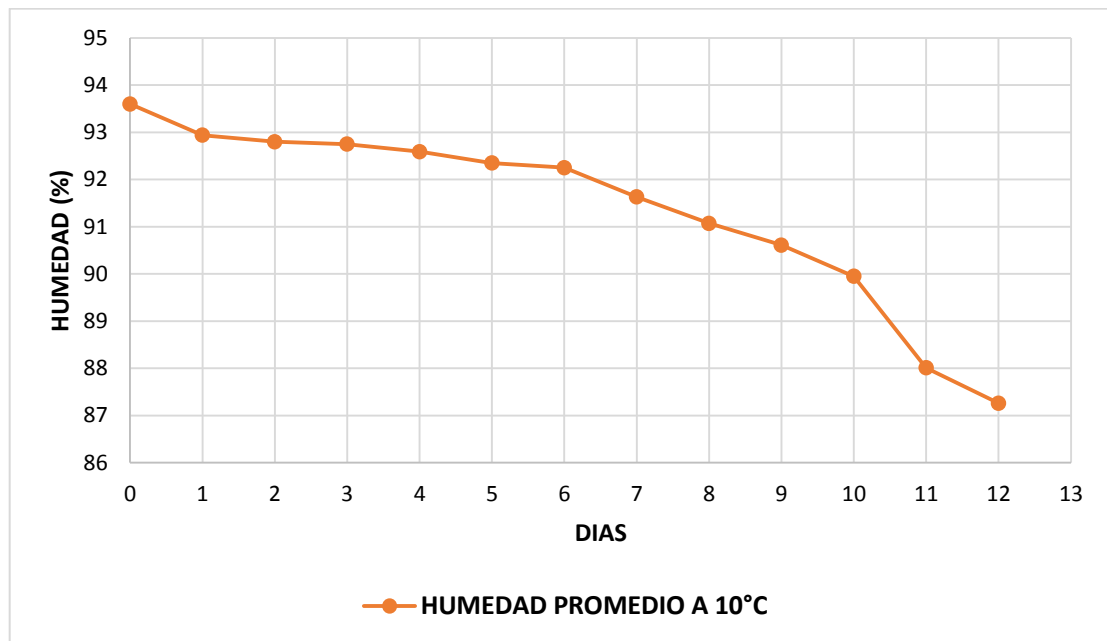


**Gráfico 5.** Resultados de Humedad promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 25°C.





**Gráfico 6.** Resultados de Humedad promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 10°C.



En el gráfico 4 se observa que a la temperatura de almacenamiento de 35°C, después de dos días, la humedad disminuyó continuamente llegando a un valor aproximado de 49%.

A la temperatura de almacenamiento de 25 °C (gráfico 5) se observa que durante los primeros 7 días, el valor de humedad disminuyó ligeramente. En los siguientes días se manifestó un comportamiento diferente, la humedad disminuyó de una manera significativa y continúa llegando hasta un valor aproximado de 86%.

Por último, a la temperatura de almacenamiento de 10 ° C (gráfico 6), se observa que durante los 12 días el valor de humedad disminuyó sostenidamente llegando hasta un valor aproximado de 87%.

Mediante el ANOVA se llegó a la conclusión que si existen diferencias significativas ( $F > F$  crítico) de Humedad entre los diferentes tiempos de almacenamiento de las unidades de muestreo y que si hay diferencias significativas de Humedad entre las temperaturas de almacenamiento de 10, 25 y 35°C a un nivel de 5%.

Nunes (2008) relacionó la pérdida de humedad con la pérdida de peso y realizó un estudio almacenando el espárrago verde fresco de 20 cm y 13mm de diámetro a temperaturas diferentes (2, 5, 10 y 20°C) y con 95 – 98% de humedad relativa y determinó como límite de aceptabilidad, el nivel máximo propuesto por Robinson, *et al.* 1975, que indica el 8 % de pérdida de peso para que pueda considerarse comercializable.

Los estudios realizados por Nunes (2008) indican que los espárragos almacenados a 20°C lograron una pérdida de peso del 8%, después de 4 – 5 días aproximadamente. Los espárragos almacenados a 10°C lograron una pérdida de peso del 8%, después de 7 – 8 días aproximadamente. Para los espárragos almacenados a 5°C, la pérdida de peso alcanzó el nivel máximo aceptable después de aproximadamente 9 - 12 días y por último los espárragos almacenados a 2°C alcanzaron la pérdida de peso máxima aceptable después de aproximadamente 14 días de almacenamiento.

Papadopoulou *et al.*, (2002) indica que después de 6 días de almacenamiento los espárragos almacenados a 10°C, tienen una pérdida de peso de aproximadamente 7% de su peso inicial.

En este estudio se observó (ver Anexo 5) que después de 6 días de almacenamiento a 10°C, el espárrago fresco tuvo una pérdida de peso

aproximadamente de 19.5%. Este resultado es mucho más elevado al indicado por Papadopoulou *et al.*, (2002).

Itoh (1986) mediante un estudio demostró que la pérdida de peso de espárragos frescos almacenados a diferentes temperaturas puede ser altas. Muestra que a temperaturas de 10°C y 20°C de almacenamiento, la pérdida de peso puede llegar a 11.9 y 18.1%, respectivamente, después de solo 3 días de almacenamiento. Por lo tanto considera un 20% de la pérdida de peso como nivel máximo permisible para que el espárrago pueda ser comercializado.

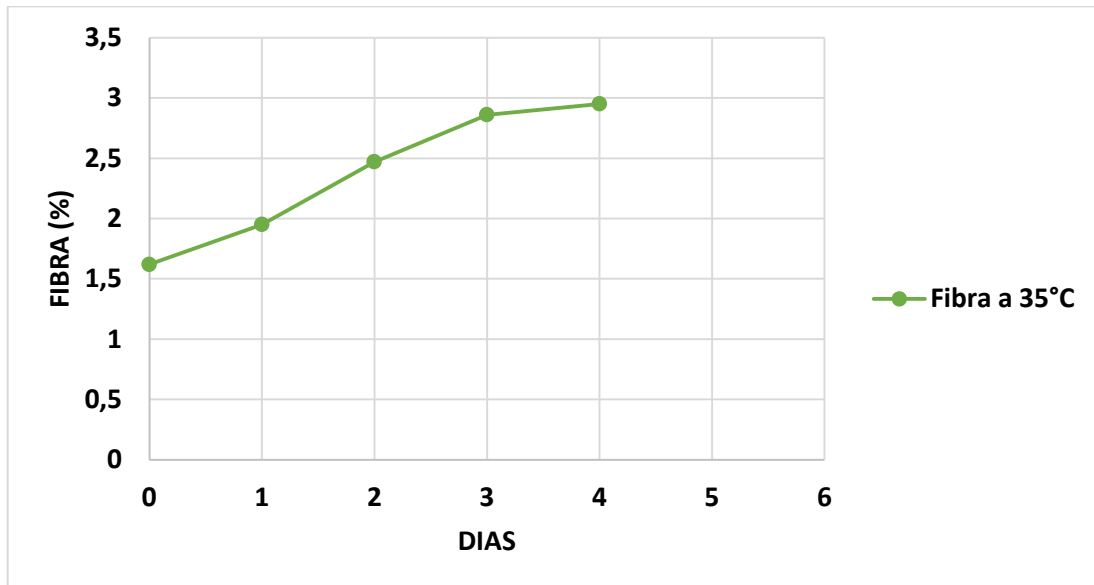
En este estudio, relacionando la humedad con la pérdida de peso se observa que a los 3 días de almacenamiento a una temperatura de 10°C, 25°C y 35°C la pérdida de peso llega a 9.4%, 18.7% y 57%. Las dos primeras temperaturas se mantienen casi al rango establecido por Itoh (1986).

Krarp (1990) sugirió que el 8% de la pérdida máxima permisible de peso fresco propuesta por Robinson *et al.* (1975) es demasiado bajo.

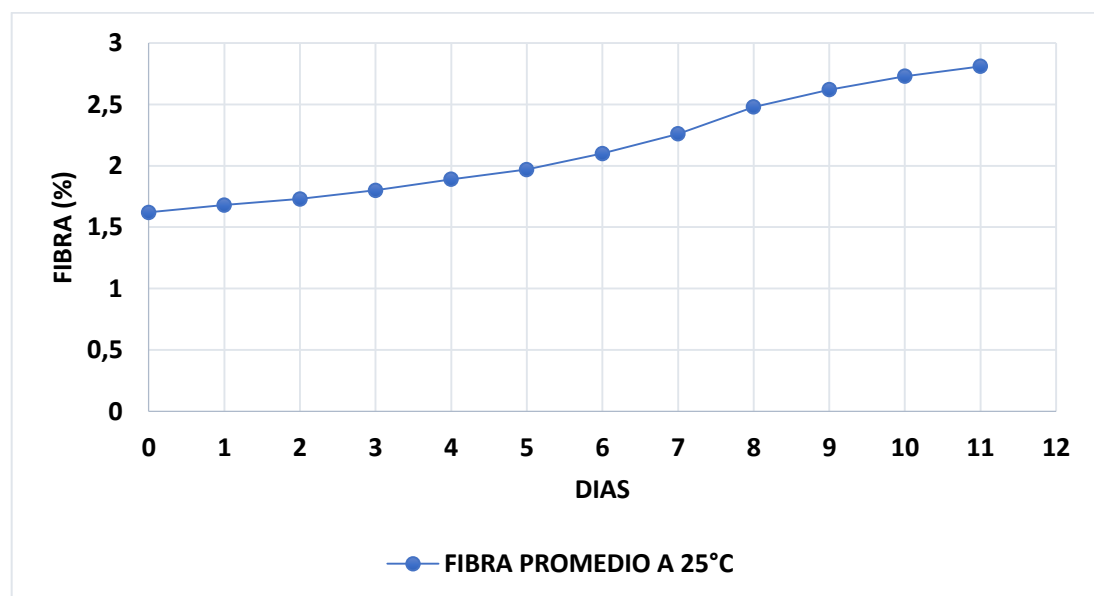
Nunes y Emond (2002) sugieren lo contrario; es decir, que los síntomas relacionados con la pérdida de humedad, como la pérdida de firmeza y la marchitez, pueden aparecer antes de que la pérdida de peso alcance el 8%. Por lo tanto, los valores de pérdida de peso entre 4 y 8% deben considerarse como el máximo permisible antes de que el espárrago se considere inaceptable para la venta.

Los gráficos 7, 8 y 9 ilustran el comportamiento de la fibra a las diferentes temperaturas controladas de almacenamiento.

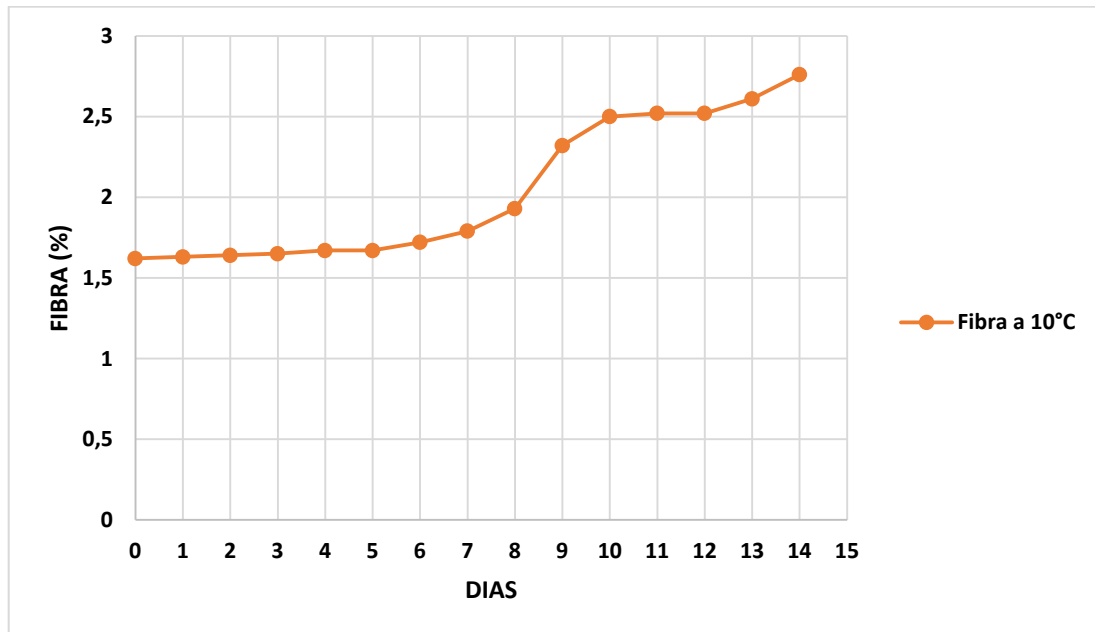
**Gráfico 7.** Resultados de Fibra promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 35°C.



**Gráfico 8.** Resultados de Fibra promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 25°C.



**Gráfico 9.** Resultados de Fibra promedio en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 10°C.



A la temperatura de almacenamiento de 35 ° C (gráfico 7) se observa que durante los 3 días de almacenamiento, el valor de la fibra aumentó sostenidamente llegando hasta un valor aproximado de 2.8%.

A la temperatura de 25 ° C (gráfico 8) se observa que durante los 11 días el valor de la fibra aumentó sostenidamente llegando hasta un valor aproximado de 2.8% y a la temperatura de 10 ° C (gráfico 9) se observa que durante los 14 días el valor de la fibra aumentó sostenidamente llegando hasta un valor aproximado de 2.9%.

Mediante el ANOVA se llegó a la conclusión que no existen diferencias significativas ( $F < F$  crítico) de Fibra entre los diferentes tiempos de almacenamiento de las unidades de muestreo y que no hay diferencias significativas de Fibra entre las temperaturas de almacenamiento de 10, 25 y 35°C a un nivel de 5%

El comportamiento de esta variable, que se muestra en el presente estudio, es similar a los resultados que indican los siguientes estudios:

La Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, estudió la calidad del espárrago verde en fresco, donde nos indica que el comportamiento del contenido de fibra aumenta el 3% desde el inicio hasta los 15 días de almacenamiento a una temperatura de 10°C; y también aumenta el 0.8% del contenido de fibra desde el inicio hasta los 15 días de almacenamiento a una temperatura de 2°C.

Los estudios realizados por Poll (1996) Informaron que el contenido de fibra dietética de 2,5% en 100gr de espárrago, es el nivel crítico por encima del cual los consumidores comienzan a notar la fibrosidad de los espárragos.

Según Lipton (1990) Indica que el contenido de fibra de los espárragos aumenta durante el almacenamiento, particularmente a altas temperaturas, y los espárragos se vuelven más duros y difíciles de cocer. Sin embargo, la lignificación procede más lentamente cerca de la punta que en el medio o cerca de la base de los tallos.

**NOTA:** Los resultados de ANOVA de los datos presentados se muestran en el Anexo N° 06.

### **3.3. Tiempos de vida útil estimados**

Para estimar los tiempos de vida útil respecto a la humedad y fibra en esparrago fresco. En primer lugar, se procedió a obtener un límite de aceptabilidad para cada variable.

Respecto a la variable humedad, se obtuvieron límites de aceptabilidad según los autores, quienes relacionaron la humedad con la pérdida de peso:

Considerando el 8% de pérdida como límite aceptabilidad propuesta por Robinson et al., (1975). En el presente estudio se estimaron los siguientes tiempos de vida útil para el esparrago fresco a las temperaturas de almacenamiento 10, 25 y 35°C, estos valores son 5, 2 y 1 día respectivamente.

Considerando el 20% de pérdida como límite aceptabilidad propuesta por Itoh, (1986), los tiempos de vida útil estimados para el esparrago fresco son 8, 4 y 1 día, para temperaturas de almacenamiento de 10, 25 y 35°C respectivamente.

En estudio se consideró determinar el límite de aceptabilidad respecto a la variable Humedad, mediante la evaluación sensorial del espárrago fresco, por un panel de 8 jueces entrenados. El límite de aceptabilidad establecido fue un valor de 91 %. Con el límite de aceptabilidad se estimaron tiempos de vida útil a las temperaturas de almacenamientos ensayadas de 10, 25 y 35° C, los resultados se muestran en la Tabla 6.

Respecto a la variable Fibra, se consideró el límite de aceptabilidad de un valor de 2.5 % en 100 gr de espárrago fresco, este límite fue estimado y utilizado por Poll (1996) el cual estudió al esparrago verde fresco a diferentes temperaturas de almacenamiento.

Con el límite de aceptabilidad definido para la variable fibra, se estimaron los tiempos de vida útil del espárrago fresco para cada temperatura de almacenamiento controlado. Estos resultados se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Tiempos de vida útil estimados para el espárrago fresco*

Temperatura de almacenamiento	Pruebas Fisicoquímicas	
	Humedad (Días)	Fibra (Días)
35°C	2	2
25°C	5	7
10°C	8	10

Se ha demostrado que la vida útil de los espárragos disminuye linealmente con el aumento del período de almacenamiento y las temperaturas (Lill, 1980; King et al., 1988).

Según Nunes (2008) Considera como límite de aceptabilidad el 8% para espárrago comercializable propuesto por Robinson *et al.*, (1975), estimando los siguientes rangos de tiempos de vida útil.

**Tabla 7**

*Tiempos de vida útil estimados para el espárrago fresco según Nunes (2008)*

TEMPERATURA	DIAS
20°C	4 – 5
10°C	7 - 8
5°C	9 - 12
2°C	14

Comparando los tiempos de vida útil obtenidos en estudio, sobre todo a la temperatura de almacenamiento de 10°C, se puede observar que estos se encuentran dentro del rango establecido por Nunes (2008).



Por otra parte, utilizando el modelo  $Q_{10}$  se procedió a calcular este factor utilizando los tiempos de vida útil de las temperaturas de almacenamiento controlado de 25 y 35 °C, por cada variable (humedad y fibra). Los resultados se muestran en la Tabla 8.

$$Q_{10} = \frac{\text{tiempo de vida a la temperatura } T}{\text{tiempo de vida a la temperatura } T + 10}$$

$$Q_{10 \text{ Humedad}} = \frac{5}{2} = 2.5$$

$$Q_{10 \text{ Fibra}} = \frac{7}{2} = 3.5$$

**Tabla 8**

*Factor Q10 estimados*

Temperatura de almacenamiento	Factor $Q_{10}$	
	Humedad	Fibra
25- 35 °C	2.5	3.5

Una vez determinados el factor  $Q_{10}$ , se procedió a determinar el tiempo de vida útil a diferentes temperaturas no ensayadas. Esto se hizo utilizando la Ecuación 05. Los resultados se muestran en la Tabla 9.

$$Q_{10}^{\Delta T/10} = \frac{k_1}{k_2} = \frac{t_1}{t_2}$$

$$Q_{10}^{\Delta T/10} = 2.5^{(10-2)/10} = \frac{8}{t_2}$$

$$t_2 = 3.84$$

**Tabla 9**

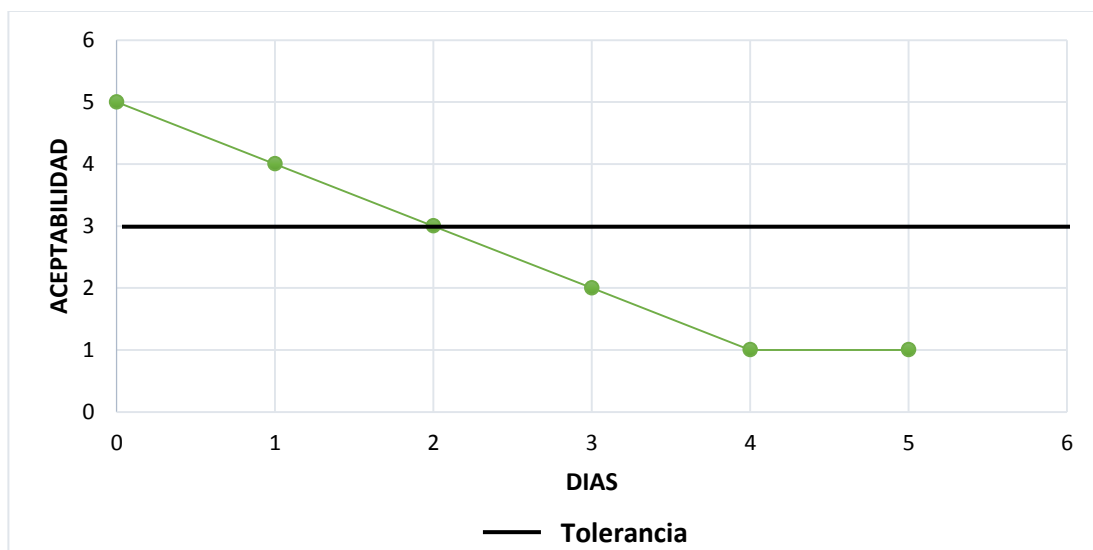
*Tiempos de vida útil estimados a temperaturas no ensayadas*

Temperatura de almacenamiento	Tiempos de vida útil estimados	
	Humedad (Días)	Fibra (Días)
2 °C	3	3
4 °C	4	4
6 °C	5	6

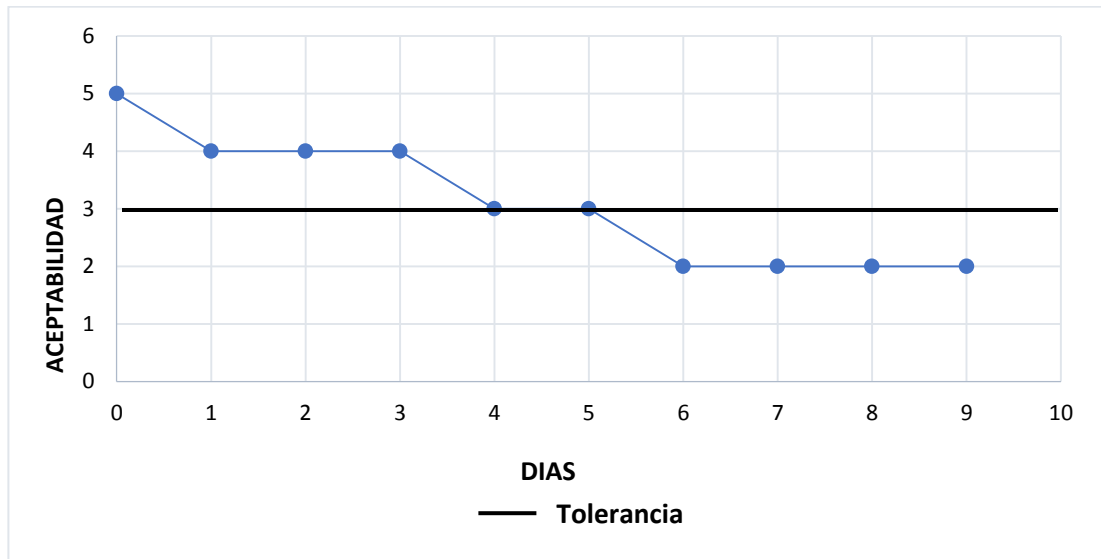
### 3.4. Seguimiento de las características organolépticas durante el tiempo de almacenamiento y estimación de vida útil.

Se logró evaluar el color, olor, manchas, deshidratación, pudrición, base, tallo y punta durante el almacenamiento. Los resultados del seguimiento sobre las características organolépticas se muestran en el Anexo N°08. Tanto en la evaluación por cada juez y en el promedio final de los 8 jueces entrenados, se estimó el promedio tomando la regla que el puntaje promedio o puntaje final por evaluación es la calificación más baja evaluada en todas las categorías para así construir los gráficos 10, 11 y 12. Los resultados generales de los 8 jueces entrenados se muestran en el Anexo 7.

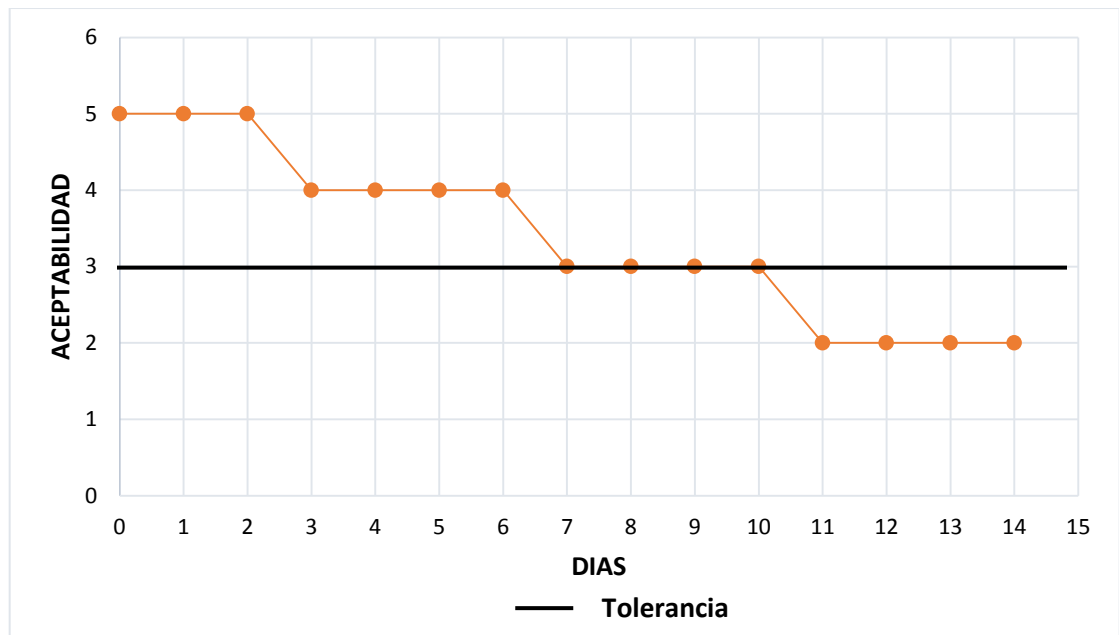
**Gráfico 10.** Resultados de las características organolépticas en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 35°C.



**Gráfico 11.** Resultados de las características organolépticas en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 25°C.



**Gráfico 12.** Resultados de las características organolépticas en el espárrago verde fresco a la temperatura de almacenamiento de 10°C.



Los gráficos 10, 11 y 12 ilustran el comportamiento de las características organolépticas del espárrago verde fresco almacenado a las diferentes temperaturas controladas.

Se realizó una escala hedónica de 5 puntos asignándole un valor numérico dependiendo del tipo de defecto y su incidencia (1: Excelente, 2: Bueno, 3: Regular, 4: Malo, 5: Pésimo), de los cuales se estableció la Tolerancia de aceptabilidad del espárrago verde fresco el valor numérico de 3: Regular; ya que a esta escala existe un leve alejamiento del estándar de calidad óptimo y no es perceptible en forma tan evidente por el cliente, lo cual el producto es considerado aceptable para el consumidor y para comercialización.

A la temperatura de 35°C se observa que los 2 primeros días de almacenamiento están sobre el límite de aceptabilidad. A la temperatura de 25°C se observa que los 5 días de almacenamiento están sobre el límite de aceptabilidad y a la temperatura de 10 ° C se observa que los 10 días de almacenamiento están sobre el límite de aceptabilidad, siendo estimados los días de vida útil para el espárrago verde fresco:

**Tabla 10**

*Tiempos de vida útil estimados por la evaluación sensorial*

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO DE VIDA (Días)
10	10
25	5
35	2

Nunes (2008) afirma que los espárragos de alta calidad deben ser firmes pero no resistentes y tener un color verde oscuro uniforme con puntas compactas y bien cerradas. Los tallos deben ser rectos, tiernos y brillantes en apariencia. Tener un sabor agradable y sin amargura.

Según Lipton (1990) menciona que el principal factor que limita la vida útil del espárrago es la descomposición de las puntas; ya que las puntas suelen ser la primera parte del espárrago que muestra síntomas de deterioro, como la apertura de las brácteas y el oscurecimiento de las brácteas, el oscurecimiento y la flacidez de los tejidos, la rotura celular y el deterioro fisiológico. Aunque las secciones inferiores de los espárragos se ven menos afectados, las puntas de los espárragos se ablandan, se vuelven flácidas y se oscurecen, se vuelven menos brillantes y adquieren un color gris grisáceo.

Nunes y Heyes (2008) en su estudio de almacenamiento de espárrago verde fresco a las temperaturas de 2, 5, 10 y 20°C; indica que la punta del espárrago fue la primera en mostrar síntomas de pérdida de firmeza, probablemente debido a su mayor fragilidad en comparación con el cuerpo. Mientras que a 5°C la marchitez ya era objetable después de 6 - 8 días.

Los signos de marchitez en los espárragos almacenados a 2°C se notaban después de 8 - 9 días de almacenamiento. En los espárragos almacenados a 10°C la marchitez ya era objetable después de 4 - 7 días. En los espárragos almacenados a 20 ° C, las brácteas perdieron su turgencia en 2 días, mientras que las yemas auxiliares y el meristemo central conservaron la turgencia durante más de 4 días, la formación de brácteas abiertas se mostraron a los 3 días y después de aproximadamente 6 días las brácteas comenzaron a mostrar cierto oscurecimiento lo cual ya había pasado el nivel objetable para la comercialización. Determinando a las temperaturas de almacenamiento de 2, 5, 10 y 20°C; los días de almacenamiento rangos de 8-9, 6-8, 4-7 y 2-4 días.

En este estudio, mediante la evaluación por los 8 jueces entrenados, se considera la puntuación 3 (Regular) como límite de aceptabilidad para la marchitez y las características organolépticas objetables por parte del consumidor (el juez). Se observa que esta variable evaluada se empieza a notar

en los 7 a 10 días de almacenamiento (10°C), 4 - 5 días de almacenamiento (25°C) y 2 días de almacenamiento a la temperatura de 35 °C. Estos resultados están dentro los rangos establecidos por Nunes (2008).

Los espárragos almacenados a 10 ° C mantienen una calidad visual aceptable de hasta 10 días de almacenamiento. Después de ese tiempo, la lanza desarrolla un leve color desagradable, el color se torna opaco y verde grisáceo, y los signos de difuminado (expansión y apertura de las puntas, puntas ya no compactas y con brácteas semi abiertas) son evidentes. La curvatura de las puntas fue evidente a esta temperatura.

Después de 5 días a 25 °C, el espárrago se consideró inaceptables para la venta, ya que desarrollaron un color verde amarronado opaco, marchitamiento y difuminado de las brácteas. Después de 7 - 9 días de almacenamiento, el cuerpo del espárrago muestra aspecto flojo y un marchitamiento de moderado a severo. Brácteas abiertas y la curvatura de las puntas también fue evidente a esta temperatura.

Los espárragos almacenados a 35 °C mantienen una calidad visual aceptable hasta 2 días de almacenamiento. Después de 2 días, el espárrago aparece semi seco y de color obsoleto marrón amarillento, y después de 3 días aparecen completamente marrones, secos y marchitos. La curvatura de las puntas también fue evidente a esta temperatura.

#### IV. CONCLUSIONES

- Se logró caracterizar el espárrago verde fresco determinando su estructura física, química y microbiológica; obteniendo como resultados: 2 g de proteínas, 4 g de carbohidratos, 2 g de Fibra, 91 – 92% de humedad, 6.5 de pH, 4°Brix. Se observó que la humedad, la textura y el contenido de fibra son los atributos de calidad más importantes, ya que afectan la calidad alimentaria de los espárragos.
- Se logró almacenar muestras de espárrago fresco a diferentes temperaturas controladas de almacenamiento (10, 25 y 35 °C).
- Se logró evaluar la calidad del espárrago fresco durante el almacenamiento controlado de temperatura, mediante indicadores fisicoquímicos (pH, %humedad, % fibra) y sensoriales (color, olor y apariencia). Con estos indicadores se estimaron tiempos de vida útil a las temperaturas ensayadas. Mediante el % de humedad se estimaron tiempos de 2 días a 35°C, 5 días a 25°C y 8 días a 10°. Asimismo, mediante el contenido de fibra se estimaron tiempos de 2 días a 35°C, 7 días a 25° y 10 días a 10°C. Y a través de la evaluación sensorial, se estimaron tiempos de vida útil de 10 días a 10°C, 5 días a 25°C y 2 días a 35°C.
- Se logró estimar tiempos de vida útil para el espárrago fresco a temperaturas no ensayadas como 2°C, 4°C y 6°C, utilizando el modelo  $Q_{10}$ . Se obtuvieron tiempos de vida útil de 3, 4 y 5 días respectivamente mediante el % humedad, y 3, 4 y 6 días respectivamente mediante el % de fibra.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda el seguimiento continuo de las muestras cumpliendo estrictamente con los tiempos programados para la evaluación de los distintos indicadores fisicoquímicos y sensoriales a fin de evitar alguna variación significativa entre las muestras.
- Se recomienda cumplir con las buenas prácticas de manufactura para obtener resultados seguros en las evaluaciones a realizar.
- Se debe tener especial cuidado en la etapa de entrenamiento de jueces, a modo de evitar diferencias significativas entre ellos.
- Los ambientes de almacenamiento deben ser exclusivos para cada muestra y con ello evitar una posible contaminación cruzada.



## **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- AOAC. 1997. Association of the Official Agriculture Chemists. Official Methods of Analysis. 16va Edición. Volumen I y II. Editorial Board, Estados Unidos de Norteamérica.
- Complejo Agroindustrial Beta S.A. 2016. Manual HACCP. Jayanca, Perú.
- Badui, S. 2006. Química de los Alimentos. Cuarta Edición. Naucalpan de Juárez, México.
- NTP 011.109. 2008. Requisitos mínimos de calidad para el espárrago verde fresco.
- Muguruza, E. 2011. Procesamiento de espárrago verde fresco. Tesis para obtener el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.
- Hernández, R. M. y Sastre, G.A. (1999). Durabilidad o vida útil de los alimentos. Tratado de nutrición. 456p.
- ISO [International Standard Organisation]. 1988. ISO 8589 Sensory Analysis. General guidance for the design of test rooms.
- Stone, H., Sidel, J. L. 2004. Sensory Evaluation Practices. 3ª edición. San Diego (California) Elsevier: Academic Press.
- Labuza, T.P. 1982. Shelf-life dating of foods. Westport (Connecticut): Food & Nutrition Press.

- Chang D.N. 1987. Asparagus. In: Weichmann, J. (Ed.), Posth. physiology of Vegetables. Marcel Dekker, New York, pp.523-525.
- Fennema, O. R. 2000. Química de los Alimentos. 2ª Edición. Ed. Acribia, Zaragoza.
- Revista iberoamericana Tecnología Postcosecha. Vol. 14, número. 2, 2003, pp. 195-203. Asociación Iberoamericaba de Tecnología Postcosecha, S.C. Hermosillo México. Calidad de espárrago verde en fresco (*Asparagus officinalis* L.): Cubiertas comestibles y ácido acetilalicílico.
- Shalaby, T., Chung, E., Selmar, D. 2003. Genetical and nutritional influences on the spear quality of White asparagus (*Asparagus officinalis* L.). From the Joint Faculty of Natural Sciences the Technical University Carolo-Wilhelmina to Brunswick Elgharbia, Egypt.
- Shalaby, T., Sator, C., Haneklaus, S. and Schnug, E. 2003. Influence of variety and cultivation on mineral elements and protein content of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Acta Horticulturae* (in press).
- IARW and WFLO. 2008. WFLO Commodity Storage Manual. Revised by Dr. Jeff Brecht, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Reyes, *et al.* 2009. Tablas Peruanas de Composición de los Alimentos. Octava Edición. Lima, Perú.
- Siapo, *et al.* 2010. Implementación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control: HACCP del Esparrago Verde Fresco. Primera Edicion. Ica (Perú). Pag:09.

- Thompson, H. C. 1917. Asparagus. Horticulturist, Office of Horticultural and Pomological Investigations. Washington, D. C. 20 pp.
- Tim, M. O. y Díaz R. A. 2004. El ejemplo del espárrago peruano. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Lima, Perú.
- Markham, L. B. 2012. Mini Farming Guide to Vegetable Gardening: Self-Sufficiency from Asparagus to Zucchini. Skyhorse Publishing, Inc. 224pp.
- Furntealba, R. 2004. Estudio de la variación de la firmeza en espárragos verdes (*Asparagus officinalis* L.) sometidos a diversos tratamientos de escaldado. Tesis presentada para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Valdivi, Chile.
- Araya, D. 2012. Determinación de la vida útil de arroz preparado espárrago líder elaborado por empresas Tucapel S.A mediante pruebas aceleradas. Tesis para obtener el título de Ingeniería en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Ferrucci, P. F. 1997. Estudio global para identificar oportunidades de mercado de frutas y hortalizas de la región andina – Fruthex. Primera parte Tomo I. Editorial IICA/PROCIANDINO.
- Casseres, E. 1980. Producción de hortalizas. Instituto interamericano de ciencias agrícolas. Biblioteca del IICA – CIDIA. Tercera edición. Ed. IICA. San José, Costa Rica. pp 150 -159.
- Campo Verde S.A.C. 2010. Manual HACCP para espárrago verde fresco “Implementación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control: HACCO de espárrago verde fresco (*Asparagus Officinalis* L.). Trujillo, Perú.



## VII. ANEXOS

### ANEXO 1 Muestreo aleatorio simple para la obtención de la muestra.

La parihuela de donde se obtiene la muestra consta de 32 jabas con esparrago verde fresco Lote 2601, de las cuales cada jaba tiene un número de orden que son extraídas al azar.

**Tabla 11**

*Números aleatorios para las unidades de muestreo y codificación de muestras para los diferentes análisis fisicoquímicos*

Muestreo Aleatorio Simple			pH		Humedad		Fibra
N° de Jaba	Kg.	T°C	Cantidad de muestra	Codificación de muestra	Cantidad de muestra	Codificación de muestra	Codificación de muestra
2	1 kg	35°C	1000gr = 65 Turiones	PH-35	1376 gr = 91 Turiones	H-35	F-351.....F-356
5	1 kg						
8	1 kg						
11	1 kg	25°C	1000gr = 67 Turiones	PH-25	1400gr = 97 Turiones	H-25	F-251.....F-2510
17	1 kg						
21	1 kg						
24	1 kg	10°C	1000gr = 64 Turiones	PH-10	1406 gr = 95 Turiones	H-10	F-101.....F-1015
30	1 kg						
32	1 kg						

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

**Tabla 12***Codificación de muestras para el análisis organoléptico*

<b>Análisis organoléptico</b>			
<b>T°C</b>	<b>Cantidad de muestra</b>	<b>Juez</b>	<b>Codificación de muestra</b>
35°C	624gr = 40 Turiones	J-351	Q01 a Q05
		J-352	Q06 a Q10
		J-353	Q11 a Q15
		J-354	Q16 a Q20
		J-355	Q21 a Q25
		J-356	Q26 a Q30
		J-357	Q31 a Q35
		J-358	Q36 a Q40
25°C	600gr = 40 Turiones	J-251	P01 a P05
		J-252	P06 a P10
		J-253	P11 a P15
		J-254	P16 a P20
		J-255	P21 a P25
		J-256	P26 a P30
		J-257	P31 a P35
		J-258	P36 a P40
10°C	594gr = 40 Turiones	J-101	M01 a M05
		J-102	M06 a M10
		J-103	M11 a M15
		J-104	M16 a M20
		J-105	M21 a M25
		J-106	M26 a M30
		J-107	M31 a M35
		J-108	M36 a M40

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

## ANEXO 2 Procedimiento de los análisis Fisicoquímicos.

### 1. Determinación de porcentaje de humedad

- Se colocó las placas Petri en la estufa a 105°C durante 1 hora.
- Se emplearon pinzas para trasladar las placas Petri al desecador y se dejó enfriar durante 30 a 45 min.
- Se pesaron las placas Petri y se registró.
- Se preparó una muestra de 5gr (5 turiones) de espárrago verde fresco.
- Se colocó la muestra en la placa Petri, se pesó y ésta a su vez se llevó a la estufa a 105°C x 5 horas.
- Se retiró la muestra de la estufa y se enfrió en el desecador durante 30 a 45 min, para su posterior pesado.

#### Cálculo:

La humedad del producto expresado en porcentaje es igual a:

$$\%H = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Dónde:

$m_1$ : Masa de la placa Petri vacía, en gramos.

$m_2$ : Masa de la placa Petri con la muestra antes del secado, en gramos.

$m_3$ : Masa de la placa Petri con la muestra desecada, en gramos.

### 2. Determinación de pH.

- Se trituró un turión de espárrago verde fresco y se adicionó agua destilada 10 veces su peso.

- Se colocó el pH-metro en la solución y se registró lo digitado.

### **3. Determinación de porcentaje de fibra.**

#### **3.1. Método de la AOAC para determinación de fibra:**

- ❖ Pesar 2 gr de muestra y ponerlas en un Erlenmeyer de 1 litro.
- ❖ Añadir 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25% que ha sido calentado hasta entrar en ebullición. Utilizar los primeros 30-40 ml para dispersar la muestra.
- ❖ Hervir suavemente durante 30 minutos bajo condensadores. Rotar periódicamente los matraces Erlenmeyer para mezclar el contenido y desprender las partículas adheridas a la pared.
- ❖ Filtrar el contenido del matraz a través de un embudo preparado con papel filtro mojado.
- ❖ Arrastrar por lavado la muestra de nuevo hacia el matraz original utilizando 200 ml de hidróxido de sodio al 1.25%, calentar seguidamente hasta el punto de ebullición.
- ❖ Hervir durante 30 minutos.
- ❖ Transferir todo el material insoluble a un crisol de vidrio empleando agua hirviendo.
- ❖ Lavar sucesivamente con agua hirviendo, ácido clorhídrico al 1% y agua hirviendo de nuevo hasta quedar exento de ácido.
- ❖ Lavar dos veces con alcohol.
- ❖ Lavar tres veces con acetona.
- ❖ Desecar a 100°C hasta peso constante.
- ❖ Incinerar en horno de mufla a 550°C durante 1 hora.
- ❖ Enfriar el crisol en desecador y volver a pesar.

#### **Cálculo:**

Peso (g) de la muestra =  $W_1$

Peso (g) de la materia insoluble =  $W_2$

Peso (g) de las cenizas =  $W_3$



$$\text{Contenido de fibra (\%)} = \left[ \frac{(W_2 - W_3)}{W_1} \right] \times 100$$

### **ANEXO 3** Nivel de aceptación para el análisis organoléptico.

A cada nivel de aceptación se le asignó un valor numérico (1 -5) dependiendo del tipo de defecto y su incidencia. 5: Excelente, 4: Bueno, 3: Regular, 2: Malo, 1: Pésimo.

**Las características que se evaluaron son las siguientes:**

#### **❖ Color general:**

- Excelente: Verde vivo, brillante.
- Bueno: Indicios de pérdida de color.
- Regular: Verde opaco, poco brillante.
- Malo: Verde muerto, sin brillo, amarillento.

#### **❖ Deshidratación:**

- Excelente: producto turgente.
- Bueno: ligeros indicios de deshidratación, flacidez.
- Regular: producto algo flácido con indicios de chupados, estrangulados y acanaladuras.
- Malo: Chupados, estrangulados, acanaladuras muy notorias.

#### **❖ Pudrición:**

- Excelente: olor característico.
- Bueno: Indicios de olor extraño.
- Regular: Leves señales de pudrición, apenas perceptibles visualmente o por olor.
- Malo: Pudrición ya es perceptible ya sea visualmente o por olor.

❖ **Manchas:**

- Excelente: Ausencia de manchas.
- Bueno: Manchas leves poco visibles.
- Regular: Manchas claras notorias.
- Malo: Manchas muy notorias que cubren la mayor parte del turión.

❖ **Aspecto de base, tallo y punta.**

- Excelente: Base y tallo turgente, punta cerrada.
- Bueno: Base y tallo poco turgente, punta ligeramente abierta.
- Regular: Tallo quebradizo, punta semiabierta.
- Malo: Base y tallo desagradable, punta abierta o seca.

#### ANEXO 4 Resultados de pH, Humedad, Fibra.

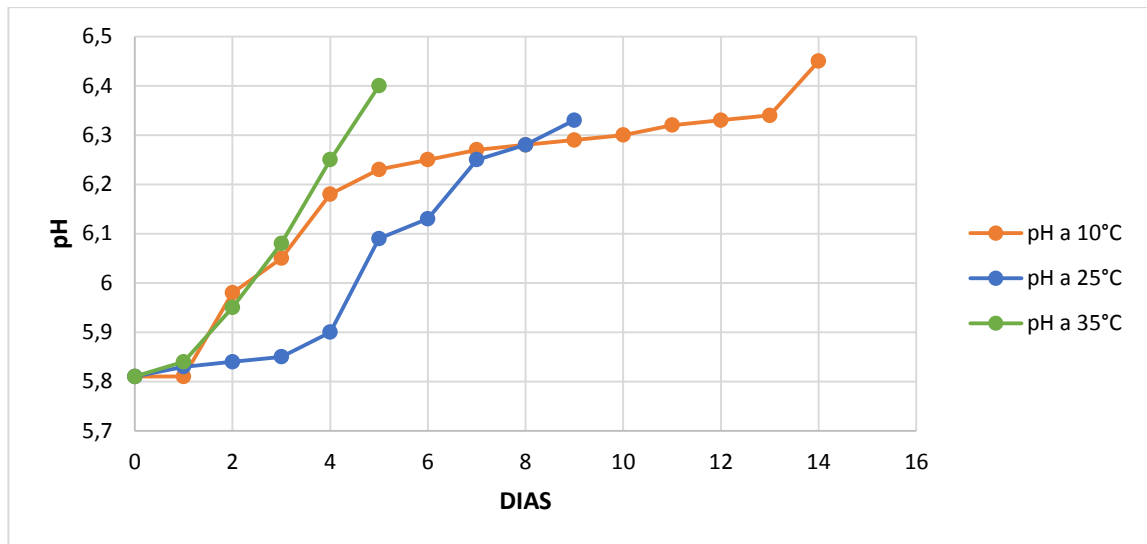
**Tabla 13**

*Determinación de pH en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas*

DIA	10°C				25°C				35°C			
	M1	M2	M3	PROM	M1	M2	M3	PROM	M1	M2	M3	PROM
00	5.84	5.78	5.80	5.81	5.80	5.81	5.80	5.81	5.86	5.67	5.80	5.81
01	5.81	5.81	5.82	5.81	5.84	5.82	5.82	5.83	5.92	5.76	5.85	5.84
02	6.03	6.00	5.90	5.98	5.84	5.82	5.86	5.84	6.00	5.95	5.90	5.95
03	6.00	6.04	6.11	6.05	5.86	5.84	5.86	5.85	6.10	5.96	6.19	6.08
04	6.14	6.22	6.19	6.18	5.86	5.87	5.98	5.90	6.19	6.29	6.26	6.25
05	6.24	6.21	6.25	6.23	6.09	6.10	6.08	6.09	6.32	6.38	6.50	6.40
06	6.25	6.23	6.28	6.25	6.14	6.10	6.16	6.13				
07	6.27	6.25	6.28	6.27	6.25	6.26	6.24	6.25				
08	6.26	6.28	6.29	6.28	6.28	6.30	6.25	6.28				
09	6.28	6.29	6.29	6.29	6.31	6.35	6.34	6.33				
10	6.30	6.29	6.31	6.30								
11	6.34	6.34	6.28	6.32								
12	6.34	6.33	6.31	6.33								
13	6.36	6.33	6.34	6.34								
14	6.38	6.50	6.46	6.45								

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

**Gráfico 13.** Determinación de pH en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas.



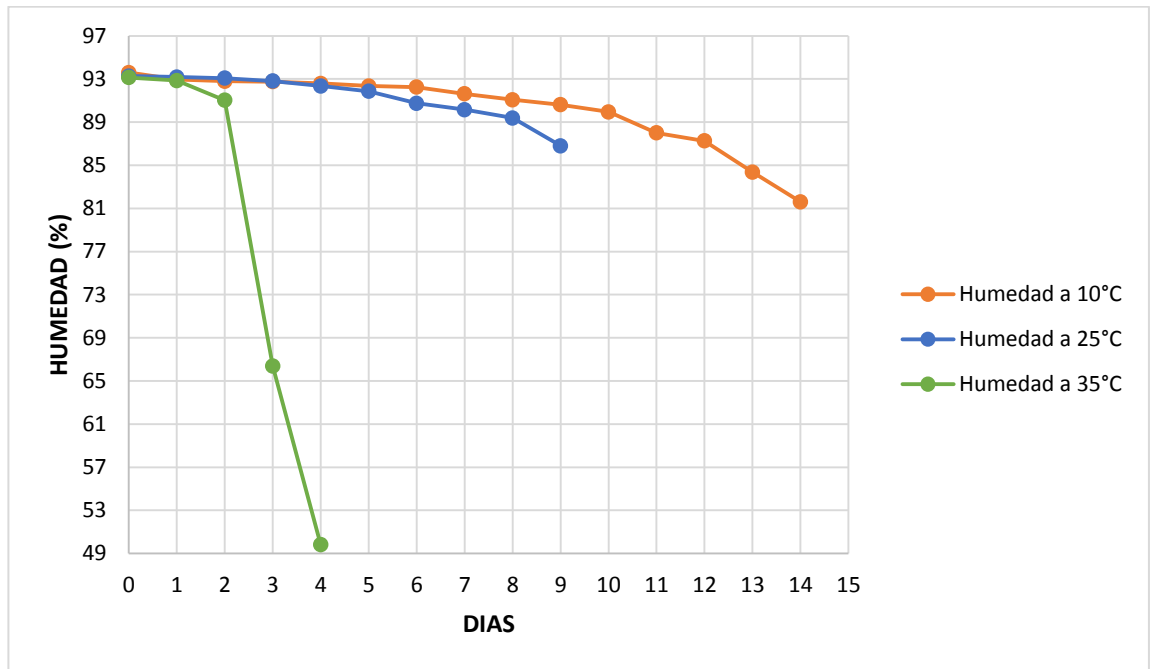
**Fuente:** Elaboración propia (2017).

**Tabla 14***Determinación de Humedad en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas*

DIA	10°C				25°C				35°C			
	M1	M2	M3	PROM	M1	M2	M3	PROM	M1	M2	M3	PROM
00	93.47	93.83	93.50	93.60	93.12	93.52	93.17	93.27	93.47	93.15	92.80	93.14
01	92.83	93.33	92.65	92.94	92.65	93.06	93.85	93.19	93.33	92.62	92.62	92.86
02	92.47	94.56	91.38	92.80	92.34	93.06	93.85	93.08	91.02	90.56	90.54	91.04
03	92.50	92.89	92.86	92.75	92.24	92.71	93.47	92.81	66.14	66.48	66.53	66.38
04	92.59	92.71	92.47	92.59	92.77	91.53	92.77	92.36	50.81	48.82	49.80	49.81
05	92.83	91.74	92.50	92.35	90.68	91.39	92.15	90.75				
06	92.14	92.21	92.41	92.25	89.39	92.98	92.15	91.51				
07	91.63	93.64	89.63	91.63	88.31	91.06	91.09	90.15				
08	90.12	91.77	91.32	91.07	88.89	90.04	89.21	89.38				
09	91.39	91.06	89.39	90.61	85.19	90.28	84.96	86.81				
10	90.61	90.98	88.26	89.95								
11	89.30	88.26	86.48	88.01								
12	88.02	87.69	86.08	87.26								
13	86.39	84.83	84.08	85.10								
14	80.77	82.09	81.96	81.61								

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

**Gráfico 14.** Determinación de Humedad en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas.



**Fuente:** Elaboración propia (2017).

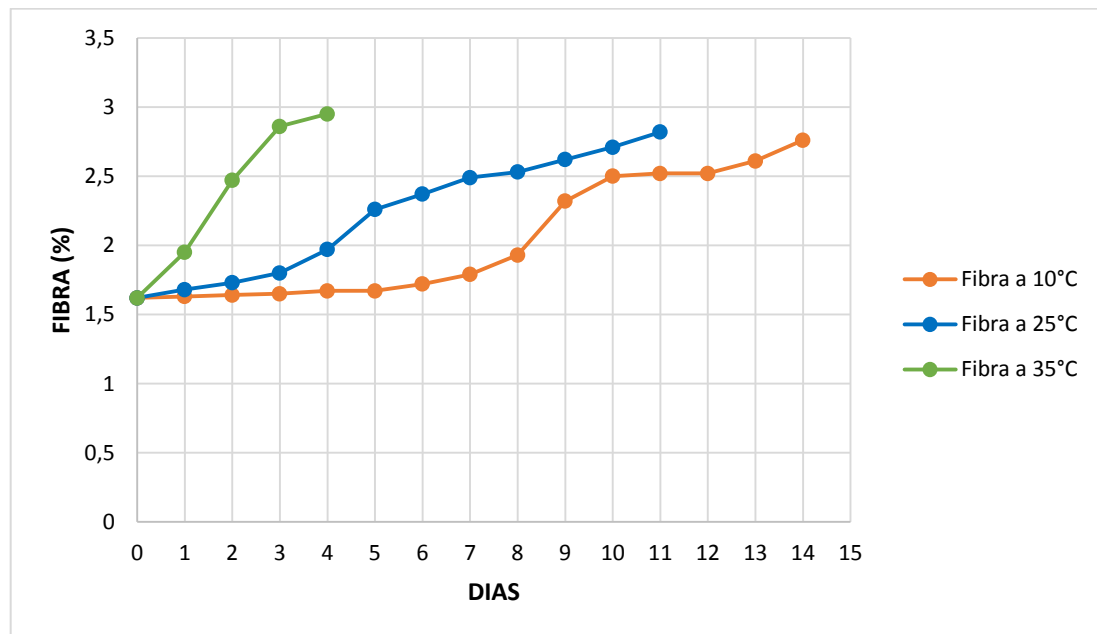
**Tabla 15**

Determinación de Fibra en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas

DIA	10°C				25°C				35°C			
	M1	M2	M3	PROM	M1	M2	M3	PROM	M1	M2	M3	PROM
00	1.60	1.62	1.63	1.62	1.60	1.62	1.63	1.62	1.60	1.62	1.63	1.62
01	1.63	1.64	1.62	1.63	1.66	1.69	1.68	1.68	1.95	1.95	1.95	1.95
02	1.63	1.64	1.64	1.64	1.73	1.70	1.75	1.73	2.48	2.50	2.43	2.47
03	1.65	1.65	1.64	1.65	1.83	1.74	1.83	1.80	2.8	2.92	2.87	2.86
04	1.66	1.69	1.65	1.67	1.95	1.95	2.00	1.97	2.93	2.95	2.98	2.95
05	1.70	1.67	1.65	1.67	2.24	2.28	2.25	2.26				
06	1.73	1.70	1.74	1.72	2.28	2.44	2.38	2.37				
07	1.83	1.74	1.81	1.79	2.48	2.50	2.50	2.49				
08	1.85	1.97	1.96	1.93	2.55	2.50	2.54	2.53				
09	2.18	2.42	2.37	2.32	2.65	2.63	2.58	2.62				
10	2.48	2.50	2.51	2.50								
11	2.53	2.50	2.52	2.52								
12	2.55	2.50	2.52	2.52								
13	2.65	2.61	2.58	2.61								
14	2.74	2.75	2.78	2.76								

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

**Gráfico 15.** Determinación de Fibra en el espárrago verde fresco almacenado a diferentes temperaturas.



**Fuente:** Elaboración propia, 2017.



**ANEXO 5** Resultados del comportamiento de los pesos del espárrago verde fresco a temperaturas de almacenamiento de 10, 25 y 35°C.

**Tabla 16**

*Comportamiento del peso a diferentes temperaturas de almacenamiento*

	10°C						25°C						35°C					
DIA	M1	M2	M3	M4	M5	PROM	M1	M2	M3	M4	M5	PROM	M1	M2	M3	M4	M5	PROM
00	16.0	16.8	16.1	15.7	14.8	15.9	16.1	16.4	15.7	15.5	16.1	16.0	17.6	16.6	17	15.7	17	16.8
01	15.5	16.3	15.7	15.2	14.2	15.4	15.3	15.7	14.2	14.8	15.3	15.1	12.4	12.1	12.4	11.4	12	12.1
02	14.9	15.8	15.2	14.6	13.8	14.9	14.6	14.2	13.3	13.4	14.6	14.0	10.5	10.4	10.8	9.1	10.2	10.2
03	14.3	15.4	14.8	14.1	13.2	14.4	13.2	13.4	12.3	12.5	13.4	13.0	7.2	6.9	7.5	6.9	7.4	7.2
04	13.7	14.9	14.4	13.8	12.8	13.9	10.3	10.5	10.2	10.6	10.1	10.3	3.1	3.5	4.9	4.2	3.9	3.9
05	12.9	14.3	13.9	13.4	12.3	13.4	9.2	9.5	9.0	9.8	8.9	9.3	3.3	2.9	3.5	3	3.1	3.2
06	12.5	13.9	13.5	12.8	11.9	12.9	8.5	8.8	8.4	9.0	8.4	8.6						
07	12	13.7	12.9	12.6	11.6	12.6	8.0	8.3	7.9	8.8	7.8	8.2						
08	11.2	12.6	11.4	11.7	10.8	11.5	7.3	7.5	7.3	7.9	6.7	7.3						
09	10.4	11.6	10.6	10.4	10.1	10.6	6.7	6.8	6.7	7.1	6.2	6.7						
10	9.7	10.9	11.2	11.0	9.4	10.4												
11	9	10.1	10.3	10.2	8.7	9.7												
12	8.1	9.1	9.2	9.3	7.6	8.7												
13	7.4	8.3	7.7	8.4	6.8	7.7												
14	6.8	7.4	6.5	7.1	5.9	6.7												

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

**ANEXO 6** Resultados del ANOVA para el pH, Humedad y Fibra en espárrago verde fresco variedad UC-151-F1.

**Tabla 17**

*Análisis de varianza para PH de espárrago verde fresco*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.197513441	2	0.09875672	2.2336231	0.125885607	3.340385558
Dentro de los grupos	1.237983333	28	0.04421369			
Total	1.435496774	30				

$\alpha=0.05$
$P>0.05$

**Tabla 18**

*Análisis de varianza para humedad de esparrago verde fresco*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	668.7398229	2	334.3699114	5.1703865	0.013206859	3.385189961
Dentro de los grupos	1616.75492	25	64.6701968			
Total	2285.494743	27				

$\alpha=0.05$
$P<0.05$

**Tabla 19***Análisis de varianza para fibra de esparrago verde fresco*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.078681105	2	0.039340553	0.176770606	0.838838466	3.315829501
Dentro de los grupos	6.676543137	30	0.222551438			
Total	6.755224242	32				

$\alpha=0.05$
$P>0.05$

**ANEXO 7** Resultados de los 8 jueces entrenados del análisis organoléptico en espárrago verde fresco, almacenado a las temperaturas de 35, 25 y 10°C.

**Tabla 20**

*Aceptabilidad general a las temperaturas de 10, 25 y 35°C*

DÍAS	ACEPTABILIDAD GENERAL A 10°C								PROM.
	Juez	Juez	Juez	Juez	Juez	Juez	Juez	Juez	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	4	5	5	5	4	5	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	3	4	4	4	4	3	4	3	3
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	2	3	3	2	2	3	2	2	2
12	2	3	2	2	2	2	2	2	2
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ACEPTABILIDAD GENERAL A 25°C									
0	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	4	5	4	4	4	4	5	4	4
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	3	3	4	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	2	2	3	2	2	3	2	2	2
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ACEPTABILIDAD GENERAL A 35°C									
0	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	2	2	3	2	2	2	3	2	2
4	1	1	2	1	1	1	2	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**ANEXO 8** Formato y resultados del análisis organoléptico dado por un primer juez entrenado.

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD		ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO								
TEMPERATURA: 35°C										
DIA	MUESTRA	COLOR	OLOR	MANCHAS	DESHID.	PUDRIC.	BASE	TALLO	PUNTA	ACEPTABILIDAD G.
00	01	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	02	5	5	5	5	5	5	5	5	
	03	5	5	5	5	5	5	5	5	
	04	5	5	5	5	5	5	5	5	
	05	5	5	5	5	5	5	5	5	
01	01	4	4	4	4	5	4	4	4	4
	02	4	4	4	4	5	4	4	4	
	03	4	4	4	4	5	4	4	4	
	04	4	4	4	4	5	4	4	4	
	05	4	4	4	4	5	4	4	4	
02	01	3	3	3	3	4	3	3	3	3
	02	3	3	3	3	4	3	3	3	
	03	3	3	3	3	4	3	3	3	
	04	3	3	3	3	4	3	3	3	
	05	3	3	3	3	4	3	3	3	
03	01	2	2	2	2	3	2	2	2	2
	02	2	2	2	2	3	2	2	2	
	03	2	2	2	2	3	2	2	2	
	04	2	2	2	2	3	2	2	2	
	05	2	2	2	2	3	2	2	2	

ACEPTAILIDAD
5: EXCELENTE
4: BUENO
3: REGULAR
2: MALO
1: PÉSIMO

**Figura 6.** Análisis organoléptico del Espárrago verde fresco a 35°C (1° Juez).

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
-------------------------------	--

TEMPERATURA: 35°C										
DIA	MUESTRA	COLOR	OLOR	MANCHAS	DESHID.	PUDRIC.	BASE	TALLO	PUNTA	ACEPTABILIDAD G.
04	01	2	2	2	1	2	1	1	1	1
	02	2	2	2	1	2	1	1	1	
	03	2	2	2	1	2	1	1	1	
	04	2	2	2	1	2	1	1	1	
	05	2	2	2	1	2	1	1	1	
05	01	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	02	1	1	1	1	1	1	1	1	
	03	1	1	1	1	1	1	1	1	
	04	1	1	1	1	1	1	1	1	
	05	1	1	1	1	1	1	1	1	
06	01									
	02									
	03									
	04									
	05									
07	01									
	02									
	03									
	04									
	05									

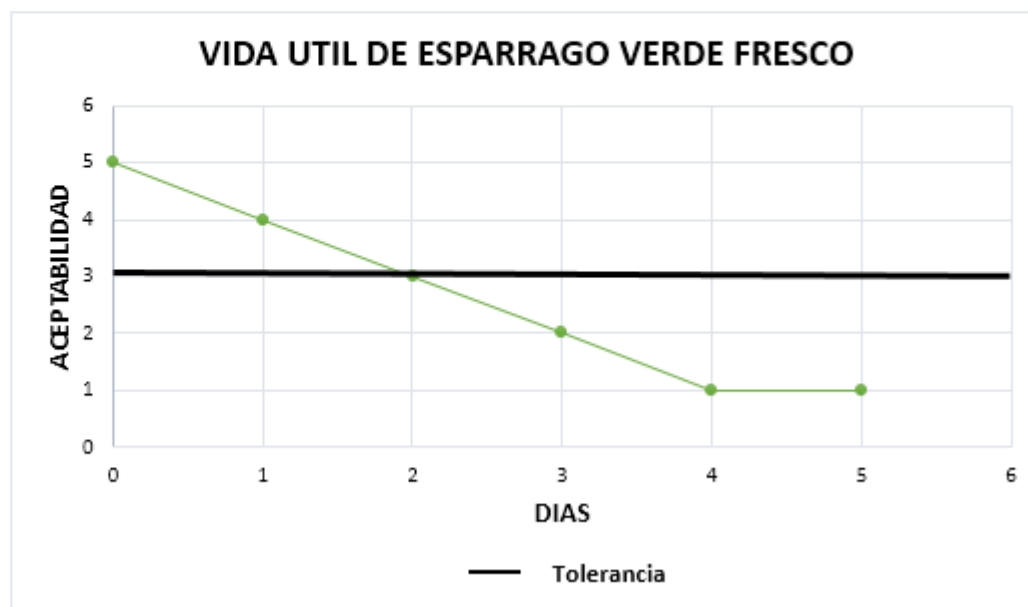
ACEPTAILIDAD
5: EXCELENTE
4: BUENO
3: REGULAR
2: MALO
1: PÉSIMO

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
-------------------------------	--

ACEPTABILIDAD GENERAL
-----------------------

DIAS DE EVALUACION	ACEPTABILIDAD GENERAL
00	5
01	4
02	3
03	2
04	1
05	1

DIAS DE VIDA UTIL	02 DIAS
-------------------	---------



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
----------------------------------	--

TEMPERATURA: 25°C										
DIA	MUESTRA	COLOR	OLOR	MANCHAS	DESHID.	PUDRIC.	BASE	TALLO	PUNTA	ACEPTABILIDAD G.
00	01	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	02	5	5	5	5	5	5	5	5	
	03	5	5	5	5	5	5	5	5	
	04	5	5	5	5	5	5	5	5	
	05	5	5	5	5	5	5	5	5	
01	01	5	5	5	4	5	5	5	5	4
	02	5	5	5	4	5	5	5	5	
	03	5	5	5	4	5	5	5	5	
	04	5	5	5	4	5	5	5	5	
	05	5	5	5	4	5	5	5	5	
02	01	5	5	5	4	5	5	5	5	4
	02	5	5	5	4	5	5	5	5	
	03	5	5	5	4	5	5	5	5	
	04	5	5	5	4	5	5	5	5	
	05	5	5	5	4	5	5	5	5	
03	01	4	4	4	4	5	4	4	4	4
	02	4	4	4	4	5	4	4	4	
	03	4	4	4	4	5	4	4	4	
	04	4	4	4	4	5	4	4	4	
	05	4	4	4	4	5	4	4	4	

ACEPTAILIDAD
5: EXCELENTE
4: BUENO
3: REGULAR
2: MALO
1: PÉSIMO

**Figura 7.** Análisis organoléptico del Espárrago verde fresco a 25°C (1° Juez).



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
----------------------------------	--

TEMPERATURA: 25°C										
DIA	MUESTRA	COLOR	OLOR	MANCHAS	DESHID.	PUDRIC.	BASE	TALLO	PUNTA	ACEPTABILIDAD G.
04	01	4	4	4	4	5	4	4	3	3
	02	4	4	4	4	5	4	4	3	
	03	4	4	4	4	5	4	4	3	
	04	4	4	4	4	5	4	4	3	
	05	4	4	4	4	5	4	4	3	
05	01	3	4	4	4	4	4	4	3	3
	02	3	4	4	4	4	4	4	3	
	03	3	4	4	4	4	4	4	3	
	04	3	4	4	4	4	4	4	3	
	05	3	4	4	4	4	4	4	3	
06	01	2	3	3	3	4	3	3	2	2
	02	2	3	3	3	4	3	3	2	
	03	2	3	3	3	4	3	3	2	
	04	2	3	3	3	4	3	3	2	
	05	2	3	3	3	4	3	3	2	
07	01	2	3	3	3	4	3	3	2	2
	02	2	3	3	3	4	3	3	2	
	03	2	3	3	3	4	3	3	2	
	04	2	3	3	3	4	3	3	2	
	05	2	3	3	3	4	3	3	2	

ACEPTAILIDAD
5: EXCELENTE
4: BUENO
3: REGULAR
2: MALO
1: PÉSIMO

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
----------------------------------	--

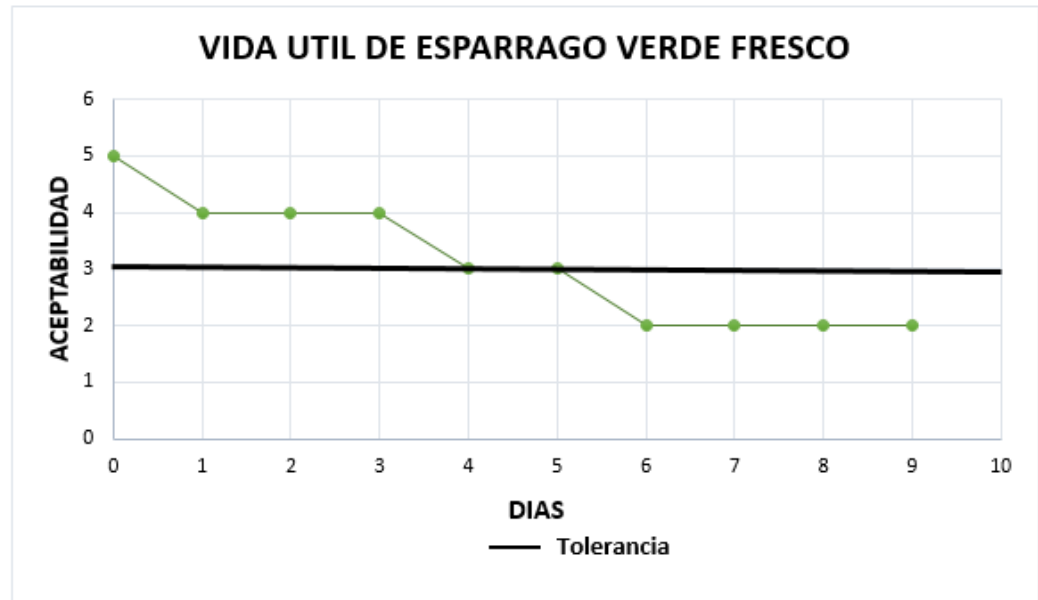
TEMPERATURA: 25°C										
DIA	MUESTRA	COLOR	OLOR	MANCHAS	DESHID.	PUDRIC.	BASE	TALLO	PUNTA	ACEPTABILIDAD G.
08	01	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	02	2	2	2	2	2	2	2	2	
	03	2	2	2	2	2	2	2	2	
	04	2	2	2	2	2	2	2	2	
	05	2	2	2	2	2	2	2	2	
09	01	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	02	2	2	2	2	2	2	2	2	
	03	2	2	2	2	2	2	2	2	
	04	2	2	2	2	2	2	2	2	
	05	2	2	2	2	2	2	2	2	
10	01									
	02									
	03									
	04									
	05									
11	01									
	02									
	03									
	04									
	05									

ACEPTAILIDAD
5: EXCELENTE
4: BUENO
3: REGULAR
2: MALO
1: PÉSIMO

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
----------------------------------	--

ACEPTABILIDAD GENERAL
-----------------------

DIAS DE EVALUACION	ACEPTABILIDAD GENERAL
00	5
01	4
02	4
03	4
04	3
05	3
06	2
07	2
08	2
09	2



DIAS DE VIDA UTIL	05 DIAS
-------------------	---------

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
----------------------------------	--

TEMPERATURA: 10°C										
DIA	MUESTRA	COLOR	OLOR	MANCHAS	DESHID.	PUDRIC.	BASE	TALLO	PUNTA	ACEPTABILIDAD G.
00	01	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	02	5	5	5	5	5	5	5	5	
	03	5	5	5	5	5	5	5	5	
	04	5	5	5	5	5	5	5	5	
	05	5	5	5	5	5	5	5	5	
01	01	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	02	5	5	5	5	5	5	5	5	
	03	5	5	5	5	5	5	5	5	
	04	5	5	5	5	5	5	5	5	
	05	5	5	5	5	5	5	5	5	
02	01	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	02	5	5	5	5	5	5	5	5	
	03	5	5	5	5	5	5	5	5	
	04	5	5	5	5	5	5	5	5	
	05	5	5	5	5	5	5	5	5	
03	01	5	5	5	4	5	5	5	5	4
	02	5	5	5	4	5	5	5	5	
	03	5	5	5	4	5	5	5	5	
	04	5	5	5	4	5	5	5	5	
	05	5	5	5	4	5	5	5	5	

ACEPTAILIDAD
5: EXCELENTE
4: BUENO
3: REGULAR
2: MALO
1: PÉSIMO

**Figura 8.** Análisis organoléptico del Espárrago verde fresco a 10°C (1° Juez).

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
----------------------------------	--

TEMPERATURA: 10°C										
DIA	MUESTRA	COLOR	OLOR	MANCHAS	DESHID.	PUDRIC.	BASE	TALLO	PUNTA	ACEP. G
04	01	5	5	4	4	5	5	5	5	4
	02	5	5	4	4	5	5	5	5	
	03	5	5	4	4	5	5	5	5	
	04	5	5	4	4	5	5	5	5	
	05	5	5	4	4	5	5	5	5	
05	01	4	5	4	4	5	5	5	4	4
	02	4	5	4	4	5	4	5	4	
	03	4	5	4	4	5	4	5	4	
	04	4	5	4	4	5	4	5	4	
	05	4	5	4	4	5	4	5	4	
06	01	4	5	4	4	5	4	5	4	4
	02	4	5	4	4	5	4	5	4	
	03	4	5	4	4	5	4	5	4	
	04	4	5	4	4	5	4	5	4	
	05	4	5	4	4	5	4	5	4	
07	01	3	5	4	3	5	4	5	3	3
	02	3	5	4	3	5	4	5	3	
	03	3	5	4	3	5	4	5	3	
	04	3	5	4	3	5	4	5	3	
	05	3	5	4	3	5	4	5	3	

ACEPTAILIDAD
5: EXCELENTE
4: BUENO
3: REGULAR
2: MALO
1: PÉSIMO

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
----------------------------------	--

TEMPERATURA: 10°C										
DIA	MUESTRA	COLOR	OLOR	MANCHAS	DESHID.	PUDRIC.	BASE	TALLO	PUNTA	ACEP.G
08	01	3	4	4	3	4	3	4	3	3
	02	3	4	4	3	4	3	4	3	
	03	3	4	4	3	4	3	4	3	
	04	3	4	4	3	4	3	4	3	
	05	3	4	4	3	4	3	4	3	
09	01	3	4	4	3	4	3	4	3	3
	02	3	4	4	3	4	3	4	3	
	03	3	4	4	3	4	3	4	3	
	04	3	4	4	3	4	3	4	3	
	05	3	4	4	3	4	3	4	3	
10	01	3	4	4	3	4	3	4	3	3
	02	3	4	4	3	4	3	4	3	
	03	3	4	4	3	4	3	4	3	
	04	3	4	4	3	4	3	4	3	
	05	3	4	4	3	4	3	4	3	
11	01	3	4	4	3	4	3	3	2	2
	02	3	4	4	3	4	3	3	2	
	03	3	4	4	3	4	3	3	2	
	04	3	4	4	3	4	3	3	2	
	05	3	4	4	3	4	3	3	2	

ACEPTAILIDAD
5: EXCELENTE
4: BUENO
3: REGULAR
2: MALO
1: PÉSIMO

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
----------------------------------	--

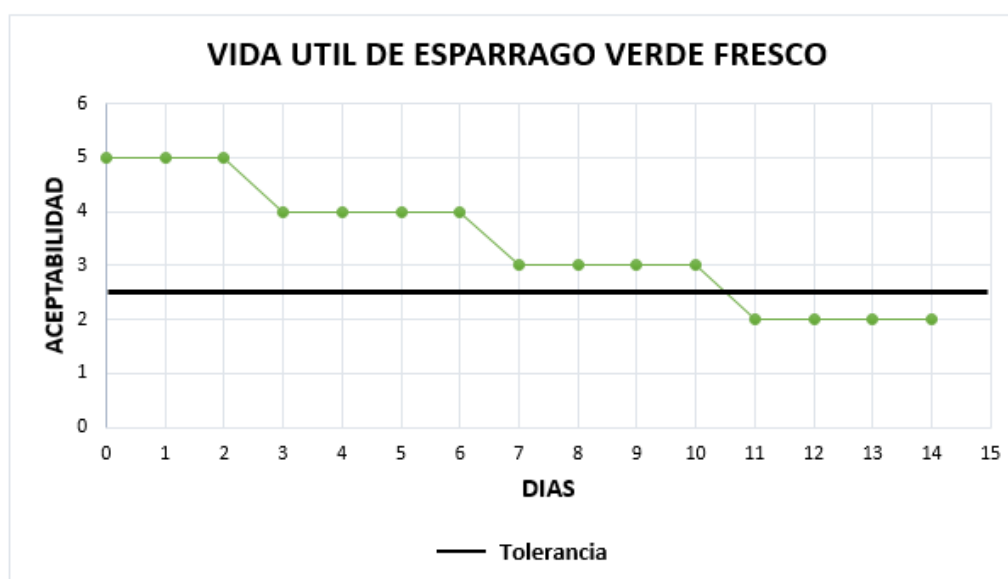
TEMPERATURA: 10°C										
DIA	MUESTRA	COLOR	OLOR	MANCHAS	DESHID.	PUDRIC.	BASE	TALLO	PUNTA	ACEP. G
12	01	3	3	4	3	4	3	3	2	2
	02	3	3	4	3	4	3	3	2	
	03	3	3	4	3	4	3	3	2	
	04	3	3	4	3	4	3	3	2	
	05	3	3	4	3	4	3	3	2	
13	01	3	3	3	3	4	3	3	2	2
	02	3	3	3	3	4	3	3	2	
	03	3	3	3	3	4	3	3	2	
	04	3	3	3	3	4	3	3	2	
	05	3	3	3	3	4	3	3	2	
14	01	3	3	2	2	3	2	2	2	2
	02	3	3	2	2	3	2	2	2	
	03	3	3	2	2	3	2	2	2	
	04	3	3	2	2	3	2	2	2	
	05	3	3	2	2	3	2	2	2	
15	01									
	02									
	03									
	04									
	05									

ACEPTAILIDAD
5: EXCELENTE
4: BUENO
3: REGULAR
2: MALO
1: PÉSIMO

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ANALISIS ORGANOLEPTICO DE VIDA UTIL – ESPARRAGO VERDE FRESCO
----------------------------------	--

ACEPTABILIDAD GENERAL
-----------------------

N° DIA	ACEPTABILIDAD. GENERAL
00	5
01	5
02	5
03	4
04	4
05	4
06	4
07	3
08	3
09	3
10	3
11	2
12	2
13	2
14	2



DIAS DE VIDA UTIL	10 DIAS
-------------------	---------



## ANEXO 9 Imágenes de la muestra de espárrago verde fresco

