

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACION DE LA DOSIS DE ACIDO PER ACETICO Y TIEMPO DE
INMERSION EN LA CALIDAD MICROBIOLOGICA DEL ESPARRAGO
(*Asparragus Officinalis L*)”**

PRESENTADO POR:

Bach. VEGA HORNA CARMEN JUDITH

ASESOR:

DR. MORENO ROJO CESAR

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

NUEVO CHIMBOTE – PERU

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado “**EVALUACION DE LA DOSIS DE ACIDO PER ACETICO Y TIEMPO DE INMERSION EN LA CALIDAD MICROBIOLOGICA DEL ESPARRAGO (*Asparragus Officinalis L*)**” para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por la Bachiller: **VEGA HORNA CARMEN JUDITH**, que tiene como asesor al docente Dr. **CESAR MORENO ROJO**, designado por la resolución N° 127-2017-UNS-FI

Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente

Dr. César Moreno Rojo
Secretario

Mg. Williams Castillo Martínez
Integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



FACULTAD DE INGENIERÍA E. P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 2:00 pm. del veinticinco de Junio del dos mil diecinueve se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 625-2018-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Elza Aguirre Vargas** (Presidente)
- **Dr. César Moreno Rojo** (Secretario)
- **Mg. Williams Castillo Martínez** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“EVALUACION DE LA DOSIS DE ACIDO PER ACETICO Y TIEMPO DE INMERSION EN LA CALIDAD MICROBIOLOGICA DEL ESPARRAGO (*Asparragus Officinalis L*)”, elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **Bach. Carmen Judith Vega Horna**

Asimismo, tiene como Asesor al docente: Dr. César Moreno Rojo

Finalizada la sustentación, la Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
Carmen Judith Vega Horna	17	MUY BUENO

Siendo las 2:30 pm. del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 25 de Junio del 2019

Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente

Dr. César Moreno Rojo
Secretario

Mg. Williams Castillo Martínez
Integrante

DEDICATORIA

A Dios, por darme fuerzas para no desfallecer ante las dificultades, por cuidar de mí en los momentos más tristes de mi trayecto y sobre todo por ayudarme a no perder la fe, por haberme bendecido durante este recorrido de mi vida profesional, por haberme permitido tener unos padres maravillosos de los cuales le estaré eternamente agradecida.

A mis padres Horna Marín Juan Belisario y Sánchez Torres Edita Elifia, quienes han sido mi mayor inspiración y motor que me han impulsado a lograr todas mis metas trazadas, quienes con su amor infinito me han sabido inculcar buenos valores y me han hecho una mujer con principios y ética moral.

A mis tíos – hermanos, Euler, Rosario, Luis, Gemner, Edita, Alejandro, Adilfia, Cleodesvinda, Jorge y Gaby quienes han sido los pilares en este trayecto de mi vida, por sus consejos y su amor infinito. A mi madre Horna Sánchez Nimia que desde el cielo me cuida y vela para que todo lo trazado se haga realidad.

AGRADECIMIENTO.

Agradecer a Dios por haber permitido culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida, a la Virgen del Carmen por protegerme y guiarme por el camino del bien.

Agradezco a mi padre y madre que desde el cielo me guían y me cuidan con su amor infinito, a mi familia quien han sido los pilares durante toda mi vida, a mi tía Nercida Horna Sánchez por sus consejos y su apoyo incondicional ha logrado hacer de mí una persona con grandes valores, y quien ha cumplido el rol de madre. A mis tíos quienes siempre me alentaron para no desfallecer en este tramo.

Al Dr. César Moreno Rojo por su paciencia infinita, quien ha sido una pieza importante en este proyecto, por su apoyo incondicional, por haber sido parte de mi formación académica.

A la Universidad Nacional del Santa quien me ha brindado durante 5 años una oportunidad para crecer ofreciéndome una educación de calidad, haciendo de mi un fruto competitivo como persona y profesional.

A la empresa AGUALIMA SAC. Por su apoyo desinteresado hacia mi persona, brindándome todas las facilidades para llevar a cabo este proyecto, a la Ing. Lucila Días y Analí Rafael quienes con su paciencia infinita y consejos han logrado en mí formarme de manera profesional.

A mis mejores amigos, Martín Díaz, Kelyn Valverde, Enrique Gonzalez y Darwin Acuña quienes siempre estuvieron ahí en los momentos más nefastos de mi vida, brindándome su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCION.....	17
II.	MARCO TEORICO	19
2.1	EL ESPARRAGO:.....	19
2.1.1	DEFINICION:.....	19
2.1.2	CARACTERIZACION BOTANICA DEL ESPARRAGO.....	19
2.1.3	MORFOLOGIA	20
2.1.4	TABLA NUTRICIONAL DEL ESPARRAGO.....	23
2.1.5	VARIETADES.....	24
2.2	REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS	27
2.2.1	TEMPERATURA	27
2.2.2	PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO.....	27
2.3	MANEJO AGRONOMICO DEL ESPARRAGO.....	29
2.3.1	UBICACIÓN DEL ALMACIGO.....	29
2.3.2	PREPARACION DEL SUELO	30
2.3.3	DESINFECCION DE SUELO.....	30
2.3.4	SIEMBRA.....	30
2.3.5	FERTILIZACION.....	31
2.3.6	TRANSPLANTE	31
2.3.7	CHAPODO	31
2.3.8	APORQUE.....	32
2.3.9	COSECHA	32
2.3.10	TRANSPORTE.....	32
2.4	FISIOLOGIA POST COSECHA.....	32
2.4.1	FIBROCIDAD Y DUREZA.....	34
2.4.2	DESHIDRATACION	35
2.4.3	CURVATURA Y ELONGACION	35
2.4.4	PERDIDA DE AROMA Y SABOR.....	35
2.4.5	TURIONES FLORIDOS	36
2.4.6	DAÑO POR FRIO	36

2.4.7	TONOS ROSADOS.....	36
2.4.8	DAÑOS FÍSICOS	36
2.4.9	PLAGAS.	37
2.5	ÁCIDO PER ACÉTICO.	42
2.5.1	PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.	43
2.5.2	MECANISMO DE ACCIÓN.	44
2.5.3	ESPECTRO DE ACTIVIDAD	44
2.5.4	INDICACIONES Y CONCENTRACIONES DE USO.....	45
2.6	ENVASES.....	46
2.7	VIDA ÚTIL.....	47
2.8	PROCESAMIENTO MÍNIMO:	47
2.9	FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS CUALIDADES DE LOS PRODUCTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS	48
2.9.1	Temperatura.	48
2.9.2	Humedad relativa	48
2.9.3	Respiración.....	48
2.9.4	Etileno.	49
2.9.5	Microorganismos	49
2.9.6	Almacenamiento refrigerado de frutas y hortalizas.....	49
2.10	CONTROL DE CALIDAD.	50
2.10.1	Principales defectos en las frutas y hortalizas	50
2.11	EVALUACION SENSORIAL.	51
2.11.1	Métodos empleados para evaluar la calidad sensorial de los alimentos	51
2.12	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	53
2.12.1	Métodos de análisis microbiológicos	54
2.13	EXPORTACIÓN DE ESPARRAGO BLANCO FRESCO	55
III.	MÉTODOS Y MATERIALES.	58
3.1	MATERIA PRIMA E INSUMOS	58
3.1.1	MATERIA PRIMA	58
3.1.2	INSUMOS.....	59
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS	60
3.2.1	MATERIALES REACTIVOS	60

3.2.2	MATERIALES DE VIDRIO Y OTROS	60
3.2.3	EQUIPOS.....	60
3.3	METODOLOGÍA	60
3.3.1	METODOLOGÍA PARA EL TRATAMIENTO DE HIDROENFRIADO.	60
3.3.2	DIAGRAMA DE FLUJO: PROCESO DE ESPARRAGO BLANCO FRESCO DESINFECTADO, ENFRIADO Y REFRIGERADO	62
3.3.3	ESCRIPCIÓN DE PROCESO DE ESPARRAGO BLANCO FRESCO.	64
3.3.4	DETERMINACIÓN DE PPM MEDIANTE EL MÉTODO DE TITULACIÓN EN LA DESINFECCIÓN CON ÁCIDO PERACÉTICO.	74
IV.	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	84
4.1.	ANÁLISIS FÍSICOS.	84
a.	ANÁLISIS Y CONTROLES EN EL PROCESO	87
b.	ANÁLISIS DEL PRODUCTO TERMINADO.....	87
V.	RESULTADO Y DISCUSION	91
5.1	Características microbiológicas.	91
5.2	Características Físicoquímicas.....	95
VI.	CONCLUSIONES.	119
VII.	RECOMENDACIONES.....	120
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	121
IX.	PAGINAS WEB.....	125
X.	ANEXOS	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fisiología del Espárrago	21
Figura 2. Volumen de exportación de espárrago por país de destino, 2013	57
Figura 3. Producción de espárrago según departamento,2013 (tn métricas)	57
Figura 5. Espárrago blanco fresco	59
Figura 6. Ácido per acético	59
Figura 7. Recepción y pesado de materia prima.	64
<i>Figura 8. Lavado por inmersión y desinfección.</i>	65
<i>Figura 9. Paletizado de materia prima.</i>	66
Figura 10. Lanzado de materia prima.	67
Figura 11. Selección y clasificación.	68
Figura 12. Corte y maquillado.....	69
Figura 13. Formación de atado y enligado.	70
Figura 14. Pesado de atados	71
Figura 15. Recepción de atados en jabas.....	72
Figura 16. Hidroenfriado y desinfeccion de producto terminado (PPC).....	73
Figura 17. Toma de muestra.....	74
Figura 18. Adición de Ácido Fosfórico.....	75
Figura 19. Adición de Ioduro de Potasio.....	75
Figura 20. Adición de Almidón.....	76
Figura 21. Adición de Tiosulfato de Sodio al 1.8%	77
Figura 22. Formato y desinfección	77
Figura 23. Oreo	78
Figura 24. Embolsado.	79
Figura 25. Sellado.	80
Figura 26. Encajado y cerrado.	81
Figura 27. Paletizado y Enzunchado.....	82
Figura 28. Almacenamiento en cámaras de PT	83
<i>Figura 29. Bases deshidratadas</i>	85

Figura 30. Turiones rotos	85
Figura 31. Turiones rajados.....	86
Figura 32. Presencia de color.	86
Figura 33. Análisis de textura	87
Figura 34. Diagrama de Pareto estandarizada para apariencia física del espárrago.	96
Figura 35. Efectos principales de la apariencia física del espárrago.....	99
Figura 36. Grafica de superficie de repuesta de la apariencia física del espárrago.	99
Figura 37. Diagrama de Pareto estandarizado para textura instrumental del espárrago. ...	101
Figura 38. Efectos principales la textura instrumental	104
Figura 39. Grafica de superficie de repuesta para textura instrumental.....	104
Figura 40. Efectos principales para pérdida de peso	112
Figura 41. Grafica de superficie de repuesta para pérdida de peso.	112
Figura 42. Grafica de superficie de repuesta para el tiempo de vida útil.	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación botánica	19
Tabla 2. Tabla nutricional del espárrago	24
Tabla 3. Características físicas del Espárrago blanco fresco	58
Tabla 4. Composición de la formulación de concentraciones de ácido per acético y tiempo de hidrogenfrio	61
<i>Tabla 5. Análisis microbiológico de esparrago</i>	<i>92</i>
Tabla 6. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10min.....	127
Tabla 7. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10min.	128
Tabla 8. Valores de α	129
Tabla 9. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10min.	129
Tabla 10. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.....	130
Tabla 11. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.	131
Tabla 12. Valores de α	132
Tabla 13. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.	133
Tabla 14. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.....	134
Tabla 15. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.	135
Tabla 16. Valores de α	136
Tabla 17. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.	137
Tabla 18. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.....	138

Tabla 19. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.	139
Tabla 20. Valores de α	140
Tabla 21. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.	141
Tabla 22. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.	141
Tabla 23. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.	143
Tabla 24. Valores de α	144
Tabla 25. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.	144
Tabla 26. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.	145
Tabla 27. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.	146
Tabla 28. Valores de α	147
Tabla 29. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.	148
Tabla 30. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.	149
Tabla 31. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.	150
Tabla 32. Valores de α	151
Tabla 33. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.	151
Tabla 34. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.	152
Tabla 35. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.	153
Tabla 36. Valores de α	154

Tabla 37. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.	155
Tabla 38. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.	156
Tabla 39. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.	157
Tabla 40. Valores de α	158
Tabla 41. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.	158

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Puntaje de la apariencia física del Espárrago	95
Cuadro 2. Análisis de varianza de la apariencia física del esparrago.	97
Cuadro 3. Coeficiente de regresión para la apariencia física del espárrago	98
Cuadro 4. Resultado de la textura instrumental del espárrago.	101
Cuadro 5. Análisis de varianza de la pérdida de peso	102
Cuadro 6. Coeficiente de regresión para Textura instrumental.	103
Cuadro 7. Pérdida de peso en (gr) de turiones de Espárragos evaluados a diferentes dosis de ácido per acético y tiempo de inmersión en la calidad microbiológica	107
Cuadro 8. Porcentaje de pérdida de peso promedio (%) de los turiones de Espárragos que estuvieron almacenados a una temperatura de (1.0°C -2.0 °C) y una humedad relativa de 85%.	108
Cuadro 9. Porcentaje de pérdida de peso promedio (%).....	108
Cuadro 10. De Pareto para la pérdida de peso	109
Cuadro 11. Análisis de varianza de la pérdida de peso	110
Cuadro 12. Coeficiente de regresión para Pérdida de peso.....	111
Cuadro 13. Tiempo de vida útil de las diferentes dosis de ácido per acético y tiempo de inmersión	114
Cuadro 14. Diagrama de Pareto para la vida útil.	114
Cuadro 15. Análisis de varianza del tiempo de vida útil.	115

RESUMEN

Se evaluó la dosis de ácido per acético y tiempo de inmersión en la calidad microbiológica del espárrago (*Asparagus Officinalis L*), para lo cual se plantearon tres tratamientos con concentraciones de 70 ppm, 80 ppm y 90 ppm de ácido per acético las cuales al mismo tiempo son sumergidas durante tres tiempos de inmersión en el hidrocóoler de producto terminado 10 min, 15 min y 20 min, la cual se obtuvo como resultado, a la muestra que fue sometida a 80ppm de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 15 min, obteniendo una apariencia física 6.01 como promedio (me agrada moderadamente) una textura de 67.25m/J, pérdida de peso de 0.51 gr en 56 días, tiempo de vida útil de 65 días, sin presencia de microorganismos

Palabras claves: Espárrago, Ácido acético, Hidroenfriado, Tiempo de inmersión.

ABSTRAC

The dose of per acetic acid and time of immersion in the microbiological quality of asparagus (*Asparragus Officinalis L*) was evaluated, for which three treatments were proposed with concentrations of 70 ppm, 80 ppm and 90 ppm of per acetic acid which at the same time time were submerged during three immersion times in the hydrocooler of finished product 10 min, 15 min and 20 min, which was obtained as a result, to the sample that was subjected to 80ppm of per acetic acid and a time of immersion of 15 min. obtaining a physical appearance of 6.01 on average (I moderately like it) a texture of 67.25m / J, weight loss of 0.51 gr in 56 days, lifespan of 65 days, without the presence of microorganisms

Key Words: Asparagus, Acetic acid, Hydrocool, Immersion time.

I. INTRODUCCION

En estos momentos el Perú es considerado el primer país exportador de espárragos del mundo, también cabe resaltar que es reconocido mundialmente por la calidad de sus productos , logrando desplazar a importantes países productores tal como China, Estados Unidos, entre otros, como ha logrado alcanzar niveles de éxito en un mercado tan globalizado, competitivo y cada vez más exigente, cual son los factores y los elementos del éxito que han posibilitado tener una industria sostenida con un impacto notable en la economía peruana, generando empleo y divisas. El Perú cuenta con 84 zonas de las 104 reconocidas en el mundo, haciéndolo un país mega diverso, y es por ello que tenemos la ventaja de poder cultivar prácticamente durante todo el año cualquier producto .El Perú posee cerca de 8 millones de hectáreas con capacidad para cultivos agrícolas, 48.7 millones de hectáreas aptas para la producción forestal 17.9 millones de hectáreas destinadas para pastos. (Arturo, 2011)

En la comercialización del esparrago blanco fresco se tiene que tener en cuenta las siguientes frases: producción, comercialización interna, exportación y comercialización en el país destino. El principal comprador de esparrago blanco fresco es Estados Unidos, por ende todos sus productos comestibles que ingresen a este país están sujetos a regulaciones y controles de la Agencia para Protección Ambiental E.P.A (Environmental protection agency) y la Administración de Alimentos y Medicamentos F.D.A. (Bravo Leon & Farto Rivadeneira, 2007).

El problema formulado para este proyecto fue: ¿Cuál es la dosis de ácido per acético y tiempo de inmersión en la calidad microbiológica del esparrago blanco (*Asparragus Officinalis L.*)?

En función al problema planteado, se fijó como objetivo general: Evaluar la dosis de de ácido per acético y tiempo de inmersión en la calidad microbiológica del esparrago blanco (*Asparragus Officinalis L.*) y como objetivos específicos Evaluar las características organolépticas apariencia física, textura , pérdida de peso, tiempo de vida útil y calidad microbiológica.

Como solución al problema, se formuló la siguiente hipótesis: La concentración de ácido per acético entre un rango de 60-80ppm y un tiempo de inmersión en el hidrocooler influyen adecuadamente en las características organolépticas y microbiológicas del esparrago blanco.

La investigación se justifica con la construcción de escenarios capaz de generar los mayores beneficios económicos a la empresa Agualima SAC. Reduciendo los reclamos de los clientes ya que las causas principales se han dado una solución efectiva.

II. MARCO TEORICO

2.1 EL ESPARRAGO:

2.1.1 DEFINICION:

El esparrago es una verdura obtenida de alguna de las especies del género *Asparagus* específicamente son los brotes jóvenes del *Asparagus officinalis*, y proviene del latín *Asparagus*.

2.1.2 CARACTERIZACION BOTANICA DEL ESPARRAGO.

El espárrago (*Asparagus officinalis* L). Es una especie originaria de Europa centro meridional, Asia Occidental y África septentrional.

Tabla 1. Clasificación botánica

División:	Spermatophyta
Clase:	Monocotiledónea
Orden:	Geraniales
Familia:	Liláceas
Género:	Asparagus
Especie.	Asparagus Officinalis

Fuente: (Gonzales A, 2015)

La parte comestible son las yemas de la garra, bastante carnosa y tiernas, recogidas apenas salen a la luz, a las cuales se les llama turiones o vástagos.

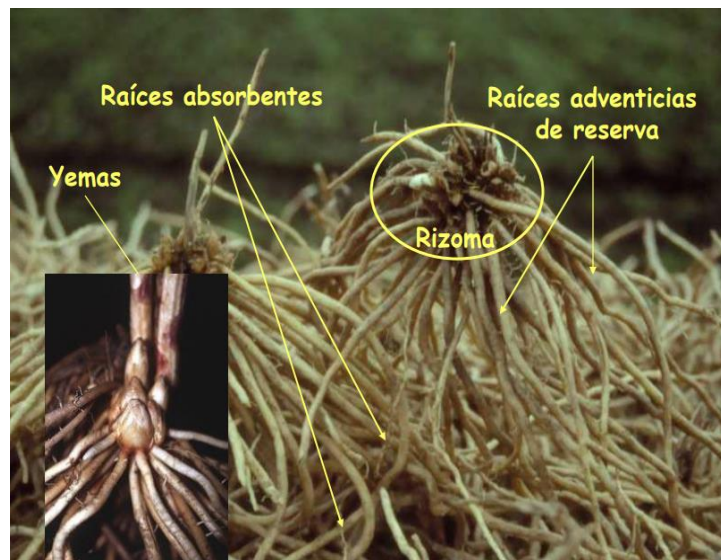
Los turiones son cosechados bajo la tierra así obteniendo los espárragos blancos y cuando se cosecha después de que el turión sale son llamados espárragos verdes. Sin embargo ambos pertenecen a la misma familia. (Chacaltana Velazco, 2015)

2.1.3 MORFOLOGIA

El espárrago está formado por raíces a partir del rizoma y raíces absorbentes. Las raíces reservantes pueden durar varias temporadas, se caracterizan por ser numerosas, no se ramifican, su diámetro es de aproximadamente 0.6 m.m y pueden alcanzar hasta 3 metros, lo que le confiere una gran capacidad exploratoria del suelo. Las raíces absorbentes o secundarias son delgadas, ramificadas, de diámetro variable (0.1-0.2m.m) y cortas (hasta unos 10c.m).

Cada planta presenta numerosas ramificaciones primarias y secundaria donde se estable un numero de turiones ramificados de 2 hasta 20 turiones, donde las principales ramas modificadas constituyen el principal sitio fotosintético. A la parte aérea de la planta también se le llama fronde. (Vigo Sánchez, 2015)

Figura 1. Fisiología del Espárrago



Fuente: (Gonzalez , 2013)

Raíces:

Son cilíndricas, gruesas y carnosas teniendo la facultad de acumular reservas, nacen directamente del tallo subterráneo, son base para la próxima producción de turiones; de estas raíces principales nacen los pelos absorbentes o raicillas cuya función es la de absorción de elementos nutritivos y agua.

A medida que pasan los años las raíces principales van muriendo ya que tienen una vida de 2 a 3 años; sin embargo cuando estas raíces mueren son sustituidas por otras nuevas, con la cual las yemas van quedando más altas y se sitúan en la parte superior de las anteriores. (Vigo Sánchez, 2015)

Tallo:

El tallo es subterráneo y modificado en un rizoma. En el terreno se despliega horizontalmente en forma de base o plataforma desde la cual se producen, según su dirección, otros órganos de la planta

Yemas:

De las yemas brotan los turiones, que es la parte comestible y comercializable de este producto, que cuando se dejan crecer son los tallos ramificados de la planta.

Flores:

Suelen ser pequeñas, campanuladas, generalmente solitarias, y con la corola verde amarillenta. Su polinización es cruzada con un elevado porcentaje de alogamia.

Fruto:

El fruto es de color verde al principio pero cuando madura es de color rojo, es una baya redondeada de 0.5 cm. de diámetro; Cada fruto tiene aproximadamente de 1 a 2 semillas.

Semillas:

Son poliédrica y redonda, de color pardo oscuro o negras, teniendo un elevado poder germinativo. La planta de espárrago puede tener flores masculinas o femeninas a la cual se le llama dioica.

Si hablamos de productividad, las plantas machos son más productivas en turiones que las plantas hembra; esto se debe a que plantas macho acumulan en las raíces para la próxima producción de turiones mientras que las plantas hembra en la formación de flores, frutos y semillas utilizan buena parte de las reservas. (Vigo Sánchez, 2015)

2.1.4 TABLA NUTRICIONAL DEL ESPARRAGO.

El espárrago es una muy buena fuente de numerosas vitaminas del grupo B, incluyendo la vitamina B1, B2, B3 y B6, así como de fibra dietética, manganeso, cobre, fósforo, potasio y proteínas. El espárrago es un alimento rico en vitaminas, entre ellas, vitamina K, ácido fólico, vitamina B, vitamina C y vitamina A.

El espárrago ejerce en algunas enfermedades vasculares degenerativas como la angiodisplasia, esto provoca hemorragias gastrointestinales que es muy común en los ancianos ya que contiene lignanos (3 microgramos por gramo), una clase de fitoestrógenos con efectos a nivel de vasos sanguíneos de pequeño calibre. Además, los lignanos al igual que los flavonoides, participan en otras funciones ya que tienen una débil actividad estrogénica y compiten con los compuestos estrogénicos normales no permitiéndoles promover el crecimiento de tumores. En relación con este tema, investigaciones epidemiológicas apoyan la hipótesis de que los países con más altos niveles de consumo de flavonoides y lignanos en su dieta tienen las más bajas incidencias de cáncer, hecho que está especialmente demostrado para los cánceres de mama y próstata. (Baiocchi Ureta & Barnaby Rodriguez, 2016)

En su composición también presenta beta-carotenos (provitamina A) y luteína (carotenoide sin actividad provitamínica A), compuestos con actividad antioxidante y potenciadora del sistema inmune, cuya ingesta elevada se ha relacionado con la protección frente al cáncer, las enfermedades cardiovasculares, las cataratas y la degeneración macular senil; así como pequeñas cantidades de fitoesteroles. (Baiocchi Ureta & Barnaby Rodriguez, 2016)

Tabla 2. Tabla nutricional del espárrago

	Esparrago Blanco 100gr de producto	Esparrago verde 100gr de producto
Calorías	22kcal	24kcal
Grasa total	0.24gr	0.40gr
Grasa saturada	0.00gr	0.00gr
Proteínas	1.30gr	2.12gr
Fibra	2.13gr	2.98gr
Hidratos de carbono	3.58gr	3.07gr
Azúcares	0.00gr	0.00gr
Sodio	0.40gr	0.31gr
Vitamina C	10.50mg	15.00mg

Fuente : (Baiocchi Ureta & Barnaby Rodriguez, 2016)

2.1.5 VARIEDADES.

Los espárragos se clasifican dependiendo de la variedad, entre los cuales uno de los factores más importantes a considerar es la coloración de los brotes. Existen variedades que se utilizan para obtener espárragos blancos, que se cultivan sin recibir luz directa, espárragos verdes y espárragos violetas. (Newsletter, 2017)

Espárrago Blanco:

Los espárragos blancos son recolectados cuando la tierra se eleva ligeramente y antes de que las yemas estén en contacto con la luz, cabe resaltar que los espárragos blancos se cultivan bajo la tierra sin recibir la luz del sol.

Espárrago morado:

Se cultiva igual que el esparrago blanco, su sabor es algo más intenso ya que la recolección se realiza cuando las yemas han logrado entrar en contacto con la luz, ya que estas han traspasado la superficie de la tierra.

Espárrago verde:

A diferencia que el espárrago blanco este se cultiva al aire libre y su color es debido a la luz solar. Se recolecta cuando los turiones sobresalen 20 a 25 cm. De la tierra, su sabor es más aromático.

Actualmente Perú está dentro de los principales países productores de espárragos a nivel mundial junto a otros países como China, Estados Unidos, Japón y México.

Los principales productores de Europa son: España, Alemania, Grecia, Francia e Italia que aportan entre toda una producción equivalente a la producida en China, principal productor mundial.

A principio de la década de los 50, se inicia el cultivo de espárrago en el Perú. Siendo el valle de Virú donde se realizaron las primeras siembras. Partiendo de un pequeño proyecto familiar destinado a la exportación de espárrago blanco en conservas a Dinamarca; cabe resaltar que su crecimiento fue lento. Fragmentado a partir de 1972 por la reforma tributaria. Sin embargo fue luego de que la asociación de agricultores de Ica empezara a producir a partir de 1985. en su deseo de reemplazar sus cultivos tradicionales por los de exportación, realizan un estudio de oportunidades en el sur de los Estados Unidos, en los que se determinó que los cultivos sugeridos eran: melones, páprika, vainitas y espárrago, resultando que el espárrago era el más rentable por la contra estación en los mercados de Norteamérica, la primera exportación se realizó en 1987 exportando un 70% de la producción y con precios excelentes en el mercado norteamericano. (Newsletter, 2017)

Una vez que se han logrado obtener excelentes resultados hicieron que otros valles tales como: Chincha, Nazca, cañete, Huaura y otros, se interesaran en aplicar esta experiencia, luego con la nueva irrigación del proyecto Chavimochic se comenzaron a desarrollar importantes áreas para la siembra. Actualmente existe todo un Cluster del espárrago, que incluye al Instituto Peruano del Espárrago y Hortaliza (IPEH), también se ubica en el Perú la empresa congeladora de espárragos y la planta empacadora más grande del mundo, cabe resaltar que toda la industria instalada pertenece a capitales nacionales.

Uno de los requerimientos para las principales empresas exportadoras es contar con la aplicación del sistema HACCP con la finalidad de asegurar las buenas prácticas agrícolas desde el campo, así como los sistemas de gestión para poder orientándolo hacia una garantía integrada de la inocuidad y la calidad, la responsabilidad, demostrando una amplia capacidad de las industrias frente a las diversas normas y regulaciones exigidas por el comercio internacional. (Newsletter, 2017)

2.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS

2.2.1 TEMPERATURA

La germinación de la semilla es muy importante ya que de ello depende la brotación de los turiones para la cosecha. Sin embargo la temperatura es un factor que tiene que ver en el proceso germinativo. En cuanto a la germinación de la semilla, esta se realiza en promedio de 5 días a una temperatura de 25°C. Respecto a la temperatura de cosecha, las mejores están por los 24°C +/- 4°C y donde se pueden alcanzar una tasa máxima de crecimiento de 14 a 16 cm /día, temperaturas menores de 12°C inhiben el crecimiento de los turiones completamente y valores cercanos a 12°C muestran coloración purpura en las yemas de los turiones, especialmente en aquellos que en las horas de menor temperatura. Por otro lado, temperaturas extremas máximas en cosecha resultan perjudiciales en la calidad del producto cosechado ya que estos tienden a florear rápidamente. (Serrano Cermeño, 2016)

2.2.2 PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO

Textura.

El cultivo de esparrago en nuestro país mayormente se desarrolla en pampas constituidas por arenas y se puede desarrollar desde suelos muy ligeros (arenosos) hasta suelos muy pesados (limosos y arcillosos). Los suelos ligeros son los que mejores resultados han dado en diferentes condiciones climáticas.

Permeabilidad.

La permeabilidad se le puede medir en términos de velocidad de paso del agua a través de una sección transversal (perfil del suelo). También se define como la cualidad del suelo que lo capacita para transmitir agua o aire. Está en función directa a la composición granulométrica del suelo. La permeabilidad para suelos cultivados con esparrago debe ser en lo posible de moderada o moderadamente rápida (2.0 a 12.0 cm/hora). Con velocidades mayores de flujo de agua conlleva a la rápida pérdida de agua de la zona radicular, pero que al mismo es manejado a través de riego presurizado mediante “pulsos” de riego. (Vargas García, 2015)

Profundidad Efectiva.

Es necesario que la profundidad efectiva de los suelos sea mayor que el sistema radicular del esparrago ya que puede llegar fácilmente hasta 1.5m. Sin embargo, el 75% del sistema radicular del cultivo tiene profundidad efectiva de los suelos de 0.75 m para su desarrollo.

Drenaje.

Es recomendado el cultivo de esparrago en un suelo con un buen drenaje, el nivel freático debe estar a una profundidad mayor de 1.0 m. una alta de tabla de agua (entre 0.7 y 1.0 m), puede ser esencial, en zonas y/o épocas de escasez de agua, siempre que el agua de drenaje no sea salina y solo por un periodo de cultivo. Periodos prolongados de humedad en contacto con el sistema radicular son muy perjudiciales y redundan en una baja en la producción y en la vida misma de la planta.

Reacción del pH

El PH juega un rol muy importante en el crecimiento y calidad del esparrago, si tenemos valores de PH de 6.5 a 7.8; el esparrago progresa muy bien, ya que estos valores cercanos a la neutralidad favorecen la asimilación de la mayoría de nutrientes, sin embargo si el pH tiene valores menores de 6.5 y mayores que 7.8 disminuyeron los rendimientos. El crecimiento de la planta se detiene cuando el PH es cercano o menor a 5.5 ya que está asociada a la acidez del suelo; en el otro extremo valores por encima de 8.3 disminuye el rendimiento de la planta y están asociadas a una alta concentración de sodio cambiante en el suelo. (Argerich González, 2010)

2.3 MANEJO AGRONÓMICO DEL ESPARRAGO

Es recomendable realizar la preparación de semilleros o almácigos para producir las plántulas o coronas jóvenes, que se utilizaran en el establecimiento de la plantación. Además, brinda la oportunidad de poder seleccionar las coronas por tamaño al momento del trasplante y promueve una mayor uniformidad de la plantación. El almácigo permite incrementar la eficiencia en el uso de una semilla de alto costo y la protección de las plántulas del ataque de patógenos e insectos de suelo, provocado por su lento crecimiento durante la etapa inicial. (Vargas García, 2015)

2.3.1 UBICACIÓN DEL ALMACIGO

Si deseamos tener un periodo comercial de exportación a los estados unidos se recomienda que la preparación del semillero se realice en los meses de enero o febrero, de manera que el trasplante se lleve a cabo en mayo o junio, al inicio, de las lluvias.

El terreno óptimo para hacer un buen almacigo tiene que ser un suelo suelto, profundo, piedras y sobre todo libre de malezas, tiene que tener acceso a una fuente de agua no contaminada, no muy cerca de plantaciones adultas del mismo cultivo, para evitar la contaminación de enfermedades y plagas. (Vargas García, 2015)

2.3.2 PREPARACION DEL SUELO

El almacigo debe estar sobre un suelo suelto, bien mullido, libre de restos de plantas descompuestas y raíces, se realiza en camas o eras de 1.10 o 1.20m. De ancho y de 0.15 a 0.20m. de altura en condiciones secas o de 0.25 a 0.30m, bajo condiciones lluviosas.

2.3.3 DESINFECCION DE SUELO.

Para evitar problemas de malezas en el suelo es necesario hacer una buena desinfección del terreno para poder eliminar hongos e insectos del suelo. Podemos optar por dos métodos de desinfestación: el químico o el físico. Desde el punto de vista agronómico la desinfestación por medio químico ha mostrado ser más eficiente. No obstante, bajo condiciones de baja presión de malezas perennes (ciperáceas y poáceas de propagación vegetativa), la solarización es una alternativa de desinfestación menos contaminante para el ambiente y de menos riesgo en su aplicación. (Vargas García, 2015)

2.3.4 SIEMBRA

Para sembrar una plantación de 1ha, se requiere aproximadamente de 0.70 a 1.0kg de semilla, la semilla se coloca a 1cm de profundidad, a una distancia de 0.15 a 0.20m. Entre surcos y de 0.10 a 0.15m entre plantas.

2.3.5 FERTILIZACION

Se recomienda suplementar de los 45 a los 50 días después de la siembra, con Nitrógeno a razón de 60kg/ha., utilizando como fuentes Nitrato de Amonio o urea. Después de 30 días de la emergencia, conviene realizar de 2 a 3 aplicaciones foliares a intervalos de 30días, con un fertilizante de alto contenido de Nitrógeno a la dosis comercial. (Vargas García, 2015)

2.3.6 TRANSPLANTE

Las características idóneas de una plántula o corona para el trasplante son las siguientes: 2.5 - 3cm. De longitud lateral o diámetro del rizoma, 9 o más raíces gruesas o reservantes, 2 o 3 yemas bien diferenciadas en el rizosoma. Estas cualidades se logran entre los 90 y 120 días después de la siembra en las zonas baja y media, respectivamente. (Vargas García, 2015)

2.3.7 CHAPODO

Corte al ras del suelo

Evitar tocones los cuales durante la cosecha con la humedad existe lo que genera pudrición de los mismos y por lo tanto manchado de la base de los turiones. (Vargas García, 2015)

Rastrillado

Dejar el fondo y lomo de surco bien limpio, es decir libre de restos de tocones, filocladios, basura y montones de arena mezclado con filocladios.

Limpieza.

Debe realizarse sin que se quede restos de filocladios en todo el surco.

2.3.8 APORQUE

Los campos deberán de aporcarse aproximadamente con 30 cm de arena sobre el fondo del surco. En el transcurso de la cosecha se reaporca hasta 2 veces con la finalidad de no tener turiones cortos. (Vargas García, 2015)

2.3.9 COSECHA

La cosecha se realiza usualmente se realiza manualmente, utilizando cuchillas especiales y así evitar de no dañar los brotes vecinos que están emergiendo y que aún no serán cosechados.

Una vez realizada la cosecha los turiones deben de ser transportados a un lugar fresco y bajo sombra. Es recomendable que mientras se cosecha los turiones se coloque en un plástico de color negro, y así poder evitar que los turiones pierdan su calidad ya que si la luz le llegue a dar se puede activar el desarrollo de la clorofila y verdee el esparrago. (Vargas García, 2015)

2.3.10 TRANSPORTE

Una vez que los turiones han sido cosechados y colocadas en jabas, estas son transportadas en unos quías a planta, durante el transporte estas deben estar con la ventilación adecuada para que la temperatura no suba, en este medio de transporte también deben estar protegida contra la luz solar ya que la luz hace que el esparrago tome un color rosado –violeta.

2.4 FISILOGIA POST COSECHA

El turión es un tallo en activo crecimiento, muy perecible una vez cosechado, debido a que continua siendo un producto vivo cuya actividad metabólica depende de la del ambiente en que encuentra y que se expresa términos de ritmo respiratorio.

La permanencia de la hortaliza a temperatura ambiente después de haber sido recolectada y haberse así interrumpido la absorción de agua a través de la planta, facilita la transpiración y en consecuencia la pérdida de agua en estado de vapor, con la consiguiente pérdida de peso. La pérdida de agua es el resultado de la migración del vapor de agua de los espacios intercelulares que están saturados, hacia el ambiente en la que se ha depositado el producto a causa de la diferencia de presión de vapor entre dos medios. (Vigo Sánchez, 2015)

El espárrago cosechado se caracteriza por presentar un alto ritmo respiratorio. Como consecuencia del calor generado por el proceso respiratorio los turiones se deterioran rápidamente cuando la temperatura es mayor a 5°.

Sin embargo el ritmo de transpiración del espárrago es alto lo cual lo hace muy susceptible a la pérdida de agua, cuando el espárrago se deshidrata se ve muy afectada la calidad del espárrago haciendo que el contenido de fibra incremente considerablemente, disminuyendo el nivel de azúcar, aumentando la acidez y cambiando el color.

La respiración es el proceso principal que transforma las reservas acumuladas de energía. Tal actividad se manifiesta por la emisión de calor, el anhídrido carbónico y vapor de agua, que se obtienen principalmente de la demolición de los azúcares en presencia de oxígeno. El comportamiento de las hortalizas es muy variable en lo que respecta a la intensidad respiratoria. Cuando más baja sea la temperatura más reducido resulta ese proceso vital, y en consecuencia con más lentitud se producen los fenómenos de la maduración y la senescencia.

Los turiones por ser un órgano vivo presentan una serie de reacciones enzimáticas propias del metabolismo, las que en condiciones no aptas de almacenamiento pueden ocasionar el desarrollo de olores y sabores desagradables, y así los hongos y bacterias pueden causar la putrefacción en el espárrago almacenado. (Blasberg, 2014)

La mayoría de los cambios se producen durante las primeras 24 horas a partir de la recolección.

2.4.1 FIBROCIDAD Y DUREZA

Tanto la fibroicidad como la dureza son los principales factores que desmerecen la calidad del espárrago. Tras la recolección del espárrago se produce un aumento progresivo de fibroicidad y dureza debido al desarrollo de fibras y lignificación. Que avanza desde la base hasta el extremo apical del turión disminuyendo la porción comestible. Este proceso se hace más rápido cuando las temperaturas son elevadas. (Namesny Vallespir , 2013)

Los sustratos primarios para la síntesis de la lignina, son las unidades fenilpropanoidicos que derivan de los carbohidratos y la enzima que actúa como eslabón entre como eslabón entre el metabolismo de los carbohidratos y el metabolismo de compuestos fenilpropanoidicos en la fenilalanina – amonía – liasa, que catalizan el esqueleto carbonato de la L- alanina mediante la determinación no hidrolítica a ácido transcinamico, siendo este incorporado en la formación de lignina. Sin embargo la actividad de la fenilalanina – amonía – liasa, en espárragos frescos se estimula por la luz y por los cortes en la base del turión y acelerara su proceso con el incremento de la temperatura.

2.4.2 DESHIDRATAACION

La deshidratación se considera como el desorden fisiológico más importante en relación a la pérdida de la calidad. La alta susceptibilidad de la pérdida de agua en el espárrago por las condiciones inadecuadas de almacenamiento y manejo resulta en flacidez y formación de estrías longitudinales. Las medidas correctivas que se deben tomar para minimizar la pérdida de agua de los turiones incluyen la rápida aplicación del pre enfriamiento, la reducción del déficit de presión de vapor de la atmosfera de almacenamiento mediante el almacenamiento de un alto nivel de humedad relativa y baja temperatura. (Namesny Vallespir , 2013)

2.4.3 CURVATURA Y ELONGACION

La curvatura se da por no haberse realizado a una buena limpieza del chapodo, la punta del turión tiende a doblarse porque está en contacto con trozos de tierra o residuos de materia orgánica, también se da por el tipo de suelo debido a que no está bien mullido, terreno pedregosos, tipo de suelo para cultivo es franco arenoso

2.4.4 PERDIDA DE AROMA Y SABOR

La temperatura es un factor que acelera la pérdida del sabor y aroma, asimismo se produce una disminución del contenido de azúcares desde la ápice hacia la base y un aumento de las proteínas siendo la causa de aparición de olores y sabores desagradables.

2.4.5 TURIONES FLORIDOS

Los turiones floridos son aquellos que presentan las puntas sueltas debido al crecimiento de las yemas axiales. El rameo es un signo de senescencia e indica que el turión fue cosechado en un estado de desarrollo o que este fue expuestos a temperaturas altas durante la post cosecha. El rameo post cosecha se ve agravado por la presencia de baja humedad relativa en el ambiente. Este fenómeno aumenta con temperaturas altas y humedades relativas bajas. (Casas, 2014)

2.4.6 DAÑO POR FRIO

Las puntas de los turiones dañados por el frio son blancas y secas mientras que aquellas afectadas por bacterias son blancas y húmedas, lo cual son percibidas cuando se les presiona ligeramente (Casas, 2014)

2.4.7 TONOS ROSADOS

La aparición de tonos rosados en el espárrago blanco puede ser producto de la exposición al sol del producto cuando recién se está cosechando o por la exposición a la luz durante el proceso, la coloración del espárrago se desarrolla cuando el producto está almacenado en la cámara frigorífica

2.4.8 DAÑOS FISICOS

La presencia de daños físicos disminuye la calidad del producto incrementando la pérdida del agua por transpiración y la posibilidad de incidencia de enfermedades. Debido a que es un órgano tierno y delicado, el turión es muy propenso al daño físico el cual puede ocurrir como resultado de abrasiones, machucones, quiebre de punta, ataque de insectos, etc.

En la mayoría de los casos las puntas son rotas durante los procesos de selección, maquillado o etiquetado. Generalmente los espárragos son machucados durante el cierre de cajas en las que el producto no ha sido convenientemente acomodado o este se halla en exceso. Un manejo delicado de los turiones durante la cosecha y post cosecha es la mejor manera de evitar los problemas de daño físico. (Vargas García, 2015)

2.4.9 PLAGAS.

A. GUSANOS DE ALAMBRE (*Agriotes lineatus*).

Los gusanos de alambre son de color negro, cuando llegan a la etapa de la adultez estos escarabajos pueden medir 1cm de largo, las larvas son de color amarillo con una forma cilíndrica y su consistencia dura, estas larvas pueden llegar a medir 25 mm.

En los suelos infectados se pueden encontrar larvas de distintas edades, ya que en estas zonas su desarrollo larvario dura hasta cuatro años. Son muy sensibles al calor y a la sequedad por lo cual hace que estas larvas vivan a diferentes profundidades, según la época del año, las mordeduras pueden causar daño en los órganos subterráneos de la planta: yemas, turiones, garras y raíces. (Vigo Sánchez, 2015)

Control.

Se recomienda la aplicación de las siguientes materias activas:

- Fonofos 5% 40-50kg/ha Gránulo.
- Fonofos 55% 6-7l/ha Suspensión en cápsulas (micro cápsulas)
- Carbofurano 2% + Isofenfos 3% 70kg/ha Gránulo.

B. GUSANOS BLANCOS (*Melolontha melolonta* L.)

Los escarabajos adultos pueden llegar a medir de hasta 3cm de longitud. Sus élitros son de color pardo-rojizo, presentando estrías longitudinalmente, siendo características sus antenas. (Vigo Sánchez, 2015)

Las larvas son cilíndricas, blancas, tienen una potente mandíbula y su cabeza gruesa. Ponen sus huevos a una profundidad de 20cm a principios de verano.

Estas larvas dan lugar a la destrucción de la parte subterránea de la planta, provocando daños cuando estas se alimentan de los rizomas, yemas y raíces.

Control

Se aplicarán las siguientes materias activas:

- Fonofos 5% 40-50 kg/ha Gránulo
- Fonofos 55% 6-7l/ha Suspensión en cápsulas
- (microcápsulas)
- Carbofurano 2% + Isofenfos 3% 70 kg/ha Gránulo
- Clormefos 5% 100 kg/ha Gránulo.

C. MIRIAPODOS (*Scugiterella immaculata* Newport)

Mientras que estos permanecen bajo tierra. Pueden ocasionar daños considerables en los turiones ya que producen picaduras en los turiones y en casos de fuerte ataque puede dañar por debilitamiento las garras.

Los adultos llegan a medir 7mm de longitud, son de color blanquecino. Se desplazan a través de los huecos del terreno a distintas profundidades para su habitad, en primaveras frescas y húmedas los ataques se intensifican ya que en estas condiciones tienen el hábitat adecuado próximo a la superficie y los crecimientos de los turiones son más lentos, siendo en este caso las posibilidades de agresión mayores. Los síntomas se manifiestan con pequeños orificios en los turiones. Si se producen ataque fuerte la superficie del turión aparece con grandes estrías. (Vargas García, 2015)

Control

Eliminar los tallos secos de la campaña anterior, pues pueden ser refugio de dicha plaga.

Los tratamientos químicos recomendables son los siguientes:

Fonofos 55% 67l/ha Suspensión en cápsulas(microcápsulas)

Clormefos 5% 60kg/ha Gránulo

D. *CRIOCEROS* (*Crioceris asparagi* L.)

Son coleópteros que aparecen sobre el cultivo en primavera cuando crecen los primeros plumeros y efectúan la oviposición sobre los tallos del espárrago son de color vistosos que invernan en estado adulto; el número de generaciones es de dos.

Pueden hacer mucho daño en los esparragales jóvenes. En las fases adulta y larvaria ya que pueden realizar daños como comedores de hojas y tallos. (Vigo Sánchez, 2015)

Control

Los tratamientos de los insecticidas van dirigidas hacia los adultos y así vigilar la aparición de estos, se debe aplicar las siguientes materias activas:

- Fosalon 30% 0.20% Polvo mojable
- Endosulfan 35% 0.15 - 0.30% Concentrado emulsionable

E. MOSCA DEL ESPÁRRAGO (*Platyparea poeciloptera* Schr).

Los adultos de este díptero tienen una longitud para las hembras de 7 a 7.5mm y para los machos de 5 a 5.5mm. El tórax tiene tres líneas longitudinales negras y grisáceos. Presentan el abdomen de color negro y alargado. Sus alas tienen una banda longitudinal de color marrón dispuesta en zig – zag. Su aparición se da al iniciarse en la primavera en su etapa de adultez, su hibernación lo hace en forma de pupa, realizando la oviposición en los turiones, generalmente en la base de una escamita. Las larvas desarrollan galerías subterráneas en primer lugar descendentes que llegan hasta la garra y posteriormente las ensanchan. Los tallos se marchitan y llegan a morir, con lo que las plantas sufren un gran debilitamiento. (Vigo Sánchez, 2015)

Control

Se realizarán pulverizaciones dirigidas a los turiones con Dimetoato, Pirimifos, Formotion, Diazinon, etc. En el momento de la aparición de los primeros adultos.

F. MOSCA DE LOS SEMBRADOS (*Phorbia platura* Meigen)

La mosca de los sembrados normalmente suele atacar a los tallos ramificados y a los turiones más gruesos una vez efectuada la recolección. Las larvas penetran en los turiones realizando galerías, donde aparecen los turiones curvados gracias al desdoblamiento de los mismos. (Vigo Sánchez, 2015)

Control

Se puede controlar las plantaciones durante el segundo y tercer año, la aplicación se basa con granulados de Clorpirifos, aplicaciones de Diazinon, Carbosulfan, etc. Una vez realizada la aplicación es preciso verificar si es posible que exista algún peligro y estrados durante el primer año, plantando las garras después de la puesta de los huevos de las moscas, es decir, a principios de verano.

G. PULGÓN DEL ESPÁRRAGO (*Brachycorynella asparagi* Mordv.)

Es de tamaño pequeño, con un cuerpo alargado, y es de color verde grisáceo. Los primeros individuos aparecen a finales de la primavera en pequeñas colonias sobre las ramas inferiores, son ápteros. Estos individuos ocupan las ramas y brotes más elevados e infectan a las plantas vecinas. Las primeras ramificaciones del año siguiente aparecen con los entrenudos muy cortos y ramificados desde el suelo, donde las ramas se acortan al igual que los tallos, los cladiolos se tornan de color amarillentos. (Vigo Sánchez, 2015)

Control

Es necesario emplear aficidas que acabe con los parásitos y depredadores naturales de este pulgón, obteniendo buenos resultados Pirimicarb, Heptenofos, Acefato, etc.

H. ORUGA DEL ESPÁRRAGO (*Hypoptya caestrum* Hbn)

Son lepidópteros con una generación anual. Los adultos se alimentan de los brotes jóvenes y de las raíces, dejando solo la epidermis. Los adultos realizan la puesta en la base del tallo, cuando llega la primavera ascienden en forma de ninfa a la superficie, ya que en el invierno lo pasan como larvas en diapausia.

Control

En plantaciones jóvenes se recomienda pulverizar la base de los tallos con Carbaril, Esfenvalerato, Flucitrinato, etc. También es recomendable la recolección de la pupa. (Vigo Sánchez, 2015)

2.5 ÁCIDO PER ACÉTICO.

El ácido per acético (APA) se presenta como una nueva alternativa “ecológica” para los procesos de desinfección de efluentes urbanos, no solo debido a su amplio poder oxidante, sino porque no genera subproductos de descomposición tóxicos, además de ser económico y compatible con otros procesos de tratamientos. (Quilmes, 2010)

El ácido peracético (APA), es una solución de equilibrio cuaternaria (ácido acético, ácido peracético, peróxido de hidrógeno y agua). Su uso como agente oxidante para el proceso de desinfección en agua surge debido a su marcado poder oxidante y su amplio espectro biocida aun en presencia de materia orgánica, cuya eficacia ha sido comprobada ante bacterias hongo, virus y esporas (Fernández & Graciela Pose, 2015)

El ácido peracético, a diferencia del cloro y sus derivados, es reconocido además por no generar subproductos de descomposición carcinogénicos, mutagénicos y/o tóxicos, por lo que se lo ha definido como “amigable al ambiente”

Su acción desinfectante no se ve afectada por los sólidos suspendidos, presenta una muy baja dependencia del pH, tiempos de contacto cortos y efectividad en tratamiento de efluentes primarios y secundarios (Fernández & Graciela Pose, 2015)

El mecanismo principal de acción del APA consiste en atravesar la membrana citoplasmática de la célula, oxidando los componentes y destruyendo el sistema enzimático. La investigación del trabajo consiste en el estudio cinético de la acción desinfectante del ácido peracético sobre indicadores de contaminación fecal (*Escherichia coli*) y posteriormente sobre microorganismos medioambientales y patógenos oportunistas. Estos datos cinéticos serán luego empleados para diseñar en forma predictiva reactores en escala mayor y formas operativas diferentes a las de laboratorio. (Quilmes, 2010)

2.5.1 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.

El ácido peracético es una mezcla de ácido acético y peróxido de hidrógeno en solución acuosa. Se obtiene por oxidación a partir de acetaldehído y oxígeno en presencia de acetato de cobalto. También puede obtenerse tratando anhídrido acético con peróxido de hidrógeno (en presencia de ácido sulfúrico). Es un líquido transparente sin capacidad espumante y con un fuerte olor característico a ácido acético. Es un agente oxidante fuerte y explota violentamente si se agita a 110°C. Soluble en agua, alcohol, éter y ácido sulfúrico. Estable en soluciones diluidas acuosas. (Quilmes, 2010)

2.5.2 MECANISMO DE ACCIÓN.

La actividad desinfectante del ácido peracético radica en su capacidad oxidante sobre la membrana externa de las bacterias, endosporas y levaduras. El mecanismo de oxidación consiste en la transferencia de electrones de la forma oxidada del ácido a los microorganismos, provocando así su inactivación o incluso su muerte. Ejerce su actividad al descomponerse en ácido acético, peróxido de hidrógeno y oxígeno (productos no dañinos). (Brosnan, 2013)

2.5.3 ESPECTRO DE ACTIVIDAD

Desinfectante de alto nivel. A bajas concentraciones (0.01-0.2%) posee una rápida acción biocida frente a todos los microorganismos. Es activo frente a bacterias, hongos, levaduras, endosporas y virus. A concentraciones inferiores a 100 ppm inhibe y mata a bacterias Gram positivas, Gram negativas, micobacterias, hongos y levaduras en 5 minutos o menos. Algunos virus son inactivados por 12-30 ppm en 5 minutos, mientras que otros requieren 2000 ppm (0.2%) durante 10-30 minutos. La Concentración Mínima Esporicida (CME) del ácido peracético es de 168-336 ppm (son necesarias 1-2 horas de contacto). Es más activo sobre las esporas cuando se combina con peróxido de hidrógeno. Se ha demostrado que la combinación de 21 ppm de ácido peracético (que ya contiene aproximadamente un 5% de peróxido de hidrógeno en su composición) y 2813 ppm de peróxido de hidrógeno elimina todos los microorganismos de fibras porosas tras 2-3 horas de contacto.

2.5.4 INDICACIONES Y CONCENTRACIONES DE USO

A. APLICACIONES COMO DESINFECTANTE

- Desinfectante de instrumental médico, respiradores y endoscopios. A concentraciones de 0.1%, el ácido peracético en agua es un desinfectante efectivo de tonómetros de Schiøtz.
- Desinfectante de hemodializadores en soluciones con peróxido de hidrógeno. El ácido peracético y el peróxido de hidrógeno actúan sinérgicamente como esporicidas.
- Desinfectante de superficies de suelos y paredes.

B. APLICACIONES COMO ESTERILIZANTE.

Esterilizante de endoscopios flexibles de forma manual a baja temperatura y a una concentración de 0.26-0.35% o de forma automática a una concentración de 0.2-0.3% y a una temperatura de 20-56°C.

- Esterilizante de emulsiones, hidrogeles o linimentos.

C. INTERACCIONES E INTERFERENCIAS

Es corrosivo sobre metales; este efecto puede disminuirse variando el pH y añadiendo 184 inhibidores de la corrosión. Si se asocia con peróxido de hidrógeno aumenta la acción corrosiva.

Por sí mismo no es considerado cancerígeno pero algunos estudios en animales han demostrado que puede ser un factor de inducción del cáncer. (Garrido Tudela & Gil, 2015)

D. ESTABILIDAD Y CONDICIONES DE USO

El ácido peracético se considera inestable, particularmente diluido. Las diluciones se hidrolizan con el tiempo y pierden actividad. Sus productos de degradación (ácido acético, oxígeno y agua) no dejan residuos ni son nocivos.

Su actividad se reduce ligeramente en presencia de materia orgánica y es más activo a pH ácido.

Los sistemas de esterilización automáticos en cámaras que utilizan ácido peracético no permiten almacenar el instrumental, ya que no incorporan ningún proceso de envasado.

2.6 ENVASES.

En los últimos años las industrias han venido sufriendo cambios constantes para la adecuación a las exigencias crecientes de los consumidores, la demanda de los productos mínimamente procesados han impuesto nuevos requerimientos a los empaques ya que estos deben asegurar una vida útil adecuada en los anaqueles a los alimentos y conservar sensorialmente parecidos a los naturales. Tradicionalmente han sido seleccionados los materiales de empaques por el sentido de tener interacción mínima con el alimento. Un empaque también tiene como finalidad aumentar la seguridad del alimento de acuerdo con los mecanismos siguientes: prevención de la migración de sus propios alimentos, barreras de contaminación química y microbiológica. (Perez Espinoza, 2012)

2.7 VIDA ÚTIL

La vida útil de un producto depende de factores ambientales, la temperatura de exposición del producto, proceso térmico al que se somete, humedad, calidad de la materia prima, etc. Cuando se manifiesta efecto en los factores o se observa cambios en las cualidades del alimento, evitan la venta del producto, ya que hay cambios de color, textura, sabor o pérdida de nutrientes, ya que el producto no mantiene las cualidades requeridas para el consumidor. (Grohamn J .B, 2013)

La calidad engloba aspectos sensoriales u organolépticos, como el olor, el sabor, así como el contenido de nutrientes o higiénicos – sanitarios, relacionados directamente con los niveles de seguridad alimentaria. Estos aspectos hacen referencia a los distintos procesos de deterioro: químico, físicos y microbiológicos, se considera que el producto ha llegado a su fin de vida útil, cuando alguno de sus parámetros de calidad se considera inaceptables. Hoy en día se ha desarrollado la microbiología predictiva como una nueva herramienta para estudiar la respuesta de crecimiento de microorganismos frente a los factores que afectan al alimento y así poder predecir lo que podría ocurrir durante su almacenamiento. (Ferratto . J, 2003)

2.8 PROCESAMIENTO MÍNIMO:

Es el producto “verdura o fruta” mínimamente procesado en donde es alterado físicamente, pero permanece en su estado natural Internacional Fresh Produce Asociation (IFPA, Et. al.). Es decir, se refiere a las operaciones que eliminan las partes no comestibles, como cáscaras, tallos, raíces, seguidos por

cortes en diferentes tamaños, tornándolas pronto para consumo inmediato, sin que ellas pierdan las características del producto fresco (Luengo y Lana, 1997)

2.9 FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS CUALIDADES DE LOS PRODUCTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS

2.9.1 Temperatura.

El control de la temperatura es el factor más importante para minimizar los efectos de las lesiones de los tejidos en los productos mínimamente procesados (Kader A, 2013). La utilización del almacenamiento refrigerado para frutas mínimamente procesadas, se basa en la idea de que las bajas temperaturas retardan el crecimiento microbiano en gran cantidad y son eficaces para reducir las actividades enzimáticas.

2.9.2 Humedad relativa

La pérdida de agua es una de las principales causas del deterioro de la fruta y hortaliza después de la cosecha.

2.9.3 Respiración

La conservación de hortalizas y frutas mínimamente procesadas es un proceso especialmente complejo, en el cual participan las células vegetativas dañadas, las intactas y las inactivas. Es decir, algunas espiran a velocidades normales, mientras que otras respiran a velocidades mayores (Kays . S, 2006) El control de la respiración es fundamental para los productos mínimamente procesados, lo que obliga a refrigerarlos antes de ser comercializados.

2.9.4 Etileno.

El etileno C₂H₄ es una fito hormona que está envuelta en la aceleración de la maduración y senescencia de los frutos climatéricos. La lesión de los tejidos de un vegetal provoca la pérdida o reducción del comportamiento celular, activando el sistema generador del etileno, estimulando su síntesis en pocos minutos.

2.9.5 Microorganismos

El procesamiento mínimo acelera la contaminación de los alimentos por microorganismos deteriorativos y patógenos en razón al manejo y al aumento de los daños de los tejidos. Es por ello que como regla general se recomienda una buena sanitización de todo el proceso para asegurar desinfección.

2.9.6 Almacenamiento refrigerado de frutas y hortalizas.

El almacenamiento en frío constituye el método más beneficioso de conservación para los alimentos frescos. Ya que esto suele disminuir la velocidad con la que se deteriora un alimento, puesto que ejercen efectos negativos en la textura, valor nutritivo, sabor, y los cambios globales que ocurren en los alimentos. El control de la temperatura es el factor más importante para minimizar los efectos de las lesiones de los tejidos en los productos mínimamente procesados. Para estos productos la cadena en frío debe comenzar preferentemente, posterior a la cosecha, pues el pre-enfriamiento de la materia prima, prolonga la vida útil de los mismos. Esta disminución de la temperatura aumenta la vida útil de los productos retardando los procesos fisiológicos de los mismos.

La utilización del almacenamiento refrigerado para frutas y hortalizas mínimamente procesadas se basa en la idea de que las bajas temperaturas retardan el crecimiento de la mayoría de los microorganismos y son eficaces para reducir las actividades enzimáticas. (Cheftel J & Cheftel, 1976)

2.10 CONTROL DE CALIDAD.

Definición.

Es una actividad reguladora que tiene como objetivo proteger al consumidor y garantizar que todos los productos sean inocuos durante todo su proceso desde la recepción hasta la distribución, para ello tiene que cumplir con ciertos requisitos de calidad e inocuidad y estén etiquetados de forma precisa y objetiva. La norma (NTP – ISO 8402, 1994) define la calidad como la totalidad de características de una entidad, cual busca tener la capacidad de satisfacer las necesidades, la calidad también se define como el conjunto de requisitos físicos, microbiológicos, químicos y organolépticos que debe tener un alimento para que sea considerado apto para el consumo humano, es decir que el control de calidad es un conjunto de actividades y técnicas que se utilizan para cumplir ciertos requisitos de calidad de un producto.

2.10.1 Principales defectos en las frutas y hortalizas

Defecto es cualquier alteración del producto que afecta su presentación y condición.

El Control de Calidad en la industria de frutos y hortalizas, se inicia con la descripción de los procesos de empaque de dichos productos determinados y los análisis de control de calidad que requieren las materias primas

utilizadas en estos procesos. El proceso e insumos deberán ser de calidad para obtener un producto óptimo que tenga la aceptación de los consumidores.

Defectos Críticos. Se define como la alteración de un producto que puede afectar su posterior vida y/o calidad comestible (conservación e intensidad de consumo).

Defectos no críticos. Los defectos no críticos son aquellas alteraciones del producto que no afectan su calidad comestible ni su posterior vida útil.

2.11 EVALUACION SESORIAL.

Se define como el conjunto de características que diferencian unidades individuales de un producto y tienen un grado de aceptabilidad de esta unidad por el comprador.

2.11.1 Métodos empleados para evaluar la calidad sensorial de los alimentos

Se ha encontrado en la bibliografía especializada propuestas muy diversas de pruebas para determinar la calidad medida sensorialmente, las que varían desde el empleo de pruebas Descriptivas, utilización de métodos de puntuación con jueces adiestrados, comparación con estándares de referencia hasta la ejecución de pruebas afectivas con consumidores (Zamora, 2007).

Algunos plantean los test de Valoración y los Analíticos, (Wittig, 2001). Los primeros tienen por finalidad evaluar productos con rapidez de acuerdo a su calidad, o bien cuando se desea descartar rápidamente muestras de calidad inferior. Entre los test de valoración están:

a) Test Descriptivo: las muestras se valoran de acuerdo a una escala de calidad, que va de "excelente" a "malo"(Zamora, 2007).

b) Test numérico: se define primero la característica que va a ser medida y se le fijan grados sucesivos que van desde "mejor" a "peor", en relación con la calidad (Zamora, 2007).

CSe van presentando las muestras, una cada vez, y se valoran según una escala numérica del tipo siguiente, la calidad queda definida por un número:

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Límite de aceptabilidad

Perfecto

c) Test de Puntaje Compuesto: a evaluación se expresa numéricamente en cálculos parciales, que van comprendidos en una escala cuyo máximo es 100, para la muestra perfecta. El puntaje para cada característica esta de acuerdo a la importancia de ésta en la muestra, así la característica más importante del producto tendrá el mayor de los puntaje parciales. El evaluador calificar las muestras dándole a cada característica, el puntaje que considere adecuado y de acuerdo al máximo indicado (Zamora, 2007).

Evaluación de la textura

La textura se evaluar eminentemente en la boca, teniendo en cuenta la sensación en la primera mordida y en las sucesivas hasta la deglución, determinando los aspectos siguientes:

- **Propiedades mecánicas:** Se evaluarán los atributos primarios y secundarios. Entre los primarios están: la dureza, cohesividad, la disgregación de las partículas al masticar, la viscosidad etc., según el producto. Para evaluar la dureza el evaluador determinar la fuerza necesaria para comprimir con los molares el producto. Si éste es semisólido se medir la fuerza necesaria para comprimirlo con la lengua

y el paladar. Como atributos secundarios se pueden citar entre otros: gomoso, quebradizo, correoso.

- **Propiedades geométricas:** Se consideraron los atributos relacionados con el tamaño y forma de las partículas, como arenoso, granuloso y un segundo grupo de atributos relacionado con la forma y orientación de las partículas, como fibroso.
- **Otras características:** Se centrar la atención en el contenido de humedad y grasa, definiendo jugosidad, sequedad, aceitosidad o grasosidad, según el producto en estudio.

2.12 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los criterios microbiológicos para la gran diversidad de alimentos definen la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basada en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, incluidos parásitos, y/o en la cantidad de sus toxinas por unidad o unidades de masa, volumen, superficie o lote (ASEMAC, 2008).

Una de las principales fuentes de enfermedades de origen alimentario procede de los riesgos microbiológicos derivados de los productos alimenticios, por ello, la aplicación de criterios microbiológicos legislados a los alimentos contribuye a preservar la salud de los consumidores.

Los criterios microbiológicos suponen una pauta orientativa para la aceptabilidad de los productos alimenticios y sus procesos de fabricación, manipulación y distribución (ASEMAC, 2008).

La norma reglamentaria fija criterios microbiológicos que definen la aceptabilidad de los procesos para la seguridad y calidad de los alimentos, y establece un límite por encima del cual un producto alimenticio ha de

considerarse contaminado de forma inaceptable por los microorganismos para los que se han fijado dichos criterios (ASEMAC, 2008).

Los criterios microbiológicos están conformados por:

- El grupo de alimento al que se aplica el criterio.
- Los agentes microbianos a controlar en los distintos grupos de alimentos.
- El plan de muestreo que ha de aplicarse al lote o lotes de alimentos.
- Los límites microbiológicos establecidos para los grupos de los alimentos.

De cumplirse todos los criterios microbiológicos, el alimento será considerado microbiológicamente apto para el consumo humano (MINSA y DIGESA, 2007).

2.12.1 Métodos de análisis microbiológicos

Deberán aplicarse solamente métodos cuya fiabilidad (precisión, reproducibilidad, variación entre laboratorios y dentro de ellos) se haya establecido estadísticamente en base a estudios comparativos o realizados en colaboración entre varios laboratorios. Además, deberá darse preferencia a los métodos que se hayan validado para el producto en cuestión, preferentemente con relación a los métodos de referencia elaborados por organismos internacionales (ASEMAC, 2008).

En los métodos de Siembra de Superficie en Placa y Siembra por Vertido en Placa, las suspensiones de células microbianas se diluyen antes de su siembra en placa. Se siguen estas técnicas cuando la muestra contiene tantos microorganismos, que la dilución no se puede realizar en una sola etapa (Romero, 2001). A continuación, se puede proceder de dos maneras diferentes:

➤ **Siembra de superficie en placa.**

Este tipo de siembra se caracteriza porque durante la incubación las colonias crecen en la superficie del agar. Se utilizan placas previamente preparadas que contienen el medio de cultivo solidificado. Se deposita en la superficie del agar la dilución.

Luego de realizada la descarga de la muestra, se procede a extenderla sobre toda la superficie de las placas, usando un asa de estéril. Pasado el tiempo de incubación las colonias habrán crecido sobre la superficie del agar encontrándose listas para realizar el recuento microbiano (Romero, 2001).

➤ **Siembra por vertido en placa**

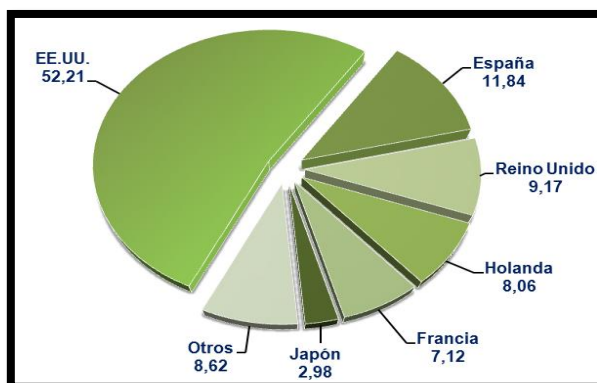
El método de vertido en placa, las muestras diluidas se mezcla con Agar fundido y se vierten en placa. Algunas colonias quedaran embebidas en el agar y otras crecerán en la superficie. Las colonias superficiales se extenderán y serán más grandes. Pasado el tiempo de incubación las colonias habrán crecido sobre la superficie del agar encontrándose listas para realizar el recuento microbiano (Romero, 2001)

2.13 EXPORTACIÓN DE ESPARRAGO BLANCO FRESCO

El Perú es el segundo exportador mundial de espárragos frescos con 33% del volumen total exportado en el 2016, superado por México con 37%, según Trademap. Hasta el 2015 el Perú era el mayor exportador de espárrago fresco en el mundo; sin embargo, un aumento significativo en la producción mexicana en el 2016 los posicionó en el primer lugar.

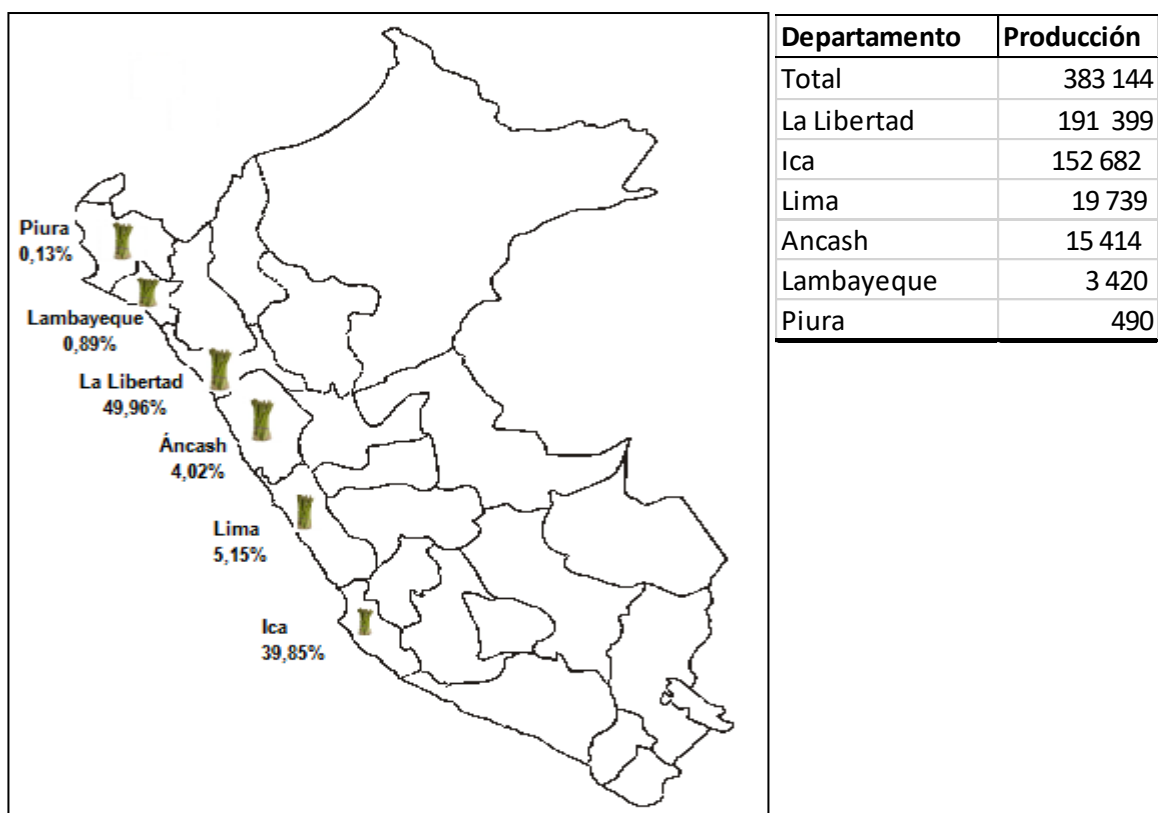
El Perú fue el principal exportador de espárragos frescos a Estados Unidos hasta el 2010. Actualmente, México lidera estos envíos a Estados Unidos con 59% del volumen importado, seguido por Perú con 40% del total. Las exportaciones de espárragos frescos alcanzaron US\$ 166 millones entre enero y julio del 2017, cayendo 6% respecto al mismo periodo del 2016. Esto contrasta con un incremento de 1% obtenido en el año completo 2016 con exportaciones de espárragos frescos por US\$ 420 millones. La caída de las exportaciones de espárrago fresco durante el periodo enero a julio del 2017 se explica básicamente por una caída del volumen exportado de 15% a 43,577 toneladas métricas TM. Así, la caída del volumen exportado se acentuó respecto al 2016 cuando descendió en 5% a 123,292 TM. El menor volumen exportado está alineado con el estancamiento de la producción local de espárragos ocasionado por la antigüedad de los cultivos y exacerbado por el FEN del 2017. El precio promedio de exportación del espárrago fresco se ha incrementado tanto en el 2016 como durante los primeros siete meses del 2017. Si bien el incremento compensó la caída del volumen exportado en el 2016, no resulta suficiente para contrarrestar los menores volúmenes del 2017. Es probable que durante los últimos meses del año la tendencia de mejores precios se mantenga debido a la menor oferta peruana. Estados Unidos de América es el principal país de destino de nuestras exportaciones de espárrago. En el 2013, el principal mercado de destino del espárrago peruano fue Estados Unidos de América (52,2%), seguido de España con 11,8% y Reino Unido con 9,2% del total exportado. En el periodo enero-julio de 2014, Estados Unidos de América se mantuvo como el principal comprador de este producto con el 41,8% del total exportado. (AgrodataPeru, 2011)

Figura 2. Volumen de exportación de espárrago por país de destino, 2013



Fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Figura 3. Producción de espárrago según departamento, 2013 (tn métricas)



Fuente: (AgrodataPeru, 2017)

III. MÉTODOS Y MATERIALES.

3.1 MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.1.1 MATERIA PRIMA

Para la elaboración del proyecto de investigación se utilizó. Espárrago blanco fresco UC – 157 F1

ESPARRAGO BLANCO

Para la elaboración de este proyecto se utilizó espárrago blanco fresco de lote L0120918F, este producto fue adquirido de la empresa AGUALIMA SAC. Del distrito de Virú.

Características físicas del espárrago blanco fresco

Para llevar a cabo la evaluación se trabajó haciendo ocho repeticiones por cada tratamiento con la finalidad de determinar un valor promedio de cada parámetro de calidad, en la siguiente tabla se presenta las características físicas que se han tomado en consideración.

Tabla 3. Características físicas del Espárrago blanco fresco

N° Muestra	Diámetro (mm)	Calidad	Peso (gr)
Todas	16 - 20	Extra	300

Figura 4. Espárrago blanco fresco



3.1.2 INSUMOS

Acido per acético (70 ppm, 80ppm y 90ppm)

Figura 5. Ácido per acético



3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 MATERIALES REACTIVOS

- Agua tratada
- Etanol 96 %

3.2.2 MATERIALES DE VIDRIO Y OTROS

- Bolsas xtend Agualima
- Caja cartón plástico

3.2.3 EQUIPOS

- Balanza analítica
- Selladora de bolsas
- Termómetro manual
- Cámaras de refrigeración
- Hidrocooler
- Otros materiales

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 METODOLOGÍA PARA EL TRATAMIENTO DE HIDROENFRIADO.

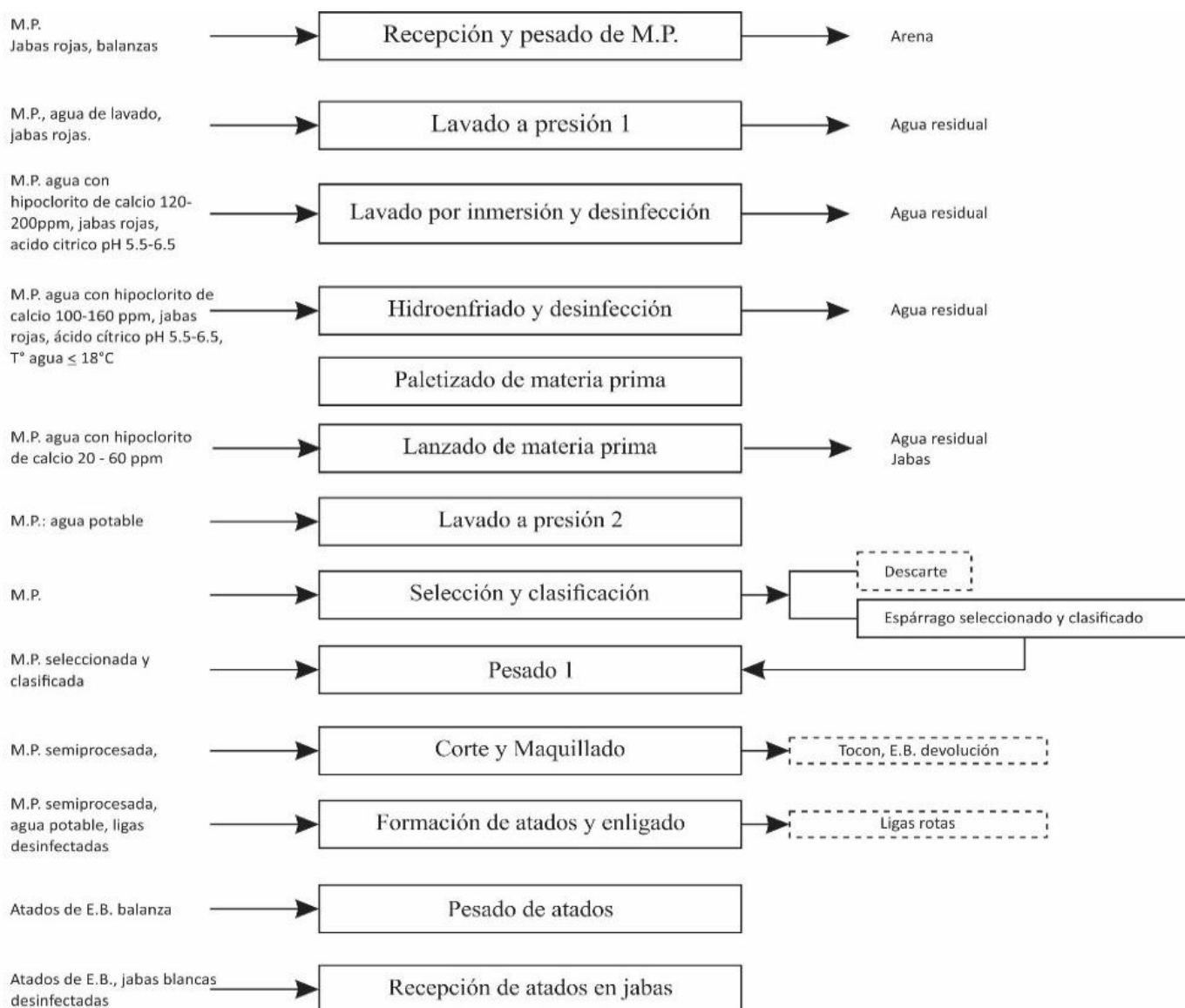
Se realizarán tres concentraciones con tres tiempos diferentes de Hidroenfriado de un solo calibre (XLARGE) para determinar la conservación del esparrago (*Asparragus Oficinales L*) blanco fresco, las cuales serán evaluados microbiológicamente y fisicoquímico, la evaluación se realizara cada 5 días.

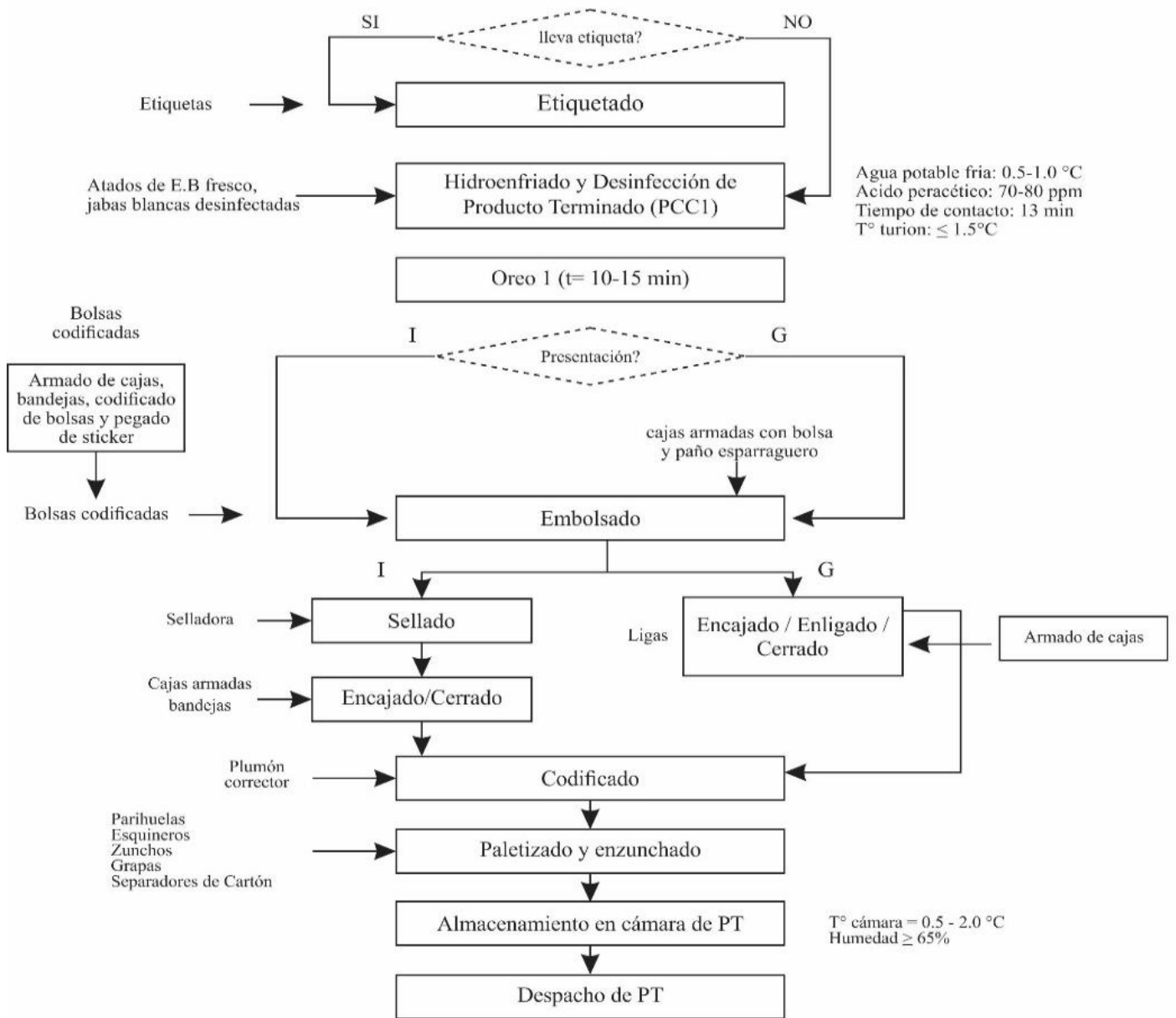
Tabla 4. Composición de la formulación de concentraciones de ácido per acético y tiempo de hidrofriado

	FORMULACIONES (%)		
	F1	F2	F3
Concentración de ácido per acético	cc: 70 ppm	cc: 80 ppm	cc: 90 ppm
Tiempo 1	t 1 =10 min	t 1 =10 min	t 1 =10 min
Tiempo 2	t 2 =15min	t 2 =15min	t 2 =15min
Tiempo 3	t3 =20min	t3 =20min	t3 =20min

La evaluación microbiológica constará de un análisis de la cantidad de microorganismos por superficie y apariencia del producto terminado, también se realizará análisis físicoquímicos (color instrumental, textura instrumental, humedad) y análisis microbiano para determinar el grado de aceptación que puede tener el producto en los EE.UU.

3.3.2 DIAGRAMA DE FLUJO: PROCESO DE ESPARRAGO BLANCO FRESCO DESINFECTADO, ENFRIADO Y REFRIGERADO





Fuente: Empresa Agroindustrial Agualima S.A.C (2016)

3.3.3 DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE ESPARRAGO BLANCO FRESCO.

- **Recepción y pesado de materia prima**

El esparrago es trasladado desde los campos propios de la empresa donde se recepciona y se pesa, verificando en cada llegada de los camiones el peso, los tickets donde indican turno, hora de cosecha, cantidad de jabas. Así mismo se verifica que la materia prima cumpla con las especificaciones de calidad establecidas, para ello se realiza un muestreo y se registran los datos en el formato de materia prima.

El tiempo máximo de traslado de la materia prima de campo a planta debe ser 1.5horas.

Figura 6. Recepción y pesado de materia prima.



Fuente: (Agualima S.A.C, 2018)

- **Lavado a presión 1:**

La materia prima es desarenada manualmente con agua a chorro de la manguera, la finalidad es retirar la arena gruesa de los turiones.

- **Lavado por inmersión y desinfección:**

Las jabas de materia prima son transportadas a la tina de lavado, la cual tiene por finalidad retirar el residual de arena y desinfectar la materia prima, la desinfección se realiza a una concentración de 120-200 ppm CLR por un tiempo de 1-3 minutos, el cambio de agua de la tina se realiza dos veces por día.

El lavado se realiza a temperatura ambiente, se acidifica el medio de 5.5 a 6.5 con ácido cítrico.

Figura 7. Lavado por inmersión y desinfección.



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- **Hidroenfriado y desinfección.**

Posteriormente las jabas ingresan al hidrocooler de materia prima que contiene agua clorada; a una concentración de 100 a 160 ppm de CLR, y T° del agua $\leq 18^{\circ}\text{C}$ por un tiempo aproximado de 1-3 minutos para el ingreso a la sala de proceso que se encuentra a una temperatura aproximada de 14 – 19°C. El fin de retardar el metabolismo biológico del esparrago. Se acidifica el medio de 5.5 a 6.5 con ácido cítrico.

- **Paletizado de materia prima**

Las jabas con materia prima son recibidas por el personal para luego ser apiladas sobre parihuelas.

Figura 8. Paletizado de materia prima.



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- **Lanzado de materia prima.**

La materia prima apilada en la parihuela es transportada al área del lanzado, en donde las jabas son sumergidas en una tina con agua clorada a una concentración de 20 – 60 ppm de CLR.

Figura 9. Lanzado de materia prima.



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- **Lavado a presión 2**

En esta etapa los turiones son lanzados a la faja de selección son lavados mediante aspersores a presión.

- **Selección y clasificación.**

Los turiones son clasificados de acuerdo a calibres, color de punta y tipo los cuales son colocados en caja de corte. Los turiones que no cumplen con las especificaciones de proceso (picados, puntas rotas, deformes) son descartados.

Figura 10. Selección y clasificación.



Fuente: (Agualima S.A.C, 2018)

- **Pesado 1**

Etapa en la cual, el producto seleccionado y clasificado es pesado antes de ser distribuido al área de maquillado.

- **Corte y Maquillado.**

En esta etapa los turiones seleccionados y clasificados se colocan en la tabla para ser cortados de acuerdo a la especificación del cliente, luego son limpiados y lavados para eliminar los restos de óxido, arena y cualquier tipo de defecto. La operación de maquillado se realiza con la parte no filosa del utensilio utilizado.

Figura 11. Corte y maquillado



Fuente: (Agualima S.A.C, 2018)

- **Formación de atado y enligado.**

Etapa mixta que consiste en agrupar turiones para luego ser enligados de acuerdo solicitado por el cliente. Las ligas son desinfectadas previamente en unos tanques con agua clorada, también cabe recalcar que las ligas tienen certificaciones de acuerdo al país destino.

Figura 12. Formación de atado y enligado.



Fuente: (Agualima S.A.C, 2018)

- **Pesado de atados.**

Esta etapa consiste en pesar los atados de acuerdo al peso indicado por el cliente.

Figura 13. Pesado de atados



Fuente: (Agualima S.A.C, 2018)

- **Recepción de atados en jabas.**

Operación que consiste en colocar de forma vertical y con las puntas hacia arriba los atados sobre jabas blancas de acuerdo al calibre trabajado.

Figura 14. Recepción de atados en jabas.



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- **Hidrogenfriado y desinfección de producto terminado (PPC)**

Operación que consiste en colocar con los atados en el hidrocóoler de producto terminado para desinfectar el producto y reducir la temperatura mediante una inmersión en agua con ácido peracético (70-80 ppm), a temperatura entre 0.5 – 1.5 °C por un tiempo de contacto mínimo de 13 minutos.

Figura 15. Hidrogenfriado y desinfección de producto terminado (PPC)



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

3.3.4 DETERMINACIÓN DE PPM MEDIANTE EL MÉTODO DE TITULACIÓN EN LA DESINFECCIÓN CON ÁCIDO PERACÉTICO.

Equipos y Materiales.

- Kit de prueba para perácido / peróxido (311): Ácido fosfórico # 07, Ioduro de Potasio # 018, Almidón # 038 y Tiosulfato de Sodio al 1.8%
- Jarra para toma de muestra
- Vaso de precipitación para medición
- Pipeta de plástico

Procedimientos:

- se toma una muestra de 10 ml de solución preparada.

Figura 16. Toma de muestra.



Fuente: (Agualima S.A.C, 2018)

- Después usaremos el kit de prueba para perácido / peróxido (311). Añadir (10) gotas de Ácido fosfórico # 071 y mezclar.

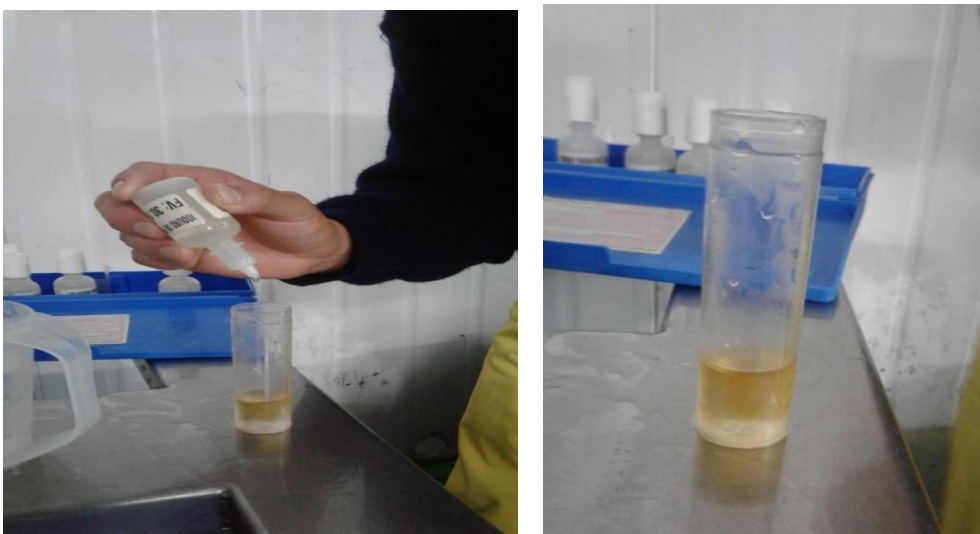
Figura 17. Adición de Ácido Fosfórico



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- Añadir 5 gotas de Ioduro de Potasio # 018, mezcla

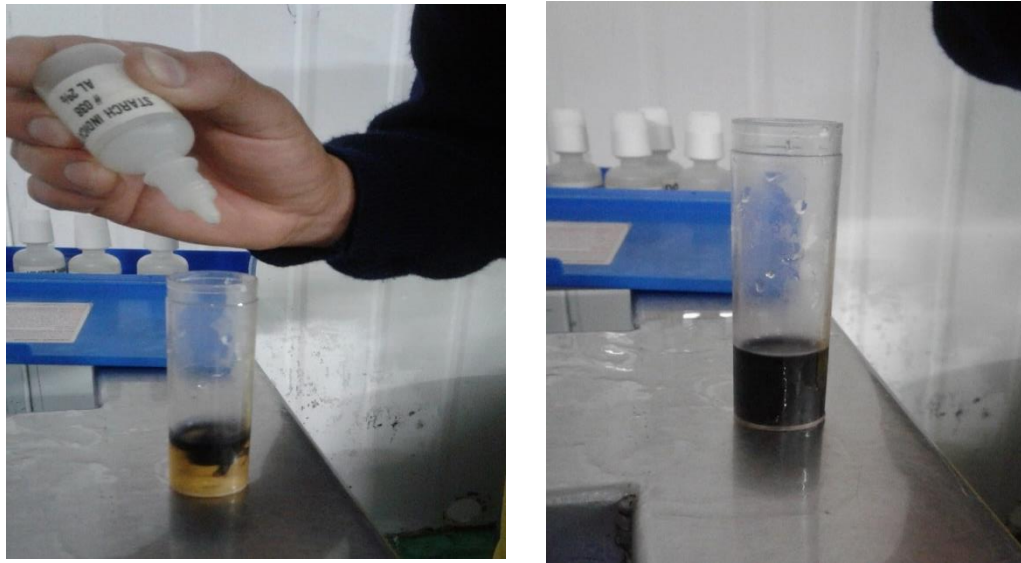
Figura 18. Adición de Ioduro de Potasio



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- Añadir 5 gotas de indicador Almidón # 038, mezclar.

Figura 19. Adición de Almidón



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- Por último añadir Tiosulfato de Sodio al 1.8%, una gota a la vez, contar y mezclar entre cada gota, hasta que cambie de color azulnegro a incoloro. El número de gotas multiplicado por 20 son los ppm que contiene el agua.

Figura 20. Adición de Tiosulfato de Sodio al 1.8%



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- Los datos obtenidos de los ppm de cloro residual serán registrados por el responsable de sanidad en el formato FO-PR-SC-01 CONTROL DE DESINFECCION.

Figura 21. Formato y desinfección

Insumo Químico	Materia	Capacidad (Lts)	Concentración (PPm)		Cantidad a Adicionar (ml/capacidad)		Adición de desinfectante ml/ppm	Acido Citrico 99.5% (solucion madre 4kg de Acido citrico /8 Lts de H2O)		PH	
			Minima	Maxima	Minima	Maxima		ml	Minima	Maxima	Minima
Hipoclorito de calcio 70% (solución madre 8kg de Ca(ClO)2/30 Lt H2O)	Tina de lavado de materia prima	2690	120	200	1735	2892	14.5	868	1446	5.5	6.5
	Hidrocooler de materia prima	2790	100	160	1500	2400	15	750	1200	5.5	6.5
	Tanque Azul	434	20	60	47	140	2.3				
	Tina de desinfeccion de esparragos	8	40	60	2	3	0.04				
	Tanque de ligas	30	40	60	6	10	0.2				
	Mallas de coches	30	40	60	2	10	0.2				
	Tanque de desinfeccion de marroquines	60	100	160	12	52	0.3				
	Pediluvio de ingreso	372	140	200	361	400	2				
	Tina de desinfeccion de guantes	8	40	60	2	3	0.04				
	Bines de lavado de jabas	480	140	200	361	516	2.6				
	Tanque para contenedor	44	80	100	19	24	0.2				
	Cuchillo, tablas, cajones	8	40	60	2	3	0.04				
	Agua de linea de envase		0.5	1.5							
	Agua de marmita		0.5	1.5							
Agua para lavado de frascos		0.5	1.5								
Agua para enfriamiento		0.5	2								
Agua de red		0.5	3								
Agua para laboratorio		0.5	1.5								
Ácido peracético 15%	Hidrocooler de producto terminado (TSUNAMI)	3900	70	80	1820	2080	26				

Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- **Oreo**

Esta operación consiste en dejar reposar por un tiempo de 10-15 minutos los atados que han sido hidrogenfriados en el hidrocooler de producto terminado. La finalidad es escurrir la mayor cantidad de agua.

Figura 22. Oreo



Fuente: (Agualima S.A.C, 2018)

- **Embolsado.**

Etapa que consiste en colocar el atado o conjunto de atados dentro de una bolsa.

Figura 23. Embolsado.



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- **Sellado.**

Operación que consiste en sellar herméticamente las bolsas individuales que contiene un atado de espárrago utilizando la maquina selladora.

Figura 24. Sellado.



Fuente: (Agualima S.A.C, 2018)

- **Encajado y cerrado.**

Operación que consiste en colocar los atados individuales dentro de la caja catón plast y luego cerrar la caja

Figura 25. Encajado y cerrado.



Fuente: (Aqualima S.A.C, 2018)

- **Codificado.**

Después del sellado las bolsas son colocadas en cajas de cartón plast que permiten una adecuada ventilación del producto. Las cajas son marcadas con el juliano de la fecha de producción

- **Paletizado y Enzunchado.**

Consiste en apilar las cajas con producto terminado sobre una parihuela de madera tratada y certificada bajo la norma NTP 14, se colocan esquineros y zunchos sujetos con las grapas para formar un cubo con las dimensiones específicas para su fácil transporte. A cada paleta se le coloca un kardex de identificación del producto según la cantidad y calidad.

Figura 26. Paletizado y Enzunchado



Fuente: (Agualima S.A.C, 2018)

- **Almacenamiento en cámara de producto terminado.**

Las paletas con sus respectivos kardex son almacenadas hasta el momento de su despacho bajo las condiciones de temperatura de 0.5- 2 °C y humedad relativa $\geq 65\%$.

Figura 27. Almacenamiento en cámaras de PT



Fuente: (Aguajima S.A.C, 2018)

- **Despacho de PT.**

Etapa final del proceso que consiste en clocar las paletas dentro del contenedor limpio y desinfectado el cual se encuentra a 0.5°C. Se colocan los precintos de seguridad y se traslada hacia el lugar de embarque, manteniendo en todo momento la cadena de frio, hasta el lugar destino.

IV. MÉTODOS DE ANÁLISIS.

4.1. ANÁLISIS FÍSICOS.

A. Pérdida de peso (deshidratación)

Se realizó la pérdida de peso por deshidratación del espárrago blanco almacenado a 2°C y HR = 85% por diferencia de pesos. Se tomó un peso al inicio y al final de cada muestra tratada. Para ello se utilizó una balanza electrónica.



B. Proteína

Se realizó en el laboratorio de COLEBIC, el método UNE-EN ISO 5983 (2006).

C. Grasa.

Se realizó en los laboratorios COLECBI S.A.C. según el método UNE-64021 1970, método Soxhlet

D. Fibra.

Se realizó en los laboratorios COLECBI S.A.C. según el método NMX-F-090-1978.

E. Apariencia física.

Se evaluaron las características de calidad. Yemas blandas, bases deshidratadas, turiones rotos, presencia de hongos, turiones rajados, presencia de color, olor del esparrago. La evaluación se realizó con 15 panelistas entrenados (Ing. De Aseguramiento de Calidad), la evaluación se realizó cada 7 días durante 56 días. Escala hedónica con un rango de 1 a 7

Figura 28. Bases deshidratadas



Figura 29. Turiones rotos



Figura 30. Turiones rajados



Figura 31. Presencia de color.



F. Textura.

La determinación de la textura instrumental se realizó a todas las muestras de espárrago. Para este análisis se utilizó el texturómetro marca BROOKFIELD siguiendo el método AOAC 74-10A (2000).

Figura 32. Análisis de textura



a. ANÁLISIS Y CONTROLES EN EL PROCESO

- Determinación del tiempo de inmersión.
- Determinación del peso del esparrago
- Determinación de temperatura de Hidroenfriado.
- Determinación de concentración de ácido per acético

b. ANÁLISIS DEL PRODUCTO TERMINADO

A. Análisis microbiológicos. Se determinará en los laboratorios COLECBI S.A.C. en un medio agar Píate Count (PCA).

B. Vida útil. La determinación de la vida útil se realizará con el esparrago control y el seleccionado como mejor producto terminado, bajo controles organolépticos y microbiológicos a razón del tiempo, durante 45 días (Wittig et al., 2003). Este estudio busca el equilibrio entre la caducidad microbiológica y los aspectos organolépticos del producto, con la finalidad de procesar un esparrago fresco de calidad, apto en seguridad alimentaria y capaz de mantener las características de calidad aceptables.

Modelo Matemático:

El modelo matemático usado para la determinación de la vida útil es el método desarrollado por Gacula y Singh (1984). El cual se detalla a continuación:

Realizar las sumatorias de X e Y de datos experimentales

$$\sum x = X_1 + X_2 + X_3 \dots\dots\dots(1)$$

$$\sum Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 \dots\dots\dots(2)$$

Determinar los promedios

n : número de datos experimentales.

$$X = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots(3)$$

$$y = \frac{\sum Y}{n} \dots\dots\dots(4)$$

Determinar las $\sum X^2$ y $\sum Y^2$

Determinar la $\sum XY$

$$\sum (X - X_p)^2 = S_{xx}$$

Determinar

$$\sum (X - X_p)(Y - Y_p) = S_{xy}$$

$$\sum (Y - Y_p)^2 = S_{yy}$$

Determinar los datos de regresión b_0 y b_1 (coeficiente y pendiente)

$$Y = b_2X + b_0 \dots\dots\dots (5)$$

Luego ingresar los datos experimentales de Y en f(X) con la ecuación (5)

Datos Exp.	Datos Exp.	Datos Ajustados	Error Exp.
X	Y	$\bar{Y} = b_0 + b_1X$	$(Y - \bar{Y})(Y - \bar{Y})^2$
X_1	Y_1	\bar{Y}_1	$(Y_1 - \bar{Y}_1)(Y_1 - \bar{Y}_1)^2$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
X_n	Y_n	\bar{Y}_n	$(Y_n - \bar{Y}_n)(Y_n - \bar{Y}_n)^2$

$$Sse = \sum (Y - \bar{Y})^2 \dots\dots\dots (6)$$

Determinar el cuadrado medio del error (MSe)

$$MSe^2 = \frac{1}{(n - 2)} Sse = Se^2$$

$$MSe = S = \sqrt{\frac{1}{(n - 2)} Sse}$$

Luego para determinar la vida útil

$$\bar{X} = \frac{(Y - b_0)}{b_1}$$

Para hallar los intervalos de confianza para una regresión lineal del estimado b_0 y b_1 . Los intervalos de líneas rectas han sido considerados por Acten (1957) Folks y Antle (1967), Dunn (1968) y otros. Para obtener (i-a) 100% nivel de confianza de intervalos lineales Graybill y Bowden sugieren lo siguiente:

$$b_0 + b_1x \pm Sda \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{|X - \bar{X}|}{\sqrt{Sxx}} \right]$$

Donde α se encuentra en la Tabla

n-2	α	
	.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

Fuente : Bowden y Graybill ,1966

Luego se realiza la gráfica \hat{Y} vs Tiempo, LCI vs Tiempo y LCS vs Tiempo y estas rectas se interceptan con el Límite de aceptabilidad, donde la intercepción de \hat{Y} vs Tiempo y Límite de aceptabilidad se proyecta hacia el eje del tiempo para determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.

V. RESULTADO Y DISCUSION

5.1 Características microbiológicas.

Se realizaron las pruebas microbiológicas a los ensayos durante un lapso de 56 días cada 7 días durante su almacenamiento. Donde se pudo constatar que los espárragos frente al deterioro microbiológico se mantuvieron estable, durante un tiempo determinado.

Sin embargo cabe indicar que se realizaron recuento de mohos y levaduras en los turiones de espárragos previamente tratados a diferentes concentraciones de ácido per acético y tiempos de Hidroenfriado, el tratamiento que más fue afectado fue al que se lo sometió a una concentración de ácido per acético de 70 ppm y un tiempo de inmersión de 10 minutos, durante la evaluación de vida útil.

En los resultados obtenidos que puede observar que el crecimiento de bacterias microbianas están dentro del límite permisible por la norma técnica peruana (DIGESA Y MINSA, 1998).

Sin embargo se realizó una comparación con los datos microbiológicos obtenidos en la ficha técnico de la empresa “AGUALIMA SAC” productora y exportadora de esparrago blanco fresco, ubicada en el distrito de VIRU, quienes reportan presencia de algunos microorganismos en baja cantidad para un tiempo de vida útil máxima de 55 -60 días, podemos dar fe de que los resultados coinciden y mejoran la calidad de comercialización de dicho producto.

Tabla 5. Análisis microbiológico de esparrago

Muestras	[] Ácido per Acético	Tiempo de inmersión	Días de Almacenamiento								
			Agente microbiano	7	14	21	28	35	42	49	56
1	70	10	Aerobios mesofilos	-	-	-	-	-	<100	<100	<100
			Salmonella sp	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Listeria monocytogenes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Escherichia coli	-	-	-	-	-	-	<10	<10
2	70	15	Aerobios mesofilos	-	-	-	-	-	-	-	<100
			Salmonella sp	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Listeria monocytogenes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Escherichia coli	-	-	-	-	-	-	-	<10
3	70	20	Aerobios mesofilos	-	-	-	-	-	-	-	<100
			Salmonella sp	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Listeria monocytogenes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Escherichia coli	-	-	-	-	-	-	-	-
4	80	10	Aerobios mesofilos	-	-	-	-	-	-	-	-
			Salmonella sp	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Listeria monocytogenes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Escherichia coli	-	-	-	-	-	-	-	-
5	80	15	Aerobios mesofilos	-	-	-	-	-	-	-	-
			Salmonella sp	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Listeria monocytogenes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Escherichia coli	-	-	-	-	-	-	-	-
6	80	20	Aerobios mesofilos	-	-	-	-	-	-	-	-
			Salmonella sp	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Listeria monocytogenes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Escherichia coli	-	-	-	-	-	-	-	-
7	90	10	Aerobios mesofilos	-	-	-	-	-	-	-	-
			Salmonella sp	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Listeria monocytogenes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Escherichia coli	-	-	-	-	-	-	-	-
8	90	15	Aerobios mesofilos	-	-	-	-	-	-	-	-
			Salmonella sp	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Listeria monocytogenes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Escherichia coli	-	-	-	-	-	-	-	-
9	90	20	Aerobios mesofilos	-	-	-	-	-	-	-	-
			Salmonella sp	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Listeria monocytogenes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Escherichia coli	-	-	-	-	-	-	-	-

Después de haber obtenido los resultados microbiológicos del espárrago podemos decir que dichos valores se encuentran dentro de los rangos establecidos por los organismos competentes tales como. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA, 2006) .sin embargo después de 56 días de almacenamiento del producto, bajo condiciones de almacenamiento ya preestablecidas, se logró verificar contaminación por los microorganismos, dentro del límite que la normativa lo exige.

Podemos notar que el crecimiento microbiológico está por debajo de los 100 ufc/g, sin embargo no deberían existir bacterias microbiológicas luego del tratamiento a los que ha sido sometido los espárragos ya que el ácido per acético reducen considerablemente la actividad de los microorganismos, ya que el ácido per acético tiene un mecanismo de oxidación que consiste en la transferencia de electrones de la forma oxidativa del ácido a los microorganismos, provocando así su inactivación o incluso su muerte. Es activo frente a bacterias, hongos, levaduras, endosporas y virus. A concentraciones inferiores a 100 ppm inhibe y mata a bacterias Gram positivas, Gram negativas, micobacterias, hongos y levaduras en 5 minutos o menos. Algunos virus son inactivados por 12-30 ppm en 5 minutos, mientras que otros requieren 2000 ppm (0.2%) durante 10-30 minutos.

La Concentración Mínima Esporicida (CME) del ácido peracético es de 168-336 ppm (son necesarias 1-2 horas de contacto). Es más activo sobre las esporas cuando se combina con peróxido de hidrógeno. Se ha demostrado que la combinación de 21 ppm de ácido peracético (que ya contiene aproximadamente un 5% de peróxido de hidrógeno en su composición) y 2813 ppm de peróxido de hidrógeno elimina todos los microorganismos de fibras porosas tras 2-3 horas de contacto. (Argerich González, 2010)

5.2 Características Fisicoquímicas.

5.2.1. Apariencia física del Espárrago.

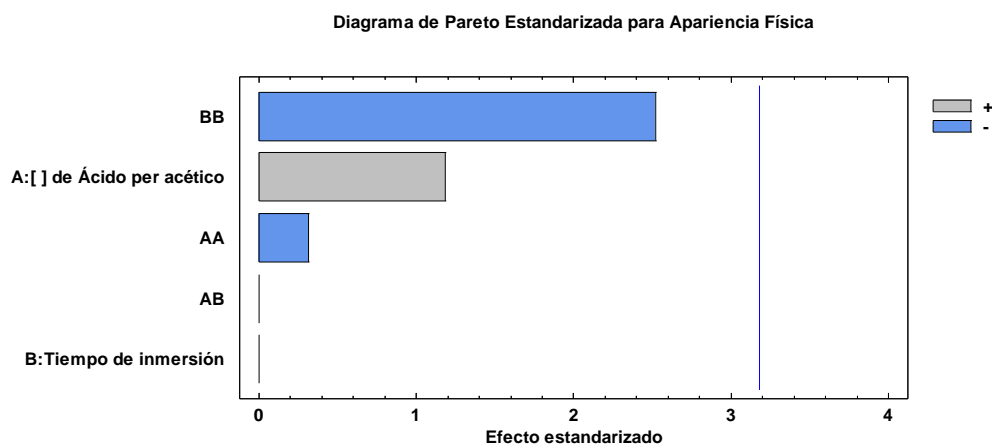
Para determinar la vida útil del espárrago se trabajó con la evaluación de la apariencia física del espárrago, lo cual se evaluó en base a la escala hedónica con valores que van desde el 7 (me agrada mucho) a 1 (me desagrada mucho) a través del juicio de 15 jueces calificados durante un periodo de 56 días. Donde el límite de aceptabilidad es 5 (regular), y si el producto a analizar adquiere un valor inferior a este se considera de mala calidad.

Para determinar la apariencia física del espárrago se tomaron en cuenta algunas características de calidad tales como las yemas blandas, base deshidratadas, turiones rotos, presencia de hongos, turiones rajados, presencia de color, olor de espárrago.

Cuadro 1. Puntaje de la apariencia física del Espárrago

Tiempo	PUNTAJE								
	[] 70 t=10'	[] 70 t=15'	[] 70 t=20'	[] 80 t=10'	[] 80 t=15'	[] 80 t=20'	[] 90 t=10'	[] 90 t=15'	[] 90 t=20'
0	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
14	6.8	6.9	6.8	6.8	7	6.8	6.8	7	6.8
21	6.5	6.3	6.5	6.5	6.4	6.5	6.5	7	6.5
28	5.9	6.1	5.9	5.9	6.2	5.9	5.9	6.7	5.9
35	5.7	5.6	5.7	5.7	6.1	5.7	5.7	6.4	5.7
42	5.8	5.4	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.3	5.8
49	4.9	5.3	4.9	4.9	5.5	4.9	4.9	5.1	4.9
56	4.5	4.6	4.5	4.5	4.9	4.5	4.5	5	4.5
Promedio	6.01	6.02	6.01	6.01	6.21	6.01	6.01	6.28	6.01

Figura 33. Diagrama de Pareto estandarizada para apariencia física del espárrago.



Para evaluar la apariencia física del espárrago blanco fresco se analizó el diagrama de Pareto, tal y como se muestra en la Figura 34 con sus valores estandarizados y no estandarizados respectivamente, en la cual en las ordenadas está el efecto y en las abscisas mediante una barra de valor absoluto de cada efecto la cual están ordenadas de mayor a menor.

En la Figura 34. También se puede observar que la concentración del ácido per acético tienen un efecto estadísticamente positivo sobre la variación de la apariencia física del espárrago blanco fresco, en este caso la interacción entre el tiempo de inmersión y la concentración de ácido per acético no sobrepasa la línea vertical, haciendo que tenga un efecto negativo con respecto a la apariencia física del espárrago.

Para analizar los resultados se usó el análisis de varianza (ANOVA). Para determinar los niveles de la apariencia física del espárrago como una

función de dos variables: concentración de ácido per acético y tiempo de inmersión, hallamos la ecuación de regresión obtenida después de dicho análisis.

5.2.2. Determinación de tiempo de vida útil.

La determinación de la vida útil se realizó bajo características fisicoquímicas dentro de las cuales están la pérdida de peso, color instrumental, textura instrumental, apariencia física del espárrago.

Cuadro 2. Análisis de varianza de la apariencia física del espárrago.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:[] de Ácido per acético	0.0112667	1	0.0112667	1.40	0.3219
B:Tiempo de inmersión	0.0	1	0.0	0.00	1.0000
AA	0.0008	1	0.0008	0.10	0.7732
AB	0.0	1	0.0	0.00	1.0000
BB	0.0512	1	0.0512	6.36	0.0860
Error total	0.0241333	3	0.00804444		
Total (corr.)	0.0874	8			

R-cuadrada = 72.3875 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 26.3666 por ciento

Error estándar del est. = 0.0896908

Error absoluto medio = 0.0444444

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.256906

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Apariencia Física en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que

0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 72.3875% de la variabilidad en Apariencia Física. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 26.3666%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.0896908. El error medio absoluto (MAE) de 0.0444444 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

Cuadro 3. Coeficiente de regresión para la apariencia física del espárrago

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	3.11667
A:[] de Ácido per acético	0.0363333
B:Tiempo de inmersión	0.192
AA	-0.0002
AB	0.0
BB	-0.0064

Con estos valores podemos obtener la ecuación de regresión lineal.

Modelo ajustado de la ecuación.

$$\text{Apariencia Física} = 3.11667 + 0.0363333 * A + 0.192 * B - 0.0002 * A^2 + 0.0 * A * B - 0.0064 * B^2$$

Para maximizar la respuesta de los aspectos físicos del esparrago blanco, el valor optimo seria 6.20667 los cuales se obtienen con la combinación de factores, 90ppm de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 15 minutos.

Figura 34. Efectos principales de la apariencia física del esparrago.

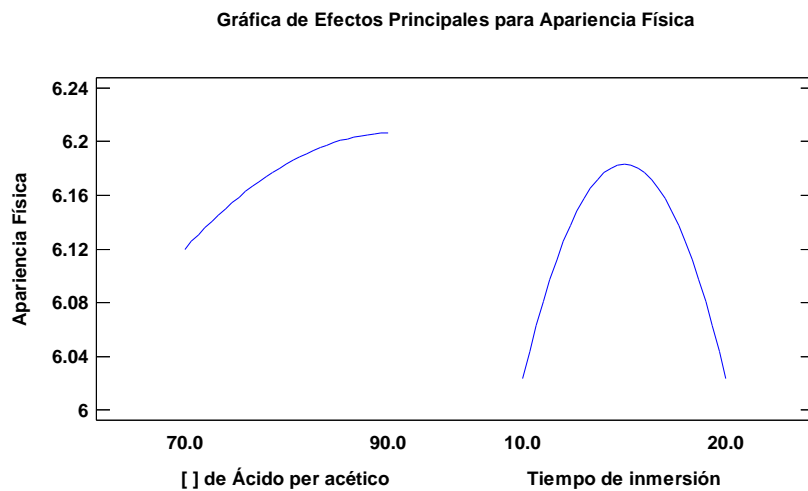
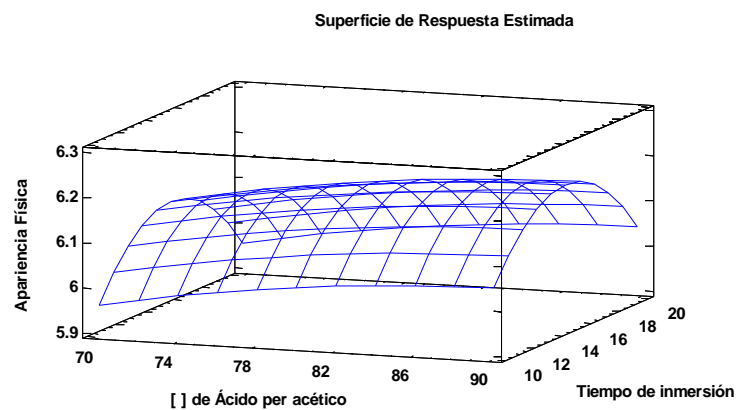


Figura 35. Grafica de superficie de repuesta de la apariencia física del esparrago.



Valor óptimo = 6.20667

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
[] de Ácido per acético	70.0	90.0	90.0
Tiempo de inmersión	10.0	20.0	15.0

En la figura 35 y 36 nos dan a conocer los gráficos de los efectos principales, la superficie de respuesta de la apariencia física del espárrago blanco fresco con respecto a las concentraciones de ácido per acético y el tiempo de inmersión en el hidrocooler, lo cual se observa que con una concentración de 90ppm de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 15 minutos, se mantendrá en una escala de 6. La efectividad que tiene el ácido per acético sobre la reducción de la carga microbiana causantes de la mala calidad del producto, logrando la putrefacción de la fruta y hortalizas haciendo que a calidad del producto disminuya. (Silveira, 2008) Ha demostrado que si sumergimos manzanas en una solución de ácido per acético de 50 y 80 ppm, pueden reducir aproximadamente 1 y 1.5 ordenes logarítmicos, respectivamente, la carga de esporas de *P. expansum* por g de fruta.

(Kyanko V & Fernandez , 2010). Nos dice que una alternativa para el control de pos cosecha es el ácido per acético ya que puedes proteger a las frutas y hortalizas de los hongos y mohos los cuales son causantes de la putrefacción, este tratamiento es muy respetuoso con el medio ambiente y contribuye con la salud del consumidor.

5.2.3. Textura instrumental.

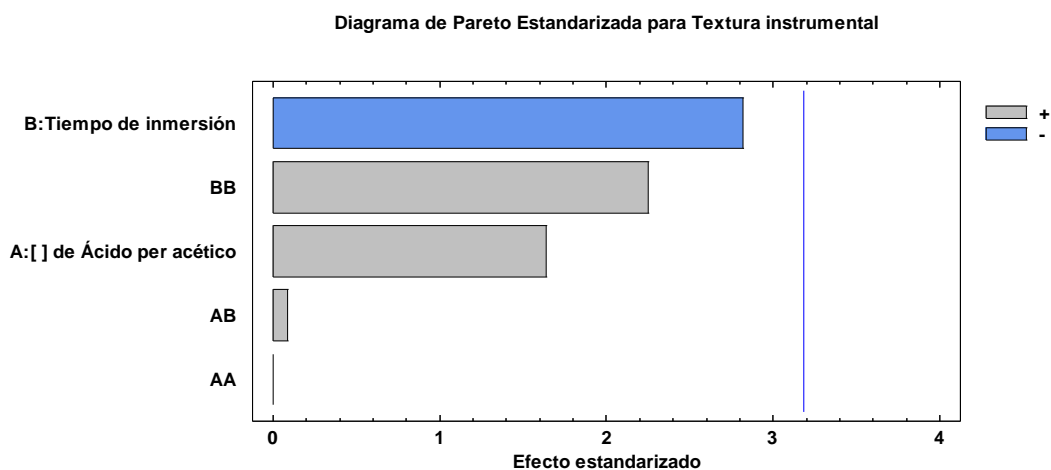
La textura es el conjunto de percepciones que nos va a permitir evaluar las características físicas de un alimento. Estos parámetros texturales pueden estar definidos como el conjunto de características físicas del producto, ligadas a los elementos estructurales del alimento, que pueden ser percibidos por el

tacto. Ya que cuando el producto es sometido a una fuerza el alimento sufre una deformación, desintegración.

Cuadro 4. Resultado de la textura instrumental del espárrago.

Numero de muestras	[] de Ácido per Acético	Tiempo de inmersión	Textura (m/J)
1	70	10	94.71
2	70	15	81.06
3	70	20	71.27
4	80	10	118.94
5	80	15	67.25
6	80	20	84.05
7	90	10	114.83
8	90	15	85.19
9	90	20	93.47

Figura 36. Diagrama de Pareto estandarizado para textura instrumental del espárrago.



Para evaluar la textura instrumental se analizó el diagrama de Pareto, tal y como se muestra en la Figura 37 con sus valores estandarizados y no estandarizados respectivamente, en la cual en las ordenas está el efecto y en las abscisas mediante una barra de valor absoluto de cada efecto la cual están ordenadas de mayor a menor.

En la Figura 37. También se puede observar que el tiempo de inmersión en el hidrocooler tienen un efecto estadísticamente positivo sobre la textura instrumental del esparrago blanco fresco, en este caso la interacción entre el tiempo de inmersión y la concentración de ácido per acético no sobre pasa la línea vertical, haciendo que tenga un efecto negativo con respecto a la textura del esparrago

Para analizar los resultados se usó el análisis de varianza (ANOVA). Para determinar los niveles de textura como una función de dos variables: concentración de ácido per acético y tiempo de inmersión, hallamos la ecuación de regresión obtenida después de dicho análisis.

Cuadro 5. Análisis de varianza de la pérdida de peso

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:[] de Ácido per acético	359.6	1	359.6	2.69	0.1993
B:Tiempo de inmersión	1058.42	1	1058.42	7.93	0.0670
AA	0.000138889	1	0.000138889	0.00	0.9993
AB	1.0816	1	1.0816	0.01	0.9339
BB	675.526	1	675.526	5.06	0.1100
Error total	400.425	3	133.475		
Total (corr.)	2495.05	8			

R-cuadrada = 83.9512 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 57.2033 porciento

Error estándar del est. = 11.5531

Error absoluto medio = 5.29309

Estadístico Durbin-Watson = 1.85956 (P=0.4521)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.0156737

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Textura instrumental en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 83.9512% de la variabilidad en Textura instrumental. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 57.2033%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 11.5531. El error medio absoluto (MAE) de 5.29309 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

Cuadro 6. Coeficiente de regresión para Textura instrumental.

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	234.158
A:[] de Ácido per acético	0.604833

B:Tiempo de inmersión	-25.5423
AA	0.0000833333
AB	0.0104
BB	0.735133

Con estos valores podemos se obtiene la ecuación de regresión lineal. Modelo ajustado de la ecuación

$$\text{Textura instrumental} = 234.158 + 0.604833*A - 25.5423*B + 0.0000833333*A^2 + 0.0104*A*B + 0.735133*B^2$$

Para maximizar la respuesta de la textura instrumental el valor óptimo sería 116.718 mJ, los cuales se obtienen con la combinación de factores, 90ppm de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 10 minutos.

Figura 37. Efectos principales la textura instrumental

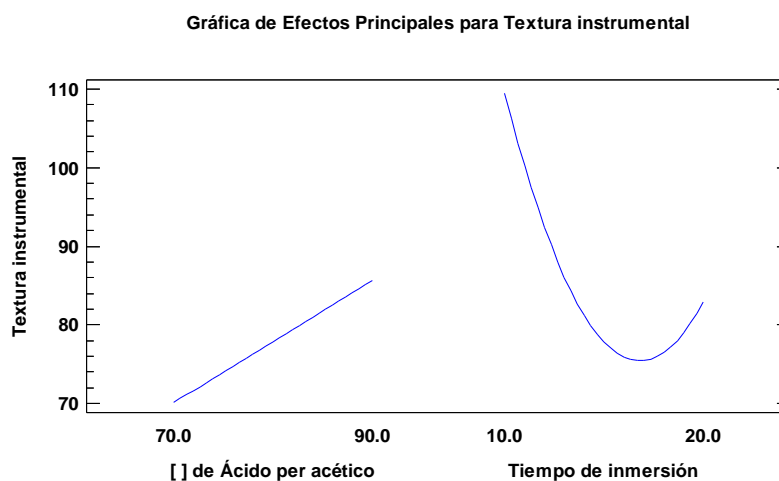
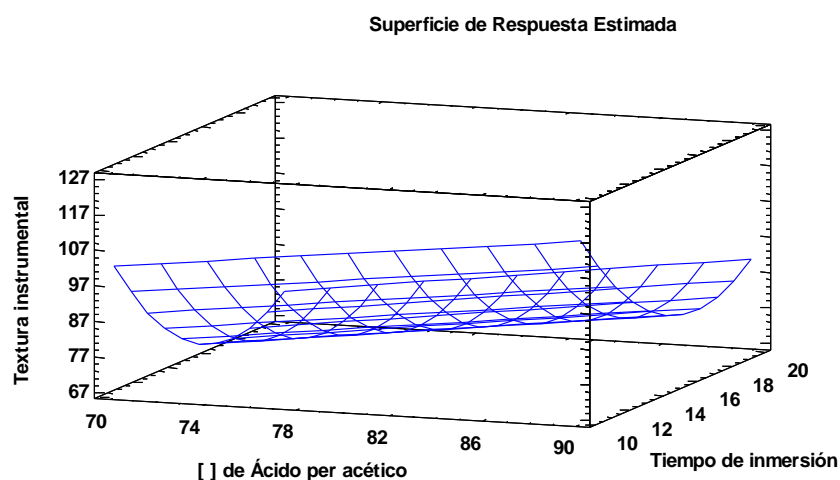


Figura 38. Grafica de superficie de respuesta para textura instrumental.



Valor óptimo = 116.718 mJ

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
[] de Ácido per acético	70.0	90.0	90.0
Tiempo de inmersión	10.0	20.0	10.0

En la figura 38 y 39 nos dan a conocer los gráficos de los efectos principales, la superficie de respuesta de la textura instrumental del esparrago blanco fresco con respecto a las concentraciones de ácido per acético y el tiempo de inmersión en el hidrocooler, lo cual se observa que con una concentración de 90ppm de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 10 minutos, se mantendrá su textura en 116.718mJ en el tiempo. La textura juega un papel muy importante en la apreciación de un alimento ya que se toma como un factor para su calidad y tomar decisiones sobre la aceptación o rechazo del producto.

La evaluación textural ha sido empleada para el mejoramiento de algunos elementos existentes, en el control de calidad y de proceso ya que algunas propiedades del alimento tales como la firmeza, dureza, etc. Ya que están relacionadas directamente con las propiedades mecánicas del alimento. Se

han realizado estudios sobre los parámetros texturales de los alimentos, los cuales están relacionados con el flujo, desintegración del producto, deformación, y las cuales pueden ser evaluados mediante el análisis de perfil de textura (TPA), a través de ello podemos evaluar la dureza, adhesividad, fractura, gomosidad y masticabilidad. (Rosenthal Btech)

(Wansink, 2007). Realizó estudios sobre las propiedades micro – estructurales de un alimento, lo cual nos indica que la textura de un alimento es un factor clave para que un producto sea saludable y eficaz. Ya que muchos consumidores preferimos comer un producto de forma saludable y sin perder el placer ni disfrute de comer.

5.2.4. Pérdida de peso del Espárrago

La pérdida de peso es la expresión del peso inicial frente a los pesos de cada muestra durante un tiempo de 56 días. La descripción cuantitativa de la variación de pérdida de peso del espárrago banco fresco fueron analizadas mediante un modelo empírico de gráficos de Pareto, efectos principales en la variable respuesta.

El ácido per acético y el tiempo de inmersión son mis dos variables independientes, la variación de pérdida de peso durante los días de almacenamiento vendría a ser mi variable respuesta

Los pesos de los turiones de Espárrago estuvieron en un rango de 269.7 g – 300 g. Durante el almacenamiento en las cámaras de refrigeración el cual estaba a una temperatura de (1.0°C -2.0°C) y con una humedad relativa de HR 85% desde el inicio hasta el final del tratamiento (56 días). Se aprecia que el

peso de los turiones empacados ha ido disminuyendo progresivamente tal como se aprecia en el cuadro 7.

Cuadro 7. Pérdida de peso en (gr) de turiones de Espárragos evaluados a diferentes dosis de ácido per acético y tiempo de inmersión en la calidad microbiológica

Muestra/ Días	0	7	14	21	28	35	42	49	56
Tratamiento 1	300	299.1	294.3	293.8	291.2	289.3	288.9	284.3	282.1
Tratamiento 2	300	293.2	291.8	289.9	286.4	284.3	281.9	279.4	275.2
Tratamiento 3	300	298.4	297.6	294.9	281.3	280.9	279.4	274.9	271.3
Tratamiento 4	300	294.9	291.8	289.4	284.3	281.3	280.2	278.6	277.4
Tratamiento 5	300	298.6	296.5	295.9	294.6	291.9	287.6	286.9	286.4
Tratamiento 6	300	299.7	298.4	297.3	286.9	286.1	285.5	284.6	279.5
Tratamiento 7	300	296.3	289.3	288.9	287.6	284.9	279.4	276.9	274.9
Tratamiento 8	300	297.8	285.4	283.2	279.5	276.9	276.5	275.9	273.5
Tratamiento 9	300	298.5	296.8	294.3	289.6	279.6	275.4	274.6	271.9

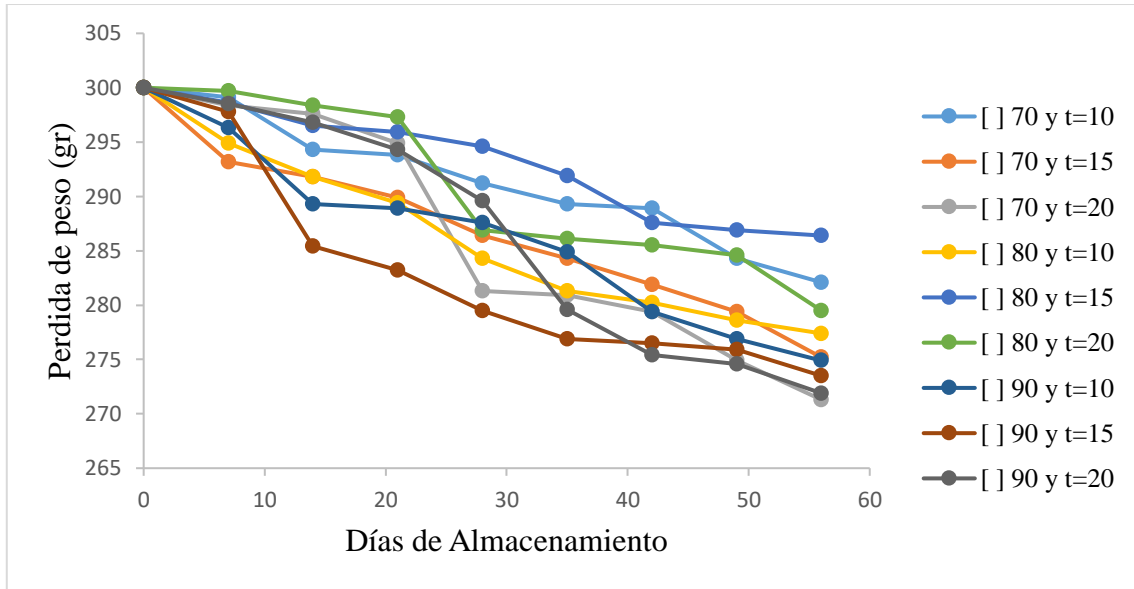
Cuadro 8. Porcentaje de pérdida de peso promedio (%) de los turiones de Espárragos que estuvieron almacenados a una temperatura de (1.0°C -2.0 °C) y una humedad relativa de 85%.

Muestra/ Días	0	7	14	21	28	35	42	49	56	Promedio
Tratamiento 1	0	0.30	1.60	0.17	0.88	0.65	0.14	1.59	0.77	0.68
Tratamiento 2	0	2.27	0.48	0.65	1.21	0.73	0.84	0.89	1.50	0.95
Tratamiento 3	0	0.53	0.27	0.91	4.61	0.14	0.53	1.61	1.31	1.10
Tratamiento 4	0	1.70	1.05	0.82	1.76	1.06	0.39	0.57	0.43	0.86
Tratamiento 5	0	0.47	0.70	0.20	0.44	0.92	1.47	0.24	0.17	0.51
Tratamiento 6	0	0.10	0.43	0.37	3.50	0.28	0.21	0.32	1.79	0.78
Tratamiento 7	0	1.23	2.36	0.14	0.45	0.94	1.93	0.89	0.72	0.96
Tratamiento 8	0	0.73	4.16	0.77	1.31	0.93	0.14	0.22	0.87	1.02
Tratamiento 9	0	0.50	0.57	0.84	1.60	3.45	1.50	0.29	0.98	1.08

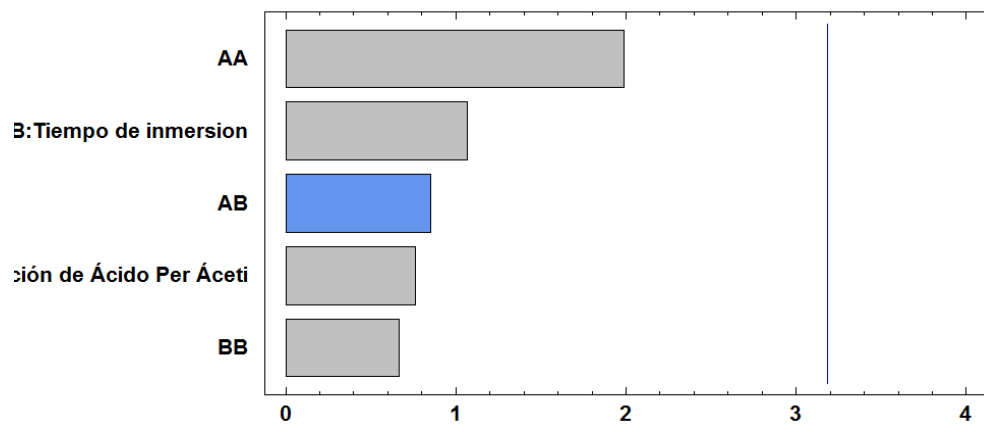
Cuadro 9. Porcentaje de pérdida de peso promedio (%)

Muestras	[] Ácido per Acético	Tiempo de inmersión	% promedio de pérdida de peso
1	70	10	0.68
2	70	15	0.95
3	70	20	1.10
4	80	10	0.86
5	80	15	0.51
6	80	20	0.78
7	90	10	0.96
8	90	15	1.02
9	90	20	1.08

Gráfico 1. Pérdida de peso en (gr) de turiones de Espárragos evaluados a diferentes dosis de ácido per acético y tiempo de inmersión en la calidad microbiológica



Cuadro 10. De Pareto para la pérdida de peso



Para evaluar la pérdida de peso se analizó el diagrama de Pareto, tal y como se muestra en el cuadro 10 con sus valores estandarizados y no estandarizados respectivamente, en la cual en las ordenas está el efecto y en las

abscisas mediante una barra de valor absoluto de cada efecto la cual están ordenadas de mayor a menor.

En el cuadro 10. También se puede observar que el tiempo de inmersión en el hidrocóoler tienen un efecto estadísticamente positivo sobre la variación de la pérdida de peso del espárrago blanco fresco, en este caso la interacción entre el tiempo de inmersión y la concentración de ácido per acético no sobre pasa la línea vertical, haciendo que tenga un efecto negativo con respecto a la pérdida de peso del espárrago.

Para analizar los resultados se usó el análisis de varianza (ANOVA). Para determinar los niveles de pérdida de peso como una función de dos variables: concentración de ácido per acético y tiempo de inmersión, hallamos la ecuación de regresión obtenida después de dicho análisis.

Cuadro 11. Análisis de varianza de la pérdida de peso

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Concentración de Ácido Per Acético	0.01815	1	0.01815	0.58	0.5007
B:Tiempo de inmersión	0.0352667	1	0.0352667	1.13	0.3653
AA	0.123339	1	0.123339	3.96	0.1406
AB	0.0225	1	0.0225	0.72	0.4577
BB	0.0138889	1	0.0138889	0.45	0.5520
Error total	0.0934111	3	0.031137		
Total (corr.)	0.306556	8			

R-cuadrada = 69.5288 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 18.7435 por ciento

Error estándar del est. = 0.176457

Error absoluto medio = 0.0854321

Estadístico Durbin-Watson = 1.49254 (P=0.1688)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0.176942

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Pérdida de peso en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 69.5288% de la variabilidad en Pérdida de peso. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 18.7435%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.176457. El error medio absoluto (MAE) de 0.0854321 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

Cuadro 12. Coeficiente de regresión para Pérdida de peso

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	14.8344
A:Concentración de Ácido Per Acético	-0.369333
B:Tiempo de inmersión	0.0353333
AA	0.00248333
AB	-0.0015
BB	0.00333333

Con estos valores podemos se obtiene la ecuación de regresión lineal.

Modelo ajustado de la ecuación

$$\text{Pérdida de peso} = 14.8344 - 0.369333*A + 0.0353333*B + 0.00248333*A^2 - 0.0015*A*B + 0.00333333*B^2$$

Para maximizar la respuesta de variación de peso, el valor optimo seria 1.08944, los cuales se obtienen con la combinación de factores, 70ppm de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 20 minutos.

Figura 39. Efectos principales para pérdida de peso

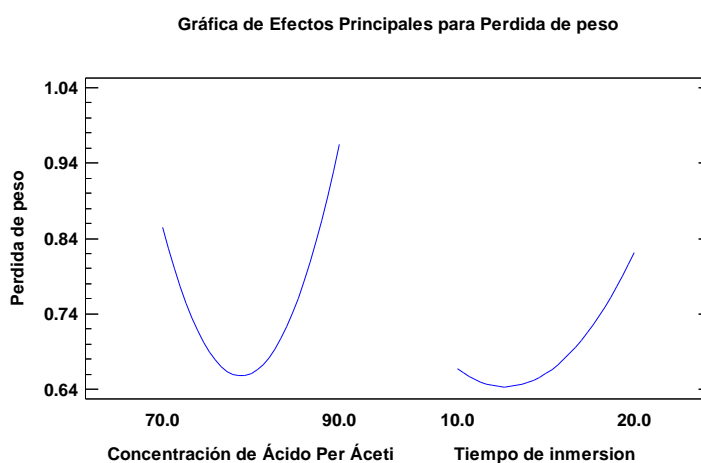
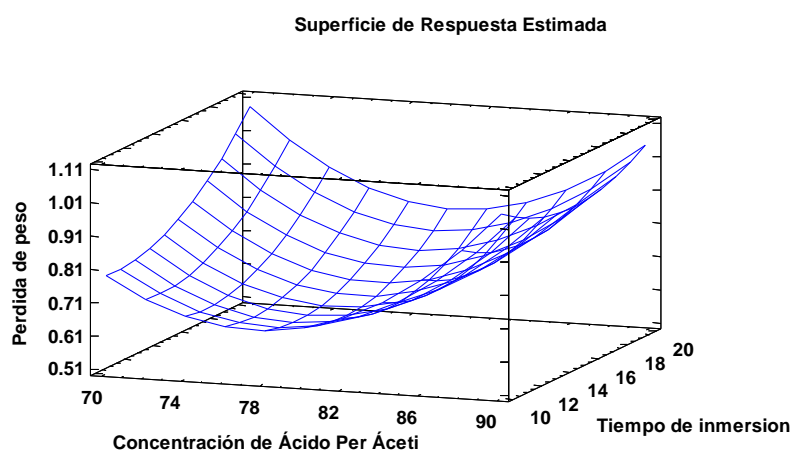


Figura 40. Grafica de superficie de repuesta para pérdida de peso.



Valor óptimo = 1.08944

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Concentración de Ácido Per Acético	70.0	90.0	70.0
Tiempo de inmersión	10.0	20.0	20.0

En la figura 40 y 41 nos dan a conocer los gráficos de los efectos principales, la superficie de respuesta en la pérdida de peso de con respecto a las concentraciones de ácido per acético y el tiempo de inmersión en el hidrocooler, lo cual se observa que con una concentración de 70ppm de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 20 minutos, se mantendrá su peso en 1.09 gr de pérdida de peso en el tiempo. Esto nos señala que a mayor tiempo de inmersión la temperatura del producto baja hasta alcanzar la temperatura de almacenamiento óptima, logrando que la tasa respiratoria del turión disminuyera, debido a la alta conductividad térmica del agua, disminuye rápidamente la temperatura del agua ocasionando un daño mínimo celular y alargando la vida (Garrido Tudela & Gil, 2015).

5.2.5. Determinación de tiempo de vida útil.

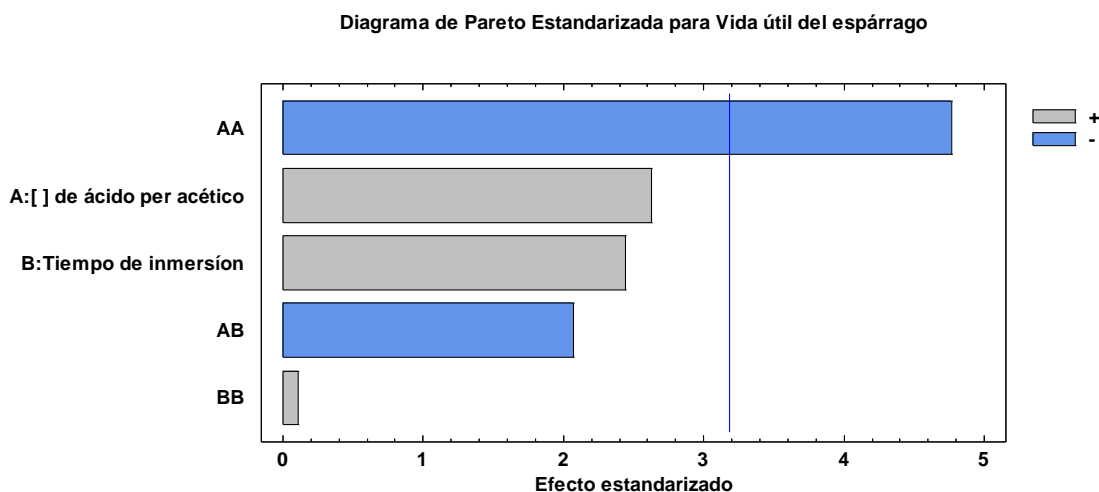
La determinación de la vida útil se realizó bajo características fisicoquímicas dentro de las cuales están la pérdida de peso, textura instrumental, apariencia física del espárrago.

Se presenta el resumen de los días evaluados al espárrago blanco fresco correspondiente al estudio de vida útil.

Cuadro 13. Tiempo de vida útil de las diferentes dosis de ácido per acético y tiempo de inmersión

Muestras	conc. De ácido per acético	Tiempo de inmersión (min)	Tiempo de vida útil (Días)
1	70	10	50
2	70	15	51
3	70	20	59
4	80	10	60
5	80	15	65
6	80	20	64
7	90	10	58
8	90	15	58
9	90	20	58

Cuadro 14. Diagrama de Pareto para la vida útil.



Para evaluar la pérdida de peso se analizó el diagrama de Pareto, tal y como se muestra en la Figura 40 con sus valores estandarizados y no estandarizados respectivamente, en la cual en las ordenas está el efecto y en las abscisas mediante una barra de valor absoluto de cada efecto la cual están ordenadas de mayor a menor.

Este gráfico muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1.0. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

Cuadro 15. Análisis de varianza del tiempo de vida útil.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:[] de ácido per acético	32.6667	1	32.6667	6.90	0.0785
B:Tiempo de inmersión	28.1667	1	28.1667	5.95	0.0925

AA	107.556	1	107.556	22.73	0.0175
AB	20.25	1	20.25	4.28	0.1304
BB	0.0555556	1	0.0555556	0.01	0.9206
Error total	14.1944	3	4.73148		
Total (corr.)	202.889	8			

R-cuadrada = 93.0038 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 81.3436 por ciento

Error estándar del est. = 2.1752

Error absoluto medio = 0.993827

Estadístico Durbin-Watson = 2.14873 (P=0.7418)

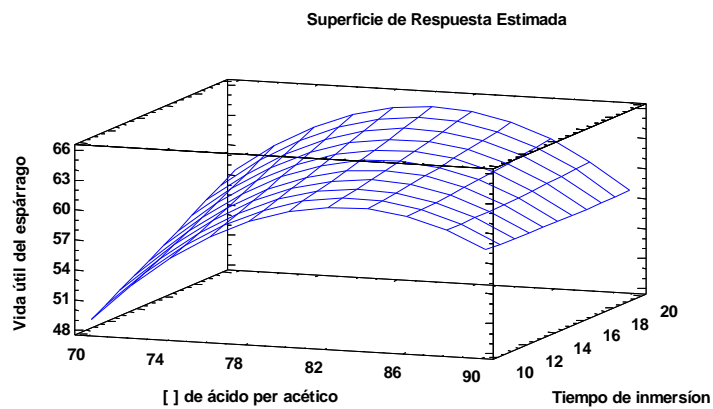
Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.0750707

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Vida útil del espárrago en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 93.0038% de la variabilidad en Vida útil del espárrago. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 81.3436%. El error estándar del

estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 2.1752. El error medio absoluto (MAE) de 0.993827 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

Figura 41. Grafica de superficie de repuesta para el tiempo de vida útil.



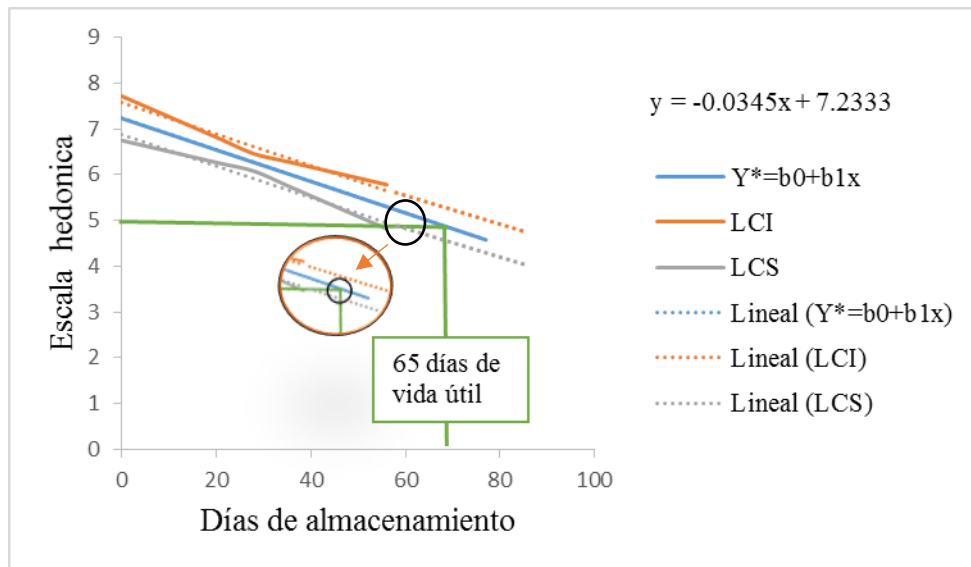
Valor óptimo = 65.2225

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
[] de ácido per acético	70.0	90.0	80.0
Tiempo de inmersión	10.0	20.0	20.0

En la figura 42 nos da a conocer los gráficos de los efectos principales, la superficie de respuesta del tiempo de vida útil del espárrago blanco fresco con respecto a las concentraciones de ácido per acético y el tiempo de inmersión en el hidrocooler, lo cual se observa que con una concentración de 80ppm de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 20 minutos, se mantendrá con 65 días en el tiempo.

La vida útil de un producto depende de los factores ambientales, la calidad de materia prima, cuando hay un cambio en los factores de un alimento, hace que la intención de compra del cliente disminuya considerablemente, ya que el alimento cambia de color, textura, sabor y en muchos casos hay una pérdida de nutrientes, haciendo que el producto sufra un deterioro ya sean físicos, químicos o microbiológicos logrando que el producto llegue a su vida útil final. (Grohamn J .B, 2013)

Ilustración 1. Determinación gráfica de tiempo de vida útil del espárrago con una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min, durante 56 días de almacenamiento a 2 °C y HR = 85%



El ácido per acético es usado habitualmente en concentraciones entre 10 y 80 ppm. Se han publicado reducciones promedio de 0,84 ciclos log para bacterias aerobias y coliformes y de 0,77 para hongos y levaduras sobre repollo fresco cortado, luego de una exposición de 30 segundos en agua de lavado conteniendo 26 ± 5 ppm de este ácido (Ojeda Juanazo, 2014)

VI. CONCLUSIONES.

Los turiones de esparrago estuvieron almacenados durante 56 días a una temperatura de 2°C y HR 85% sellados herméticamente en bolsa extend Agualima de polietileno de alta densidad, donde el esparrago que estuvo sometido a un tratamiento de 70ppm de concentración de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 20 minutos presenta mayor pérdida de peso, obteniendo durante este periodo 1.10%, frente al esparrago que fue sometido a 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión de 15 min 0.65%, el calibre de esparrago para ambas muestras fue de 18mm.

Los resultados microbiológicos de los espárragos para todos los tratamientos estuvieron dentro de del límite permisible por la norma técnica peruana (DIGESA Y MINSA, 1998), hasta el día 42, donde se pudo observar presencia de aerobios mesofilos < 100ufc a 70ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión de 10min.

Al realizar la apariencia física del esparrago (56 días) los jueces tuvieron una considerable aceptación teniendo un puntaje de 6 (me agrada moderadamente), para la muestra sometida a un tratamiento de 90ppm de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 15 min.

Cuando se realizó el análisis de vida útil del esparrago se tomaron varios factores que determinarían la calidad de este producto, las cuales se han sido caracterizados por su textura instrumental, apariencia física del espárrago, pérdida de peso, donde se puede observar que a una concentración de 80ppm de ácido per acético y un tiempo de inmersión de 20min, logrando en estas condiciones 65 días de vida útil

VII. RECOMENDACIONES.

Aplicar adecuadamente el tratamiento de Hidroenfriado en los espárragos para evitar que se pierda la calidad del producto y alargar el tiempo de vida útil del producto, durante su transporte y almacenamiento.

Las condiciones experimentales óptimas para maximizar el tiempo de vida útil del espárrago blanco fresco es de 80 ppm de concentración de ácido per acético y tiempo de inmersión de 20min, ya que al analizar esta muestra, este tiene una aceptación considerable de un puntaje de 6 (me agrada

moderadamente) ya que los jueces durante la evaluación no hay encontrado muchos defectos en los turiones del esparrago.

Para hidrogenar el esparrago blanco fresco es recomendable utilizar una concentración de 80ppm y un tiempo de 20 minutos ya que a este tiempo y temperatura las bases de los turiones no se maltratan y por ende no hay una pérdida de peso considerable, los turiones no se rajan ni se quiebran, evitando así la mala calidad de apariencia, también cabe mencionar que a esta concentración la reducción de carga microbiana es mayor y la temperatura baja a $<1.0^{\circ}\text{C}$ lo cual al ser almacenado en la cámaras de refrigeración hay un equilibrio con el ambiente y así se evita la pérdida de peso.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Argerich González, M. (2010). *Agentes Químicos* . Madrid.

Arturo, A. V. (2011). *Comisión para la Promoción de Exportaciones Análisis social de los potenciales usuarios del INCAGRO en el Valle de Chincha*.
lima.

Baiocchi Ureta, N., & Barnaby Rodriguez, J. (2016). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Lima.

- Blasberg, B. (2014). *Morfología y fisiología del espárrago en: Tecnología de producción de espárrago*. Chile .
- Bowden , D., & Graybill, F. (1966). *Confidence bands of uni width for linear models*.*J. Amer. Statist. Assoc.*
- Bravo Leon, J. G., & Farto Rivadeneira, J. C. (2007). *En el negocio del esparrago fresco se dan las siguientes fases: producción, comercialización interna, exportación y comercialización en el país destino*. Quito.
- Brosnan, T. (2013). Precooling techniques and applications for horticultural products. *Refrigeration*,, 154 - 170.
- Casas, A. (2014). *REDAGRICOLA. Profesor del departamento de horticultura de la universidad Nacional Agraria la Molina*. Perú.
- Chacaltana Velazco, J. C. (2015). *Cultivo de Espárrago (Asparagus Officinalis) en el fundo la catalina distrito de Tate Departamento de Ica*. Arequipa - PERU.
- Cheftel J, & Cheftel. (1976). *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos* .
- Diario de economía y negocios del Perú. (2017). *Exportación de Espárrago*. Lima.
- Fernández, M., & Graciela Pose. (2015). Efectividad del acido peracetico sobre la reduccion de carga de esporas de Mohos causantes de la pudriccion poscosecha de frutas y hortalizas. *Scielo*.
- Ferratto . J. (2003). *Importancia de la gestión de la calidad en frutas y hortalizas*. FIAR.

- Fleming. (1995). Microbiological control of cucumber hydrocooling water with chlorine dioxide. *Journal of Food Protection*.
- Garrido Tudela, & Gil. (2015). Comparision of indutrial precooling systems for minimally processed baby spinach. *Postharvest Biology and Technology*.
- Gonzales A, M. I. (2015). *FISIOLOGIA DEL ESPÁRRAGO Y SU APLICACION EN EL MENEJO DEL CULTIVO*. Chile.
- Grohann J .B. (2013). *Evaluación Sensorial de los Alimetos*. Nuevo Chimbote.
- Kader A. (2013). Posthrvest technology of horticultural crops. *Agricultural and Natural*.
- Kameswara Rao, & Mohammed Shahid. (2011). Performance of asparagus under the desert conditions of Arabian Peninsula. *Journal of Applied Horticulture*.
- Kays . S. (2006). *Postharvest Physiology of Perishable Plant Products*. Estados Unidos: AVI.
- Kyanko V, M., & Fernandez , M. (2010). Efectividad del Ácido per acético sobre la reduccion de la carga de esporas de mohos causantes de la pudriccion poscosecha de frutas y hortalizas. *scielo*, 125-130.
- Maria V, & Kyanko M L. (2010). *Efectividad de Acido Peracetico sobre la reducción de carga de Esporas* . Argentina.
- Maroto J. (2002). *Horticultura herbácea especial*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Martinez. (2006). Metabolic response to two hydrocooling temperatures in sweet cherries cv lapins and cv sunburrst. *Journal of the science of food and Agriculture*.

- Martinez, A. (2006). Metabolic response to two hydrocooling temperatures in sweet cherries cv Lapins and cv Sunburst . *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Namesny Vallespir , A. (2013). *Pos recolección de Hortalizas*. Edición de Horticultura.
- Newsletter, Z. (2017). *Cultivo de frutas y hortalizas*. Obtenido de <https://www.zipmec.com/es/las-variedades-de-esparragos.html>
- Ojeda Juanazo, C. P. (2014). *Aplicación de ácidos orgánicos en la reducción me microorganismos Aerobios mesófilos y coliformes totales en canales de bovino*. Ecuador.
- Perez Espinoza. (2012). *Empaques y embalajes*. Mexico: Red tercer milenio s.c.
- Quilmes, U. N. (2010). *Efectividad del Ácido Per acético sobre la reducción de la carga de esporas de mohos causantes de pudrición poscosecha de Frutas y Hortalizas*. Argentina.
- Rosenthal Btech, A. (s.f.). *Textura de los alimentos*. España: Acribia S.A.
- Serrano Cermeño, Z. (2016). *Espárrago técnicas de producción*. Malaga .
- Silveira. (2008). Alternative sanitizers to chlorine for use fresh. *Journal of Food Science*.
- Vargas García, R. U. (2015). *Evaluación de rendimiento y calidad de tres híbridos de espárragos verde (Asparagus officinalis)*. Trujillo - Perú.
- Vigneaul, C. (2000). Water temperature for hydrocooling field cucumbers in relation to chilling injury during storage . *Postharvest Biology and Technology*, 27-32.

- Vigneault, & Goyette. (2007). Effect of ear orientations on hydrocooling performance and quality of sweet corn. *Postharvest Biology and Technology* .
- Vigo Sánchez, J. (2015). *Cultivo y fertirrigación de Espárrago*. Chillán - Chile.
- Wang, & Long. (2015). Physiological and biochemical changes relating to postharvest splitting of sweet cherries affected by calcium application in hydrocooling water. *hydrocooling water Food Chemistry*.
- Wansink. (2007). Helping consumers eat less. *Food Technology*.

IX. PAGINAS WEB

- AgrodataPeru. (17 de 04 de 2017). *AgrodataPeru*. Obtenido de <https://www.agrodataperu.com/category/exportaciones/esparragos-frescos-exportacion>
- Informatica, I. N. (29 de 09 de 2014). *Instituto Nacional de Estadísticas e Informática* . Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/exportacion-de-esparragos-crecio-en-705-7781/>

X. ANEXOS.

ESCALA HEDÓNICA PARA MEDIR EL GRADO DE ACEPTACION DEL PRODUCTO

Nombre: Fecha: .../.../...

Indicaciones:

Evalúe las muestras de espárrago que se le presenta a continuación, en sus atributos o características de calidad, yemas blandas, bases deshidratadas, turiones rotos, presencia de hongos, turiones rajados, presencia de color, olor de espárrago.

A continuación se le está presentando la escala hedónica:

Me agrada mucho	7
Me agrada moderadamente	6
Me agrada poco	5
Me es indiferente	4
Me desagrada un poco	3
Me desagrada moderadamente	2
Me desagrada mucho	1

Coloca el número a cada uno de las características de calidad según lo que Ud. Crea conveniente

Características de la calidad	Escala
Yemas blandas	
Bases deshidratadas	
Turiones rotos	
Presencia de hongos	
Turiones rajados	
Presencia de color	
Olor del Espárrago	

ANEXO II

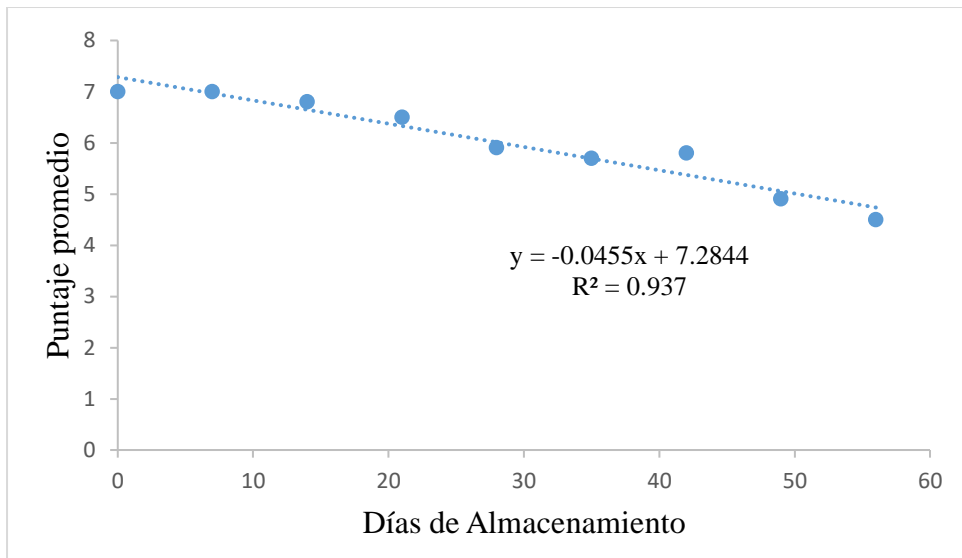
DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL Y LÍMITES DE CONFIANZA,
RESPECTO A LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DEL ESPARRAGO
ALMACENADO DURANTE 56 DIAS A UNA DÉCIMAS DE 2°C Y UNA HR DE 85%.

Tabla 6. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10min.

Número	tiempo	Puntaje	X^2	Y^2	XY	(X-XP)	(Y-YP)	$(X - XP)^2$	$(Y - YP)^2$	$(X-XP)(Y-YP)$
1	0	7	0	49	0	-28	1.0	784	0.98	-27.69
2	7	7	49	49	49	-21	1.0	441	0.98	-20.77
3	14	6.8	196	46.24	95.2	-14	0.8	196	0.62	-11.04
4	21	6.5	441	42.25	136.5	-7	0.5	49	0.24	-3.42
5	28	5.9	784	34.81	165.2	0	-0.1	0	0.01	0.00
6	35	5.7	1225	32.49	199.5	7	-0.3	49	0.10	-2.18
7	42	5.8	1764	33.64	243.6	14	-0.2	196	0.04	-2.96
8	49	4.9	2401	24.01	240.1	21	-1.1	441	1.23	-23.33
9	56	4.5	3136	20.25	252	28	-1.5	784	2.28	-42.31
Suma	252	54.1	9996	331.69	1381.1	0	0	2940	6.49	-133.7
Prom	28	6.01						Sxx	Syy	SXY

Una vez que se llena la tabla 9 Se realiza la gráfica puntaje vs días de almacenamiento para obtener los valor de regresión lineal: b_0 , b_1 y r^2

Ilustración 2. Tendencia de las características de calidad para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10min.



Ecuación de regresión lineal:

$$y = -0.0455x + 7.2844$$

Hallar el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 7. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10min.

Tiempo	Puntaje	Y* = b0 + b1	y - y*	(y - y*) ²
0	7	7.2844	-0.2844	0.081
7	7	6.9659	0.0341	0.001
14	6.8	6.6474	0.1526	0.023
21	6.5	6.3289	0.1711	0.029
28	5.9	6.0104	-0.1104	0.012
35	5.7	5.6919	0.0081	0.000
42	5.8	5.3734	0.4266	0.182
49	4.9	5.0549	-0.1549	0.024
56	4.5	4.7364	-0.2364	0.056
Sse				0.409

$$MSe = s = \sqrt{\frac{1}{(n-2)} SSe}$$

Determinación de la vida útil de manera estadística: $MSe = s = 0.242$

límite de aceptabilidad = 5

$$X = \frac{y - b_0}{b_1}$$

x = 50 días

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se procederá hallar los intervalos de confianza para una regresión lineal del estimado $b_1x + b_0$, con la finalidad de obtener un $(1-\alpha)$ 100% niveles de confianza de intervalos lineales

$$b_0 + b_1x \pm Sd\alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{|X - \bar{X}|}{\sqrt{S_{xx}}} \right]$$

Donde α se encuentran en la tabla 8

Tabla 8. Valores de α

n - 2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

Fuente: (Bowden & Graybill, 1966)

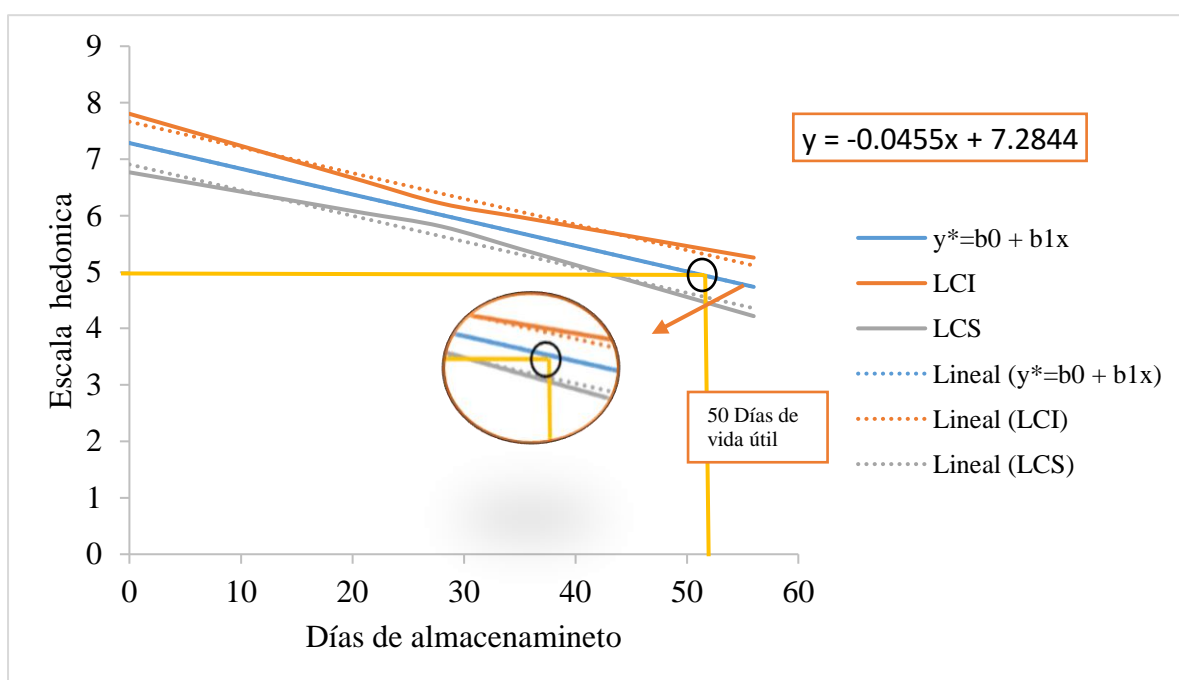
Determinación de los intervalos de confianza:

Tabla 9. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una []
70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10min.

Tiempo	Puntaje	$Y^* = b_0 + b_1 x$	LCI	LCS
0	7	7.2844	7.803	6.766
7	7	6.9659	7.406	6.526
14	6.8	6.6474	7.008	6.286
21	6.5	6.3289	6.611	6.047
28	5.9	6.0104	6.214	5.807
35	5.7	5.6919	5.974	5.410
42	5.8	5.3734	5.734	5.012
49	4.9	5.0549	5.495	4.615
56	4.5	4.7364	5.255	4.218

Luego se realiza la gráfica Y, LCS Y LCI vs Días de almacenamiento y estas rectas se interceptan con el límite de aceptabilidad, donde la intercepción de Y vs los días de almacenamiento se proyecta hacia el eje de los días de almacenamiento para poder determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.

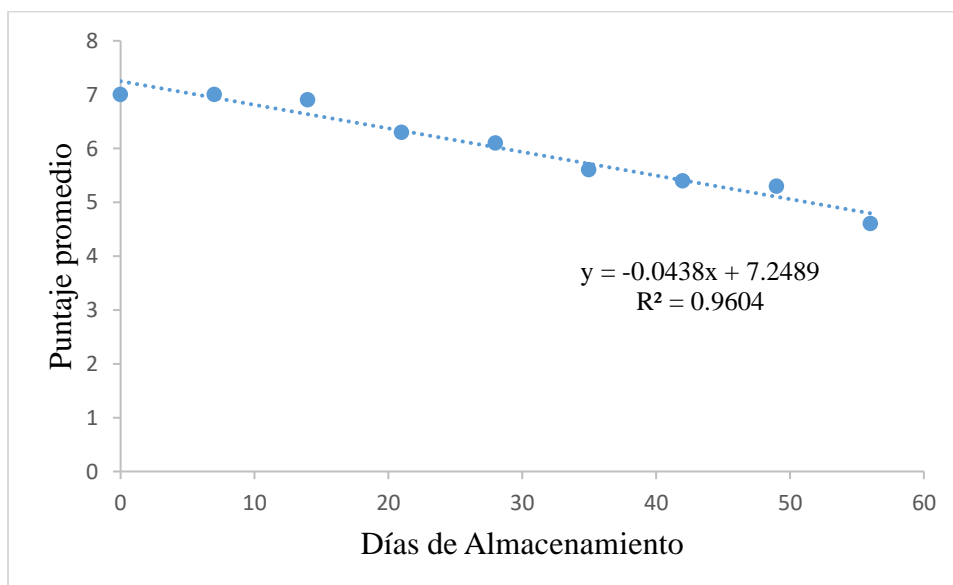
Ilustración 3. Determinación gráfica de tiempo de vida útil del espárrago con una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10min, durante 56 días de almacenamiento a 2 °C y HR = 85%



	Tiempo	Puntaje	X ²	Y ²	XY	(X-XP)	(Y-YP)	(X-XP) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
	0	7	0	49	0	-28	1.0	784	0.96	-27.38
	7	7	49	49	49	-21	1.0	441	0.96	-20.53
	14	6.9	196	47.61	96.6	-14	0.9	196	0.77	-12.29
	21	6.3	441	39.69	132.3	-7	0.3	49	0.08	-1.94
	28	6.1	784	37.21	170.8	0	0.1	0	0.01	0.00
	35	5.6	1225	31.36	196	7	-0.4	49	0.18	-2.96
	42	5.4	1764	29.16	226.8	14	-0.6	196	0.39	-8.71
	49	5.3	2401	28.09	259.7	21	-0.7	441	0.52	-15.17
	56	4.6	3136	21.16	257.6	28	-1.4	784	2.02	-39.82
Suma	252	54.2	9996	332.28	1388.8	0	0	2940	5.88	-128.8
Prom.	28	6.02						Sxx	Syy	SXY

Una vez que se llena la tabla 13 Se realiza la gráfica puntaje vs días de almacenamiento para obtener los valor de regresión lineal: b₀, b₁ y r²

Ilustración 4. Tendencia de las características de calidad para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.



Ecuación de regresión lineal:

$$y = -0.0438 x + 7.2489$$

Hallar el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 11. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.

Tiempo	Puntaje	Y*=b0 +b1x	y- y*	(y- y*) ²
0	7	7.2489	-0.2489	0.062
7	7	6.9423	0.0577	0.003
14	6.9	6.6357	0.2643	0.070
21	6.3	6.3291	-0.0291	0.001
28	6.1	6.0225	0.0775	0.006
35	5.6	5.7159	-0.1159	0.013
42	5.4	5.4093	-0.0093	0.000
49	5.3	5.1027	0.1973	0.039
56	4.6	4.7961	-0.1961	0.038
			Sse	0.233

$$MSe = s = \sqrt{\frac{1}{(n-2)} SSe}$$

$$MSe = s = 0.182$$

Determinación de la vida útil de manera estadística:

límite de aceptabilidad =5

$$x = \frac{y-b_0}{b_1}$$

x= 51 días

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se procederá hallar los intervalos de confianza para una regresión lineal del estimado $b_1x + b_0$, con la finalidad de obtener un $(1-\alpha)$ 100% niveles de confianza de intervalos lineales

Donde α se encuentran en la tabla 12.

Tabla 12. Valores de α

n - 2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

Fuente: (Bowden & Graybill, 1966)

Determinación de los intervalos de confianza:

Tabla 13. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una []
70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.

Tiempo	Puntaje	$Y^* = b_0 + b_1x$	LCI	LCS
0	7	7.2489	7.640	6.858
7	7	6.9423	7.274	6.610
14	6.8	6.6357	6.908	6.363
21	6.5	6.3291	6.542	6.116
28	5.9	6.0225	6.176	5.869
35	5.7	5.7159	5.929	5.503
42	5.8	5.4093	5.682	5.137
49	4.9	5.1027	5.435	4.771
56	4.5	4.7961	5.187	4.405

Luego se realiza la gráfica Y, LCS Y LCI vs Días de almacenamiento y estas rectas se interceptan con el límite de aceptabilidad, donde la intercepción de Y vs los días de almacenamiento se proyecta hacia el eje de los días de almacenamiento para poder determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.

Ilustración 5. Determinación gráfica de tiempo de vida útil del espárrago con una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min., durante 56 días de almacenamiento a 2 °C y HR = 85%

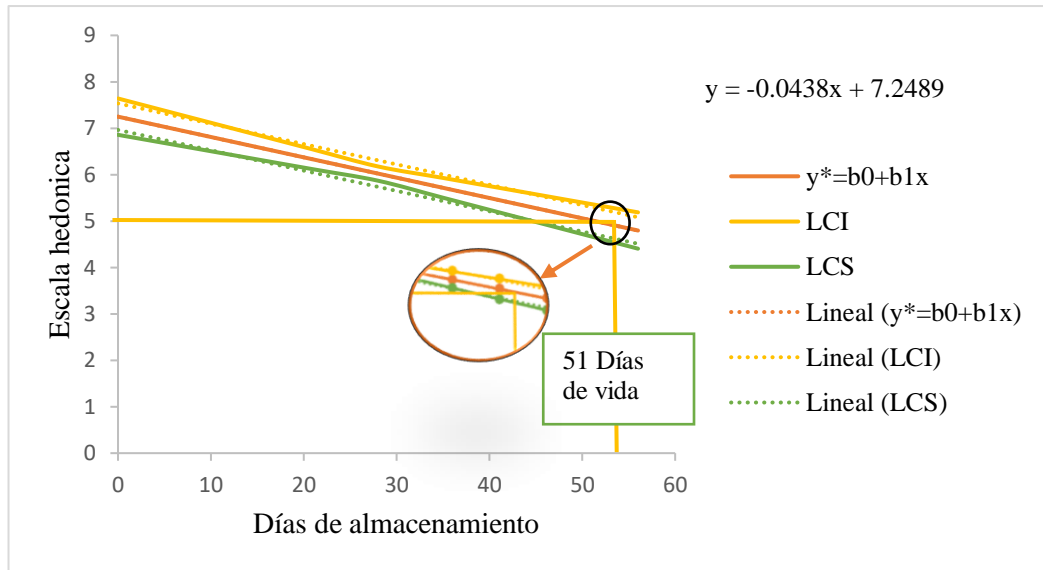
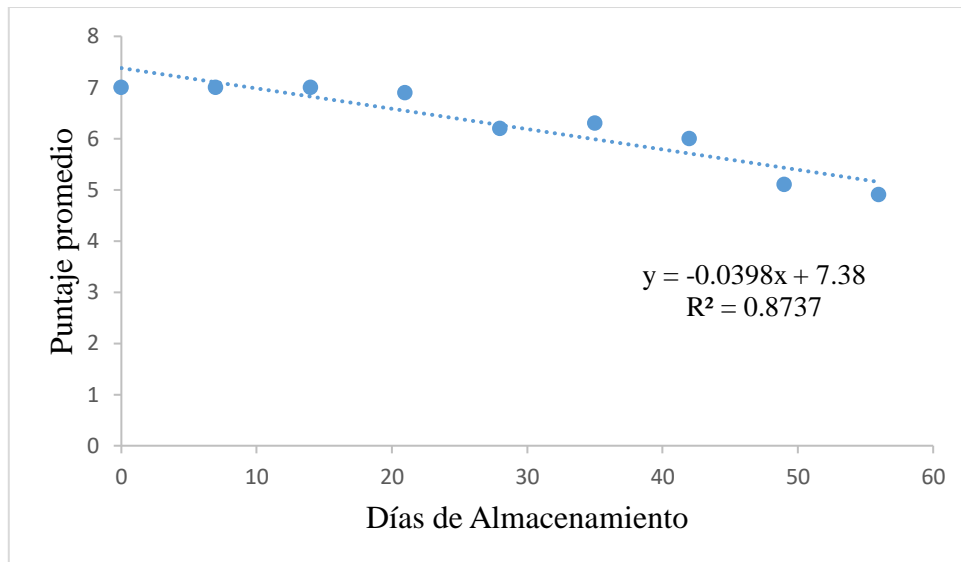


Tabla 14. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.

Número	Tiempo	Puntaje	X ²	Y ²	XY	(X-XP)	(Y-YP)	(X-XP) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
1	0	7	0	49	0	-28	0.7	784	0.54	-20.53
2	7	7	49	49	49	-21	0.7	441	0.54	-15.40
3	14	7	196	49	98	-14	0.7	196	0.54	-10.27
4	21	6.9	441	47.61	144.9	-7	0.6	49	0.40	-4.43
5	28	6.2	784	38.44	173.6	0	-0.1	0	0.00	0.00
6	35	6.3	1225	39.69	220.5	7	0.0	49	0.00	0.23
7	42	6	1764	36	252	14	-0.3	196	0.07	-3.73
8	49	5.1	2401	26.01	249.9	21	-1.2	441	1.36	-24.50
9	56	4.9	3136	24.01	274.4	28	-1.4	784	1.87	-38.27
suma	252	56.4	9996	358.76	1462.3	0	0	2940	5.32	-116.9
Prom.	28	6.27						Sxx	Syy	SXY

Una vez que se llena la tabla 17 Se realiza la gráfica puntaje vs días de almacenamiento para obtener los valor de regresión lineal: b_0 , b_1 y r^2

Ilustración 6. Tendencia de las características de calidad para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.



Ecuación de regresión lineal:

$$y = -0.0398 x + 7.38$$

Hallar el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 15. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.

Tiempo	Puntaje	Y* = b ₀ + b ₁ x	y - y*	(y - y*) ²
0	7	7.38	-0.38	0.144
7	7	7.1014	-0.1014	0.010
14	7	6.8228	0.1772	0.031
21	6.9	6.5442	0.3558	0.127
28	6.2	6.2656	-0.0656	0.004
35	6.3	5.987	0.313	0.098
42	6	5.7084	0.2916	0.085
49	5.1	5.4298	-0.3298	0.109
56	4.9	5.1512	-0.2512	0.063
Sse				0.672

$$MSe = s = \sqrt{\frac{1}{(n-2)} SSe}$$

$$MSe = s = 0.310$$

Determinación de la vida útil de manera estadística:

límite de aceptabilidad =5

$$x = \frac{y - b_0}{b_1}$$

x= 59 días

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se procederá hallar los intervalos de confianza para una regresión lineal del estimado $b_1x + b_0$, con la finalidad de obtener un $(1-\alpha)$ 100% niveles de confianza de intervalos lineales

Donde α se encuentran en la tabla 16

Tabla 16. Valores de α

n - 2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

Fuente: (Bowden & Graybill, 1966)

Determinación de los intervalos de confianza:

Tabla 17. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.

Tiempo	Puntaje	$Y^* = b_0 + b_1x$	LCI	LCS
0	7	7.38	8.045	6.715
7	7	7.1014	7.665	6.538
14	6.8	6.8228	7.286	6.360
21	6.5	6.5442	6.906	6.182
28	5.9	6.2656	6.526	6.005
35	5.7	5.987	6.349	5.625
42	5.8	5.7084	6.171	5.246
49	4.9	5.4298	5.994	4.866
56	4.5	5.1512	5.816	4.486

Luego se realiza la gráfica Y, LCS Y LCI vs Días de almacenamiento y estas rectas se interceptan con el límite de aceptabilidad, donde la intercepción de Y vs los días de almacenamiento se proyecta hacia el eje de los días de almacenamiento para poder determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.

Ilustración 7. Determinación gráfica de tiempo de vida útil del espárrago con una [] 70 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min., durante 56 días de almacenamiento a 2 °C y HR = 85%

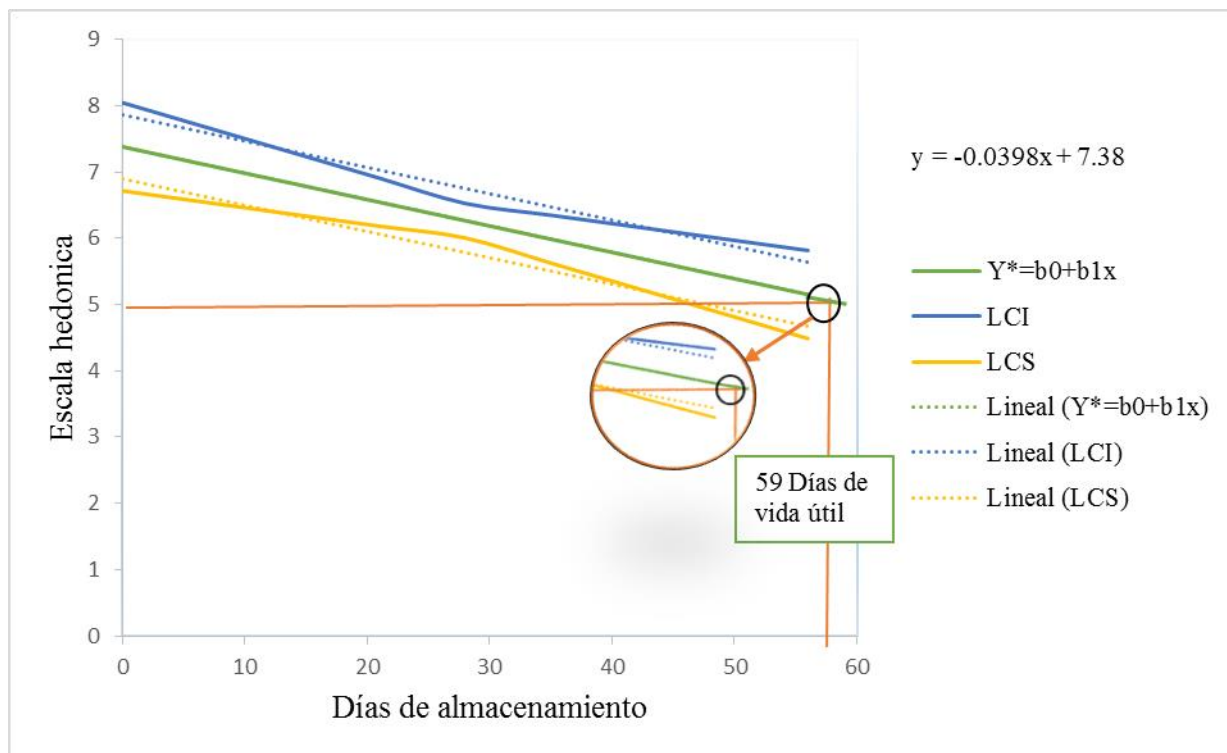
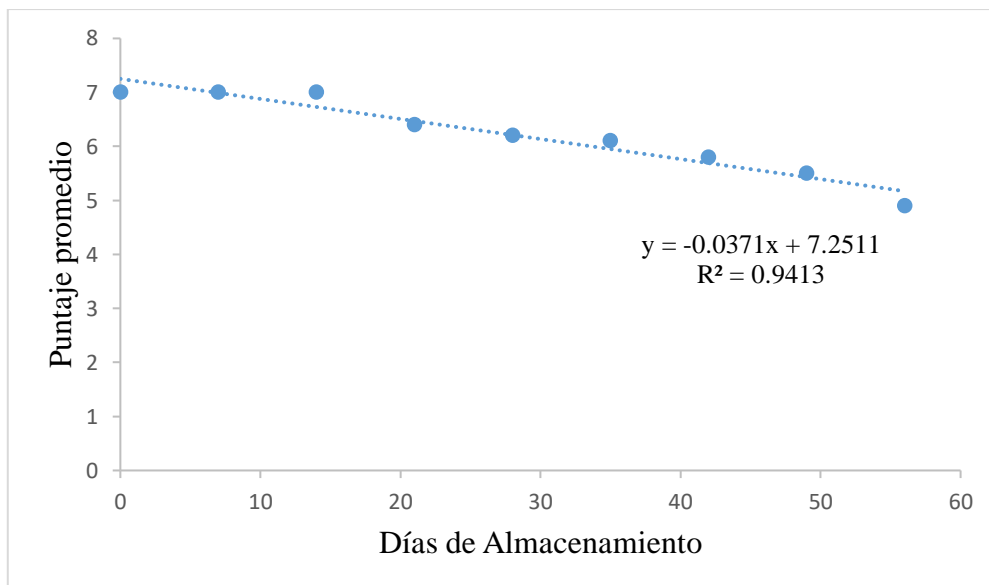


Tabla 18. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.

Número	tiempo	Puntaje	X^2	Y^2	XY	(X-XP)	(Y-YP)	$(X - XP)^2$	$(Y - YP)^2$	(X-XP)(Y-YP)
1	0	7	0	49	0	-28	0.8	784	0.62	-22.09
2	7	7	49	49	49	-21	0.8	441	0.62	-16.57
3	14	7	196	49	98	-14	0.8	196	0.62	-11.04
4	21	6.4	441	40.96	134.4	-7	0.2	49	0.04	-1.32
5	28	6.2	784	38.44	173.6	0	0.0	0	0.00	0.00
6	35	6.1	1225	37.21	213.5	7	-0.1	49	0.01	-0.78
7	42	5.8	1764	33.64	243.6	14	-0.4	196	0.17	-5.76
8	49	5.5	2401	30.25	269.5	21	-0.7	441	0.51	-14.93
9	56	4.9	3136	24.01	274.4	28	-1.3	784	1.72	-36.71
suma	252	55.9	9996	351.51	1456	0	0	2940	4.31	-109.2
Prom.	28	6.21						Sxx	Syy	SXY

Una vez que se llena la tabla 21 Se realiza la gráfica puntaje vs días de almacenamiento para obtener los valor de regresión lineal: b_0 , b_1 y r^2

Ilustración 8. Tendencia de las características de calidad para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.



Ecuación de regresión lineal:

$$y = -0.0371 x + 7.251$$

Hallar el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 19. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.

Tiempo	Puntaje	Y* = b0 + b1x	y - y*	(y - y*) ²
0	7	7.2511	-0.2511	0.063
7	7	6.9914	0.0086	0.000
14	7	6.7317	0.2683	0.072
21	6.4	6.472	-0.072	0.005
28	6.2	6.2123	-0.0123	0.000
35	6.1	5.9526	0.1474	0.022
42	5.8	5.6929	0.1071	0.011
49	5.5	5.4332	0.0668	0.004
56	4.9	5.1735	-0.2735	0.075
Sse				0.253

$$MSe = s = \sqrt{\frac{1}{(n-2)} SSe}$$

$$MSe = s = 0.190$$

Determinación de la vida útil de manera estadística:

límite de aceptabilidad = 5

$$x = \frac{y - b_0}{b_1}$$

x = 60 días

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se procederá hallar los intervalos de confianza para una regresión lineal del estimado $b_1x + b_0$, con la finalidad de obtener un $(1-\alpha)$ 100% niveles de confianza de intervalos lineales

Donde α se encuentran en la tabla 20

Tabla 20. Valores de α

n - 2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

Fuente: (Bowden & Graybill, 1966)

Determinación de los intervalos de confianza:

Tabla 21. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.

Tiempo	Puntaje	Y* = b0 + b1x	LCI	LCS
0	7	7.2511	7.659	6.843
7	7	6.9914	7.337	6.646
14	6.8	6.7317	7.016	6.448
21	6.5	6.472	6.694	6.250
28	5.9	6.2123	6.372	6.052
35	5.7	5.9526	6.175	5.731
42	5.8	5.6929	5.977	5.409
49	4.9	5.4332	5.779	5.087
56	4.5	5.1735	5.581	4.766

Luego se realiza la gráfica Y, LCS Y LCI vs Días de almacenamiento y estas rectas se interceptan con el límite de aceptabilidad, donde la intercepción de Y vs los días de almacenamiento se proyecta hacia el eje de los días de almacenamiento para poder determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.

Ilustración 9. Determinación gráfica de tiempo de vida útil del espárrago con una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min, durante 56 días de almacenamiento a 2 °C y HR = 85%

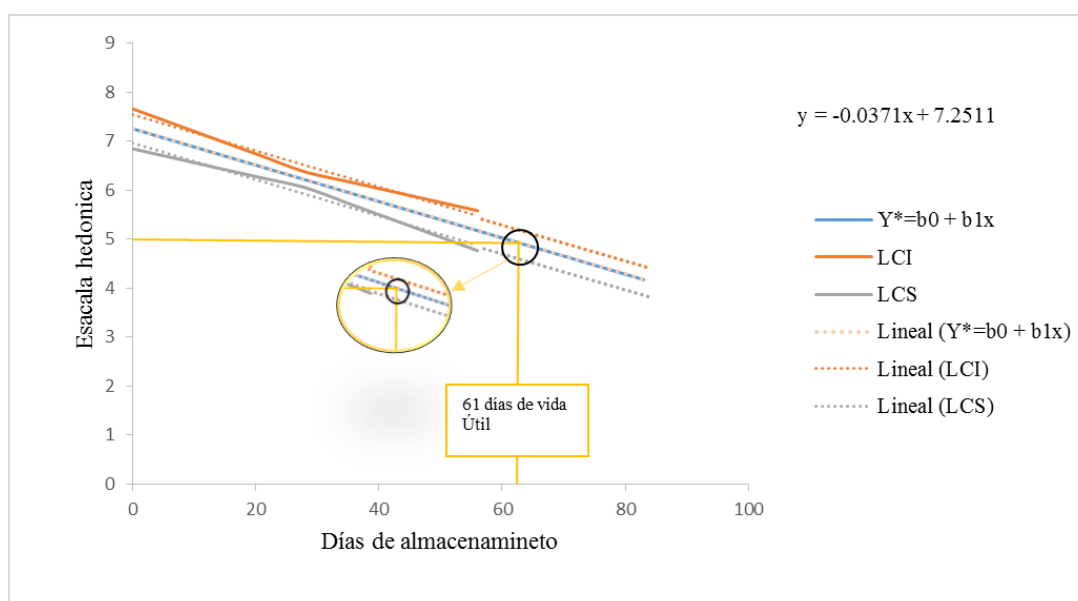
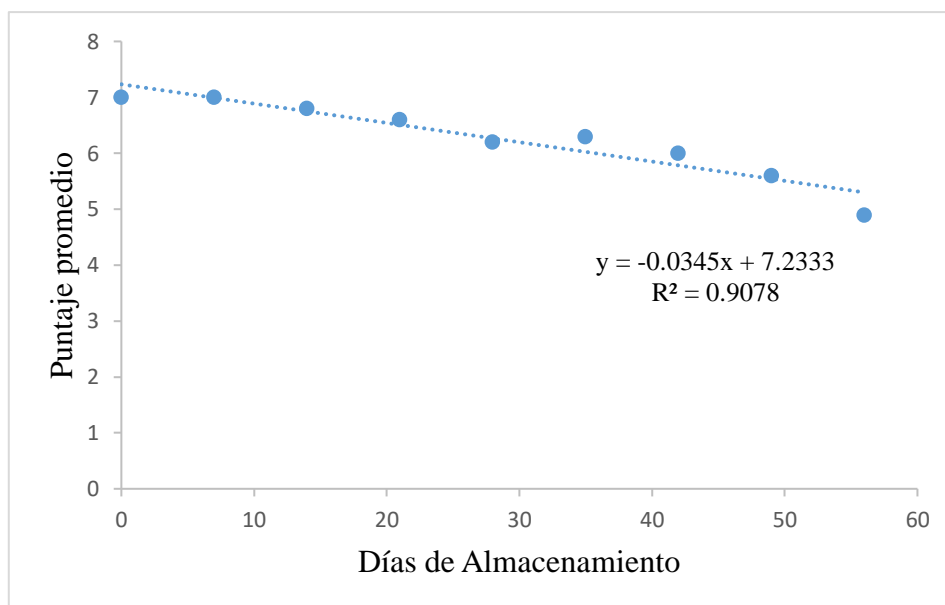


Tabla 22. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.

Número	Tiempo	Puntaje	X ²	Y ²	XY	(X-XP)	(Y-YP)	(X-XP) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
1	0	7	0	49	0	-28	0.7	784	0.54	-20.53
2	7	7	49	49	49	-21	0.7	441	0.54	-15.40
3	14	6.8	196	46.24	95.2	-14	0.5	196	0.28	-7.47
4	21	6.6	441	43.56	138.6	-7	0.3	49	0.11	-2.33
5	28	6.2	784	38.44	173.6	0	-0.1	0	0.00	0.00
6	35	6.3	1225	39.69	220.5	7	0.0	49	0.00	0.23
7	42	6	1764	36	252	14	-0.3	196	0.07	-3.73
8	49	5.6	2401	31.36	274.4	21	-0.7	441	0.44	-14.00
9	56	4.9	3136	24.01	274.4	28	-1.4	784	1.87	-38.27
suma	252	56.4	9996	357.3	1477.7	0	0	2940	3.86	-101.5
Prom.	28	6.27						Sxx	Syy	SXY

Una vez que se llena la tabla 25 Se realiza la gráfica puntaje vs días de almacenamiento para obtener los valor de regresión lineal: b_0 , b_1 y r^2

Ilustración 10. Tendencia de las características de calidad para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.



Ecuación de regresión lineal:

$$y = -0.0345 x + 7.2333$$

Hallar el cuadrado medio del error (MSE):

Tabla 23. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.

Tiempo	Puntaje	Y* = b0 + b1x	y - y*	(y - y*) ²
0	7	7.2333	-0.2333	0.054
7	7	6.9918	0.0082	0.000
14	6.8	6.7503	0.0497	0.002
21	6.6	6.5088	0.0912	0.008
28	6.2	6.2673	-0.0673	0.005
35	6.3	6.0258	0.2742	0.075
42	6	5.7843	0.2157	0.047
49	5.6	5.5428	0.0572	0.003
56	4.9	5.3013	-0.4013	0.161
			Sse	0.356

$$MSe = s = \sqrt{\frac{1}{(n-2)} SSe}$$

$$MSe = s = 0.225$$

Determinación de la vida útil de manera estadística:

límite de aceptabilidad = 5

$$x = \frac{y - b_0}{b_1}$$

x = 65 días

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se procederá hallar los intervalos de confianza para una regresión lineal del estimado $b_1x + b_0$, con la finalidad de obtener un $(1-\alpha)$ 100% niveles de confianza de intervalos lineales

Donde α se encuentran en la tabla 24

Tabla 24. Valores de α

n - 2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

Fuente: (Bowden & Graybill, 1966)

Determinación de los intervalos de confianza:

Tabla 25. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una []
80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.

Tiempo	Puntaje	$Y^* = b_0 + B_1x$	LCI	LCS
0	7	7.2333	7.717	6.750
7	7	6.9918	7.402	6.582
14	6.8	6.7503	7.087	6.414
21	6.5	6.5088	6.772	6.246
28	5.9	6.2673	6.457	6.078
35	5.7	6.0258	6.289	5.763
42	5.8	5.7843	6.121	5.448
49	4.9	5.5428	5.953	5.133
56	4.5	5.3013	5.785	4.818

Luego se realiza la gráfica Y, LCS Y LCI vs Días de almacenamiento y estas rectas se interceptan con el límite de aceptabilidad, donde la intercepción de Y vs los días de almacenamiento se proyecta hacia el eje de los días de almacenamiento para poder determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.

Ilustración 11. Determinación gráfica de tiempo de vida útil del espárrago con una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min, durante 56 días de almacenamiento a 2 °C y HR = 85%

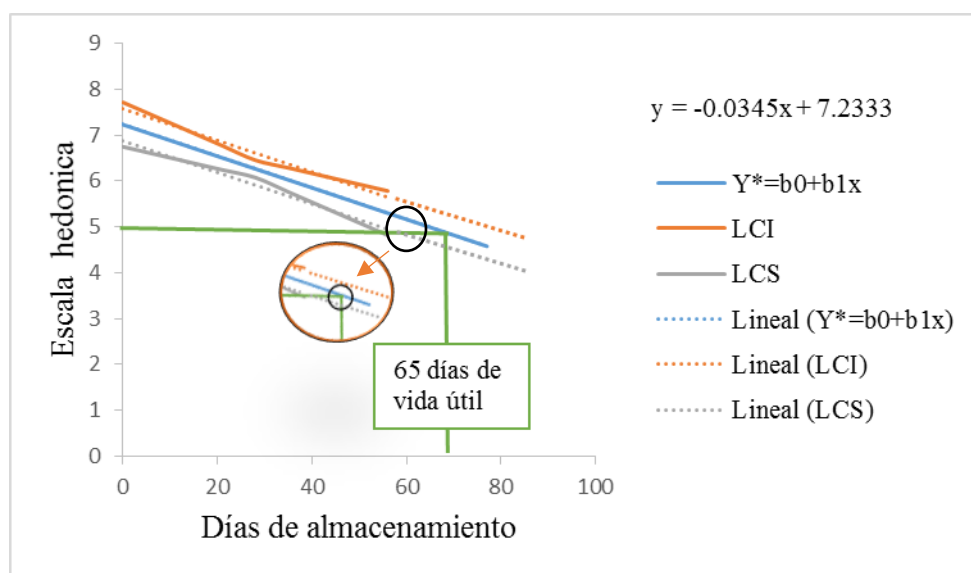
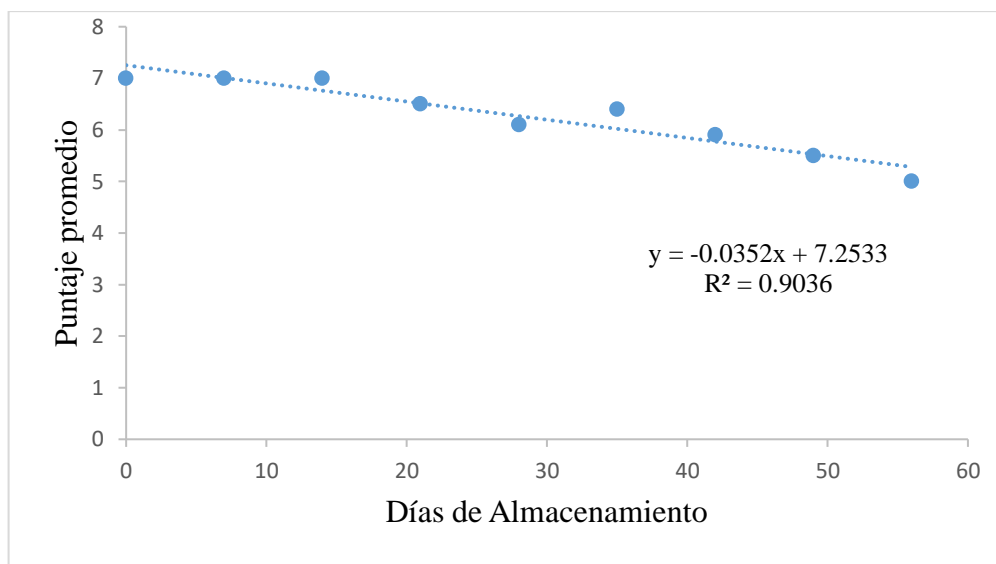


Tabla 26. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.

Número	Tiempo	Puntaje	X ²	Y ²	XY	(X-XP)	(Y-YP)	(X-XP) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
1	0	7	0	49	0	-28	0.7	784	0.54	-20.53
2	7	7	49	49	49	-21	0.7	441	0.54	-15.40
3	14	7	196	49	98	-14	0.7	196	0.54	-10.27
4	21	6.5	441	42.25	136.5	-7	0.2	49	0.05	-1.63
5	28	6.1	784	37.21	170.8	0	-0.2	0	0.03	0.00
6	35	6.4	1225	40.96	224	7	0.1	49	0.02	0.93
7	42	5.9	1764	34.81	247.8	14	-0.4	196	0.13	-5.13
8	49	5.5	2401	30.25	269.5	21	-0.8	441	0.59	-16.10
9	56	5	3136	25	280	28	-1.3	784	1.60	-35.47
suma	252	56.4	9996	357.48	1475.6	0	0	2940	4.04	-103.6
Prom.	28	6.27						Sxx	Syy	SXY

Una vez que se llena la tabla 26 Se realiza la gráfica puntaje vs días de almacenamiento para obtener los valor de regresión lineal: b_0 , b_1 y r^2

Ilustración 12. Tendencia de las características de calidad para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.



Ecuación de regresión lineal:

$$y = -0.0352 x + 7.2533$$

Hallar el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 27. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.

Tiempo	Puntaje	$Y^* = b_0 + b_1x$	$y - y^*$	$(y - y^*)^2$
0	7	7.2533	-0.2533	0.064
7	7	7.0069	-0.0069	0.000
14	7	6.7605	0.2395	0.057
21	6.5	6.5141	-0.0141	0.000
28	6.1	6.2677	-0.1677	0.028
35	6.4	6.0213	0.3787	0.143
42	5.9	5.7749	0.1251	0.016
49	5.5	5.5285	-0.0285	0.001
56	5	5.2821	-0.2821	0.080
Sse				0.389

$$MSe = s = \sqrt{\frac{1}{(n-2)} SSe}$$

$$MSe = s = 0.236$$

Determinación de la vida útil de manera estadística:

límite de aceptabilidad = 5

$$x = \frac{y - b_0}{b_1}$$

x = 64 días

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se procederá hallar los intervalos de confianza para una regresión lineal del estimado $b_1x + b_0$, con la finalidad de obtener un $(1-\alpha)$ 100% niveles de confianza de intervalos lineales

$$b_0 + b_1x \pm Sd\alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{|X - \bar{X}|}{\sqrt{Sxx}} \right]$$

Donde α se encuentran en la tabla 28

Tabla 28. Valores de α

n - 2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

Fuente: (Bowden & Graybill, 1966)

Determinación de los intervalos de confianza:

Tabla 29. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.

Tiempo	Puntaje	$Y^* = b_0 + b_1x$	LCI	LCS
0	7	7.2533	7.759	6.747
7	7	7.0069	7.436	6.578
14	6.8	6.7605	7.113	6.408
21	6.5	6.5141	6.789	6.239
28	5.9	6.2677	6.466	6.069
35	5.7	6.0213	6.297	5.746
42	5.8	5.7749	6.127	5.423
49	4.9	5.5285	5.958	5.099
56	4.5	5.2821	5.788	4.776

Luego se realiza la gráfica Y, LCS Y LCI vs Días de almacenamiento y estas rectas se interceptan con el límite de aceptabilidad, donde la intercepción de Y vs los días de almacenamiento se proyecta hacia el eje de los días de almacenamiento para poder determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.

Ilustración 13. Determinación gráfica de tiempo de vida útil del espárrago con una [] 80 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min, durante 56 días de almacenamiento a 2 °C y HR = 85%

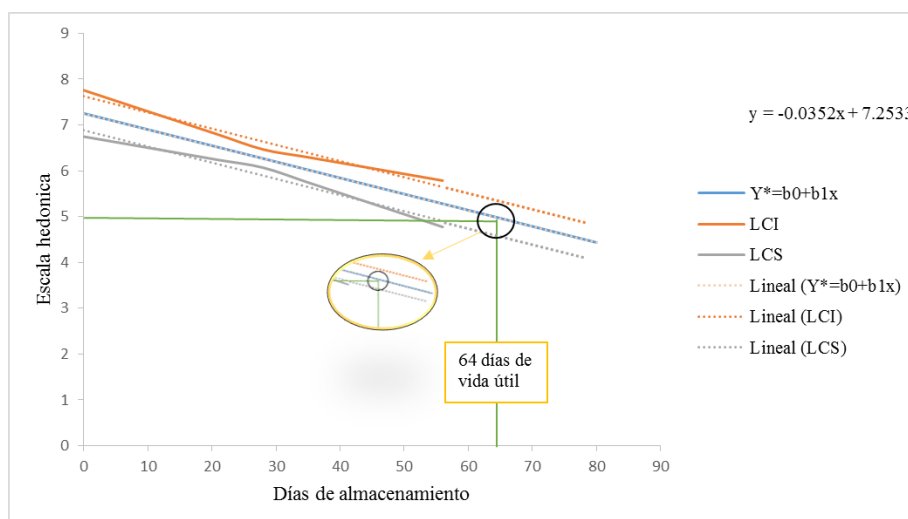
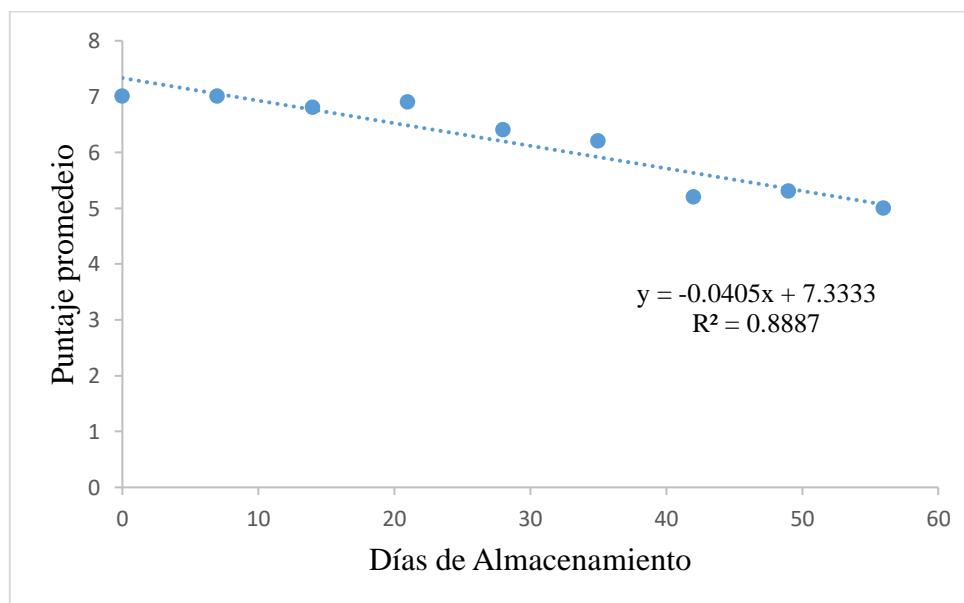


Tabla 30. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.

Número	Tiempo	Puntaje	X ²	Y ²	XY	(X-XP)	(Y-YP)	(X-XP) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
1	0	7	0	49	0	-28	0.8	784	0.64	-22.40
2	7	7	49	49	49	-21	0.8	441	0.64	-16.80
3	14	6.8	196	46.24	95.2	-14	0.6	196	0.36	-8.40
4	21	6.9	441	47.61	144.9	-7	0.7	49	0.49	-4.90
5	28	6.4	784	40.96	179.2	0	0.2	0	0.04	0.00
6	35	6.2	1225	38.44	217	7	0.0	49	0.00	0.00
7	42	5.2	1764	27.04	218.4	14	-1.0	196	1.00	-14.00
8	49	5.3	2401	28.09	259.7	21	-0.9	441	0.81	-18.90
9	56	5	3136	25	280	28	-1.2	784	1.44	-33.60
Suma	252	55.8	9996	351.38	1443.4	0	0	2940	5.42	-119
Prom.	28	6.20						Sxx	Syy	SXY

Una vez que se llena la tabla 30 Se realiza la gráfica puntaje vs días de almacenamiento para obtener los valor de regresión lineal: b₀, b₁ y r²

Ilustración 14. Tendencia de las características de calidad para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.



Ecuación de regresión lineal:

$$y = -0.0405 x + 7.33$$

Hallar el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 31. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.

Tiempo	Puntaje	$\hat{y}^* = b_0 + b_1x$	$y - y^*$	$(y - y^*)^2$
0	7	7.3333	-0.3333	0.111
7	7	7.0498	-0.0498	0.002
14	6.8	6.7663	0.0337	0.001
21	6.9	6.4828	0.4172	0.174
28	6.4	6.1993	0.2007	0.040
35	6.2	5.9158	0.2842	0.081
42	5.2	5.6323	-0.4323	0.187
49	5.3	5.3488	-0.0488	0.002
56	5	5.0653	-0.0653	0.004
			Sse	0.603

$$MSe = s = \sqrt{\frac{1}{(n-2)} SSe}$$

$$MSe = s = 0.294$$

Determinación de la vida útil de manera estadística:

límite de aceptabilidad = 5

$$x = \frac{y - b_0}{b_1}$$

$x = 58$ días

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se procederá hallar los intervalos de confianza para una regresión lineal del estimado $b_1x + b_0$, con la finalidad de obtener un $(1-\alpha)$ 100% niveles de confianza de intervalos lineales

$$b_0 + b_1x \pm Sd\alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{|X - \bar{X}|}{\sqrt{S_{xx}}} \right]$$

Donde α se encuentran en la tabla 32

Tabla 32. Valores de α

n - 2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

Fuente: (Bowden & Graybill, 1966)

Determinación de los intervalos de confianza:

Tabla 33. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una []
90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min.

Tiempo	Puntaje	Y* = b0	LCI	LCS
		+b1x		
0	7	7.3333	7.963	6.703
7	7	7.0498	7.584	6.516
14	6.8	6.7663	7.205	6.328
21	6.5	6.4828	6.826	6.140
28	5.9	6.1993	6.446	5.952
35	5.7	5.9158	6.259	5.573
42	5.8	5.6323	6.071	5.194
49	4.9	5.3488	5.883	4.815
56	4.5	5.0653	5.695	4.435

Luego se realiza la gráfica Y, LCS Y LCI vs Días de almacenamiento y estas rectas se interceptan con el límite de aceptabilidad, donde la intercepción de Y vs los días de almacenamiento se proyecta hacia el eje de los días de almacenamiento para poder determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.

Ilustración 15. Determinación gráfica de tiempo de vida útil del espárrago con una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min, durante 56 días de almacenamiento a 2 °C y HR = 85%

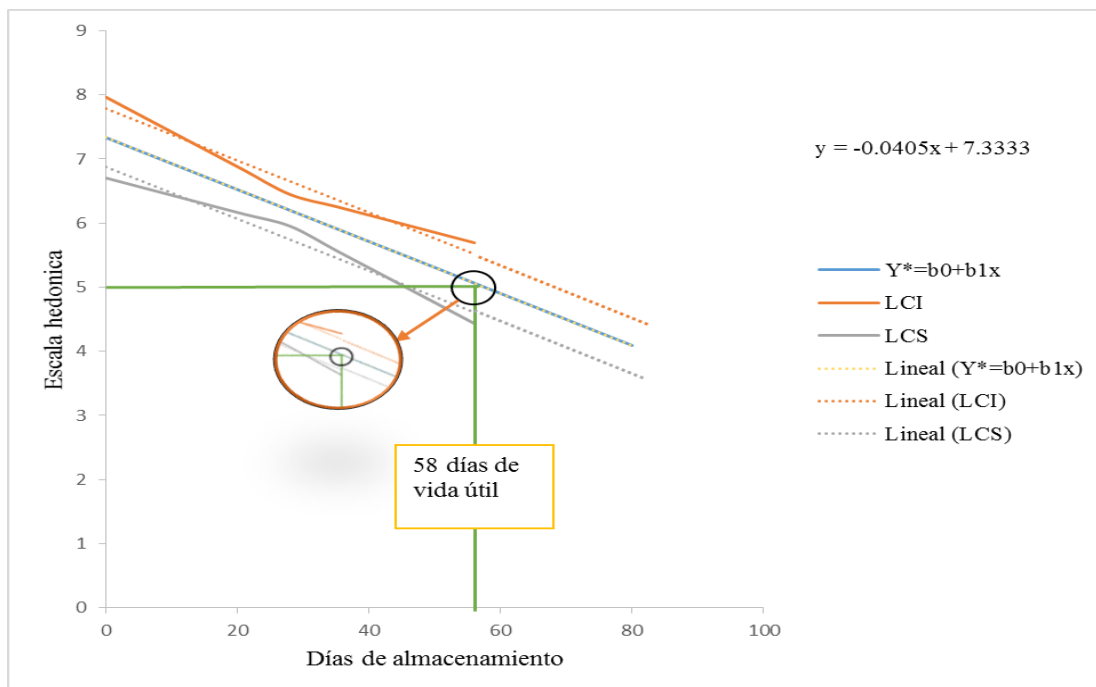
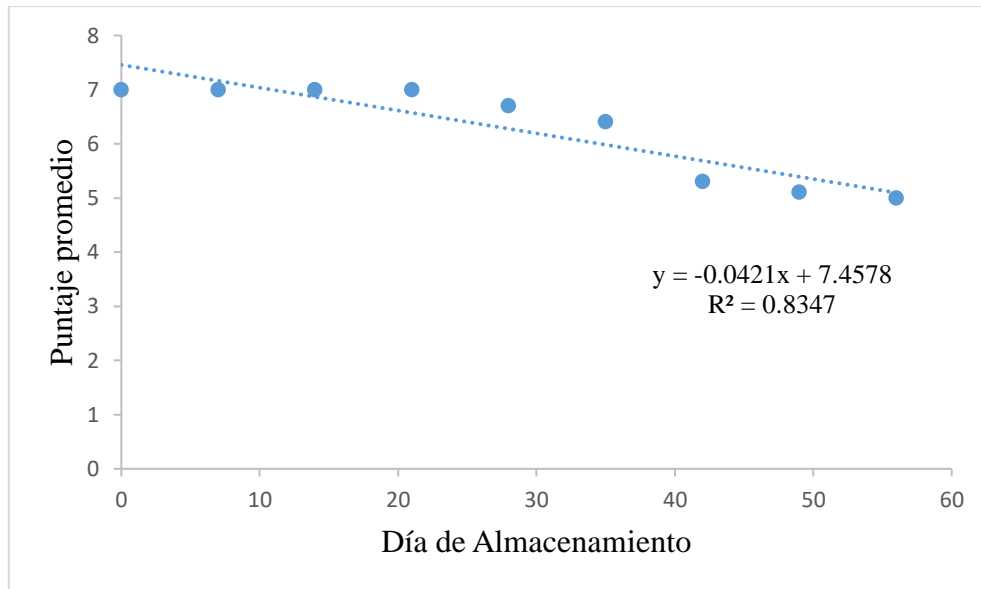


Tabla 34. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.

Número	Tiempo	Puntaje	X ²	Y ²	XY	(X-XP)	(Y-YP)	(X-XP) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
1	0	7	0	49	0	-28	0.7	784	0.52	-20.22
2	7	7	49	49	49	-21	0.7	441	0.52	-15.17
3	14	7	196	49	98	-14	0.7	196	0.52	-10.11
4	21	7	441	49	147	-7	0.7	49	0.52	-5.06
5	28	6.7	784	44.89	187.6	0	0.4	0	0.18	0.00
6	35	6.4	1225	40.96	224	7	0.1	49	0.01	0.86
7	42	5.3	1764	28.09	222.6	14	-1.0	196	0.96	-13.69
8	49	5.1	2401	26.01	249.9	21	-1.2	441	1.39	-24.73
9	56	5	3136	25	280	28	-1.3	784	1.63	-35.78
Suma	252	56.5	9996	360.95	1458.1	0	0	2940	6.26	-123.9
Prom.	28	6.28						Sxx	Syy	SXY

Una vez que se llena la tabla 34 Se realiza la gráfica puntaje vs días de almacenamiento para obtener los valor de regresión lineal: b_0 , b_1 y r^2

Ilustración 16. Tendencia de las características de calidad para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.



Ecuación de regresión lineal:

$$y = -0.0421 x + 7.4578$$

Hallar el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 35. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.

Tiempo	Puntaje	$Y^* = b_0 + b_1x$	$y - y^*$	$(y - y^*)^2$
0	7	7.4578	-0.4578	0.210
7	7	7.1631	-0.1631	0.027
14	7	6.8684	0.1316	0.017
21	7	6.5737	0.4263	0.182
28	6.7	6.279	0.421	0.177
35	6.4	5.9843	0.4157	0.173
42	5.3	5.6896	-0.3896	0.152
49	5.1	5.3949	-0.2949	0.087
56	5	5.1002	-0.1002	0.010
			Sse	1.034

Determinación de la vida útil de manera estadística:

límite de aceptabilidad =5

$$x = \frac{y - b_0}{b_1}$$

x= 58 días

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se procederá hallar los intervalos de confianza para una regresión lineal del estimado $b_1x + b_0$, con la finalidad de obtener un $(1-\alpha)$ 100% niveles de confianza de intervalos lineales

$$b_0 + b_1x \pm Sd\alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{|X - \bar{X}|}{\sqrt{S_{xx}}} \right]$$

Donde α se encuentran en la tabla 36

Tabla 36. Valores de α

n - 2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

Fuente: (Bowden & Graybill, 1966)

Determinación de los intervalos de confianza:

Tabla 37. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 15 min.

Tiempo	Puntaje	$Y^* = b_0 + b_1x$	LCI	LCS
0	7	7.4578	8.282	6.633
7	7	7.1631	7.862	6.464
14	6.8	6.8684	7.442	6.294
21	6.5	6.5737	7.022	6.125
28	5.9	6.279	6.602	5.956
35	5.7	5.9843	6.433	5.536
42	5.8	5.6896	6.264	5.116
49	4.9	5.3949	6.094	4.696
56	4.5	5.1002	5.925	4.276

Luego se realiza la gráfica Y, LCS Y LCI vs Días de almacenamiento y estas rectas se interceptan con el límite de aceptabilidad, donde la intercepción de Y vs los días de almacenamiento se proyecta hacia el eje de los días de almacenamiento para poder determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.

Ilustración 17. Determinación gráfica de tiempo de vida útil del espárrago con una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 10 min, durante 56 días de almacenamiento a 2 °C y HR = 85%

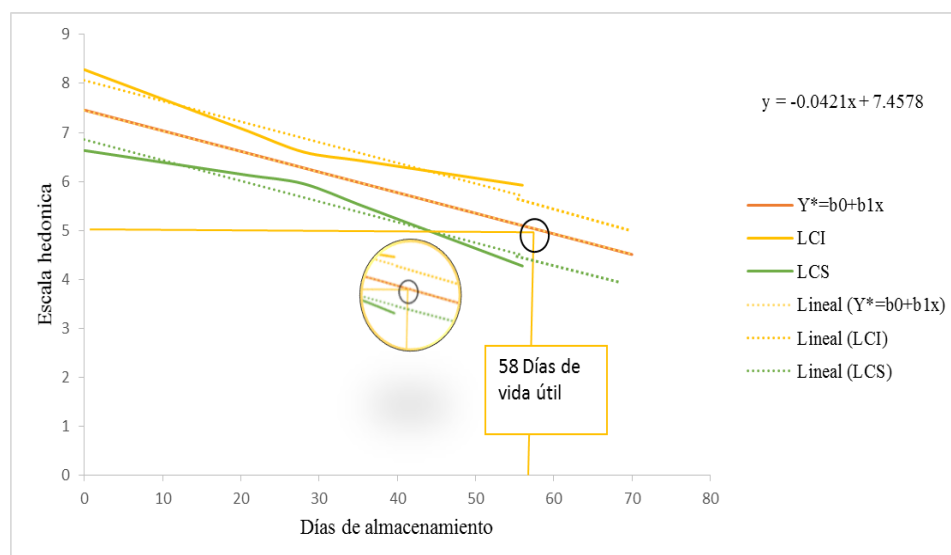
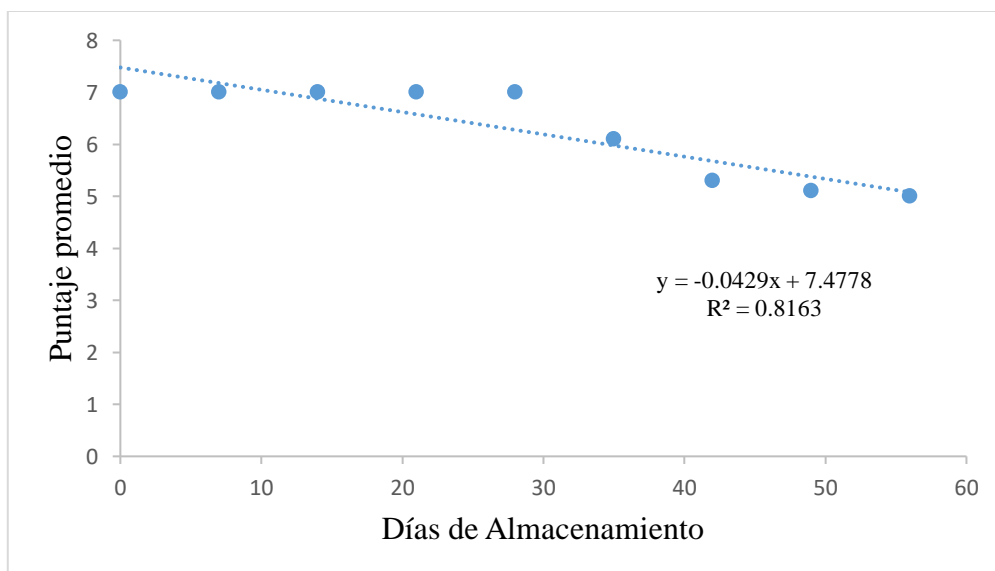


Tabla 38. Resumen de resultados para determinación de la vida útil para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min

Número	tiempo	Puntaje	X ²	Y ²	XY	(X-XP)	(Y-YP)	(X-XP) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
1	0	7	0	49	0	-28	0.7	784	0.52	-20.22
2	7	7	49	49	49	-21	0.7	441	0.52	-15.17
3	14	7	196	49	98	-14	0.7	196	0.52	-10.11
4	21	7	441	49	147	-7	0.7	49	0.52	-5.06
5	28	7	784	49	196	0	0.7	0	0.52	0.00
6	35	6.1	1225	37.21	213.5	7	-0.2	49	0.03	-1.24
7	42	5.3	1764	28.09	222.6	14	-1.0	196	0.96	-13.69
8	49	5.1	2401	26.01	249.9	21	-1.2	441	1.39	-24.73
9	56	5	3136	25	280	28	-1.3	784	1.63	-35.78
Suma	252	56.5	9996	361.31	1456	0	0	2940	6.62	-126
Prom.	28	6.28						Sxx	Syy	SXY

Una vez que se llena la tabla 38. Se realiza la gráfica puntaje vs días de almacenamiento para obtener los valor de regresión lineal: b₀, b₁ y r²

Ilustración 18. Tendencia de las características de calidad para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.



Ecuación de regresión lineal:

$$y = -0.0429 x + 7.4778$$

Hallar el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 39. Cálculo de la sumatoria de los cuadrados de errores experimentales para una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.

Tiempo	Puntaje	Y* = b0 + b1x	y - y*	(y - y*) ²
0	7	7.4778	-0.4778	0.228
7	7	7.1775	-0.1775	0.032
14	7	6.8772	0.1228	0.015
21	7	6.5769	0.4231	0.179
28	7	6.2766	0.7234	0.523
35	6.1	5.9763	0.1237	0.015
42	5.3	5.676	-0.376	0.141
49	5.1	5.3757	-0.2757	0.076
56	5	5.0754	-0.0754	0.006
Sse				1.216

$$MSe = s = \sqrt{\frac{1}{(n-2)} SSe}$$

$$MSe = s = 0.417$$

Determinación de la vida útil de manera estadística:

límite de aceptabilidad = 5

$$x = \frac{y - b_0}{b_1}$$

x = 58 días

Determinación de la vida útil de manera gráfica:

Se procederá hallar los intervalos de confianza para una regresión lineal del estimado $b_1x + b_0$, con la finalidad de obtener un $(1-\alpha)$ 100% niveles de confianza de intervalos lineales

$$b_0 + b_1x \pm Sd\alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{|X - \bar{X}|}{\sqrt{Sxx}} \right]$$

Donde α se encuentran en la tabla 40

Tabla 40. Valores de α

n - 2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

Fuente: (Bowden & Graybill, 1966)

Determinación de los intervalos de confianza:

Tabla 41. Valores de los intervalos de confianza inferior (LCI) y superior (LCS) para una []
90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min.

Tiempo	Puntaje	$Y^* = b_0 + b_1x$	LCI	LCS
0	7	7.4778	8.372	6.584
7	7	7.1775	7.936	6.419
14	6.8	6.8772	7.500	6.255
21	6.5	6.5769	7.063	6.090
28	5.9	6.2766	6.627	5.926
35	5.7	5.9763	6.463	5.490
42	5.8	5.676	6.298	5.054
49	4.9	5.3757	6.134	4.617
56	4.5	5.0754	5.969	4.181

Luego se realiza la gráfica Y, LCS Y LCI vs Días de almacenamiento y estas rectas se interceptan con el límite de aceptabilidad, donde la intercepción de Y vs los días de almacenamiento se proyecta hacia el eje de los días de almacenamiento para poder determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.

Ilustración 19. Determinación gráfica de tiempo de vida útil del espárrago con una [] 90 ppm de ácido per acético y tiempo de inmersión 20 min, durante 56 días de almacenamiento a 2 °C y HR = 85%

