

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**INFLUENCIA DE TEMPERATURA, INHIBIDOR ENZIMÁTICO Y
EMPAQUE, EN LA CALIDAD Y TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL
ESPÁRRAGO *Asparagus officinalis* MÍNIMAMENTE PROCESADO.**

Tesis previa a la obtención del título como Ingeniero (a) Agroindustrial

Autor: DAMIAN ISRAEL IBARRA MORALES

Directora: Dra. Lucía Toromoreno

Ibarra-Ecuador

2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**INFLUENCIA DE TEMPERATURA, INHIBIDOR ENZIMÁTICO Y
EMPAQUE, EN LA CALIDAD Y TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL
ESPÁRRAGO *Asparagus officinalis* MÍNIMAMENTE PROCESADO.**

Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Dra. Lucía Toromoreno

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Juan Carlos De la Vega

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Rosario Espín

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Nicolás Pinto

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA



FIRMA



FIRMA



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100401362-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ibarra Morales Damian Israel		
DIRECCIÓN:	Imbaya, Calle Manuel Gonzalo Salazar		
EMAIL:	isra_ibam@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2 611-399	TELÉFONO MÓVIL:	0980684913

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Influencia de temperatura, inhibidor enzimático y empaque, en la calidad y tiempo de vida útil del espárrago <i>Asparagus officinalis</i> mínimamente procesado.
AUTOR:	Ibarra Morales Damian Israel
FECHA:	

SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO		
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO	<input type="checkbox"/> POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial	
ASESOR / DIRECTOR:	Dra. Lucía Toromoreno	

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **DAMIAN ISRAEL IBARRA MORALES**, con cédula de identidad número **100401362-7**, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes de junio del 2016.

EL AUTOR:



Israel Ibarra Morales

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Damian Israel Ibarra Morales, con cédula de identidad Nro. 100401362-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **INFLUENCIA DE TEMPERATURA, INHIBIDOR ENZIMÁTICO Y EMPAQUE, EN LA CALIDAD Y TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL ESPÁRRAGO *Asparagus officinalis* MÍNIMAMENTE PROCESADO.**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO AGROINDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

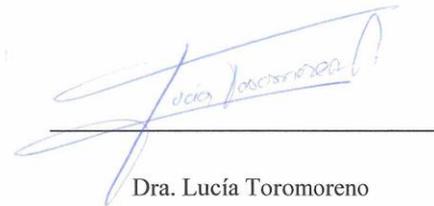
Ibarra, a los 29 días del mes de junio de 2016



Sr. Damian Israel Ibarra Morales

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Ibarra Morales Damian Israel, bajo mi supervisión.



Dra. Lucía Toromoreno

DIRECTORA DE TESIS

DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto es original, y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes de junio de 2016



Sr. Damian Israel Ibarra Morales

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida, por sus bendiciones y amor incondicional que me han llevado siempre por el camino del bien.

A mis padres, que con su apoyo incondicional y sabiduría han logrado ser parte fundamental y uno de los pilares primordiales para cumplir una de mis metas, que me han guiado en todo momento a quienes les debo todo lo que soy.

A mis hermanos, ya que gracias a sus enseñanzas y aprendizajes, nunca han permitido que me deje vencer por cualquier circunstancia.

A mis amigos y demás familiares, por ser aporte invaluable a lo largo de mi vida.

Israel Ibarra Morales

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte por abrirme las puertas, y darme la oportunidad de haber concluido con los estudios de tercer nivel.

A la F.I.C.A.Y.A. en especial a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y a sus catedráticos por su esfuerzo y dedicación, quienes con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación han fraguado nuestro espíritu y han forjado nuestra personalidad, y así conjuntamente con ellos que han aportado a mi formación han logrado que pueda culminar con éxito esta carrera.

A mi directora de tesis Dra. Lucía Toromoreno

A mis asesores: Ing. Rosario Espín, Ing. Nicolás Pinto e Ing. Juan Carlos De la Vega, que en forma desinteresada y profesional, me ayudaron y colaboraron en todo momento.

Israel Ibarra Morales

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE CUADROS	XV
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XVII
ÍNDICE DE IMÁGENES	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS	XVIII
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.4 HIPÓTESIS.....	4
1.4.1 <i>Hipótesis alternativa</i>	4
1.4.2 <i>Hipótesis nula</i>	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ESPÁRRAGO	5
2.1.1 <i>requerimientos edafoclimáticos</i>	6
2.1.1.1 Clima	6
2.1.1.2 Suelo.....	6
2.1.2 <i>Siembra</i>	7
2.1.3 <i>Cosecha</i>	7
2.1.4 <i>Clasificación taxonómica</i>	8
2.1.5 <i>Clasificación botánica</i>	8

2.1.6	<i>Generalidades</i>	9
2.1.7	<i>Producción, oferta y demanda</i>	10
2.1.8	<i>Valor nutritivo</i>	11
2.1.9	<i>Composición nutricional referencial</i>	11
2.2	ESTADO ACTUAL DE LOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS	12
2.3	CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.....	14
2.3.1	<i>Alimentos de la IV gama</i>	14
2.3.2	<i>Desinfección</i>	15
2.3.3	<i>Atmósferas controladas</i>	16
2.3.4	<i>Baño químico</i>	17
2.4	FRUTAS Y HORTALIZAS EMPACADAS CON FILMS	19
2.4.1	<i>Films</i>	19
2.4.1.1	Polietileno de baja densidad	19
2.4.1.2	Polietileno de alta densidad	20
2.5	REFRIGERACIÓN DE ALIMENTOS	20
2.6	MANEJO POSTCOSECHA DE ESPÁRRAGO.....	21
2.6.1	<i>Factores biológicos involucrados en el deterioro</i>	21
2.6.1.1	Respiración	21
2.6.1.2	Cambios de composición.....	22
2.6.1.3	Producción de etileno	24
2.6.1.4	Transpiración	24
2.6.2	<i>Factores exógenos</i>	25
2.6.2.1	Temperatura.....	25
2.6.2.2	Efectos del corte	25
2.7	PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	26
2.7.1	<i>Inhibidores del pardeamiento enzimático</i>	27
2.7.1.1	Metabisulfito de sodio	27
2.7.1.2	Ácido cítrico	27
CAPÍTULO III		28
MATERIALES Y MÉTODOS.....		28
3.1	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	28
3.1.1	<i>Ubicación del experimento</i>	28

3.1.2	<i>Ubicación de la materia prima</i>	29
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS	29
3.2.1	<i>Materia prima e insumos</i>	29
3.2.2	<i>Equipos e instrumentos</i>	30
3.3	MÉTODOS.....	31
3.3.1	<i>Método experimental para la obtención de espárrago mínimamente procesado</i>	31
3.3.1.1	Factores en estudio	31
3.3.1.2	Tratamientos	32
3.3.1.3	Diseño experimental	33
3.3.1.4	Características del experimento.....	33
3.3.1.4.1	Características de la unidad experimental	33
3.3.1.5	Análisis estadístico	34
3.3.1.5.1	Análisis funcional.....	34
3.3.1.6	Variables evaluadas	34
3.3.1.6.1	Caracterización de la materia prima	34
3.3.1.6.2	Variables evaluadas en el producto terminando	35
3.3.1.6.3	Variables evaluadas al mejor tratamiento.....	36
3.4	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	37
3.4.1	<i>Descripción del proceso para la elaboración del espárrago mínimamente procesado</i>	38
3.4.1.1	Recepción de la materia prima	38
3.4.1.2	Pre enfriado.....	38
3.4.1.3	Pesado 1	38
3.4.1.4	Seleccionado.....	39
3.4.1.5	Clasificado	39
3.4.1.6	Pesado 2.....	39
3.4.1.7	Desinfectado	40
3.4.1.8	Cortado	40
3.4.1.9	Pesado 3.....	40
3.4.1.10	Inhibición enzimática	41
3.4.1.11	Escurreido.....	41

3.4.1.12	Empaquetado	42
3.4.1.13	Almacenado en refrigeración.....	42
3.5	MÉTODOS DE EVALUACIÓN PARA LAS VARIABLES EVALUADAS	43
3.5.1	<i>Peso</i>	43
3.5.2	<i>Sólidos totales</i>	43
3.5.3	<i>Acidez</i>	43
3.5.4	<i>pH</i>	43
3.5.5	<i>Cenizas</i>	44
3.5.6	<i>Azúcares reductores</i>	44
3.5.7	<i>Firmeza</i>	44
3.5.8	<i>Color</i>	45
3.5.9	<i>Fibra</i>	45
3.5.10	<i>Vitamina c</i>	46
3.5.11	<i>Análisis microbiológico</i>	46
CAPÍTULO IV		47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		47
4.1	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	47
4.2	PROCESO MÍNIMO.....	49
4.2.1	<i>Peso</i>	49
4.2.1.1	Peso a los 7 días de almacenamiento.....	49
4.2.1.2	Peso a los 14 días de almacenamiento.....	50
4.2.1.3	Peso a los 21 días de almacenamiento.....	51
4.2.2	<i>Sólidos totales</i>	53
4.2.2.1	Sólidos totales a los 7 días de almacenamiento.....	53
4.2.2.2	Sólidos totales a los 14 días de almacenamiento.....	55
4.2.2.3	Sólidos totales a los 21 días de almacenamiento.....	59
4.2.3	<i>pH</i>	62
4.2.3.1	pH a los 7 días de almacenamiento	62
4.2.3.2	pH a los 14 días de almacenamiento	66
4.2.3.3	pH a los 21 días de almacenamiento	70
4.2.4	<i>Acidez</i>	74
4.2.4.1	Acidez a los 7 días de almacenamiento	74

4.2.4.2	Acidez a los 14 días de almacenamiento	77
4.2.4.3	Acidez a los 21 días de almacenamiento	79
4.2.5	<i>Firmeza</i>	83
4.2.5.1	Firmeza a los 7 días de almacenamiento	83
4.2.5.2	Firmeza a los 14 días de almacenamiento	86
4.2.5.3	Firmeza a los 21 días de almacenamiento	89
4.2.6	<i>Color</i>	93
4.2.6.1	Color a los 7 días de almacenamiento	94
4.2.6.2	Color a los 14 días de almacenamiento	94
4.2.6.3	Color a los 21 días de almacenamiento	95
4.2.7	<i>Cenizas</i>	97
4.2.7.1	Cenizas a los 21 días de almacenamiento.....	97
4.2.8	<i>Azúcares reductores</i>	99
4.2.8.1	Azúcares reductores a los 21 días de almacenamiento.....	99
4.3	CURVAS DE DEGRADACIÓN DE FIBRA Y VITAMINA C	102
4.3.1	<i>Degradación de fibra</i>	102
4.3.2	<i>Degradación de vitamina c</i>	108
4.4	TIEMPO DE VIDA ÚTIL	115
4.5	BALANCE DE MATERIALES	117
CAPÍTULO V		119
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		119
5.1	CONCLUSIONES	119
5.2	RECOMENDACIONES	120
CAPÍTULO VI.....		122
BIBLIOGRAFÍA		122
CAPÍTULO VII.....		128
ANEXOS		128
7.1	TABLA DE DATOS	128
7.2	NORMAS DE CALIDAD	137
7.3	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	167

7.4 MÉTODOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	173
---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación taxonómica del espárrago.....	8
Figura 2. Clasificación botánica del espárrago.....	8
Figura 3. Composición nutricional	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización del lugar	28
Tabla 2. Caracterización del lugar de recolección.....	29
Tabla 3. Materia prima e insumos	29
Tabla 4. Temperaturas de almacenamiento	31
Tabla 5. Tipos de inhibidores enzimáticos	32
Tabla 6. Tipos de empaque.....	32
Tabla 7. Combinación factorial	32
Tabla 8. Esquema del análisis de varianza	34
Tabla 9. Variables evaluadas en la materia prima	35
Tabla 10. Variables evaluadas en el producto terminado	35
Tabla 11. Variables evaluadas al mejor tratamiento.....	36
Tabla 12. Análisis microbiológico	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Caracterización de la materia prima	47
Cuadro 2. Contenido nutricional de referencia.....	48
Cuadro 3. Análisis de varianza (peso)	49
Cuadro 4. Análisis de varianza (peso)	50
Cuadro 5. Análisis de varianza (peso)	51
Cuadro 6. Análisis de varianza (sólidos totales).....	53
Cuadro 7. Prueba de Tukey para tratamientos (sólidos totales)	54
Cuadro 8. Prueba de DMS para el Factor A (sólidos totales).....	54
Cuadro 9. Análisis de varianza (sólidos totales).....	55
Cuadro 10. Prueba de Tukey para tratamientos (sólidos totales)	56
Cuadro 11. Análisis de varianza (sólidos totales)	59
Cuadro 12. Análisis de varianza (pH)	62
Cuadro 13. Prueba de Tukey para tratamientos (pH)	63
Cuadro 14. Prueba de DMS para el factor B (inhibidor enzimático)	63
Cuadro 15. Prueba de DMS para el Factor C (empaque)	64
Cuadro 16. Análisis de varianza (pH)	66
Cuadro 17. Prueba de Tukey para tratamientos (pH)	67
Cuadro 18. Prueba de DMS para el Factor A	68
Cuadro 19. Prueba de DMS para el Factor B	68
Cuadro 20. Análisis de varianza (pH)	70
Cuadro 21. Prueba de Tukey para tratamientos (pH)	71
Cuadro 22. Prueba de DMS para el Factor A	71
Cuadro 23. Prueba de DMS para el Factor C	72
Cuadro 24. Análisis de varianza (acidez)	74

Cuadro 25. Prueba de Tukey para tratamientos (acidez).....	75
Cuadro 26. Prueba de DMS para el Factor A (temperatura)	75
Cuadro 27. Prueba de DMS para el Factor C (empaque)	76
Cuadro 28. Análisis de varianza (acidez)	77
Cuadro 29. Prueba de Tukey para tratamientos (acidez).....	78
Cuadro 30. Prueba de DMS para el Factor A	78
Cuadro 31. Prueba de DMS para el Factor B	79
Cuadro 32. Análisis de varianza (acidez)	79
Cuadro 33. Prueba de Tukey para tratamientos (acidez).....	80
Cuadro 34. Prueba de DMS para el Factor A	81
Cuadro 35. Análisis de varianza (firmeza)	83
Cuadro 36. Prueba de Tukey para tratamientos.....	84
Cuadro 37. Prueba de DMS para el Factor A	85
Cuadro 38. Análisis de varianza (firmeza)	86
Cuadro 39. Prueba de Tukey para tratamientos.....	87
Cuadro 40. Prueba de DMS para el Factor A	87
Cuadro 41. Análisis de varianza (firmeza)	89
Cuadro 42. Prueba de Tukey para tratamientos (firmeza).....	90
Cuadro 43. Prueba de DMS para el Factor A	91
Cuadro 44. Color al día 7	94
Cuadro 45. Color al día 14	94
Cuadro 46. Color al día 21	95
Cuadro 47. Análisis de varianza (cenizas)	97
Cuadro 48. Análisis de varianza (azúcares reductores).....	99
Cuadro 49. Prueba de DMS para el Factor C	100

Cuadro 50. Tiempo de vida útil	115
Cuadro 51. Costos	118

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Proceso para la conservación del espárrago	37
Ilustración 2. Escala de color espárrago mínimamente procesado	93
Ilustración 3. Color N144C	94
Ilustración 4. Color N144C Ilustración 5. Color N144B Ilustración 6. Color 144B... ..	95
Ilustración 7. Color 144B Ilustración 8. Color 151B.....	96
Ilustración 9. Balance de materiales	117

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Turión de espárrago	5
Imagen 2. Recepción	38
Imagen 3. Pesado 1	38
Imagen 4. Seleccionado	39
Imagen 5. Clasificado	39
Imagen 6. Desinfectado	40
Imagen 7. Cortado	40
Imagen 8. Pesado 3.....	41
Imagen 9. Inhibición enzimática	41
Imagen 10. Ecurrido.....	41
Imagen 11. Empaquetado	42
Imagen 12. Almacenado	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Peso (gramos) al día 7.....	128
Anexo 2. Peso (gramos) al día 14.....	128
Anexo 3. Peso (gramos) al día 21.....	129
Anexo 4. Sólidos totales (porcentaje) al día 7.....	129
Anexo 5. Sólidos totales (porcentaje) al día 14.....	129
Anexo 6. Sólidos totales (porcentaje) al día 21.....	130
Anexo 7. pH al día 7.....	130
Anexo 8. pH al día 14.....	130
Anexo 9. pH al día 21.....	131
Anexo 10. Acidez (miligramos de ácido málico) al día 7.....	131
Anexo 11. Acidez (miligramos de ácido málico) al día 14.....	131
Anexo 12. Acidez (miligramos de ácido málico) al día 21.....	132
Anexo 13. Firmeza (libras fuerza) al día 7.....	132
Anexo 14. Firmeza (libras fuerza) al día 14.....	132
Anexo 15. Firmeza (libras fuerza) al día 21.....	133
Anexo 16. Cenizas (porcentaje) al día 21.....	133
Anexo 17. Azúcares reductores (porcentaje) al día 21.....	133
Anexo 18. Fibra (porcentaje) al día 7.....	134
Anexo 19. Fibra (porcentaje) al día 14.....	134
Anexo 20. Fibra (porcentaje) al día 21.....	134
Anexo 21. Vitamina C (miligramos) al día 7.....	135
Anexo 22. Vitamina C (miligramos) al día 14.....	135
Anexo 23. Vitamina C (miligramos) al día 21.....	136
Anexo 24. Requisitos de aprovisionamiento y almacenaje.....	137

Anexo 25. Norma del Codex para el espárrago	144
Anexo 26. Hortalizas frescas, espárragos, requisitos	153
Anexo 27. Norma requisitos microbiológicos	161
Anexo 28. Sólidos totales	173
Anexo 29. pH.....	174
Anexo 30. Acidez	176
Anexo 31. Vitamina C	178
Anexo 32. Cenizas.....	180
Anexo 33. Azúcares reductores	181
Anexo 34. Mohos y Levaduras.....	183
Anexo 35. Mesófilos, Coliformes, E. coli	185
Anexo 36. Salmonella	187

RESUMEN

La investigación se la realizó en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuaria y Ambientales, ubicados en la ciudad de Ibarra. El objetivo de la investigación fue: procesar espárrago *Asparagus officinalis* como alimento de cuarta gama o mínimamente procesado, tomando en cuenta tres factores de estudio como son: temperatura de almacenamiento (3 y 8) °C, tipo de inhibidor enzimático (metabisulfito de sodio y ácido cítrico), tipo de empaque (polietileno de baja densidad y polietileno de alta densidad). Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) con arreglo factorial A x B x C, con 8 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 24 unidades experimentales de 100 g cada una. Como análisis funcional se empleó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS al 5% para factores.

Las variables físicas evaluadas fueron: peso, sólidos totales, pH, firmeza y color. Las variables químicas evaluadas fueron: cenizas, azúcares reductores, fibra y vitamina C.

Una vez realizados los respectivos ensayos, se logró obtener un alimento de cuarta gama con calidad nutricional y microbiológicamente apto para el consumo, obteniéndose como mejor tratamiento a T7 (con una temperatura de almacenamiento de 8 °C + ácido cítrico como inhibidor enzimático + empaque de polietileno de baja densidad), con un tiempo de vida útil estimado de 21 días después de su elaboración.

De esta manera, se aceptó la hipótesis alternativa, la temperatura de almacenamiento, el tipo de inhibidor enzimático y el tipo de empaque, influyen significativamente en la calidad y el tiempo de vida útil del espárrago mínimamente procesado.

SUMMARY

The research was conducted in the laboratories of the School of Agro-industrial Engineering, Faculty of Engineering in Agricultural and Environmental Sciences; located in Ibarra- Ecuador. The research aimed to process asparagus (*Asparagus officinalis*) as a fourth range food or a minimally processed one. Three study factors were taken into research consideration: i) Storage temperature at (3 and 8) °C; ii) Enzyme inhibitor types: sodium metabisulfite and citric acid; And iii) Type of packaging: LDPE and HDPE.

The research design applied was completely randomized (CRD), with a factorial arrangement of “A x B x C”, it included 8 treatments and 3 repetitions completing 24 experimental units of 100 g each. The functional analysis consisted of a Tukey’s test, used at 5% for treatments DMS factors.

Two types of variables were included: Physical variables such as: weight, total solids, pH, firmness and colour. And chemical variables such as: ash, reducing sugars, fiber and vitamin C.

Once the variables were tested, it was possible to obtain a fourth range food with high nutritional quality and microbiologically suitable for consumption. T7 was the best treatment among the trials (T7= storage temperature at 8 °C + citric acid as enzyme inhibitor + LDPE packaging). As the final outcome, product lifetime for T7 reached 21 days after elaboration date.

In this way, accepted the alternative hypothesis, the storage temperature, the type of enzyme inhibitor and the type of packaging, they significantly influence the quality and lifetime of minimally processed asparagus.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

En los últimos años se ha dado gran importancia al consumo de vegetales y hortalizas, por su bajo aporte calórico, alto contenido de fibra, vitaminas y minerales; sin embargo se desconoce o no se le da importancia a los alimentos con gran valor nutritivo como es el espárrago, que posee un alto contenido de vitaminas (A, B1, B2, C) y minerales (fósforo, potasio, calcio).

Su corto tiempo de vida útil que inicia inmediatamente después de ser cosechado, hace que este producto no pueda ser almacenado por largos períodos de tiempo;

debido a su alta tasa de respiración, éste vegetal se deteriora rápidamente, haciendo que pierda sus propiedades organolépticas y nutricionales.

En la práctica actual para la comercialización del espárrago que se da sobre todo en supermercados; la presentación es en atado y la conservación en refrigeración sin ningún tipo de envase.

En las condiciones antes mencionadas, el producto tiene una vida útil de aproximadamente dos semanas, posterior a las cuales muestra factores físicos de deterioro como la deshidratación y cambios de textura en general, aspectos que determinan la no aceptabilidad del consumidor y por ende las pérdidas económicas derivadas del corto tiempo de vida en anaquel.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En el mundo entre el 30% y 50% de los alimentos, nunca llegan a ser consumidos; en los países en desarrollo en donde existe una gran deficiencia en la infraestructura de mercadeo, las pérdidas de postcosecha de productos frescos varían entre 25 a 50% de la producción (Kader A. A., 2011).

En los últimos diez años se han logrado reducciones en las pérdidas postcosecha de granos, pero las pérdidas de frutas y hortalizas frescas escasamente se han reducido.

En los últimos años se ha dado importancia al consumo de espárrago debido a su gran aporte nutricional, además de ser bajo en calorías e hidratos de carbono, contiene una fuente importante de vitaminas; así como también en aporte mineral con cantidades considerables de hierro, zinc y fósforo, sin descartar sus propiedades antioxidantes y anticancerígenas.

Esta investigación está enfocada al manejo de temperaturas de almacenamiento, inhibidores enzimáticos y empaques como una forma de prolongar la vida útil y conservar la calidad del espárrago, manteniendo el contenido nutricional tras la cosecha y evitar pérdidas económicas en su comercialización.

La elaboración de productos mínimamente procesados o de IV GAMA, es un mercado que se ha desarrollado en los últimos años; estas técnicas están destinadas a satisfacer las necesidades de los consumidores, ya que éstos necesitan productos innovadores, de consumo rápido y que aporten a la nutrición humana, producidos bajo parámetros de calidad.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar la influencia de temperatura, inhibidor enzimático y empaque, en la calidad y tiempo de vida útil del espárrago *Asparagus officinalis* mínimamente procesado.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características físico-químicas de la materia prima.
- Evaluar la temperatura, inhibidor enzimático y empaque para la obtención del proceso mínimo.
- Evaluar las curvas de degradación tanto de vitamina C como de fibra.
- Determinar el tiempo de vida útil en el procesamiento mínimo del espárrago.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA

- **Hi:** La temperatura de almacenamiento, el tipo de inhibidor enzimático, y el tipo de empaque influyen significativamente en la calidad y el tiempo de vida útil del espárrago mínimamente procesado.

1.4.2 HIPÓTESIS NULA

- **Ho:** La temperatura de almacenamiento, el tipo de inhibidor enzimático, y el tipo de empaque no influyen significativamente en la calidad y el tiempo de vida útil del espárrago mínimamente procesado.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 ESPÁRRAGO

Los Espárragos (*Asparagus officinalis*) son miembros de la familia de las Liliaceae, se cree que son originarios del este del Mediterráneo en las montañas del Cáucaso. Es una planta monocotiledónea perenne de la cual se cultivan sus tallos comestibles llamados turiones. Los turiones son consumidos como un vegetal de temporada y estos son muy apreciados por su delicioso sabor, contenido energético bajo y calidad nutricional (Preedy 2014).



Imagen 1. Turión de espárrago

2.1.1 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Alvarado y Castillo (2012), mencionan lo siguiente:

2.1.1.1 Clima

- **Temperatura:** La temperatura de la atmósfera para el crecimiento de turiones está comprendida entre 11 y 13 °C de media mensual. El óptimo de desarrollo vegetativo está comprendido entre 18 y 25 °C. Por debajo de 15 °C por el día y 10 °C por la noche paraliza su desarrollo; por encima de 40 °C encuentra dificultades para desarrollarse
- **Humedad:** La humedad relativa óptima para el crecimiento de turiones está comprendida entre el 60 y 70%. Si el cultivo es al aire libre, el efecto del viento puede tener una especial incidencia al final del desarrollo de los plumeros, pues pueden llegar a “encamarlos”, no habiéndose comprobado pernicioso este efecto en el cultivo. En zonas con vientos dominantes en una dirección fija, se realizarán las hileras de cultivo en esa dirección.

2.1.1.2 Suelo

La textura debe ser franca, con inclinación a franco arenosa o limosa; también admite la franco arcillosa, aunque no le convienen los suelos arcillosos. Para el mejor aprovechamiento comercial de sus turiones, el suelo no debe ser pedregoso para evitar que, durante el crecimiento del turión bajo tierra, se deteriore por roces u obstáculos con las piedras.

El pH óptimo está comprendido entre 7,5 y 8, aunque admite suelos de pH 6,5. Tiene gran resistencia a la salinidad del suelo y del agua de riego; siendo uno de los cultivos de huerta que presenta más resistencia a la salinidad, y además, tolera una elevada conductividad eléctrica.

2.1.2 SIEMBRA

Alvarado y Castillo (2012), mencionan sobre la siembra lo siguiente:

- Los surcos y zanjas irán espaciados entre sí a 1.5 metros.
- La profundidad y ancho de los surcos deberá ser de 20 a 25 cm.
- La densidad de la plantación oscila entre 25.000 y 30.000 plantas/hectarea.

El transplante se lo puede realizar por medio de plantin o garra, dependiendo de las necesidades del productor; el plantin se lo realiza en centros de germinación de semillas y se los puede transplantar transcurrido 3 meses de la siembra; las garras son obtenidas de los semilleros realizados en los propios terrenos, y se los puede transplantar al cabo de 8 meses.

2.1.3 COSECHA

La primera cosecha se la lleva a cabo al primer año del transplante y es recomendable hacerlo durante un período de 15 a 20 días como máximo; transcurrida la primera recolección, la cosecha se la puede realizar a intervalos de 4 meses (Loayza, 2006).

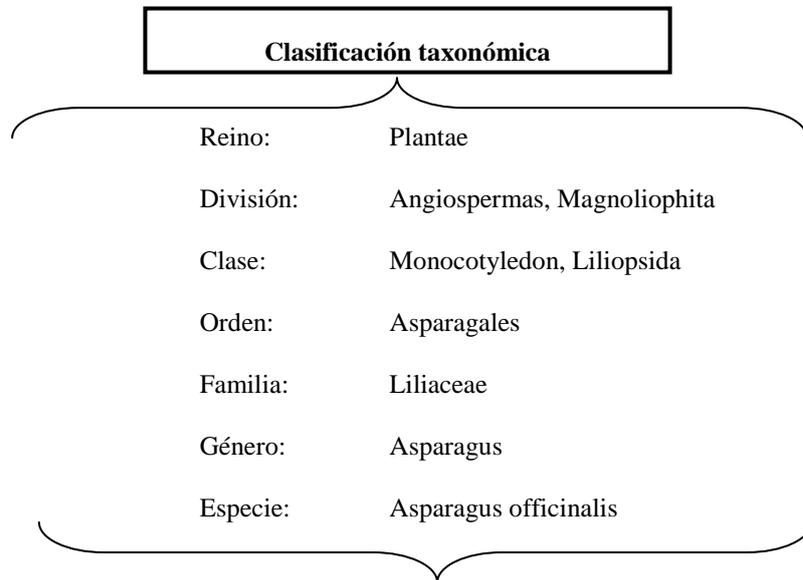
El período de cosecha puede durar 35 días, y es un indicativo del momento de terminar, cuando los espárragos salen muy debiles (menos de 1 cm. de grosor). Al observar que los turiones empiezan a disminuir su tamaño y grosor, se debe dejar de cosechar y permitir a la planta desarrollar su follaje que es la fuente de acumulación de reservas para la siguiente temporada (Alvarado y Castillo, 2012).

La recolección de los turiones debe hacerse temprano en la mañana o al atardecer, para evitar las altas temperaturas que influyen notoriamente en la pérdida de calidad; la cosecha se hace con una especie de cuchillo diseñado para tal fin; la longitud comercial para hacer el corte del turión es de 25 cm.

La producción media de espárrago por hectarea es de 75 kg.

2.1.4 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

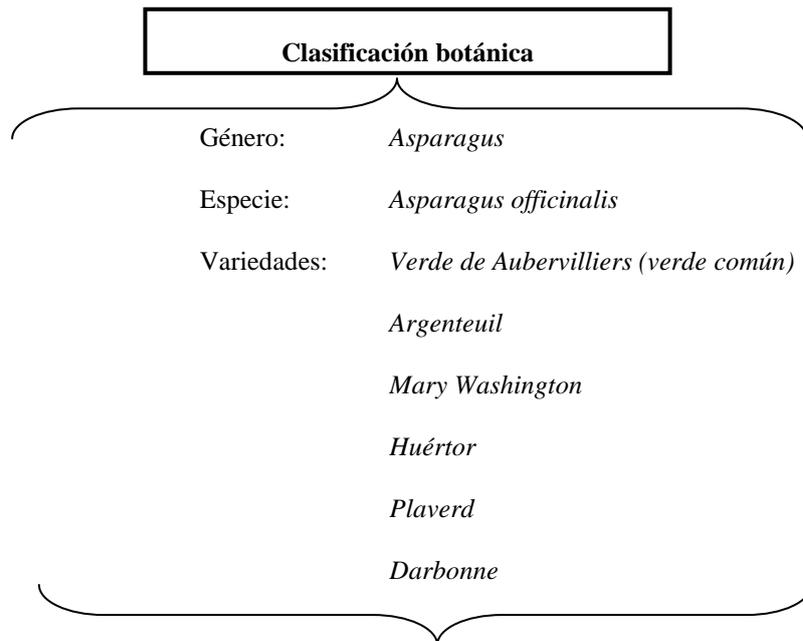
Figura 1. Clasificación taxonómica del espárrago



Fuente. Alvarado & Castillo (2012)

2.1.5 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Figura 2. Clasificación botánica del espárrago



Fuente. Alvarado & Castillo (2012)

2.1.6 GENERALIDADES

Según Welbaum (2015), el espárrago es cultivado en 60 países alrededor del mundo, en climas que van desde temperaturas frescas hasta tropicales. De acuerdo con la FAO, se estima que 1.29 millones de hectáreas de espárrago son cultivadas a nivel mundial, un total de unos 7.8 millones de toneladas métricas. China es el mayor productor de espárrago con 6.9 millones de toneladas métricas, seguido por Perú con 335.000 toneladas métricas.

Gran parte de la producción de espárragos es sometida a procedimientos de limpieza, corte y empaquetado para su consumo y comercialización. Los turiones poseen una alta tasa de respiración, es decir, que las altas temperaturas acortan su tiempo de vida y la exposición al etileno acelera su senescencia. Para evitar un aumento en el contenido de fibra y pérdidas de azúcares, los espárragos recién cosechados deben ser enfriados inmediatamente a una temperatura de 2 °C, manteniéndolos con un humedad relativa de 95% (Loayza, 2006).

Además, en su investigación Preedy (2014), señala que los espárragos se encuentran disponibles en los supermercados como producto fresco, congelado y enlatado. Varios pasos comprenden el procesamiento del producto, estos son: la limpieza de los turiones en fresco, lavado, cortado para la separación de la porción comestible y escaldado, con lo cual disminuye la acción enzimática.

Los espárragos están clasificados en dos grupos principales: espárragos verdes y espárragos blancos, la única diferencia está en cómo son cultivados. Los turiones permanecen de color blanco durante su crecimiento bajo la tierra y estando apartados de la luz del sol, pero cuando éstos brotan del suelo y reciben directamente la luz del sol, obtienen un color verde gracias a la función de la clorofila.

2.1.7 PRODUCCIÓN, OFERTA Y DEMANDA

Según, FAO (2010), la producción de espárrago en Ecuador ha tenido un aumento del 8% en el período 2000 a 2008 y se estima que en el futuro la oferta nacional seguirá en aumento, gracias a la gran aceptación que ha tenido en mercados europeos que optan por productos agrícolas naturales y de alto nivel nutricional.

En el año 2008, se registraron aproximadamente 415 hectáreas sembradas de espárrago en Ecuador; de las cuales se encuentra concentrada mayormente en la provincia de Pichincha con el 27% (157 hectáreas), seguido por Imbabura con el 24% (105 hectáreas), en tercer lugar Azuay con el 17% (68 hectáreas) y las 128 hectáreas restantes están distribuidas en las siguientes provincias: Cotopaxi el 9%, Guayas el 7%, Cañar el 6%, Loja el 6% y Tungurahua el 4% (CORPEI, 2009).

El espárrago en Ecuador está destinado principalmente a la exportación, por esta razón solo el 10% de la producción local se comercializa dentro del país, es decir, 117.5 tm por año, provenientes de unas 30 hectáreas de cultivo. Los principales compradores del producto en fresco son las cadenas de supermercados, restaurantes y hoteles de alta categoría.

Según, Borja y Palma (2011), los principales mercados de las exportaciones ecuatorianas de espárragos han sido: Estados Unidos (73.5%), seguido de España (18.5%), en tercer lugar Venezuela (6.6%) y finalmente Australia (1.4%). Desde el 2007 se empezó a exportar el producto a España con un crecimiento importante del 75% desde ese año al 2009.

2.1.8 VALOR NUTRITIVO

Loayza (2006), menciona que el espárrago contiene 93% de agua y aporta unas 20 calorías por cada 100 gramos. Es muy saludable por sus propiedades diuréticas conferidas por la asparragina y por su alto contenido en potasio, fósforo, calcio y vitaminas A, B1, B2, C y E, sin embargo, no se aconseja su consumo a personas con ácido úrico o problemas renales.

Tradicionalmente, los espárragos eran usados como: diuréticos, laxantes, antitúxicos, además, de brindar una actividad antitumoral y antioxidante. Al mismo tiempo de poseer una alta calidad nutricional, son valiosos por sus compuestos bioactivos entre los cuales están: fenoles, saponinas, minerales y vitaminas.

2.1.9 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL REFERENCIAL

De acuerdo con Preedy (2014), la composición nutricional de los espárragos puede variar acorde a varios factores, como son: cultivo, variedad, origen, métodos de extracción, almacenamiento, empaquetado y otros protocolos de postcosecha. Ciertamente el manejo, procesamiento y los métodos usados de preservación, pueden afectar el contenido fitoquímico, causando modificaciones irreversibles.

Nutritivamente, el espárrago es uno de los alimentos que menos calorías aporta al momento de consumirlo, debido a la baja cantidad de hidratos de carbono que posee y ausencia de grasas. Contiene abundante agua, apenas contiene proteínas, y es rico en vitaminas como: C, A, tiamina, riboflavina, y minerales.

Figura 3. Composición nutricional

Composición nutricional	
Agua: 93.75-94.5%	Vitamina B2:170mg
Albumina: 1.62-1.79%	Vitamina C: 30mg
Grasas: 0.11-0.25%	Extractos no nitrogenados: 2.26-2.33%
Azúcares: 37%	Valor energético: 26cal
Fibra: 0.81-1.02%	Cenizas: 0.54-0.70%
Calcio: 20mg	Fósforo: 60mg
Vitamina B1: 25mg	

Fuente. Alvarado & Castillo (2012)

2.2 ESTADO ACTUAL DE LOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS

En el año 2013, Escobar menciona que en la actualidad los seres humanos se están preocupando cada vez más por el consumo de alimentos sanos y saludables que permitan mejorar de esta forma su bienestar. Las frutas y hortalizas son reconocidas por los beneficios que brindan al ser consumidas. La OMS (organización mundial de la salud) recomienda consumir una ración de al menos 400g de frutas y hortalizas al día.

En España, el consumo de alimentos mínimamente procesados ha ido en aumento en las últimas décadas, y se espera que siga creciendo durante los próximos años, esto debido a tendencias socio demográficas como: envejecimiento medio de la población, mayor ocupación laboral de la mujer, aumento del nivel de renta, entre otros.

En Latinoamérica, se producen grandes cantidades de frutas y hortalizas, pero no se le ha dado gran importancia a su industrialización como alimentos mínimamente procesados. Esto se debe a la cultura latinoamericana y al no conocimiento de la población por este tipo de productos, además, del bajo poder adquisitivo en comparación con Norteamérica y los países Europeos.

De acuerdo a Sun (2014), las frutas y vegetales mínimamente procesados son fuentes de una amplia gama de micronutrientes vitales (antocianinas y otros compuestos fenólicos) y fibra que son de gran importancia desde el punto de vista de la nutrición humana. A pesar de los beneficios derivados de comer frutas y verduras crudas, la seguridad sigue siendo un tema de preocupación. En la Unión Europea, en 2009 y 2010 respectivamente, 4.4% y 10% de los brotes verificados transmitidos por los alimentos estaban vinculados al consumo de vegetales, frutas y sus productos derivados.

Seguridad alimentaria, comodidad y funcionalidad a los consumidores, es uno de los principales atributos de un vegetal mínimamente procesado, definiéndose como tal a los que han pasado por diferentes procedimientos netamente naturales hasta ser empacados en películas poliméricas y mantenidos bajo refrigeración, creando así una atmosfera modificada adecuada para su mantenimiento.

La investigación de Rico, Martín, Barry, Fías, Henehan y Baratet (2007), indican que las ventas de frutas y hortalizas listas para consumir han crecido rápidamente en los últimos años como resultado del cambio de actitud de las personas al preferir alimentos saludables, este crecimiento se debe en parte a que existen cambios poblacionales a nivel mundial que han propiciado nuevas tendencias alimenticias, tanto para consumidores como para la industria alimentaria, además, cabe destacar que en América Latina existe un notable incremento en la urbanización de las ciudades, lo cual ha conllevado a que las personas tengan menos tiempo para preparar los alimentos dentro de sus hogares y por consiguiente vean necesario disponer de alimentos listos para el consumo (vegetales IV gama).

En los supermercados e hipermercados es más alta la presencia de frutas y hortalizas mínimamente procesadas, en varias presentaciones como: mezclas de vainita, coliflor, brócoli, zanahoria para preparación de platos y sopas; mezclas de lechuga, cebolla, pimiento como base para ensaladas; verduras, frutas peladas y troceadas. En países como Argentina y Panamá, se le está dando mayor importancia a este tipo de productos, mientras que en otros países como: Perú, Bolivia, Paraguay y Ecuador son mínimas las cantidades destinadas al procesamiento en fresco.

2.3 CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

2.3.1 ALIMENTOS DE LA IV GAMA

Artés, Gómez, Aguayo, Escalona y Artés (2010), indican que las frutas y hortalizas mínimamente procesadas poseen la particularidad de que su calidad es similar a la de los productos recién cosechados. Por definición se trata de productos modificados físicamente para obtener productos listos para el consumo pero permaneciendo en su estado natural, es decir, que los tratamientos son poco intensos por lo cual no se alteran sus características intrínsecas.

Entre los alimentos de IV gama se encuentran las frutas y hortalizas que han sido sometidas a procedimientos de limpieza, desinfección, pelado, cortado, rebanado y mantenidas bajo condiciones de almacenamiento en refrigeración. Un alimento de IV gama de calidad, con buena aceptabilidad, debe presentar un color, olor, sabor y textura aparentemente como si estuviera fresco, con características microbiológicas adecuadas y tiempo de vida útil relativamente largo que le permitan soportar una cadena de distribución.

Hernández, Cardozo, Florez, y Cordoba (2013), mencionan que las hortalizas son productos altamente perecederos; comúnmente hasta un 23% de las hortalizas más perecederas se pierden debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, pérdida de agua, daño mecánico durante la cosecha, envasado y transporte, o a las inadecuadas condiciones de traslado. Estas pérdidas ascienden a más del 50% en las regiones tropicales y subtropicales.

El porcentaje de pérdidas también aumenta en el período de almacenamiento, en las elaboraciones de platos en negocios de comida y preparaciones en el hogar. Para reducir estas pérdidas, es necesario un rediseño dentro de toda la cadena de procesamiento, para conseguir un producto con excelentes propiedades de almacenamiento.

Además, Hernández et al. (2013), determinó que los principales cambios en la composición química y física que sufren los productos en fresco desde el momento que son procesados hasta el momento de ser almacenados se incluyen a: la pérdida de sólidos totales, carbohidratos, ácidos, proteínas, aminoácidos, vitaminas, deterioro de la textura, deshidratación y oscurecimiento enzimático. Muchos de estos cambios se inician por la deshidratación de los tejidos y por último a la muerte celular. Azúcares, ácidos orgánicos, lípidos y otros sustratos son utilizados por los tejidos como fuente primaria de energía química. En cuanto al contenido de ácidos orgánicos generalmente son mínimos, mientras que en las vitaminas C y A, así como riboflavina y tiamina se ha observado una disminución en su contenido durante su vida en estante, atribuyéndose este fenómeno a la temperatura de almacenamiento.

Para certificar la calidad de los productos y una buena seguridad alimentaria al consumidor, es necesario llevar a cabo estudios microbiológicos durante el período de almacenamiento. Los análisis microbiológicos a realizarse difieren de acuerdo al tipo de producto elaborado, entre los principales microorganismos que intervienen en la contaminación y descomposición de vegetales listos para su consumo están: levaduras, mohos, coliformes, E. coli, bacterias ácido lácticas y en menor frecuencia *Listeria monocitógenes*.

2.3.2 DESINFECCIÓN

En su investigación Escobar (2013), señala que la contaminación superficial de frutas y hortalizas varía en número y tipo, dependiendo del producto y del manejo, previo y posterior a la cosecha que dicho producto haya recibido. Una gran parte de esta contaminación se encuentra asociada a partículas de tierra u otro tipo de suciedad adherida al material vegetal, siendo la remoción del material relativamente sencilla. Sin embargo existe flora asociada cuya remoción es difícil ya que se encuentran formando biopelículas superficiales ocupando lugares poco accesibles como aberturas naturales o heridas.

Existen varios métodos de desinfección utilizados para eliminar o disminuir las cargas microbiológicas en vegetales. Entre las metodologías utilizadas están los procesos físicos y químicos, dentro de los procesos físicos están: tratamientos térmicos, eliminación mecánica (limpieza), radiación; dentro de los procesos químicos tenemos el uso de agentes químicos clorados, aldehídos, que por lo general se los preparan en soluciones acuosas y también desinfectantes gaseosos como el ozono.

Además, Escobar señala que los tratamientos con agentes desinfectantes se hacen en solución acuosa por inmersión o aspersión. El alcance del tratamiento depende del compuesto desinfectante y de los microorganismos que se quiera eliminar. Su eficacia varía con la concentración del agente, y en mayor o menor medida con la temperatura, el pH, el tiempo de contacto y el contenido de materia orgánica. Dentro de los agentes desinfectantes utilizados para tratar frutas y hortalizas se encuentran: compuestos halogenados, ácidos, amonio cuaternarios y compuestos de oxígeno activo.

En varias investigaciones (López, 2003; Escobar, 2013, Garmendia 2006; CODEX Alimentarius CX/FFP 00/13), mencionan que el cloro es el desinfectante más usado en la industria alimentaria. Debido a su bajo costo, se ha utilizado ampliamente para desinfección de superficies en contacto con alimentos y también para reducir la carga microbiana del agua utilizada en diferentes operaciones. El lavado con agua clorada, es decir agua adicionado hipoclorito de sodio en concentraciones de 50 a 200 ppm aumenta la eficacia de la desinfección de vegetales ya que consigue reducir la carga microbiana gracias a su capacidad oxidativa. Una exposición de unos pocos minutos logrará una adecuada desinfección.

2.3.3 ATMÓSFERAS CONTROLADAS

En el año 2013, Escobar estudió que la técnica de conservación basada en la modificación de la atmósfera que rodea el producto es efectiva como alternativa complementada con la refrigeración. Las técnicas más empleadas son el almacenamiento bajo atmósferas controladas (AC) y el empacado bajo atmósferas modificadas (AM), ambas requieren que

la composición gaseosa de la atmósfera que rodea a un vegetal sea rica en CO₂ y pobre en O₂, ya que en buena parte los alimentos se deterioran por reacciones oxidativas, que pueden ser propias del metabolismo celular del producto, del desarrollo de microorganismos (patógenos o deteriorativos) o insectos aeróbicos, o como resultado de la actividad enzimática que tenga como sustrato el oxígeno.

Al momento de empacar un alimento, se crea dentro del empaque una atmósfera modificada, que depende netamente de la tasa de respiración del vegetal y de la permeabilidad de las películas poliméricas utilizadas; como consecuencia a esto, los niveles de CO₂, agua y etileno aumentan, mientras que los niveles de O₂ disminuyen. Se debe tener en cuenta la permeabilidad del empaque utilizado, evitando así un ambiente anaerobio que puede terminar con la formación de etanol y acetaldehído, causantes de malos olores y de calidad poco deseada.

El control del vapor de agua dentro de la atmósfera es importante porque si las frutas y hortalizas pierden agua, pierden turgencia y si por el contrario se tiene una alta humedad relativa puede presentarse condensación, afectando la apariencia y creando condiciones propicias para el crecimiento de microorganismos patógenos y deteriorativos.

2.3.4 BAÑO QUÍMICO

El uso de métodos para conservación de alimentos no es nuevo, ya que desde tiempos remotos, el hombre ha buscado la mejor forma de conservar sus alimentos por más tiempo. Es así que existen gran cantidad de agentes antimicrobianos, ya sean elaborados sintéticamente o aquellos que se encuentran en alimentos naturalmente.

Dentro de los métodos de conservación más utilizados hoy en día se encuentra el baño químico, con una gran variedad de aplicaciones de acuerdo a requerimientos microbianos o antioxidantes.

Escobar, Márquez, Restrepo, Cano, y Patiño (2014), mencionan que los agentes químicos más utilizados comprenden la adición en solución acuosa de ácidos orgánicos en combinación con sales de calcio, magnesio o sodio. Estos compuestos ejercen un mayor control del pH en el alimento al limitar la actividad de los microorganismos, lo que en combinación con bajas temperaturas permite controlar el crecimiento y desarrollo, prolongando la vida de anaquel del material vegetal. En relación con las sales de calcio, se ha demostrado su capacidad para restablecer la firmeza de los tejidos a nivel de la laminilla media de la pared celular y promover la formación de pectatos de calcio para fortalecer la resistencia textural del tejido fresco.

Cuando se combinan ácidos orgánicos y sales de calcio se obtienen resultados como la disminución de los cambios de color, sabor y textura, manteniendo la calidad organoléptica y fresca del vegetal mínimamente procesado por periodos de hasta siete días en refrigeración.

El pardeamiento enzimático en vegetales cortados, se produce por la oxidación de constituyentes fenólicos que se polimerizan, formando pigmentos amarrados, que deprecian el producto. Se encuentran una gran diversidad de frutas y hortalizas mínimamente procesadas que son altamente sensibles al pardeamiento enzimático; para su control, se ha experimentado con distintos aditivos químicos con propiedades antioxidantes, y con el acondicionamiento bajo distintas composiciones gaseosas (Escobar, 2013).

Al evaluar la calidad de un alimento, uno de los principales atributos es la apariencia en general, y dentro de la apariencia, el color es la más representativa e importante, mostrando su calidad en cuanto al contenido de clorofilas, antocianinas y carotenoides. Al notarse un cambio de color en un alimento, fácilmente es un distintivo de pérdida de calidad y deterioro, pudiendo deberse a reacciones enzimáticas o una madurez natural.

La adición de antioxidantes retarda o inhibe la reacción de pardeamiento enzimático, actuando sobre la enzima o el sustrato. Por otro lado, el uso de agentes químicos que exhiben actividad antimicrobiana no es nuevo, ya que ha sido una forma de conservar los alimentos desde que el hombre existe. Estos agentes antimicrobianos pueden ser compuestos sintéticos o bien los que se encuentran presentes naturalmente en algunos alimentos. (Hernández et al. 2013).

2.4 FRUTAS Y HORTALIZAS EMPACADAS CON FILMS

Según Armendáriz (2011), las frutas y hortalizas son organismos vivos que siguen respirando una vez cosechadas. Al permanecer encerradas, la respiración va consumiendo el oxígeno y crea dentro del embalaje una atmósfera modificada rica en CO₂, con lo que el desarrollo del fruto u hortaliza se ralentiza, además, se crea un elevado grado de humedad que limita la deshidratación.

Los films o películas poliméricas poseen gran variedad de permeabilidades, es por eso que se debe tener en cuenta la utilización del empaque adecuado para cada tipo de producto a almacenar, tratando de evitar un ambiente demasiado húmedo, muy cargado de CO₂ y bajo de O₂, propicio para el crecimiento de mohos y daños en el metabolismo del producto.

2.4.1 FILMS

De los envases plásticos los mejores sin duda son el polipropileno y el polietileno, ya que son procesados sin necesidad de plastificantes, estabilizantes térmicos u otros aditivos problemáticos, son reciclables (si se separan correctamente) y presentan como ventaja adicional la no formación de productos especialmente tóxicos durante su degradación en el medio natural o en su combustión (Ortuño, 2005).

2.4.1.1 Polietileno de baja densidad

Según Billmeyer (2004), afirma que el polietileno de baja densidad es un sólido parcialmente (50 a 60%), cristalino que funde a alrededor de 115 °C, con una densidad en

el intervalo 0.91 a 0.94. Es soluble en muchos disolventes a temperaturas superiores a 100 °C, pero no existen disolventes a temperatura ambiente.

En su investigación Ospina y Cartagena (2008), señalan que el polietileno de baja densidad posee baja permeabilidad al vapor de agua, alta permeabilidad a gases, aromas y grasas, excelente sellabilidad, bajo costo comparativo con otros materiales de empaque, buena maquinabilidad, claridad y moderada resistencia a la tensión, menor peso por unidad de empaque y seguridad para el consumidor final; agrega fácilmente valor a su producto, se pueden lograr barreras adecuadas para cada alimento y brinda facilidad de cambio de empaque para el usuario.

2.4.1.2 Polietileno de alta densidad

Según Billmeyer (2004), afirma que los polietilenos lineales típicos son polímeros altamente cristalinos (más del 90%) y contienen menos de una cadena lateral por cada 200 átomos de carbono de la cadena principal. Su punto de fusión está típicamente alrededor de los 135 °C y su densidad cae en el intervalo de 0.95 a 0.97.

Además, Billmeyer (2004), sostiene que los polímeros lineales son decididamente más rígidos que el material ramificado y tiene un punto de fusión cristalina más alto y mayor a la tracción y dureza. La buena resistencia química del polietileno ramificado se conserva o es acrecentada, y propiedades tales como la fragilidad a baja temperatura y poca permeabilidad a los gases y vapores se ven mejoradas en el material lineal.

2.5 REFRIGERACIÓN DE ALIMENTOS

Dentro de la conservación de alimentos, la refrigeración es el método más usado para quienes desean almacenar alimentos por un corto tiempo, aproximadamente un par de semanas. La principal ventaja que posee el mantener un alimento bajo refrigeración, es la reducción considerable del crecimiento de microorganismos termófilos y mesófilos; teniendo el riesgo de que los de tipo psicrófilo puedan aumentarse.

En su investigación, Plank (2007), menciona que los factores que debemos controlar cuando refrigeramos un alimento son los siguientes:

- Temperatura: cada alimento tiene una temperatura óptima de conservación. La temperatura óptima en líneas generales oscila entre 2 a 10 °C.
- La humedad relativa es otro factor a tener en cuenta, ya que si el ambiente es muy seco se producirá paso de humedad desde el alimento al medio, con el consiguiente descenso de peso.
- La luz influye en la oxidación, principalmente de las grasas. Las cámaras de refrigeración permanecen a oscuras para evitar la oxidación de las grasas y de los pigmentos de la clorofila.
- La composición de la atmósfera influye en la vida útil de los alimentos. Si aumentamos la concentración en CO₂ retrasamos el periodo de maduración. En cambio, si aumentamos el contenido en oxígeno aceleramos la maduración.

2.6 MANEJO POSTCOSECHA DE ESPÁRRAGO

2.6.1 FACTORES BIOLÓGICOS INVOLUCRADOS EN EL DETERIORO

2.6.1.1 Respiración

En su investigación Raules, Almeida y Carrión (2001), sostienen que la rapidez con que un vegetal se deteriora es generalmente proporcional a la tasa de respiración y a la temperatura de almacenamiento. La respiración es el proceso mediante el cual se descomponen materiales orgánicos a productos simples con desprendimiento de energía. La energía desprendida como calor, se conoce como calor vital y afecta a las consideraciones de postcosecha como estimación de requerimientos de refrigeración y ventilación. Para determinar la cantidad de energía desprendida en el proceso de respiración en Kcal/T/d se multiplica los mililitros de CO₂/Kg-h por el factor 122. La velocidad de respiración del espárrago es alta (>60 ml CO₂/Kg-h).

2.6.1.2 Cambios de composición

Una característica de los vegetales cosechados y por ende de los turiones de espárrago, es que su metabolismo continúa una vez estos hayan sido cortados, siendo las 24 horas posteriores a su cosecha las más críticas, pudiendo ocasionar cambios significativos en su composición, siendo mayores cuando aumenta la temperatura y menores cuando se los almacena a 0.5 °C.

De acuerdo con Raules et al. (2001), los principales procesos de deterioro que sufre el turión del espárrago en el almacenamiento en frío son:

- **Incremento en lignificación**

El proceso de lignificación es uno de los que en mayor medida deterioran el producto y esencialmente es de naturaleza metabólica. La fibra es el resultado de la lignificación de los haces vasculares, mientras más cerca del ápice es menor la lignificación. Esta rigidez está dada por la acción de la lignina junto con la celulosa y la hemicelulosa y son las responsables del endurecimiento.

Los contenidos de lignina están influidos por el tiempo que transcurre entre la recolección y el enfriamiento del producto, así como la duración del período de conservación y de las temperaturas. La dureza aumenta cuanto mayor es el intervalo de tiempo entre la cosecha y el hidrogenfriado. Si la fibra constituye más del 0,25% del peso fresco, el espárrago es considerado inaceptable para su consumo.

- **Pérdida de azúcares reductores y totales**

El contenido de azúcares reductores y totales decrece inmediatamente después de la cosecha de los turiones de espárrago, cumpliéndose que a mayor temperatura es más rápida la disminución. Los azúcares descienden rápidamente en las primeras 24 horas posteriores a la cosecha. Se ha visto que espárragos conservados en atmósferas controladas mantienen mayores niveles de azúcar que aquellos conservados en atmosfera normal, es decir,

disminuyendo el contenido de O₂ en la atmósfera de almacenamiento decrece la tasa de pérdida de azúcares.

- **Pérdida de peso**

Los espárragos se deshidratan rápidamente, además, la producción de etileno, CO₂ y la transferencia de gases brindada por los empaques provocan cambios de textura no deseados. Dentro de este aspecto es muy importante la conservación del espárrago en frío con una alta humedad relativa; cuando la temperatura a la que están expuestos los turiones es relativamente baja, entre 0 y 6 °C, la pérdida de peso representa una dependencia lineal con el tiempo de almacenamiento.

El enfriado y diversos sistemas de empaquetado tienen efecto positivo sobre pérdidas de peso y turgencia. Se ha comprobado que los espárragos que se empaquetan en envases que no permiten intercambio gaseoso como: polietileno de alta densidad o polipropileno, aunque pierden menos peso, retienen menos azúcar y ácidos orgánicos y su vida comercial es más corta.

- **Pérdida de vitamina C**

Un factor importante en la calidad de frutas y hortalizas es el alto contenido de vitaminas, estas sustancias se degradan rápidamente por oxidación. El contenido de vitamina C ha sido propuesto como un índice de frescura en el espárrago. Niveles elevados de humedad relativa protegen de la oxidación al ácido ascórbico.

En el espárrago se producen fuertes pérdidas de ácido ascórbico después de ser cosechado, lo cual se incrementa al elevar la temperatura. Se ha encontrado que el contenido nutricional del espárrago en referencia al ácido ascórbico decrece 5 veces más rápido a 20 °C que a 0 °C. Se reporta también una disminución del contenido de vitamina C en espárrago de 2 a 5% por día, al ser almacenados a 2 °C por 14 y 21 días respectivamente, así como una pérdida del 30% en espárragos puestos al sol durante 5 horas.

2.6.1.3 Producción de etileno

Según Raules et al. (2001), comentan que el etileno, es el más simple de los compuestos orgánicos que afectan los procesos fisiológicos de las plantas, es un producto natural del metabolismo y es producido por los tejidos de plantas superiores y por algunos microorganismos. El etileno regula algunos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia y es fisiológicamente activo en trazas (menor a 0.1 ppm).

Dentro de la clasificación de los productos con relación a la tasa de producción de etileno, el espárrago se ubica en la primera categoría (muy baja), con un valor inferior a 0.1 ml $C_2H_4/Kg-h$ a 20 °C. Por lo general la tasa de producción de etileno se incrementa con el grado de madurez al momento de la cosecha, presencia de daños físicos, incidencia de enfermedades y temperaturas superiores a 30 °C.

2.6.1.4 Transpiración

Comentan en su investigación Raules et al. (2001), que la transpiración es uno de los principales procesos que afectan el deterioro comercial y fisiológico de los vegetales y frutas y se puede entender como la evaporación de agua del tejido de la planta. El efecto neto de la transpiración es una pérdida de agua del producto cosechado, que no puede ser remplazada.

Pérdidas de peso pueden ocasionarse cuando el producto libera agua en exceso, y conforme va aumentando la pérdida de agua, el producto se torna blando y marchito, es decir, que ya no posee una elasticidad y apariencia adecuada. El tiempo de postcosecha está determinado por la velocidad con la que un vegetal pierde agua.

2.6.2 FACTORES EXÓGENOS

2.6.2.1 Temperatura

Raules et al. (2001), explica también que la temperatura en la postcosecha determina la pérdida de calidad del turión y el incremento de organismos patógenos. Disminuyendo la temperatura del espárrago de 0 a 2 °C, la tasa de respiración disminuye a un nivel suficientemente bajo como para permitir al espárrago ser almacenado por 2 a 3 semanas sin sufrir un deterioro significativo de la calidad.

Cuando se requiere almacenar espárragos por periodos de tiempo más prolongados, se lo debe hacer a temperaturas superiores a 3 °C, para evitar daños por frío o quemaduras por congelamiento; si el periodo de almacenamiento no es mayor a 10 días, se los puede mantener a temperaturas de entre 0 a 1 °C.

2.6.2.2 Efectos del corte

Según Gonzales, Alvarez, Isela & Ayala (2009), la apariencia de las frutas y hortalizas frescas cortadas es el atributo más obvio para el consumidor, y afecta fuertemente la decisión de compra. Varios factores pueden afectar el aspecto del producto terminado, que inciden desde el procesamiento hasta las condiciones de almacenamiento y comercialización. Estos factores tienen diferentes orígenes y causan diferentes efectos, sin embargo todos afectan en distinta medida la calidad del producto.

Cuando se producen cortes o acciones de pelado en los alimentos, juntamente con una atmósfera rica en O₂, el oscurecimiento de tejidos se da con mayor facilidad; estas acciones estropean las células y promueven un ambiente para que los sustratos y las enzimas se dispongan en contacto.

2.7 PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

Las pérdidas de calidad en los alimentos mínimamente procesados arrojan como principal culpable al pardeamiento enzimático, este fenómeno se ha estudiado durante varios años con mayor énfasis, ya que perjudica notablemente la calidad organoléptica y nutricional de los alimentos; el impacto visual en los consumidores afecta notablemente sus propiedades comerciales.

Gonzales et al. (2009), sostienen que en la biosíntesis de los compuestos fenólicos precursores de pardeamiento, es necesaria la participación de la enzima fenilalanina amonio liasa (PAL), cuya actividad se ve notablemente afectada por el etileno. Posteriormente, es necesaria la presencia de la enzima polifenoloxidasas (PPO) y de otros tres factores: O_2 , cobre y compuestos fenólicos. El pardeamiento se debe básicamente a la oxidación de los compuestos fenólicos, reacción catalizada por la polifenoloxidasas (PPO), originándose quinonas incoloras, que posteriormente, se polimerizan, al formar melaninas, cuya coloración muestra tonos pardos, rojizos o negros. Gran cantidad de frutos y algunas hortalizas son ricos en compuestos fenólicos y consecuentemente susceptibles de mostrar mayores pardeamientos. En productos con bajo contenido inicial de polifenoles, el pardeamiento se observa a partir de la acumulación de los mismos al sufrir daños mecánicos o como consecuencia del estrés inducido por el proceso de preparación.

La principal herramienta para evitar o retardar un pardeamiento enzimático inadecuado, es el uso de una atmósfera baja en O_2 y equilibradamente rica en CO_2 , conjuntamente con el uso de bajas temperaturas y una alta humedad relativa.

Gonzales et al. (2009), además, mencionan en su investigación que el empleo de atmósferas controladas o modificadas con concentraciones bajas de O_2 y/o elevadas de CO_2 pueden contribuir a evitar el pardeamiento de productos. Así mismo el aumento en la concentración de CO_2 alrededor del producto procesado llega a inhibir la biosíntesis de metabolitos fenólicos, sustratos de la polifenoloxidasas que habitualmente son inducidos como respuesta al daño producido por el corte.

2.7.1 INHIBIDORES DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

Se utilizan varios tipos de inhibidores químicos para el control del pardeamiento. Algunos tipos actúan directamente como inhibidores de la PPO, otros propician un medio inadecuado para el desarrollo de la reacción de oscurecimiento y otros reaccionan con los productos de la reacción de PPO antes de que lleguen a formar los pigmentos oscuros (Gonzales et al. 2009).

2.7.1.1 Metabisulfito de sodio

Es un potente antimicrobiano, utilizado también como inhibidor del pardeamiento enzimático, su poder reductor inhabilita la formación de quinonas, impidiendo así la formación de pigmentos oscuros; inhibe las reacciones de oscurecimiento, ya que bloquean los grupos carbonilo libres y evitan que estos interaccionen con otros aminoácidos.

Es un polvo o cristal con una alta solubilidad en agua, se recomienda de 0.01 a 0.2% de peso/volumen. La utilización de este producto está en función del pH, ya que, a 4,5 se tiene una alta cantidad de bisulfito y a medida que se reduce el pH se favorece la formación de ácido sulfuroso.

2.7.1.2 Ácido cítrico

El ácido cítrico es uno de los aditivos más utilizados por la industria alimentaria, además, es uno de los mayormente recomendados para evitar el pardeamiento enzimático. Productos especialmente propensos a oscurecer por oxidación química, como manzanas, peras, patatas o espárragos deben mantenerse inmediatamente después de cortados o pelados en agua a la que se añade un 0.1 a 0.3% de ácido cítrico.

El ácido cítrico inhibe el crecimiento bacteriano debido a que produce la quelación de los iones metálicos que son esenciales para el desarrollo microbiano. Es usado en las industrias alimenticias de bebidas y farmacéuticas, así como en la de detergentes y sus aplicaciones (Schouben & Valenci, 2014).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La fase experimental de la investigación se la realizó en los laboratorios de las Unidades Eduproductivas de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, y los análisis respectivos en los laboratorios de análisis físico químicos y microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

3.1.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

Tabla 1. Caracterización del lugar

Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	El Sagrario
Sitio	Unidades productivas de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Latitud geográfica	00° 19' 47" N
Longitud geográfica	78° 07' 56" W
Temperatura media	18 °C
Altitud	2250m.s.n.m.
HR. Promedio	62%
Pluviosidad	503 – 1000 mm. Año

Fuente: (INAHMI, 2015)

3.1.2 UBICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La fase de recolección de la materia prima se la realizó en la finca Farinango, propiedad de la Sra. Germania Morales, ubicada en la parroquia de Tumbabiro. Luego se la trasladó al lugar del experimento.

Tabla 2. Caracterización del lugar de recolección

Provincia	Imbabura
Cantón	Urcuquí
Parroquia	Tumbabiro
Latitud geográfica	00° 22` N
Longitud geográfica	78° 33` W
Temperatura mínima	9.8 °C
Temperatura máxima	22.2 °C
Altitud	2080m.s.n.m.
HR. Promedio	68.9%
Pluviosidad	582.27mm. Año

Fuente: (INAHMI, 2015)

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 MATERIA PRIMA E INSUMOS

Tabla 3. Materia prima e insumos

Materia prima	Insumos
Espárrago	Metabisulfito de sodio (Na ₂ S ₂ O ₅)
Agua	Ácido cítrico (C ₆ H ₈ O ₇) Hipoclorito de sodio (NaClO)

3.2.2 EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Instrumentos	Equipos
Films de polietileno de baja densidad (29x17.5)	Refrigeradora (6 pies)
Films de polietileno de alta densidad (29x17.5)	Balanza analítica (0.1mg)
Bandejas de plástico	Balanza digital
Cooler	Digestor (6 tubos/100ml)
Cuchillos	pH meter
Coladores plásticos	Penetrómetro (30lbf /0.25lbf)
Mesa de corte (acero inoxidable)	Tablas colorimétricas
Jarras (2lts)	Estufa (50 lts/220 °C)
Probetas (100ml)	Mufla (3pies/50 a 1100 °C)
Cucharas	Desecador (20 y 25cm)
Selladora de mano (40cm)	Fibertest (6 conos)
Recipientes plásticos (20 lts)	Autoclave (50 lts)
Balones aforados (100ml)	Incubadora semiautomática (50 lts)
Papel filtro	Destilador de agua (18lts)
Termómetro (-20 a 50 °C)	
Vasos de precipitación (50ml)	
Buretas (25ml)	
Cajas Petri	
Crisoles	
Cronómetro	

3.3 MÉTODOS

3.3.1 MÉTODO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE ESPÁRRAGO MÍNIMAMENTE PROCESADO

La investigación se realizó mediante la aplicación de la metodología planteada, que tuvo como finalidad proponer un método de conservación para el turión de espárrago, de modo alternativo a la tradicional sin ningún tipo de protección contra el ambiente, puesto que busca obtener un espárrago listo para el consumo con características favorables al consumidor.

Para seleccionar los parámetros más adecuados implicados en este método se realizó el siguiente diseño experimental.

3.3.1.1 Factores en estudio

Los factores en estudio que fueron seleccionados para esta investigación son: factor A (temperatura de almacenamiento), factor B (tipo de inhibidor enzimático) y factor C (tipo de empaque). Se consideran estos factores para determinar la conservación del espárrago que presente las mejores características y seleccionar el mejor tratamiento.

- **Factor A:** Temperatura de almacenamiento

Tabla 4. Temperaturas de almacenamiento

A1	3 °C
A2	8 °C

- **Factor B:** Tipo de inhibidor enzimático

Tabla 5. Tipos de inhibidores enzimáticos

B1	Metabisulfito de sodio
B2	Ácido cítrico

- **Factor C:** Tipo de empaque

Tabla 6. Tipos de empaque

C1	Polietileno de baja densidad
C2	Polietileno de alta densidad

3.3.1.2 Tratamientos

Se evaluaron 8 tratamientos resultantes de la combinación factorial AxBxC detallados a continuación:

Tabla 7. Combinación factorial

Número de tratamientos	Combinaciones	Descripción
T1	A1B1C1	3 °C de temperatura + inmersión en metabisulfito de sodio + polietileno de baja densidad
T2	A1B1C2	3 °C de temperatura + inmersión en metabisulfito de sodio + polietileno de alta densidad
T3	A1B2C1	3 °C de temperatura + inmersión en ácido cítrico + polietileno de baja densidad
T4	A1B2C2	3 °C de temperatura + inmersión en ácido cítrico + polietileno de alta densidad

T5	A2B1C1	8 °C de temperatura + inmersión en metabisulfito de sodio + polietileno de baja densidad
T6	A2B1C2	8 °C de temperatura + inmersión en metabisulfito de sodio + polietileno de alta densidad
T7	A2B2C1	8 °C de temperatura + inmersión en ácido cítrico + polietileno de baja densidad
T8	A2B2C2	8 °C de temperatura + inmersión en ácido cítrico + polietileno de alta densidad

3.3.1.3 Diseño experimental

El diseño que se aplicó fue un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) con arreglo factorial $A \times B \times C$, en el cual se evaluaron 8 tratamientos y 3 repeticiones; donde A1 y A2 son la temperatura de almacenamiento; B1 y B2 son el tipo de inhibidor enzimático; C1 y C2 son el tipo de empaque.

3.3.1.4 Características del experimento

Número de tratamientos: 8

Número de repeticiones: 3

Número de unidades experimentales: 24

3.3.1.4.1 Características de la unidad experimental

Para la unidad experimental se utilizó muestras de 100 g de espárrago troceado (6cm de longitud).

3.3.1.5 Análisis estadístico

Tabla 8. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Tratamientos	7
A	1
B	1
C	1
AXB	1
AXC	1
BXC	1
AXBXC	1
E.E.	16

3.3.1.5.1 Análisis funcional

Coefficiente de variación

Pruebas de Tukey al 5% para tratamientos

Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% para factores.

3.3.1.6 Variables evaluadas

3.3.1.6.1 Caracterización de la materia prima

Se inició con la determinación de las características físico-químicas y microbiológicas de la materia prima, este análisis se lo realizó para conocer la composición del producto y su calidad inicial.

Esta caracterización se la llevo a cabo mediante la siguiente metodología:

Tabla 9. Variables evaluadas en la materia prima

Parámetro Analizado	Método de ensayo
Contenido de Agua	AOAC 925.10
Cenizas	AOAC 923.03
Proteína	AOAC 920.87
Fibra	AOAC 978.10
Extracto etéreo	AOAC 920.85
Sólidos solubles (como sacarosa)	AOAC 995.17
Acidez (como ácido málico)	AOAC 954.07
Ácido Ascórbico	AOAC 967.21
Azúcares Reductores Libres	AOAC 906.03
Carbohidratos totales	Cálculo
pH	AOAC 981.12
Sodio	AOAC 991.25
Recuento de Mohos	AOAC 997.02
Recuento de Levaduras	AOAC 997.02
Recuento Estándar en Placa	AOAC 989.10
Recuento <i>Escherichia coli</i>	AOAC 989.10

3.3.1.6.2 Variables evaluadas en el producto terminando

Las variables evaluadas en el producto terminado, sirvieron para conocer la influencia y efectos que los tratamientos tuvieron en la conservación del espárrago mínimamente procesado.

Las variables y metodologías tomadas en cuenta para esta evaluación fueron las siguientes:

Tabla 10. Variables evaluadas en el producto terminado

Parámetro analizado	Método de ensayo
Peso	Diferencia de peso
Sólidos totales	AOAC 930.15

Acidez	AOAC 954.07
pH	AOAC 981.12
Cenizas	AOAC 923.03
Azúcares reductores	AOAC 906.03
Características organolépticas	Color, Firmeza
Fibra	AOAC 978.10
Vitamina C	AOAC 967.21

3.3.1.6.3 Variables evaluadas al mejor tratamiento

El mejor tratamiento se lo determinó mediante los resultados obtenidos en las variables organolépticas, considerando como aspectos importantes del producto, el color y la firmeza, cualidades determinantes para la aceptación o rechazo por parte del consumidor.

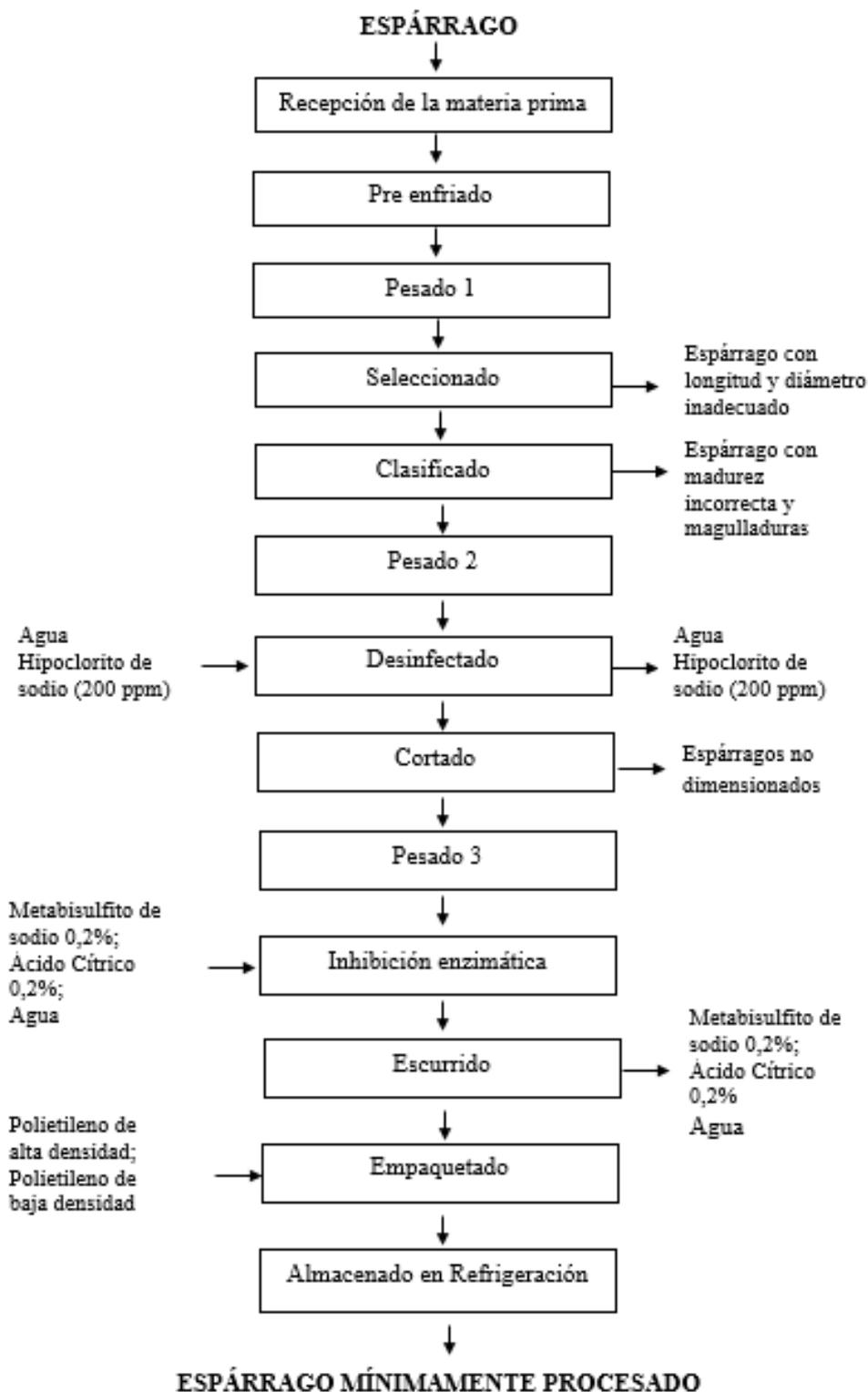
La metodología usada fue la siguiente:

Tabla 11. Variables evaluadas al mejor tratamiento

Variable	Método
Acidez	AOAC 954.07
pH	AOAC 981.12
Recuento total en placa	AOAC 989.10
E. coli	AOAC 989.10
Mohos y levaduras	AOAC 997.02
Salmonella	AOAC 998.09
Coliformes	AOAC 989.10

3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Ilustración 1. Proceso para la conservación del espárrago



3.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DEL ESPÁRRAGO MÍNIMAMENTE PROCESADO

3.4.1.1 Recepción de la materia prima

La materia prima que fue proveniente de una plantación en el sector de Tumbabiro en la provincia de Imbabura, fue receptada teniendo en cuenta que deben estar exentos de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo.

Imagen 2. Recepción



3.4.1.2 Pre enfriado

Se colocó la materia prima dentro de hieleras de doble camisa pre enfriadas a temperaturas inferiores a 10 °C, ya que es importante mantener la cadena de frío durante el transporte y el proceso.

3.4.1.3 Pesado 1

Una vez receptada la materia prima, se procedió a su respectivo pesado para registrar la cantidad de masa inicial que ingresa para el procesamiento del producto.

Imagen 3. Pesado 1



3.4.1.4 Seleccionado

Se seleccionó la materia prima de acuerdo a su peso, forma y tamaño. Teniendo en cuenta que deben estar sanos, enteros, exentos de cualquier materia extraña visible, plagas o daños causados por plagas, sin magulladuras, con aspecto y olor a fresco.

Imagen 4. Seleccionado



3.4.1.5 Clasificado

Una vez seleccionada, la materia prima fue clasificada de acuerdo a su grado de madurez y cantidad de impurezas, la materia prima utilizada se ubica en la Categoría I, es decir, de buen color, tamaño y grosor (bien formados), ligeramente curvos. En cuanto al color los espárragos deberán ser verdes por lo menos en el 80% de su longitud. El corte en la base de los turiones fue lo más cuadrado posible.

Imagen 5. Clasificado



3.4.1.6 Pesado 2

Una vez realizado la respectiva selección y clasificación, se procedió con un segundo pesado, para conocer la masa de producto que está apta para un adecuado proceso.

3.4.1.7 Desinfectado

El espárrago fue desinfectado con abundante agua clorada (cloro a 200 ppm), dando ligeros frotos a cada turión para así eliminar impurezas y microorganismos que vinieron desde el sitio de cosecha.

Imagen 6. Desinfectado



3.4.1.8 Cortado

Se procedió a cortar el espárrago lo más cuadrado posible en una longitud de aproximadamente 6 cm, longitud mínima según la norma para espárragos troceados, el corte se lo realizó con materiales estériles y desinfectados, para evitar que se dañe y oxide el producto.

Imagen 7. Cortado



3.4.1.9 Pesado 3

Una vez cortado todo el producto, se procedió a un último pesado para conocer la masa neta de materia prima a tratar.

Imagen 8. Pesado 3



3.4.1.10 Inhibición enzimática

Una vez troceado todo el espárrago, éste fue inmerso en soluciones de metabisulfito de sodio 0.2% y de ácido cítrico 0.2% de peso/volumen, por el lapso de 10 minutos para evitar el pardeamiento enzimático, la solución se lo hace de acuerdo al peso del espárrago a tratar.

Imagen 9. Inhibición enzimática



3.4.1.11 Ecurrido

Transcurrido 10 minutos de la aplicación de los tratamientos especiales, se procedió a escurrir el exceso de agua para evitar daños causados por un remojado inadecuado, evitando así una excesiva humedad en el empaque y posibles pudriciones.

Imagen 10. Ecurrido



3.4.1.12 Empaquetado

Una vez escurrida toda el agua, se procedió a llenar las fundas de polietileno respectivamente, tanto de baja densidad como de alta densidad, con un peso aproximado de 100 g cada funda.

Imagen 11. Empaquetado



3.4.1.13 Almacenado en refrigeración

Una vez empacado todo el producto y sellado adecuadamente, se lo trasladó a refrigeradores con temperaturas de (3 y 8) °C respectivamente.

Imagen 12. Almacenado



3.5 MÉTODOS DE EVALUACIÓN PARA LAS VARIABLES EVALUADAS

3.5.1 PESO

El análisis de peso se evaluó con la finalidad de saber si el vegetal ha perdido agua y sólidos solubles en un determinado lapso de tiempo. Se determinó mediante el seguimiento del peso del vegetal inicial y el peso en los días de muestreo (7, 14 y 21 días respectivamente), usando una balanza analítica (0.1 g de sensibilidad).

3.5.2 SÓLIDOS TOTALES

La materia seca que permanece en el alimento posterior a la remoción del agua se conoce como sólidos totales. En ocasiones es difícil determinar con exactitud y precisión la cantidad de agua de un alimento, por esta razón los resultados se pueden expresar como: humedad, agua y sólidos totales. Se determinó mediante la norma AOAC 930.15, es decir, por el método de la estufa; la determinación de los sólidos totales se la obtiene restando de 100 la cantidad de agua. Se expresa como porcentaje de masa de la muestra inicial. El muestreo se lo realizó a los 7, 14 y 21 días de elaborado el producto.

3.5.3 ACIDEZ

La acidez, permite saber si el producto se ha fermentado naturalmente acorde a las condiciones del tratamiento sometido o como consecuencia de alguna alteración microbiana. Se lo realizó mediante el método de ensayo AOAC 954.07, acidez en ácido málico, método volumétrico (titulación); el resultado se expresó en miligramos de ácido presente en la muestra y se lo realizó cada 7 días por 21 días y al mejor tratamiento.

3.5.4 pH

Término que indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución, se trata de una medida de la acidez o de la alcalinidad de una disolución. Es importante el control de pH en los alimentos ya que mediante este podremos saber si el producto es propenso al

desarrollo de microorganismos, además, para evitar problemas o enfermedades ya que si se ingiere un alimento demasiado ácido puede ser perjudicial para el estómago o corroer proteínas del cuerpo.

La metodología utilizada para este análisis fue la AOAC 981.12 método potenciométrico para concentración de ion hidrógeno, se la realizó a los 7, 14 y 21 días del producto elaborado y al mejor tratamiento.

3.5.5 CENIZAS

Se refiere a cualquier material inorgánico presente en los alimentos, son minerales que no arden ni se evaporan después de calcinarlos. Se realizó un análisis al inicio y al final del experimento; la metodología a usarse se la efectuó según la metodología AOAC 923.03 determinación de cenizas mediante el método gravimétrico; JAOAC7, 132 (1923).

El resultado se expresó en porcentaje de cenizas.

3.5.6 AZÚCARES REDUCTORES

Es aquel valor que nos indica la cantidad de invertidos de sacarosa (glucosa y fructuosa), mono y oligosacáridos que contienen un grupo aldehídico o cetónico libre que presenta un efecto reductor sobre ciertos agentes oxidantes. Al reaccionar glucosa con el reactivo de Fehling o reactivo de Tollens, el aldehído se transforma en ácido carboxílico. En esta reacción la glucosa se oxida (actúa como reductor) y reduce al reactivo añadido. También la cantidad de azúcares reductores son indicativos de si el producto ha continuado con su crecimiento o posible descomposición.

Se realizó mediante el método AOAC 906.03, azúcares invertidos en azúcares y jarabes, el resultado se expresó en porcentaje de masa.

3.5.7 FIRMEZA

La firmeza es un atributo de la textura de las frutas y vegetales que está relacionada con el tiempo a la cosecha y el procesamiento, además, está ligado con los cambios físico-químicos y estructurales del material biológico.

Se define como la fuerza necesaria para romper los tejidos carnosos, y está vinculada con los diferentes estados durante el proceso de maduración, por lo tanto, la firmeza de la fruta es considerada como un buen indicativo de la madurez.

La firmeza fue medida con un penetrómetro de frutas y vegetales de 30 lbf (13.60 kgf), sometiendo al producto a la fuerza máxima de penetración que soporten, se lo realizó a los 7, 14 y 21 días de elaboración.

3.5.8 COLOR

El color y la apariencia son el primer contacto que tiene el consumidor con un alimento, condicionando sus preferencias e influenciando su elección. El color está relacionado con las cualidades sensoriales, la composición química y por lo tanto, uno de los factores que define la calidad de un producto alimentario.

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto. Es un atributo de apariencia de los productos y permite detectar ciertas anomalías y defectos.

La medición del color se la realizó con la ayuda de tablas colorimétricas para alimentos, realizando comparaciones entre tratamientos cada 7 días.

3.5.9 FIBRA

La fibra depende del grado de maduración de la planta y puede decirse que el porcentaje de fibra aumenta con la maduración. Este análisis también indica si el producto ha mantenido su crecimiento una vez procesado.

La determinación de fibra se la realizó mediante el método de ensayo AOAC 978.10 determinación de fibra bruta (método gravimétrico, método por crisol).

El rendimiento fue medido por porcentaje de fibra, este análisis se lo realizó mediante muestras cada 7 días y se vio reflejado en curvas de degradación de tiempo versus porcentaje de fibra.

3.5.10 VITAMINA C

Un factor importante en la calidad de frutas y hortalizas es el contenido de vitaminas, la cantidad de vitamina C ha sido propuesta como índice de frescura en el espárrago. Se determinó la cantidad de ácido ascórbico que permanece después del almacenamiento. La metodología empleada fue según AOAC 967.21, ácido ascórbico en preparados vitamínicos y jugos, método de titulación.

El análisis de vitamina C se lo realizó al igual que la fibra mediante muestras cada 7 días y se vio reflejado en curvas de degradación de tiempo versus miligramos de vitamina C.

3.5.11 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico se lo realizó al mejor tratamiento, evaluando parámetros de alta significancia en la conservación de vegetales frescos. Este análisis permitió saber si el producto pudo contaminarse a través del procesamiento de la materia prima, tratamientos y manipulaciones inadecuadas o mediante contaminación cruzada; así también permitió conocer si se encontraba o no en condiciones sanitarias aptas para su consumo.

El análisis se lo realizó mediante muestras cada 5 días durante 25 días, utilizando la metodología descrita a continuación:

Tabla 12. Análisis microbiológico

Variable	Método
Recuento total en placa	AOAC 989.10
E. coli	AOAC 989.10
Mohos y levaduras	AOAC 997.02
Salmonella	AOAC 998.09
Coliformes	AOAC 989.10

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La caracterización de la materia prima consiste básicamente en la descripción del aspecto interno del turión del espárrago *Asparagus officinalis*, los resultados de los análisis realizados se encuentran descritos a continuación.

Cuadro 1. Caracterización de la materia prima

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados
Contenido de Agua	%	93.71
Cenizas	%	0.61
Proteína	%	2.4
Fibra	%	2.1
Extracto etéreo	%	0.3
Sólidos solubles (como sacarosa)	%	6.25
Acidez (como ácido málico)	mg/100 g	0.1
Ácido Ascórbico	mg/100 g	20
Azúcares Reductores Libres	%	1.8
Carbohidratos totales	%	0.88
pH	-----	6.38
Sodio	mg/100 g	2
Recuento de Mohos	UPM/g	4500
Recuento de Levaduras	UPL/g	200
Recuento Estándar en Placa	UFC/g	0
Recuento <i>Escherichia coli</i>	UFC/g	0

Los análisis fueron realizados en los laboratorios de análisis físico químicos y microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

Cuadro 2. Contenido nutricional de referencia

Contenido de Agua	%	93.22
Proteína	%	2.2
Fibra	%	2.1
Ácido Ascórbico	mg/100 g	5.6
Azúcares Reductores Libres	%	1.8
Carbohidratos totales	%	3.88
Sodio	mg/100 g	2
Cenizas	%	0.61

Fuente. USDA

Los datos indicados provienen de la base de datos de la USDA (United States Department of Agriculture), para espárrago crudo. Como se puede observar, esta referencia se asemeja a la mayoría de los datos obtenidos, excepto el contenido de ácido ascórbico y carbohidratos, en los cuales se puede observar que hay una diferencia.

El contenido nutricional de cada muestra analizada, varía de acuerdo a las distintas condiciones edafoclimáticas que ha sido sometida la materia prima a lo largo de su crecimiento y post recolección, por tal razón, se puede decir que los análisis de contenidos nutricionales varían independientemente unos de otros.

Estos datos fueron tomados como una referencia inicial para saber si el espárrago utilizado era de buena calidad y ver conjuntamente si estos cumplían con los requerimientos esperados y el aporte en la ingesta diaria necesaria.

4.2 PROCESO MÍNIMO

4.2.1 PESO

4.2.1.1 Peso a los 7 días de almacenamiento

Cuadro 3. Análisis de varianza (peso)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	0.2996				
TRATAMIENTOS	7	0.0262	0.0037	0.22 ns	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.0004	0.0004	0.02 ns	4.49	8.53
FB (Inhibidor Enzimático)	1	0.0037	0.0037	0.22 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.0037	0.0037	0.22 ns	4.49	8.53
AXB	1	0.0038	0.0038	0.22 ns	4.49	8.53
AXC	1	0.0038	0.0038	0.22 ns	4.49	8.53
BXC	1	0.0004	0.0004	0.02 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0104	0.0104	0.61 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.2733	0.0171			

CV: 0.131%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable peso, se observó que no existe significación estadística, lo que significa que todos los tratamientos son iguales y no existe influencia de ninguno de los factores.

Una vez realizado el análisis estadístico de la variable peso a los 7 días de almacenamiento, se pudo indicar que no hay una diferencia de pesos entre los diferentes tratamientos, esto se debe al mantenimiento de la humedad proporcionado por los empaques utilizados.

Esto concuerda con Alvarado, Marquez, Pretell y Minchon (2011), que indican que el beneficio del envasado en films de polietileno sobre la conservación del peso después de la cosecha, se debe al efecto protector sobre la deshidratación o el posible arrugamiento por frío, así como también que el envase contribuye a controlar la velocidad de respiración y la concentración de etileno en la atmósfera que rodea el alimento.

4.2.1.2 Peso a los 14 días de almacenamiento

Cuadro 4. Análisis de varianza (peso)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	1.3850				
TRATAMIENTOS	7	0.5317	0.0760	1.42 ns	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.0150	0.0150	0.28 ns	4.49	8.53
FB (Inhibidor Enzimático)	1	0.1350	0.1350	2.53 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.0417	0.0417	0.78 ns	4.49	8.53
AXB	1	0.0017	0.0017	0.03 ns	4.49	8.53
AXC	1	0.0017	0.0017	0.03 ns	4.49	8.53
BXC	1	0.1350	0.1350	2.53 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.2017	0.2017	3.78 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.8533	0.0533			

CV: 0.231%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada esta variable, se observó que no existe significación estadística, lo que indica que todos los tratamientos son iguales y no existe influencia de ninguno de los factores.

Los resultados obtenidos concuerdan con Hernández, Cardozo, Florez y Cordoba (2013), quienes mencionan que con el uso de bajas temperaturas y de una alta humedad relativa lograron controlar el déficit de vapor de agua y la alta tasa metabólica de los vegetales mínimamente procesados, además, que si ambas condiciones no se lograban mantener estables en el tiempo, se podía presentar una pérdida de peso constante del material vegetal durante su periodo de almacenamiento.

4.2.1.3 Peso a los 21 días de almacenamiento

Cuadro 5. Análisis de varianza (peso)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	1.1200				
TRATAMIENTOS	7	0.2000	0.0286	0.50 ns	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.0417	0.0417	0.72ns	4.49	8.53
FB (Inhibidor Enzimático)	1	0.0267	0.0267	0.46 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.0267	0.0267	0.46 ns	4.49	8.53
AXB	1	0.0150	0.0150	0.26 ns	4.49	8.53
AXC	1	0.0017	0.0017	0.03 ns	4.49	8.53
BXC	1	0.0067	0.0067	0.12 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0817	0.0817	1.42 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.9200	0.0575			

CV: 0.242%

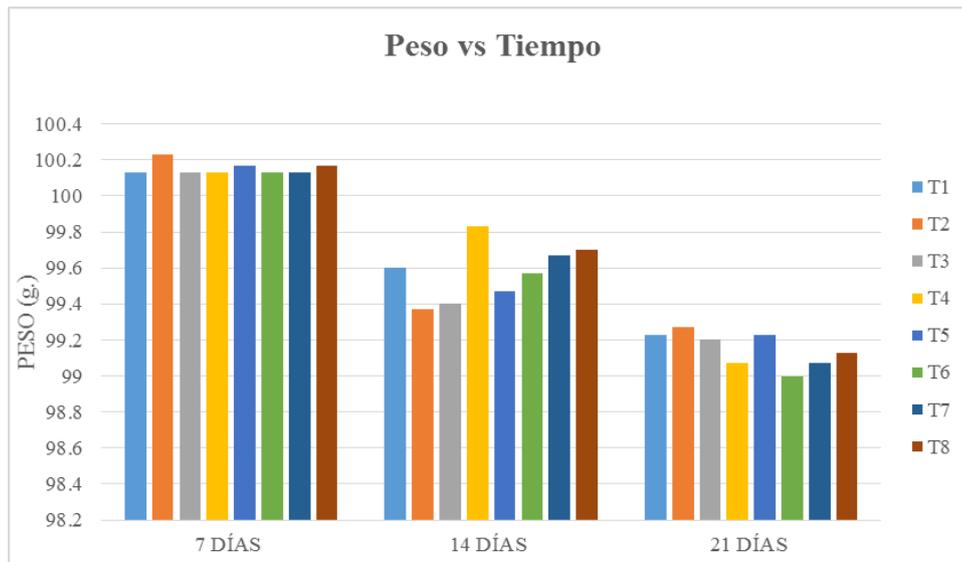
*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable peso, se observa que no existe significación estadística, esto quiere decir que todos los tratamientos son iguales y no existe influencia de ninguno de los factores.

Gráfico 1. Peso (tratamientos)



Una vez evaluado mediante análisis estadístico la variable peso del espárrago, en su tiempo de almacenamiento a los 7, 14 y 21 días, se pudo señalar que hay una diferencia de pesos durante las tres semanas de conservación, más no entre los diferentes factores y tratamientos aplicados al producto; es decir que existe una diferencia de peso conforme van aumentando los días de conservación, esto se debe a la pérdida de agua que experimenta el producto y a la transferencia de gases dados por los empaques.

En su investigación Chiu y Sung (2013), mencionan que la pérdida de peso de los turiones almacenados se debe principalmente a la pérdida de agua, además, indican que obtuvieron pérdidas de peso de $0.81 \pm 0.04\%$ al cabo de siete días en espárragos almacenados en recipientes y cámaras herméticas que previamente fueron drenados y secados con toallas de papel.

En esta investigación obtuvimos un menor porcentaje de pérdida de peso que va de 0.4% a 0.5% al cabo de siete días de almacenamiento.

4.2.2 SÓLIDOS TOTALES

4.2.2.1 Sólidos totales a los 7 días de almacenamiento

Cuadro 6. Análisis de varianza (sólidos totales)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	3.2901				
TRATAMIENTOS	7	2.1015	0.3002	4.04 **	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.4874	0.4874	6.56 *	4.49	8.53
FB (Inhibidor enzimático)	1	0.1093	0.1093	1.47 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.0081	0.0081	0.11 ns	4.49	8.53
AXB	1	0.0433	0.0433	0.58 ns	4.49	8.53
AXC	1	0.1803	0.1803	2.43 ns	4.49	8.53
BXC	1	1.1441	1.1441	15.40 **	4.49	8.53
AXBXC	1	0.1291	0.1291	1.74 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	1.1885	0.0743			

CV: 4.307%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable sólidos totales, se observó que existe alta significación estadística para Tratamientos e interacción BXC, y significación estadística para el Factor A

(temperatura), es decir que el tipo de inhibidor enzimático y empaque influyen en el contenido de sólidos totales del producto terminado.

Al existir significación estadística, se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y las pruebas de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor A (temperatura).

Cuadro 7. Prueba de Tukey para tratamientos (sólidos totales)

	Tratamientos	Medias	Rangos
T1	A1B1C1	6.83	a
T8	A2B2C2	6.52	a b
T5	A2B1C1	6.43	a b c
T4	A1B2C2	6.40	a b c
T2	A1B1C2	6.33	a b c
T3	A1B2C1	6.32	a b c
T6	A2B1C2	5.99	b c
T7	A2B2C1	5.80	c

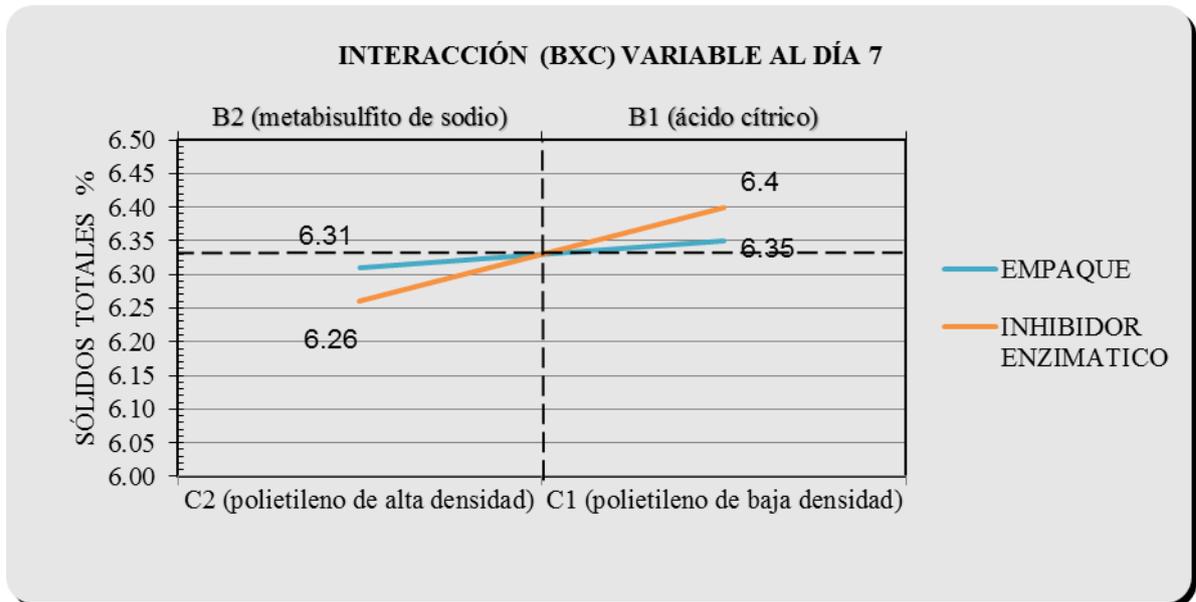
Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% se pudo evidenciar 2 rangos “a” y “ab” en los cuales están los mejores tratamientos con una cantidad de sólidos totales de: 6.83, 6.52, que corresponden a los tratamientos T1 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de baja densidad), T8 (8 °C, ácido cítrico, polietileno de alta densidad)

Cuadro 8. Prueba de DMS para el Factor A (sólidos totales)

Factores	Medias	Rangos
A1	6.47	a
A2	6.19	b

Realizada la prueba de DMS para el Factor A (temperatura), se obtuvo una diferencia en los rangos de los Factores A2 (8 °C) y A1 (3 °C), con cual se muestra que la cantidad de sólidos totales varía conforme a la temperatura de almacenamiento.

Gráfico 2. Interacción BXC (sólidos totales)



Una vez realizada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores B (inhibidor enzimático) y C (empaque) en la variable humedad es 6.33%, este valor interactúa directamente entre el tipo de inhibidor enzimático (metabisulfito de sodio) y el tipo de empaque (polietileno de alta densidad).

4.2.2.2 Sólidos totales a los 14 días de almacenamiento

Cuadro 9. Análisis de varianza (sólidos totales)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	6.6996				
TRATAMIENTOS	7	3.7289	0.5327	2.87 *	2.66	4.03
FA(Temperatura)	1	0.4347	0.4347	2.34 ns	4.49	8.53
FB(Inhibidor enzimático)	1	0.3927	0.3927	2.12 ns	4.49	8.53
FC(Empaque)	1	0.0057	0.0057	0.03 ns	4.49	8.53
AXB	1	0.1488	0.1488	0.80 ns	4.49	8.53
AXC	1	1.0292	1.0296	5.54 *	4.49	8.53

BXC	1	0.8475	0.8475	4.56 *	4.49	8.53
AXBXC	1	0.8702	0.8702	4.69 *	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	2.9707	0.1857			

CV: 7.232%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable sólidos totales, se observó que existe significación estadística para Tratamientos, interacción AXC, interacción BXC, interacción AXBXC, es decir que la temperatura, inhibidor enzimático y empaque influyen en la humedad del producto terminado.

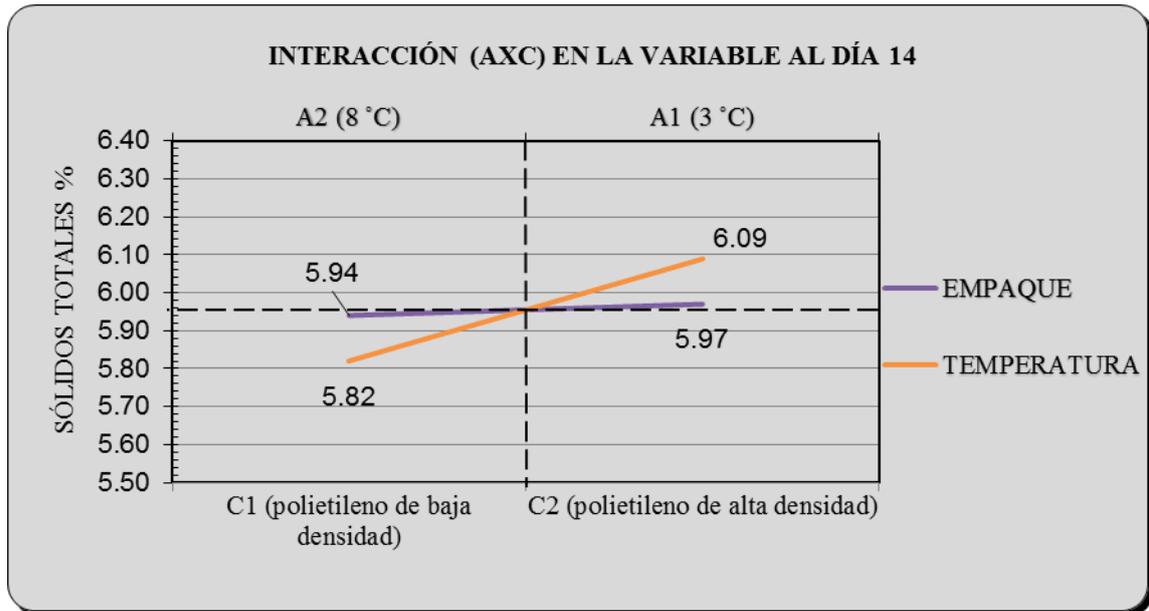
Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

Cuadro 10. Prueba de Tukey para tratamientos (sólidos totales)

	Tratamientos	Medias	Rangos
T7	A2B2C1	6.60	a
T4	A1B2C2	6.37	a b
T2	A1B1C2	6.26	a b
T3	A1B2C1	5.92	a b
T1	A1B1C1	5.82	a b
T6	A2B1C2	5.80	a b
T8	A2B2C2	5.46	b
T5	A2B1C1	5.43	b

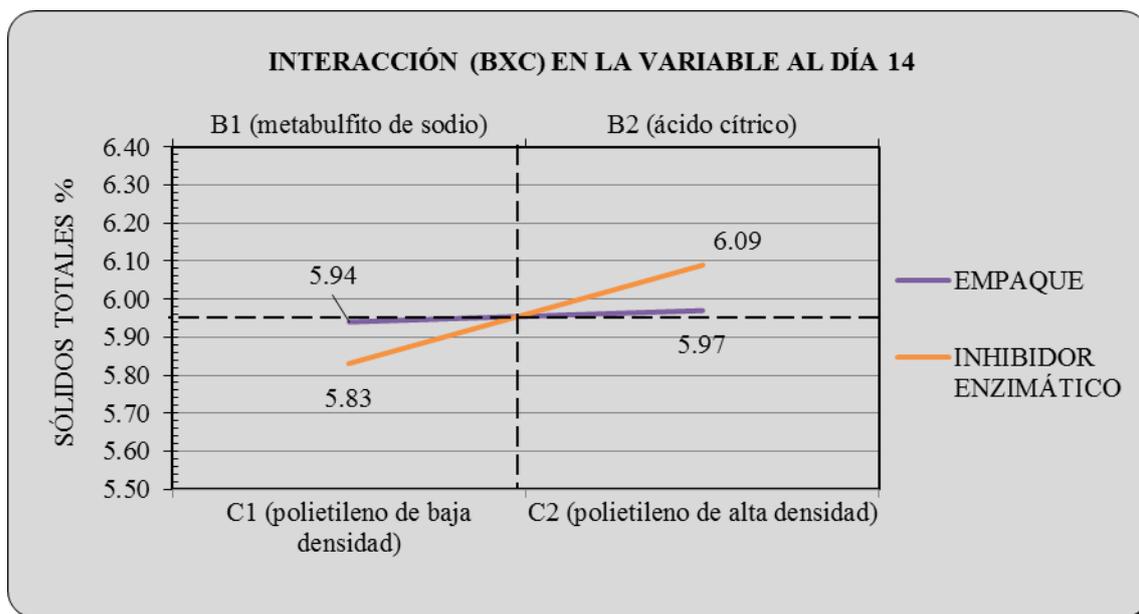
Realizada la prueba de Tukey al 5% se pudo evidenciar 2 rangos “a” y “ab”, en los cuales están los mejores tratamientos con una mayor cantidad de sólidos totales, que tiene valores de: 6.60, 6.37, que corresponden a los tratamientos T7 (8 °C, ácido cítrico, polietileno de baja densidad), T4 (3 °C, ácido cítrico, polietileno de alta densidad).

Gráfico 3. Interacción AXC



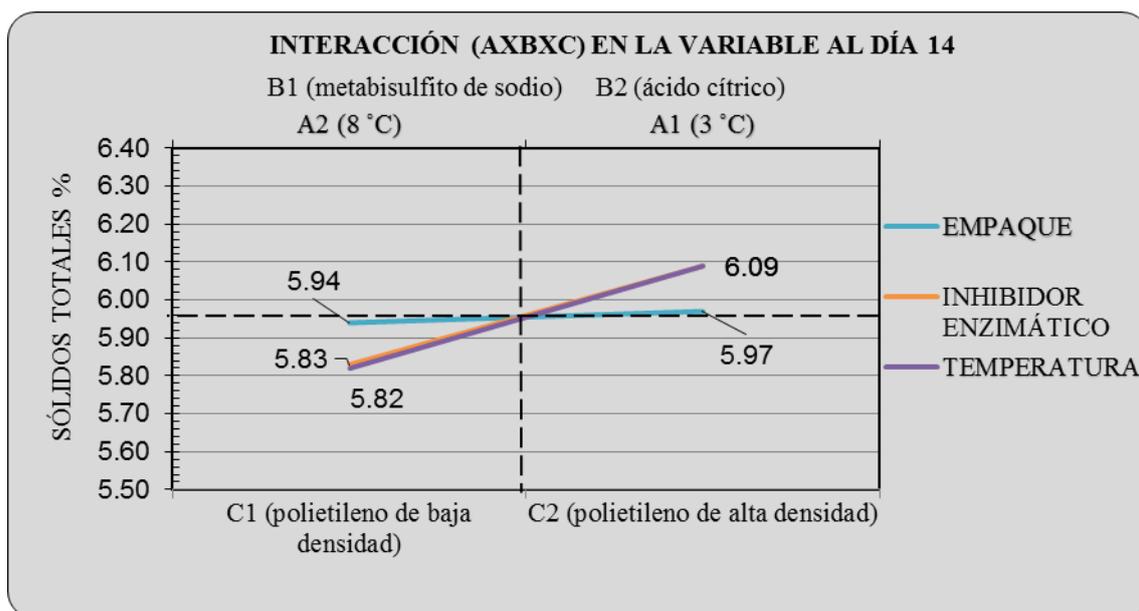
Una vez realizada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura) y C (empaque) en la variable humedad es 5.95%, este valor influye directamente en la temperatura de almacenamiento (8 °C) y el empaque (polietileno de baja densidad).

Gráfico 4. Interacción BXC



Realizada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores B (inhibidor enzimático) y C (empaque) en la variable humedad es 5.95%, este valor interactúa directamente entre el inhibidor enzimático (metabulfito de sodio) y el empaque (polietileno de baja densidad).

Gráfico 5. Interacción AXBXC



Realizada la interacción, se puede observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura), B (inhibidor enzimático) y C (empaquete) en la variable humedad es 5.95%, este valor se obtiene por interacción entre el inhibidor enzimático (metabisulfito de sodio), el empaque (polietileno de baja densidad) y la temperatura (8 °C).

4.2.2.3 Sólidos totales a los 21 días de almacenamiento

Cuadro 11. Análisis de varianza (sólidos totales)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	4.4694				
TRATAMIENTOS	7	2.1561	0.3080	2.13 ns	2.66	4.03
FA(Temperatura)	1	0.0020	0.0020	0.01 ns	4.49	8.53
FB(Inhibidor enzimático)	1	0.3174	0.3174	2.20 ns	4.49	8.53
FC(Empaque)	1	0.0008	0.0008	0.01 ns	4.49	8.53
AXB	1	1.1267	1.1267	7.79 *	4.49	8.53
AXC	1	0.0338	0.0338	0.23 ns	4.49	8.53
BXC	1	0.3851	0.3851	2.66 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.2904	0.2904	2.01 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	2.3133	0.1446			

CV: 6.735%

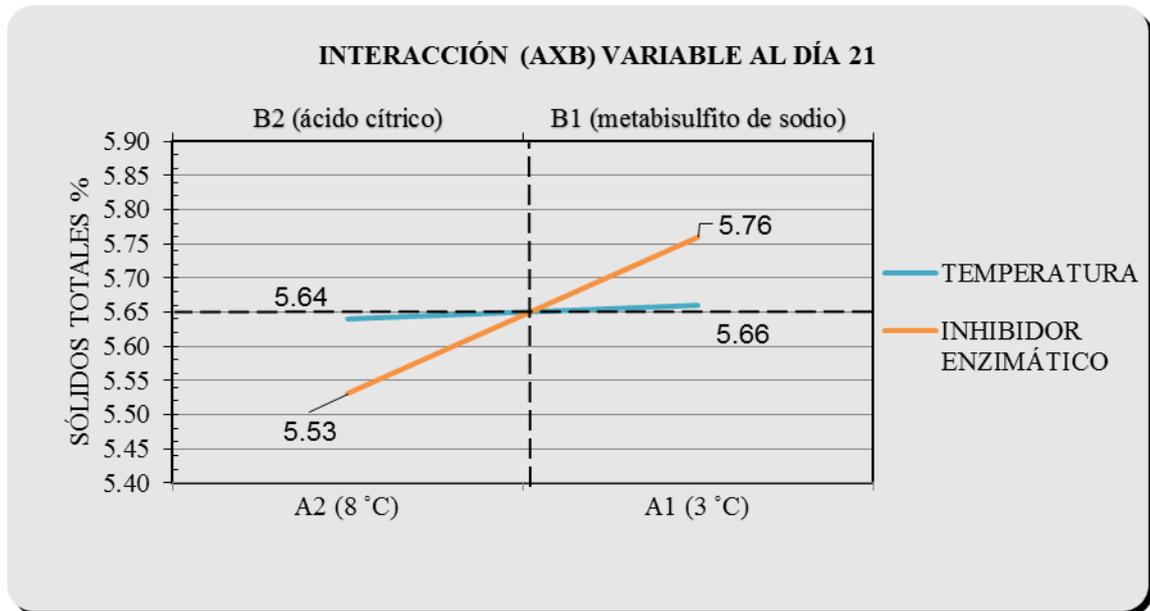
*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

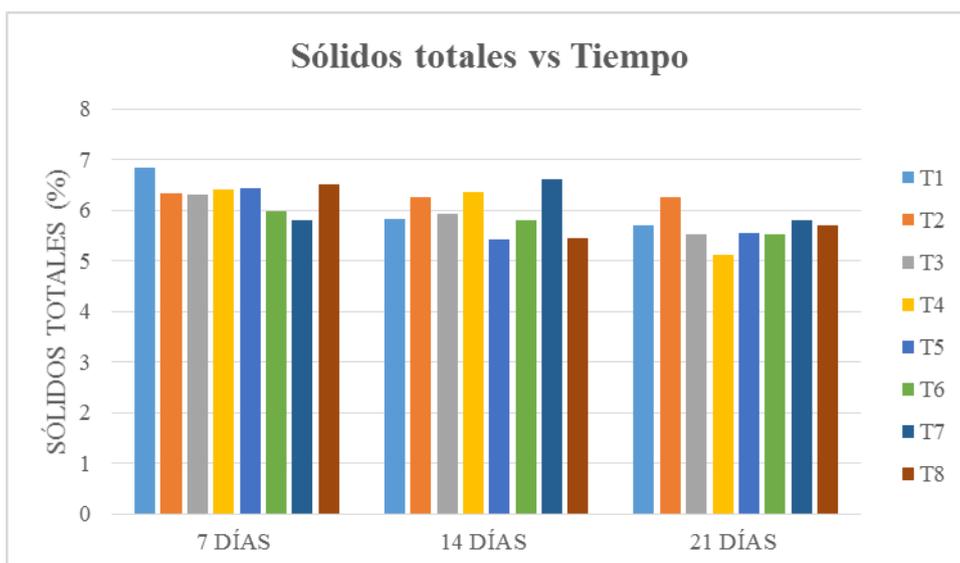
Analizada la variable sólidos totales, se observó que existe significación estadística para la interacción AxB, es decir que la temperatura e inhibidor enzimático influyen en la cantidad de sólidos totales del producto terminado.

Gráfico 6. Interacción AXB



Una vez realizada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura) y B (inhibidor enzimático) en la variable firmeza es 5.65%, este valor influye directamente en la temperatura de almacenamiento (3 °C) y el tipo de inhibidor enzimático (metabisulfito de sodio).

Gráfico 7. Sólidos totales (tratamientos)



Una vez evaluado mediante análisis estadístico la variable sólidos totales del espárrago en su tiempo de almacenamiento, es decir, a los 7, 14 y 21 días, se pudo señalar que hay una mínima disminución en la cantidad de sólidos totales durante las tres semanas de conservación, debido a su natural respiración, absorbiendo oxígeno de la atmósfera y liberando dióxido de carbono y otros elementos que inciden en la disminución de masa.

Según, Gonzales, Alvarez, Isela y Ayala (2009), mencionan que ante una ruptura del tejido por corte, la actividad fisiológica del vegetal se acelera, evidenciándose en un aumento de la actividad respiratoria, producción de etileno y velocidad de transpiración. Además, el agua liberada por los espacios intercelulares se elimina con mayor facilidad, provocando pérdidas de materia y valor nutricional.

En base a lo antes mencionado se pudo indicar que el agua liberada posterior al corte del espárrago se incrementa conforme aumentan los días de conservación, evidenciándose una reducción en el contenido de sólidos totales, ya que estos están directamente relacionados con la humedad del producto.

Al momento de realizar un corte a un vegetal, se amplía la superficie de contacto con el medio exterior, por tal razón hay una mayor exposición de los tejidos, lo cual favorece a un posible desarrollo microbiano, además de ocasionar una disminución de sus características nutricionales y sensoriales.

Como indica Gonzales et al. (2009), se tomó en cuenta las modificaciones sensoriales y desarrollo microbiano en el espárrago troceado y se utilizó como referencia para seleccionar los mejores tratamientos a aquellos que presentaron una mayor cantidad de sólidos totales y por consiguiente una menor humedad.

4.2.3 pH

4.2.3.1 pH a los 7 días de almacenamiento

Cuadro 12. Análisis de varianza (pH)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	0.327				
TRATAMIENTOS	7	0.3184	0.0455	84.61 **	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.0000	0.0000	0.07 ns	4.49	8.53
FB (Inhibidor enzimático)	1	0.0408	0.0408	75.98 **	4.49	8.53
FC (empaque)	1	0.2583	0.2583	480.63 **	4.49	8.53
AXB	1	0.0070	0.0070	13.03**	4.49	8.53
AXC	1	0.0015	0.0015	2.80ns	4.49	8.53
BXC	1	0.0022	0.0022	4.10*	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0084	0.0084	15.70**	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.0086	0.0005			

CV: 0.355%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable pH al día 7, se observó que existe alta significación estadística para Tratamientos, Factor B (inhibidor enzimático), Factor C (empaque), interacción AXB, interacción AXBXC y significación estadística para la interacción BXC, es decir que la temperatura, inhibidor enzimático y empaque influyen en el pH del producto terminado.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y las pruebas de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor B (inhibidor enzimático) y Factor C (empaquete).

Cuadro 13. Prueba de Tukey para tratamientos (pH)

	Tratamientos	Medias	Rangos
T6	A2B1C2	6.67	a
T2	A1B1C2	6.66	a b
T8	A2B2C2	6.61	b c
T4	A1B2C2	6.59	c
T5	A2B1C1	6.50	d
T1	A1B1C1	6.45	d e
T3	A1B2C1	6.42	e
T7	A2B2C1	6.33	f

Elaborada la prueba de Tukey al 5% se pudo evidenciar 2 rangos “f” y “e” en los cuales están los mejores tratamientos con un pH que tiene valores de: 6.33, 6.42 respectivamente que corresponden a los tratamientos T7 (8 °C, ácido cítrico, polietileno de baja densidad), T3 (3 °C, ácido cítrico, polietileno de baja densidad).

Cuadro 14. Prueba de DMS para el factor B (inhibidor enzimático)

Factores	Medias	Rangos
B1	6.57	a
B2	6.48	b

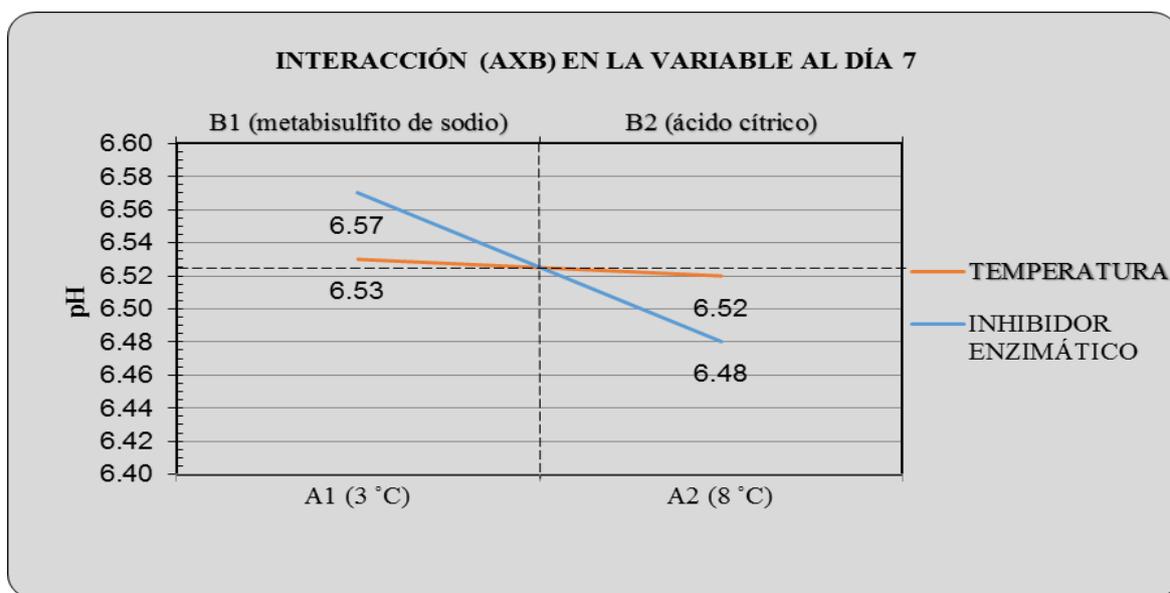
Una vez ejecutada la prueba de DMS para el Factor B (inhibidor enzimático), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores B1 (3 °C) y B2 (8 °C), lo cual indica que el pH varía conforme a la temperatura de almacenamiento, el Factor B2 representa la mejor media debido a su menor valor.

Cuadro 15. Prueba de DMS para el Factor C (empaque)

Factores	Medias	Rangos
C2	6.63	a
C1	6.42	b

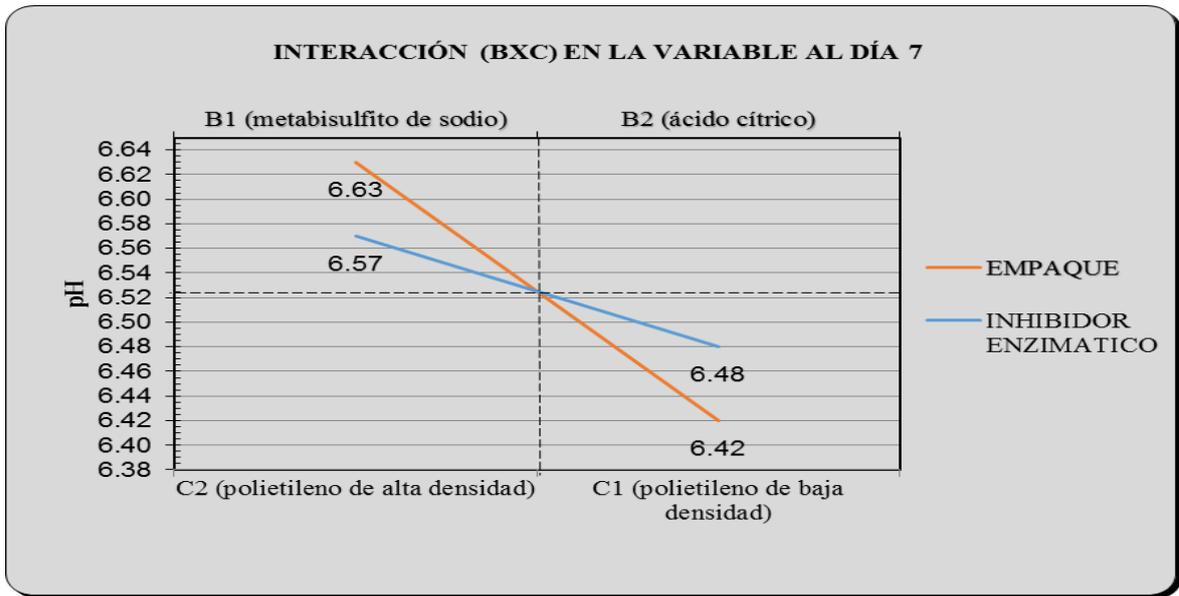
En la prueba de DMS para el Factor C (empaque), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores C2 (polietileno de alta densidad) y C1 (polietileno de baja densidad), lo cual indica que el pH varía conforme al empaque utilizado, el factor C1 representa la mejor media debido a su menor valor.

Gráfico 8. Interacción AXB (pH)



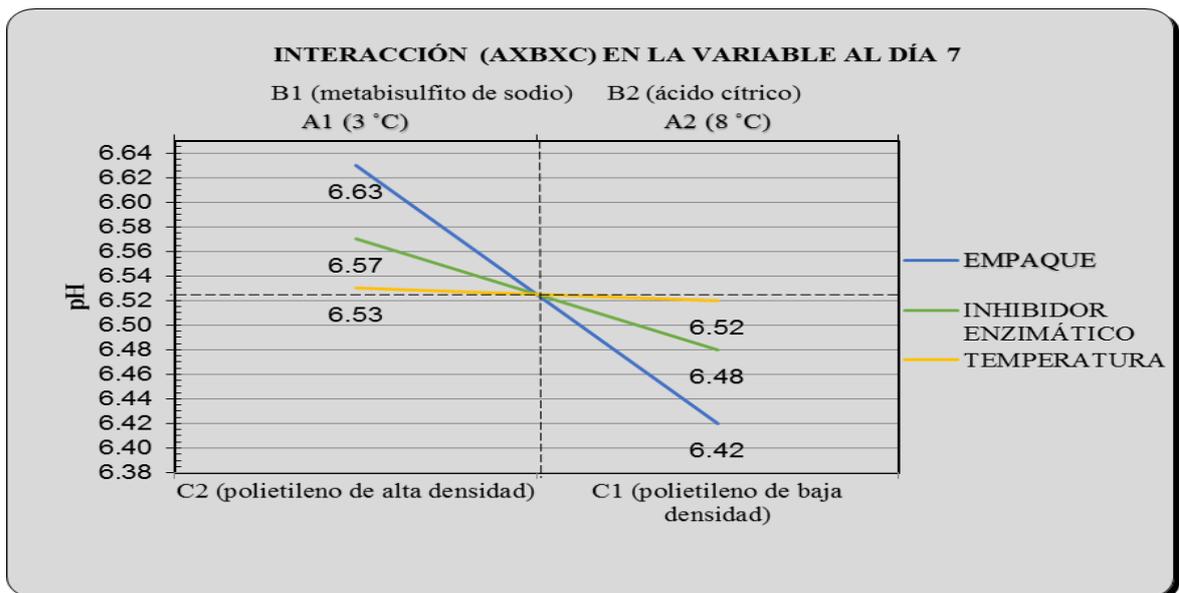
En la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (Temperatura) y B (Inhibidor enzimático) en la variable pH es 6.525, que corresponde a la temperatura de almacenamiento (8 °C) y el tipo de inhibidor enzimático (ácido cítrico).

Gráfico 9. Interacción BXC (pH)



Efectuada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores B (inhibidor enzimático) y C (empaque) en la variable pH es 6.525, este valor interactúa entre el tipo de inhibidor enzimático (ácido cítrico) y el tipo de empaque (polietileno de baja densidad).

Gráfico 10. Interacción AXBXC (pH)



Elaborada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura), B (inhibidor enzimático) y C (empaque) en la variable pH es 6.525, este valor corresponde a 8 °C de temperatura de almacenamiento, ácido cítrico como inhibidor enzimático y polietileno de baja densidad como empaque.

Durante el almacenamiento, el valor del pH presentó una disminución que se correspondió a un aumento de la acidez, el cual fue más pronunciado a los 14 y 21 días. Esto concuerda con Camacho, Alfonzo, Ortiz y De venanzi (2010), en su estudio de mazorcas refrigeradas que señalan que esta disminución pudo ser provocada por la acción de las enzimas y por la incidencia de una mayor carga microbiana, probablemente al tratarse de un producto fresco y no estar sometido a un tratamiento térmico previo.

4.2.3.2 pH a los 14 días de almacenamiento

Cuadro 16. Análisis de varianza (pH)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	0.1594				
TRATAMIENTOS	7	0.1259	0.0180	8.58 **	2.66	4.03
FA (Tempertaura)	1	0.0477	0.0477	22.76 **	4.49	8.53
FB (Inhibidor enzimático)	1	0.0176	0.0176	8.40 *	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.0002	0.0002	0.10 ns	4.49	8.53
AXB	1	0.0176	0.0176	8.40 *	4.49	8.53
AXC	1	0.0000	0.0000	0.02 ns	4.49	8.53
BXC	1	0.0051	0.0051	2.44 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0376	0.0376	17.94 **	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.0335	0.0021			

CV: 0.711%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable pH, se observó que existe alta significación estadística para Tratamientos, Factor A (empaque), interacción AXBXC y significación estadística para Factor B (inhibidor enzimático), interacción AXB, es decir que la temperatura, inhibidor enzimático y empaque influyen en el pH del producto terminado.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y las pruebas de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor A (temperatura), Factor B (inhibidor enzimático).

Cuadro 17. Prueba de Tukey para tratamientos (pH)

	Tratamientos	Medias	Rangos
T2	A1B1C2	6.59	a
T1	A1B1C1	6.49	a b
T3	A1B2C1	6.49	a b
T5	A2B1C1	6.42	b c
T8	A2B2C2	6.42	b c
T6	A2B1C2	6.37	c
T7	A2B2C1	6.37	c
T4	A1B2C2	6.37	c

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% se pudo evidenciar 1 rango “c” en el cual están los mejores tratamientos con un pH que tiene valores de: 6.37, que corresponden a los tratamientos T4 (3 °C, ácido cítrico, polietileno de alta densidad), T7 (8 °C, ácido cítrico, polietileno de baja densidad), T6 (8 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de alta densidad).

Cuadro 18. Prueba de DMS para el Factor A

Factores	Medias	Rangos
A1	6.48	a
A2	6.39	b

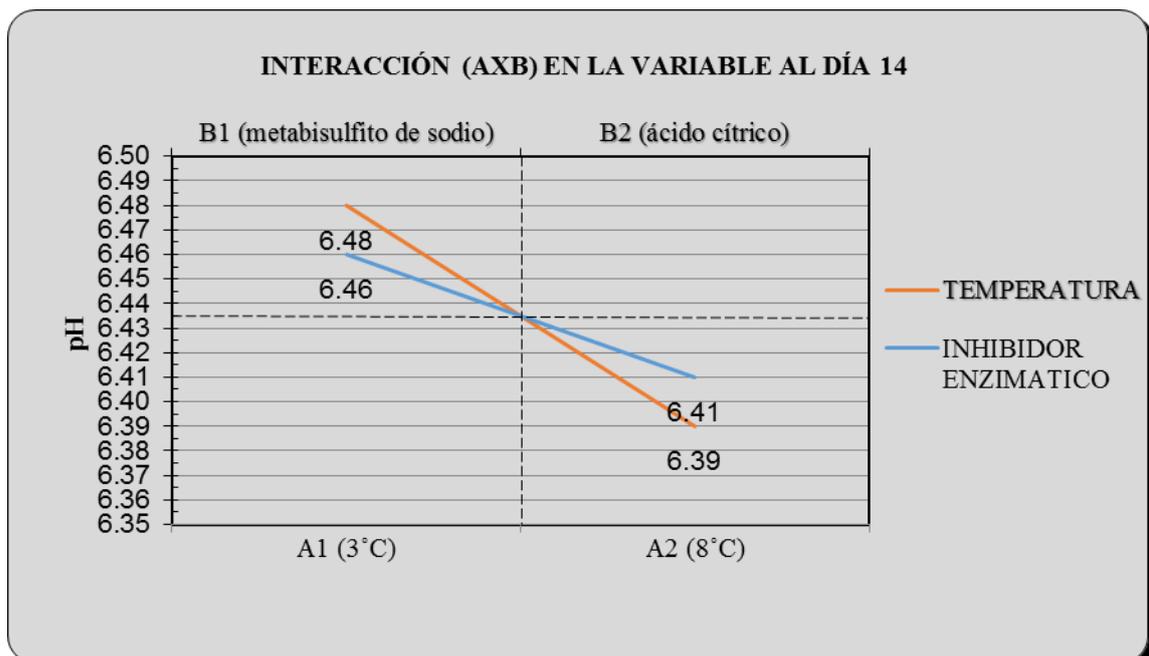
Ejecutada la prueba de DMS para el Factor A (temperatura), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores A1 (3 °C) y A2 (8 °C), lo cual indica que el pH varía conforme a la temperatura de almacenamiento.

Cuadro 19. Prueba de DMS para el Factor B

Factores	Medias	Rangos
B1	6.46	a
B2	6.41	b

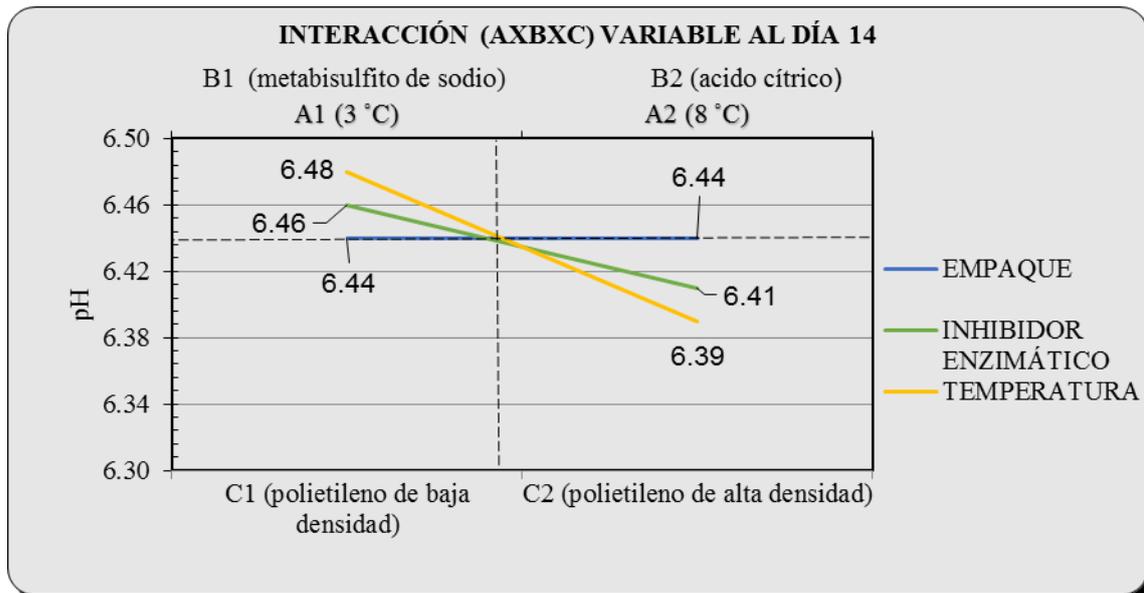
La prueba de DMS para el Factor B (inhibidor enzimático), dio como resultado que hay una diferencia en los rangos de los Factores B1 (metabisulfito de sodio) y B2 (ácido cítrico), lo cual indica que el pH varía conforme al inhibidor enzimático utilizado.

Gráfico 11. Interacción BXC



Una vez realizada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura) y B (inhibidor enzimático) en la variable pH es 6.435, valor que interactúa entre la temperatura de almacenamiento (8 °C) y el tipo de inhibidor enzimático (ácido cítrico).

Gráfico 12. Interacción AXBXC



Efectuada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura), B (inhibidor enzimático) y C (empaque) en la variable pH es 6.44, este valor corresponde a 8 °C de temperatura de almacenamiento, ácido cítrico como inhibidor enzimático y polietileno de alta densidad como de empaque.

Al cabo de los 14 días de almacenamiento, se pudo evidenciar un pequeño aumento en los rangos de pH que no fueron tan notorios, esto concuerda con lo mencionado por Martínez y Trejo (2002), que indican que al almacenar espinaca con aire ambiental los cambios no fueron significativos (6.4 a 6.46 en espinaca tierna y de 6.4 a 6.7 en hoja madura). Además, mencionan que no se sabe si el pH aumenta como consecuencia de los efectos del CO₂ sobre el metabolismo normal, o es una reacción directa del tejido vegetal al contrarrestar los efectos de acidificación ocasionados por el CO₂.

Al almacenar en atmósferas controladas un vegetal, los valores de pH tienen a aumentar, esto como consecuencia del descenso en la actividad respiratoria, aumento en la cantidad de CO₂ dentro del empaque o la transformación del ácido málico en piruvato u oxalacetato, gracias a la presencia de una enzima menos activa.

4.2.3.3 pH a los 21 días de almacenamiento

Cuadro 20. Análisis de varianza (pH)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	0.9283				
TRATAMIENTOS	7	0.864	0.1234	30.70 **	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.0523	0.0523	13.00 **	4.49	8.53
FB (Inhibidor enzimático)	1	0.0081	0.0081	2.01 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.7633	0.7633	189.83 **	4.49	8.53
AXB	1	0.0096	0.0096	2.39 ns	4.49	8.53
AXC	1	0.0113	0.0113	2.80 ns	4.49	8.53
BXC	1	0.0193	0.0193	4.79 *	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0003	0.0003	0.07 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.0643	0.0040			

CV: 1.046%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable pH, se pudo observar que existe alta significación estadística para Tratamientos, Factor A (temperatura), Factor C (empaque) y significación estadística para

la interacción BXC, es decir que el tipo de inhibidor enzimático y empaque influyen en el pH del producto terminado.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y las pruebas de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor A (temperatura) y Factor C (empaque)

Cuadro 21. Prueba de Tukey para tratamientos (pH)

	Tratamientos	Medias	Rangos
T1	A1B1C1	6.29	a
T5	A2B1C1	6.29	a
T3	A1B2C1	6.24	a b
T7	A2B2C1	6.15	a b
T4	A1B2C2	5.98	c
T2	A1B1C2	5.93	c d
T6	A2B1C2	5.82	d
T8	A2B2C2	5.81	d

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% se pudo evidenciar 1 rango “a” en los cuales están los mejores tratamientos con un pH que tiene valores de: 6.29, que corresponden a los tratamientos T1 (3°C, metabisulfito de sodio, polietileno de baja densidad), T5 (8 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de baja densidad).

Cuadro 22. Prueba de DMS para el Factor A

Factores	Medias	Rangos
A1	6.11	a
A2	6.02	b

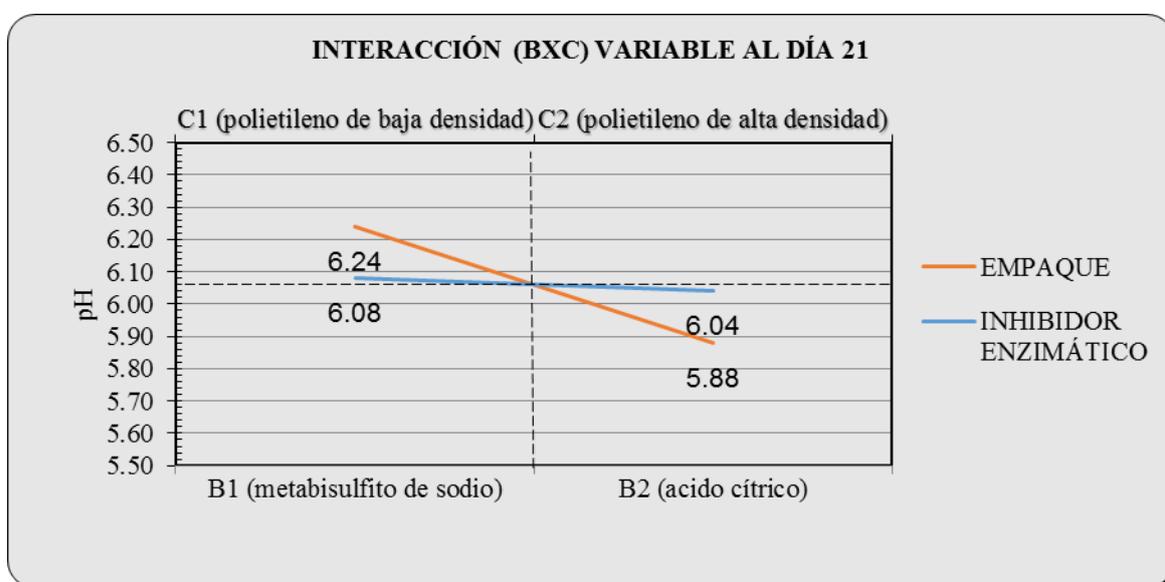
Efectuada la prueba de DMS para el Factor A (temperatura), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores A1 (3 °C) y A2 (8 °C), lo cual indica que el pH varía conforme a la temperatura de almacenamiento.

Cuadro 23. Prueba de DMS para el Factor C

Factores	Medias	Rangos
C1	6.24	a
C2	5.88	b

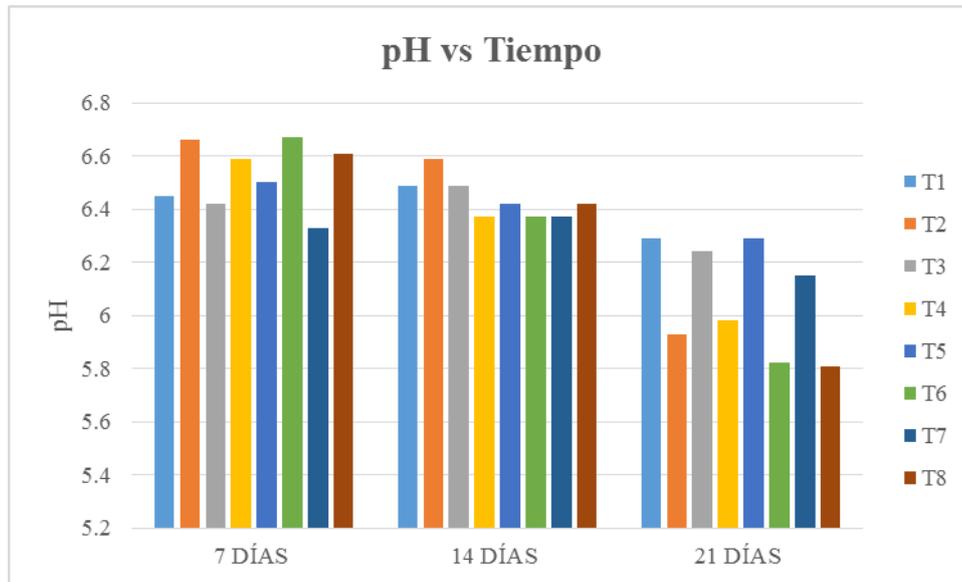
La prueba de DMS para el Factor C (empaque), dio como resultado, que hay una diferencia en los rangos de los Factores C1 (polietileno de baja densidad) y C2 (polietileno de alta densidad), lo cual indica que el pH varía conforme al empaque utilizado.

Gráfico 13. Interacción BXC



Una vez realizada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores B (inhibidor enzimático) y C (empaque) en la variable pH es 6.06, que corresponde a ácido cítrico como inhibidor enzimático y polietileno de baja densidad como de empaque.

Gráfico 14. pH (tratamientos)



Una vez evaluada la variable pH del espárrago en su tiempo de almacenamiento a los 7, 14 y 21 días, se pudo observar que hay una disminución del pH durante las tres semanas de conservación, lo que indica que hubo una acidificación del producto. Las bacterias lácteas, junto con la presencia de microorganismos pueden producir un aumento en la actividad fermentativa, teniendo como resultado una reducción del pH.

Conjuntamente con lo antes mencionado, Siddiqui (2015), indica que el crecimiento de microorganismos es inhibido cuando el pH cae por debajo de la gama de valores de pH que permite su desarrollo. Frutas y vegetales con alto pH (>4.6) y una actividad de agua (>0.85) son considerados susceptibles a la contaminación microbiana y son altamente perecibles, para ello, la acidificación de la superficie de los productos con ácidos orgánicos es recomendada.

4.2.4 ACIDEZ

4.2.4.1 Acidez a los 7 días de almacenamiento

Cuadro 24. Análisis de varianza (acidez)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	0.0626				
TRATAMIENTOS	7	0.0536	0.0077	13.64 **	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.0452	0.0452	80.39 **	4.49	8.53
FB (Inhibidor Enzimático)	1	0.0002	0.0002	0.40 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.0041	0.0041	7.27 *	4.49	8.53
AXB	1	0.0005	0.0005	0.88 ns	4.49	8.53
AXC	1	0.0033	0.0033	5.94*	4.49	8.53
BXC	1	0.0000	0.0000	0.02 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0003	0.0003	0.59 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.0090	0.0006			

CV: 12.699%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable acidez, se pudo observar que existe alta significación estadística para Tratamientos, Factor A (temperatura) y significación estadística para el Factor C (empaque), interacción AXC, es decir que la temperatura y empaque influyen en la acidez del producto terminado.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y las pruebas de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor A (temperatura) y Factor C (empaque).

Cuadro 25. Prueba de Tukey para tratamientos (acidez)

	Tratamientos	Medias	Rangos
T7	A2B2C1	0.26	a
T5	A2B1C1	0.25	a b
T6	A2B1C2	0.21	a b
T8	A2B2C2	0.2	b c
T3	A1B2C1	0.15	c d
T4	A1B2C2	0.15	c d
T1	A1B1C1	0.14	d
T2	A1B1C2	0.13	d

Realizada la prueba de Tukey al 5% se puede evidenciar 1 rango “d” en el cual están los mejores tratamientos con una acidez que tiene valores de: 0.13, 0.14, que corresponden a los tratamientos T2 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de alta densidad), T1 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de baja densidad).

Cuadro 26. Prueba de DMS para el Factor A (temperatura)

Factores	Medias	Rangos
A2	0.23	a
A1	0.14	b

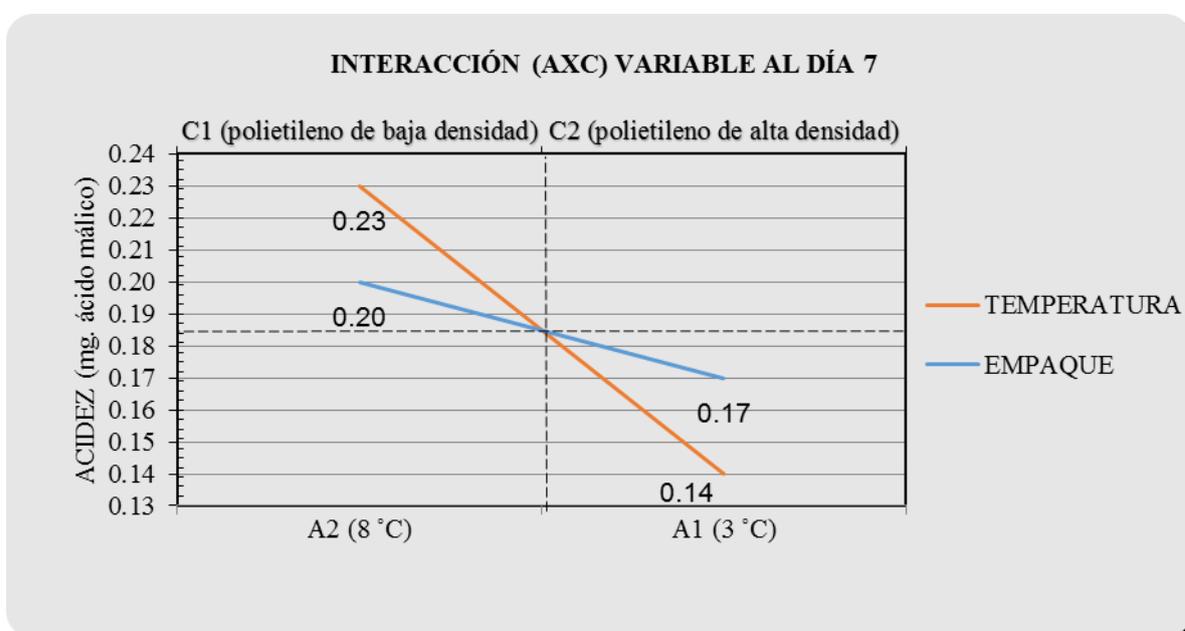
Una vez efectuada la prueba de DMS para el Factor A (temperatura), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores A2 (8 °C) y A1 (3 °C), lo que indica que la acidez varía conforme a la temperatura de almacenamiento.

Cuadro 27. Prueba de DMS para el Factor C (empaque)

Tratamientos	Medias	Rangos
C1	0.2	a
C2	0.17	b

La prueba de DMS para el Factor C (empaque), dio como resultado, que hay una diferencia en los rangos de los Factores C1 (polietileno de baja densidad) y C2 (polietileno de alta densidad), quiere decir que la acidez varía conforme al empaque utilizado.

Gráfico 15. Interacción AXC



Realizada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura) y C (empaque) en la variable acidez es de 0.185 mg, este valor indica relación directa entre la temperatura de almacenamiento (3 °C) y el tipo de empaque (polietileno de alta densidad).

Según Manzo, Dertiano, Burgos, Gori, Staffolani y Céspedes (2015), mencionan que en su estudio de zanahorias y radichetas mínimamente procesadas, a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento se produce un incremento significativo de la acidez cuando se

las conserva a 10 °C y que paralelamente a esto, encontraron una reducción significativa en el pH. Esto concuerda con esta investigación la cual muestra un incremento de la acidez titulable que podría favorecerse a una mayor actividad de la microbiota psicrótrófa inicial.

Además, se pudo observar que los tratamientos con una menor acidez fueron los tratados con metabisulfito de sodio y almacenados a 3 °C, lo cual demuestra que a más de ser un inhibidor del pardeamiento enzimático, es un potente antimicrobiano.

4.2.4.2 Acidez a los 14 días de almacenamiento

Cuadro 28. Análisis de varianza (acidez)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	0.0428				
TRATAMIENTOS	7	0.0330	0.0047	7.70 **	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.0222	0.0222	36.30 **	4.49	8.53
FB (Inhibidor Enzimático)	1	0.0066	0.0066	10.79**	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.0003	0.0003	0.44 ns	4.49	8.53
AXB	1	0.0004	0.0004	0.58 ns	4.49	8.53
AXC	1	0.0002	0.0002	0.30 ns	4.49	8.53
BXC	1	0.0009	0.0009	1.45 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0025	0.0025	4.06 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.0098	0.0006			

CV: 10.435%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable acidez, se pudo observar que existe alta significación estadística para Tratamientos, Factor A (temperatura) y Factor B (inhibidor enzimático), es decir, que la temperatura y tipo de inhibidor enzimático influyen en la acidez del producto terminado.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y las pruebas de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor A (temperatura) y Factor B (inhibidor enzimático).

Cuadro 29. Prueba de Tukey para tratamientos (acidez)

	Tratamientos	Medias	Rangos
T8	A2B2C2	0.29	a
T5	A2B1C1	0.28	a b
T7	A2B2C1	0.27	a b c
T3	A1B2C1	0.23	b c d
T6	A2B1C2	0.23	b c d
T4	A1B2C2	0.22	c d
T2	A1B1C2	0.19	d
T1	A1B1C1	0.18	d

Realizada la prueba de Tukey al 5% se puede evidenciar 1 rango “d” en el cual están los mejores tratamientos con una acidez que tiene valores de: 0.18 y 0.19, que corresponden a los tratamientos T1 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de baja densidad) y T5 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de alta densidad).

Cuadro 30. Prueba de DMS para el Factor A

Factores	Medias	Rangos
A2	0.26	a
A1	0.21	b

Efectuada la prueba de DMS para el Factor A (temperatura), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores A2 (8 °C) y A1 (3 °C), lo cual indica que la acidez varía conforme a la temperatura de almacenamiento.

Cuadro 31. Prueba de DMS para el Factor B

Factores	Medias	Rangos
B2	0.25	a
B1	0.22	b

En la prueba de DMS para el Factor B (Inhibidor enzimático), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los factores B2 (ácido cítrico) y B1 (metabisulfito de sodio), lo cual indica que la acidez varía conforme al tipo de inhibidor enzimático utilizado.

Según Cadpata (2015), menciona que obtuvo un incremento en la acidez de zanahoria minimamente procesada y que este aumento se relaciona directamente con la disminución del pH, ya que probablemente en el interior del empaque se produjo un ambiente anaerobio, propicio para la producción de ácido láctico y ácido acético debido al incremento de las bacterias ácido lácticas; esto concuerda con este estudio, en el cual mencionamos anteriormente que se presentó una disminución de pH en las tres semanas de conservación, por ende, tuvimos un aumento en la acidez titulable del ácido málico presente en el espárrago.

4.2.4.3 Acidez a los 21 días de almacenamiento

Cuadro 32. Análisis de varianza (acidez)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F. Calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	0.0364	23				
TRATAMIENTOS	0.0293	7	0.0042	9.45 **	2.66	4.03
FA (Temperatura)	0.0184	1	0.0184	41.47 **	4.49	8.53
FB (Inhibidor Enzimático)	0.0001	1	0.0001	0.22 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	0.0013	1	0.0013	2.91 ns	4.49	8.53
AXB	0.0034	1	0.0034	7.59 *	4.49	8.53
AXC	0.0019	1	0.0019	4.23 ns	4.49	8.53

BXC	0.0034	1	0.0034	7.59 *	4.49	8.53
AXBXC	0.0010	1	0.0010	2.17 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	0.0071	16	0.0004			

CV: 7.424%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable acidez, se observa que existe alta significación estadística para Tratamientos, Factor A (temperatura), y significación estadística para interacción BXC, interacción AXB, es decir que la temperatura, tipo de inhibidor enzimático y empaque influyen en la acidez del producto terminado.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y las pruebas de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor A (temperatura).

Cuadro 33. Prueba de Tukey para tratamientos (acidez)

	Tratamientos	Medias	Rangos
T5	A2B1C1	0.33	a
T8	A2B2C2	0.33	a
T7	A2B2C1	0.32	a b
T1	A1B1C1	0.27	c
T2	A1B1C2	0.26	c
T6	A2B1C2	0.26	c
T4	A1B2C2	0.25	c
T3	A1B2C1	0.24	c

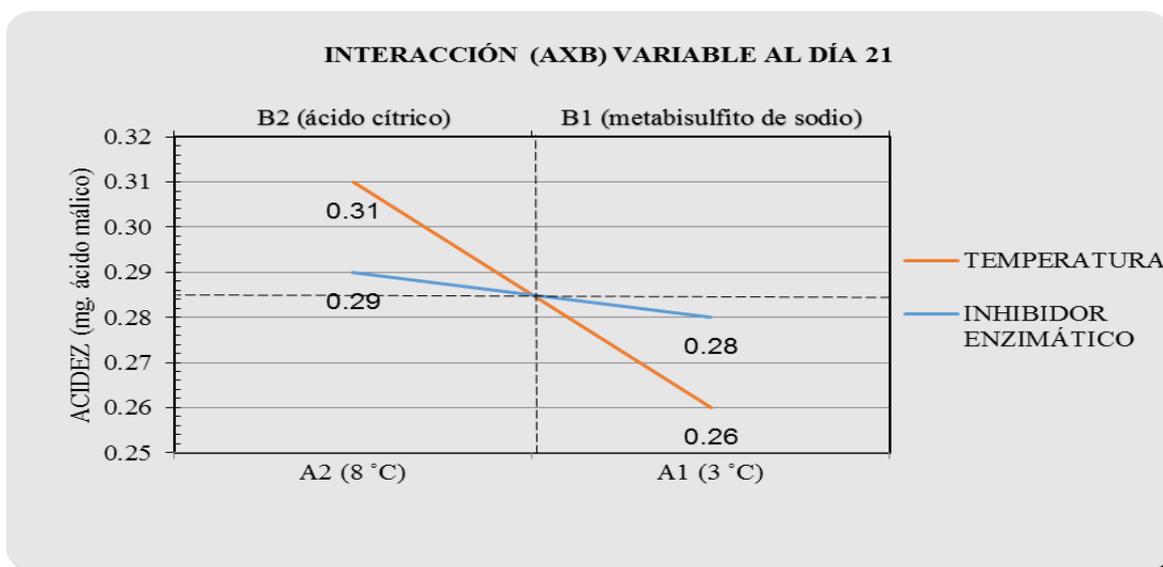
Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% se pudo evidenciar 1 rango “c” en el cual están los mejores tratamientos con una acidez que tiene valores de: 0.24, 0.25, que corresponden a los tratamientos T3 (3 °C, ácido cítrico, polietileno de baja densidad), T4 (3 °C, ácido cítrico, polietileno de alta densidad).

Cuadro 34. Prueba de DMS para el Factor A

Factores	Medias	Rangos
A2	0.31	a
A1	0.26	b

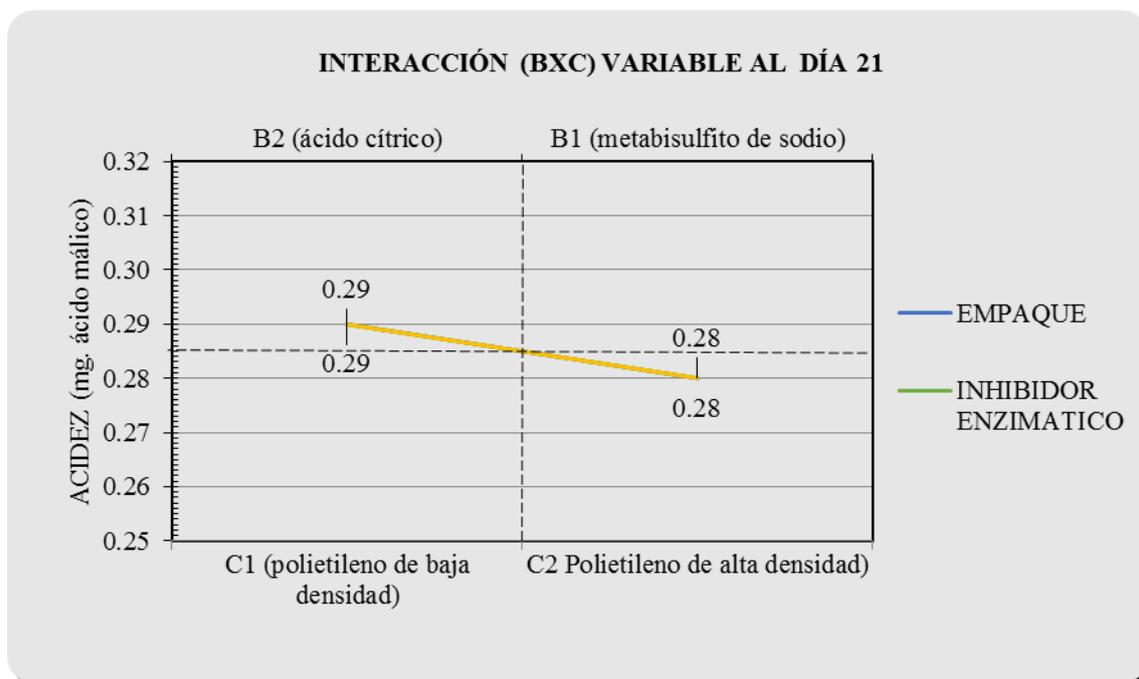
Elaborada la prueba de DMS para el Factor A (temperatura), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores A2 (8 °C) y A1 (3 °C), lo cual señala que la acidez varía conforme a la temperatura de almacenamiento.

Gráfico 16. Interacción AXB



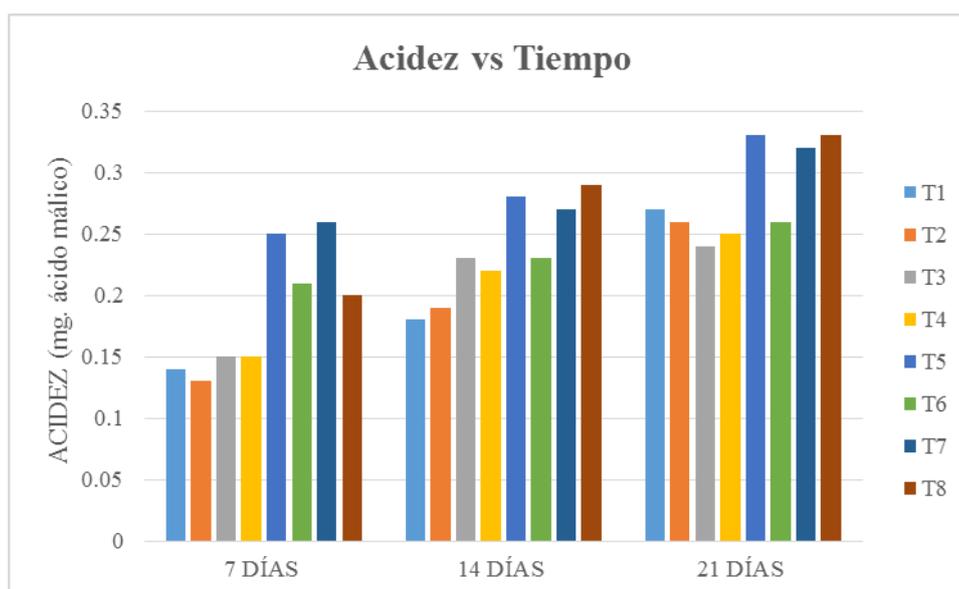
En la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura) y B (inhibidor enzimático) para la variable acidez es 0.285 mg, este valor indica relación directa entre la temperatura (3 °C) y el tipo de inhibidor enzimático (metabisulfito de sodio).

Gráfico 17. Interacción BXC



Realizada la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores B (inhibidor enzimático) y C (empaque) en la variable acidez es 0.285 mg; estos factores influyen directamente en el valor de la acidez.

Gráfico 18. Acidez (tratamientos)



Una vez evaluado mediante análisis estadístico la variable acidez del espárrago en su tiempo de almacenamiento a los 7, 14 y 21 días, se pudo indicar que hay un aumento de la

acidez a las tres semanas de conservación, en respuesta a la senescencia del producto y acorde a lo propuesto por Vargas, Novelo, Sánchez y Cortez (2008), quienes mencionan que el aumento en la acidez es debido a las concentraciones de los ácidos, así como también a la acción de microorganismos que tienden a fermentar los azúcares presentes (oxidación parcial).

Conforme van aumentando los días de conservación, los valores de acidez también incrementan, siendo esto atribuible a daños causados por frío que aceleran los cambios desfavorables en la calidad organoléptica, especialmente del sabor.

4.2.5 FIRMEZA

4.2.5.1 Firmeza a los 7 días de almacenamiento

Cuadro 35. Análisis de varianza (firmeza)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Sumad de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	0.3750				
TRATAMIENTOS	7	0.2083	0.0298	2.86 *	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.0938	0.0938	9.00 **	4.49	8.53
FB (Inhibidor enzimático)	1	0.0000	0.0000	0.00ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.0000	0.0000	0.00ns	4.49	8.53
AXB	1	0.0938	0.0975	9.00 **	4.49	8.53
AXC	1	0.0104	0.0102	1.00 ns	4.49	8.53
BXC	1	0.0000	0.0000	0.00 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0104	0.0068	1.00 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.1667	0.0104			

CV: 1.991%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable firmeza, se pudo observar que existe alta significación estadística para Factor A (temperatura), interacción AXB y significación estadística para tratamientos, es decir que la temperatura y tipo de inhibidor enzimático influyen en la firmeza del producto terminado.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y las pruebas de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor A (temperatura).

Cuadro 36. Prueba de Tukey para tratamientos

	Tratamientos	Medias	Rangos
T1	A1B1C1	5.25	a
T2	A1B1C2	5.25	a
T4	A1B2C2	5.17	a b
T7	A2B2C1	5.17	a b
T3	A1B2C1	5.08	a b
T8	A2B2C2	5.08	a b
T5	A2B1C1	5.00	b
T6	A2B1C2	5.00	b

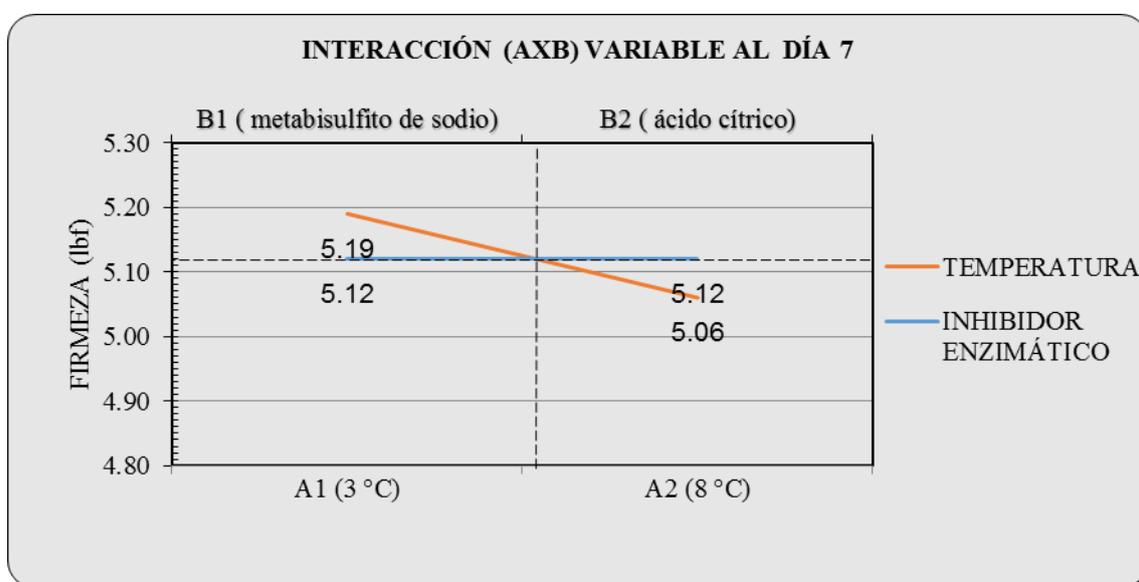
Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% se pudo evidenciar 2 rangos “a” y “ab” en los cuales están los mejores tratamientos con una firmeza que tiene valores de: 5.25, 5.25, 5.17, 5.17 que corresponden a los tratamientos T1 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de baja densidad), T2 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de alta densidad), T4 (3 °C, ácido cítrico, polietileno de alta densidad), T7 (8 °C, ácido cítrico, polietileno de baja densidad) respectivamente.

Cuadro 37. Prueba de DMS para el Factor A

Factores	Medias	Rangos
A1	5.19	a
A2	5.06	b

Efectuada la prueba de DMS para el Factor A (temperatura), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores A1 (3 °C) y A2 (8 °C), es decir que la firmeza varía conforme a la temperatura de almacenamiento.

Gráfico 19. Interacción AXC.



En la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura) y B (inhibidor enzimático) en la variable firmeza es 5.12 lbf, que resultó de la interacción directa entre la temperatura de almacenamiento (8 °C) y en el tipo de inhibidor enzimático (ácido cítrico).

Mediante el análisis de la variable firmeza y los datos que se obtuvo durante la primera semana de conservación, se pudo observar que hay una disminución en la firmeza, cuanto mayor es la temperatura de conservación, debido a que una menor temperatura evita una rápida senescencia del producto.

Esta investigación, concuerda con lo mencionada por Morales (2009), que indica que los productos mínimamente procesados pierden la firmeza en un corto tiempo durante el almacenamiento a bajas temperaturas. Este comportamiento se atribuye a los cambios acelerados inducidos por el daño mecánico causado a las células del tejido durante el cortado y pelado, entre los que se encuentran: la liberación de enzimas pectinolíticas y proteolíticas desde las células dañadas al interior de los tejidos, la transformación de protopectina a pectina soluble en agua, adelgazamiento de las paredes celulares, y al movimiento de los iones de la pared celular.

4.2.5.2 Firmeza a los 14 días de almacenamiento

Cuadro 38. Análisis de varianza (firmeza)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	1.6641				
TRATAMIENTOS	7	1.4141	0.2020	12.93 **	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.5859	0.5859	37.50 **	4.49	8.53
FB (Inhibidor enzimático)	1	0.0026	0.0026	0.17 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.0026	0.0026	0.17 ns	4.49	8.53
AXB	1	0.5859	0.5859	37.50 **	4.49	8.53
AXC	1	0.2109	0.2109	13.50 **	4.49	8.53
BXC	1	0.0234	0.0234	1.50 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0026	0.0026	0.17 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.2500	0.0156			

Analizada la variable firmeza, se pudo observar que existe alta significación estadística para tratamientos, Factor A (Temperatura), interacción AXB, interacción AXC, es decir que la temperatura, tipo de inhibidor enzimático y empaque influyen en la firmeza del producto terminado.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y las pruebas de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor A (temperatura).

Cuadro 39. Prueba de Tukey para tratamientos

	Tratamientos	Medias	Rangos
T2	A1B1C2	4.92	a
T1	A1B1C1	4.67	a b
T7	A2B2C1	4.58	b c
T4	A1B2C2	4.50	b c d
T3	A1B2C1	4.42	b c d
T8	A2B2C2	4.33	c d e
T5	A2B1C1	4.25	d e
T6	A2B1C2	4.08	e

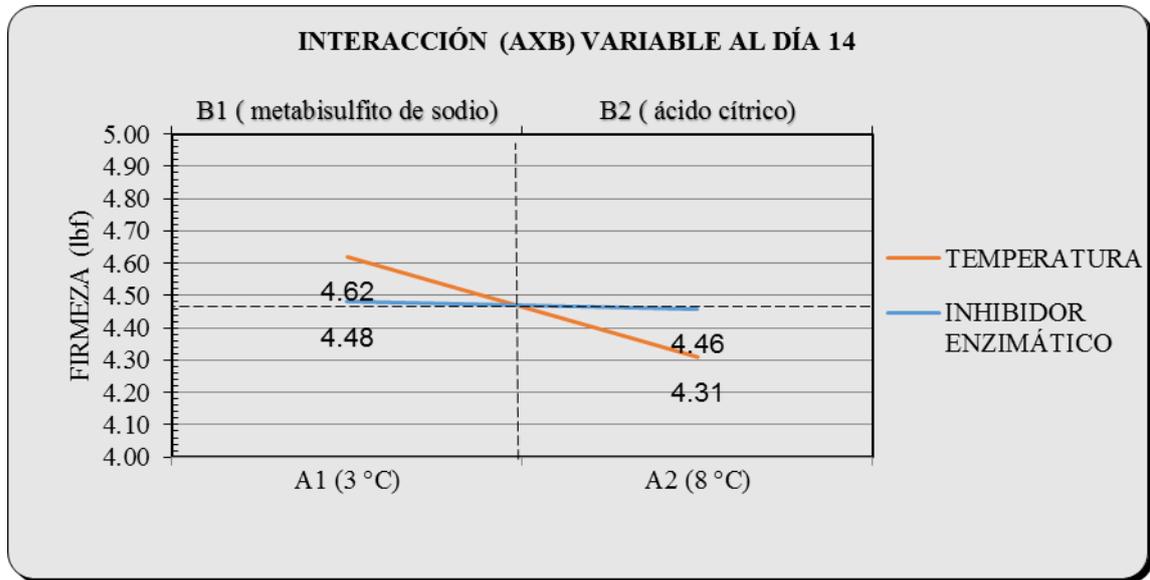
Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% se pudo evidenciar 2 rangos “a” y “ab” en los cuales están los mejores tratamientos con una firmeza que tiene valores de: 4.92 y 4.67 lbf, que corresponden a los tratamientos T2 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de alta densidad) y T1 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de baja densidad).

Cuadro 40. Prueba de DMS para el Factor A

Factores	Medias	Rangos
A1	4.62	a
A2	4.31	b

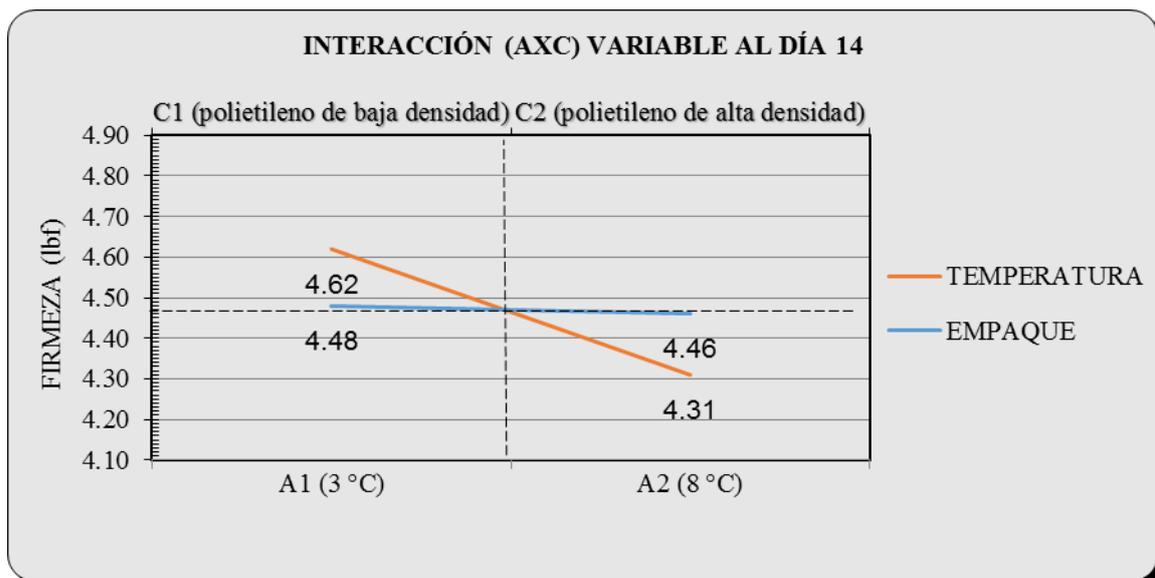
Efectuada la prueba de DMS para el Factor A (temperatura), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores A1 (3 °C) y A2 (8 °C), es decir, que la firmeza varía conforme a la temperatura de almacenamiento.

Gráfico 20. Interacción AXB



En la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura) y B (inhibidor enzimático) en la variable firmeza es 4.47 lbf, este valor influye directamente en la temperatura de almacenamiento (3 °C), tipo de inhibidor enzimático (metabisulfito de sodio), señalando así que a estas condiciones se obtuvo una mayor firmeza.

Gráfico 21. Interacción AXC



La interacción muestra que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura) y C (empaque) en la variable firmeza es 4.47 lbf, este valor influye directamente en la

temperatura de almacenamiento (3 °C) y en el tipo de empaque (polietileno de baja densidad), señalando así que a estas condiciones se obtuvo una mayor firmeza.

Como indica Sanz, Olarte, Ayala, y Echávarri (2009), el cambio en la textura de espárragos se ha relacionado con la fibrosidad y puede ser atribuido a la lignificación, pero diferentes estudios han demostrado que otras modificaciones de la composición de la pared celular también podrían estar relacionados con esta alteración.

En base a esto se puede decir que a mayor aumento en la fibrosidad mayor será la firmeza, por ende en esta investigación los datos obtenidos concuerdan con el porcentaje de fibra alcanzado, el cual disminuyó durante los días de almacenamiento y se ve reflejado en una menor firmeza.

4.2.5.3 Firmeza a los 21 días de almacenamiento

Cuadro 41. Análisis de varianza (firmeza)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	1.6641				
TRATAMIENTOS	7	1.4141	0.2020	12.93 **	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.5859	0.5859	37.50 **	4.49	8.53
FB (Inhibidor enzimático)	1	0.0026	0.0026	0.17 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.0026	0.0026	0.17 ns	4.49	8.53
AXB	1	0.5859	0.5859	37.50 **	4.49	8.53
AXC	1	0.2109	0.2109	13.50 **	4.49	8.53
BXC	1	0.0234	0.0234	1.50 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0026	0.0026	0.17 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.2500	0.0156			

CV: 3.604%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable firmeza, se pudo observar que existe alta significación estadística para tratamientos, Factor A (temperatura), interacción AXB, interacción AXC, es decir que la temperatura, tipo de inhibidor enzimático y empaque influyen en la firmeza del producto terminado.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y las pruebas de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor A (temperatura).

Cuadro 42. Prueba de Tukey para tratamientos (firmeza)

	Tratamientos	Medias	Rangos
T2	A1B1C2	3.92	a
T1	A1B1C1	3.67	a b
T7	A2B2C1	3.58	b c
T4	A1B2C2	3.50	b c d
T3	A1B2C1	3.42	b c d
T8	A2B2C2	3.33	c d e
T5	A2B1C1	3.25	d e
T6	A2B1C2	3.08	e

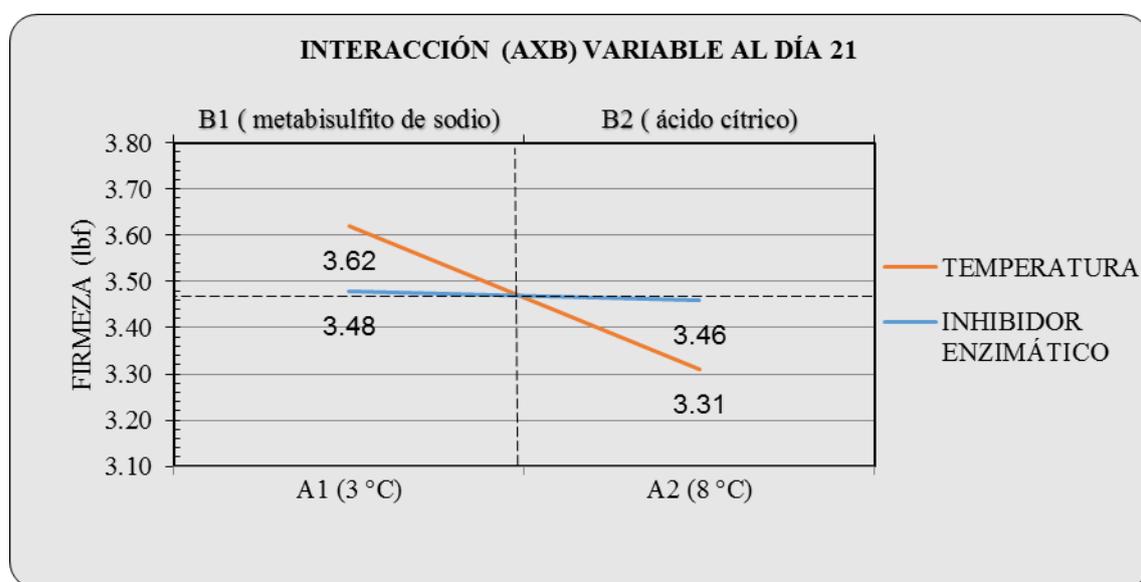
Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% se pudo evidenciar 2 rangos “a” y “ab” en los cuales están los mejores tratamientos con una firmeza que tiene valores de: 3.92 y 3.67lbf, que corresponden a los tratamientos T2 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de alta densidad) y T1 (3 °C, metabisulfito de sodio, polietileno de baja densidad) respectivamente.

Cuadro 43. Prueba de DMS para el Factor A

Factores	Medias	Rangos
A1	3.62	a
A2	3.31	b

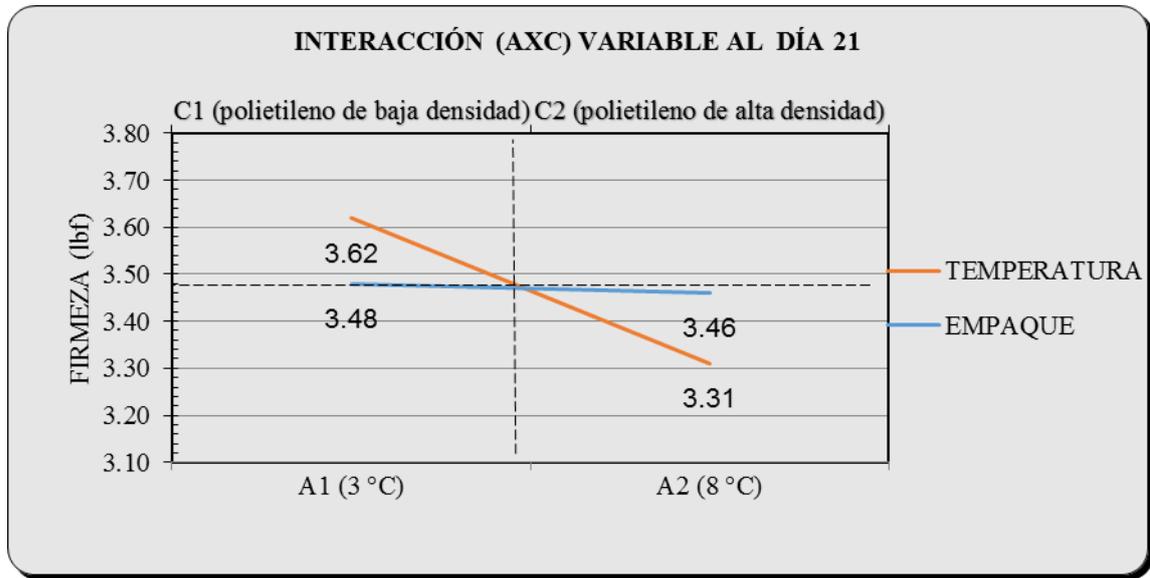
Efectuada la prueba de DMS para el Factor A (temperatura), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores A1 (3 °C) y A2 (8 °C), es decir que la firmeza varía conforme a la temperatura de almacenamiento.

Gráfico 22. Interacción AXB



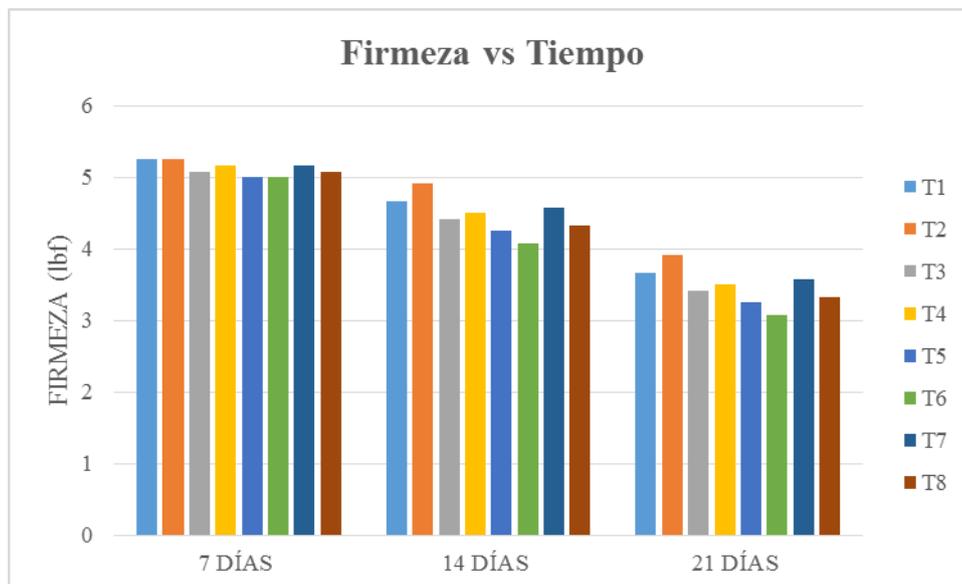
En la interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los Factores A (temperatura) y B (inhibidor enzimático) en la variable firmeza es 3.47 lbf, valor que influye directamente en la temperatura de almacenamiento (3 °C) y en el tipo de inhibidor enzimático (metabisulfito de sodio), indicando así que a estas condiciones se obtuvo una mayor firmeza.

Gráfico 23. Interacción AXC



La interacción dio como resultado que el valor del punto de inflexión entre los Factores A (Temperatura) y B (Inhibidor enzimático) en la variable firmeza es 3.47 lbf, este valor indica relación directa entre la temperatura de almacenamiento de 3 °C y en el tipo de empaque (polietileno de baja densidad).

Gráfico 24. Firmeza (tratamientos)



Evaluada la variable firmeza del espárrago en su tiempo de almacenamiento a los 7, 14 y 21 días, se pudo determinar que hay una disminución de la firmeza durante las tres semanas de conservación, esto concuerda Albanese, Russo, Cinquanta, Brasiello y Di Matteo (2007), que mencionan que la dureza registrada para los turiones de espárrago eran significativamente más bajos en muestras que fueron sumergidas en soluciones antioxidantes.

Las condiciones de almacenamiento dadas, escaso aire y por ende insuficiente oxígeno que rodean al producto, hacen que el contenido de lignocelulosa no aumente significativamente, ya que si se le dan condiciones de aire abierto las enzimas responsables del endurecimiento comenzarán a actuar, proporcionando una mayor fibrosidad la cual es inaceptable para su consumo.

4.2.6 COLOR

El color fue medio mediante tablas colorimétricas para alimentos durante las tres semanas de conservación, la siguiente descripción relaciona los cambios de color con los diferentes días de conservación.

Ilustración 2. Escala de color espárrago mínimamente procesado



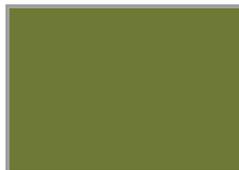
4.2.6.1 Color a los 7 días de almacenamiento

Cuadro 44. Color al día 7

Tratamientos		Repeticiones		
		I	II	III
T1	A1B1C1	N144C	N144C	N144C
T2	A1B1C2	N144C	N144C	N144C
T3	A1B2C1	N144C	N144C	N144C
T4	A1B2C2	N144C	N144C	N144C
T5	A2B1C1	N144C	N144C	N144C
T6	A2B1C2	N144C	N144C	N144C
T7	A2B2C1	N144C	N144C	N144C
T8	A2B2C2	N144C	N144C	N144C

Al tener como constante un mismo color como es el N144C que está compuesto por los rangos de color dentro del RGB (red, green, blue) con un valor para rojo de 111, verde 121 y 54 para azul, no se pudo proceder a realizar el ADEVA, esto quiere decir que el color se mantuvo durante los 7 días sin ningún cambio visible.

Ilustración 3. Color N144C



4.2.6.2 Color a los 14 días de almacenamiento

Cuadro 45. Color al día 14

Tratamientos		Repeticiones		
		I	II	III
T1	A1B1C1	N144B	N144B	N144B
T2	A1B1C2	144B	144B	144B

T3	A1B2C1	N144B	N144B	N144B
T4	A1B2C2	144B	144B	144B
T5	A2B1C1	144B	144B	144B
T6	A2B1C2	N144C	N144C	N144C
T7	A2B2C1	144B	144B	144B
T8	A2B2C2	N144C	N144C	N144C

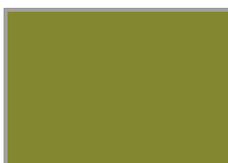
Una vez realizadas las comparaciones del color se pudo observar que existen 3 rangos de color dentro de la segunda semana de almacenamiento, el N144C que está compuesto por los rangos de color dentro del RGB (red, green, blue) con un valor para rojo de 111, verde 121 y 54 para azul; 144B con un valor para rojo de 64, verde 79 y azul 40 y el N144B con un valor para rojo de 131, verde 135 y azul 48; esto quiere decir que el color del séptimo día se mantuvo en el tratamiento T6 y T8, mientras que en los demás tratamientos se vio una diferencia en cuanto a la tonalidad. En los tratamientos T1 y T3 se notó una tonalidad amarillenta mientras que en los tratamientos T2, T4, T5, T7 la tonalidad fue más oscura.

Ilustración 4. Color N144C



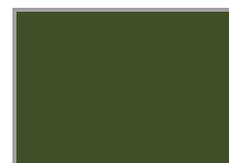
(T6-T8)

Ilustración 5. Color N144B



(T1-T3)

Ilustración 6. Color 144B



(T2-T4-T5-T7)

4.2.6.3 Color a los 21 días de almacenamiento

Cuadro 46. Color al día 21

Tratamientos		Repeticiones		
		I	II	III
T1	A1B1C1	151B	151B	151B
T2	A1B1C2	151B	151B	151B
T3	A1B2C1	151B	151B	151B
T4	A1B2C2	151B	151B	151B
T5	A2B1C1	144B	144B	144B

T6	A2B1C2	144B	144B	144B
T7	A2B2C1	144B	144B	144B
T8	A2B2C2	144B	144B	144B

Realizadas las comparaciones del color se pudo observar que existen 2 rangos de color dentro de la tercera semana de almacenamiento, el 151B que está compuesto por los rangos de color dentro del RGB (red, green, blue) con un valor para rojo de 150, verde 141 y azul 72 y el 144B con un valor para rojo de 64, verde 79 y azul 40, esto quiere decir que los tratamientos T1, T2, T3, T4 tuvieron mayor degradación de color a comparación de los tratamientos T5, T6, T7, T8 debido a la temperatura de almacenamiento.

Ilustración 7. Color 144B



(T5-T6-T7-T8)

Ilustración 8. Color 151B



(T1-T2-T3-T4)

Una vez evaluada la variable color del espárrago en su tiempo de almacenamiento a los 7, 14 y 21 días, se pudo indicar que hay una degradación del color durante las tres semanas de conservación, estos datos obtenidos concuerdan con lo mencionado por Sothornvit y Kiatchanapaibul (2009), que indican que en su investigación el tiempo y la temperatura significativamente afectan los cambios de tinte o color. El cambio en el color fue atribuido a la degradación de los pigmentos de la clorofila de verde brillante a verde oliva y finalmente a amarillo.

La degradación de color en los alimentos verdes mínimamente procesados, depende principalmente de la pérdida de clorofila, llegando a degradar colores verdes brillantes o olivo, en colores opacos amarillentos, con tonos naranjas y cafés.

Morales (2009), indica que la degradación de clorofila es el cambio más común que ocurre durante el procesamiento o senescencia de los vegetales verdes. La degradación de este pigmento involucra inicialmente la remoción de la cadena de fitol de la clorofila por la enzima clorofilasa, resultando en la formación de clorofilina (verde brillante), la cual se transforma en feofitina (verde olivo) o al feofórbido (café) al oxidarse completamente.

Muestras tratadas con ácidos antioxidantes, señalan una menor pérdida de color y por ende menores pérdidas de clorofila, ya que los agentes antioxidantes disminuyen el proceso oxidativo y reducen la descomposición de los pigmentos que producen tonos amarillentos en los turiones de espárrago.

4.2.7 CENIZAS

4.2.7.1 Cenizas a los 21 días de almacenamiento

Cuadro 47. Análisis de varianza (cenizas)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	0.0002				
TRATAMIENTOS	7	0.0001	0.0000133	2.39 ns	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.0000004	0.0000004	0.07 ns	4.49	8.53
FB (Inhibidor enzimático)	1	0.00001	0.00001	2.16 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.00000004	0.00000004	0.01 ns	4.49	8.53
AXB	1	0.0001	0.0001	9.14 **	4.49	8.53
AXC	1	0.000002	0.000002	0.37 ns	4.49	8.53
BXC	1	0.00002	0.00002	3.29 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.00001	0.00001	1.68 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.0001	0.0000056			

CV: 0.390%

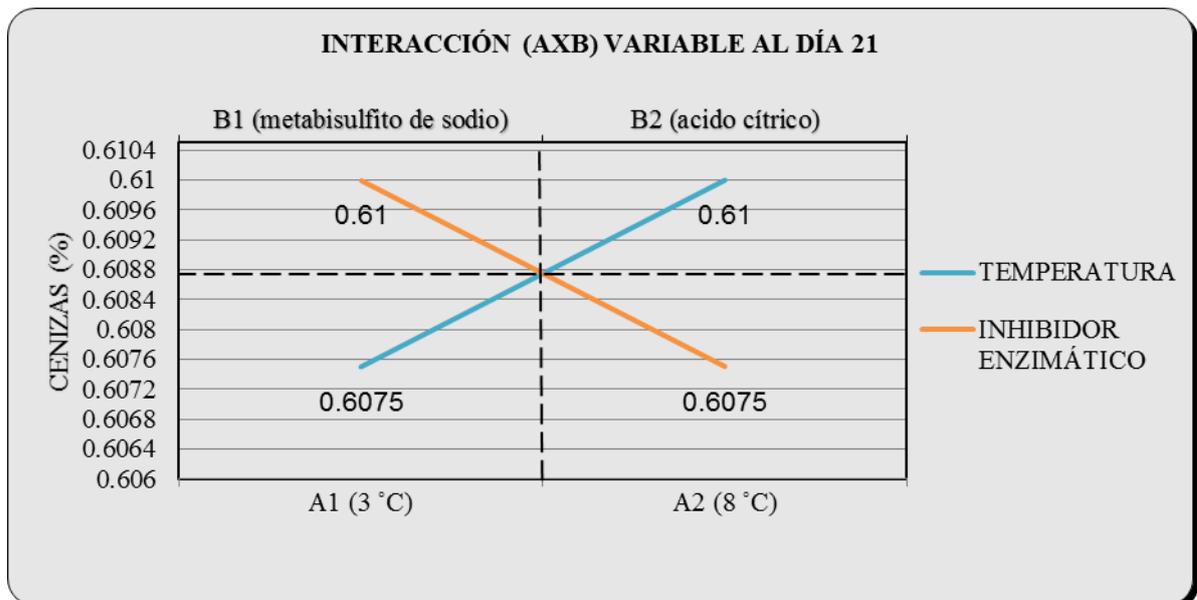
*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable cenizas, se observó que existe alta significación estadística para la interacción AXB, y no hay una diferencia significativa para los Factores y Tratamientos. Por lo tanto se procedió a realizar la gráfica de interacción A (temperatura de almacenamiento) x B (tipo de inhibidor enzimático).

Gráfico 25. Interacción AXB



Conforme muestra el gráfico de interacción, se pudo observar que el punto de inflexión entre los factores A (Temperatura) y B (Inhibidor enzimático) en la variable cenizas es 0.6088%, este valor interactúa directamente entre la temperatura de almacenamiento (8 °C) y el tipo de inhibidor enzimático (metabisulfito de sodio).

Una vez evaluada la variable cenizas del espárrago en su tiempo de almacenamiento a los 21 días, se pudo señalar que no hay un cambio significativo en el porcentaje de cenizas

durante las tres semanas de conservación, esto fue gracias al mantenimiento de la humedad en todos los tratamientos brindada por los empaque utilizados.

Estos resultados muestran una diferencia de lo encontrado por Rincón, Cristancho y González (2012), quienes mencionan en su estudio de lechuga mínimamente procesada, que los porcentajes de cenizas disminuyeron en los tratamientos a través del tiempo, posiblemente por la degradación de componentes, especialmente minerales.

4.2.8 AZÚCARES REDUCTORES

4.2.8.1 Azúcares reductores a los 21 días de almacenamiento

Cuadro 48. Análisis de varianza (azúcares reductores)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculada	F. Tabular	
					5%	1%
TOTAL	23	0.6200				
TRATAMIENTOS	7	0.1933	0.0276	1.04 ns	2.66	4.03
FA (Temperatura)	1	0.0067	0.0067	0.25 ns	4.49	8.53
FB (Inhibidor enzimático)	1	0.0017	0.0017	0.06 ns	4.49	8.53
FC (Empaque)	1	0.1350	0.1350	5.06 *	4.49	8.53
AXB	1	0.0150	0.0150	0.56 ns	4.49	8.53
AXC	1	0.0017	0.0017	0.06 ns	4.49	8.53
BXC	1	0.0067	0.0067	0.25 ns	4.49	8.53
AXBXC	1	0.0267	0.0267	1.00 ns	4.49	8.53
ERROR EXPERIMENTAL	16	0.4267	0.0267			

CV: 0.390%

*Significativo

**Altamente Significativo

ns: No Significativo

Analizada la variable azúcares reductores, se observa que existe significación estadística para el Factor C (empaque) y no hay una diferencia significativa para los Factores A, B, Tratamientos e interacciones.

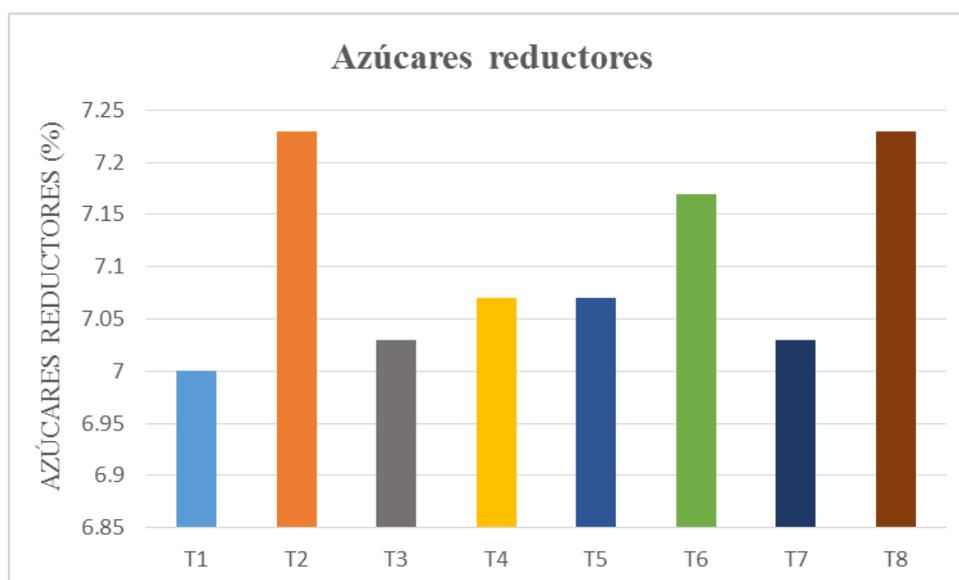
Al existir significación estadística se realizó la prueba de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el Factor C (empaque).

Cuadro 49. Prueba de DMS para el Factor C

Factores	Medias	Rangos
C2	7.175	a
C1	7.025	b

Una vez realizada la prueba de DMS para el Factor C (empaque), se obtuvo que hay una diferencia en los rangos de los Factores C2 (polietileno de alta densidad) y C1 (polietileno de baja densidad), es decir que los azúcares reductores varía conforme el empaque utilizado.

Gráfico 26. Azúcares reductores



Los azúcares reductores durante las tres semanas de conservación, presentaron un aumento significativo en su contenido a comparación de los análisis realizados en la caracterización de la materia prima. Se pudo evidenciar que los tratamientos en los cuales se ocuparon empaques de polietileno de alta densidad tienen una mayor concentración de azúcares reductores, variando en un 0.25% con los tratamientos en los que se usó empaques de polietileno de baja densidad.

Avila, Borges y Bernánez (2007), señalan que el mantenimiento de los altos niveles de humedad puede ser atribuido al empaque y a la temperatura de almacenamiento, que retrasan los procesos metabólicos como la transpiración, asociados a las pérdidas de agua. Con lo que se puede mencionar que a una mayor pérdida de agua en el producto, mayor será la concentración de azúcares reductores.

Las condiciones refrigeradas conjuntamente con un mayor tiempo de almacenamiento encaminan a una mayor concentración de azúcares reductores, azúcares totales y sacarosa; además, la composición de gases dentro de la atmósfera creada puede encaminar a un mayor aumento de la tasa respiratoria y metabólica en los alimentos altamente perecibles.

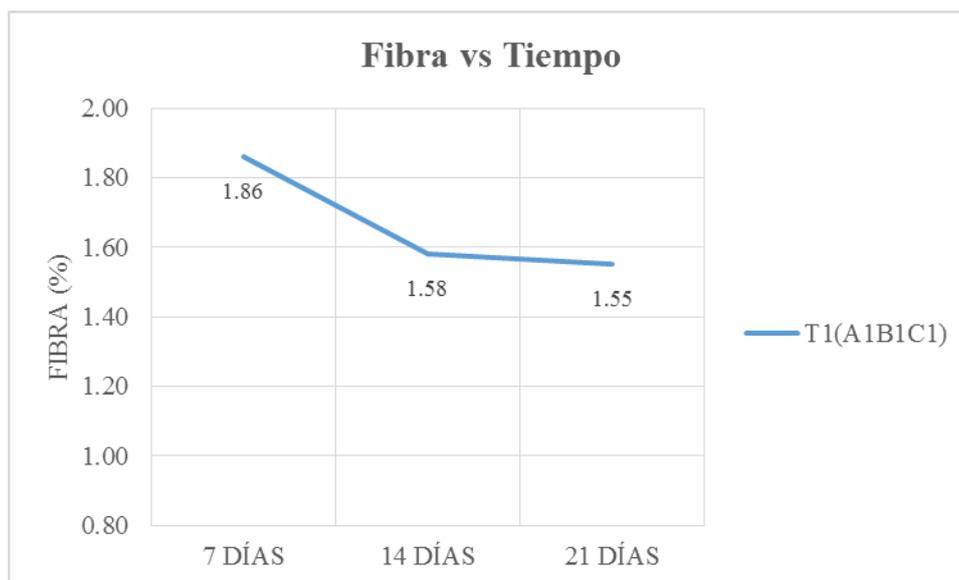
Según Centurión, Solís, Saucedo, Báez y Sauri (2008), indican que la acumulación de azúcares reductores durante la maduración de frutos se relaciona con una disminución en el contenido de almidón por la acción de la fermentación.

También, se puede mencionar que como producto de la hidrólisis de los polisacáridos especialmente del almidón, se obtienen dextrinas y glucosa, que pueden influir en el aumento de los azúcares reductores.

4.3 CURVAS DE DEGRADACIÓN DE FIBRA Y VITAMINA C

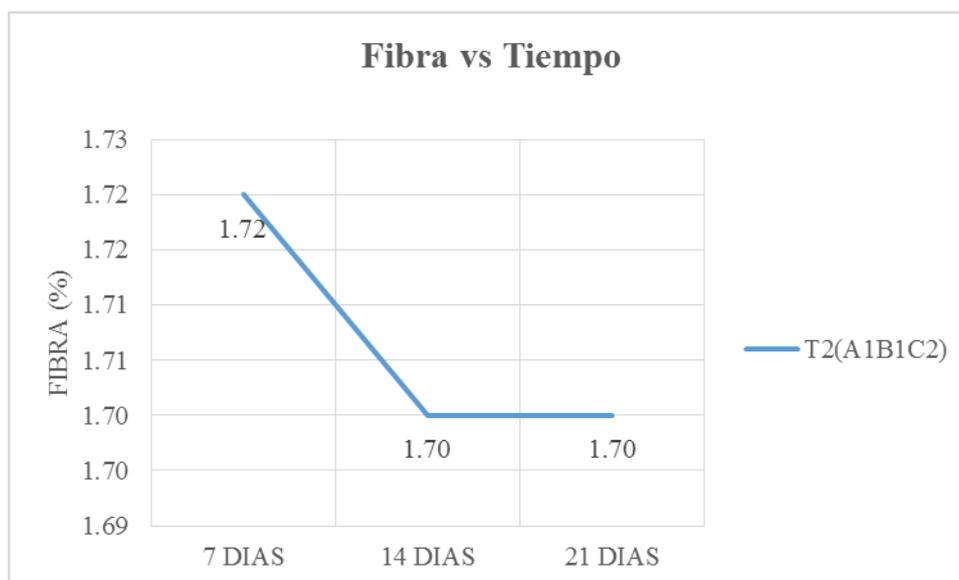
4.3.1 DEGRADACIÓN DE FIBRA

Gráfico 27. Degradación de fibra T1 (A1B1C1)



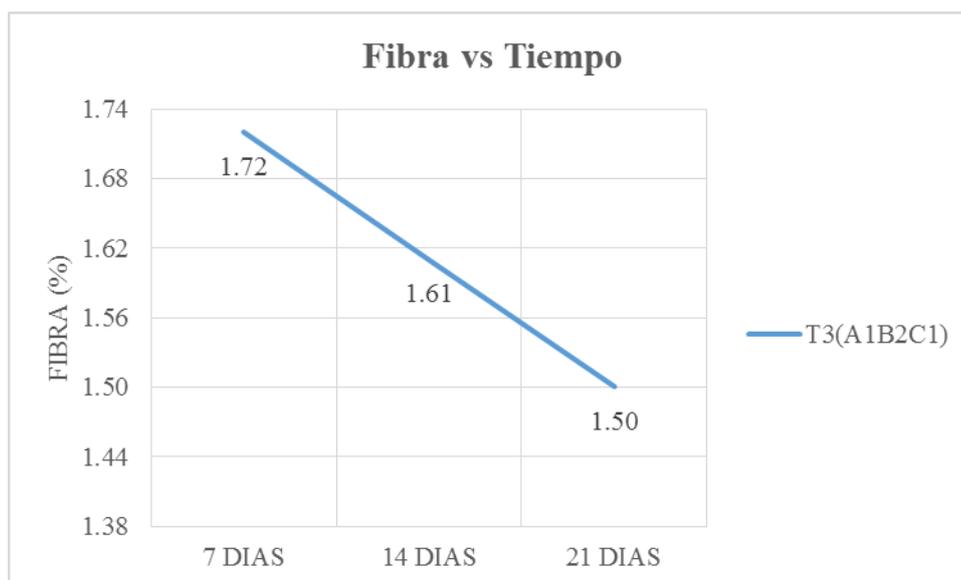
De acuerdo a la gráfica, se pudo observar que en el tratamiento T1, el contenido de fibra disminuye conforme van avanzando los días de almacenamiento, finalizando con un porcentaje de fibra de 1.55 a las tres semanas de conservación.

Gráfico 28. Degradación de fibra T2 (A1B1C2)



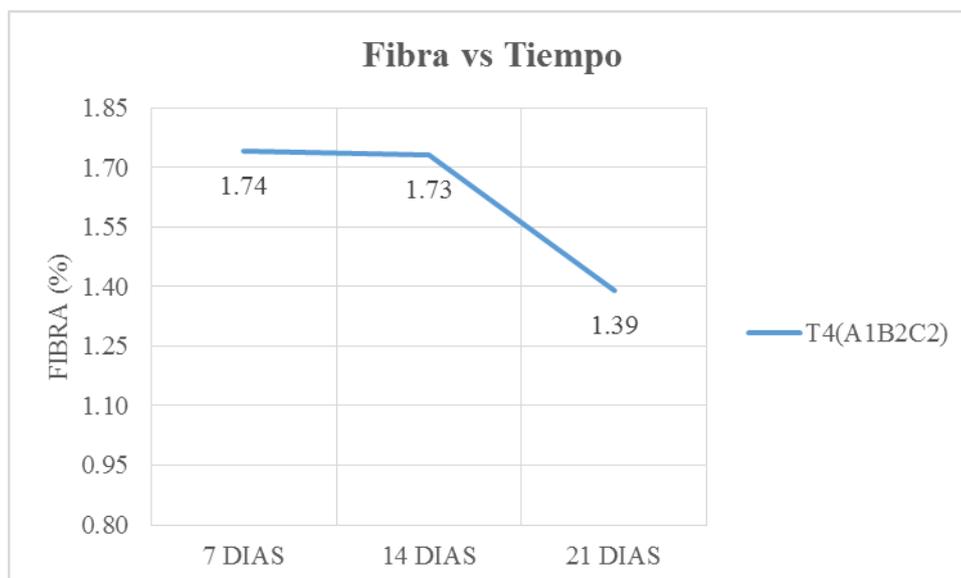
En la gráfica, se pudo observar que en el tratamiento T2, el contenido de fibra disminuye conforme aumentan los días de almacenamiento, obteniendo un porcentaje de fibra de 1.70 a la segunda semana y manteniéndose hasta la tercera semana de conservación.

Gráfico 29. Degradación de fibra T3 (A1B2C1)



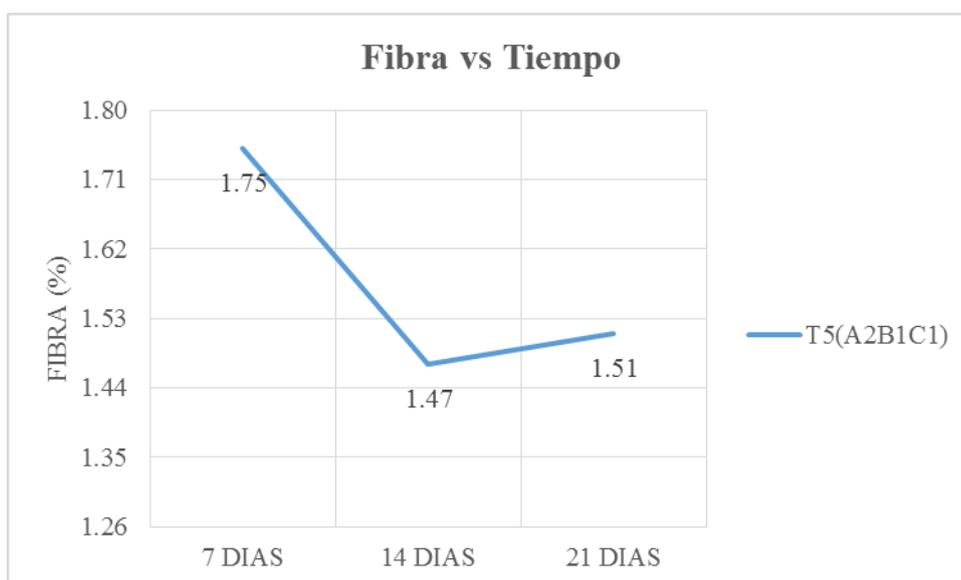
Como se muestra en la gráfica, en el tratamiento T3, el contenido de fibra disminuye conforme van avanzando los días de almacenamiento, finalizando con un porcentaje de fibra de 1.50 a los 21 días de conservación.

Gráfico 30. Degradación de fibra T4 (A1B2C2)



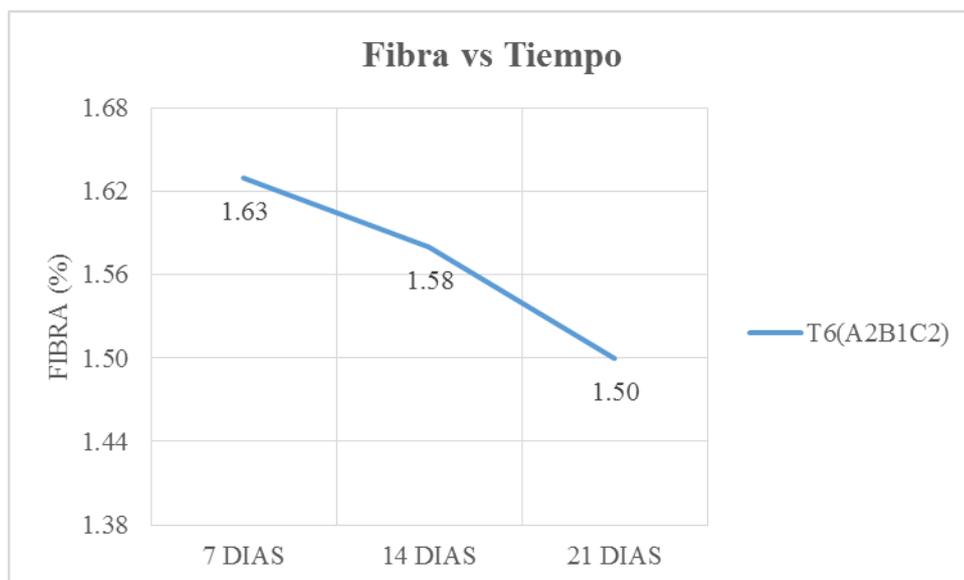
La gráfica muestra que en el tratamiento T4, el contenido de fibra disminuye acorde los días de almacenamiento van aumentando, finalizando con un porcentaje de fibra de 1.39 en la tercera semana de conservación.

Gráfico 31. Degradación de fibra T5 (A2B1C1)



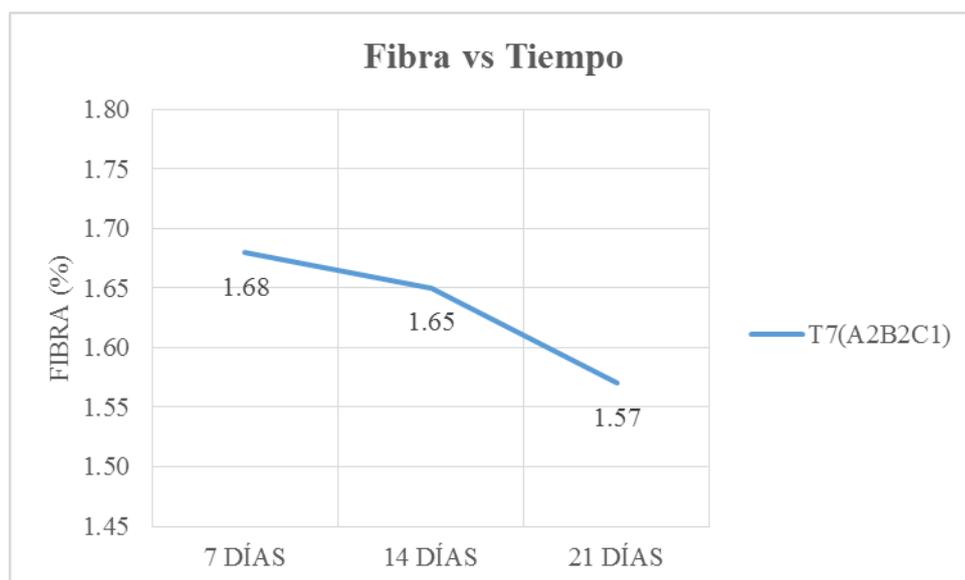
La gráfica para el tratamiento T5, muestra que el contenido de fibra disminuye conforme van aumentando los días de almacenamiento, obteniendo un porcentaje de fibra de 1.47 a la segunda semana y evidenciándose un aumento de 0.04% en la tercera semana de conservación.

Gráfico 32. Degradación de fibra T6 (A2B1C2)



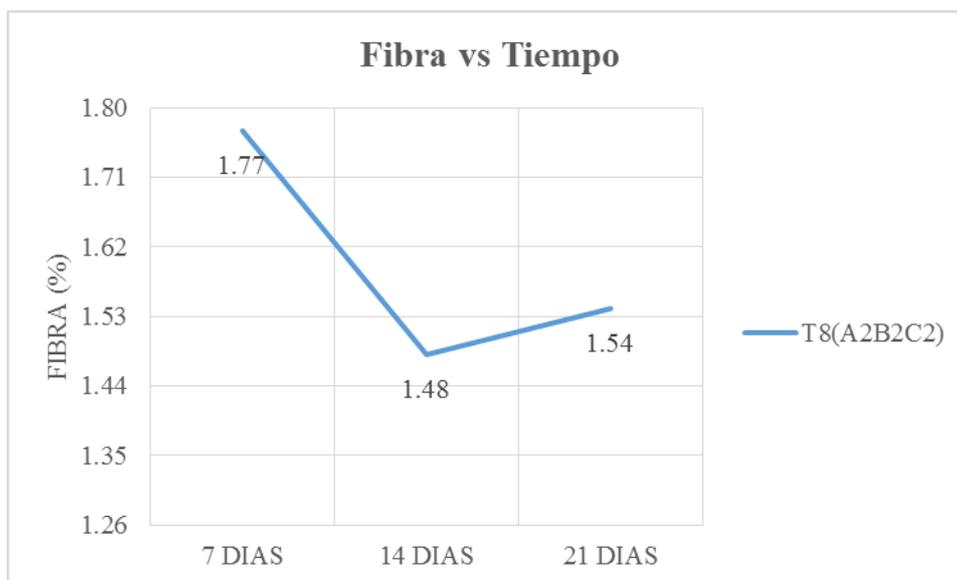
Como se muestra en la gráfica, se pudo observar que en el tratamiento T6, el contenido de fibra disminuye acorde los días de almacenamiento van aumentando, finalizando con un porcentaje de fibra de 1.50 a los 21 días de conservación.

Gráfico 33. Degradación de fibra T7 (A2B2C1)



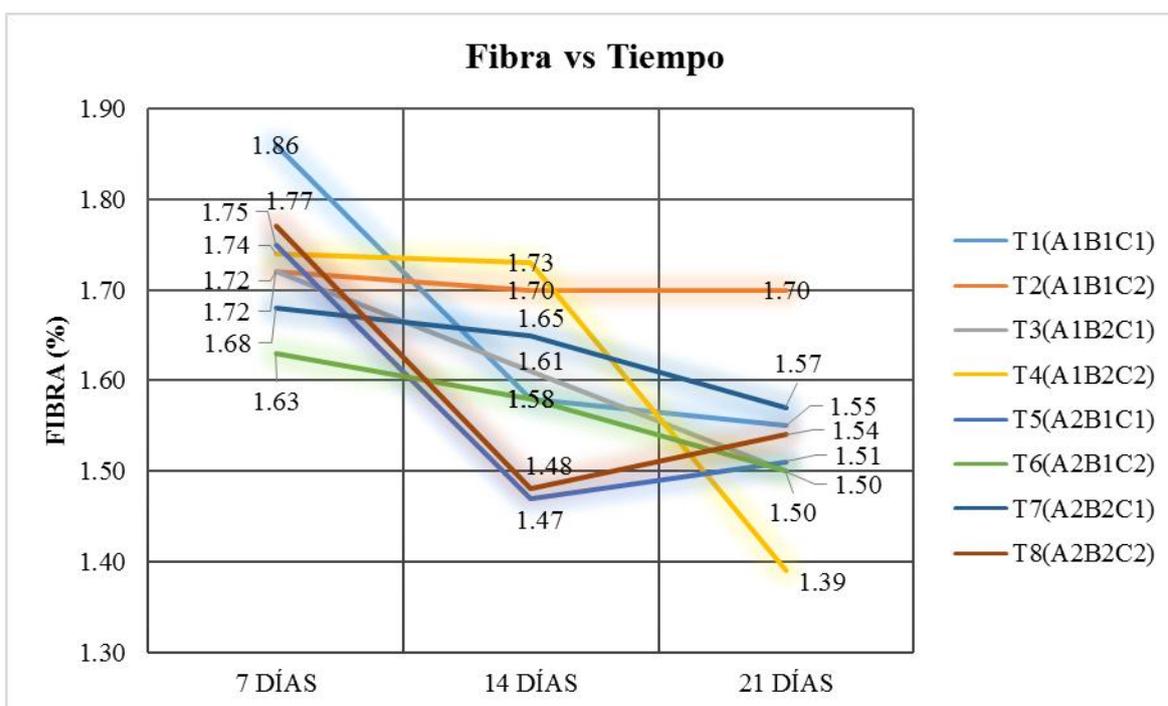
De acuerdo a la gráfica se pudo observar que en el tratamiento T7, el contenido de fibra disminuye conforme van avanzando los días de conservación, finalizando con un porcentaje de fibra de 1.57 a la tercera semana de almacenamiento.

Gráfico 34. Degradación de fibra T8 (A2B2C2)



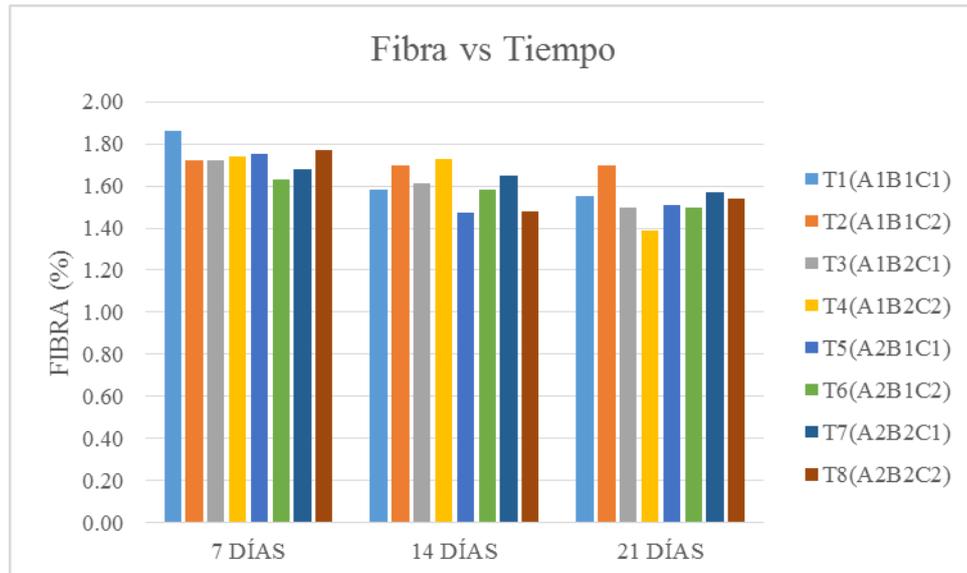
La gráfica para el tratamiento T8, muestra que el contenido de fibra disminuye conforme los días de almacenamiento aumentan, obteniendo un porcentaje de fibra de 1.48 a la segunda semana y evidenciándose un aumento de 0.06% en la tercera semana de conservación.

Gráfico 35. Degradación de fibra (tratamientos)



Las comparaciones de las gráficas fibra versus tiempo, realizadas entre todos los tratamientos, dio como resultado que el tratamiento que menor degradación de fibra tuvo fue el T2 (3°C, metabisulfito de sodio, polietileno de alta densidad), reduciendo un 0.02% desde el inicio del experimento hasta el final de las tres semanas de conservación.

Gráfico 36. Degradación de fibra (3 semanas de conservación)



Evaluated mediante curvas de degradación la variable fibra del espárrago en su tiempo de almacenamiento a los 7, 14 y 21 días, se pudo señalar que hay una disminución del porcentaje de fibra durante las tres semanas de conservación; esto concuerda con lo indicado por Mercado, Jara, García y Baez (2013), quienes en su estudio encontraron una disminución en los valores de celulosa cercanos al 2% en base al peso fresco en espárrago verde después de 15 días a 3 °C y 85 a 95% de humedad relativa.

El contenido de lignina y celulosa, es proporcional a la calidad del espárrago, ya que las pérdidas en cuanto a características y propiedades organolépticas, se relacionan con la senescencia de los tejidos vasculares en los espárragos.

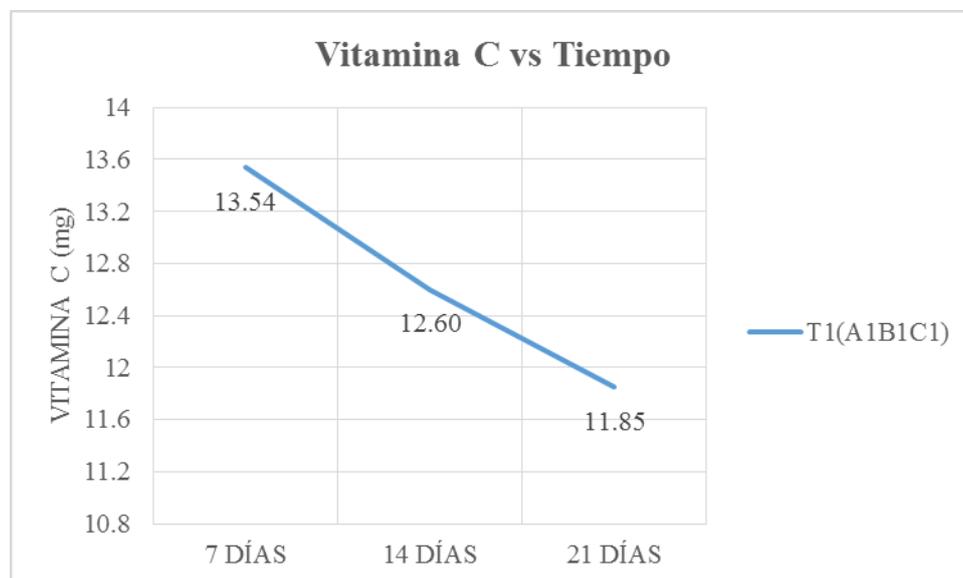
A diferencia de lo mencionado por Sothornivit y Kiatchanapaibul (2009), quienes indican que el contenido de fibra significativamente incrementó con el tiempo de almacenamiento, sin embargo, la temperatura de almacenamiento no afectó el cambio del contenido de fibra.

Del mismo modo, en espárragos almacenados en diferentes tipos de empaques a 10 °C por 4 días, encontraron un incremento en el contenido de lignina correspondiendo esto a una inaceptable firmeza para su venta. El contenido de lignina es parte de los componentes del esclerénquima de la célula en la fibra de espárragos y se considera como el atributo principal de la frescura.

El aumento en el contenido de fibra de algunos tratamientos, puede deberse a la acción de los microorganismos presentes con tendencia a producir pectinasas, es decir, enzimas que degradan a la pectina, ocasionando un endurecimiento ya que conforman el 30 % de la pared celular de las células vegetales.

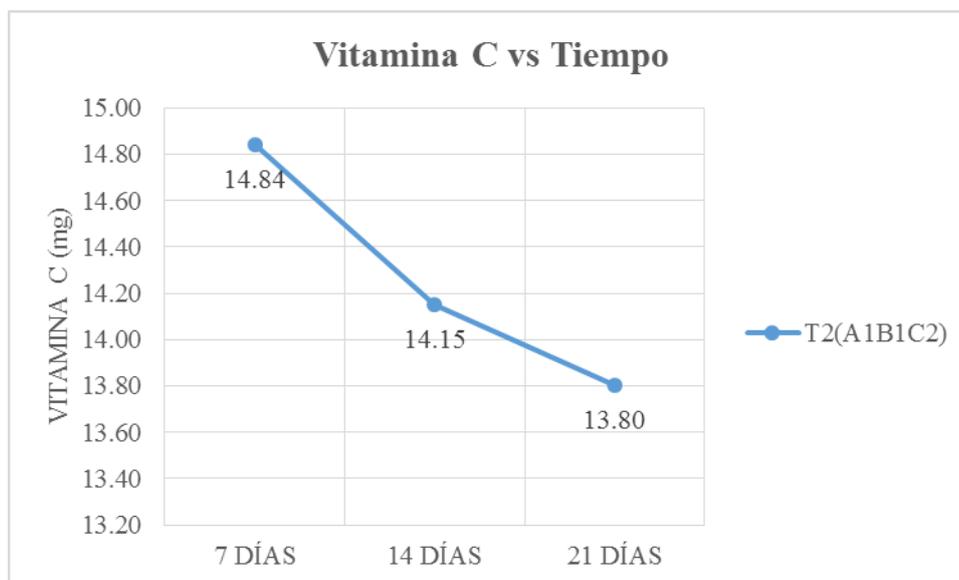
4.3.2 DEGRADACIÓN DE VITAMINA C

Gráfico 37. Degradación de Vitamina C T1 (A1B1C1)



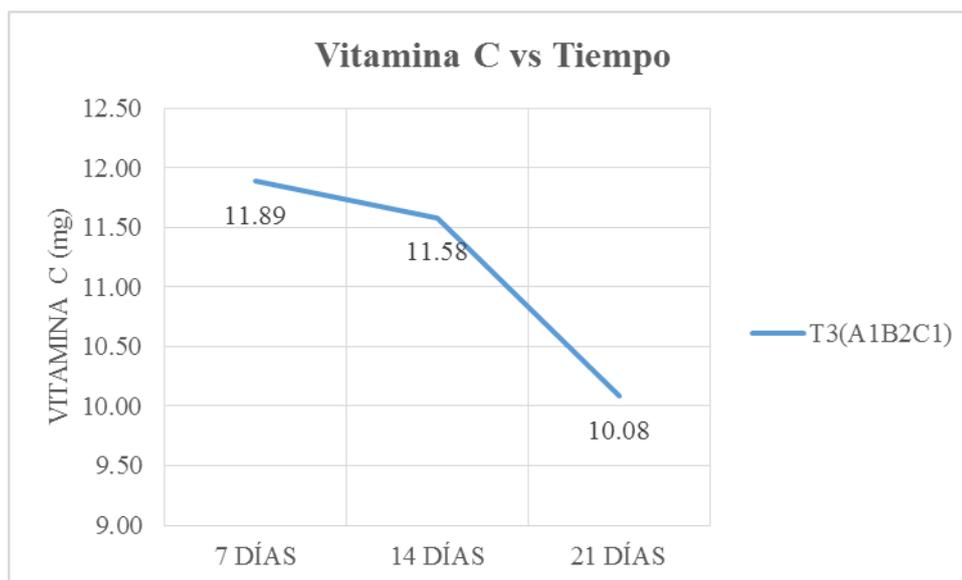
De acuerdo a la gráfica, en el tratamiento T1 se pudo observar que la cantidad de vitamina C, disminuye conforme aumentan los días de almacenamiento, reduciéndose en 1.69 mg de ácido ascórbico desde la primera semana hasta las tercera semana de conservación.

Gráfico 38. Degradación de Vitamina C T2 (A1B1C2)



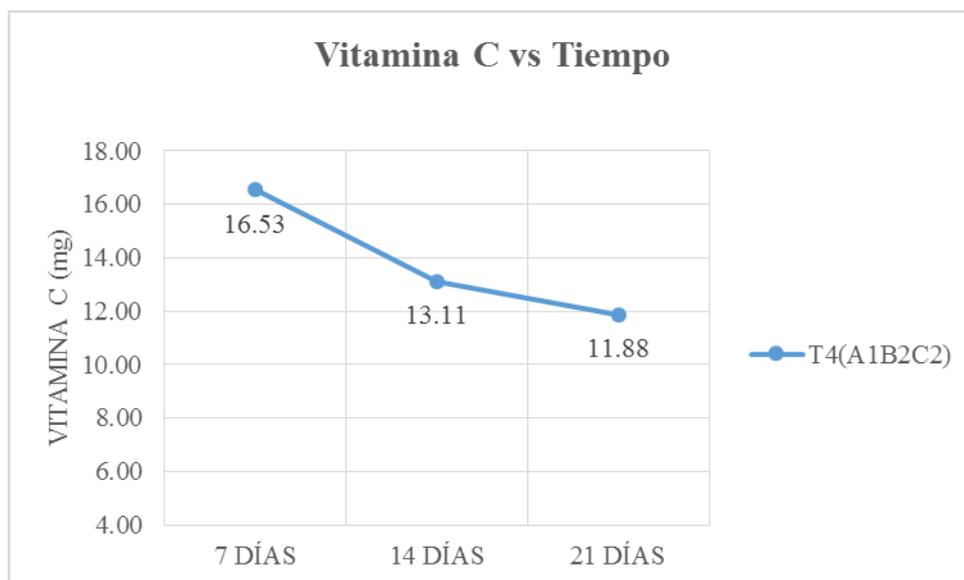
En la gráfica se puede observar que en el tratamiento T2, la cantidad de vitamina C disminuye conforme incrementan los días de almacenamiento, reduciéndose en 1.04 mg de ácido ascórbico durante los 21 días de conservación.

Gráfico 39. Degradación de Vitamina C T3 (A1B2C1)



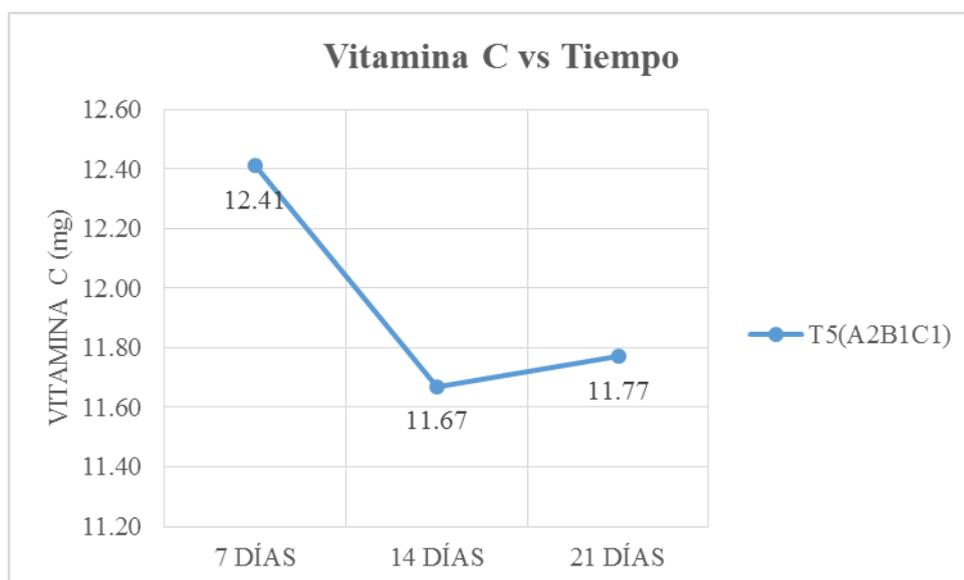
Como se muestra en la gráfica, en el tratamiento T3, la cantidad de vitamina C disminuye acorde los días de almacenamiento aumentan, reduciéndose en 1.81 mg de ácido ascórbico a la tercera semana de conservación.

Gráfico 40. Degradación de Vitamina C T4 (A1B2C2)



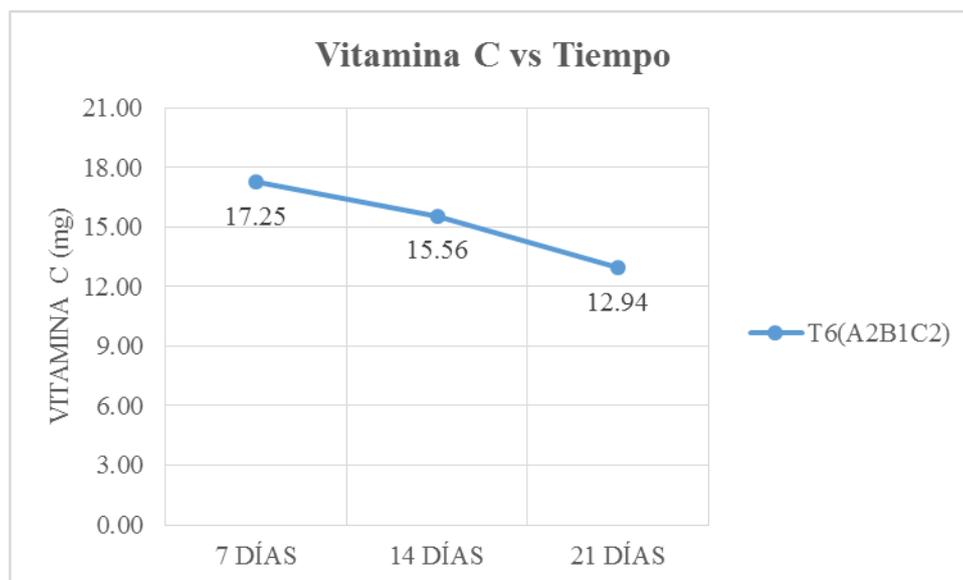
La gráfica muestra que en el tratamiento T4, la cantidad de vitamina C disminuye conforme aumentan los días de conservación, reduciéndose en 4.65 mg de ácido ascórbico a los 21 días de almacenamiento.

Gráfico 41. Degradación de Vitamina C T5 (A2B1C1)



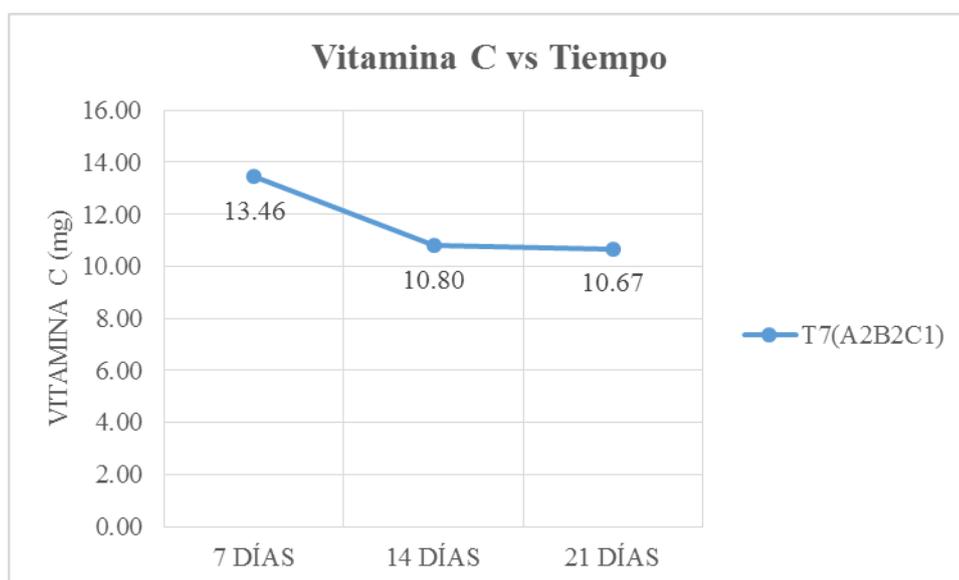
La gráfica para el tratamiento T5, muestra que la cantidad de vitamina C, disminuye acorde aumentan los días de almacenamiento, reduciéndose en 0.74 mg de ácido ascórbico con respecto a la segunda semana y en 0.64 mg a la tercera semana de conservación.

Gráfico 42. Degradación de Vitamina C T6 (A2B1C2)



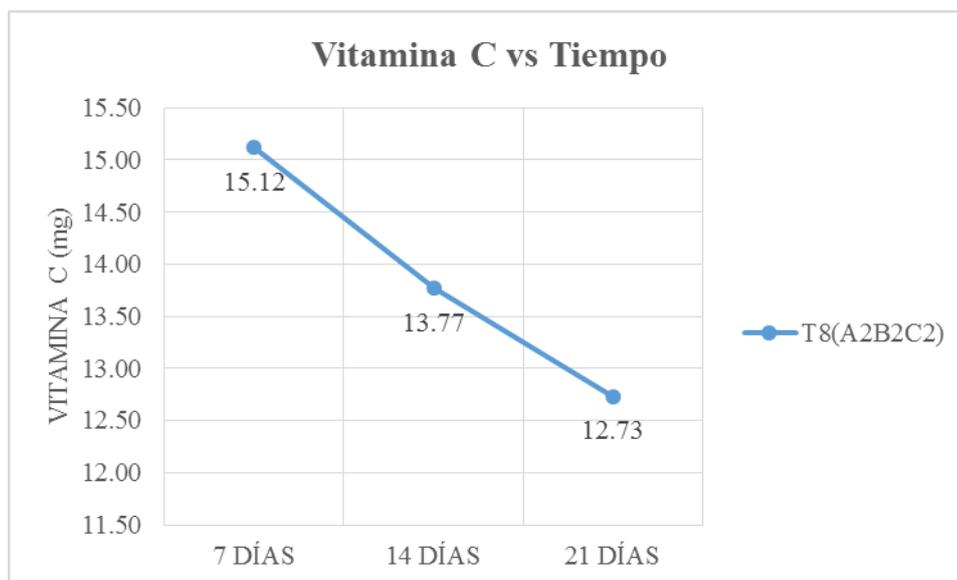
En la gráfica se pudo observar que en el tratamiento T6, la cantidad de vitamina C disminuye conforme aumentan los días de almacenamiento, reduciéndose en 4.3 mg de ácido ascórbico durante los 21 días de almacenamiento.

Gráfico 43. Degradación de Vitamina C T7 (A2B2C1)



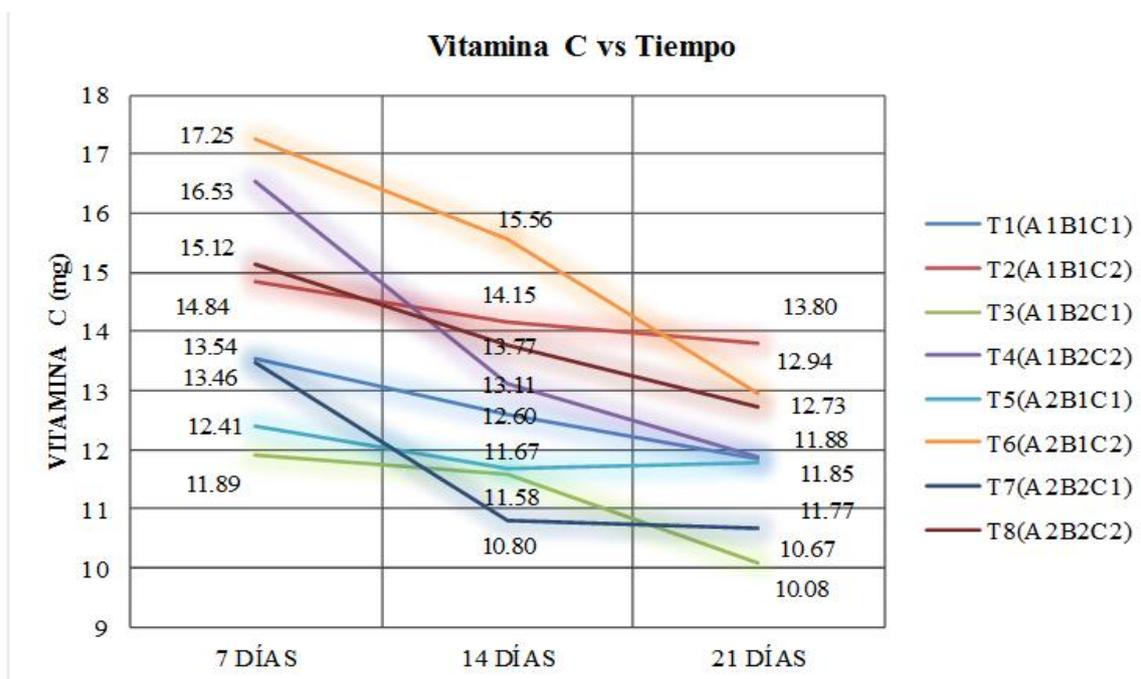
De acuerdo a la gráfica, en el tratamiento T7 se pudo observar que la cantidad de vitamina C disminuye acorde los días de almacenamiento aumentan, reduciéndose en 2.79 mg de ácido ascórbico desde la primera semana hasta las tercera semana de conservación.

Gráfico 44. Degradación de Vitamina C T8 (A2B2C2)



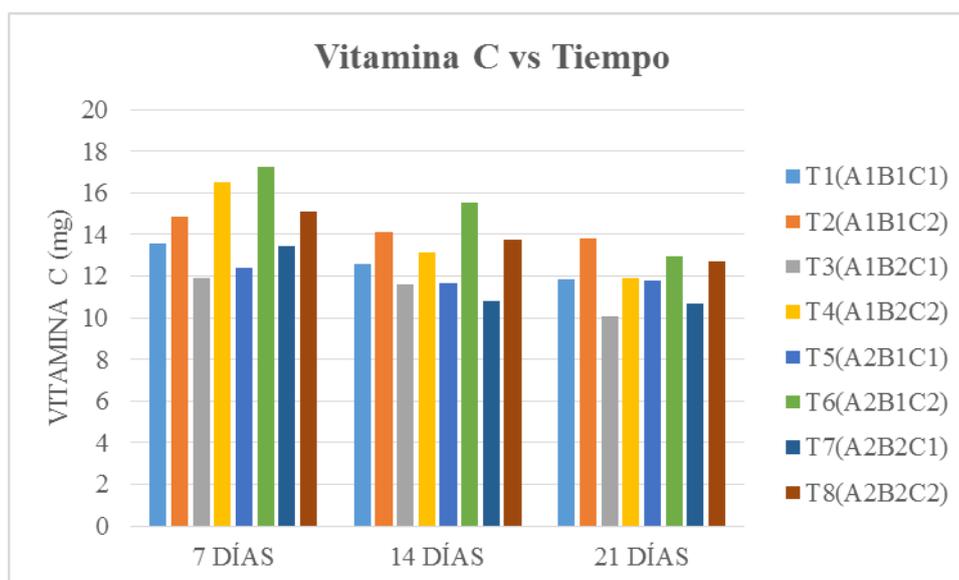
La gráfica para el tratamiento T8, muestra que la cantidad de vitamina C se reduce conforme aumentan los días de almacenamiento, disminuyendo en 2.39 mg de ácido ascórbico desde la primera semana hasta los 21 días de almacenamiento.

Gráfico 45. Degradación de Vitamina C (tratamientos)



Las comparaciones de las gráficas vitamina C versus tiempo, realizadas entre todos los tratamientos dio como resultado que el tratamiento que menor degradación de vitamina C tuvo fue el tratamiento T2 (3°C, metabisulfito de sodio, polietileno de alta densidad), reduciéndose un 7% (1.04 mg de ácido ascórbico) durante las tres semanas de conservación a partir del inicio del experimento.

Gráfico 46. Degradación de Vitamina C (3 semanas de conservación)



Evaluado mediante curvas de degradación la variable vitamina C del espárrago en su tiempo de almacenamiento a los 7, 14 y 21 días, se pudo señalar que hay una disminución de la cantidad de ácido ascórbico durante las tres semanas de conservación; esto concuerda con lo indicado por Arevalo y Kieckbusch (2010), quienes mencionan que la oxidación de la vitamina C es acelerada por la acción de las enzimas (ascorbato oxidasa o peroxidasa), durante el almacenamiento de los frutos y hortalizas.

En los alimentos mínimamente procesados, la actividad enzimática aumenta considerablemente gracias las acciones de pelado y troceado, o también por malas condiciones de congelamiento (temperatura o tiempo inadecuado), ya que ocasionan el rompimiento o daño de los tejidos vegetales; por tal razón las enzimas actúan de forma más acelerada ocasionando pérdidas de vitamina C.

Zhang, Zhang y Wang, Wu (2011), en su investigación de la calidad de espárrago, mencionan que observaron una disminución del contenido de vitamina C, durante el periodo de almacenamiento a 18 °C con un descenso agudo en los primeros 12 días.

La vitamina C, es una de las más inestables y es considerada como un índice de frescura y retención de nutrientes en los alimentos. El contenido de vitaminas y nutrimentos, está directamente relacionado con las prácticas agrícolas a las que el alimento fue sometido (riego, fertilización, postcosecha). Las principales causas para un deterioro del ácido ascórbico son el contenido de oxígeno dentro de la atmósfera, la temperatura, el pH y la luminosidad.

Torres, Grajales, Martín, Brindis, y Barrios (2010), indican que el comportamiento generado bajo condiciones de almacenamiento estudiados en Chile manzano con diferentes empaques fue similar dado que inicia aproximadamente con 2,100 µg de vitamina C para posteriormente dar un pequeño incremento en su contenido y finalmente disminuye hasta aproximadamente a 1,600 µg de vitamina C. Las concentraciones promedio de vitamina C al inicio de la evaluación contenía un 32% más que al final de ella.

4.4 TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Cuadro 50. Tiempo de vida útil

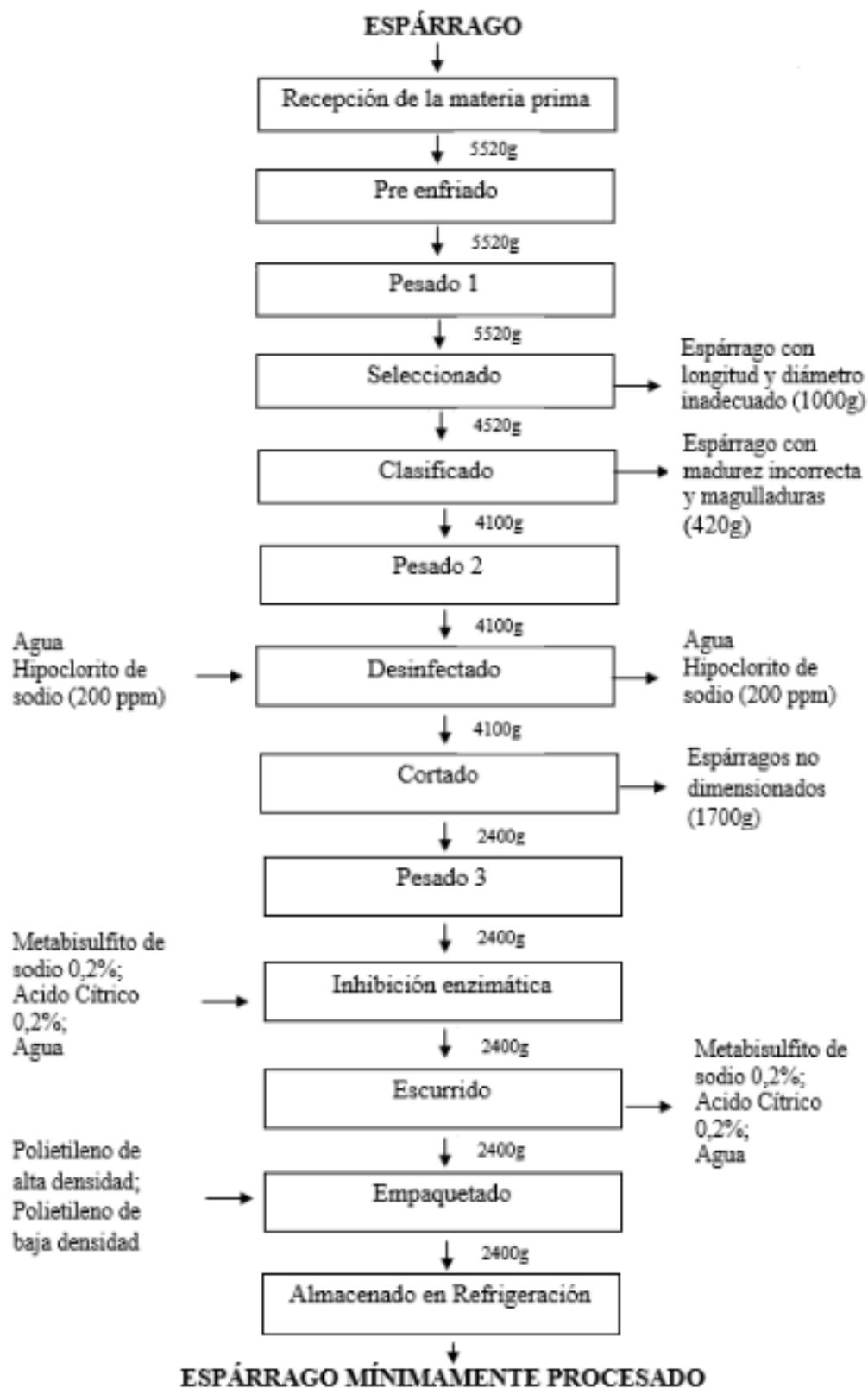
Análisis	Parámetros	Método de Referencia	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20	Día 25	Min.	Max.
Microbiológico	Coliformes	AOAC989.10	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	10ufc/g	10000ufc/g
	E. coli	AOAC989.10	< 10 UFC	< 10 UFC	< 10 UFC	< 10 UFC	< 10 UFC	< 10 UFC	10ufc/g	100ufc/g
	Salmonella	AOAC 998.09	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia en 25g	Ausencia en 25g
	Mesófilos	AOAC 989.10	< 10 UFC	< 10 UFC	< 10 UFC	< 10 UFC	250 UFC	1520 UFC	10000ufc/g	100000ufc/g
	Mohos y levaduras	AOAC 997.02	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	170 UFC	500 UFC	6520 UFC	10ufc/g	10000ufc/g
Físicoquímicos	pH	AOAC 981.12	6.32	6.42	6.59	6.37	6.29	5.81	Media inicial 6.38	
	Acidez	AOAC 954.07	0.138 mg de ácido málico	0.15 mg de ácido málico	0.165 mg de ácido málico	0.22 mg de ácido málico	0.26 mg de ácido málico	0.33 mg de ácido málico	0.1 mg de ácido málico	

Una vez realizados los análisis microbiológicos y físicoquímicos del mejor tratamiento como se muestra en la tabla, se pudo mencionar que se ha cumplido con la norma del CODEX Alimentarius (CAC/RCP 53-2003) código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas, ya que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los requisitos exigidos por normas internacionales de vegetales y hortaliza frescas.

Los parámetros microbiológicos cumplieron con las normas durante las tres semanas de conservación, pero cabe recalcar que la acidez aumentó en comparación con la acidez inicial, lo cual demuestra las concentraciones de los ácidos, así como también la acción de microorganismos que tienden a fermentar los azúcares presentes, además, se ocasionaron daños por frío lo cual acelera la velocidad de senescencia del producto. Por este motivo y por los cambios de color que se empezaron a notar, la vida útil del producto tuvo como resultado 21 días, siendo seguro para su consumo.

4.5 BALANCE DE MATERIALES

Ilustración 9. Balance de materiales



4.6 COSTOS

Costos de producción de 100 gramos de espárrago mínimamente procesado.

Cuadro 51. Costos

Detalle	Cantidad	Precio (\$)
Espárrago	5.22 Kg	8.09
Cloro	4 ml	0.004
Ácido cítrico	4.8 g	0.06
Polietileno de baja densidad	24 fundas	0.288
Suministros		
Luz	0.1369 Kw	0.005
Agua	24.8 Lt	0.076
Total		8.525

- $8.525/24$ muestras \Rightarrow 0.355 Ctv.
- 0.355 Ctv. + 0.089 Ctv. (utilidad) \Rightarrow 0.44 Ctv. (100 gramos).
- Los costos de la materia prima fueron considerados en finca.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En base de los resultados y considerando las variables en estudio se establecieron las siguientes conclusiones:

Al caracterizar la materia prima se puede indicar que los espárragos cumplen con las normativas internacionales de calidad en cuanto a diámetros, longitudes, calibres y categorías de acuerdo al Codex Alimentarius, además, cabe mencionar que dentro de los análisis fisicoquímicos realizados contiene: proteína 2.4%, fibra 2.1%, humedad 93.71%, sólidos solubles como sacarosa 6.25%.

Una vez realizada la investigación se concluye que el T7 (8 °C + inmersión en ácido cítrico + polietileno de baja densidad) es el mejor tratamiento, considerando como aspectos importantes del producto, el color y la firmeza, cualidades determinantes para la aceptación o rechazo por parte del consumidor.

En lo que concierne al contenido de Vitamina C, se pudo evidenciar que hay una mayor degradación a 8 °C que a 3 °C pues, T2 (3 °C de temperatura + inmersión en metabisulfito de sodio + polietileno de alta densidad) perdió menos Vitamina C, degradándose un total de 7% al transcurrir 21 días de almacenamiento; pero su apariencia organoléptica no fue la mejor, condición que desfavorece su aspecto comercial.

En cuanto al contenido de fibra del producto en estudio, se evidenció una disminución durante los días de conservación. El contenido de fibra disminuyó 1.61% durante los 21 días de almacenamiento, correspondiendo esto a una aceptable firmeza para su venta.

El tiempo de vida útil en base a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados, se estableció en 21 días a partir de su fecha de elaboración, considerándose aptos y seguros para su consumo.

Se acepta la hipótesis alternativa, la temperatura de almacenamiento, el tipo de inhibidor enzimático y el tipo de empaque influyen significativamente en la calidad y el tiempo de vida útil del espárrago mínimamente procesado.

5.2 RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en la investigación, se plantearon las siguientes recomendaciones:

Mantener la cadena de frío durante toda la etapa de procesamiento, garantizando así la calidad y seguridad del alimento desde su origen hasta su consumo.

Se recomienda medir la tasa de respiración durante el período de almacenamiento, en futuras investigaciones.

Potenciar el procesamiento del espárrago como alimento de IV gama, promoviendo así un mayor consumo dentro de la población ecuatoriana, mejorando la dieta alimenticia y aportando gran cantidad de nutrientes a la ingesta diaria necesaria.

Realizar investigaciones con otras variedades de espárragos, para realizar comparaciones con esta investigación y precisar la variedad más apta para una adecuada conservación.

Dentro del proceso de corte, queda en calidad de residuos espárragos que no cumplen con las dimensiones longitudinales establecidas; por lo que se recomienda utilizar los mismos para la utilización en rodajas deshidratadas.

Realizar investigaciones aplicando atmósferas controladas y films en espárragos frescos, escaldados y en conserva, efectuando comparaciones entre contenidos nutricionales y características organolépticas.

Se recomienda el estudio del espárrago para la obtención de productos procesados como es el caso de conservas, encurtidos, deshidratados entre otros.

CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA

- Albanese, Russo, Cinquanta, Brasiello, & Matteo, D. (2007). Physical and chemical changes in minimally processed green asparagus during cold-storage. *Food Chemistry*, 274-280.
- Alonso, G. y. (2009). Hortalizas mínimamente procesadas en los supermercados de Buenos Aires. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo* , 45-57.
- Alvarado Alfaro, D., Marquez Villacorta, L., Pretell Vasquez, C., & Minchon Medina, C. (2011). *Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre las características físicoquímicas y sensoriales de granadilla*. Peru: UVC-Scientia.
- Alvarado, & Castillo. (2012). *Manejo agronómico del cultivo de espárrago verde*. Huaraz - Perú.
- Arias, M. L., Rojas, R. M., Chaves, C., & Antillón, F. (2001). Effect of storage temperatures on growth and survival of *Escherichia coli*O157: H7 inoculated in foods from a neotropical environment. *Revista De Biología Tropical*, 517-523.
- Armendáriz Sanz, J. L. (2011). *Preelaboración y conservación de alimentos*. Madrid: Ediciones Paraninfo S.A.
- Artés, F. P. (2010). Problemática de los alimentos vegetales mínimamente procesados en fresco. *Phytoma*, 124-130.
- Barreiro Méndez, J., & Sandoval Briceño, A. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Miranda: Equinoccio.
- Billmeyer, F. (2004). *Ciencia de los polímeros*. Barcelona: Reverté.

- Borja, M. J., & Palma, A. (2011). *Exportación de espárrago en conserva, procesado en la provincia de Pichincha y dirigido al mercado español bajo la certificación de comercio justo*. Quito.
- Bravo, L., & Farto, R. (2007). Creación de una empresa de producción de espárrago para comercialización en los Estados Unidos. Quito, Ecuador: Produmedios.
- Cadpata, R. C. (2015). *Estudio del efecto de la aplicación de sanitizantes en la calidad de zanahoria (Daucus carota L.) de IV gama*. Quito.
- Candelario Camacho, B. A. (2010). Estudio de la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de mazorcas refrigeradas de híbridos de maíz super dulce. *Archivos Latinoamericanos De Nutricion*, 180-186.
- Centurión, A., Solís, S., Saucedo, C., Báez, R., & Sauri, E. (2008). Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus andatus*) durante su desarrollo. *Revista fitotecnica Mexicana*, 1-5.
- CORPEI. (2009). *Perfiles del producto. Espárragos*. Quito: Centro de inteligencia comercial-CIC0.
- Denoya, G. y. (2012). Aplicación de tratamientos combinados de aditivos sobre la inhibición del pardeamiento enzimático en manzanas cv. Granny Smith mínimamente procesadas. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 263-267.
- Dergal, S. B. (2006). *Química de los alimentos*. Mexico: Pearson Educación .
- Escobar, A., Márquez, C., Restrepo, C., Cano, J., & Patiño, J. (2014). Aplicación de tratamiento térmico, recubrimiento comestible y baño químico como tratamientos poscosecha para la conservación de hortalizas mínimamente procesadas. *SciELO*, 1-10.
- Escobar, H. (2013). Aplicación de la tecnología de barreras para la conservación individual y de mezclas de hortalizas mínimamente procesadas. Medellin, Colombia.
- FAO. (1997). Principios y directrices para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relativos a los alimentos. *Codex Alimentarius CAC/GL 21-1997*, 1-7.
- FAO. (2003). Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas. *Codex Alimentarius CAC/RCP 53-2003*, 1-26.
- FAO. (2003). *Prevención de pérdida de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos*. FAO.

- García Iglesias, E., Gago Cabezas, L., & Fernández Nuevo, J. (2006). *Tecnología de envasado en atmósfera protectora*. Madrid: Elecé.
- García, M. C., & Robayo, P. (2008). Evaluación del uso de atmósferas modificadas pasivas y temperaturas bajas en la conservación de pitaya amarilla. *Revista Corpoica*, 30-39.
- Gonzales, G., Alvarez, E., Isela, L. d., & Ayala, F. (2009). *Aspectos nutricionales y sensoriales de vegetales frescos cortados*. Mexico: Trillas.
- González, G. F. (2004). Estado actual del mercado de frutos y vegetales frescos Cortados. *En: Simposio " Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en Iberoamerica". III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, p. 7-16.
- Hernández, A. E., Cardozo, C. J., Florez, C. E., & Cordoba, L. J. (2013). *Aplicación de Tecnología de Barreras para la Conservación*. Medellin.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1990-07). *Hortalizas frescas. Espárragos. Requisitos; INEN 1 738*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013-11). *Norma para el espárrago (codex stan 225-2001. mod); NTE INEN 2812*. Quito.
- Jaramillo, J., & Atehortua, L. (2002). *El poder de los vegetales "Propiedad y usos populares de las hortalizas de clima frío moderado"*. Antioquia: Produmedios.
- Jorge, M., Karla, J., Jesús, G., & Reinaldo, B. (2013). Calidad de espárrago verde en fresco (*Asparagus officinalis l.*): cubiertas comestibles y ácido acetilsalicílico. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 195-203.
- Kader, A. (2010). Future of Modified Atmosphere Research. *ISHS IX International Controlled Atmosphere Research Conference*, 213-217.
- Kader, A. A. (2011). *Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas*. California: UCANR.
- Kai Ying Chiu, J. M. (2013). *Quality of low temperature heat-shocked green asparagus spears during short-term storage*. Taichung, Taiwan: Academic Journals.
- Loayza, V. (2006). *Espárragos: Cultivo, Producción e Industrialización*. Lima-peru: Ripalme.
- López Camelo, A. (2003). *Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas*. Balcarce: FAO.
- Loyola, N. T. (2003). Influencia del almacenamiento en atmósfera controlada sobre el contenido de azúcares totales y reductores de papas cv. Ranger russet. *Agro sur*, 1-14.

- M.E. Avila R., O. B. (2007). Efecto del tiempo de almacenamiento refrigerado sobre la calidad de la mazorca del híbrido de maíz superdulce "Delicia" (bt1). *Revista de la Facultad de Agronomía; Caracas, S/N.*
- Madrid, A., Gómez Pastrana, J., Santiago, F., Madrid, J., & Cenzano, J. (2003). *Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos.* Madrid: Mundi-prensa.
- Maffei, M., Quintero, I., Zambrano, J., Materano, W., Valera, A., Palencia, Y., & Valera, N. (2005). *Influencia de la temperatura, el tiempo de almacenamiento y el área de intercambio gaseoso del empaque en la conservación de brócoli Brassica oleracea itálica.* Trujillo: Universidad de los Andes.
- Manzo, N., Dertiano, D., Burgos, N., Gori, F., Staffolani, S. M., & Céspedes, J. M. (2015). variables intrínsecas y aptitud comercial de zanahoria y radicheta mínimamente procesadas y conservadas a 5° C Y 10 °C . *INVENIO*, 123-134.
- Martínez-Damián, M. T., & Trejo, M. C. (2002). Cambios de calidad en espinaca almacenada. *Revista Chapingo Serie Horticultura 8(1)*, 49-62.
- Morales, C. (2009). "Evaluación de la calidad del nopal (*Opuntia ficus indica*) variedad Milpa Alta desespinado, envasado en atmósferas modificadas". Mexico, D. F.
- Ortuño Sánchez, M. F. (2005). *La cara oculta de los alimentos y los cosméticos.* Barcelona: Aiyana.
- Ospina Meneses, S. M., & Cartagena Valenzuela, J. R. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación.*
- Pinzón Ramírez, H., & Isshiki, M. (2001). *El cultivo de algunas hortalizas promisorias en Colombia.* Bogotá: Produmedios.
- Plank, R. (2007). *El empleo del frío en la industria de la alimentación.* Barcelona: Reverté.
- Preedy, V. R. (2014). *Processing and Impact on Active Components in Food.* London: Academic Press.
- R.P., A., & Kieckbusch, T. (2010). *Tiempo de vida útil de la fruta de camu-camu (Myciaria dubia H.B.K.(Mc Vaugh) almacenado a diferentes condiciones.* Campinas .
- Raules, N., Almeida, & Carrión. (2001). *Manual Postcosecha de Espárrago.* Quito - Ecuador: Guimar.

- Republica del Perú, Ministerio de Salud. (2003). *Norma sanitaria sobre criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Lima.
- Rico, D. M. (2007). Optimization of steamer jet-injection to extend the shelf life of fresh-cut lettuce. *Postharvest Biology and Thecnology*, 431-442.
- Rincón, N. R., Cristancho, H. M., & González, M. P. (2012). Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible antimicrobial y antioxidante a partir de aceite de oregano (*Origanum vulgare*) en la calidad y vida útil de la lechuga (*Lactuca sativa l*) mínimamente procesada refrigerada. *Revista Alimentos Hoy*, 43-59.
- S.Sanz, C.Olarte, F.AYala, & F.Echávarri. (2009). Evolution of Quality Characteristics of Minimally Processed Asparagus During Storage in Different Lighting Conditions. *Journal of Food Science*, 296-302.
- Schouben, A. L., & Valenci, M. S. (2014). Efecto del fósforo y del potasio en la producción de ácido cítrico utilizando una cepa de *Aspergillus niger*. En E. d. niger, *Efecto del fósforo y del potasio en la producción de ácido cítrico utilizando una cepa de Aspergillus niger* (pág. 63). Colombia.
- SENA Programa Nacional de Competitividad en Frutas y Hortalizas. (2002). *IV Simposio Internacional de Competitividad en Frutas y Hortalizas*. Quindío: Grafemas.
- SICA . (2006). *Espárrago. Generalidades*. Quito: (Servicio de Información y Censo Agropecuario).
- Siddiqui, M. W. (2015). *Postharvest Biology and Technology of Horticultural Crops: Principles and Practices for Quality Maintenance*. Sabour : CRC Press.
- Sothornivit, R., & Kiatchanapaibul, P. (2009). Quality and shelf-life of washed fresh-cut asparagus in modified atmosphere packaging. *Food Science and Technology*, 1484-1490.
- Sun, D.-W. (2014). *Emerging Technologies for Food Processing*. Ireland: Academic Press.
- Torres, L. E., Grajales, M. P., Martínez-Damián, M., Brindis, R. C., & Barrios-Puente, G. (2010). Efecto de empaques y temperaturas en el almacenamiento de chile manzano (*Capsicum pubescens*). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, vol.16 no.2.
- Vargas, M. d., Novelo, S. A., Sánchez, J. B., & Cortez, J. T. (2008). Alternativa para la comercialización del chicozapote (*Achras sapota*): Tecnología de los tratamientos mínimos. *Revista mexicana de agronegocios*, 644-656.

Welbaum, G. E. (2015). *Vegetable Production and Practices*. Virginia: CABI.

Zhang, P., Zhang, M., Wang, S., & Wu, Z. (2011). Effect of 1-methylcyclopropene treatment on green asparagus quality during cold storage. 407-411.

CAPÍTULO VII ANEXOS

7.1 TABLA DE DATOS

Anexo 1. Peso (gramos) al día 7

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
		I	II	III		
T1	A1B1C1	100.1	100.3	100.0	300.4	100.13
T2	A1B1C2	100.2	100.3	100.2	300.7	100.23
T3	A1B2C1	100.0	100.2	100.2	300.4	100.13
T4	A1B2C2	100.3	100.1	100.0	300.4	100.13
T5	A2B1C1	100.0	100.2	100.3	300.5	100.17
T6	A2B1C2	100.0	100.3	100.1	300.4	100.13
T7	A2B2C1	100.2	100.2	100.0	300.4	100.13
T8	A2B2C2	100.1	100.3	100.1	300.5	100.17

Anexo 2. Peso (gramos) al día 14

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
		I	II	III		
T1	A1B1C1	99.4	99.7	99.7	298.8	99.6
T2	A1B1C2	99.5	99.3	99.3	298.1	99.37
T3	A1B2C1	99.2	99.5	99.5	298.2	99.4
T4	A1B2C2	100.1	99.7	99.7	299.5	99.83
T5	A2B1C1	99.5	99.7	99.2	298.4	99.47
T6	A2B1C2	99.7	99.6	99.4	298.7	99.57
T7	A2B2C1	99.7	99.6	99.7	299	99.67
T8	A2B2C2	100.1	99.8	99.2	299.1	99.7

Anexo 3. Peso (gramos) al día 21

		Repeticiones				
Tratamientos		I	II	III	Sumatoria	Media
T1	A1B1C1	98.9	99.4	99.4	297.7	99.23
T2	A1B1C2	99.0	99.3	99.5	297.8	99.27
T3	A1B2C1	99.1	99.4	99.1	297.6	99.2
T4	A1B2C2	99.1	99.2	98.9	297.2	99.07
T5	A2B1C1	99.1	99.3	99.3	297.7	99.23
T6	A2B1C2	98.8	99.2	99.0	297	99
T7	A2B2C1	99.5	98.8	98.9	297.2	99.07
T8	A2B2C2	99.1	99.4	98.9	297.4	99.13

Anexo 4. Sólidos totales (porcentaje) al día 7

		Repeticiones				
Tratamientos		I	II	III	Sumatoria	Media
T1	A1B1C1	6.68	6.98	6.83	20.49	6.83
T2	A1B1C2	6.2	6.46	6.33	18.99	6.33
T3	A1B2C1	5.8	6.84	6.32	18.96	6.32
T4	A1B2C2	6.26	6.54	6.4	19.20	6.40
T5	A2B1C1	6.36	6.51	6.43	19.30	6.43
T6	A2B1C2	6.33	5.64	5.99	17.96	5.99
T7	A2B2C1	5.49	6.11	5.8	17.40	5.80
T8	A2B2C2	6.73	6.31	6.52	19.56	6.52

Anexo 5. Sólidos totales (porcentaje) al día 14

		Repeticiones				
Tratamientos		I	II	III	Sumatoria	Media
T1	A1B1C1	5.67	5.98	5.82	17.47	5.82
T2	A1B1C2	5.74	6.79	6.26	18.79	6.26
T3	A1B2C1	5.75	6.08	5.92	17.75	5.92
T4	A1B2C2	5.74	6.99	6.37	19.10	6.37
T5	A2B1C1	5.31	5.55	5.43	16.29	5.43
T6	A2B1C2	5.42	6.19	5.8	17.41	5.80
T7	A2B2C1	6.06	7.14	6.6	19.80	6.60
T8	A2B2C2	6.02	4.9	5.46	16.38	5.46

Anexo 6. Sólidos totales (porcentaje) al día 21

		Repeticiones			Sumatoria	Media
Tratamientos		I	II	III		
T1	A1B1C1	5.33	6.08	5.71	17.12	5.71
T2	A1B1C2	6.09	6.44	6.27	18.80	6.27
T3	A1B2C1	6.05	4.98	5.52	16.55	5.52
T4	A1B2C2	4.72	5.54	5.13	15.39	5.13
T5	A2B1C1	5.7	5.4	5.55	16.65	5.55
T6	A2B1C2	5.79	5.25	5.52	16.56	5.52
T7	A2B2C1	6.42	5.15	5.79	17.36	5.79
T8	A2B2C2	5.51	5.87	5.69	17.07	5.69

Anexo 7. pH al día 7

		Repeticiones			Sumatoria	Media
Tratamientos		I	II	III		
T1	A1B1C1	6.47	6.42	6.45	19.34	6.45
T2	A1B1C2	6.64	6.67	6.66	19.97	6.66
T3	A1B2C1	6.40	6.43	6.42	19.25	6.42
T4	A1B2C2	6.55	6.63	6.59	19.77	6.59
T5	A2B1C1	6.51	6.49	6.50	19.5	6.5
T6	A2B1C2	6.68	6.65	6.67	20	6.67
T7	A2B2C1	6.35	6.30	6.33	18.98	6.33
T8	A2B2C2	6.58	6.63	6.61	19.82	6.61

Anexo 8. pH al día 14

		Repeticiones			Sumatoria	Media
Tratamientos		I	II	III		
T1	A1B1C1	6.52	6.45	6.49	19.46	6.49
T2	A1B1C2	6.65	6.52	6.59	19.76	6.59
T3	A1B2C1	6.40	6.57	6.49	19.46	6.49
T4	A1B2C2	6.36	6.38	6.37	19.11	6.37
T5	A2B1C1	6.38	6.46	6.42	19.26	6.42
T6	A2B1C2	6.33	6.40	6.37	19.10	6.37
T7	A2B2C1	6.40	6.34	6.37	19.11	6.37
T8	A2B2C2	6.43	6.40	6.42	19.25	6.42

Anexo 9. pH al día 21

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
		I	II	III		
T1	A1B1C1	6.25	6.33	6.29	18.87	6.29
T2	A1B1C2	5.85	5.93	6.00	17.78	5.93
T3	A1B2C1	6.19	6.24	6.30	18.73	6.24
T4	A1B2C2	5.89	6.01	6.04	17.94	5.98
T5	A2B1C1	6.21	6.39	6.26	18.86	6.29
T6	A2B1C2	5.88	5.76	5.83	17.47	5.82
T7	A2B2C1	6.15	6.11	6.18	18.44	6.15
T8	A2B2C2	5.77	5.80	5.86	17.43	5.81

Anexo 10. Acidez (miligramos de ácido málico) al día 7

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
		I	II	III		
T1	A1B1C1	0.118	0.162	0.140	0.42	0.14
T2	A1B1C2	0.134	0.130	0.130	0.394	0.13
T3	A1B2C1	0.141	0.156	0.150	0.447	0.15
T4	A1B2C2	0.140	0.168	0.150	0.458	0.15
T5	A2B1C1	0.285	0.221	0.250	0.756	0.25
T6	A2B1C2	0.218	0.205	0.210	0.633	0.21
T7	A2B2C1	0.307	0.206	0.260	0.773	0.26
T8	A2B2C2	0.210	0.188	0.200	0.598	0.2

Anexo 11. Acidez (miligramos de ácido málico) al día 14

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
		I	II	III		
T1	A1B1C1	0.181	0.187	0.180	0.548	0.18
T2	A1B1C2	0.198	0.181	0.190	0.569	0.19
T3	A1B2C1	0.216	0.249	0.230	0.695	0.23
T4	A1B2C2	0.232	0.215	0.220	0.667	0.22
T5	A2B1C1	0.330	0.221	0.280	0.831	0.28
T6	A2B1C2	0.228	0.239	0.230	0.697	0.23
T7	A2B2C1	0.308	0.232	0.270	0.81	0.27
T8	A2B2C2	0.291	0.290	0.290	0.871	0.29

Anexo 12. Acidez (miligramos de ácido málico) al día 21

		Repeticiones			Sumatoria	Media
Tratamientos		I	II	III		
T1	A1B1C1	0.231	0.308	0.270	0.809	0.27
T2	A1B1C2	0.283	0.242	0.260	0.785	0.26
T3	A1B2C1	0.227	0.250	0.240	0.717	0.24
T4	A1B2C2	0.239	0.270	0.250	0.759	0.25
T5	A2B1C1	0.333	0.332	0.330	0.995	0.33
T6	A2B1C2	0.235	0.294	0.260	0.789	0.26
T7	A2B2C1	0.337	0.312	0.320	0.969	0.32
T8	A2B2C2	0.340	0.311	0.330	0.981	0.33

Anexo 13. Firmeza (libras fuerza) al día 7

		Repeticiones			Sumatoria	Media
Tratamientos		I	II	III		
T1	A1B1C1	5.25	5.25	5.25	15.75	5.25
T2	A1B1C2	5.25	5.25	5.25	15.75	5.25
T3	A1B2C1	5.00	5.00	5.25	15.25	5.08
T4	A1B2C2	5.25	5.25	5.00	15.50	5.17
T5	A2B1C1	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00
T6	A2B1C2	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00
T7	A2B2C1	5.25	5.25	5.00	15.50	5.17
T8	A2B2C2	5.00	5.00	5.25	15.25	5.08

Anexo 14. Firmeza (libras fuerza) al día 14

		Repeticiones			Sumatoria	Media
Tratamientos		I	II	III		
T1	A1B1C1	4.75	4.75	4.50	14.00	4.67
T2	A1B1C2	5.00	5.00	4.75	14.75	4.92
T3	A1B2C1	4.50	4.25	4.50	13.25	4.42
T4	A1B2C2	4.50	4.50	4.50	13.50	4.50
T5	A2B1C1	4.25	4.25	4.25	12.75	4.25
T6	A2B1C2	4.00	4.25	4.00	12.25	4.08
T7	A2B2C1	4.50	4.50	4.75	13.75	4.58
T8	A2B2C2	4.50	4.25	4.25	13.00	4.33

Anexo 15. Firmeza (libras fuerza) al día 21

		Repeticiones				
	Tratamientos	I	II	III	Sumatoria	Media
T1	A1B1C1	3.75	3.75	3.50	11.00	3.67
T2	A1B1C2	4.00	4.00	3.75	11.75	3.92
T3	A1B2C1	3.50	3.25	3.50	10.25	3.42
T4	A1B2C2	3.50	3.50	3.50	10.50	3.50
T5	A2B1C1	3.25	3.25	3.25	9.75	3.25
T6	A2B1C2	3.00	3.25	3.00	9.25	3.08
T7	A2B2C1	3.50	3.50	3.75	10.75	3.58
T8	A2B2C2	3.50	3.25	3.25	10.00	3.33

Anexo 16. Cenizas (porcentaje) al día 21

		Repeticiones				
	Tratamientos	I	II	III	Sumatoria	Media
T1	A1B1C1	0.604	0.609	0.606	1.82	0.61
T2	A1B1C2	0.609	0.611	0.610	1.83	0.61
T3	A1B2C1	0.608	0.602	0.605	1.82	0.61
T4	A1B2C2	0.600	0.605	0.603	1.81	0.60
T5	A2B1C1	0.606	0.604	0.605	1.82	0.61
T6	A2B1C2	0.607	0.603	0.605	1.82	0.61
T7	A2B2C1	0.611	0.603	0.607	1.82	0.61
T8	A2B2C2	0.605	0.607	0.606	1.82	0.61

Anexo 17. Azúcares reductores (porcentaje) al día 21

		Repeticiones				
	Tratamientos	I	II	III	Sumatoria	Media
T1	A1B1C1	7.0	6.9	7.1	21.00	7.0
T2	A1B1C2	7.3	7.3	7.1	21.70	7.23
T3	A1B2C1	7.1	7.0	7.0	21.10	7.03
T4	A1B2C2	7.1	7.3	6.8	21.20	7.07
T5	A2B1C1	7.0	6.8	7.3	21.10	7.07
T6	A2B1C2	7.0	7.3	7.2	21.50	7.17
T7	A2B2C1	6.9	7.1	7.1	21.10	7.03
T8	A2B2C2	7.4	7.2	7.1	21.70	7.23

Anexo 18. Fibra (porcentaje) al día 7

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
		I	II	III		
T1	A1B1C1	1.81	1.9	1.86	5.57	1.86
T2	A1B1C2	1.68	1.75	1.72	5.15	1.72
T3	A1B2C1	1.58	1.86	1.72	5.16	1.72
T4	A1B2C2	1.7	1.78	1.74	5.22	1.74
T5	A2B1C1	1.73	1.77	1.75	5.25	1.75
T6	A2B1C2	1.72	1.53	1.63	4.88	1.63
T7	A2B2C1	1.68	1.74	1.61	5.03	1.68
T8	A2B2C2	1.83	1.71	1.77	5.31	1.77

Anexo 19. Fibra (porcentaje) al día 14

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
		I	II	III		
T1	A1B1C1	1.54	1.62	1.58	4.74	1.58
T2	A1B1C2	1.56	1.84	1.7	5.1	1.70
T3	A1B2C1	1.56	1.65	1.61	4.82	1.61
T4	A1B2C2	1.56	1.9	1.73	5.19	1.73
T5	A2B1C1	1.44	1.51	1.47	4.42	1.47
T6	A2B1C2	1.47	1.68	1.58	4.73	1.58
T7	A2B2C1	1.65	1.7	1.61	4.96	1.65
T8	A2B2C2	1.64	1.33	1.48	4.45	1.48

Anexo 20. Fibra (porcentaje) al día 21

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
		I	II	III		
T1	A1B1C1	1.45	1.65	1.55	4.65	1.55
T2	A1B1C2	1.66	1.75	1.7	5.11	1.70
T3	A1B2C1	1.64	1.35	1.5	4.49	1.50
T4	A1B2C2	1.28	1.5	1.39	4.17	1.39
T5	A2B1C1	1.55	1.47	1.51	4.53	1.51

T6	A2B1C2	1.57	1.43	1.5	4.5	1.50
T7	A2B2C1	1.74	1.4	1.57	4.71	1.57
T8	A2B2C2	1.5	1.59	1.54	4.63	1.54

Anexo 21. Vitamina C (miligramos) al día 7

		Repeticiones			Sumatoria	Media
Tratamientos		I	II	III		
T1	A1B1C1	12.24	14.84	13.54	40.62	13.54
T2	A1B1C2	16.91	12.77	14.84	44.52	14.84
T3	A1B2C1	11.34	12.44	11.89	35.67	11.89
T4	A1B2C2	17.81	15.25	16.53	49.59	16.53
T5	A2B1C1	13.16	11.65	12.41	37.22	12.41
T6	A2B1C2	16.53	17.96	17.25	51.74	17.25
T7	A2B2C1	12.2	14.72	13.46	40.38	13.46
T8	A2B2C2	14.64	15.6	15.12	45.36	15.12

Anexo 22. Vitamina C (miligramos) al día 14

		Repeticiones			Sumatoria	Media
Tratamientos		I	II	III		
T1	A1B1C1	12.08	13.11	12.6	37.79	12.60
T2	A1B1C2	15.75	12.54	14.15	42.44	14.15
T3	A1B2C1	11.3	11.86	11.58	34.74	11.58
T4	A1B2C2	13.91	12.31	13.11	39.33	13.11
T5	A2B1C1	12.09	11.24	11.67	35	11.67
T6	A2B1C2	15.42	15.69	15.56	46.67	15.56
T7	A2B2C1	11.35	10.25	10.8	32.4	10.80
T8	A2B2C2	14.75	12.79	13.77	41.31	13.77

Anexo 23. Vitamina C (miligramos) al día 21

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
		I	II	III		
T1	A1B1C1	10.6	13.1	11.85	35.55	11.85
T2	A1B1C2	15.57	12.03	13.8	41.4	13.80
T3	A1B2C1	10.09	10.07	10.08	30.24	10.08
T4	A1B2C2	12.78	10.97	11.88	35.63	11.88
T5	A2B1C1	11.33	12.2	11.77	35.3	11.77
T6	A2B1C2	10.57	15.3	12.94	38.81	12.94
T7	A2B2C1	11.32	10.02	10.67	32.01	10.67
T8	A2B2C2	13.6	11.85	12.73	38.18	12.73

7.2 NORMAS DE CALIDAD

Anexo 24. Requisitos de aprovisionamiento y almacenaje



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2910

**SERVICIOS DE RESTAURACIÓN. REQUISITOS DE
APROVISIONAMIENTO Y ALMACENAJE.**

RESTAURANT SERVICES. PROVISION AND STORAGE REQUIREMENTS.

Correspondencia:

Esta norma nacional es una equivalencia de la norma UNE 167003:2006

Norma Técnica Ecuatoriana	SERVICIOS DE RESTAURACIÓN. REQUISITOS DE APROVISIONAMIENTO Y ALMACENAJE	NTE INEN 2910:2014
---------------------------------	--	-----------------------

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos aplicables a los procesos de aprovisionamiento y almacenaje de materias primas y productos que incidan en la calidad de los servicios prestados en los establecimientos dedicados a la actividad de restauración en cualquiera de sus modalidades, en adelante “el establecimiento”.

Esta norma es aplicable tanto al aprovisionamiento interno como externo.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos son indispensables para la aplicación de este documento normativo.

- NTE INEN 2893. Servicios de Restauración. Vocabulario.
- NTE INEN 2892. Servicios de restauración. Requisitos de dirección.

3 DEFINICIONES

Para los fines de esta norma son de aplicación las definiciones incluidas en la Norma NTE INEN 2893

4 RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCIÓN

La dirección de la empresa a la que pertenece el establecimiento de restauración debe cumplir con la Norma NTE INEN 2892.

La dirección del establecimiento debe designar una o varias personas que, con independencia de otras funciones, tenga como misión asegurar que en el conjunto del establecimiento se cumplan los requisitos de esta norma.

La dirección del establecimiento o la persona en la que haya delegado, junto con el resto de responsables deben establecer indicadores internos para evaluar la aplicación de esta norma tal y como se especifica en la Norma NTE INEN 2892.

5 PROVEEDORES

8 5.1 Homologación de proveedores

La dirección del establecimiento debe definir los requisitos exigibles a las materias primas y productos que necesite adquirir o subcontratar. Además, en base a estos requisitos, el establecimiento debe definir un sistema de homologación de proveedores.

El sistema debe contener instrucciones y criterios para asegurar que todas las materias primas y productos nuevos se comprueban antes de su aceptación.

A los proveedores se les deben exigir al menos los siguientes requisitos, según corresponda:

- Los proveedores de productos alimenticios y alimentarios deben estar en posesión, cuando el organismo competente así lo exija, y los productos deben llevar la etiqueta de salubridad que les corresponda.
- Suministrar productos aptos para uso alimentario cuando se trate de artículos no alimenticios que vayan a entrar en contacto directo con los alimentos.
- La documentación acreditativa de la autorización sanitaria correspondiente.
- Cumplimiento del horario de recepción.
- Tiempo de respuesta desde la realización del pedido.
- Cumplir con la Norma INEN 2917 cuando se transporten productos alimenticios.
- Correcto etiquetado de los productos.

Se debe disponer de un listado actualizado de proveedores, en el que se refleje los productos o tipos de productos que pueden suministrar al establecimiento.

Los aprovisionamientos, en los que por necesidades específicas, sea necesario utilizar un proveedor no homologado, deben tener aprobación previa de la persona autorizada para ello.

La relación contractual con el proveedor debe quedar recogida por escrito.

9 5.2 Evaluación de proveedores

Se debe realizar una evaluación periódica y como mínimo anual de los proveedores basada en el registro de incidencias (como son el tiempo de respuesta, el incumplimiento del horario de recepción, quejas y sugerencias). Además, el establecimiento puede decidir otras medidas de evaluación como visitas a las instalaciones del proveedor, comprobación de la vigencia de la documentación acreditativa o auditoría, con la frecuencia que considere necesaria.

El establecimiento debe fijar su propio sistema de cuantificación de las incidencias detectadas en el servicio prestado por los proveedores y de evaluación final de los mismos.

Se debe realizar una evaluación periódica y como mínimo anual de la calidad de los productos suministrados por los proveedores basada en el cumplimiento de las especificaciones fijadas (ver 5.1). Este requisito es considerado crítico en el caso de alimentos perecederos.

6 APROVISIONAMIENTO Y RECEPCIÓN DE MERCANCÍAS

10 6.1 Aprovisionamiento

El procedimiento de gestión de pedidos debe ser conocido y aplicado por los diferentes departamentos o áreas del establecimiento implicados. Este procedimiento debe estar documentado.

Las compras deben estar formalizadas en los documentos correspondientes (pedidos, contratos, etc.) que se han de conservar.

Se deben definir las cantidades mínimas necesarias que debe haber disponibles de aquellos productos críticos para el servicio, con el objetivo de asegurar que se pueden ofrecer los diferentes platos o preparaciones culinarias y bebidas que aparecen en los soportes de venta.

Se deben definir las cantidades mínimas de menaje, mantelería y elementos necesarios para el servicio de forma que garanticen la prestación adecuada del mismo, incluso en los días de máxima afluencia.

Las características de calidad establecidas por la organización para las diferentes materias primas y productos utilizados (ver 5.1) deben ser conocidas por todo el personal relacionado con las compras.

Se recomienda establecer un procedimiento para las situaciones imprevistas de abastecimiento.

11 6.2 Recepción de mercadería

Toda recepción de mercadería, debe ser supervisada por un responsable que, independientemente de sus funciones, debe conocer el proceso de recepción de productos perecederos y no perecederos.

Se deben establecer unos horarios de recepción de mercancías procurando que dicha actividad no se realice durante el horario de atención al público. Cuando esto no resulte posible y la recepción de mercaderías se realice por el espacio de servicio al cliente, se debe intentar limitar la entrada a unas horas concretas asegurando siempre un correcto estado de orden y limpieza de dicho espacio, durante el servicio.

Los controles que se deben realizar a la recepción de las materias primas y productos son los siguientes:

- a) La temperatura del vehículo de transporte debe ser la establecida a continuación: Para mercaderías refrigeradas: entre 0°C y 5°C ± 2°C.
- Yogures y lácteos: entre 0°C y 8 °C
 - Ovoproductos: de 0°C a 4°C
 - Verduras y hortalizas que se tengan que refrigerar: menor de 12°C.
 - Para mercaderías congeladas: inferior a -18°C ± 3°C.

Debe establecerse una sistemática de supervisión de este requisito.

- b) Deben comprobarse las características organolépticas de los productos, prestando especial atención a los productos frescos (carnes y pescados, huevos, frutas y hortalizas), legumbres y congelados. Se deben comprobar el color, olor, consistencia y brillo adecuados a cada alimento y ausencia de materias extrañas.
- c) Se debe comprobar el estado de limpieza del vehículo, estableciéndose la sistemática de supervisión de este requisito.
- d) A la recepción de productos debe comprobarse que éstos están en periodo de consumo o dentro de los plazos exigidos por el establecimiento según corresponda.
- e) Debe observarse la integridad del embalaje y el estado en el que se encuentran los envases, rechazando todo lo que se encuentre oxidado, con roturas, con humedades o abombamiento de las latas de conservas.
- f) Deben comprobarse las cantidades de los pedidos con respecto al comprobante.

Cuando el aprovisionamiento se realiza desde plataforma o almacén propios (aprovisionamiento interno), donde la distancia a recorrer a pie entre aquél y el punto de venta no supere los 20 minutos, la sistemática de control que aplica no es la anterior sino una específica que debe incluir, al menos, los siguientes puntos:

- que el producto tiene una protección adecuada
- que el producto viene protegido en contenedor isotermo si necesita temperatura controlada
- la integridad del envase o contenedor
- las condiciones higiénicas del contenedor
- control de temperaturas de los productos que necesiten una temperatura controlada, al menos una vez al día

Se deben mantener registros que demuestren estas comprobaciones a la recepción de los productos que serán útiles para la evaluación de proveedores (ver 5.2).

Los embalajes de transporte de las materias primas no deben acceder en ningún caso a las zonas de elaboración.

No se debe permitir la entrada de envases ni embalajes que puedan desprender partículas de suciedad a zonas de producción o cámaras destinadas al almacenamiento de producto elaborado y semielaborado.

Además, en las cámaras refrigeradoras y de congelación no se permite meter envases ni embalajes que no sean de uso alimentario.

En todo caso se debe observar lo dispuesto en la legislación vigente.

7 ALMACENAJE

Todos los locales o espacios de almacenaje deben estar claramente identificados.

El sistema de almacenamiento debe contemplar una rotación en función de la caducidad del producto.

Los diferentes espacios dedicados al almacenaje deben mantener las características propias para la conservación de los productos que en ellos se almacenan de acuerdo con la legislación vigente.

Los artículos deben ubicarse en el espacio que le corresponda de forma ordenada y estar correctamente etiquetados de modo que no sea fácil confundirlos.

Se debe asegurar que la disposición de los alimentos y envases permita una correcta circulación del aire y que no entren en contacto con el suelo.

Todos los productos deben estar protegidos de forma adecuada en cada caso y dotados de una etiqueta o indicación con la fecha de elaboración o caducidad.

Los locales de almacenamiento deben de cumplir la legislación vigente en materia higiénico-sanitaria.

Se deben evitar los contactos entre los diferentes productos.

Se deben colocar alimentos crudos debajo de los cocinados. La colocación aconsejada en la cámara de refrigeración es la siguiente, correspondiendo el número uno a la parte superior de la cámara:

- 1** Alimentos elaborados o precocinados.
- 2** Alimentos sin cocinar, marinadas, etc.
- 3** Productos cárnicos.
- 4** Frutas y verduras.

Los productos de limpieza y desinfección deben almacenarse conforme a lo indicado en los manuales del establecimiento.

Los productos que no necesitan refrigeración, deben estar en un ambiente seco y fresco, preservados de la luz solar.

Se debe revisar periódicamente el correcto estado de los almacenados.

APÉNDICE Z

BIBLIOGRAFÍA

UNE 167003 Servicios de Restauración. Requisitos de aprovisionamiento y almacenaje. Madrid España. 2006

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: **TÍTULO: SERVICIOS DE RESTAURACION. REQUISITOS DE Código: IC S**
NTE INEN 2910 APROVISIONAMIENTO Y ALMACENAJE. 03.200

ORIGINAL:
Fecha de iniciación del estudio:

REVISION:
La Subsecretaria de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de por Resolución No. publicado en el Registro Oficial No.
Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública:

Subcomité Técnico de:
Fecha de iniciación:
Integrantes del Subcomité:

Fecha de aprobación:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Otros trámites:

La Subsecretaria de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como:
No.

Por Resolución No.

Registro Oficial

Anexo 25. Norma del Codex para el espárrago



Quito – Ecuador

NORMA NTE INEN 2812
TÉCNICA 2013-11
ECUATORIANA

NORMA PARA EL ESPÁRRAGO (CODEX STAN 225-2001, MOD)

STANDARD FOR ASPARAGUS (CODEX STAN 225-2001, MOD)

Correspondencia:

Esta norma técnica ecuatoriana es una adopción modificada de la Norma Internacional CODEX STAN 225-2001 (Adoptado en 2001, enmienda 2005).

DESCRIPTORES: frutas y vegetales, vegetales frescos, espárrago
ICS: : 67.080.20

10 Páginas

NTE INEN 2812

2013-11

Prólogo nacional

Esta norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2812:2013 es una adopción modificada a la (*versión en español*) de la Norma Internacional CODEX STAN 225-2001 **NORMA PARA EL ESPÁRRAGO**, Adoptado 2001, enmienda 2005. El comité nacional responsable de esta norma técnica ecuatoriana es el Comité Interno del INEN.

Esta Norma Técnica Ecuatoriana reemplaza la siguiente norma: NTE INEN 1738:90 Hortalizas frescas. Espárragos. Requisitos, que se consideran obsoletos técnicamente debido a los desarrollos internacionales.

Para el propósito de esta norma técnica ecuatoriana, se enlista los documentos normativos internacionales de referencia, mencionados en CODEX STAN 225-2001 y las normas nacionales correspondientes:

Documentos normativos internacionales

Documentos normativos nacionales

CAC/RCP 1-1969. Código Internacional de Prácticas Recomendado para Principios Generales de Higiene de los Alimentos.

CPE INEN CODEX 1-2013 Principios generales de higiene de los alimentos

CODEX STAN 1-1985 Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Pre envasados

NTE INEN 1334-1 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos

CAC/GL 21-1997 Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos

CPE INEN-CODEX CAC/GL 21:2013 Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos (CAC/GL 21-1997, IDT)

CAC/RCP 44-1995, Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas

CPE INEN-CODEX CAC/RCP 44:2013 Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44-1995, IDT)

CODEX STAN 193-1995, Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos

NTE INEN-CODEX 193:2013, Norma General para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos

CAC/RCP 53-2003, Código de Prácticas de Higiene para Frutas y Hortalizas Frescas

CPE INEN-CODEX CAC/RCP 53:2013, Código de Prácticas de Higiene para Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 53-2003, IDT)

En esta norma técnica ecuatoriana se deben considerar algunas modificaciones debido a los requisitos legales nacionales, las cuales se enlistan a continuación:

Capítulo/subcapítulo Modificación

6. MARCADO O ETIQUETADO Reemplazar la referencia de "Norma General del CONSUMIDOR
6.1 ENVASES DESTINADOS AL Codex para el Etiquetado de los Alimentos
Preenvasados (CODEX STAN 1-1985) por NTE INEN 1334-1.

NORMA DEL CODEX PARA EL ESPÁRRAGO

(CODEX STAN 225-2001)

1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Esta Norma se aplica a los turiones de las variedades comerciales de espárragos obtenidos de *Asparagus officinalis* L., de la familia *Liliaceae*, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los espárragos destinados a la elaboración industrial.

Los turiones de espárragos se clasifican en cuatro grupos según el

color: - espárragos blancos;

- espárragos violetas, que tienen puntas de un color entre rosado y violeta o púrpura y una parte del turión blanca;
- espárragos violetas/verdes, parte de los cuales es de color violeta y verde;
- espárragos verdes que tienen la punta y la mayor parte del turión de color verde.

Esta Norma no se aplica a los espárragos de color verde y violeta/verde con un diámetro inferior a 3 mm ni a los espárragos blancos y violetas con un diámetro inferior a 8 mm, presentados en manojos uniformes o en envases unitarios.

2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

2.1 REQUISITOS MÍNIMOS

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, los espárragos deberán:

- estar enteros;
- estar sanos, y exentos de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- estar limpios, y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible;
- estar prácticamente exentos de plagas que afecten al aspecto general del producto;
- estar prácticamente exentos de daños causados por plagas;
- estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños;
- tener un aspecto y olor frescos;
- estar prácticamente exentos de magulladuras;
- estar exentos de daños causados por un lavado o remojo inadecuado.

El corte en la base de los turiones deberá ser lo más neto posible.

Además, los turiones no deberán estar huecos, partidos, pelados ni quebrados. Se permiten, sin embargo, pequeñas grietas que hayan aparecido después de la recolección, siempre que no superen los límites que se establecen en la Sección 4.1 Tolerancias de calidad.

2.1.1 El desarrollo y condición de los espárragos deberán ser tales que les permitan:

- soportar el transporte y la manipulación; y
- llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

2.2 CLASIFICACIÓN

Los espárragos se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

2.2.1 Categoría “Extra”

Los turiones de esta categoría deberán ser de calidad superior, muy bien formados y prácticamente rectos. Teniendo en cuenta las características normales del grupo al que pertenecen, sus puntas deberán ser muy compactas.

Se permitirán sólo pocos indicios muy leves de manchas de soya causadas por agentes no patógenos en los turiones que puedan ser eliminadas por el consumidor mediante un pelado normal.

En lo que respecta al grupo de los espárragos blancos, las puntas y turiones deberán ser de color blanco; sólo se permite un matiz ligeramente rosado en los turiones.

Los espárragos verdes deberán ser verdes, por lo menos en un 95% de su longitud.

No se permiten indicios de fibrosidad en los turiones de esta categoría.

El corte en la base de los turiones deberá ser lo más escuadrado posible. No obstante, para mejorar la presentación cuando los espárragos se envasan en manojos, los que se encuentran en la parte externa podrán ser ligeramente biselados, siempre que el biselado no supere 1 cm.

2.2.2 Categoría I

Los turiones de esta categoría deberán ser de buena calidad y estar bien formados. Podrán ser ligeramente curvos. Teniendo en cuenta las características normales del grupo al que pertenecen, sus puntas deberán ser compactas.

Se permiten ligeros indicios de manchas de soya causadas por agentes no patógenos que puedan ser eliminados por el consumidor mediante un pelado normal.

En lo que respecta al grupo de los espárragos blancos, podrán presentar un matiz ligeramente rosado en las puntas y en los turiones.

Los espárragos verdes deberán ser de ese color por lo menos en el 80% de su longitud.

En el grupo de los espárragos blancos no se permitirán turiones fibrosos. Por lo que respecta a otros grupos, es admisible una leve fibrosidad en la parte inferior siempre que tal fibrosidad desaparezca mediante un pelado normal por el consumidor.

El corte en la base de los turiones deberá ser lo más escuadrado posible.

2.2.3 Categoría II

Esta categoría comprende los turiones que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Sección 2.1.

En comparación con la Categoría I, puede que los turiones no estén tan bien formados y sean más curvos y que, teniendo en cuenta las características normales del grupo al que pertenecen, sus puntas estén ligeramente abiertas.

Se permiten indicios de manchas de soya causadas por agentes no patógenos que puedan ser eliminados por el consumidor mediante un pelado normal.

Las puntas de los espárragos blancos podrán tener una coloración que incluya un matiz verde.

Las puntas de los espárragos violetas podrán tener un matiz ligeramente verde.

Los espárragos verdes deberán ser de ese color al menos en el 60% de su longitud.

Los turiones podrán ser ligeramente fibrosos.

El corte en la base de los turiones podrá ser ligeramente oblicuo.

3. **DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACIÓN POR CALIBRES**

El calibre se determina por la longitud y el diámetro de los turiones.

3.1 **DETERMINACIÓN DEL CALIBRE POR LA LONGITUD** La

longitud de los turiones deberá ser:

- superior a 17 cm para los espárragos largos;
- de 12 a 17 cm para los espárragos cortos;
- para los espárragos de la Categoría II dispuestos ordenadamente, pero no presentados en manojos:
 - (a) blancos y violetas: de 12 a 22 cm, (b) violetas/verdes y verdes: de 12 a 27 cm.
- inferior a 12 cm para las puntas de espárragos.

La longitud máxima permitida para los espárragos blancos y violetas es de 22 cm, y para los espárragos violetas/verdes y verdes de 27 cm.

La diferencia máxima de longitud de los turiones presentados en manojos firmemente sujetos no deberá ser superior a 5 cm.

3.2 **DETERMINACIÓN DEL CALIBRE POR EL DIÁMETRO**

El diámetro de los turiones se medirá a 2,5 cm a partir de la base del corte.

El diámetro mínimo y el calibre serán los siguientes:

Blancos y violetas:

Categoría	Diámetro mínimo	Calibre
Extra	12 mm	Diferencia máxima de 8 mm entre el turión más grueso y el más delgado en el mismo paquete o manojos.
I	10 mm	Diferencia máxima de 10 mm entre el turión más grueso y el más delgado en el mismo paquete o manojos.
II	8 mm	No hay disposiciones relativas a la homogeneidad.

Violetas/verdes y verdes:

Categoría	Diámetro mínimo	Calibre
------------------	------------------------	----------------

Extra y I	3 mm	Diferencia máxima de 8 mm entre el turión más grueso y el más delgado en el mismo paquete o manojo.
II	3 mm	No hay disposiciones relativas a la homogeneidad.

4. **DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS**

En cada envase se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

4.1 **TOLERANCIAS DE CALIDAD**

4.1.1 **Categoría “Extra”**

El 5%, en número o en peso, de los turiones que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última, o que tengan ligeras grietas no cicatrizadas posteriores a la recolección.

4.1.2 **Categoría I**

El 10%, en número o en peso, de los turiones que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última, o que tengan ligeras grietas no cicatrizadas posteriores a la recolección.

4.1.3 **Categoría II**

El 10%, en número o en peso, de los turiones que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

Además, podrá permitirse el 10%, en número o en peso, de turiones huecos o turiones que presenten grietas muy ligeras debidas al lavado. En ningún caso podrá haber más del 15% de turiones huecos en cada envase o manojo.

4.2 **TOLERANCIAS DE CALIBRE**

Para todas las categorías, el 10% en número o en peso de los turiones que no correspondan al calibre indicado ni a los límites de longitud especificados, con una desviación máxima de 1 cm de longitud y de 2 mm de diámetro.

Para todas las categorías, el 10% en número o en peso de los turiones que no correspondan al calibre indicado ni a los límites de longitud especificados, con una desviación de 2 mm en el diámetro. En ningún caso, el diámetro deberá ser inferior a 3 mm.

5. **DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN**

5.1 **HOMOGENEIDAD**

El contenido de cada envase unitario o de cada manojo de un mismo envase deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por espárragos del mismo origen, calidad, grupo de color y calibre (si están clasificados por calibre).

No obstante, por lo que respecta al color, podrán permitirse turiones de un grupo de color diferente dentro de los límites siguientes:

- (a) espárragos blancos: 10% en número o en peso de espárragos violetas en las categorías “Extra” y I, y 15% en la Categoría II;

-
- (b) espárragos violeta, violetas/verdes y verdes: 10% en número o en peso de espárragos de otro grupo de color.

En el caso de la Categoría II se permite una mezcla de espárragos blancos y violetas, siempre que se indique adecuadamente.

La parte visible del contenido del envase, envase unitario o manojo deberá ser representativa de todo el contenido.

5.2 ENVASADO

Los espárragos deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos¹, estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Los envases deberán estar exentos de cualquier materia extraña.

Los espárragos deberán disponerse en envases que se ajusten al Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44-1995).

5.3 FORMAS DE PRESENTACIÓN

Los espárragos podrán presentarse en una de las siguientes formas:

- (i) En manojos firmemente sujetos.

Los turiones de la parte externa de cada manojo deberán corresponder, en cuanto a aspecto y diámetro, al promedio de todo el manojo.

En la categoría “Extra”, los turiones de espárragos presentados en manojos deberán ser de la misma longitud.

Los manojos deberán disponerse uniformemente en el envase, y cada manojo podrá estar protegido por un papel.

Los manojos de un mismo envase deberán ser del mismo peso y longitud.

- (ii) Dispuestos ordenadamente, pero no presentados en manojos en el envase.

- (iii) En unidades pre envasadas colocadas en otro envase.

6. MARCADO O ETIQUETADO

6.1 ENVASES DESTINADOS AL CONSUMIDOR

Además de los requisitos de la Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Pre envasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

6.1.1 Naturaleza del Producto

Si el producto no es visible desde el exterior, cada envase deberá etiquetarse con el nombre del producto y, facultativamente, con el de la variedad.

6.2 ENVASES NO DESTINADOS A LA VENTA AL POR MENOR

Cada envase deberá llevar las siguientes indicaciones en letras agrupadas en el mismo lado, marcadas de forma legible e indeleble y visibles desde el exterior, o bien en los documentos que acompañan el envío.

¹ Para los fines de esta Norma, esto incluye el material recuperado de calidad alimentaria.

6.2.1 Identificación

Nombre y dirección del exportador, envasador y/o expedidor. Código de identificación (facultativo)¹.

6.2.2 Naturaleza del Producto

“Espárragos”, seguido de la indicación “blancos”, “violetas”, “violetas/verdes” o “verdes” si el contenido del envase no es visible desde el exterior y, cuando proceda, la indicación “cortos” o “puntas” o “mezcla de blancos y violetas”.

6.2.3 Origen del Producto

País de origen y, facultativamente, nombre del lugar, distrito o región de producción.

6.2.4 Especificaciones Comerciales

- Categoría; - Calibre:

(a) expresado en diámetros mínimo y máximo para los espárragos sujetos a normas de homogeneidad,

(b) expresado en diámetro mínimo, seguido del diámetro máximo o de la expresión “o más” para los espárragos no sujetos a normas de homogeneidad.

- Número de manojos o de envases unitarios para espárragos envasados en cajas.

6.2.5 Marca de Inspección Oficial (facultativa)

7. CONTAMINANTES

7.1 El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de la Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos (CODEX STAN 193-1995).

7.2 El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

8. HIGIENE

8.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de la presente Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), Código de Prácticas de Higiene para Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 53-2003) y otros textos pertinentes del Codex, tales como códigos de prácticas y códigos de prácticas de higiene.

8.2 El producto deberá ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos (CAC/GL 21-1997).

¹ La legislación nacional de algunos países requiere una declaración expresa del nombre y la dirección. Sin embargo, en caso de que se utilice una marca en clave, habrá de consignarse muy cerca de ella la referencia al “envasador y/o expedidor” (o a las siglas correspondientes).

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TÍTULO: NORMA PARA EL ESPÁRRAGO (CODEX STAN Código:
NTE INEN 2812 225-2001, MOD) ICS:
67.080.20

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2013-07-03 Oficialización con el Carácter de Resolución No.	REVISIÓN: La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma por publicado en el Registro Oficial No. Fecha de iniciación del estudio:
---	---

Fechas de consulta pública: 2013-07-30 a 2013-08-18

Comité Interno del INEN

Fecha de iniciación: 2013-09-10
Comité:

Fecha de aprobación: 2013-09-10 Integrantes del

NOMBRES:

Ing. José Luis Pérez (Presidente)
Dra. Mónica Gualotuña
Dr. Hugo Ayala

Ing. Silvana Torres
Ing. Evelyn Andrade
Ing. María E. Dávalos (Secretaria técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

COORDINADOR GENERAL TÉCNICO
DIRECCIÓN DE METROLOGÍA
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN Y
CERTIFICACIÓN
DIRECCIÓN DE REGLAMENTACIÓN
DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN
REGIONAL CHIMBORAZO

Otros trámites: Esta NTE INEN 2812:2013, reemplaza a NTE INEN 1738:1990

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 13410 de 2013-11-05
Registro Oficial Segundo Suplemento No. 124 de 2013-11-15

Anexo 26. Hortalizas frescas, espárragos, requisitos

CDU: 635.1
CIIU: 1110
426



AL 02.01-

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	HORTALIZAS FRESCAS. ESPÁRRAGOS. REQUISITOS	INEN 1 738 1990-07
---	---	---------------------------

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos generales que debe cumplir el espárrago en estado fresco.

2. TERMINOLOGÍA

2.1 Espárrago. Hortaliza herbácea, comestible, de tallos o lanzas largas, pelados o sin pelar, con cabeza o ápice bien cerrado, medianamente abierto o abierto; de la familia de las *Liliáceas*, género *Asparagus*, especie *officinalis L.*

2.2 Turión. Parte comercial del espárrago, formado por brote de la yema de la "corona", la cual ha dado origen a un tallo de forma cilíndrica, sin hojas y en presencia o ausencia de luz.

2.3 Cabeza o ápice. Extremo superior o punta del turión constituido por tejido meristemático de crecimiento activo que presenta numerosas yemas protegidas por brácteas.

2.3.1 Cabeza o ápice cerrado. Que es compacto y en el que es difícil diferenciar la forma de las brácteas.

2.3.2 Cabeza o ápice medianamente abierto. Que es posible notar la forma y número de brácteas, sin llegar éstas a separarse del botón terminal o ápice y es menos compacta que el 2.3.1.

2.3.3 Cabeza o ápice abierto. Presenta un ensanchamiento por el crecimiento de las brácteas, las mismas que están separadas del botón terminal o ápice.

2.4 Tipo del espárrago. Para el objeto de esta norma, es el carácter dimensional de la cabeza o ápice y parte adyacente del tallo o turión hasta el sitio de corte que permite su clasificación por tamaños.

2.5 Grado del espárrago. Es el valor porcentual de defectos admitidos para un mismo tipo, incluyendo aquel que no ha sido clasificado.

2.6 Espárrago fuera de norma. Es aquel que no cumple con los requisitos establecidos en esta norma.

2.7 Estado de cosecha. Momento fisiológico en el que el producto está listo para el consumo.

2.8 Espárrago defectuoso. Aquel con uno o más defectos que afectan su calidad comercial.

2.9 Espárrago de forma irregular. Es el que presenta forma sinuosa en su crecimiento.

2.10 Espárrago fresco. Aquel que, luego de la recolección, no ha sufrido ningún proceso que afecte su estado natural y mantenga sus cualidades.

2.11 Diámetro ecuatorial. Es el valor del diámetro medido en la parte más gruesa del turión.

2.12 Longitud. Distancia existente entre los puntos extremos del eje axial.

2.13 Fibrosidad. Presencia de filamentos resistentes que le dan al espárrago una textura áspera.

2.14 Espárrago blanco. Unidades de color blanco, crema o blanco amarillento, de cabeza o ápice; pueden ser de color blanco violeta, azul, verde, verde claro o verde amarillento, pudiendo extenderse el color hasta un 25% de longitud en cada espárrago.

2.15 Espárrago verde. Unidades de color verde, de cabeza o ápice; puede ser de color verde, verde violáceo, verde claro o verde amarillento; pudiendo tener también un color blanco, crema o blanco amarillento en la parte inferior del tallo; estos colores últimos no deben ocupar más de la mitad de la longitud del espárrago.

2.16 Espárrago mixto. Mezclas de unidades de diversas coloraciones: blanco, crema, blanco amarillento, azul, verde claro o verde amarillento.

2.17 Espárrago curvo. El que presenta su eje de desarrollo curvado.

2.18 Espárrago sinuoso. Turión que presenta depresiones transversales que pueden ubicarse en cualquier parte de la longitud del turión, dando origen a variaciones marcadas en el diámetro.

2.19 Defectos tolerables (que no afectan la aptitud de consumo). Pequeñas rajaduras, magulladuras, deformaciones, ápice medianamente abierto, ligeras fibrosidades y ciertas manchas que afectan superficialmente su presentación.

2.20 Defectos no tolerables (que afectan la aptitud de consumo). Lesiones causadas por microorganismos o insectos, estrías negruzcas, turiones cuyo color no corresponde a las características anotadas en 2.14 y 2.15: rajaduras, magulladuras profundas, tallos huecos y bifurcados, deformaciones marcadas, fibrosidades (síntomas de lignificación) que afecten a la pulpa del espárrago.

3. CLASIFICACIÓN

3.1 Los espárragos con cabeza y parte adyacente del tallo y de acuerdo con el valor del diámetro ecuatorial y su longitud, se clasifican como se anota en la Tabla 1.

TABLA 1. Clasificación del espárrago por diámetro y longitud.

TIPO TAMAÑO	-	DIÁMETRO mm	LONGITUD cm		
I	(grande)	14,4	18,5		
II	(mediano)	19,7	9,4	24,3	16,00
III	(pequeño)	14,3	18,4		
		≤	9,3	≤	15,9

3.2 Tolerancias máximas para el tamaño. Para los tipos señalados en 3.1 se admitirá un número máximo de unidades del 5% del tipo inmediato superior o inferior, o la suma de ambos.

3.3 Espárrago que no encuadre en ninguno de los tipos (tamaños) establecidos se considerará no tipificado.

3.4 Para cada tipo se establecen los grados de calidad, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 2 de esta norma.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Las variedades de los espárragos destinados al consumo en fresco en cualquiera de sus tres tipos de selección deben presentar homogeneidad en cuanto a la forma, tamaño y color de los turiones.

5. REQUISITOS

5.1 Los espárragos para el consumo en fresco deben ser bien formados, rectos, limpios, frescos, enteros, sanos, carnosos, tallos largos, bien desarrollados y pueden presentarse un poco curvados, sus cabezas deben estar bien cerradas o medianamente abiertas, lisos, consistentes, secos exteriormente, con el color, aroma, sabor típicos de la variedad y, en lo posible, sin fibra o con la menor cantidad de ella, sin síntomas de marchitez o lignificación, sin orificios ni pliegues.

TABLA 2. Grados de calidad del espárrago.

CARACTERISTICAS	UNIDAD	GRADO 1 máximo	GRADO 2 máximo
Defectos tolerables	%	4	8
Tallos que no responden al estado de consumo	%	2	6
Defectos no tolerables	%	0	0
Total de defectos	%	6	14

5.2 Hasta que se expidan las Normas INEN correspondientes para los límites máximos de residuos de plaguicidas y productos afines en alimentos, se adoptarán las recomendaciones del Codex Alimentarius.

5.3 Requisitos complementarios. La comercialización de este producto debe sujetarse a lo dispuesto en la Ley de Pesas y Medidas y las Regulaciones correspondientes.

6. MUESTREO

6.1 El muestreo del espárrago se efectuará de acuerdo con la Norma INEN 1 750.

7. INSPECCIÓN

7.1 Si la muestra inspeccionada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en la Tabla 1 y Tabla 2, se repetirá la inspección en otra muestra. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para considerar el lote como fuera de norma, quedando su comercialización sujeto al acuerdo de las partes interesadas.

7.2 Si la muestra inspeccionada no cumple con el tipo y grado declarado en el rótulo o etiqueta del envase o embalaje, el proveedor deberá rectificar la información suministrada previamente a su aceptación.

8. MÉTODOS DE ENSAYO

8.1 El proceso de verificación de los requisitos de tamaño del producto, así como sus defectos, se realizará de acuerdo con el Anexo A, de esta Norma.

9. EMBALAJE Y ROTULADO

9.1 Embalaje. El espárrago debe comercializarse en cajas de madera u otro material adecuado que reúna las condiciones de higiene, ventilación y resistencia a la humedad, manipulación y transporte.

9.1.1 Las características del embalaje se encuentran establecidas en las Normas INEN correspondientes.

9.2 Rotulado. Los envases deben llevar etiquetas o impresiones con caracteres legibles, indelebles, redactadas en español y colocadas en tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte, debiendo contener la información mínima siguiente:

- nombre del producto
- designación del tipo y grado de calidad (INEN 1738)
- contenido neto en kilogramos (kg)
- nombre y dirección del empacador y/o cultivador
- lugar de origen del producto
- fecha de empacado

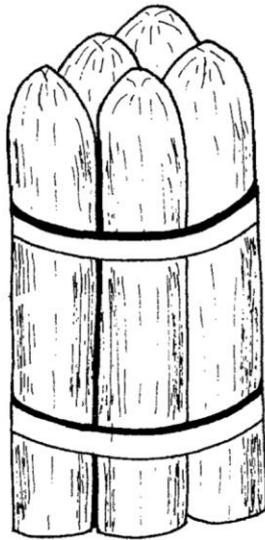
ANEXO A

A.1 Determinación de las características

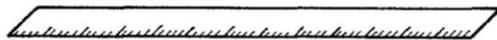
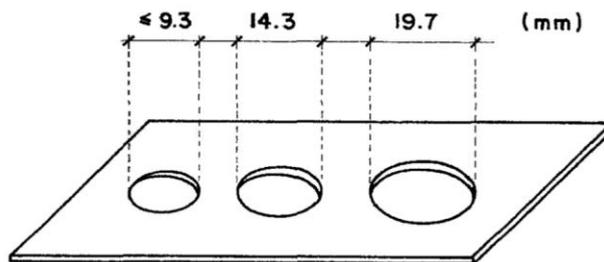
A.1.1 Determinación del tipo o tamaño

A.1.1.1 La clasificación del espárrago puede realizarse manualmente mediante el uso de reglas graduadas y calibradores confeccionados en madera u otro material adecuado como se indica en las figuras siguientes:

A.1.1.2 Clasificados los espárragos deben separarse según su tamaño y registrarse el número de cada tipo.



Espárragos bien formados



Regla graduada en cm

(Continua)

A 2 Defectos tolerables y no tolerables

A 2 1 Los espárragos deben separarse según sus defectos, mostrarse el número de cada grado



**Espárrago ligeramente irregular
(tolerable)**



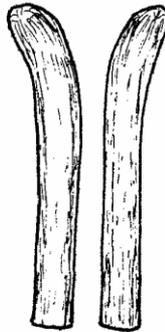
**Irregular
(tolerable)**



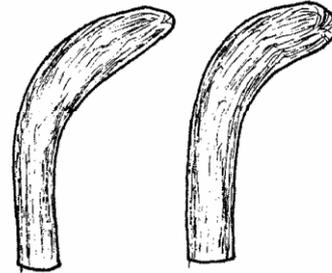
**Muy irregular
(no tolerable)**



**Espárrago recto
(tolerable)**



**Espárrago ligeramente curvo
(tolerable)**



**Espárrago muy curvo
(no tolerable)**

APÉNDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 1 750 *Hortalizas y frutas frescas. Muestreo.*

INEN 1 751 *Hortalizas y frutas frescas. Terminología y clasificación.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Economic commission for Europe. Comite on Agriculture Problems. Revised version of the *Geneva protocol on Standardization of fresh fruit and vegetables and dry and dried fruit* ECE/AGRI/55Reva.; 2 1986.

Norma Alemana Weiber Spargel. *Sortieranleitung den Erzenger. Grundlage. EE Qualitätsnorm für Spargel.* Mercado Común Europeo. 1985.

Especies vegetales promisoras de los países del Convenio Andrés Bello. Fondo Colombiano de Investigación científica. Bogotá, Colombia. 1983.

El gran libro de las conservas, de las confituras y de la congelación TECFA S. A. Pedro IV, 160 Barcelona 5, 1982.

Norma United States Standards for Grades of Fresh asparagus. Washington, 1981.

Dr. Hugo H. Barberis. *Código Alimenticio.* Argentina, Buenos Aires, 1978.

Norma Peruana ITINTEC 011.109 *Hortalizas. Espárragos.* Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. Lima, 1974.

Norma Alimentaria CAC/RS 56-1972. *Norma Internacional recomendada para los espárragos en conservas.* Programa conjunto FAO/OMS, sobre Normas Alimentarias FAO, Roma 1972.

Economic commission for Europe, committe on Agricultural Problems. UN/ECE *Standards for fresh fruit and vegetables.* ECE/AGRI/SS. Corr. 1981.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TITULO: HORTALIZAS FRESCAS. ESPÁRRAGOS. Código: AL 02.01-426
NTE INEN 1 738 REQUISITOS

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 1989-05-16	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de Por Acuerdo No. de Publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:
---	--

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: HORTALIZAS FRESCAS
Fecha de iniciación: _____ Fecha de aprobación: 1989-06-20
Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Ing. Sixto Cadena Srta. María Augusta Arrobo Tglo. Carlos López Tglo. Hugo Ayala Ing. Álvaro Yépez Dra. Rosa de León Ing. Rosendo Pacheco Sr. Nelson Gavilanes Sr. Pablo Robayo Srta. Narcisa Loor Dra. Leonor Orozco L.	DIRECCIÓN NACIONAL AGRÍCOLA - MAG BOLSA DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS DIRECCIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN AL CONSUMIDOR DIRECCIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN AL CONSUMIDOR INIAP INH QUITO UNIVERSIDAD CENTRAL (FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS) CENDES MICIP – PROMOCIÓN DE EXPORTACIONES MICIP – DIRECCIÓN NACIONAL DE INDUSTRIAS INEN

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1990-07-31
Oficializada como: OBLIGATORIA Por Acuerdo Ministerial No. 459de 1990-09-13

Registro Oficial No. 533 de 1990-10-01

Anexo 27. Norma requisitos microbiológicos

NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

CAPÍTULO I GENERALIDADES

Artículo 1°.- Con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas aprobado por Decreto Supremo N° 007-98-SA y los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos (CAC/GL-21(1997)) del *Codex Alimentarius*, la presente Norma establece:

- a) El Plan de muestreo y los criterios de decisión que han de aplicarse al lote o los lotes de alimentos
- b) Los microorganismos que constituyen peligros y generan riesgos para la salud y la vida de los consumidores en cada grupo de alimentos
- c) Los límites microbiológicos que se consideren apropiados para los grupos de alimentos.
- d) El grupo de alimentos a los que deben aplicarse los criterios microbiológicos.

Artículo 2° .- Todo alimento o bebida en estado natural, elaborado o procesado que es destinado para el consumo humano está comprendido dentro del alcance de los criterios señalados en esta Norma.

Artículo 3°.- Los criterios microbiológicos se clasifican en: Criterios microbiológicos imperativos, Criterios microbiológicos indicadores de higiene y Criterios microbiológicos de alerta.

Artículo 4°.- El otorgamiento del Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas se sujeta a los siguientes criterios microbiológicos: criterios imperativos, criterios de higiene y criterios de alerta. El otorgamiento del Certificado Sanitario Oficial de Exportación está sujeto sólo a los criterios microbiológicos imperativos y de higiene, y a aquellos señalados en la normatividad del país de destino.

Artículo 5°.- En el proceso de elaboración y aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP), se deben considerar los criterios microbiológicos imperativos como referencia para la definición de los puntos críticos de control. Los criterios microbiológicos de higiene y de alerta, deben ser considerados para el monitoreo del Programa de Higiene y Saneamiento y la Aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura y estar registrados en el plan HACCP.

Artículo 6°.- La vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas de consumo humano, se sustenta en la aplicación de los criterios señalados en los Artículos 2°, 3°, 4° y 5° y está a cargo de los organismos de vigilancia sanitaria.

Artículo 7°.- Los laboratorios acreditados por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), los laboratorios de control de calidad del fabricante y cualquier otro autorizado por el Ministerio de Salud, notificarán a la autoridad sanitaria en un plazo no mayor de dos

días (2) calendario, los resultados de los hallazgos que impliquen un riesgo sobre la salud o la vida de los consumidores. Los métodos de análisis utilizados deberán estar estandarizados según las normas establecidas por la **Comisión del Codex Alimentarius** o a falta de ellas por las establecidas por los organismos internacionales competentes en materia de microbiología de los alimentos.

CAPITULO II DE LOS MICROORGANISMOS QUE CONSTITUYEN PELIGROS Y GENERAN RIESGOS PARA LA SALUD DE LOS CONSUMIDORES

Artículo 8°.- Los microorganismos correspondientes a las clases de criterios microbiológicos definidos en el Artículo 3°, se agrupan como: Microorganismos de carácter o criterio imperativo, Microorganismos indicadores de higiene y Microorganismos de alerta.

Artículo 9°.- Los microorganismos de carácter o criterio imperativo, son aquellos que no deben estar presentes en el alimento o bebida ya que su presencia representa un daño a la salud o la vida de los consumidores. Su presencia determinará la eliminación del alimento de acuerdo a la Norma que para tal efecto dicte el Ministerio de Salud. Son microorganismos de carácter o criterio imperativo: a) *Salmonella sp.*

- b) *Clostridium botulinum*
- c) *Listeria monocytogenes*
- d) *Escherichia coli* enterohemorrágico O157:H7
- e) *Brucella melitensis*
- f) *Vibrio cholerae*
- g) *Hongos toxigenicos*
- h) Anaerobios mesófilos/termófilos (conservas)

Artículo 10 °.- Los microorganismos indicadores de higiene, son aquellos que no deben estar presentes en el alimento o bebida en límites superiores a los especificados en el Artículo 15°. El exceso de estos microorganismos indica que las condiciones de higiene en el procesamiento de los alimentos o bebidas son deficientes; estos productos deben ser rechazados, debiendo establecerse las medidas sanitarias que el caso amerite y disponerse de acuerdo al artículo 9° según corresponda. Son microorganismos indicadores de higiene:

- a) *Escherichia coli*
- b) *Staphylococcus aureus* coagulasa +
- c) *Bacillus cereus*
- d) *Clostridium perfringens*

Artículo 11°.- Los microorganismos de alerta, son aquellos que al exceder los límites especificados requerirán la aplicación de medidas correctivas para tener el proceso bajo control. Son microorganismos de alerta los siguientes: a) Coliformes termotolerantes (fecales)

- b) Hongos (Mohos y Levaduras)
- c) Aerobios mesófilos/psicrófilos/termófilos
- d) Anaerobios mesófilos/termófilos

CAPITULO III DE LOS PLANES DE MUESTREO

Artículo 12°.-Para efectos del establecimiento de los planes de muestreo se deben considerar las siguientes pautas:

- a) El tamaño de la muestra n y el criterio de aceptación o de rechazo c son determinantes para la decisión con respecto a la aceptación o al rechazo del alimento en cuestión, basándose en los resultados de los ensayos de laboratorio.
- b) El plan de dos clases provenientes de un muestreo por atributos, la aceptación o el rechazo estarán definidos por n y c .
- c) El plan de tres clases proveniente de un muestreo por atributos, la aceptación o el rechazo estará definidos por n , m , M y c , donde c tendrá como límites m y M . Se rechazarán todos aquellos resultados cuyos valores sean superiores a M , ninguna de las muestras del plan de tres clases sobrepasará el valor de M .

Las determinaciones analíticas se realizarán mediante recuentos de colonias de microorganismos y los resultados se expresarán en UFC/g ó mL.

Los Informes de Ensayo y/o certificados de análisis emitidos por los laboratorios, a los que se hace referencia en el artículo 7°, deben expresar el recuento de microorganismos en las mismas unidades (UFC/g ó mL) indicados en los criterios microbiológicos de la presente Norma.

Artículo 13°.- Quedan establecidas 15 categorías señaladas en el Anexo N° 1.

Artículo 14°.- Para los efectos de la presente Norma Sanitaria, se establecen 17 grupos de alimentos y bebidas, según su origen y/o tecnología aplicada en su procesamiento o elaboración son:

- a) Leche y productos lácteos
- b) Helados y mezclas para helados
- c) Productos grasos
- d) Caldos, sopas, cremas, y mezclas deshidratadas
- e) Productos elaborados a partir de cereales
- f) Azúcares y miel
- g) Productos de confitería
- h) Productos de panadería y pastelería
- i) Alimentos de uso infantil
- j) Carnes y productos cárnicos
- k) Productos hidrobiológicos
- l) Huevos y oviproducidos
- m) Salsas, aderezos, especias y condimentos
- n) **Frutas y verduras**
- o) Comidas y platos preparados
- p) Bebidas
- q) Estimulantes y fruitivos

Artículo 15° .- Los alimentos y bebidas deben cumplir con los siguientes criterios:

Frutas y Verduras (Incluyendo tubérculos y hongos comestibles, frutos de cáscara y frutos secos)

14.1 Frutas y Verduras Frescas								
								Límite por g/mL
Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	m	M		
Coliformes termotolerantes	5	3	5	2	10	10 ²		
<i>Salmonella</i> en 25g	10	2	5	0	0	---		
Mohos y Levaduras	3	3	5	1	10 ²	10 ³		
<i>Vibrio cholerae</i> (*)	10	2	5	0	0	---		
<i>Listeria monocytogenes</i> (*)	10	2	5	0	0	---		
(*) Solo para verduras								
14.2 Frutas y Verduras Congeladas								
								Límite por g/mL
Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	m	M		
Coliformes termotolerantes	4	3	10	10 ²				
<i>Salmonella</i> en 25g.	10	2	5	3	0	---		
			5	0				
<i>Listeria monocytogenes</i>	10	2	5	0	10 ²			
14.3 Frutas y Verduras Desecadas o Deshidratadas								
								Límite por g/mL
Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	m	M		
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	20		
<i>Salmonella</i> en 25g.	10	2	5	0	0	---		
Mohos y Levaduras	3	3	5	1	10	10 ²		
14.4 Frutas y Verduras en Vinagre, Aceite, Salmuera o Alcohol, Productos Fermentados								
								Límite por g/mL
Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	m	M		
Levaduras	3	3	5	1	10 ²	10 ³		
14.5 Mermeladas, Jaleas, Crema de Castaña, Fruta Confitada, Preparados de fruta (incluida la pulpa)								
								Límite por g/mL
Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	m	M		
Mohos y Levaduras	3	3	5	1	10 ²	10 ³		

DISPOSICIONES FINALES

Primera: Corresponde a la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) como autoridad sanitaria de nivel nacional, delimitar los criterios microbiológicos de los alimentos y bebidas contemplados en la presente Norma.

Segunda: La DIGESA propondrá la introducción de modificaciones o ampliaciones a las listas establecidas en el Artículo 15° de la presente Norma, cuando los estudios científicos expongan variaciones en cuanto al comportamiento de los microorganismos presentes en los alimentos y bebidas de consumo humano considerandos en esta Norma.

ANEXO N° 1

SEVERIDAD DEL PROGRAMA (CATEGORÍA) EN RELACIÓN CON EL RIESGO SANITARIO Y CON LAS CONDICIONES DE USO

SEVERIDAD, TIPO DE RIESGO PARA LA SALUD	Condiciones Normales de Manipulación y Consumo del Alimento luego del muestreo		
	Riesgo Reducido	Riesgo sin cambio	Riesgo Incrementado
Sin riesgo directo, (contaminación general, vida útil y alteración)	Categoría 1 3 clases n=5, c=3	Categoría 2 3 clases n=5, c=2	Categoría 3 3 clases n=5, c=1
Bajo, indirecto (indicadores)	Categoría 4 3 clases n=5, c=3	Categoría 5 3 clases n=5, c=2	Categoría 6 3 clases n=5, c=1
Moderado, directo, diseminación limitada	Categoría 7 3 clases n=5, c=2	Categoría 8 3 clases n=5, c=1	Categoría 9 3 clases n=10, c=1
Moderado, directo, diseminación extensa potencialmente	Categoría 10 2 clases n=5, c=0	Categoría 11 2 clases n=10, c=0	Categoría 12 3 clases n=20, c=0
Grave, directo	Categoría 13 2 clases n=15, c=0	Categoría 14 2 clases n=30, c=0	Categoría 15 2 clases n=60, c=0

ANEXO N° 2

DEFINICIONES

1. **Alimentos Aptos para Consumo Humano:** Aquellos alimentos que cumplen los criterios de calidad sanitaria.
2. **Calidad Sanitaria:**
Es el conjunto de requisitos microbiológicos, físico-químico y organoléptico que debe reunir un alimento para ser considerado inocuo para el consumo humano.
3. **Alimento o Bebida:**
Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas al consumo humano, incluyendo las bebidas alcohólicas.
4. **Categoría:**
Una serie de circunstancias relativas al riesgo que representa un alimento y a la manipulación posterior prevista.
5. **Contaminación:**
La introducción o presencia de un contaminante en los alimentos o en el medio ambiente alimentario.
6. **Criterios Microbiológicos:**
Es el valor o la gama de valores microbiológicos establecidos mediante el empleo de procedimientos definidos, para determinar la aceptación o rechazo de un alimento muestreado.
7. **Inocuidad de los alimentos:**
La garantía que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.
8. **Límite Crítico:**
Criterio que diferencia la aceptabilidad o inaceptabilidad del proceso en una determinada fase.

9. Peligro:

Un agente biológico, químico o físico o propiedad de un alimento, capaz de provocar un efecto nocivo para la salud.

10. Programa de Muestreo:

Es el establecimiento de criterios de aceptación que se aplicarán a un lote, basándose en análisis, por métodos analíticos específicos, de un número requerido de unidades de muestra.

11. Parámetros microbiológicos:

Son los análisis microbiológicos específicos practicados a cada alimento.

12. Riesgo:

Función de la probabilidad de un efecto nocivo para la salud y de la gravedad de dicho efecto, como consecuencia de un peligro o peligros en los alimentos.

13. Riesgo Menor:

Es la condición por la cual a través del consumo de un alimento o bebida no cause un daño significativo a la salud.

14. Termotolerante:

Es el grupo de bacterias que necesitan una fuente de carbono para su desarrollo y crecimiento a una temperatura de 44.5 °C.

7.3 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°: 0202- 2014

Ibarra, 31 de noviembre de 2014

Análisis solicitado por:

Sr. Israel Ibarra

Empresa:

Particular

Producto:

Espárrago fresco

Muestras y codificación:

Materia Prima

Muestreado:

Tesista

Fecha de recepción de las muestras:

24 de noviembre de 2014

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados	Metodo de ensayo
Contenido de Agua	%	93,71	AOAC 925.10
Cenizas	%	0,61	AOAC 923.03
Proteína	%	2,4	AOAC 920.87
Fibra	%	2,1	AOAC 978.10
Extracto etéreo	%	0,3	AOAC 920.85
Sólidos solubles (como sacarosa)	%	6,25	AOAC 995.17
Acidez (como ácido málico)	mg/100 g	0,1	AOAC 954.07
Acido Ascórbico	mg/100 g	20	AOAC 967.21
Azúcares Reductores Libres	%	1,8	AOAC 906.03
Carbohidratos totales	%	0,88	Cálculo
pH	---	6,38	AOAC 981.12
Sodio	mg/100 g	2	AOAC 991.25
Recuento de Mohos	UPM/g	4500	AOAC 997.02
Recuento de Levaduras	UPL/g	200	
Recuento Estándar en Placa	UFC/g	0	AOAC 989.10
Recuento <i>Escherichia coli</i>	UFC/g	0	

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas
Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova. Barrio El Olivo.
Teléfono: (06)2997800
Fax: Ext: 7711.
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 - CONEA - 2010 - 129 - DC.
Resolución No. 001 - 073 - CEAACES - 2013 - 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	025 - 2015
Análisis solicitado por:	Sr. Israel Ibarra
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	06 de abril de 2015
Fecha de entrega informe:	22 de abril de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra	Codificación o # de Lote
1	Espárrago	No aplica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	
Sólidos Totales	%	6.68	6.98	6.83	6.2	6.46	6.33	AOAC 925.10
pH	---	6.47	6.42	6.45	6.64	6.67	6.66	AOAC 981.12
Fibra	%	1.81	1.90	1.86	1.68	1.75	1.72	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.118	0.162	0.140	0.134	0.130	0.130	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	12.24	14.84	13.54	16.91	12.77	14.84	AOAC 967.21

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3	
Sólidos Totales	%	5.8	6.84	6.32	6.26	6.54	6.4	AOAC 925.10
pH	---	6.40	6.43	6.42	6.55	6.63	6.59	AOAC 981.12
Fibra	%	1.58	1.86	1.72	1.70	1.78	1.74	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.141	0.156	0.150	0.140	0.168	0.150	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	11.34	12.44	11.89	17.81	15.25	16.53	AOAC 967.21

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2	T6R3	
Sólidos Totales	%	6.36	6.51	6.43	6.33	6.64	6.99	AOAC 925.10
pH	---	6.51	6.49	6.50	6.68	6.65	6.67	AOAC 981.12
Fibra	%	1.73	1.77	1.75	1.72	1.53	1.63	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.285	0.221	0.250	0.218	0.205	0.210	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	13.16	11.65	12.41	16.53	17.96	17.25	AOAC 967.21

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T7R1	T7R2	T7R3	T8R1	T8R2	T8R3	
Sólidos Totales	%	5.49	6.11	5.8	6.73	6.31	6.52	AOAC 925.10
pH	---	6.35	6.30	6.33	6.58	6.63	6.61	AOAC 981.12
Fibra	%	1.68	1.74	1.61	1.83	1.71	1.77	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.307	0.206	0.260	0.210	0.188	0.200	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	12.20	14.72	13.46	14.64	15.60	15.12	AOAC 967.21

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:


Bióq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova. Barrio El Olivo.
Teléfono: (06)2997800
Fax: Ext: 7711.
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador

Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 - CONEA - 2010 - 129 - DC.
Resolución No. 001 - 073 - CEAACES - 2013 - 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	026 - 2015
Análisis solicitado por:	Sr. Israel Ibarra
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	13 de abril de 2015
Fecha de entrega informe:	22 de abril de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra	Codificación o # de Lote
1	Espárrago	No aplica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	
Sólidos Totales	%	5.67	5.98	5.82	5.74	6.79	6.26	AOAC 925.10
pH	---	6.52	6.45	6.49	6.65	6.52	6.59	AOAC 981.12
Fibra	%	1.54	1.62	1.58	1.56	1.84	1.70	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.181	0.187	0.180	0.198	0.181	0.190	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	12.08	13.11	12.80	15.75	12.54	14.15	AOAC 967.21

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3	
Sólidos Totales	%	5.75	6.08	5.92	5.74	6.99	6.37	AOAC 925.10
pH	---	6.40	6.57	6.49	6.36	6.38	6.37	AOAC 981.12
Fibra	%	1.56	1.65	1.61	1.56	1.90	1.73	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.216	0.249	0.230	0.232	0.215	0.220	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	11.30	11.86	11.58	13.91	12.31	13.11	AOAC 967.21

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2	T6R3	
Sólidos Totales	%	5.31	5.55	5.43	5.42	6.19	5.8	AOAC 925.10
pH	---	6.38	6.46	6.42	6.33	6.40	6.37	AOAC 981.12
Fibra	%	1.44	1.51	1.47	1.47	1.68	1.58	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.330	0.221	0.280	0.228	0.239	0.230	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	12.09	11.24	11.67	15.42	15.69	15.56	AOAC 967.21

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T7R1	T7R2	T7R3	T8R1	T8R2	T8R3	
Sólidos Totales	%	6.06	7.14	6.6	6.02	4.9	5.46	AOAC 925.10
pH	---	6.40	6.34	6.37	6.43	6.40	6.42	AOAC 981.12
Fibra	%	1.65	1.70	1.61	1.64	1.33	1.48	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.308	0.232	0.270	0.291	0.290	0.290	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	11.35	10.25	10.80	14.75	12.79	13.77	AOAC 967.21

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bidq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova. Barrio El Olivo.
Teléfono: (06)2997800
Fax Ext: 7711
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 - CONEA - 2010 - 129 - DC.
Resolución No. 001 - 073 - CEAACES - 2013 - 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	027 - 2015
Análisis solicitado por:	Sr. Israel Ibarra
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	20 de abril de 2015
Fecha de entrega informe:	22 de abril de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra	Codificación o # de Lote
1	Espárrago	No aplica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	
Sólidos Totales	%	5.33	6.08	5.71	6.09	6.44	6.27	AOAC 925.10
pH	—	6.25	6.33	6.29	5.85	5.93	6.00	AOAC 981.12
Fibra	%	1.45	1.65	1.55	1.66	1.75	1.70	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.231	0.308	0.270	0.283	0.242	0.260	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	10.60	13.10	11.85	15.57	12.03	13.80	AOAC 967.21

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3	
Sólidos Totales	%	6.05	4.98	5.52	4.72	5.54	5.13	AOAC 925.10
pH	—	6.19	6.24	6.30	5.89	6.01	6.04	AOAC 981.12
Fibra	%	1.64	1.35	1.50	1.28	1.50	1.39	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.227	0.250	0.240	0.239	0.270	0.250	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	10.09	10.07	10.08	12.78	10.97	11.88	AOAC 967.21

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2	T6R3	
Sólidos Totales	%	5.7	5.4	5.55	5.79	5.25	5.52	AOAC 925.10
pH	—	6.21	6.39	6.26	5.88	5.76	5.83	AOAC 981.12
Fibra	%	1.55	1.47	1.51	1.57	1.43	1.50	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.333	0.332	0.330	0.235	0.294	0.260	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	11.33	12.20	11.77	10.57	15.30	12.94	AOAC 967.21

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T7R1	T7R2	T7R3	T8R1	T8R2	T8R3	
Sólidos Totales	%	6.42	5.15	5.79	5.51	5.87	5.69	AOAC 925.10
pH	—	6.15	6.11	6.18	5.77	5.80	5.86	AOAC 981.12
Fibra	%	1.74	1.40	1.57	1.50	1.59	1.54	AOAC 932.14C
Acidez como ácido málico	mg/100 g	0.337	0.312	0.320	0.340	0.311	0.330	AOAC 954.07
Acido ascórbico	mg/100 g	11.32	10.02	10.67	13.60	11.85	12.73	AOAC 967.21

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova. Barrio El Olivo.
Teléfono: (06)2997800
Fax: Ext: 7711.
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador

Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	028 - 2015
Análisis solicitado por:	Sr. Israel Ibarra
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	20 de abril de 2015
Fecha de entrega informe:	22 de abril de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra	Codificación o # de Lote
1	Espárrago	No aplica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	
Cenizas	%	0.604	0.609	0.606	0.609	0.611	0.610	AOAC 923,03
Azúcares Reductores	%	7.0	6.9	7.1	7.3	7.3	7.1	AOAC 906,03

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3	
Cenizas	%	0.608	0.602	0.605	0.600	0.605	0.603	AOAC 923,03
Azúcares Reductores	%	7.1	7.0	7.0	7.1	7.3	6.8	AOAC 906,03

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T5R1	T5R2	T5R3	T6R1	T6R2	T6R3	
Cenizas	%	0.606	0.604	0.605	0.607	0.603	0.605	AOAC 923,03
Azúcares Reductores	%	7.1	7.3	6.8	7.0	7.3	7.2	AOAC 906,03

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T7R1	T7R2	T7R3	T8R1	T8R2	T8R3	
Cenizas	%	0.611	0.603	0.607	0.605	0.607	0.606	AOAC 923,03
Azúcares Reductores	%	6.9	7.1	7.1	7.4	7.2	7.1	AOAC 906,03

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova. Barrio El Olivo.
Teléfono: (06)2997800
Fax: Ext. 7711
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
Resolución No. 001 – 073 – CEACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	054 - 2015
Análisis solicitado por:	Sr. Israel Ibarra
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	20 de mayo de 2015
Fecha de entrega informe:	27 de mayo de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra	Codificación o # de Lote
1	Espárrago	T7

PARAMETRO ANALIZADO	UNIDAD	DIAS						Método de ensayo
		0	5	10	15	20	25	
pH	—	6.32	6.42	6.59	6.37	6.29	5.81	AOAC 981.12
Acidez (como ácido málico)	mg/100 g	0.138	1.15	0.165	0.22	0.26	0.33	AOAC 954.07
Recuento Mesófilos Totales	UFC/ g	<10	<10	<10	<10	250	1520	
Recuento de Coliformes Totales	UFC/ g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AOAC 989.10
Recuento de E.coli	UFC/ g	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Salmonella (25 g)	presencia/ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AOAC 967.26
Recuento de mohos y levaduras	UFC/ g	<10	<10	<10	170	500	6520	AOAC 997.02

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova. Barrio El Olivo.
Teléfono: (06)2997800
Fax: Ext: 7711.
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador

7.4 MÉTODOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

Anexo 28. Sólidos totales

32.1.03

AOAC Official Method 925.10
Solids (Total) and Moisture in Flour
Air Oven Method
Final Action

[Results closely approximate those obtained by **925.09B** (*see* 32.1.02)].

In cooled and weighed dish (provided with cover), **925.09A(a)** (*see* 32.1.02), previously heated to $130 \pm 3^\circ$, accurately weigh ca 2 g well-mixed sample. Uncover sample, and dry dish, cover, and contents 1 h in oven provided with opening for ventilation and maintained at $130 \pm 3^\circ$. (1 h drying period begins when oven temperature is actually 130° .) Cover dish while still in oven, transfer to desiccator, and weigh soon after reaching room temperature. Report flour residue as total solids and loss in weight as moisture (indirect method).

References: JAOAC **8**, 665(1925); **9**, 40(1926).

Anexo 29. pH

42.1.04

AOAC Official Method 981.12 pH of Acidified Foods

First Action 1981
Final Action 1982

A. Principle

pH is measurement of H ion activity and indicates acidity. It may be measured by determining electric potential between glass and reference electrodes, using commercial apparatus standardized against NIST primary standard pH buffers.

B. Apparatus and Reagents

(a) *pH meter*.—Commercial instrument with scale graduated in ≤ 0.1 pH unit and reproducibility of ≤ 0.05 unit. Some instruments permit expansion of any 2 pH unit range to cover entire scale and have accuracy of ± 0.01 pH unit and reproducibility of ± 0.005 pH unit. Other instruments have digital read-outs with similar capabilities. Operate meter in accordance with manufacturer's instructions. In this method, several procedures for standardization and operation of pH meters and electrodes are outlined. When these procedures differ from manufacturer's instruction, the latter should prevail, except that NIST standard buffers must be used as primary reference. Working buffer standards should be checked at least daily against NIST reference buffers.

(b) *Standard buffer solutions*.—See 964.24 and Table 964.24 (see A.1.04).

(c) *Electrodes*.—Glass membrane indicator electrode and calomel reference electrode (single or combination). Keep calomel electrodes filled with saturated KCl solution because they may be damaged if allowed to dry out. Maintain uniform temperature of ca 25° for electrodes, standard buffer solutions, and samples. Soak new electrodes several hours in distilled or deionized H₂O before use. Store glass electrode in pH 4 buffer. Store reference electrodes in their own electrolyte filling solution. Store combination electrode in pH 4 buffer with a few drops of saturated KCl solution added. Store electrodes in manner consistent with manufacturer's recommendations if they differ from above. Store electrodes so that junction and hole are covered. Rinse electrodes with next solution to be measured. If sample material is insufficient, rinse electrodes with distilled or deionized H₂O. Lag in meter response may indicate aging effects or fouling of electrodes, and cleaning and rejuvenation of electrodes may be necessary. Clean electrodes by placing in 0.1M NaOH solution 1 min and then transferring to 0.1M HCl solution 1 min. Repeat twice, ending with electrodes in acid solution. Rinse electrodes thoroughly with H₂O before proceeding with standardization. Oil and grease from samples may coat electrodes; therefore, clean electrodes with ethyl ether and restandardize instrument frequently, usually after 3 determinations.

C. Standardization and Operation of pH Meter

Switch instrument on and let electronic components warm up and stabilize before proceeding.

Standardize specific instrument according to manufacturer's instructions, using NIST SRM buffers. Equilibrate electrodes, buffers, and samples at same temperature (ca 25°) before pH measurements. Set temperature compensator control of instrument at observed temperature. When determining pH of either unknown sample or buffer, gently stir solution before testing.

D. Standardization of Analog pH Meter

Note temperature of buffer solution and set temperature compensator control of instrument at observed temperature (ca 25°). Standardize instrument and electrodes with 0.05M acid potassium phthalate buffer solution, 964.24(c) (see A.1.04).

Rinse electrodes with distilled or deionized H₂O and blot—do not wipe—with soft tissue.

Immerse electrode tips in buffer solution and read pH, letting meter stabilize 1 min. Adjust standardization control so that meter reading corresponds to known pH of buffer (ca 4.0) for ambient temperature. Rinse electrodes with distilled or deionized H₂O and blot with soft tissue.

Check expanded scale pH meters with pH 4.0 or 7.0 standard buffers. Buffers and instruments can be further checked by comparison with values obtained using another properly standardized instrument.

Check indicating electrodes for proper span by using 2 separate buffers. For example, first standardize electrodes by using pH 7.0 buffer at ca 25°. Adjust standardization control so that meter reads exactly 7.0. Rinse electrodes with H₂O, blot, and immerse in pH 4.0 buffer. If the electrode fails span test, rejuvenation or electrode replacement may be necessary.

E. For Digital pH Meters with Slope Control

Select 2 standard buffer solutions, preferably such that difference in pH levels does not exceed 3 units and such that expected pH of sample to be tested falls within their range, i.e., standard buffer solutions of pH 4.0 and 7.0. For most accurate results, one standard buffer should be chosen with pH at or near pH of solution to be evaluated. Standardize meter first in one pH buffer (i.e., pH 7.0 buffer) with standardized control, and then use slope control to standardize meter in second pH buffer, i.e., pH 4.0 buffer. This procedure establishes the proper instrument response (slope) for particular pH electrode used, and results in more accurate pH reading.

Sometimes difficulty is encountered with drifting of combination electrode. When this occurs, identify and correct source of trouble. Very often, reference electrode junction is responsible.

In case of faulty meter operation, refer to manufacturer's operating manual for proper trouble-shooting techniques.

F. Process pH Determination

Obtain sample portions of material for pH determination as follows:

For process liquids, let temperature equilibrate to ca 25°, and determine pH by immersing electrodes in liquid.

Drain solid materials on No. 8 sieve (ss preferred) and blend to workable paste. Let temperature of prepared paste equilibrate to ca 25°, and determine pH.

Where appropriate, mix representative aliquots of liquid and solid materials at same liquid-to-solid ratio as original sample, and blend to workable paste. Let temperature of prepared paste equilibrate to ca 25°, and determine pH.

If pH meter is equipped with temperature compensator, then it may be used in lieu of equilibrating samples to specified temperature, provided it is $\pm 15^\circ$ of 25° standard temperature.

G. Preparation of Samples

(a) *For estimating degree of pH equilibrium or uniformity*.—Use for foods which have not come to pH equilibrium, i.e., production line samples, warehouse samples.

(1) *Liquid and solid component mixtures*.—Drain contents of container 2 min on No. 8 ss sieve inclined at 17–20° angle. Record weights for liquid and solid portions and retain separately. If liquid contains sufficient oil to cause electrode fouling, separate layers in separator and retain aqueous layer. Determine pH of aqueous layer at ca 25°. Remove drained solids from sieve, blend to uniform paste, adjust temperature to ca 25°, and determine pH. Mix aliquots of solid and liquid fractions in same ratio as found in original container, and blend to uniform consistency. Adjust temperature to ca 25°, and determine pH.

(2) *Marinated oil products*.—Separate oil from solid, and blend solid to paste in blender. Add small amount (≤ 20 mL/100 g product) of CO₂-free H₂O if necessary. Determine pH by immersing electrodes in prepared paste after adjusting temperature to ca 25°.

(3) *Semi-solid products (puddings, potato salad, etc.)*.—Blend to paste, adding 10–20 mL CO₂-free H₂O/100 g product if necessary. Adjust temperature of prepared paste to ca 25°, and determine pH.

(4) *Special product mixtures (e.g., antipasto)*.—Pour off all oil, blend remaining product to paste, add 10–20 mL CO₂-free H₂O/100 g product if necessary, and blend. Adjust temperature of prepared paste to ca 25°, and determine pH.

(b) *For confirming pH equilibrium*.—If product has been stored long enough to attain pH equilibrium, then determine pH on normal containers as follows:

(1) Determine pH on container mixture only, by opening container, inserting electrode(s), and measuring pH.

(2) For products in oil, follow procedures outlined in (a)(2) above to remove oil and obtain accurate pH reading.

H. Determination

Adjust sample temperature to ca 25°, and set temperature compensator control to observed temperature. With some expanded scale instruments, sample temperature must be same as temperature of buffer solution used for standardization.

Rinse and blot electrodes. Immerse electrodes in sample and read pH, letting meter stabilize 1 min. Rinse and blot electrodes and repeat on fresh portion of sample.

Determine 2 pH values on each sample. Readings in close agreement indicate that sample is homogeneous. Report values to 2 decimal places, e.g., 4.73.

Reference: JAOAC 64, 332(1981).

Anexo 30. Acidez

37.1.41 AOAC Official Surplus Method 954.07★ Malic Acid (Laevo- and Inactive) in Fruits and Fruit Products

(Either isocitric acid or tartaric acid
or both may be present.)

22.070 Reagents

(a) *Solvent*.—Either 30% *tert*-amyl alcohol, or 30% *n*-BuOH in CHCl_3 . (Eastman Kodak Co. Practical *tert*-amyl alcohol and NF CHCl_3 without further treatment have been found satisfactory.)

(b) *Silicic acid suitable for chromatography*.—See 955.31(a).

(c) *Thymol blue indicator*.—0.1%. Dissolve 0.1 g thymol blue in H_2O , add enough 0.1N NaOH to change color to blue, and dil. to 100 ml.

22.071 Apparatus

(a) *Chromatographic tubes*.—Approx. 13 mm id and 400 mm long; may have perforated disk or coarse fritted disk at beginning of constriction. Glass piston to fit tube.

(b) *Source of pressure*.—See 938.09(c).

22.072 Standardization of Silicic Acid Column

Mix in mortar, to uniform powder, 6 g silicic acid and vol. 0.5N H_2SO_4 that will allow solv., (a), to elute at rate of 1-1.5 ml/min with pressure of >1 atm. Amt of 0.5N H_2SO_4 required may vary with different batches of silicic acid; however, silicic acid and 0.5N H_2SO_4 must be measured accurately and column for detn made up exactly as in stdzn. (3 mL 0.5N H_2SO_4 has been found satisfactory for 1 batch of silicic acid.) Slurry with enough CHCl_3 to fill tube. Place small amt of cotton at bottom of tube and pour slurry into tube so that no air bubbles are occluded. Cut disk of filter paper with cork borer to fit tightly inside tube and pack silicic acid with piston until no more CHCl_3 is forced out. column packed in this manner permits sample to be stirred with solv. without disturbing column and gives sharper sepn of acids. Remove piston, pour remaining CHCl_3 out of tube, and place 10 mL graduate under tube.

Dissolve ca 10 mg malic acid in 1 mL 5N H_2SO_4 in small beaker. Stir with 2 g silicic acid, or enough to make free-flowing powder that does not adhere to beaker. Transfer thru funnel to column, rinse beaker with ca 5 mL solv., and pour thru funnel into tube. With long thin rod, stir powder and solv. in tube until all air

bubbles are removed. Remove rod and stand it in sample beaker.

With pressure, pack sample until solv. just disappears into gel. Rinse long rod, beaker, and funnel with ca 2 mL solv., and sink into gel. Repeat washing with another 2 mL solv. Place plug of cotton in top of tube, wet it with solv., and with rod push it down to top of sample. Fill tube with solv. and apply pressure so that eluate is forced out at rate of 1-1.5 ml/min. Titr. eluate in 10 mL portions, rinsing graduate with 10 mL CO_2 -free H_2O and using thymol blue indicator, (c). If mixt. being titrd is swirled gently so that no emulsion is formed, end point is sharp and easily seen. When excess acid is present, indicator goes into lower layer and as neutrality is reached, turns yellow and enters eq. phase. Swirl and add alkali until lower layer is colorless and aq. layer is blue. Note vol. of solv. required to bring malic acid to bottom of gel (threshold vol.) and vol. required to elute all malic acid.

In same manner, det. threshold vol. for citric acid. Vol. Solv. necessary to bring citric acid to bottom of column should be ≥ 20 mL more than that required to elute all malic acid. During elution, column will become semitransparent at top and progressively downward, but when malic acid is all eluted, ≥ 1 cm of column should be unchanged in appearance. when semitransparency reaches bottom of column, H_2SO_4 may be carried into eluate. (It has been found that first 70 mL eluate contains no malic acid and that next 70 mL eluate contains all the malic acid and no citric acid. However, vol. required should be detd for app. and particular batch of silicic acid used.)

22.073 Determination

Proceed as in tartaric acid detn, 910.03★, thru par. 2, sentence 3. (the 30% KOH and device for filtering at 0° are not used.) Conc. 200 mL filtrate (do not neutze) to ca 15 ml. Transfer with small amt of H_2O to tared beaker with bottom ca 3 cm diam. and evap. on steam bath to 1 ± 0.5 g. Jet of air over surface of liq. may be used to hasten evapn but no portion of bottom of beaker should be allowed to dry, as darkening of soln may occur with loss of malic acid.

Cool, add 0.25 mL H_2SO_4 (1+1) and 2 g silicic acid or slightly more if necessary to make free-flowing powder, and transfer to column prepd as above. Discard vol. eluate equal to detd threshold vol. of malic acid and collect in 150 mL beaker the eluate that will contain all the malic acid and no citric. Evap. solv. on steam bath. (Jet of air over liq. hastens evapn and reduces danger of loss by bumping.) Dissolve residue in ca 10 mL CO_2 -free H_2O and titr. with 0.02N NaOH, using phthln. correct titrn for blank on eluate passed

thru column as above. $1 \text{ mL } 0.02N \text{ NaOH} = 1.34 \text{ mg}$ malic acid; $\text{mg malic acid}/0.64 = \text{total malic acid in sample}$.

Acidify soln contg neutzd malic acid with drop $1N$ HOAc, evap. to ca 15 ml, transfer to 25 mL vol. flask, and proceed as in **22.081**, beginning "...and dil. to vol. with H_2O ."

Total malic acid in sample - laevo-malic acid = inactive malic acid.

© AOAC INTERNATIONAL

Anexo 31. Vitamina C

45.1.14

AOAC Official Method 967.21 Ascorbic Acid in Vitamin Preparations and Juices 2,6-Dichloroindophenol Titrimetric Method

First Action 1967
Final Action 1968

(Applicable to determination of reduced ascorbic acid. Not applicable to highly colored juices or in presence of ferrous Fe, stannous Sn, cuprous Cu, SO₂, sulfite, or thiosulfate. See Note.)

A. Principle

Ascorbic acid reduces oxidation-reduction indicator dye, 2,6-dichloroindophenol, to colorless solution. At end point, excess unreduced dye is rose pink in acid solution. Vitamin is extracted and titration performed in presence of HPO₃-CH₃COOH or HPO₃-CH₃COOH-H₂SO₄ solution to maintain proper acidity for reaction and to avoid autooxidation of ascorbic acid at high pH.

B. Reagents

(a) *Extracting solutions.*—(1) *Metaphosphoric acid-acetic acid solution.*—Dissolve, with shaking, 15 g HPO₃ pellets or freshly pulverized stick HPO₃ in 40 mL CH₃COOH and 200 mL H₂O; dilute to ca 500 mL, and filter rapidly through fluted paper into glass-stoppered bottle. (HPO₃ slowly changes to H₃PO₄, but if stored in refrigerator, solution remains satisfactory 7–10 days.) (2) *Metaphosphoric acid-acetic acid-sulfuric acid solution.*—Proceed as in (1), except use 0.3N H₂SO₄ in place of H₂O.

(b) *Ascorbic acid standard solution.*—1 mg/mL. Accurately weigh 50 mg USP Ascorbic Acid Reference Standard that has been stored in desiccator away from direct sunlight. Transfer to 50 mL volumetric flask. Dilute to volume *immediately before use* with HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1).

(c) *Indophenol standard solution.*—Dissolve 50 mg 2,6-dichloroindophenol Na salt (Eastman Kodak Co. No. 3463), that has been stored in desiccator over soda lime, in 50 mL H₂O to which has been added 42 mg NaHCO₃; shake vigorously, and when dye dissolves, dilute to 200 mL with H₂O. Filter through fluted paper into amber glass-stoppered bottle. Keep stoppered, out of direct sunlight, and store in refrigerator. (Decomposition products that make end point indistinct occur in some batches of dry indophenol and also develop with time in stock solution. Add 5.0 mL extracting solution containing excess ascorbic acid to 15 mL dye reagent. If reduced solution is not practically colorless, discard, and prepare new stock solution. If dry dye is at fault, obtain new supply.)

Transfer three 2.0 mL aliquots ascorbic acid standard solution to each of three 50 mL Erlenmeyers containing 5.0 mL HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1). Titrate rapidly with indophenol solution from 50 mL buret until light but distinct rose pink persists ≥5 s. (Each titration should require ca 15 mL indophenol solution, and titrations should check within 0.1 mL.) Similarly titrate 3 blanks composed of 7.0 mL HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1), plus volume H₂O ca equal to volume indophenol solution used in direct titrations. After subtracting average blanks (usually ca 0.1 mL) from standardization titrations, calculate and express concentration of indophenol solution as mg ascorbic acid equivalent to 1.0 mL reagent. Standardize indophenol solution daily with freshly prepared ascorbic acid standard solution.

(d) *Thymol blue pH indicator.*—0.04%. Dissolve 0.1 g indicator by triturating in agate mortar with 10.75 mL 0.02N NaOH and dilute to 250 mL with H₂O. Transition range: 1.2 (red)–2.8 (yellow).

C. Preliminary Test for Appreciable Amount of Basic Substances

Grind representative sample or express contents from capsule and add ca 25 mL HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1). Test pH by placing drop thymol blue pH indicator on pestle or by using spot plate. (pH >1.2 indicates appreciable amounts of basic substances.) For liquid preparations, dilute representative sample ca two-fold with HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1), before testing with indicator.

D. Preparation of Sample Assay Solution

(a) *For dry materials containing no appreciable amount of basic substances.*—Pulverize sample by gentle grinding, add HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1), and triturate until sample is in suspension. Dilute with HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1), to measured volume. Designate this volume as *V* mL.

(Use ca 10 mL extracting solution/g dry sample. Final solution should contain 10–100 mg ascorbic acid/100 mL.)

(b) *For dry materials containing appreciable amounts of basic substances.*—Pulverize sample by gentle grinding, add HPO₃-CH₃COOH-H₂SO₄ solution, (a)(2), to adjust pH to ca 1.2, and triturate until sample is in suspension. Dilute with HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1), to measured volume. Designate this volume as *V* mL.

(Use ca 10 mL extracting solution/g dry sample. Final solution should contain 10–100 mg ascorbic acid/100 mL.)

(c) *For liquid materials.*—Take amount of sample containing ca 100 mg ascorbic acid. If appreciable amounts of basic substances are present, adjust pH to ca 1.2 with HPO₃-CH₃COOH-H₂SO₄ solution, (a)(2). Dilute with HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1), to measured volume containing 10–100 mg ascorbic acid/100 mL. Designate this volume as *V* mL.

(d) *For fruit and vegetable juices.*—Mix thoroughly by shaking to ensure uniform sample, and filter through absorbent cotton or rapid paper. Prepare fresh juices by pressing well-pulped fruit and filtering. Express juice of citrus fruits by commercial device and filter. Add aliquots of ≥100 mL prepared juice to equal volumes of HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1). Designate total volume as *V* mL. Mix, and filter through rapid folded paper (Eaton-Dikeman No. 195, 18.5 cm, or equivalent).

E. Determination

Titrate 3 sample aliquots each containing ca 2 mg ascorbic acid and make blank determinations for correction of titrations as in 967.21B(c), using proper volumes of HPO₃-CH₃COOH solution, (a)(1), and H₂O. If ca 2 mg ascorbic acid is contained in sample aliquot <7 mL, add HPO₃-CH₃COOH solution to give 7 mL for titration.

$$\text{mg Ascorbic acid/g, tablet, mL, etc.} = (X - B) \times (F/E) \times (V/Y)$$

where *X* = average mL for sample titration, *B* = average mL for sample blank titration, *F* = mg ascorbic acid equivalent to 1.0 mL indophenol standard solution, *E* = number of g, tablets, mL, etc. assayed, *V* = volume initial assay solution, and *Y* = volume sample aliquot titrated.

Note: Products containing ferrous Fe, stannous Sn, and cuprous Cu give values in excess of their actual ascorbic acid content by this

method. Following are simple tests to determine whether these reducing ions are present in such amounts as to invalidate test: Add 2 drops 0.05% aqueous solution of methylene blue to 10 mL freshly prepared mixture (1 + 1) of sample solution and $\text{HPO}_3\text{-CH}_3\text{COOH}$ reagent and mix. Disappearance of methylene blue color in 5–10 s indicates presence of interfering substances. Stannous Sn does not give this test and may be tested for as follows: To another 10 mL sample solution to which 10 mL HCl (1 + 3) has been added, add 5 drops 0.05% aqueous solution of indigo carmine and mix. Disappearance of color in 5–10 s indicates presence of stannous Sn or other interfering substance.

References: J. Biol. Chem. **103**, 687(1933); **112**, 625(1936); **116**, 409, 563(1936); **126**, 771(1938). Biochem. J. **27**, 580(1933); **30**, 2273(1936); **36**, 115(1942). Physiol. Rev. **16**, 238(1936). J. Am. Med. Assoc. **111**, 1290(1938). Biochemical Z. **301**, 229(1939). JAOAC **27**, 537(1944); **28**, 559(1945); **29**, 69(1946); **30**, 673(1947); **32**, 479(1949); **50**, 798(1967).

CAS-50-81-7 (ascorbic acid)

Anexo 32. Cenizas

32.1.05

AOAC Official Method 923.03

Ash of Flour

Direct Method

Final Action

Weigh 3–5 g well-mixed sample into shallow, relatively broad ashing dish that has been ignited, cooled in desiccator, and weighed soon after reaching room temperature. Ignite in furnace at ca 550° (dull red) until light gray ash results, or to constant weight. Cool in desiccator and weigh soon after reaching room temperature. Reignited CaO is satisfactory drying agent for desiccator.

Reference: JAOAC 7, 132(1923).

Anexo 33. Azúcares reductores

44.1.16

AOAC Official Surplus Method 906.03★ Invert Sugar in Sugars and Sirups

Munson-Walker General Method

Final Action Surplus 1989

31.037

Reagents

Asbestos.—Digest asbestos, amphibole variety (*Caution: See Appendix B: Asbestos*), with HCl (1 + 3) 2–3 days. Wash acid-free, digest similar period with 10% NaOH soln, and then treat few hr with hot alk. tartrate soln, **923.09(A)(b)**(alk. tartrate solns that have stood for some time may be used for this purpose). Wash asbestos alkali-free; digest several hr with HNO₃ (1 + 3); and after washing acid-free, shake with H₂O into fine pulp. In prepg gooch, make film of asbestos 6 mm thick and wash thoroly with H₂O to remove fine particles. If pptd Cu₂O is to be weighed as such, wash crucible with 10 mL alcohol and then with 10 mL ether; dry 30 min at 100°, cool in desiccator, and weigh.

Other reagents and solns used are described in **923.09(A)**. Solns may be clarified by neut. Pb(OAc)₂ soln, **925.46(B)(d)**(never basic Pb(OAc)₂). Remove excess Pb with dry Na oxalate.

31.038

Precipitation of Cuprous Oxide

Transfer 25 mL each of CuSO₄ and alk. tartrate solns to 400 mL beaker of alkali-resistant glass and add 50 mL reducing sugar soln; or if smaller vol. of sugar soln is used, add H₂O to make final vol. 100 mL. Heat beaker on asbestos gauze over Bunsen burner, regulate flame so that boiling begins in 4 min, and continue boiling exactly 2 min. (It is important that these directions be strictly observed. To regulate burner for this purpose it is advisable to make preliminary tests, using 50 mL reagent and 50 mL H₂O, before proceeding with actual detn. Elec. heater may be used instead of burner.) Keep beaker covered with watch glass during heating.

Filter hot soln at once thru asbestos mat in porcelain gooch, using suction. Wash ppt of Cu₂O thoroly with H₂O at ca 60° and either weigh directly as CuO, **929.09★** (*See* 44.1.17), or det. amt of reduced Cu by one of methods described in **929.09★** (*See* 44.1.17). Conduct blank detn, using 50 mL reagent and 50 mL H₂O, and if wt Cu₂O obtained is >0.5 mg, correct result of reducing sugar detn accordingly. Alk. tartrate soln deteriorates on standing, and wt Cu₂O obtained in blank increases.

References: J. Am. Chem. Soc. **28**, 663(1906); **26**, 541(1907). J. Res. Natl. Bur. Standards **24**, 589(1940).

Determination of Reduced Copper

By Direct Weighing of Cuprous Oxide

31.039

Determination

(Use only for detns in solns of reducing sugars of comparatively high purity. In products contg large amts of mineral or org. impurities, including sucrose, det. Cu in the Cu₂O by one of methods described in **929.09★**, since the Cu₂O is likely to be contaminated with foreign matter.)

Prep. gooch as in **929.09★**. Collect pptd Cu₂O on matt as in **929.09★**; wash thoroly with hot H₂O, then with 10 mL alcohol, and finally with 10 mL ether. Dry ppt 30 min in oven at 100°, cool, and weigh. Obtain wt invert sugar equiv. to wt Cu₂O from **940.39**.

Number of mg Cu₂O reduced by given amt of reducing sugar varies, depending upon whether or not sucrose is present. In table, absence of sucrose is assumed except in entries under invert sugar and lactose, where, in addn to columns for these alone, columns are given for their mixts with sucrose in specified ratios in the case of lactose and in specified amts of total sugar in 50 mL soln in the case of invert sugar.

(Later Hammon table has replaced original Munson-Walker table, where applicable.)

By Titration with Sodium Thiosulfate

31.040

Reagent

Thiosulfate std soln.—Prep. soln contg 39 g Na₂S₂O₃·5H₂O/L. Accurately weigh 0.2–0.4 g pure electrolytic Cu and transfer to 250 mL erlenmeyer roughly marked at 20 mL intervals. Dissolve Cu in 5 mL HNO₃ (1+1), dil. to 20 or 30 mL, boil to expel red fumes, add slight excess ssatd Br-H₂O, and boil until Br is completely removed. Cool, and add 10 mL NaOAc soln (574 g trihydrate/L). Prep. 42 g/100 mL KI soln made very slightly alk. to avoid formation and oxidn of HI. Add 10 mL of the KI soln and titr. with Na₂S₂O₃ soln to light yellow. Add enough starch indicator, **922.03(f)**, to produce marked blue. As end point nears, add 2 g KSCN and stir until completely dissolved. Continue titrn until ppt is perfectly white. 1 mL Na₂S₂O₃ soln - ca 10 mg Cu.

It is essential for Na₂S₂O₃ titrn that concn of KI in soln be carefully regulated. If soln contains <320 mg

Cu, at completion of titrn 4.2-5 g KI should have been added for each 100 mL totl soln. If greater amts of Cu are present, add KI soln slowly from buret with const agitation in amts proportionately greater.

31.041 *Determination*

Wash pptd Cu_2O , cover gooch with watch glass, and dissolve the Cu_2O with 5 mL HNO_3 (1+1) directed under watch glass with pipet. Collect filtrate in 250 mL erlenmeyer roughly marked at 20 mL intervals, and wash watch glass and gooch Cu-free. Proceed as in 929.09★, beginning, "...boil to expel red fumes, ..." Obtain wt reducing sugar equiv. to wt Cu from 940.39.

Refs.: JAOAC 12, 38(1929); 18, 83(1935). J. Am. Chem. Soc. 57, 845(1935). Anal. Chem. 21, 975(1949).

By Titration with Potassium Permanganate

31.042 *Reagents*

(a) *Potassium permanganate std soln.*—Approx. 0.1573*N*, and contg 4.98 g/L. Prep. and stdze as in 940.35, using 0.35 g Na oxalate.

(b) *Ferric sulfate soln.*—Dissolve 135 g $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ or 55 g anhyd. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ in H_2O , and dil. to 1 L. Det. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ in stock supply by strong ignition to Fe_2O_3 . Titr. 50 mL $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ soln, acidified with 20 mL 4*N* H_2SO_4 , with MnO_4^- soln, and use this titer as 0-point correction.

(c) *Ferrous phenanthroline indicator.*—Dissolve 0.7425 g *o*-phenanthroline. H_2O in 25 mL 0.025*M* FeSO_4 soln (6.95 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}/\text{L}$).

31.043 *Determination*

Filter the Cu_2O thru gooch, and wash beaker and ppt thoroly. Transfer asbestos pad to beaker with glass rod. Add 50 mL $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ soln and stir vigorously until Cu_2O is completely dissolved. Examine for complete soln, holding beaker above eye level. Cu_2O must be quant. transferred; if necessary, immerse crucible in soln and make sure adhering Cu_2O is dissolved. remove crucible with glass rod and wash with H_2O . Add 20 mL 4*N* H_2SO_4 and titr. with std KmnO_4 soln. As end point approaches, add 1 drop ferrous phenanthroline indicator. At end point, brownish soln changes to green. Obtain wt reducing sugar equiv. to wt Cu from 940.39.

Refs.: J. Res. Natl. Bur. Standards 15, 493(1935); 19, 691(1937); RP 1057.

By Electrolytic Deposition from Nitric Acid Solution

31.044 *Determination*

Decant hot soln, 929.09★, thru asbestos mat in gooch, and wash beaker and ppt thoroly with hot H_2O . Transfer asbestos mat from crucible to beaker with glass rod and rinse crucible with 14 mL HNO_3 (1+1), letting rinsings flow into beaker. After Cu_2O dissolves, dil. to 100 mL, heat to bp, and continue boiling ca 5 min to remove oxides of N. Cool, filter, transfer to 250 mL beaker, and dil. to 200 mL. Add 1 drop 0.1*N* HCl and mix thoroly.

For electrolysis use cylindrical electrodes of Pt gauze, ca 4 and 5 cm diam., resp., and ca 4.5 cm high, thoroly cleaned, ignited, cooled in desiccator, and weighed. Insert electrodes in Cu soln so that surface of cathode clears anode by ≥ 5 mm and both electrodes almost touch bottom of beaker. Cover with split watch glass to avoid loss by spattering. Electrolyze with current of 0.2-0.4 amp of beaker and watch glass with H_2O , thus raising level of soln and exposing new surface of cathode; if new surface shows deposit of Cu, electrolysis is not complete.)

Without interrupting current, slowly lower beaker and at same time wash electrodes with stream of H_2O . Immediately immerse electrodes in another beaker of H_2O and break current. (Siphon can be used for washing, adding H_2O as soln is removed. Displacement of HNO_3 soln is complete when current ceases to flow.) Rinse cathode with alcohol and dry few min in oven at 100°. Cool in desiccator and weigh.

Electrolyte may be stirred by rotating anode or mech. stirrer. In this case, current may be increased to 1-2 amp, thus shortening time required for complete deposition of Cu to ca 1 hr.

If extreme care is taken to avoid spattering, Cu_2O can be dissolved by letting HNO_3 flow down walls of crucible. Keep crucible covered as much as possible with small watch glass. Collect filtrate in beaker, and wash watch glass and tip of pipet with jet of H_2O . continue as above, beginning "...dil. to 100 mL,..." Obtain wt reducing sugars equiv. to wt Cu from 940.39.

Refs.: JAOAC 23, 558(1940). J. Res. Natl. Bur. Standards, 22, 697(1939); RP1213.

CAS-8013-17-0 (invert sugar)

© AOAC INTERNATIONAL

Anexo 34. Mohos y Levaduras

17.2.09

AOAC Official Method 997.02 Yeast and Mold Counts in Foods Dry Rehydratable Film Method (Petrifilm[®] Method) First Action 1997

(Applicable to enumeration of total yeasts and molds in foods.)

(Caution: See Appendix B, safety notes on handling microorganisms. Dispose of waste solvents according to applicable environmental rules and regulations.)

Method Performance:

See Tables 997.02A and B for method performance data.

A. Principle

Method uses culture plates of dry medium supplemented with antibiotics, dye to enhance visualization of growth, and cold H₂O-soluble gelling agent. Undiluted or diluted samples are added to plates at rate of 1 mL/plate. Sample is spread over ca 30 cm² growth area. Gelling agent is allowed to solidify, plates are incubated, and then yeasts and molds are counted.

B. Apparatus and Reagent

(a) *Yeast and mold count plates*.—Contain nutrients supplemented with chlortetracycline, chloramphenicol, cold H₂O-soluble

gelling agent, and dye sensitive to presence of phosphatase (5-bromo-4-chloro-3-indolyl phosphate) that enhances visualization of yeast and mold growth. Circular growth area of single plate contains thirty 1 × 1 cm squares outlined on film base. (Available as 3M[®] Petrifilm[®] Yeast and Mold Count plates from 3M Microbiology Products, 3M Center Bldg. 270-3N-04, St. Paul, MN 55144-1000, USA).

(b) *Plastic spreader*.—Provided with Petrifilm plates, designed to spread sample evenly over plate growth area.

(c) *Pipets*.—Serological pipet or pipetting syringe capable to accurately deliver 1.0 mL.

(d) *Colony counter*.—Standard apparatus, Quebec model preferred, or one providing equivalent magnification (1.5×) and visibility.

(e) *Blender*.—High speed mechanical blender capable of exerting 10000–12000 rpm, or stomacher.

(f) *Dilution water*.—Butterfield's phosphate-buffered dilution water. Place 34 g KH₂PO₄ into 1 L volumetric flask and dissolve in 500 mL H₂O. Adjust pH to 7.2 with 1N NaOH and dilute to volume with H₂O. Autoclave 15 min at 121°C. Store stock solution in refrigerator. Prepare dilution blanks by pipetting 1.25 mL stock solution into 1 L volumetric flask and dilute to volume with H₂O. Dispense into bottles to 90 or 99 ± 1 mL. Autoclave 15 min at 121°C.

C. General Instructions

Store unopened yeast and mold count plate foil pouches at ≤8°C.

Table 997.02A Method Performance for Determination of Mold Count in Foods by Dry Rehydratable Film Method

Product	Mold level	Method	Mean log ₁₀ colony count	s _r	s _R	RSD _r , %	RSD _R , %	r ^d	R ^d
Orange juice	low	PYM ^c	2.50	0.13	0.17	5.05	6.93	0.36	0.49
		BAM ^d	2.50	0.33	0.38	13.23	15.17	0.94	1.07
	high	PYM	3.23	0.18	0.37	5.68	11.51	0.52	1.05
		BAM	3.21	0.12	0.36	3.66	11.10	0.33	1.01
Hot dog	low	PYM	2.35	0.32	0.80	13.67	34.00	0.91	2.26
		BAM	2.20	0.08	0.98	3.44	44.69	0.21	2.78
	high	PYM	3.09	0.11	0.97	3.58	31.54	0.31	2.76
		BAM	3.06	0.19	0.98	6.18	31.89	0.54	2.76
Yogurt	low	PYM	2.34	0.16	0.75	6.90	31.81	0.46	2.11
		BAM	2.15	0.11	0.92	5.18	42.68	0.31	2.59
	high	PYM	3.21	0.43	0.50	13.45	15.70	1.22	1.42
		BAM	3.00	0.17	0.92	5.50	30.49	0.47	2.59
Ketchup	low	PYM	2.17	2.52	2.61	116.00	120.10	7.13	7.38
		BAM	1.90	0.27	0.67	13.93	35.08	0.75	1.88
	high	PYM	2.76	0.42	0.50	15.35	18.01	1.20	1.41
		BAM	2.78	0.18	0.80	6.32	30.50	0.50	2.40
Corn meal	low	PYM	2.28	0.69	0.76	30.18	33.53	1.95	2.16
		BAM	2.29	0.39	0.63	17.13	27.56	1.11	1.78
	high	PYM	2.50	0.61	0.76	24.54	29.81	1.73	2.11
		BAM	2.54	0.51	0.64	20.01	25.10	1.44	1.80
Cake mix	low	PYM	1.73	0.30	0.68	17.29	39.06	0.85	1.92
		BAM	1.57	0.52	0.82	33.35	52.29	1.48	2.31
	high	PYM	1.73	0.49	0.78	28.13	44.96	1.37	2.20
		BAM	1.71	0.31	0.77	18.26	45.01	0.88	2.18

^a r = 2.8 × s_r.

^b R = 2.8 × s_R.

^c PYM = Petrifilm yeast and mold count plate.

^d BAM = Method described FDA *Bacteriological Analytical Manual*, 7th ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD.

© 1998 AOAC INTERNATIONAL

Table 997.02B Method Performance for Determination of Yeast Count in Foods by Dry Rehydratable Film Method

Product	Yeast level	Method	Mean log ₁₀ colony count	s _r	s _R	RSD _r , %	RSD _R , %	r ^a	R ^b
Orange juice	low	PYM ^c	1.72	0.48	0.77	28.05	44.98	1.36	2.18
		BAM ^d	1.72	0.51	0.82	29.41	47.81	1.43	2.33
	high	PYM	2.93	0.26	0.38	8.98	13.07	0.74	1.08
		BAM	2.95	0.15	0.36	5.20	12.32	0.43	1.03
Corn meal	low	PYM	1.32	0.98	1.48	73.99	112.00	2.76	4.18
		BAM	1.49	0.81	1.45	54.00	96.88	2.28	4.09
	high	PYM	1.99	1.16	1.51	58.33	75.70	3.28	4.26
		BAM	2.27	1.08	1.32	47.85	58.15	3.07	3.73
Cake mix	low	PYM	1.51	0.58	1.11	38.47	73.61	1.64	3.14
		BAM	1.23	0.75	1.18	61.10	96.59	2.12	3.35
	high	PYM	2.09	0.25	1.06	11.79	50.78	0.70	3.00
		BAM	2.07	0.40	1.14	19.25	55.01	1.13	3.22

^a r = 2.8 × s_r.

^b R = 2.8 × s_R.

^c PYM = Petrifilm yeast and mold count plate.

^d BAM = Method described *FDA Bacteriological Analytical Manual*, 7th ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD.

After opening, return unused plates to foil pouch. Seal pouch by folding and taping the open end. Store resealed foil pouch at ≤8°C, in a dry place. Use plates within 1 month after opening. Exposure of yeast and mold count plates to temperatures >25°C and/or humidities >50% RH can affect performance of plates.

After use, plates contain viable yeast and/or mold cultures. Autoclave used plates 15 min at 121°C prior to discarding.

D. Preparation of Test Sample

Aseptically prepare 1:10 or greater dilution of food product with dilution H₂O. Blend or stomach 2 min and plate. Prepare additional dilutions as required.

E. Analysis

Place yeast and mold count plate on flat surface. Lift top film, hold pipet perpendicular to plate and carefully inoculate 1 mL sample onto center of film base. Place top film down onto inoculum.

Lift plastic spreader using circular handle. Align center of spreader with approximate center of plate. Distribute sample evenly using gentle downward pressure on center of spreader. **Do not** slide spreader across film. Remove spreader and leave plate undisturbed 1 min to allow gel to solidify.

Place plates in incubator in horizontal position, clear side up, in

stacks not exceeding 20 units. Incubate plates 5 days at 20–25°C.

Count plates promptly after incubation period. Yeasts appear as blue-green or off-white in color and form small defined colonies. Mold colonies are usually blue but may also assume their natural pigmentation (e.g., black, yellow, green.) They tend to be larger and more diffuse than yeast colonies.

To calculate yeast and mold count, multiply total number of yeast and mold colonies/plate (or average number of colonies/plate, if counting duplicate plates of same dilution) by appropriate dilution factor. When counting colonies on duplicate plates of consecutive dilutions, calculate mean number of colonies for each dilution before determining average yeast and mold count.

Estimated counts can be made on plates with >150 colonies and should be reported as estimated counts. In making such counts, determine average count/1 cm² and multiply by 30 (circular growth area is ca 30 cm²).

High numbers of yeast colonies may cause the entire growth area to turn blue. High numbers of mold colonies may cause growth area to turn blue, black, yellow, etc. When this occurs, do not make estimate counts but further dilute and plate test sample to obtain more accurate count.

Reference: *J. AOAC Int.* 80, 806(1997).

Anexo 35. Mesófilos, Coliformes, E. coli

17.3.03

AOAC Official Method 989.10 Bacterial and Coliform Counts in Dairy Products Dry Rehydratable Film Methods (Petrifilm Aerobic Count Plate and Petrifilm Coliform Count Plate) Methods First Action 1989 Final Action 1991

Method Performance:

AEROBIC COUNT

Chocolate milk:

$s_r = 0.102$; $s_R = 0.177$; $RSD_t = 4.3\%$; $RSD_R = 7.5\%$

Cheese:

$s_r = 0.113$; $s_R = 0.117$; $RSD_t = 3.6\%$; $RSD_R = 3.7\%$

Nonfat dry milk:

$s_r = 0.151$; $s_R = 0.230$; $RSD_t = 4.5\%$; $RSD_R = 6.9\%$

Evaporated milk:

$s_r = 0.193$; $s_R = 0.198$; $RSD_t = 8.3\%$; $RSD_R = 8.5\%$

Ice cream:

$s_r = 0.180$; $s_R = 0.222$; $RSD_t = 6.9\%$; $RSD_R = 8.5\%$

COLIFORM COUNT

Chocolate milk:

$s_r = 0.164$; $s_R = 0.257$; $RSD_t = 9.2\%$; $RSD_R = 14.4\%$

Cheese:

$s_r = 0.221$; $s_R = 0.225$; $RSD_t = 10.4\%$; $RSD_R = 10.6\%$

Nonfat dry milk:

$s_r = 0.197$; $s_R = 0.151$; $RSD_t = 8.5\%$; $RSD_R = 4.5\%$

Evaporated milk:

$s_r = 0.200$; $s_R = 0.225$; $RSD_t = 13.0\%$; $RSD_R = 13.0\%$

Ice cream:

$s_r = 0.081$; $s_R = 0.131$; $RSD_t = 4.1\%$; $RSD_R = 6.6\%$

A. Principle

Method uses bacterial culture plates of dry medium and cold H₂O-soluble gel. Undiluted or diluted samples are added to plates at rate of 1.0 mL per plate. Pressure, when applied to plastic spreader placed on overlay film, spreads sample over ca 20 sq cm growth area. Gelling agent is allowed to solidify and plates are incubated and then counted. Pipet, plate loop continuous pipetting syringe, or automatic pipet can be used for sample addition for bacterial count analyses.

B. Apparatus and Reagent

(a) *Petrifilm Aerobic Count Plates*[□].—Plates contain standard methods media nutrients, 940.36A(g) (see 17.1.02), cold H₂O-soluble gelling agent coated onto film base, overlay film coated with gelling agent, and 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride indicator. Circular growth area of single plate contains ca twenty 1 cm squares outlined on film base. *Petrifilm Aerobic Count Plates*[□] (available from Medical-Surgical Division/3M, 225-5S 3M Center, St. Paul, MN 55144) meet these specifications.

(b) *Petrifilm Coliform Count Plates*[□].—Plates contain violet red bile nutrients conforming to APHA standards as given in *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 3rd ed., 1990, American Public Health Association, Washington, DC, cold H₂O-soluble gelling agent, and 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride indicator. *Petrifilm Coliform Count Plates*[□] (available from Medical-Surgical Division/3M) meet these specifications.

(c) *Plastic spreader*.—Provided with *Petrifilm* plates, consists of recessed side and smooth flat side, designed to spread sample evenly

over plate growth area.

(d) *Pipets*.—Calibrated for bacteriological use, or plate loop continuous pipetting syringe to deliver 1.0 mL. Automatic pipet to deliver 1.0 mL may be used.

(e) *Colony counter*.—Standard apparatus, Quebec model preferred, or one providing equivalent magnification and visibility.

(f) *Dilution water*.—See 940.36A(a) (see 17.1.02).

C. Sample Preparation

(a) *For total plate counts*.—Aseptically prepare 1:10 dilution (11 g/99 mL dilution H₂O). Mix well and plate. Prepare additional dilutions as required. Ordinarily, 1:10 and 1:100 dilutions are sufficient.

(b) *For coliform counts*.—

(1) *Cream, half-and-half, condensed milk, egg nog, cottage cheese, butter, margarine, and related products*.—Make 1:5 dilution (24.75 g/99 mL dilution H₂O). Mix well and plate 1 mL on each of 2 plates. Multiply total of counts on 2 plates by 2.5 to obtain count/g.

(2) *Sour cream, dips, and yogurt*.—Proceed as in (1) except after dilution, adjust pH to 6.6–7.2 with 1.0N NaOH (ca 0.1 mL/g sample).

(3) *Buttermilk*.—Make 1:10 dilution (11 g/99 mL dilution H₂O). Adjust pH to 6.6–7.2 with 1.0N NaOH (ca 0.1 mL/g sample). Mix well and plate 1 mL on each of 2 plates. Multiply total of counts on 2 plates by 5 to obtain count/g.

(4) *Ice cream, sherbet, and mixes*.—Hydrate dry-film plates with 1 mL sterile dilution H₂O and allow at least 1 h for gel to solidify. Then, lift top film of prehydrated dry-film coliform count plate (gel will adhere to top film) and dispense 0.5 mL of 2:3 homogenate (10 g/5 mL dilution H₂O) onto bottom film of each of 3 plates. Replace top film gently over sample. Add counts on the 3 plates to obtain count/g. Alternatively, plate 1 plate and multiply result by 3 to obtain count/g.

(5) *Cheese*.—Proceed as in (1). Do not use citrate buffer to homogenize sample.

(6) *Chocolate milk*.—Proceed as in (1).

D. Analysis

(a) *Bacterial colony count*.—Use dry-film aerobic count plates. Place plate on flat surface. Lift top film and inoculate 1 mL sample onto center of film base. Carefully roll top film down onto inoculum. Distribute sample over prescribed growth area with downward pressure on center of plastic spreader device (recessed side down). Leave plate undisturbed 1 min to permit gel to solidify. Incubate plates 48 ± 3 h at 32 ± 1.

In incubator, place plates in horizontal position, clear side up, in stacks not exceeding 20 units. Count plates promptly after incubation period. After incubation is complete, plates may be stored frozen (≤-15° C) up to 7 days. This should be avoided as a routine practice.

Use standard colony counter for counting purposes. Magnifier-illuminator may also be used to facilitate counting. Colonies stain in various shades of red. Count all colonies in countable range (25–250 colonies).

To compute bacterial count, multiply total number of colonies per plate (or average number of colonies per plate if counting duplicate plates of same dilution) by reciprocal of dilution used. When counting colonies on duplicate plates of consecutive dilutions, compute mean number of colonies for each dilution before determining average bacterial count. Estimated counts can be made on plates with >250 colonies and should be reported as estimated counts. In making such counts, circular growth area can be considered to contain ca twenty 1 cm squares. To isolate colonies for further identification, lift top film and pick colony from gel.

(b) *Coliform count*.—Use dry-film coliform count plates. Proceed

as in (a), but distribute prepared sample over plate by using plastic spreader, flat side down. Incubate plates 24 ± 2 h at 32 ± 1 . Count as in (a), but count only red colonies that have one or more gas bubbles associated (within 1 colony diameter) with them. Count all colonies in countable range (15–150 colonies). Red colonies without gas bubbles

are not counted as coliform organisms.

Reference: JAOAC **72**, 312(1989).

Revised: March 1998

Anexo 36. Salmonella

17.9.02

AOAC Official Method 967.26 Salmonella in Processed Foods

Detection First Action 1967 Final Action 1974

Caution: See Appendix B, safety notes on safe handling of microorganisms.

A. Preparation of Sample

(a) *Dried whole egg, dried egg yolk, and dried egg white.*—Aseptically open sample container and aseptically weigh 25 g sample into sterile, empty, wide-mouth, screw-cap pt (500 mL) jar. Add ca 15 mL sterile lactose broth, 967.25A(a) (see 17.9.01). Stir with sterile glass rod, sterile spoon, or sterile tongue depressor to smooth suspension. Add 3 additional portions lactose broth, 10, 10, and 190 mL for total of 225 mL. Stir after each addition until sample is suspended without lumps. Cap jar securely and let stand at room temperature 60 min. Mix well by shaking, and determine pH with test paper, 967.25B(i) (see 17.9.01). Adjust pH, if necessary, to 6.8 ± 0.2 with sterile 1N NaOH or HCl, 967.25B(c) or (d) (see 17.9.01), capping jar securely and mixing well before determining final pH. Loosen jar cap ca 1/4 turn and incubate 24 ± 2 h at 35° .

(b) *Dry whole milk.*—Aseptically weigh 25 g sample into sterile, wide-mouth screw-cap 500 mL (1 pt) jar. Add 225 mL sterile H₂O and mix well. Cap jar securely and let stand 60 min at room temperature. Mix well by swirling and determine pH with test paper, 967.25B(i) (see 17.9.01). Adjust pH, if necessary, to 6.8 ± 0.2 with sterile 1N NaOH or HCl, 967.25B(c) or (d) (see 17.9.01). Add 0.45 mL of 1% aqueous brilliant green dye solution, 967.25B(n) (see 17.9.01), and mix well. Loosen jar cap ca 1/4 turn and incubate 24 ± 2 h at 35° .

(c) *Dried active yeast.*—Aseptically weigh 25 g sample into sterile, empty, wide-mouth, screw-cap pt (500 mL) jar. Add 225 mL sterile Trypticase (tryptic) soy broth, 967.25A(t) (see 17.9.01), and let yeast form smooth suspension. Cap securely and let stand 60 min at room temperature. Determine pH with test paper, 967.25B(i) (see 17.9.01). Adjust pH, if necessary, to 6.8 ± 0.2 with sterile 1N NaOH or HCl, 967.25B(c) or (d) (see 17.9.01), capping jar securely and mixing well before determining final pH. (If pH is adjusted before yeast is evenly suspended, final pH will be less than desired.) Incubate 24 ± 2 h at 35° , with jar cap loosened 1/4 turn.

(d) *Onion powder and garlic powder.* (First Action 1979; Final Action 1980)—Aseptically weigh 25 g sample into sterile, wide-mouth, screw-cap 500 mL (1 pt) jar. Sample is pre-enriched in Trypticase (tryptic) soy broth, 967.25A(t) (see 17.9.01), with added K₂SO₃ (5 g/L) for final 0.5% K₂SO₃ concentration. Autoclave 225 mL portions in 500 mL flasks for 15 min at 121° . Aseptically determine volume and adjust, if necessary, to 225 mL. Add 225 mL sterile Trypticase (tryptic) soy broth, 967.25A(t) (see 17.9.01), with K₂SO₃, to sample, and mix thoroughly, using sterile glass rod or spoon. Let stand 60 min and determine pH with test paper, 967.25B(i) (see 17.9.01). Adjust pH, if necessary, to 6.8 ± 0.2 with sterile 1N NaOH or 1N HCl, 967.25B(c) or (d) (see 17.9.01). Incubate 24 ± 2 h at 35° , with jar cap loosened 1/4 turn.

(e) *Milk chocolate and casein.*—Aseptically weigh 25 g sample into sterile blender jar. Add 225 mL sterile reconstituted NFDM, 967.25A(v) (see 17.9.01), to chocolate samples, and add 225 mL

lactose broth, 967.25A(a) (see 17.9.01), to casein samples. Blend each sample/broth mixture 2 min at high speed and decant blended homogenate into sterile 500 mL jar. Cap jar securely and let stand 60 min at room temperature. Mix well by shaking, and determine pH with test paper, 967.25B(i) (see 17.9.01). Adjust pH, if necessary, to 6.8 ± 0.2 with sterile 1N NaOH or HCl, 967.25B(c) or (d) (see 17.9.01), capping jar securely and mixing well before determining final pH. To chocolate-reconstituted NFDM samples, add 0.45 mL 1% aqueous brilliant green dye, 967.25B(n) (see 17.9.01), and mix well. Loosen jar caps 1/4 turn and incubate jar 24 ± 2 h at 35° .

(f) *Instant nonfat dry milk (NFDM)* (First Action 1984).—Aseptically open sample container and aseptically weigh 25 g sample into sterile beaker (250 mL) or other appropriate container. Cover with sterile foil cover or sterile cap to prevent contamination. Using sterile glass or paper (made with tape to withstand autoclaving) funnel, pour 25 g analytical unit gently and slowly over surface of 225 mL brilliant green H₂O, 967.25A(w) (see 17.9.01), contained in sterile 500 mL Erlenmeyer or other appropriate container. Let container with sample-pre-enrichment broth stand undisturbed 60 ± 5 min. Incubate loosely capped container, without mixing or pH adjustment, for 24 ± 2 h at 35° .

B. Isolation

(a) *Growth in selective broth.*—Gently shake incubated sample mixture, 967.26A, and transfer 1 mL to 10 mL selenite cystine broth, 967.25A(b)(1) or (2) (see 17.9.01), and additional 1 mL to 10 mL tetrathionate broth, 967.25A(c) (see 17.9.01). Incubate 24 ± 2 h at 35° . (For dried active yeast, substitute lauryl sulfate tryptose broth, 967.25A(u) (see 17.9.01), for selenite cystine broth, 967.25A(b)(1) or (2) (see 17.9.01).

Vortex-mix, and streak 3 mm loopful of incubated selenite cystine broth on selective media plates of XLD, 967.25A(d) (see 17.9.01), HE, 967.25A(e) (see 17.9.01), BS, 967.25A(f) (see 17.9.01). Repeat with 3 mm loopful of incubated tetrathionate broth. Incubate plates 24 ± 2 h at 35° .

(b) *Appearance of typical Salmonella colonies.*—(1) *On XLD.*—Pink colonies with or without black centers. Many *Salmonella* may have large, glossy black centers or may appear as almost completely black colonies. Atypically, a few *Salmonella* cultures produce yellow colonies with or without black centers.

(2) *On HE.*—Blue-green to blue colonies with or without black centers. Many *Salmonella* colonies may have large glossy black centers or may appear as almost completely black colonies.

(3) *On BS.*—Brown, gray, or black, sometimes with metallic sheen. Surrounding medium is usually brown at first, turning black with increasing incubation time. Some strains produce green colonies with little or no darkening of surrounding medium.

Examine XLD and HE plates for typical or suspicious *Salmonella* colonies after 24 ± 2 h incubation at 35° . BS plates should be examined for typical or suspicious *Salmonella* colonies after 24 ± 2 h and 48 ± 2 h incubation at 35° .

C. Treatment of Typical or Suspicious Colonies

(a) *Inoculation of triple sugar iron (TSI) agar and lysine iron agar (LIA).*—Pick with needle 2 or more typical or suspicious colonies, if present, from each XLD, HE, and BS plates having growth. Inoculate TSI slant, 967.25A(g) (see 17.9.01), with portion of each colony by streaking slant and stabbing butt. After inoculating TSI with needle, do not obtain more inoculum from colony and do not heat needle, but inoculate LIA, 967.25A(m)(1) (see 17.9.01), as

in **967.27C(a)** (see 17.9.03). Store picked selective plates at 5–8° or at room temperature (ca 26°).

(b) *Presumptive reactions*.—Incubate TSI and LIA slants at 35° for 24 ± 2 h. Cap tubes loosely to maintain aerobic conditions while incubating slants to prevent excessive H₂S production. *Salmonella* cultures typically have alkaline (red) slant and acid (yellow) butt, with or without H₂S (blackening of agar) in TSI. In LIA, *Salmonella* cultures typically have alkaline (purple) reaction in butt. Consider only a distinct yellow coloration in butt of tube as an acidic (negative) reaction. Do not eliminate cultures that produce discoloration in butt solely on this basis. Most *Salmonella* cultures produce H₂S in LIA. Retain all presumptive positive *Salmonella* cultures on TSI (alkaline slant and acid butt) agar for biochemical and serological tests whether or not corresponding LIA reaction is positive (alkaline butt) or negative (acid butt). Do not exclude a TSI culture that appears to be non-*Salmonella* if the reaction in LIA is typical (alkaline butt) for *Salmonella*. Treat these cultures as presumptive positive and submit them to further examination. LIA is useful in detection of *S. arizonae* and atypical *Salmonella* strains that utilize lactose and/or sucrose. Discard only apparent non-*Salmonella* TSI cultures (acid slant and acid butt) if corresponding LIA reactions are not typical (acid butt) for *Salmonella*. Test retained presumptive positive TSI cultures as directed in **967.26C(c)** to determine if they

are *Salmonella* spp., **967.27D(e)(1)** (see 17.9.03), or *S. arizonae* organisms, **967.27D(e)(2)** (see 17.9.03).

If TSI slants fail to give typical *Salmonella* reactions, pick additional suspicious colonies from selective medium plate not giving presumptive positive culture and inoculate TSI and LIA slants as in (a).

(c) *Selection for identification*.—Apply biochemical and serological identification tests to 3 presumptive positive TSI cultures picked from selective agar plates streaked from selenite cystine broth and to 3 presumptive positive TSI cultures picked from selective agar plates streaked from tetrathionate broth.

If 3 presumptive positive TSI cultures are not isolated from 1 set of selective agar plates, test other presumptive positive TSI cultures, if isolated, by biochemical and serological tests. A minimum of 6 TSI cultures are examined for each 25 g sample tested.

References: JAOAC **50**, 753(1967); **51**, 870(1968); **52**, 455(1969); **56**, 1027(1973); **59**, 731(1976); **61**, 401(1978); **62**, 499(1979); **64**, 893(1981); **64**, 899(1981); **65**, 356(1982); **67**, 807(1984); **69**, 277(1986).

Revised March 1997

© AOAC INTERNATIONAL