



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TEMA

“Estudio de la aplicación de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) para optimizar la calidad microbiológica y sensorial de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. *bronco*), col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa* var. *capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea* L.)”

Proyecto de Trabajo de Investigación (Graduación). Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI). Presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

* Este trabajo de investigación es parte del proyecto: **“Estudio de la aplicación de métodos combinados en la desinfección de hortalizas para evitar Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs)”** financiado por el Centro de Investigaciones de la Universidad Técnica de Ambato.

Autora: Vanessa Valeria Vaca Singaña

Tutor: Ing. Milton Ramos MSc, Ph.D.

Ambato - Ecuador

2013

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Diciembre del 2013

Para constancia firman:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

APROBACIÓN POR EL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo de Estructurado de Manera Independiente (TEMI) sobre el tema: **“Estudio de la aplicación de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) para optimizar la calidad microbiológica y sensorial de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. *bronco*), col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa* var. *capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea* L.)”**, elaborado por Vanessa Valeria Vaca Singaña, egresada de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, certifico que el trabajo fue realizado por la persona indicada en el Laboratorio de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).

Considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, Diciembre del 2013

Ing. Milton Ramos MSc, Ph.D.
TUTOR

DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Vanessa Valeria Vaca Singaña:

El presente trabajo de investigación: **“Estudio de la aplicación de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) para optimizar la calidad microbiológica y sensorial de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. *bronco*), col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa* var. *capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea* L.)”**, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Ambato, Diciembre del 2013

Vanessa Valeria Vaca Singaña

CI: 050348100-4

DEDICATORIA

“Cada uno dé como propuso en su corazón: no con tristeza ni por obligación; porque Dios ama al dador alegre” (2 Corintios, 9:7)

El esfuerzo y el trabajo de la investigación se la dedico a Dios con entera confianza de recibir bendiciones por su gracia.

A mis padres por el merecimiento de los resultados de sus esfuerzos y por permitirme educarme y ser una profesional de bien.

A mi gran amigo, quién me devolvió la esperanza de creer y saber que no existe obstáculo alguno para alcanzar las metas soñadas.

A mi a amiga por la ayuda en la ejecución del trabajo, por ser un gran apoyo y compartir buenos y malos momentos.

A aquella persona especial, por estar siempre pendiente de mí y del trabajo que realizo, por tener su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

El esfuerzo y los conocimientos de cada persona reflejan los resultados del trabajo. Le doy gracias, principalmente a Dios, quien me bendijo con sabiduría y porque sus manos intercedieron durante la ejecución del trabajo; a mis padres por el apoyo incondicional durante el caminar de mis estudios y por haberme inculcado valores como son la responsabilidad.

Agradezco la tutoría impartida por el Dr. Milton Ramos y la Ing. Mónica Silva, ya que con su guía y exigencia se desarrolló y aportó información provechosa para la sociedad

Agradezco a aquellas personas que en el transcurrir de los estudios se convirtieron en sinceras y verdaderas amistades, aquellas amistades que a pesar de las barreras y el tiempo siempre continúan compartiendo alegrías y tristezas.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	i
APROBACIÓN POR EL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xxiii
SUMMARY	xxiv
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis crítico	6
1.2.3 Prognosis	7
1.2.4 Formulación del problema	7
1.2.5 Preguntas directrices.....	8
1.2.6 Delimitación del problema	8
1.3 Justificación.....	8
1.4 Objetivos	10
1.4.1 General	10
1.4.2 Específicos.....	10
CAPÍTULO II.....	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1 Antecedentes investigativos	11
2.1.1 Investigaciones previas.....	11
2.2 Fundamentación filosófica	13
2.3 Fundamentación legal	14
2.4 Categorías fundamentales	15

2.4.1	Variable independiente.....	16
2.4.1.1	Aplicación de aceites esenciales de canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>) y clavo de olor (<i>Syzygium aromaticum</i>)	16
2.4.1.1.1	Extracto de canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>)	17
2.4.1.1.2	Extracto de clavo de olor (<i>Syzygium aromaticum</i>).....	19
2.4.1.2	Desinfección con antimicrobianos naturales	20
2.4.1.3	Disminución de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs).....	22
2.4.1.3.1	Fuentes de contaminación de las hortalizas.....	23
2.4.1.3.2	Principales microorganismos patógenos y toxinogénicos para el hombre..	24
2.4.2	Variable dependiente	25
2.4.2.1	Calidad microbiológica y sensorial de los cuatro tipos de hortalizas: col de repollo, col morada, espinaca y lechuga iceberg tipo salinas.....	25
2.4.2.1.1	Hortalizas.....	25
2.4.2.1.2	Col de repollo (<i>Brassica olerace var. capitata cv. bronco</i>).....	29
2.4.2.1.3	Col morada (<i>Brassica oleracea var. capitata f. rubra</i>)	31
2.4.2.1.4	Espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>).....	33
2.4.2.1.5	Lechuga iceberg tipo salinas (<i>Lactuca sativa var. capitata</i>).....	34
2.4.2.2	Productos Mínimamente Procesados.....	36
2.4.2.2.1	Forma y apariencia en la presentación de los productos vegetales mínimamente procesados	37
2.4.2.3	Conservación y comercialización de hortalizas frescas.....	39
2.4.2.3.1	Comercialización y conservación de hortalizas en Tungurahua	42
2.5	Hipótesis	43
2.6	Señalamiento de variables de la hipótesis.....	43
CAPÍTULO III.....		44
METODOLOGÍA.....		44
3.1	Modalidad básica de la investigación	44
3.2	Nivel o tipo de investigación	44
3.3	Población y muestra.....	45

3.3.1 Población	45
3.3.2 Muestra	45
3.3.3 Tipo de diseño experimental	46
3.4 Operacionalización de variables	48
3.4.1 Variable independiente.....	48
3.4.2 Variable dependiente	49
3.5 Plan de recolección de información	50
3.5.1 Descripción del proceso de desinfección con AE de las hortalizas troceadas	50
3.5.2 Análisis microbiológicos	55
3.5.3 Análisis físico-químicos	55
3.5.4 Eficiencia germicida de los aceites esenciales	58
3.5.5 Determinación de vida útil	58
3.5.6 Evaluación sensorial	60
3.6 Plan de procesamiento y análisis de información	61
CAPÍTULO IV	62
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	62
4.1 Análisis de los resultados	62
4.1.1 Acidez y pH de las hortalizas troceadas	62
4.1.2 Sólidos solubles de las hortalizas troceadas	64
4.1.3 Humedad de las hortalizas troceadas	65
4.1.4 Contenido de vitamina C de las hortalizas troceadas	66
4.1.5 Eficiencia germicida (%) de los AE	68
4.1.6 Tiempo de vida útil del producto en función de la pérdida de peso, análisis microbiológico y evaluación sensorial	71
4.1.7 Análisis del costo del producto final.....	77
4.2 Interpretación de datos.....	77
4.2.1 Análisis microbiológico de las hortalizas troceadas y tratadas con AE para determinar el mejor tratamiento de desinfección	77
4.2.2 Evaluación sensorial de las hortalizas troceadas y tratadas con AE.....	79
4.3 Verificación de hipótesis	81

CAPÍTULO V	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1 Conclusiones.....	83
5.2 Recomendaciones.....	85
CAPÍTULO VI	86
PROPUESTA	86
6.1 Datos informativos.....	86
6.2 Antecedentes investigativos	86
6.3 Justificación.....	89
6.4 Objetivos	91
6.4.1 Objetivo General	91
6.4.2 Objetivos Específicos	91
6.5 Análisis de factibilidad	91
6.5.1 Factibilidad operativa	91
6.5.2 Factibilidad técnica.....	92
6.5.3 Factibilidad económica	92
6.6 Fundamentación teórica	93
6.6.1 Inocuidad alimentaria	93
6.6.2 Hortalizas frescas.....	93
6.6.3 Los aceites esenciales	94
6.6.4 El vinagre	94
6.6.5 Descripción del proceso de la propuesta.....	95
6.7 Metodología	99
6.8 Administración.....	100
6.9 Previsión de la evaluación	101
BIBLIOGRAFÍA.....	102
ANEXOS	112

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS, SENSORIALES Y EFICIENCIA GERMICIDA DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS	113
I. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS CUATRO HORTALIZAS	114
1. Potencial de hidrógeno (pH)	114
2. Sólidos solubles (°Brix)	117
3. Porcentaje de humedad	119
4. Acidez.....	121
5. Contenido de vitamina C.....	123
II. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS CUATRO HORTALIZAS SIN Y CON TRATAMIENTOS.....	126
III. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA GERMICIDA (EG) DE LOS AE	139
IV. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL EFECTO DE LOS AE EN LAS HORTALIZAS TROCEADAS	146
ANEXO B. GRÁFICOS COMPARATIVOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS.....	150
ANEXO C. TABLAS ANOVA, PRUEBAS DE TUKEY Y GRÁFICOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS Y TRATADAS	164
ANEXO D. TABLAS ANOVA, PRUEBAS DE TUKEY Y GRÁFICOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS Y TRATADAS	185
ANEXO E. DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS CON EL MEJOR TRATAMIENTO	202
ANEXO F. GRÁFICAS DE LA VIDA ÚTIL DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS CON EL MEJOR TRATAMIENTO.....	208
ANEXO G. EVALUACIÓN SENSORIAL DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS CON EL MEJOR TRATAMIENTO.....	215

ANEXO H. TABLAS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS.....	222
ANEXO I. FOTOGRAFÍAS DEL DESARROLLO DE LA FASE EXPERIMENTAL.....	226
ANEXO J. FICHAS DE CATAACIONES PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS	231
ANEXO K. METODOLOGÍAS PARA LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS (ÁCIDO ASCÓRBICO, HUMEDAD, pH Y SÓLIDOS SOLUBLES) Y NORMA SANITARIA	237

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de hortalizas en Tungurahua (2009).....	5
Tabla 2. Bacterias patógenas aisladas de vegetales crudos.....	24
Tabla 3. Composición química de la col de repollo	30
Tabla 4. Composición química de la col morada.....	32
Tabla 5. Composición química de la espinaca	34
Tabla 6. Composición química de la lechuga criolla.....	35
Tabla 7. Estandarización de cortes exigidos por una cadena de comida rápida para el abastecimiento de frutas y hortalizas mínimamente procesadas (pro ver® - proyectos & consultorias, datos no publicados)	37
Tabla 8. Condiciones de almacenamiento refrigerado de hortalizas	41
Tabla 9. Determinación de los tratamientos conforme al diseño experimental.....	47
Tabla 10. Estandarización de corte para HMP	51
Tabla 11. Límites de aceptación de calidad de HMP	59
Tabla 12. Ácidos predominantes en las cuatro hortalizas	62
Tabla 13. Rangos de pH para las hortalizas frescas troceadas	64
Tabla 14. Vida útil establecida en función de mesófilos y coliformes totales.....	73
Tabla 15. Criterios considerados para establecer el tiempo de vida útil de las hortalizas troceadas	76

Tabla A 1. Tratamientos aplicados a las hortalizas troceadas para los análisis físico-químicos	114
Tabla A 2. Valores de pH de la col de repollo	114
Tabla A 3. Valores de pH de la col morada.....	115
Tabla A 4. Valores de pH de la espinaca	115
Tabla A 5. Valores de pH de la lechuga.....	116
Tabla A 6. Valores promedios de pH de las cuatro hortalizas	116
Tabla A 7. °Brix contenidos en la col de repollo	117
Tabla A 8. °Brix contenidos en la col morada.....	117
Tabla A 9. °Brix contenidos en la espinaca.....	118
Tabla A 10. °Brix contenidos en la lechuga.....	118
Tabla A 11. Valores promedios de °Brix en las cuatro hortalizas	119
Tabla A 12. Humedad (%) de la col de repollo.....	119
Tabla A 13. Humedad (%) de la col morada	119
Tabla A 14. Humedad (%) de la espinaca.....	120
Tabla A 15. Humedad (%) de la lechuga	120
Tabla A 16. Promedio de la humedad (%) en las cuatro hortalizas	120
Tabla A 17. Valores de la titulación (ml NaOH) de la col de repollo	121
Tabla A 18. Valores de la titulación (ml NaOH) de la col morada.....	121
Tabla A 19. Valores de la titulación (ml NaOH) de la espinaca	122
Tabla A 20. Valores de la titulación (ml NaOH) de la lechuga.....	122
Tabla A 21. Promedio del contenido de acidez en las hortalizas	123
Tabla A 22. Valores de la titulación (ml sal sódica) en col de repollo	123
Tabla A 23. Valores de la titulación (ml sal sódica) en col morada (muestra diluida).....	124
Tabla A 24. Valores de la titulación (ml sal sódica) en espinaca	124
Tabla A 25. Valores de la titulación (ml sal sódica) en lechuga.....	125
Tabla A 26. Contenido promedio de vitamina C (mg) en 100g de hortalizas	125
Tabla A 27. Mesófilos totales (ufc/g) en hortalizas sin tratamiento.....	126
Tabla A 28. Mohos y levaduras (ufc/g) en hortalizas sin tratamiento	127
Tabla A 29. <i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g) en hortalizas sin tratamiento...	127
Tabla A 30. <i>Salmonella</i> (ufc/g) en hortalizas sin tratamiento.....	128

Tabla A 31. Coliformes totales (ufc/g) en hortalizas sin tratamiento	128
Tabla A 32. Tratamientos aplicados a las hortalizas troceadas	129
Tabla A 33. Mesófilos totales (ufc/g) en col de repollo con tratamientos	129
Tabla A 34. Mesófilos totales (ufc/g) en col morada con tratamientos	130
Tabla A 35. Mesófilos totales (ufc/g) en espinaca con tratamientos	130
Tabla A 36. Mesófilos totales (ufc/g) en lechuga con tratamientos.....	131
Tabla A 37. Mohos y levaduras (ufc/g) en col de repollo con tratamientos	131
Tabla A 38. Mohos y levaduras (ufc/g) en col morada con tratamientos	132
Tabla A 39. Mohos y levaduras (ufc/g) en espinaca con tratamientos	132
Tabla A 40. Mohos y levaduras (ufc/g) en lechuga con tratamientos	133
Tabla A 41. <i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g) en col de repollo con tratamientos	133
Tabla A 42. <i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g) en col morada con tratamientos	134
Tabla A 43. <i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g) en espinaca con tratamientos	134
Tabla A 44. <i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g) en lechuga con tratamientos ..	135
Tabla A 45. <i>Salmonella</i> (ufc/g) en col de repollo con tratamientos.....	135
Tabla A 46. <i>Salmonella</i> (ufc/g) en col morada con tratamientos	136
Tabla A 47. <i>Salmonella</i> (ufc/g) en espinaca con tratamientos.....	136
Tabla A 48. <i>Salmonella</i> (ufc/g) en lechuga con tratamientos	137
Tabla A 49. Coliformes totales (ufc/g) en col de repollo con tratamientos ..	137
Tabla A 50. Coliformes totales (ufc/g) en col morada con tratamientos.....	138
Tabla A 51. Coliformes totales (ufc/g) en espinaca con tratamientos	138
Tabla A 52. Coliformes totales (ufc/g) en lechuga con tratamientos.....	139
Tabla A 53. Promedios (ufc/g) de mesófilos totales en hortalizas sin y con tratamientos	139
Tabla A 54. Promedios (ufc/g) de mohos y levaduras en hortalizas sin y con tratamientos	140
Tabla A 55. Promedios (ufc/g) de <i>Staphylococcus aureus</i> en hortalizas sin y con tratamientos	140

Tabla A 56. Promedios (ufc/g) de <i>Salmonella</i> en hortalizas sin y con tratamientos.....	141
Tabla A 57. Promedios (ufc/g) de coliformes totales en hortalizas sin y con tratamientos.....	141
Tabla A 58. EG (%) de los AE en hortalizas considerando mesófilos totales.....	142
Tabla A 59. Prueba de comparación de Tukey para la EG (%) en mesófilos totales.....	142
Tabla A 60. EG (%) de los AE en hortalizas considerando mohos y levaduras.....	142
Tabla A 61. Prueba de comparación de Tukey para la EG (%) en mohos y levaduras.....	143
Tabla A 62. EG (%) de los AE en hortalizas considerando <i>Staphylococcus aureus</i>	143
Tabla A 63. Prueba de comparación de Tukey para la EG (%) en <i>Staphylococcus aureus</i>	143
Tabla A 64. EG (%) de los AE en hortalizas considerando a <i>Salmonella</i> ...	144
Tabla A 65. Prueba de comparación de Tukey para la EG (%) en <i>Salmonella</i>	144
Tabla A 66. EG (%) de los AE en hortalizas considerando a coliformes totales.....	144
Tabla A 67. Prueba de comparación de Tukey para la EG (%) en coliformes totales.....	145
Tabla A 68. Evaluación sensorial de lechuga troceada.....	146
Tabla A 69. Evaluación sensorial de espinaca troceada.....	147
Tabla A 70. Evaluación sensorial de col de repollo troceado.....	148
Tabla A 71. Evaluación sensorial de col morada troceada.....	149

COL DE REPOLLO

Tabla B 1. Análisis de varianza (ANOVA) para mesófilos totales.....	165
Tabla B 2. Prueba de Tukey al 95% para mesófilos totales.....	165
Tabla B 3. Análisis de varianza (ANOVA) para mohos y levaduras.....	166
Tabla B 4. Prueba de Tukey al 95% para mohos y levaduras.....	166

Tabla B 5. Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Staphylococcus aureus</i>	167
Tabla B 6. Prueba de Tukey al 95% para <i>Staphylococcus aureus</i>	167
Tabla B 7. Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Salmonella</i>	168
Tabla B 8. Prueba de Tukey al 95% para <i>Salmonella</i>	168
Tabla B 9. Análisis de varianza (ANOVA) para coliformes totales.....	169
Tabla B 10. Prueba de Tukey al 95% para coliformes totales.....	169

COL MORADA

Tabla B 11. Análisis de varianza (ANOVA) para mesófilos totales.....	170
Tabla B 12. Prueba de Tukey al 95% para mesófilos totales.....	170
Tabla B 13. Análisis de varianza (ANOVA) para mohos y levaduras.....	171
Tabla B 14. Prueba de Tukey al 95% para mohos y levaduras.....	171
Tabla B 15. Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Staphylococcus aureus</i> ...	172
Tabla B 16. Prueba de Tukey al 95% para <i>Staphylococcus aureus</i>	172
Tabla B 17. Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Salmonella</i>	173
Tabla B 18. Prueba de Tukey al 95% para <i>Salmonella</i>	173
Tabla B 19. Análisis de varianza (ANOVA) para coliformes totales.....	174
Tabla B 20. Prueba de Tukey al 95% para coliformes totales.....	174

ESPINACA

Tabla B 21. Análisis de varianza (ANOVA) para mesófilos totales.....	175
Tabla B 22. Prueba de Tukey al 95% para mesófilos totales.....	175
Tabla B 23. Análisis de varianza (ANOVA) para mohos y levaduras.....	176
Tabla B 24. Prueba de Tukey al 95% para mohos y levaduras.....	176
Tabla B 25. Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Staphylococcus aureus</i> ...	177
Tabla B 26. Prueba de Tukey al 95% para <i>Staphylococcus aureus</i>	177
Tabla B 27. Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Salmonella</i>	178
Tabla B 28. Prueba de Tukey al 95% para <i>Salmonella</i>	178
Tabla B 29. Análisis de varianza (ANOVA) para coliformes totales.....	179
Tabla B 30. Prueba de Tukey al 95% para coliformes totales.....	179

LECHUGA

Tabla B 31. Análisis de varianza (ANOVA) para mesófilos totales	180
Tabla B 32. Prueba de Tukey al 95% para mesófilos totales	180
Tabla B 33. Análisis de varianza (ANOVA) para mohos y levaduras	181
Tabla B 34. Prueba de Tukey al 95% para mohos y levaduras	181
Tabla B 35. Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Staphylococcus aureus</i> ...	182
Tabla B 36. Prueba de Tukey al 95% para <i>Staphylococcus aureus</i>	182
Tabla B 37. Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Salmonella</i>	183
Tabla B 38. Prueba de Tukey al 95% para <i>Salmonella</i>	183
Tabla B 39. Análisis de varianza (ANOVA) para coliformes totales.....	184
Tabla B 40. Prueba de Tukey al 95% para coliformes totales	184
Tabla C 1. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de lechuga	186
Tabla C 2. Prueba de Tukey al 95% para el olor de lechuga	186
Tabla C 3. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de lechuga	187
Tabla C 4. Prueba de Tukey al 95% para el sabor de lechuga	187
Tabla C 5. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura de lechuga	188
Tabla C 6. Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptabilidad de lechuga.....	189
Tabla C 7. . Prueba de Tukey al 95% para la aceptabilidad de lechuga	189
Tabla C 8. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de espinaca	190
Tabla C 9. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de espinaca	191
Tabla C 10. Prueba de Tukey al 95% para el sabor de espinaca.....	191
Tabla C 11. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura de espinaca	192
Tabla C 12. Prueba de Tukey al 95% para la textura de espinaca.....	192
Tabla C 13. Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptabilidad de espinaca	193
Tabla C 14. Prueba de Tukey al 95% para la aceptabilidad de espinaca...	193
Tabla C 15. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de col de repollo ..	194
Tabla C 16. Prueba de Tukey al 95% para el olor de col de repollo	194
Tabla C 17. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de col de repollo.....	195

Tabla C 18. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura de col de repollo.....	196
Tabla C 19. Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptabilidad de col de repollo.....	197
Tabla C 20. Prueba de Tukey al 95% para la aceptabilidad de col de repollo.....	197
Tabla C 21. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de col morada	198
Tabla C 22. Prueba de Tukey al 95% para el olor de col morada	198
Tabla C 23. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de morada	199
Tabla C 24. Prueba de Tukey al 95% para el sabor de col morada	199
Tabla C 25. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura de col morada	200
Tabla C 26. Prueba de Tukey al 95% para la textura de col morada	200
Tabla C 27. Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptabilidad de col morada	201
Tabla C 28. Prueba de Tukey al 95% para la aceptabilidad de col morada	201
Tabla D 1. Pérdida de peso (%) de la lechuga troceada	203
Tabla D 2. Pérdida de peso (%) de la espinaca troceada	203
Tabla D 3. Pérdida de peso (%) de la col de repollo troceada	204
Tabla D 4. Pérdida de peso (%) de la col morada troceada	204
Tabla D 5. Mesófilos totales (ufc/g) en lechuga troceada.....	205
Tabla D 6. Coliformes totales (ufc/g) en lechuga troceada.....	205
Tabla D 7. Mesófilos totales (ufc/g) en espinaca troceada	205
Tabla D 8. Coliformes totales (ufc/g) en espinaca troceada	206
Tabla D 9. Mesófilos totales (ufc/g) en col de repollo troceado	206
Tabla D 10. Coliformes totales (ufc/g) en col de repollo troceado	206
Tabla D 11. Mesófilos totales (ufc/g) en col morada troceada.....	207
Tabla D 12. Coliformes totales (ufc/g) en col morada troceada.....	207

Tabla E 1. Evaluación sensorial de la lechuga troceada almacenada a 4°C durante 7 días.....	216
Tabla E 2. Evaluación sensorial de la espinaca troceada almacenada a 4°C durante 7 días.....	217
Tabla E 3. Evaluación sensorial de la col de repollo troceada almacenada a 4°C durante 7 días.....	218
Tabla E 4. Evaluación sensorial de la col morada troceada almacenada a 4°C durante 7 días.....	219
Tabla F 1. Costos de la materia prima	223
Tabla F 2. Costos de los equipos por horas utilizadas	224
Tabla F 3. Costos de los servicios básicos	224
Tabla F 4. Costo de la mano de obra.....	225
Tabla F 5. Utilidades ganadas por hortaliza	225

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación botánica de algunas hortalizas	27
Cuadro 2. Aplicación de aceites esenciales de canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>) y clavo de olor (<i>Syzygium aromaticum</i>).....	48
Cuadro 3. Calidad microbiológica y sensorial de los cuatro tipos de hortalizas: col de repollo, col morada, espinaca y lechuga iceberg tipo salinas	49
Cuadro 4. Modelo Operativo (Plan de Acción)	99
Cuadro 5. Administración de la propuesta	100
Cuadro 6. Previsión de la Evaluación	101

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Aceite esencial de canela	17
Imagen 2. Aceite esencial de clavo de olor.....	19
Imagen 3. Hortalizas.....	26
Imagen 4. Col de repollo.....	30
Imagen 5. Col morada	31
Imagen 6. Espinaca.....	33

Imagen 7. Lechuga iceberg tipo salinas (criolla)	35
Imagen 8. Corte mecánico	38
Imagen 9. Corte manual.....	38
Imagen 10. Envases para PMP	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Árbol de problemas del consumo de hortalizas frescas	6
Gráfico 2. Red de inclusiones	16
Gráfico 3. Proceso de desinfección con AE de las hortalizas troceadas	54
Gráfico 4. Proceso de desinfección con ácido acético y AE de canela en hortalizas troceadas.....	98
Gráfico A 1. Fluctuación del pH en col de repollo	151
Gráfico A 2. Fluctuación del pH en col morada	151
Gráfico A 3. Fluctuación del pH en espinaca	152
Gráfico A 4. Fluctuación del pH en lechuga	152
Gráfico A 5. Fluctuación de los sólidos solubles en col de repollo	153
Gráfico A 6. Fluctuación de los sólidos solubles en col morada	153
Gráfico A 7. Fluctuación de los sólidos solubles en espinaca	154
Gráfico A 8. Fluctuación de los sólidos solubles en lechuga	154
Gráfico A 9. Fluctuación de la humedad (%) en col de repollo.....	155
Gráfico A 10. Fluctuación de la humedad (%) en col morada	155
Gráfico A 11. Fluctuación de la humedad (%) en espinaca.....	156
Gráfico A 12. Fluctuación de la humedad (%) en lechuga	156
Gráfico A 13. Fluctuación de la acidez en col de repollo.....	157
Gráfico A 14. Fluctuación de la acidez en col morada	157
Gráfico A 15. Fluctuación de la acidez en espinaca.....	158
Gráfico A 16. Fluctuación de la acidez en lechuga	158
Gráfico A 17. Fluctuación de la vitamina C en col de repollo	159
Gráfico A 18. Fluctuación de la vitamina C en col morada.....	159
Gráfico A 19. Fluctuación de la vitamina C en espinaca	160
Gráfico A 20. Fluctuación de la vitamina C en lechuga	160

Gráfico A 21. EG (%) de los AE en mesófilos totales con cada hortaliza ...	161
Gráfico A 22. EG (%) de los AE en mohos y levaduras con cada hortaliza.....	161
Gráfico A 23. EG (%) de los AE en <i>Staphylococcus aureus</i> con cada hortaliza.....	162
Gráfico A 24. EG (%) de los AE en <i>Salmonella</i> con cada hortaliza	162
Gráfico A 25. EG (%) de los AE en coliformes totales con cada hortaliza ..	163
1. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA COL DE REPOLLO	165
Gráfico B 1. Datos promedios de mesófilos totales en col de repollo	165
Gráfico B 2. Datos promedios de mohos y levaduras col de repollo	166
Gráfico B 3. Datos promedios de <i>Staphylococcus aureus</i> col de repollo....	167
Gráfico B 4. Datos promedios de <i>Salmonella</i> en col de repollo.....	168
Gráfico B 5. Datos promedios de coliformes totales en col de repollo.....	169
2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA COL MORADA	170
Gráfico B 6. Datos promedios de mesófilos totales en col morada	170
Gráfico B 7. Datos promedios de mohos y levaduras en col morada	171
Gráfico B 8. Datos promedios de <i>Staphylococcus aureus</i> en col morada ..	172
Gráfico B 9. Datos promedios de <i>Salmonella</i> en col morada	173
Gráfico B 10. Datos promedios de coliformes totales en col morada	174
3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ESPINACA	175
Gráfico B 11. Datos promedios de mesófilos totales en espinaca.....	175
Gráfico B 12. Datos promedios de mohos y levaduras en espinaca	176
Gráfico B 13. Datos promedios de <i>Staphylococcus aureus</i> en espinaca ...	177
Gráfico B 14. Datos promedios de <i>Salmonella</i> en espinaca.....	178
Gráfico B 15. Datos promedios de coliformes totales en espinaca.....	179
4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA LECHUGA	180
Gráfico B 16. Datos promedios de mesófilos totales en lechuga	180
Gráfico B 17. Datos promedios de mohos y levaduras en lechuga	181

Gráfico B 18. Datos promedios de <i>Staphylococcus aureus</i> en lechuga	182
Gráfico B 19. Datos promedios de <i>Salmonella</i> en lechuga	183
Gráfico B 20. Datos promedios de coliformes totales en lechuga	184
Gráfico C 1. Valoración promedio del olor de lechuga	186
Gráfico C 2. Valoración promedio del sabor de lechuga	187
Gráfico C 3. Valoración promedio de la textura de lechuga	188
Gráfico C 4. Valoración promedio la aceptabilidad de lechuga	189
Gráfico C 5. Valoración promedio del olor de espinaca	190
Gráfico C 6. Valoración promedio del sabor de espinaca.....	191
Gráfico C 7. Valoración promedio de la textura de espinaca.....	192
Gráfico C 8. Valoración promedio de la aceptabilidad de espinaca.....	193
Gráfico C 9. Valoración promedio del olor de col de repollo.....	194
Gráfico C 10. Valoración promedio del sabor de col de repollo.....	195
Gráfico C 11. Valoración promedio de la textura de col de repollo.....	196
Gráfico C 12. Valoración promedio de la aceptabilidad de col de repollo...	197
Gráfico C 13. Valoración promedio del olor de col morada	198
Gráfico C 14. Valoración promedio del sabor de col morada	199
Gráfico C 15. Valoración promedio de la textura de col morada	200
Gráfico C 16. Valoración promedio de la aceptabilidad de col morada	201
Gráfico D 1. Regresión lineal de la PP de la lechuga troceada	209
Gráfico D 2. Regresión lineal de la PP de la espinaca troceada	209
Gráfico D 3. Regresión lineal de la PP de la col de repollo troceada	210
Gráfico D 4. Regresión lineal de la PP de la col morada.....	210
Gráfico D 5. Crecimiento de mesófilos totales (ufc/g) durante el almacenamiento de lechuga troceada	211
Gráfico D 6. Crecimiento de coliformes totales (ufc/g) durante el almacenamiento de lechuga troceada	211
Gráfico D 7. Crecimiento de mesófilos totales (ufc/g) durante el almacenamiento de espinaca troceada.....	212

Gráfico D 8. Crecimiento de coliformes totales (ufc/g) durante el almacenamiento de espinaca troceada.....	212
Gráfico D 9. Crecimiento de mesófilos totales (ufc/g) durante el almacenamiento de col de repollo troceado.....	213
Gráfico D 10. Crecimiento de coliformes totales (ufc/g) durante el almacenamiento de col de repollo troceado.....	213
Gráfico D 11. Crecimiento de mesófilos totales (ufc/g) durante el almacenamiento de col morada troceada	214
Gráfico D 12. Crecimiento de coliformes totales (ufc/g) durante el almacenamiento de col morada troceada	214
Gráfico E 1. Variaciones en los parámetros sensoriales en lechuga troceada almacenada	220
Gráfico E 2. Variaciones en los parámetros sensoriales en espinaca troceada almacenada	220
Gráfico E 3. Variaciones en los parámetros sensoriales en col de repollo troceada almacenada.....	221
Gráfico E 4. Variaciones en los parámetros sensoriales en col morada troceada almacenada	221

RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años se ha observado un incremento significativo en el consumo de hortalizas procesadas en fresco porque los consumidores tienen más conocimiento sobre las propiedades beneficiosas de estos productos en la salud. Sin embargo, el consumo de estos productos se ve afectado por el incremento de las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETAs), causadas por la elevada contaminación del agua utilizada para regadío y por factores poscosecha; por tal razón, la presente investigación se enfocó en disminuir la carga microbiana presente en las hortalizas frescas: col de repollo (*Brassica oleracea var. capitata cv. bronco*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa var. capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*) que se cultivan en el sector de Quillán-Izamba (Ambato) mediante el empleo de aceites esenciales (AE) de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) como desinfectantes naturales. Con este propósito, las hortalizas fueron troceadas y lavadas con agua fría, y la desinfección se realizó con AE de canela, clavo de olor y combinación de los dos aceites, a una concentración de 0,025% (p/v). Estas soluciones fueron preparadas en un litro de agua destilada, y para formar la solución se utilizó polisorbato 80 (0,025 g/lit). Se trabajó con 150 g de cada hortaliza, que fueron sumergidas en las soluciones indicadas por un minuto. Se realizaron análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales, y se calculó la eficiencia germicida de los AE. Se determinó como mejor tratamiento de desinfección, con un nivel de confianza del 95%, al AE de canela al 0,025% (82,3 al 87,9% de eficiencia), en segundo lugar el clavo de olor al 0,025% (62,7 al 65,8% de eficiencia) y en tercer lugar a la combinación al 0,025% (50,8 al 56,4% de eficiencia). La aplicación de los AE (principalmente el aceite de canela) mejoró la calidad microbiológica y sensorial de las cuatro hortalizas y afectó muy poco las propiedades físico-químicas de las mismas.

SUMMARY

In recent years there has been a significant increase in the consumption of fresh processed vegetables because consumers have more knowledge about the beneficial properties of these products on health. However, the consumption of these products is affected by the increase of the Foodborne Diseases, caused by the high contamination of water used for irrigation and postharvest factors; for this reason, this investigation has focused on reducing the microbial load present in fresh vegetables: cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. *bronco*), red cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), salt type iceberg lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata*) and spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown in the field Quillan-Izamba (Ambato) through the use of essential oils (EO) of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) and clove (*Syzygium aromaticum*) as natural disinfectants. For this purpose, the vegetables were cut and washed with cold water, and the disinfection was performed with EO cinnamon, clove and combination of both oils at a concentration of 0,025% (w/v). These solutions were prepared in one liter of distilled water, and were used polysorbate 80 (0,025 g/l) to form the solution. We worked with 150 g of each vegetable, which were immersed in the solutions indicated by a minute. The physico-chemical, microbiological and sensory analyzes and germicidal efficiency was calculated for each EO. It was determined as the best disinfection treatment, with a confidence level of 95%, the cinnamon EO 0,025% (82,3 to 87,9% efficiency), second the clove EO 0,025% (62,7 to 65,8% efficiency) and thirdly the combination of both oils 0,025% (50,8 to 56,4% efficiency) . The application of the EO (mainly cinnamon oil) improved microbiological and sensory quality of the four vegetables and affected very little physical-chemical properties of the same.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación

“Estudio de la aplicación de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) para optimizar la calidad microbiológica y sensorial de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea var. capitata* cv. *bronco*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata* f. *rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa var. capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*)”.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

1.2.1.1 Análisis macro

Según el Consejo Nacional de Política Económica y Social de la República de Colombia (CONPES, 2008), la producción mundial de hortalizas aumentó en más de 150 millones de toneladas entre los años 2000 y 2006, al pasar de 738 a 888 millones de toneladas, con una tasa de crecimiento promedio anual del 3,1%. El 75,8% de las exportaciones de hortalizas se concentra en tomates (19,7%), sandías (7,9%), chiles y pimientos (7,7%), zanahorias y nabos (6,9%), lechuga (6,5%), pepinos y pepinillos (6,5%), coles (6,2%) y ajos (5,9%).

De acuerdo con cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2008), la producción mundial anual de hortalizas llegaría en el 2010 a mil millones de toneladas. Para llegar a esta cifra, la FAO estimó que se cultivan anualmente 52 millones de hectáreas, con China, India, Turquía, Italia, Egipto, España, Brasil, México y la Federación Rusa, entre los 10 principales países productores de hortalizas frescas y procesadas. En adición, la FAO indica que el comercio internacional de estos productos se estima en 28 millones de toneladas, que representan un 3% del volumen de la producción mundial (José de S., 2008).

En adición, se conoce que el consumo de frutas y hortalizas en el hogar en el cuarto trimestre de 2011 se incrementó un 2,4% en relación al mismo periodo de 2010, totalizando 2,06 millones de toneladas. Uno de los grandes desafíos de la industria hortícola para el 2011 fue promover el consumo de hortalizas (hortalizas.com, 2011).

1.2.1.2 Análisis meso

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2005) indica que la horticultura en el Ecuador ha crecido paulatinamente a partir de la década del 90, debido a que los hábitos alimenticios de la población han cambiado positivamente hacia un mayor consumo de hortalizas en su dieta diaria y a las exportaciones de algunas hortalizas como el brócoli, el espárrago y el palmito. Adicionalmente se está desarrollando la industrialización de algunos productos hortícolas, especialmente al mercado externo.

En general, la horticultura para los pequeños productores tiene una tipología de carácter “doméstico”, por ser cultivos que se producen en la huerta, por la utilización de mano de obra familiar, son en parte para autoconsumo y sus producciones remanentes permiten acceder a los mercados locales. Para el caso de medianos y grandes horticultores, sus producciones son de carácter empresarial y están orientados hacia la agroindustria y a los mercados internos y externos del país.

La horticultura está principalmente en la Sierra, con una participación del 86%, el resto en la Costa ecuatoriana con 13% y en la Amazonía (1%). Entre las provincias productoras se mencionan: Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Pichincha y Cotopaxi. En relación a la superficie total de hortalizas en el país, ocho provincias de la sierra cubren el 71% de lo cultivado y en este caso Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Pichincha, Bolívar y Cotopaxi lideran los primeros puestos con el 62.5%.

Hidalgo M., Proaño C. y Sandoval M. (2011) indican que las hortalizas son cultivos rentables, pero de alto riesgo. Para el 2004 ocupaban alrededor del 1.1% de la superficie con potencial agrícola, un porcentaje poco significativo, a pesar de ser un rubro de rentabilidad y generador de empleo. El consumo de hortalizas en el Ecuador representa alrededor del 10.5% del gasto familiar que se traduce en un consumo aparente de US \$ 87.5 millones.

En términos de volumen para el 2004 el consumo aparente fue de alrededor de 412.8 miles de toneladas métricas, proveniente de 47 productos hortícolas, de los cuales el 48.6% es producción local y el resto proveniente de importaciones que representaron US \$ 190.3 millones. Dentro de la economía ecuatoriana, el sector agropecuario es de mucha importancia en la generación de empleos, y por tanto de ingresos en la zona rural.

1.2.1.3 Análisis micro

La agricultura constituye la actividad de mayor relevancia en la economía de la provincia Tungurahua, pues concentra en esta actividad a un 40% de la población económicamente activa y además, cerca del 50% de las tierras se destinan a la actividad agropecuaria. La variedad de suelos permite que Tungurahua cuente con una producción agrícola diversificada y abundante, especialmente de tubérculos, raíces, hortalizas y frutas (Ecuadoronline, 2010).

En la actualidad se observa un incremento significativo de la producción agrícola en la provincia, sin embargo este sector enfrenta las consecuencias de la contaminación de las aguas provenientes del río Cutuchi, causado por el manejo inadecuado de los desechos, de la que ha sido víctima desde hace algunos años atrás. Alrededor de 17.000 familias usan el agua contaminada para irrigar 7.500 hectáreas de cultivos de hortalizas y legumbres en Tungurahua y Cotopaxi. Consecuentemente, la producción agrícola es de calidad media, lo que provoca pérdidas económicas por cosecha, al no poder ser comercializada en estado fresco (Diario El Comercio, 2009). Además, el uso de agua contaminada ocasiona las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) como: cólera, fiebre tifoidea, disenterías, poliomielitis, hepatitis y salmonelosis, entre otras (Zambrano, 2010).

En cuanto a los principales rubros agrícolas de producción en Tungurahua, a nivel de las comunidades, se priorizan los siguientes: las hortalizas entre las más mencionadas y luego los frutales. Más específicamente se menciona el tomate de árbol, las legumbres, la mandarina, la granadilla, y la mora. Se menciona marginalmente a la papa (INIAP, 2010).

De acuerdo con el informe anual del Sistema de Información Geográfico Agropecuario (SIGRAGRO), durante 2005, en el Ecuador se destinaron unas 1.288 has para el cultivo de lechugas, lo que generó una producción aproximada de 7.680 tm. La provincia que tiene la mayor producción es Tungurahua, con 3.256 tm de lechugas cultivadas en un área de 640 has, seguida de Chimborazo con 2.560 tm en una extensión de 366 has. Estas cifras, según el estudio, no variaron en los primeros seis meses de 2006 (Diario Hoy, 2007).

En la lechuga, en la condición de cultivo solo, en una superficie de 850 has se logra cosechar 5,970 tm, de las cuales se logra vender 5,800 tm, obteniéndose un rendimiento del 7,02%; mientras que para el cultivo asociado, en una superficie de 52 has se logra cosechar 288 tm y se logra vender 273 tm, teniéndose un rendimiento del 5,53%.

Para el caso de la col al trabajarse en cultivo solo en una superficie de 500 has, se logra cosechar 5,762 tm pero se venden solamente 5,707 tm; mientras que para el cultivo asociado en una superficie de 52 has se logra cosechar 268 tm y se vende 233 tm, obteniéndose un rendimiento del 11,51% y 5,16%, respectivamente.

Finalmente, para la espinaca en cultivo solo en 10 has se cultivan 8 tm y a pesar que logra venderse la misma cantidad el rendimiento es bajo (0,79%); en el cultivo asociado se logra el 0,81% de rendimiento.

En la Tabla 1 se presenta la producción y comercialización de las hortalizas en la provincia de Tungurahua, con las respectivas superficies y cantidades de producción, así como el rendimiento (%).

Tabla 1. Producción de hortalizas en Tungurahua (2009)

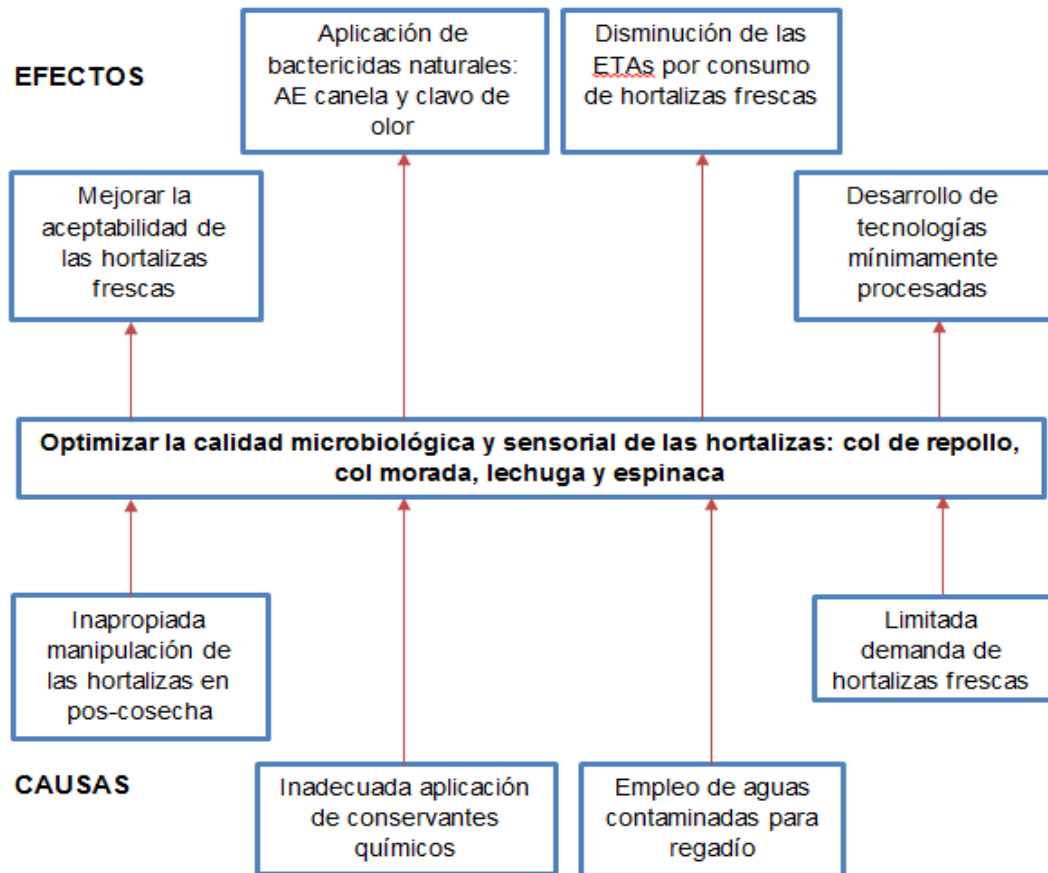
Cultivo	Condición del cultivo	Superficie sembrada (has)	Superficie cosechada (has)	Cantidad cosechada (tm)	Cantidad vendida (tm)	Rendimiento
Lechuga	Solo	850	832	5.970	5.800	7,02
	Asociado	52	52	288	273	5,53
Col	Solo	500	429	5.762	5.707	11,51
	Asociado	52	51	268	233	5,16
Espinaca	Solo	10	10	8	8	0,79
	Asociado	2	2	1	1	0,81

Fuente: III Censo Nacional Agropecuario, 2009

Elaborado por: Cámara de Agricultura de la Primera Zona

1.2.2 Análisis crítico

Gráfico 1. Árbol de problemas del consumo de hortalizas frescas



Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013.

Relación Causa – Efecto

Un problema que se afronta en el país es producir, comercializar y consumir hortalizas frescas con óptima calidad microbiológica y sensorial; para solucionar este problema, los productores utilizan aditivos químicos en forma indiscriminada que afectan a la salud de los consumidores y de los cultivadores; en adición, existe la inapropiada manipulación de las hortalizas pos-cosecha

Otro problema que enfrentan los agricultores, en la actividad agrícola, es el empleo de aguas contaminadas para riego, ocasionando el aumento de las ETAs y limitando la demanda de las hortalizas frescas; por tal motivo, se requiere que los investigadores desarrollen proyectos con nuevas tecnologías de mínimo procesamiento para disminuir las ETAs mediante la aplicación de bactericidas naturales como los AE de canela y clavo de olor para mejorar la aceptabilidad de las hortalizas frescas, y así garantizar alimentos frescos, inocuos y con excelente calidad sensorial.

1.2.3 Prognosis

La aplicación de aceites esenciales (AE) en hortalizas frescas se plantea para mejorar su calidad microbiológica y sensorial; al no ejecutarse dicha investigación, los problemas de las ETAs continuarán y el consumo de los alimentos frescos decaerá.

A nivel mundial el consumo de hortalizas es recomendable debido al contenido nutricional que poseen, y la no aplicación de la nueva tecnología con el uso de AE como bactericidas, no permitirá que las hortalizas mínimamente procesadas posean un valor agregado y sean inocuos. Esto a la vez no contribuirá al aumento de la producción agrícola en la provincia de Tungurahua y no permitirá que los pequeños productores de hortalizas sean más competitivos.

1.2.4 Formulación del problema

¿Se optimizará la calidad microbiológica y sensorial de los cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. *bronco*), col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa* var. *capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea* L.) mediante la aplicación de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*)?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Cómo influyen los aceites esenciales en las características físicas, químicas y microbiológicas de las hortalizas?

¿Se pueden obtener hortalizas frescas aptas para el consumo mediante el empleo de aceites esenciales como desinfectantes naturales?

¿Con el uso de aceites esenciales se disminuirá el riesgo de las ETAs?

¿Cuál es la capacidad bactericida de los aceites esenciales a las concentraciones indicadas?

¿Con la aplicación de los aceites esenciales se mejora el tiempo de vida útil conservando las características sensoriales de las hortalizas frescas?

1.2.6 Delimitación del problema

Área: Alimentos.

Sub-área: Procesamiento y conservación de alimentos.

Sector: Hortalizas

Sub-sector: Vegetales: col de repollo, col morada, lechuga iceberg tipo salinas y espinaca.

Temporal: Tiempo de Investigación: Octubre 2012 a Septiembre 2013.

Espacial: El presente proyecto de investigación se ejecutará en la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, en los Laboratorios de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).

1.3 Justificación

El presente proyecto se plantea con el propósito de suministrar hortalizas frescas e inocuas, ya que para los educadores en nutrición es prioritario fomentar el consumo de frutas y hortalizas que proporcionen los

micronutrientes necesarios para reducir el peligro de padecer enfermedades cardiovasculares, distintos tipos de cáncer y evitar los trastornos causados por falta de nutrientes.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, citado en la FAO 2003) atribuye alrededor de tres millones de muertes al año por enfermedades debido al consumo insuficiente de fruta y hortalizas. Por tal razón, la ciencia reitera la importancia del consumo de estos alimentos, y los organismos nacionales de salud, los representantes de la industria y las organizaciones internacionales, están colaborando para tratar estos problemas y encontrar la forma de incrementar el consumo de fruta y hortalizas en todo el planeta (FAO, 2003).

Uno de los factores más comunes de contaminación microbiana es la utilización de aguas servidas para el riego de cultivos que contienen patógenos. Numerosos estudios recientes verifican esta acuciante problemática, particularmente para las hortalizas que son ingeridas sin cocerlas, como es el caso de: lechugas, col, zanahoria, rábano, perejil, apio, cebollín y culantro.

Actualmente se conoce muchas técnicas para el control e inhibición de microorganismos con el fin de preservar los alimentos, una de estas es la adición de sustancias de origen natural como los aceites esenciales que le provean al alimento calidad microbiológica y al mismo tiempo permitan sustituir los aditivos químicos.

Por lo antedicho, en el proyecto se propuso trabajar con hojas de hortalizas como: lechuga iceberg tipo salinas (criolla), col de repollo, col morada y espinaca, que se consumen sin ningún tratamiento de desinfección, salvo el lavado en agua que resulta insuficiente. Con la tecnología planteada se aplicaron soluciones de inmersión de AE de canela y clavo de olor, que permitan disminuir la carga microbiológica y poder expender hortalizas aptas para el consumo en la provincia de Tungurahua.

El proyecto de investigación beneficiará a productores del sector Quillán de la parroquia Izamba – Ambato, en base a una tecnología alternativa que permita fortalecer a los productores de hortalizas para la comercialización en mercados diferenciados, siendo importante que la venta de hortalizas reúna calidad microbiológica y tiempo de vida útil prolongado.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- Aplicar aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) para optimizar la calidad microbiológica y sensorial de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea var. capitata cv. bronco*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa var. capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*).

1.4.2 Específicos

- Caracterizar física, química y microbiológicamente las hortalizas troceadas: col de repollo, col morada, espinaca y lechuga iceberg tipo salinas.
- Desarrollar el proceso de desinfección con AE de las hortalizas troceadas: col de repollo, col morada, espinaca y lechuga iceberg tipo salinas para garantizar la inocuidad de las mismas.
- Evaluar la capacidad bactericida de los AE mediante análisis microbiológicos.
- Determinar la vida útil del mejor tratamiento de desinfección en hortalizas, mediante pérdida de peso y evaluar sensorialmente el producto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

2.1.1 Investigaciones previas

El aumento de las ETAs causadas por el consumo de alimentos frescos ha permitido, en diferentes países, desarrollar estudios para disminuir este problema. Las tecnologías de mínimo proceso son una alternativa para el tratamiento de las hortalizas, tienen como objetivo disminuir el uso de químicos y fomentar el uso de sustancias naturales. A continuación se presentan algunos estudios que abarcan diferentes métodos de desinfección de alimentos:

- Estudio del Efecto Antimicrobiano de Aceite Esencial de *Minthostachys Mollis* combinando con Inactivación Térmica sobre Cepas de *Listeria monocytogenes* y *Bacillus cereu.*, Güiza D. y Rincón L., 2007. La mayoría de las ETAs, son de origen microbiano, siendo uno de los problemas con mayor impacto en el mundo. Debido a que estas enfermedades se adquieren por el consumo de alimentos y/o agua contaminada, representan un gran riesgo para la población en general. La presencia de estos microorganismos en los alimentos conduce a buscar alternativas de inhibición y eliminación con una mayor posibilidad de aplicación como pueden ser las sustancias naturales. Es importante resaltar que el estudio de sustancias de origen natural, tales como extractos y aceites vegetales se han llevado a cabo para evaluar su efecto antimicrobiano, fungicida y

plaguicida. Algunas especies vegetales como *Minthostachys mollis* (muña) se han reportado como poseedoras de características antimicrobianas, antifúngicas y fitoterapéuticas, las cuales la hacen una especie promisoría para su uso en actividades farmacéuticas, control de plagas en el sector agrícola y la preservación de los alimentos para evitar la proliferación de microorganismos causantes de enfermedades.

- Efecto de la Aplicación de Desinfectantes en la Calidad Microbiológica de las Hortalizas Frescas Comercializadas en el Mercado Mayorista de Ambato. Jerez F., 2009. El proyecto investigativo hace referencia al problema de la contaminación de las hortalizas frescas que se expenden en el mercado Mayorista de la ciudad de Ambato, abarca las causas y efectos negativos del problema con las soluciones para proporcionar hortalizas de mejor calidad para el beneficio de los expendedores y de los consumidores. Se aplicaron dos desinfectantes, Kilol y Bioxigen, para ser utilizados en hortalizas procedentes de Izamba; dichas hortalizas presentan alta carga microbiana patógena a causa del uso de agua contaminada del río Cutuchi para regadío. La aplicación de ambos desinfectantes mejoró la calidad microbiológica de las hortalizas reduciendo entre 2 y 3 ciclos logarítmicos la carga microbiana, permitiendo aumentar la vida útil de las hortalizas y asegurar la salud y bienestar del consumidor.
- Uso de Agentes Antimicrobianos Naturales en la Conservación de Frutas y Hortalizas. Rodríguez E., 2011. La demanda de productos frescos mínimamente tratados está aumentando, así como el interés por los agentes antimicrobianos de origen natural (derivados de vegetales), por esto en la actualidad se busca la combinación de dos o más factores que interaccionen aditiva o sinérgicamente controlando a la población microbiana, permitiendo con esto productos semejantes al producto fresco pero con menos aditivos, cabe señalar que la velocidad de deterioro microbiológico no solo

depende de los microorganismos presentes, sino también de la combinación química del producto y del tipo de carga microbiana inicial. Es por ello que el principal objetivo del procesamiento de alimentos es proveer bienestar al ser humano por medio de alimentos seguros, nutricionalmente adecuados y cubrir las expectativas de sabor, aroma y apariencia, por lo cual el uso de aditivos alimentarios de origen natural implica el aislamiento, purificación, estabilización e incorporación de dichos compuestos a los alimentos con fines antimicrobianos, sin que afecte negativamente a las características sensoriales.

- Caracterización Química y Actividad Antimicrobiana del Aceite Esencial de *Piper marginatum* Jacq. Sánchez Y., Correa T., Abreu Y., Martínez B., Duarte Y. y Pino O., 2011. El uso de antimicrobianos de origen natural es una alternativa que está en vía de desarrollo y explotación y, dentro de ellos, los aceites esenciales tienen grandes potencialidades. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición química del aceite esencial de *Piper marginatum* Jacq. y evaluar su actividad antibacteriana y antifúngica frente a microorganismos de importancia en la esfera agrícola. El efecto antifúngico del aceite (10µl) se determinó sobre *Alternaria solani*. El aceite mostró un efecto bactericida frente a *X. albilineans* y *X. campestris* y efecto fungistático frente a *A. solani*. Existen enormes posibilidades de desarrollo del aceite esencial de *P. marginatum* como agente antimicrobiano, considerando su elevado rendimiento (2,18 % p/v) y su actividad frente a los microorganismos estudiados.

2.2 Fundamentación filosófica

La presente investigación pretende ofrecer alternativas de tratamientos microbiológicos naturales para disminuir el uso inadecuado de los aditivos químicos y ayudar a mejorar la calidad de las hortalizas que se producen en la provincia de Tungurahua.

En la parroquia de Izamba – Quillán, los agricultores utilizan para regadío, el agua del río Cutuchi proveniente de Latacunga, lugar donde se produce un mayor nivel de contaminación. Este problema trae graves consecuencias debido al aumento de la carga microbiana patógena en las hortalizas cultivadas en este sector, y la posibilidad de transmitir enfermedades a través del consumo de dichos alimentos.

Por tal motivo, el paradigma es positivo porque se ofrecerá una forma natural de contrarrestar los microorganismos patógenos y mejorar la calidad sensorial de las hortalizas, mediante el uso de AE. Se fundamenta en los resultados de las investigaciones ejecutadas en algunos países latinoamericanos, que abarcan la función bactericida de los AE de varias especies vegetales. Los AE contienen principalmente terpenos, que son los compuestos encargados de eliminar diferentes microorganismos patógenos presentes en frutas y hortalizas frescas. Lo anterior permitirá ofertar alimentos frescos, inocuos y aptos para el consumo humano, y aumentar la competitividad de los pequeños productores en la provincia de Tungurahua.

2.3 Fundamentación legal

Apoyado en la Constitución Política del Ecuador, 2008, en la sección primera del Buen Vivir, en el artículo 13 se indica que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria. Por tal motivo se emplearon normas ecuatorianas y extranjeras que garanticen calidad e inocuidad alimentaria; a continuación se indican las normas técnicas a empleadas:

Determinación de Humedad

- ✓ Balanza de humedad KERN MLS 50

Determinación de Acidez

- ✓ Norma INEN 162

Determinación de pH

- ✓ pH-metro

Determinación de Vitamina C

- ✓ Método AOAC 923.09 1980

Determinación de sólidos solubles

- ✓ Refractómetro

Determinación de Recuento total

- ✓ INEN 1529-5:06

Determinación de *Coliformes totales - Escherichia coli*

- ✓ INEN 1529-7- 1990-02.

Determinación de *Salmonella*

- ✓ Método AOAC 967.25

Determinación de *Staphylococcus aureus*

- ✓ Método AOAC 987.09

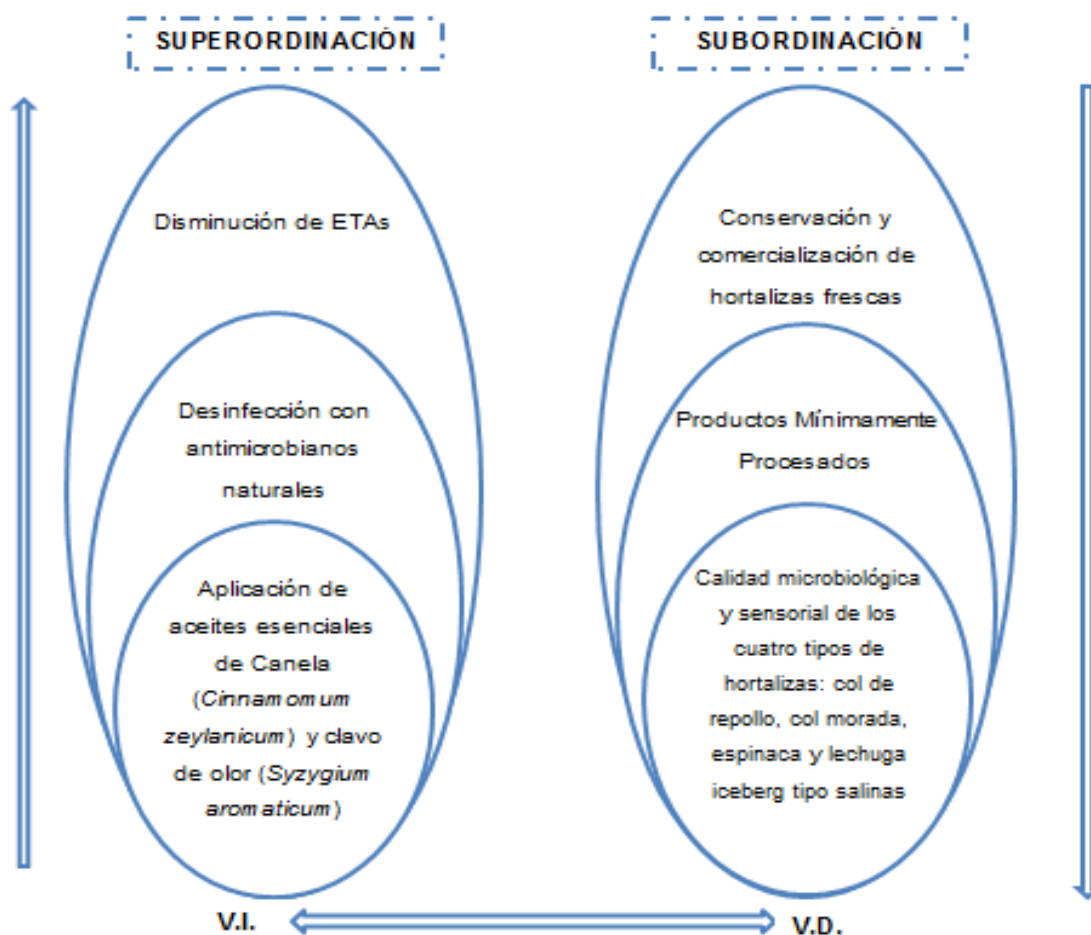
Determinación de mohos y levaduras

- ✓ INEN 1529-10: 98

2.4 Categorías fundamentales

En el gráfico 2, se muestran las principales ideas que relacionan las variables independiente y dependiente, mostrando así la importancia de la realización de este estudio.

Gráfico 2. Red de inclusiones



Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

2.4.1 Variable independiente

2.4.1.1 Aplicación de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*)

Los AE son líquidos oleosos volátiles, generalmente insaponificables, que se pueden obtener de diferentes partes de una planta (hojas, raíces, flores, semillas y frutas) por algún método físico de extracción. Éstos representan la fracción aromática más importante del vegetal y están constituidos por una mezcla compleja de compuestos, principalmente terpenos, alcoholes, cetonas, fenoles, ácidos, aldehídos y ésteres. Su composición y sus propiedades sensoriales varían aún en la misma planta (González, 2005). Por siglos, los aceites extraídos de las plantas se han usado para una gran variedad de propósitos (Jones, 1996).

El interés en la aplicación de AE para el control de patógenos pre y poscosecha se ha incrementado en años recientes, debido a que poseen características especiales y presentan un gran potencial en la conservación de alimentos (Vázquez *et al.*, 2001). Los AE derivados de plantas son conocidos por su actividad antimicrobiana contra un amplio rango de bacterias y hongos. Sin embargo, usualmente están presentes en mezclas complejas y su actividad puede ser atribuida de acuerdo al contenido de terpenos (Delaquis *et al.*, 2002).

El modo de acción de los agentes antimicrobianos se relaciona con la estructura de la pared celular y la membrana externa. Los productos naturales obtenidos a partir de plantas constituyen una fuente alternativa y útil en el control del biodeterioro, además de tener la ventaja de no impactar negativamente en el medio ambiente (Rodríguez, 2011).

2.4.1.1.1 Extracto de canela (*Cinnamomum zeylanicum*)

La canela es de la familia *Lauraceae*, del género *Cinnamomum* que comprende aproximadamente 250 especies; las tres especies de donde se obtienen AE de interés son: *C. zeylanicum*, *C. cassia* Blume y *C. camphora* L.. La canela tiene efectos biológicos como la analgesia, antiséptico, afrodisíaco, astringente, insecticida y parasiticida (Cabrera, 2010). En la Imagen 1 se muestra el extracto de canela proveniente de la corteza.

Imagen 1. Aceite esencial de canela



Fuente: centralesoterica.com

El aceite de esta especie se puede extraer de la hoja, del tallo o de la raíz, lo que da lugar a diferencias en sus características de aroma, sabor y principalmente en su composición química. El uso más común es como saborizante en la industria de alimentos, preparaciones dentales y bebidas, entre otros productos; además se caracteriza porque tiene un aroma dulce, picante y de gran alcance (Molinas y Durán, 1970). El aceite es un líquido amarillento o parduzco que se oscurece y espesa con el tiempo o por exposición prolongada al aire. Su color y sabor son característicos. Es poco soluble en agua y muy soluble en alcohol y en ácido acético glacial (Cabrera, 2010).

- **Composición química de la canela**

Según la FAO (citado en Cabrera, 2010), el aceite de canela contiene como componente principal 75-85% de eugenol, con una alta actividad antibacterial, y contiene 5% de aldehído cinámico, el cual contribuye con su carácter aromático y características antimicrobianas. La canela posee también minerales, vitamina C, fibra, sacarosa, cumarinas, alcanfor, terpenos como: linalol, limoneno, entre otros. Contiene además furfurales (Cabrera, 2010).

- **Efecto inhibitorio del aceite esencial de canela**

El aldehído cinámico (3- fenil-2 propenal) presente con un 5% en la canela, es el componente responsable de exhibir actividad antibacterial e inhibe el crecimiento de mohos y la producción de micotoxinas, incluyendo *Aspergillus parasiticus*; se reporta que de 1 a 2% de concentración de canela puede permitir algún crecimiento de *A. parasiticus*, pero también puede disminuir la producción de aflatoxinas en un 99% (Rodríguez, 2011). Se ha reportado que el aldehído cinámico contiene un antimicótico natural, inhibiendo la producción de aflatoxinas (Hitokoto, 1978), el ácido cinámico y los derivados del aldehído cinámico provienen de plantas y frutas, y son

formados como una protección natural contra infecciones y microorganismos patógenos (Davidson, 2001).

2.4.1.1.2 Extracto de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*)

El clavo es una especie proveniente de las plantas del género *Syzygium*, misma que ha sido usada desde tiempos antiguos en la medicina tradicional, teniendo usos de expectorante, estimulante, analgésico, anti flatulento, etc. (Chaieb *et al.*, 2007). El aceite esencial se obtiene por destilación con agua o al vapor de los capullos aún no abiertos de las flores o de las hojas del árbol, su rendimiento es muy elevado del 15 al 20%. El aceite es más pesado que el agua y tiene un color amarillo que se vuelve pardo cuando entra en contacto con el aire, su aroma es fuerte y dulzón (Alvi Olor S.A., 2012). En la Imagen 2 se presenta el aceite esencial de clavo de olor.

Imagen 2. Aceite esencial de clavo de olor



Fuente: unavidalucida.com.ar

- **Composición química del clavo de olor**

El AE de clavo está formado por una gran variedad de compuestos. Su composición varía dependiendo de su procedencia. Entre sus componentes destaca eugenol (49-98%) como compuesto mayoritario, beta-cariofileno (4-21%) y eugenil acetato (0,5-21%). Además se pueden encontrar pequeñas cantidades de alfa-humuleno y trazas (< 1%) de otros 25 a 35 constituyentes (Chaieb *et al.*, 2007). Los compuestos con estructura fenólica demostraron tener una actividad antimicrobiana superior debido a su carácter hidrofóbico.

Estudios dan importancia al grupo hidroxilo y su localización en la estructura fenólica para obtener una mayor capacidad antimicrobiana (Huertas, 2009).

- **Efecto inhibitorio del aceite esencial de clavo de olor**

Cuando se ha estudiado el efecto del AE frente a un grupo de bacterias, el AE extraído de la semilla ha mostrado una mayor actividad frente *Staphylococcus aureus*, mientras que el aceite procedente de las hojas inhibe con mayor intensidad el crecimiento de *Bacillus cereus* (Ogunwande, 2005).

Se piensa sobre la posible interacción del grupo hidroxilo con proteínas inhibiendo su acción, concentraciones subletales de eugenol inhibieron la producción de las amilasas y proteasas de *B. cereus* (Huertas, 2009). Kamel (2007), determinó la acción antibacteriana del eugenol extraído del clavo sobre *S. epidermidis*, *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. fecalis*, *P. aureginosa*, *S. typhimurium* y *M. luteus* (Baquero, 2008).

2.4.1.2 Desinfección con antimicrobianos naturales

Yves y Bourgeois (2002) mencionan que las hortalizas frescas se consumen directamente, tras una somera limpieza con agua justo antes de su consumo, o como preparaciones industriales comercializadas en forma de presentaciones más o menos elaboradas, acondicionadas y listas para su consumo: ensaladas cortadas, zanahorias ralladas, mezclas de diferentes hortalizas desmenuzadas, como tal o después de una cocción.

Estas hortalizas también se pueden utilizar en estado crudo o como elementos de decoración en los platos ya preparados y cocinados. El consumo de estos productos está siendo cada vez más importante en la restauración fuera del hogar. El tipo de consumidores es extremadamente variado en lo que concierne a su edad y a su estado de salud. La producción de hortalizas sustenta pues un verdadero sector económico y tecnológico. Los progresos alcanzados hasta ahora en ese sector están basados en los aspectos agronómicos (rendimientos, selección varietal, tratamientos fitosanitarios, etc.).

De acuerdo a Nguyen-The y Carlin (1994), una hortaliza alberga de 10^4 a 10^6 microorganismos por gramo. El lavado no permite reducir esta flora más que en un factor de alrededor de 10. La utilización de desinfectantes acrecienta sensiblemente la reducción de esta flora. En otros países se autoriza la desinfección con cloro debido al desconocimiento de desinfectantes naturales como son los aceites esenciales.

El uso de antimicrobianos es una práctica común en la industria de los alimentos, por muchos años se han utilizado antimicrobianos sintetizados químicamente (que en algunos casos han causado daño en la salud de los consumidores, si se utilizan a grandes dosis o como en el caso de los sulfitos), redundando en un rechazo por parte de los consumidores de productos procesados, por lo cual ha surgido la necesidad de buscar otras opciones.

En esta búsqueda se han encontrado nuevos agentes antimicrobianos de origen natural, como sustitutos de los tradicionalmente utilizados. Algunos antimicrobianos naturales se obtienen principalmente de hierbas, plantas y especias. Lo más difícil es extraer, purificar, estabilizar e incorporar dicho antimicrobiano al alimento sin afectar su calidad sensorial y seguridad.

2.4.1.3 Disminución de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs)

La creciente inquietud por la seguridad alimentaria por parte de los consumidores, va a necesitar de la puesta en marcha de nuevos criterios de calidad de las hortalizas a nivel de los diferentes eslabones de la cadena. Hasta ahora, aun cuando su obtención comienza en el campo, la calidad microbiológica de las hortalizas no era apreciada más que en los últimos eslabones (Yvesy y Bourgeois, 2002). La cada vez más demandada trazabilidad de los productos permitirá responsabilizar a los diferentes actores de este sector, especialmente en materia higiénica. Es decir, la calidad de los productos finales dependerá en parte de la materia prima utilizada y por consiguiente de las condiciones higiénicas de su producción y de su comercialización (Nguyen-The y Carlin, 1994). El aumento de las enfermedades por el consumo de alimentos contaminados con microorganismos como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphilococcus aureus*, ha hecho que cada vez más países reconozcan la necesidad de someter estos alimentos a ciertas pruebas o estudios enfocados a evaluar su inocuidad y su calidad (Yves y Bourgeois, 2002).

Los criterios de mayor importancia para los mercados en Tungurahua son el aspecto, sanidad y frescura de las hortalizas, ya que de estas características depende la vida del producto y el bienestar de los consumidores (Pilataxi, 2010). Los análisis microbiológicos realizados por empresas extranjeras, presentaron un informe donde revelan la presencia de bacterias: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia* y *Aerobacter aerogenes*, causantes de las más peligrosas enfermedades. Por tal motivo, se buscan alternativas para mejorar la calidad de las hortalizas cultivadas en Ambato (Ron, 2005).

Clavijo (2011) indica que en nuestro país el mayor índice de mortalidad infantil está dado precisamente por las enfermedades gastrointestinales, siendo además la segunda causa de morbilidad en el Ecuador. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC citado en Clavijo, 2011), es debido a la presencia de bacterias, virus o parásitos en el agua y

alimentos contaminados, los que provocan la temible cólera, fiebre tifoidea, poliomielitis, meningitis y hepatitis A y E, y una gran variedad de intoxicaciones alimentarias.

2.4.1.3.1 Fuentes de contaminación de las hortalizas

Antes de acabar en el plato del consumidor, las hortalizas frescas están sometidas a todo tipo de contaminaciones, cuyas fuentes pueden situarse antes o después de la recolección, durante el cultivo en el campo o en invernadero, en el curso de la recolección, durante las operaciones de acondicionamiento, manipulación, transporte y distribución. Con respecto a las contaminaciones microbianas, al mismo tiempo que los microorganismos de alteración, responsables de la podredumbre, de la pérdida de aspecto, de gusto, de olor o de textura, se pueden transportar bacterias, virus o parásitos patógenos para el hombre (Yvesy y Bourgeois, 2002). Entre las principales fuentes de contaminación de las hortalizas se mencionan:

- **El agua.-** Constituye la fuente más frecuente de bacterias patógenas, la mayor parte procedentes de contaminaciones fecales. El agua de riego, de pulverización o de lavado pueden transportar estos contaminantes patógenos: *E. coli*, *Salmonella* sp. y *Shigella* sp., son los gérmenes que con mayor frecuencia se encuentran en el agua de riego. Por ello, es indispensable la búsqueda de un agua de lavado de calidad microbiológica óptima (Nguyen-The y Carlin, 1994).
- **El suelo y las enmiendas orgánicas.-** Bacterias, como *Clostridium* sp. y *Bacillus cereus*, son parte de la flora del suelo. Es posible una contaminación por contacto. Además, los aportes de estiércol o de purines incrementan los riesgos de contaminación por *Salmonella* sp., *Listeria* sp., *E. coli*, etc. (Michard, 1993).
- **Los animales.-** A veces pueden estar implicadas las heces de los animales domésticos o salvajes, en particular las de las aves (Nguyen-The y Carlin, 1994).

- **La recolección.-** La principal fuente de contaminación proviene de la generalización de la recolección mecánica de hortalizas en cultivos extensivos, destinadas a las industrias de transformación (Philippon, 1991).
- **Las condiciones de post-recolección.-** La temperatura, la humedad, el pH y la atmósfera pueden influir positiva o negativamente en la flora patógena albergada en las hortalizas. Es conveniente señalar que las atmósferas modificadas permiten, para ciertas hortalizas, incrementar la fecha límite de consumo de los vegetales crudos (Abdoul-Raouf *et al.*, 1993).

2.4.1.3.2 Principales microorganismos patógenos y toxinogénicos para el hombre

La Tabla 2 proporciona una idea de las principales bacterias patógenas o toxinogénicas aisladas de hortalizas y de su frecuencia. Sin embargo, las toxi-infecciones alimentarias debidas al consumo de hortalizas son relativamente poco significativas en comparación a la de los alimentos de origen animal.

Tabla 2. Bacterias patógenas aisladas de vegetales crudos

Productos	Países	Bacterias aisladas	Frecuencia de aislamiento
Col	Canadá, USA	<i>Aeromonas</i>	2/92
	México	<i>L. monocytogenes</i>	1/4
	España	<i>E. coli O₁₅₇H₇</i>	7/41
Lechuga	Italia, Holanda	<i>Salmonella</i>	82/120, 2/28
	España		5/80
Ensalada			
4ª gama	U.K.	<i>L. monocytogenes</i>	19/70
Espinacas	España, USA	<i>Salmonella</i>	3/28

Fuente: Beuchat, 1996, Pathogenic microorganisms associated with fresh produce.
Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

2.4.2 Variable dependiente

2.4.2.1 Calidad microbiológica y sensorial de los cuatro tipos de hortalizas: col de repollo, col morada, espinaca y lechuga iceberg tipo salinas

González (2005) señala que los microorganismos juegan un papel importante en la industria alimenticia, ya que además de generar grandes pérdidas debido a la destrucción que provocan, pueden afectar a la salud pública. En general, se requiere mucho trabajo de investigación en el área de microbiología de vegetales pre cortados con el objeto de tener las herramientas para hacer de este un alimento seguro para el consumidor. Además, son varias las características que definen a un producto fresco cortado de buena calidad: apariencia fresca, textura aceptable, buen sabor y olor, seguridad microbiológica y vida útil suficientemente larga que permita incluir al producto dentro de un sistema de distribución.

Factores como el cultivar, el estado de madurez, la manipulación post-cosecha, el acondicionamiento de la materia prima, así como las condiciones de almacenamiento del producto terminado, son algunos de los factores que intervienen directamente en la calidad final de los productos frescos cortados.

2.4.2.1.1 Hortalizas

Van Haeff y Johan (1992) indican que la horticultura es la rama de la agricultura que trata de cultivos de hortalizas. La palabra horticultura está formada de la palabra **hortus**: jardín y **cultura**: cultivo. Las hortalizas son plantas herbáceas con partes comestibles para la alimentación humana. El alto contenido de vitaminas, minerales y proteínas es una importante razón para comer tantas hortalizas como sea posible. Una familia de tres personas debería comer por lo menos un kilo de hortalizas por día. En la Imagen 3 se muestran algunas hortalizas.

Imagen 3. Hortalizas



Fuente: frutasmanuela.com

Las hortalizas requieren un cuidado intensivo, por lo que exigen mucha mano de obra por unidad de superficie cultivada. Estos cultivos son perecederos; lo cual limita las posibilidades de mercadeo, porque los transportes refrigerados encarecen la distribución. Existen huertas comerciales y huertas caseras, familiares o escolares. La huerta comercial se dedica a la producción de hortalizas destinadas a la comercialización con el objetivo principal de obtener beneficios económicos. Para la huerta casera, familiar o escolar, la utilidad comercial es un factor secundario.

La explotación de la huerta para mercado local se caracteriza por ser intensiva, dado que tiene muchas diferentes hortalizas en varias etapas de desarrollo para lograr una oferta variada y continua. Las huertas que producen para mercados distantes y para la exportación, se caracteriza por su menor diversificación de cultivos. A menudo se cultivan solo dos o tres especies en superficies de cinco o más hectáreas cada una.

En cambio, las huertas industriales tienen como objetivo la producción de hortalizas para el procesamiento industrial. En muchos casos son cultivos en escalas grandes de diez o más hectáreas. A menudo son cultivos contratados. La eficiencia de la producción de este tipo de huertas es superior, ya que se logran mayores ventas a los consumidores, e incluso a aquellos de recursos limitados. Con base en el volumen de la producción mundial, las hortalizas más importantes son: tomate, cebollas, zanahorias, repollo, lechuga, remolacha, ajo, fresa y melón.

Clasificación de hortalizas

Según Haeff y Berlijn (1992), las hortalizas como la espinaca, la lechuga, y el repollo blanco y colorado pertenecen a la familia Chenopodiaceae, Compositae y Cruciferae, respectivamente. En el Cuadro 1 se observa la clasificación botánica de algunas hortalizas.

Cuadro 1. Clasificación botánica de algunas hortalizas

Familia	Hortalizas
Chenopodiaceae	Espinaca Remolacha roja Acelga
Compositae	Lechuga Alcachofa Achiora
Cruciferae	Repollo blanco Colirrábano Repollo colorado Brócoli Repollito bruselas Rábano Coliflor Nabo

Fuente: Van Haeff y Berlijn, Horticultura: Área de producción vegetal (1992).

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Composición química de las hortalizas

En general, la composición química global de las hortalizas, presenta algunas características favorables (Favier *et al.*, 1996):

1. Un elevado contenido en agua y un bajo contenido calórico, lo que les permite provocar un estado de saciedad para una carga calórica baja.
2. Una composición de la materia seca caracterizada frecuentemente por un contenido en proteínas relativamente elevado (10 a 30%), un bajo contenido en lípidos (1 a 3%), un alto contenido en glúcidos disponibles (10 a 50%) y en fibras (10 a 50%) y por último algunos contenidos apreciables en vitaminas.

Después de estas consideraciones esencialmente cuantitativas, se examina el valor nutricional específico de cada una de estas categorías (Wikipedia, 2012):

- **Agua:** Las hortalizas contienen una gran cantidad de agua, aproximadamente un 80% de su peso.
- **Glúcidos:** Según el tipo de hortalizas la proporción de hidratos de carbono es variable. Según la cantidad de glúcidos las hortalizas pertenecen a distintos grupos:
 1. Grupo A: Contienen menos de un 5% de hidratos de carbono. Pertenecen a este grupo la acelga, el apio, la espinaca, la berenjena, la coliflor, la lechuga, el pimiento, el rábano.
 2. Grupo B: Contienen de un 5 a 10% de hidratos de carbono (alcachofa, guisante, cebolla, nabo, puerro, zanahoria, remolacha).
 3. Grupo C: Contienen más del 10% de hidratos de carbono (patata, mandioca).
- **Vitaminas y minerales:** La mayor parte de las hortalizas contienen gran cantidad de vitaminas y minerales. La vitamina A está presente en la mayoría de las hortalizas en forma de provitamina, especialmente en zanahorias, espinacas y perejil. También son ricas en vitamina C, especialmente pimiento, perejil, coles de Bruselas y brócoli. Se encuentra vitamina E y vitamina K, pero en mucha menos cantidad en guisantes y espinacas.

Como representante de las vitaminas del grupo B, se tiene el ácido fólico que se encuentra en las hojas de las hortalizas verdes. El potasio abunda en la remolacha y la coliflor; el magnesio en espinacas y acelgas.

- **Lípidos y proteínas:** Presentan un contenido bajo de estos macro nutrientes.
- **Valor calórico:** La mayor parte de las hortalizas son hipocalóricas. Por ejemplo, 100 g de acelgas solo contienen 15 calorías. La mayoría no superan las 50 calorías por 100 g, excepto las alcachofas y las patatas. Debido a este bajo valor calórico las hortalizas deberían estar presentes en un gran porcentaje en una dieta contra la obesidad.
- **Fibra dietética:** La décima parte del peso de las hortalizas es fibra alimentaria. La fibra dietética es pectina y celulosa, que suele ser menos digerible que en la fruta, por lo que es preciso la cocción de las hortalizas para su consumo en la mayor parte de las ocasiones. La mayoría de las hortalizas son ricas en fibra (berenjena, coliflor, judías verdes, brócoli, escarola, guisante).

Todas estas propiedades hacen que sea recomendable consumirlas con bastante frecuencia al día, sugiriéndose una ración en cada comida y de la forma más variada posible. Por eso las hortalizas ocupan el segundo piso, junto con las frutas, en la pirámide de los alimentos.

2.4.2.1.2 Col de repollo (*Brassica olerace var. capitata cv. bronco*)

La col de repollo es una de las especies hortícolas más antiguas que se conocen; fue utilizada como alimento por las civilizaciones antiguas de Grecia y Roma. Después del descubrimiento, la col de repollo fue traída a América y propagado su cultivo por todo el continente y las islas Antillas, donde en la actualidad es ampliamente utilizada como ensalada, en combinación con otros alimentos como granos y carnes y también en forma de encurtidos (Bianchini y Corbetta, 1974). En la Imagen 4 se muestra la col de repollo que se produce en Tungurahua.

Imagen 4. Col de repollo



Fuente: plantamedicinales.net

Importancia alimenticia

Pérez y Llosas (1991), señalan que la col de repollo es particularmente rica en carbohidratos y vitaminas. El contenido de vitamina C varía de 35 a 60 mg, y según la experiencia de algunos investigadores, las hojas exteriores del repollo son más ricas en este elemento que las interiores. Es importante el contenido de azufre que posee (0.03-0.04%). La composición química de la col se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición química de la col de repollo

CONTENIDO NUTRITIVO						
Humedad	%	92,40	P	mg	30,00	
Calorías	cal	25,00	Fe	mg	2,40	
Proteína	g	1,60	Caroteno	mg	0,08	
Extracto etéreo	g	0,30	Tiamina	mg	0,04	
Carbohidratos	Totales	g	5,20	Riboflavina	mg	0,03
	Fibra	g	0,80	Niacina	mg	0,34
Ceniza	g	0,50	Vit. C	mg	38,00	
Ca	mg	32,00				

Nota: los resultados corresponden a 100 g de parte comestible de muestra analizada.

Fuente: Tabla de la composición de los alimentos ecuatorianos (1985).

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Fisiología

El crecimiento y la fenología del desarrollo en las plantas de col, así como de otros cultivos, son necesarios conocerlos para planificar las diferentes actividades aerotécnicas con la finalidad de obtener altos rendimientos con la calidad requerida. En algunas variedades, la cosecha se debe realizar cuando los repollos están compactos, y son sólidos en su parte superior al apretarlos. Después de cosechada no debe permanecer en el campo por más de 16 horas (Pérez y Llosas, 1991). Como alteraciones más importantes, padece las producidas por *Botrytis*, *Alternaria* y otras de origen bacteriano (Molinas y Durán, 1970).

2.4.2.1.3 Col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*)

La col lombarda o repollo morado es originaria del área mediterránea. La historia señala que fue cultivada por los egipcios 2500 años antes de Cristo y posteriormente por los griegos. En la Edad Media esta hortaliza fue considerada como “el médico de los pobres” por su contenido en vitaminas, sales minerales y azufre (Pérez y Llosas, 1991). La col morada es un repollo comestible de sabor ligeramente dulce y muy apreciado. Se cultiva, prepara y consume de la misma manera que las otras coles. Las variedades redondas e intensamente coloreadas se emplean generalmente para encurtidos (Infoagro.com, 2011). En la Imagen 5 se visualiza la col morada para ensaladas.

Imagen 5. Col morada



Fuente: fichas.infojardin.com

Importancia alimenticia

Entre las propiedades que se le atribuyen se encuentra su poder anticancerígeno por la cantidad de sustancias antioxidantes que contiene. Rica en vitamina C (Jaramillo y Díaz, 2006). La col morada debe su color a un pigmento llamado antocianina. De acuerdo con la evidencia científica proveído por diversos investigadores, la antocianina protege contra el cáncer y mejora el funcionamiento del cerebro. Existen varios tipos de antocianinas, algunas de ellas contienen el doble de antioxidante que la vitamina C (Troxler y Readon, 2001). En la Tabla 4 se muestra la composición química de la col morada.

Tabla 4. Composición química de la col morada

CONTENIDO NUTRITIVO						
Humedad	%	90,70	P	mg	22,00	
Calorías	cal	30,00	Fe	mg	0,70	
Proteína	g	1,70	Caroteno	mg	0,05	
Extracto etéreo	g	0,10	Tiamina	mg	0,07	
Carbohidratos	Totales	g	7,00	Riboflavina	mg	0,05
	Fibra	g	1,50	Niacina	mg	0,35
Ceniza	g	0,50	Vit. C	mg	71,00	
Ca	mg	32,00				

Nota: los resultados corresponden a 100 g de parte comestible de muestra analizada.

Fuente: Tabla de la composición de los alimentos ecuatorianos (1985).

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Fisiología

Su cultivo es relativamente fácil, se adapta a casi todo tipo de suelos, siempre y cuando exista buena presencia de materia orgánica (humus). Los climas fríos y húmedos son más adecuados para la col (Infoagro.com, 2011). Es de tallo corto y las hojas imbricadas forman una pella o cabeza más o menos compacta. El cultivo y desarrollo de la col morada o lombarda es igual a la col común (Jaramillo y Díaz, 2006).

2.4.2.1.4 Espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

Las espinacas, principalmente en otoño y luego en invierno son, entre las hortalizas herbáceas, las mayormente saludables para el organismo porque están dotadas de diferentes propiedades que difícilmente se podría encontrar en otras verduras de consumo invernal (Bianchini y Corbetta, 1974).

La *Spinacia oleracea*, fue introducida en Europa alrededor del año 1000, procedente de regiones asiáticas, probablemente de Persia, pero únicamente a partir del siglo XVIII comenzó a difundirse por Europa y se establecieron cultivos para su explotación, principalmente en Holanda, Inglaterra y Francia; se cultivó después en otros países y más tarde pasó a América (Infoagro Systems, S.L., 2011). En la Imagen 6 se observa el tipo de espinaca que se cultiva en la provincia de Tungurahua.

Imagen 6. Espinaca



Fuente: plantasyjardines.es

Importancia alimenticia

Ante todo se encuentran entre los vegetales más ricos en vitaminas: es altísimo su porcentaje de vitamina A, como también las del complejo B, cuyos componentes desempeñan un papel de primer plano en el crecimiento, y desarrollan al mismo tiempo gran actividad anti anémica. Así mismo es elevado el contenido en vitamina C, cuya deficiencia acarrea debilidad general del organismo, en el mejor de los supuestos, y el escorbuto en los peores; también contiene las vitaminas E y K (Infoagro Systems, S.L., 2011). En la Tabla 5 se muestra la composición de la espinaca.

Tabla 5. Composición química de la espinaca

CONTENIDO NUTRITIVO						
Humedad	%	93,00	P	mg	26,00	
Calorías	cal	20,00	Fe	mg	3,50	
Proteína	g	1,80	Caroteno	mg	3,00	
Extracto etéreo	g	0,40	Tiamina	mg	0,02	
Carbohidratos	Totales	g	3,60	Riboflavina	mg	0,10
	Fibra	g	0,60	Niacina	mg	0,50
Ceniza	g	1,20	Vit. C	mg	32,00	
Ca	mg	0,60				

Nota: los resultados corresponden a 100 g de parte comestible de muestra analizada.

Fuente: Tabla de la composición de los alimentos ecuatorianos (1985).

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Fisiología

En una primera fase forma una roseta de hojas de duración variable, según condiciones climáticas y posteriormente emite el tallo. De las axilas de las hojas o directamente del cuello surgen tallitos laterales que dan lugar a ramificaciones secundarias, en las que pueden desarrollarse flores. La recolección se inicia en las variedades precoces a los 40-50 días tras la siembra y a los 60 días después de la siembra con raíz incluida; oscilando las producciones óptimas entre 15 y 20 tm/ha. La recolección nunca se realiza después de un riego, ya que las hojas se ponen turgentes y son más susceptibles de romperse (Infoagro Systems, S.L., 2011). En razón de su constitución hojosa, resulta muy rápidamente perecedera, y por tal razón, es sensible a la marchitez y a la podredumbre producida por la *Alternaria* y *Botrytis* (Molinas y Durán, 1970).

2.4.2.1.5 Lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa* var. *capitata*)

La lechuga iceberg tipo salinas es conocida como lechuga criolla y posee forma de repollo. Las lechugas cultivadas pertenecen a la familia de las Compuestas y al género *Lactuca*. En el ámbito de éste, los autores en su mayor parte son propensos a reservarle una variedad (Bianchini y Corbetta, 1974).

Es utilizada para consumo en forma de ensalada desde la antigüedad por los pueblos egipcios, griegos y romanos. A América fue traída cierto tiempo después del descubrimiento y se difundió por todos los países y hasta los momentos actuales tienen un consumo amplio (Pérez y Llosas, 1991). En la Imagen 7 se muestra la lechuga utilizada para ensaladas, comúnmente conocida como lechuga criolla.

Imagen 7. Lechuga iceberg tipo salinas (criolla)



Fuente: spanish.alibaba.com

Importancia alimenticia

Pérez y Llosas (1991), indican que las hojas de lechuga contiene un porcentaje bastante alto de agua (92-95.5%); son ricas en vitamina C, hierro, fósforo y calcio. Las vitaminas C y A son más abundantes en las hojas verdes exteriores que en las interiores del repollo. En la Tabla 6 se muestra la composición química de la lechuga criolla.

Tabla 6. Composición química de la lechuga criolla

CONTENIDO NUTRITIVO						
Humedad	%	96,60	P	mg	23,00	
Calorías	cal	11,00	Fe	mg	0,60	
Proteína	g	0,70	Caroteno	mg	0,16	
Extracto etéreo	g	0,20	Tiamina	mg	0,06	
Carbohidratos	Totales	g	2,20	Riboflavina	mg	0,03
	Fibra	g	0,60	Niacina	mg	0,24
Ceniza	g	0,30	Vit. C	mg	4,00	
Ca	mg	19,00				

Nota: los resultados corresponden a 100 g de parte comestible de muestra analizada.

Fuente: Tabla de la composición de los alimentos ecuatorianos (1985).

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Fisiología

La lechuga es una planta de ciclo anual y corto; después del trasplante en dependencia de la variedad y la época, este puede ser de 40 a 50 días. Se considera que la planta estará lista para ser cosechada cuando se ha formado la roseta de hojas o el repollo; se colocan formando mazos verticales en cajas de madera o plásticas, no debiendo permanecer en el campo por más de 4 horas después de cosechadas (Pérez y Llosas, 1991).

Las lechugas pueden presentar alteraciones como la marchitez, el Russet spotting (manchas en las hojas) y el Tip-born o necrosis de los márgenes, entre las de tipo fisiológica; la *Sclerotinia*, *Botrytis* y las de origen bacteriano, entre las patológicas (Molinas y Durán, 1970).

2.4.2.2 Productos Mínimamente Procesados

González (2005), indica que actualmente el consumidor es el foco principal en el agronegocio alimentario. Estar al día en los cambios de mercado y de comportamiento de la población es de fundamental importancia para los productores que pretenden atender las diferentes transacciones de mercado, conforme sus necesidades. La disminución en el tamaño de las familias y la mayor preocupación con la salud da como resultado un consumidor más consciente y más exigente.

Para enfrentar esta nueva realidad, el mercado de frutas y hortalizas necesita estar atento para atender todos los tipos de consumidores, ofreciendo frutas y hortalizas *in natura* y con valor agregado, es decir, vegetales mínimamente procesados, ofrecidos a los consumidores finales, de forma práctica y atractiva. Por definición, el producto mínimamente procesado (PMP) es cualquier fruto u hortaliza, o combinación de ambos, que haya sido físicamente alterado, pero permaneciendo en su estado *in natura*.

2.4.2.2.1 Forma y apariencia en la presentación de los productos vegetales mínimamente procesados

Los vegetales al ser mínimamente procesados, generalmente, sufren algún tipo de corte, siendo por eso una operación esencial en el proceso de producción y que al final de cuentas, define la presentación que se desea dar al producto final (Stewart *et al.*, 1994). El uso de técnicas modernas de análisis sensorial ha sido un medio seguro para caracterizar diferencias y similitudes entre productos que disputan un mismo mercado consumidor; así como también para evaluar alteraciones sensoriales que ocurren principalmente en función del tipo de corte, predominante con relación a la forma y grosor, así como el tipo de envase (Minim y Dantas, 2004).

- **Tipo de corte**

El grosor del corte, como por ejemplo en repollo mínimamente procesado, así como en cualquier otra hortaliza comercializada en esa forma, constituye uno de los aspectos visuales de suma importancia para la aceptabilidad del producto (Silva, 2001).

La estandarización de la forma (corte) y consecuentemente de los embalajes que contiene los productos mínimamente procesados (PMP), propicia una correcta estiba; facilitando así el almacenamiento, manejo y el movimiento de los productos. La Tabla 7 muestra los estándares de corte desarrollados, por una empresa procesadora, buscando abastecer a una cadena internacional de “comida rápida” (González, 2005).

Tabla 7. Estandarización de cortes exigidos por una cadena de comida rápida para el abastecimiento de frutas y hortalizas mínimamente procesadas (pro ver® - proyectos & consultorias, datos no publicados)

Producto	Longitud (cm)	Anchura/Grosor (cm)
Lechuga crespá	2 a 5	0,8 a 1,0
Lechuga lisa	2 a 5	0,8 a 1,0
Repollo morado	2 a 5	0,8 a 1,0
Repollo blanco	2 a 5	0,8 a 1,0

Fuente: González, Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Frescos Cortados, 2005.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Los diferentes cortes, en diferentes productos, tanto para el mercado al menudeo como para el institucional, pueden ser obtenidos manualmente y/o, mecánicamente. La mejor presentación del producto final, sin embargo, es obtenida, generalmente, por medio del corte manual, lo que puede ser observado tanto externamente (visual) como internamente (microscopía) en el producto procesado (González, 2005). En las Imágenes 8 y 9 se visualiza el corte mecánico y manual, respectivamente, de varias hortalizas para ensaladas.

Imagen 8. Corte mecánico



Fuente: horticom.com

Imagen 9. Corte manual



Fuente: horticulturablog.com

- **Sistemas de embalajes**

González (2005), señala que el sistema de envase utilizado en frutas y hortalizas mínimamente procesadas debe contener y proteger el producto desde el procesamiento hasta el consumo final. La especificación de embalajes para frutas y hortalizas mínimamente procesadas requiere la optimización de parámetros físicos, bioquímicos, ambientales y químicos. En el mercado muchos tipos de envases plásticos son utilizados para frutas y hortalizas mínimamente procesadas, a manera de ejemplo: películas monocapas de polietileno (PE), polipropileno (PP), mezclas de polietileno y co-polímero de etileno y acetato de vinil y laminados de diversos materiales plásticos.

El cloruro de vinilo (PVC) ha sido, también, un material utilizado ampliamente para envases, aunque actualmente en regresión. Los polímeros y co-polímeros de estireno (poliestireno, PS) son termoplásticos de alto peso molecular que se caracterizan por su dureza y rigidez, facilidad de fabricación por extrusión y moldeo por inyección y su baja densidad. En la Imagen 10 se muestran diferentes presentaciones de productos mínimamente procesados (PMP).

Imagen 10. Envases para PMP



Fuente: gastronomiaycia.com

2.4.2.3 Conservación y comercialización de hortalizas frescas

Las hortalizas y muchos artículos de consumo se conservan almacenándolas a bajas temperaturas, con lo cual se elimina o retarda la actividad de los microorganismos. Estos agentes causantes de deterioro son bacterias, levaduras y hongos. Las bajas temperaturas no destruyen estos agentes como hacen las altas temperaturas, pero reducen mucho su actividad, con lo cual se suministra un método práctico para conservar los productos perecederos en su estado natural (Boast, 1997).

Tipo de almacenamiento

El objetivo general de la refrigeración de los alimentos es incrementar su vida útil, y en consecuencia incrementar sus posibilidades de conservación (Casp y Abril, 2003). El almacenaje en refrigeración se divide en tres grupos (Boast, 1997):

- **Período corto:** tiempo de duración de unos pocos días hasta un máximo de una semana a temperaturas por encima de 0°C, para productos frescos.
- **Período largo:** tiempo de duración de dos semanas (lechuga, pepino) hasta seis meses (manzanas), dependiendo del tipo de alimento, a temperaturas mayores a 0°C.
- **Congelación:** dura largos períodos y requiere temperaturas inferiores a -15°C.

Condiciones de almacenamiento

Las condiciones para un almacenaje óptimo de cualquier producto dependerán de la naturaleza del producto y del tiempo de almacenamiento. Los alimentos vivos como las frutas y los vegetales tienen una protección natural contra la acción de los microorganismos. El mejor método de conservación es mantener el producto vivo y al mismo tiempo retardar la actividad de las enzimas naturales que reducen la tasa de maduración (Boast, 1997). Según Casp y Abril (2003), con la refrigeración de estos productos se consigue aminorar drásticamente:

- **Intensidad respiratoria.-** Cuanto más baja sea la temperatura más reducida es la intensidad respiratoria, y en consecuencia, con más lentitud se produce los fenómenos de la maduración y de la senescencia. Dos son los límites térmicos a considerar en la refrigeración de frutas y hortalizas: el punto de congelación y la temperatura a la que aparece daños.
- **Pérdidas de peso por transpiración.-** La pérdida de agua es el resultado de la migración del vapor de agua de los espacios intercelulares y consecuentemente la pérdida de peso, lo cual produce en primer lugar pérdida de turgencia, y si se mantiene las condiciones que la propician se llegará al arrugamiento de la epidermis y hasta la aparición de manchas superficiales.

- **Producción de etileno.-** Para que se produzca su efecto es necesario que en los tejidos vegetales exista una concentración mínima de este gas. Dado que tanto la producción como la actuación del etileno depende de la temperatura, el enfriamiento siempre será ventajoso para mantener inalterada la calidad, evitando los problemas producidos por este gas.
- **Desarrollo de microorganismos.-** Los microorganismos a considerar serán fundamentalmente los hongos, muchos de los cuales serán capaces de continuar con su desarrollo, aunque muy lentamente, a temperaturas próximas a 0°C. El efecto del frío será evidente para *Rhizopus nigricans* y *Trichothecium roseum*, que suspenden su desarrollo a temperaturas inferiores a 5°C, y cuyas esporas mueren después de dos días de permanencia a 0°C.

La Tabla 8 suministra datos precisos de temperatura, humedad relativa, vida de almacenamiento aproximada y puntos de congelación promedio para col, lechuga y espinaca.

Tabla 8. Condiciones de almacenamiento refrigerado de hortalizas

PRODUCTO	TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO °C	HUMEDAD RELATIVA %	TEMPERATURA DE CONGELACIÓN °C	VIDA DEL ALMACENAJE
Col	0 a 2	90 a 95	-1	3 a 4 semanas
Lechuga	0 a 1	95 a 98	0	2 a 3 semanas
Espinaca	0 a 2	90 a 95	-0,5	10 a 14 días

Fuente: Boast, Refrigeración (1997).

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

2.4.2.3.1 Comercialización y conservación de hortalizas en Tungurahua

La provincia de Tungurahua tiene una comercialización muy diversificada: la mayor parte de la comercialización se hace con intermediarios, y los restantes se distribuyen entre la comercialización directa y la asociativa. En cuanto a los lugares de venta de la producción agrícola, el 80% lo hace a través del mercado, poco en finca y casi nada a través de centros de acopio (INIAP, 2010). El lugar habitual de compra es el mercado mayorista de la ciudad de Ambato, donde se puede encontrar gran variedad de productos agrícolas a un precio conveniente. Existen otros mercados como: el Central, Santa Clara, Modelo, etc.; los cuales representan puntos de abastecimiento considerable, debido principalmente a su ubicación dentro de la ciudad. Los comisariatos tienen proveedores, pues una gran parte de estos venden productos agrícolas con valor agregado (Pilataxi, 2010).

El éxito de los agricultores-comerciantes fuertemente arraigados en las regiones agrícolas tungurahuesas, se debió a la conexión que lograron hacer con el comercio de larga distancia. La feria de Ambato y de sus alrededores, se convirtió en un lugar al que acudían comerciantes de larga distancia que compraban al por mayor para repartir en otras ferias de la costa y la sierra (Ospina, *et al.*, 2009).

En Tungurahua se mencionan pocas opciones de conservación de hortalizas y en primer lugar aparece la refrigeración. Parecería que la mayor parte de productores en esta provincia que abastece a supermercados y comisariatos sí cuentan con refrigeración para mantener conservados los alimentos (INIAP, 2010). Las hortalizas tratadas y empacadas son refrigeradas durante la transportación hacia los comisariatos, donde son expuestas en frigoríficos que mantiene la temperatura de refrigeración. Sin embargo, en mercados y tiendas las hortalizas son exhibidas en perchas que se encuentran al ambiente sin ninguna protección.

2.5 Hipótesis

Hipótesis nula:

Ho: Todos los tratamientos de desinfección no optimizan la calidad microbiológica y sensorial de las hojas de hortalizas troceadas.

Hipótesis alternativa:

H1: Todos los tratamientos de desinfección optimizan la calidad microbiológica y sensorial de las hojas de hortalizas troceadas.

Para la comprobación de las hipótesis se analizó una muestra patrón por cada hortaliza, la misma que determinó si la desinfección con AE mejora la calidad microbiológica y sensorial de las hortalizas troceadas. La mejor solución de AE de la tecnología de desinfección, permitió seleccionar el desinfectante natural para aplicación a nivel industrial y doméstico.

2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis

Las variables del “Estudio de la aplicación de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) para optimizar la calidad microbiológica y sensorial de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea var. capitata cv. bronco*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa var. capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*)”, son:

Variable Independiente:

- Aplicación de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*).

Variable Dependiente:

- Calidad microbiológica y sensorial de los cuatro tipos de hortalizas: col de repollo, col morada, espinaca y lechuga iceberg tipo salinas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación

La investigación presentó dos modalidades que son: bibliográfica-documental y experimental. Se consideró la primera modalidad porque se trabajó con la recopilación de información presente en otros proyectos investigativos, revistas científicas, periódicos, publicaciones en Internet, etc.; es decir, fundamentos para la aplicación de aceites esenciales como antimicrobianos naturales en alimentos.

La segunda modalidad se la llevó a cabo por la existencia de laboratorios apropiados para la ejecución experimental, como el laboratorio de la UOITA, mismo que permitió realizar los análisis físicos, químicos y microbiológicos de los tratamientos respectivos; tratamientos que proporcionaron resultados para obtener conclusiones basadas en la comprobación de las hipótesis planteadas, como en el cumplimiento de los objetivos.

La investigación es importante porque se obtuvo resultados satisfactorios que permitieron ser comparados con otras investigaciones presentadas en libros, publicaciones científicas y otros documentos; a la vez que se amplió y profundizó en el tema de antimicrobianos naturales que no afecten la calidad sensorial del alimento.

3.2 Nivel o tipo de investigación

El presente proyecto procuró disminuir y/o eliminar la carga microbiana patógena en hortalizas troceadas sin afectar su calidad sensorial, y se basó en la investigación exploratoria, misma que se efectúa sobre un tema u

objeto desconocido o poco estudiado, y pueden ser dirigidos a la formulación más precisa de un problema de investigación y/o al planteamiento de una hipótesis; misma que se complementa con las siguientes investigaciones:

- ✓ Investigación bibliográfica - documental
- ✓ Investigación experimental

3.3 Población y muestra

En el presente desarrollo investigativo se presentó un diseño experimental que relaciona cada hortaliza troceada con los aceites esenciales de clavo de olor, canela y su combinación.

3.3.1 Población

Para el desarrollo del presente proyecto se tomó como población las hortalizas (coles de repollo, col morada, lechuga criolla y espinaca) cultivadas en el sector de Quillán Bajo y Quillán Alto de la parroquia Izamba del cantón Ambato.

Los aceites esenciales puros de canela y clavo de olor fueron adquiridos en la empresa Isabrubotanik S.A., localizada en Ambato – Ecuador. La investigación se realizó en el laboratorio de la UOITA de la Universidad Técnica de Ambato.

3.3.2 Muestra

El primer factor de estudio fueron los cuatro tipos de hortalizas:

- ✓ Col de repollo (*Brassica olerace var. capitata cv. bronco*)
- ✓ Col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*)
- ✓ Lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa var. capitata*)
- ✓ Espinaca (*Spinacia oleracea L.*)

El segundo factor de estudio fueron los dos tipos de aceites esenciales:

- ✓ Aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*)
- ✓ Aceite esencial de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*)

3.3.3 Tipo de diseño experimental

Se empleó un diseño completamente aleatorizado de un factor (DFCA) que constó de cuatro tratamientos: un tratamiento, sin ningún AE, y los tres tratamientos restantes con AE (clavo de olor 0,025%, canela 0,025% y clavo de olor con canela 0,025%); cada tratamiento se realizó por triplicado y se lo ejecutó tres veces a la semana, obteniéndose un total de treinta y seis observaciones por cada tipo de hortaliza troceada. Hay que señalar que para la aplicación de todos los tratamientos se empleó hortalizas troceadas y lavadas previamente. Las respuestas experimentales del diseño fueron los siguientes análisis microbiológicos:

- ✓ Recuento Total
- ✓ Mohos y Levaduras
- ✓ Coliformes totales - *Escherichia coli*
- ✓ *Salmonella*
- ✓ *Staphylococcus aureus*

Los tratamientos conforme al DFCA se muestran en la Tabla 9:

Tabla 9. Determinación de los tratamientos conforme al diseño experimental

FACTOR 1 Tipo de hortaliza	FACTOR 2 Tipo y concentración de AE	TRATAMIENTOS
Col de repollo	<ul style="list-style-type: none"> • Lavado sin ningún AE 	<ul style="list-style-type: none"> • Col de repollo lavado sin ningún AE (T₁) • Col de repollo con clavo de olor 0,025% (T₂) • Col de repollo con canela 0,025% (T₃) • Col de repollo con clavo de olor 0,0125% y canela 0,0125% (T₄)
Col morada	<ul style="list-style-type: none"> • Clavo de olor 0,025% 	<ul style="list-style-type: none"> • Col morada lavado sin ningún AE (T₁) • Col morada con clavo de olor 0,025% (T₂) • Col morada con canela 0,025% (T₃) • Col morada con clavo de olor 0,0125% y canela 0,0125% (T₄)
Lechuga criolla	<ul style="list-style-type: none"> • Canela 0,025% 	<ul style="list-style-type: none"> • Lechuga criolla lavado sin ningún AE (T₁) • Lechuga criolla con clavo de olor 0,025% (T₂) • Lechuga criolla con canela 0,025% (T₃) • Lechuga criolla con clavo de olor 0,0125% y canela 0,0125% (T₄)
Espinaca	<ul style="list-style-type: none"> • Clavo de olor 0,0125% y canela 0,0125% 	<ul style="list-style-type: none"> • Espinaca lavado sin ningún AE (T₁) • Espinaca con clavo de olor 0,025% (T₂) • Espinaca con canela 0,025% (T₃) • Espinaca con clavo de olor 0,0125% y canela 0,0125% (T₄)

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

En el caso de diferencias significativas entre los tratamientos en cada una de las hortalizas, las medias fueron comparadas mediante el test de rangos múltiples de Tukey.

3.4 Operacionalización de variables

3.4.1 Variable independiente

Cuadro 2. Aplicación de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*).

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
<p>Aplicación de aceites esenciales (AE).</p> <p>Se conceptúa como : Soluciones de agentes antimicrobianos, de origen vegetal, utilizados para la desinfección de hojas troceadas de hortalizas por inmersión.</p>	<p>Canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>) y clavo de olor (<i>Syzygium aromaticum</i>).</p> <p>Agentes antimicrobianos naturales (Origen vegetal).</p> <p>Propiedades físicas.</p>	<p>Concentración empleada para los AE (0,025% p/v)</p> <p>Calidad sensorial.</p> <p>Humedad, Vitamina C, Acidez, pH, °Brix</p>	<p>¿Son efectivos los AE empleando una concentración del 0,025% (p/v)?</p> <p>¿Influyó los AE sobre la calidad sensorial de las hortalizas?</p> <p>¿Afectaron los AE en las propiedades físicas de las hortalizas?</p>	<p>Reducción de microorganismos.</p> <p>Análisis sensorial: sabor, aceptabilidad</p> <p>Análisis físicos.</p>

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

3.4.2 Variable dependiente

Cuadro 3. Calidad microbiológica y sensorial de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo, col morada, espinaca y lechuga iceberg tipo salinas

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
<p>Calidad microbiológica y sensorial de los cuatro tipos hojas de hortalizas troceadas.</p> <p>Se conceptúa como: Disminución de los microorganismos patógenos y no patógenos, ofertando hortalizas inocuas con calidad sensorial aceptable para el consumidor.</p>	<p>Microbiológica.</p> <p>Técnicas sensoriales.</p>	<p>Eficiencia germicida de los AE.</p> <p>Color.</p> <p>Sabor.</p> <p>Pardeamiento.</p> <p>Textura.</p> <p>Aceptabilidad.</p>	<p>¿La desinfección con AE disminuyó la carga microbiana de las hojas de hortalizas troceadas?</p> <p>¿Existió alteraciones en las características sensoriales de las hojas de hortalizas troceadas?</p>	<p>Análisis microbiológico: mesófilos y coliformes totales, mohos y levaduras, <i>Salmonella</i> y <i>S. aureus</i></p> <p>Análisis Sensorial: hoja de cata.</p> <p>Análisis Estadístico: DFCA.</p>

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013.

3.5 Plan de recolección de información

3.5.1 Descripción del proceso de desinfección con AE de las hortalizas troceadas

Se planteó un proceso de desinfección para productos mínimamente procesados, cuyas operaciones se muestran en el gráfico 3 y se describen a continuación:

- **Recepción**

Se recibió las hortalizas: col de repollo, lechuga criolla, col morada y espinaca; cultivada en los sectores de Quillán Bajo y Quillán Alto, parroquia Izamba, provincia de Tungurahua.

- **Selección**

La calidad de los productos de hortalizas troceadas depende considerablemente de la calidad del producto entero que se procesa, por tal razón, se seleccionaron las hortalizas que tuvieron tamaño similar y características físicas adecuadas; en adición, que no presenten daños o deterioro en las hojas.

- **Deshojado**

En esta etapa se separaron manualmente las hojas de cada hortaliza de su correspondiente tronco, y también se eliminaron aquellas que presentaron daños físicos, como el cambio de color o quemaduras provocadas por el clima. En esta etapa se realizó la caracterización físico-química y microbiológica de las hojas, por lo que se tomó una muestra patrón de 150 g.

- **Prelavado**

Se realizó un lavado de las hojas de las hortalizas, con agua previamente hervida y enfriada a 4°C, para eliminar impurezas, como la tierra, insectos y pequeñas piedras, que se adhieren durante el riego, cultivo y empacado de las mismas.

- **Troceado**

El troceado es importante dado que se desarrollaron productos de cuarta gama (hortalizas mínimamente procesadas, HMP): lechuga criolla, col de repollo, col morada y espinacas troceadas, para ser utilizadas en ensaladas. El troceado al ser manual, se debió desinfectar los cuchillos frecuentemente.

El tipo de corte que se aplicó a cada hortaliza para ser desinfectada se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10. Estandarización de corte para HMP

Producto	Longitud (cm)	Ancho/Grosor (cm)
Lechuga criolla	5 a 7	0,8 a 1,0
Col de repollo	5 a 7	0,8 a 1,0
Col morada	5 a 7	0,8 a 1,0
Espinaca	5 a 7	0,8 a 1,0

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Lavado**

Se procedió a lavar las hortalizas troceadas, con agua previamente hervida y enfriada a 4°C, para eliminar impurezas que se produjeron durante el troceado y evitar contaminaciones. Se tomó cuatro porciones de 150 g cada una, con tres de las cuales se procedió a realizar la desinfección con los AE respectivos y con la restante porción se realizó el análisis microbiológico de las hortalizas troceadas.

- **Desinfección**

En esta operación se trabajó con el aceite esencial de clavo de olor, canela y de su combinación a concentraciones de 0,025% (p/v), obteniendo así los tres tratamientos de desinfección; cada AE fue diluido en un litro de agua destilada (4°C), se agregó 0,025 g por litro de agua de Polisorbato 80 (Tween 80) para obtener una mezcla homogénea.

Las porciones de hortalizas troceadas de cada clase fueron sumergidas en los tres tratamientos de desinfección para disminuir la carga microbiana patógena y no patógena presente en las hortalizas. La inmersión se realizó por un minuto.

- **Ecurrido**

El escurrido se realizó con la finalidad de eliminar el exceso de la solución desinfectante de la superficie de los trozos de las hortalizas y evitar que afecten su calidad organoléptica. En esta etapa se realizó la caracterización de las cuatro hortalizas troceadas: sólidos solubles, pH, vitamina C y acidez; y se tomaron las muestras para los análisis microbiológicos respectivos.

- **Secado**

Con el propósito de eliminar completamente la solución remanente en las hortalizas troceadas se procedió a secarlas. El resultado de esta operación es esencial para garantizar un tiempo de vida útil aceptable de los productos. Para el secado se colocaron las hortalizas troceadas escurridas en canastillas plásticas perforadas (diámetro 1,5 cm), donde fueron expuestas a aire frío seco, proveniente de un secador de cabello. Se tomó una muestra para medir la humedad de cada hortaliza troceada antes de ser envasada.

- **Envasado**

El tipo de envase es muy importante tanto para conservar el alimento en las mejores condiciones como en la presentación del producto. Las hortalizas desinfectadas fueron empacadas en bandejas de poliestireno expandido (EPS) de tamaño 240x180x25 mm.

Los productos fabricados con EPS proporcionan un excelente aislamiento térmico y ligereza, sus propiedades barreras son altas frente al vapor de agua y bajas frente a gases, son resistentes a temperaturas desde -40 a 75°C. (González G., 2005).

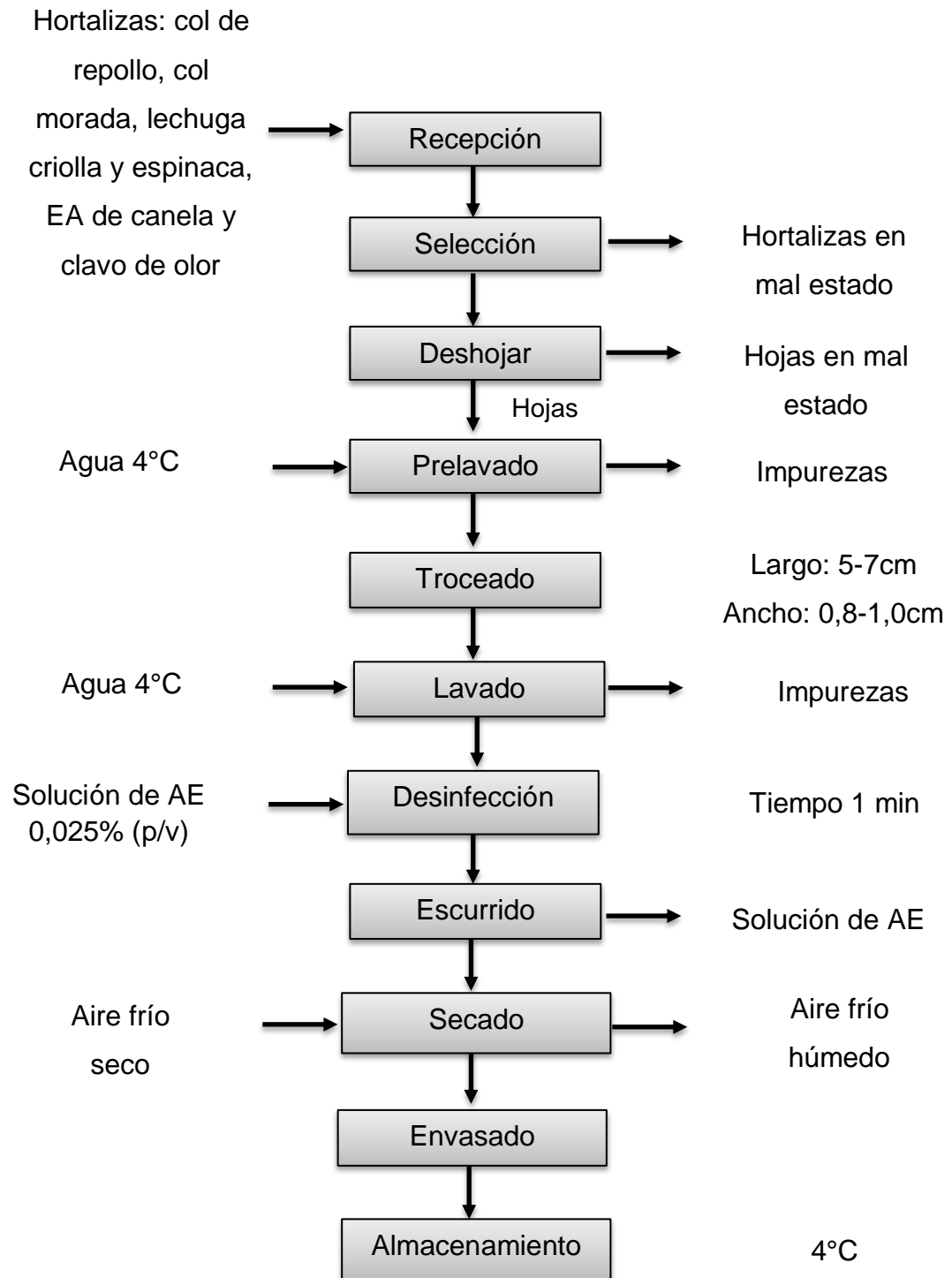
Las bandejas con el producto fueron cubiertas con film adherente de PVC, cuyas propiedades barrera son moderadas, tanto a gases como al vapor de agua. El plastificado se comercializa como película retráctil, cuya capacidad para adherirse a sí misma o a otros materiales por contacto, lo hace particularmente apropiado como material de tapa de tarrinas y bandejas de frutas y verduras cortadas. Son resistentes a temperaturas desde -20 a 80°C (González G., 2005).

Los cuatro tipos de hortalizas: col repollo, col morada, lechuga criolla y espinaca, se envasaron individualmente. Las bandejas contienen 150 g de los cuatro tipos de hortalizas troceadas.

- **Almacenamiento**

Las bandejas con el producto se almacenaron a temperatura de refrigeración de 4°C, porque es una temperatura apta para conservar los cuatro tipos de hortalizas y se controla mejor el desarrollo de microorganismos causantes de putrefacción, como también mantiene las características organolépticas de las hortalizas troceadas. Se evitó sobreponer las bandejas, ya que esto estropea las hortalizas, afectando su calidad organoléptica y el tiempo de vida útil de las HMP.

Gráfico 3. Proceso de desinfección con AE de las hortalizas troceadas



Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

3.5.2 Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos tienen por objetivo la detección de microorganismos indeseables en los alimentos que pueden perjudicar la calidad sensorial y causar enfermedades al consumirlos. En las hortalizas troceadas se evaluó mesófilos totales, mohos y levaduras, *Staphylococcus auerus*, *Salmonella* y coliformes totales.

Las muestras deben ser recogidas con la máxima asepsia con el fin de no introducir en ellas muestra ajenos al proceso. Se trabajó con diluciones 10^{-2} y 10^{-3} para las muestras tratadas y sin ningún tratamiento respetivamente. Se empleó la siembra en masa, la cual consiste primero en añadir un volumen conocido de suspensión de microorganismos en una placa estéril; después se añaden 10-15 ml de medio de cultivo fundido a 45°C, se mezcla el contenido de la placa con movimientos circulares, se deja solidificar y se incuba las placas a 35°C por 48 horas. Los medios de cultivo empleados para cada microorganismo fueron: Plate count agar (PCA), Agar papa dextrosa (PDA), Manitol, Salmonella-Shiguella Agar (SS-agar) y Chromocult (Microbiología, 2008).

3.5.3 Análisis físico-químicos

La metodología para los análisis físico-químicos se muestra en el anexo K.

- **Medición de pH:** El pH permite medir el grado de acidez o alcalinidad de un alimento, se puede determinar empleando un potenciómetro o mediante el uso de bandas de pH. El método del potenciómetro se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto (Infoagro, 2012).
- **Acidez titulable:** La acidez permite conocer la concentración total de ácidos, una alícuota de la solución que contiene el ácido se titula con una solución estándar de álcali hasta el punto en el cual una cantidad equivalente de la base ha sido añadida. Este punto final puede detectarse mediante indicadores como el cambio de color (Dieguez,

2012). La acidez se puede expresar en g/lit aplicando la ecuación (1) o en porcentaje del ácido predominante mediante la ecuación (2).

Acidez expresada en g/lit

$$A = \frac{V \times N \times M}{v \times n} \quad (1)$$

Donde:

A = Acidez (g/lit)

V = Volumen (ml) de NaOH gastados

N = Normalidad de la solución de NaOH

n = Número de H⁺ reemplazables del ácido en el cual se expresa la acidez

M = Masa molecular del ácido en el cual se expresa la acidez

v = Volumen (ml) de la muestra

Acidez expresada en porcentaje

$$\%A = \frac{V \times N \times mEq}{v} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

%A = Acidez (% del ácido predominante)

V = Volumen (ml) de NaOH gastados

N = Normalidad de la solución de NaOH

mEq = Factor M/n expresado en miliequivalente

v = Volumen (ml) de la muestra

- **Sólidos solubles:** Los sólidos solubles nos ayudan a determinar la concentración de sacarosa por 100 mililitros de una solución. Los sólidos solubles totales se determinan con el índice de refracción, el cual se expresa con los grados brix (°Brix) a una temperatura standard de 20°C (Bello, 2010).

- **Humedad:** La determinación de humedad es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesamiento, control y conservación de los alimentos, puesto que la mayoría de los productos alimenticios poseen un contenido mayoritario de agua (Ecured, 2013). Además, es importante controlar la humedad de un alimento porque es fuente para el desarrollo de microorganismos que deterioran los alimentos rápidamente.
- **Determinación de vitamina C:** La vitamina C o ácido ascórbico pertenece al grupo de vitaminas hidrosolubles, se encuentra en todas las frutas y hortalizas en cantidad alta. Las hortalizas con mayor concentración de vitamina C son las de hoja verde principalmente las pertenecientes a la familia *Brassica* (González, 2005). Para determinar el contenido de vitamina C se empleó la siguiente expresión:

$$\text{Vitamina C} = \frac{Pb \times V_2}{V_1} \times \frac{V_3 \times 100g}{V_4 \times P} \quad (3)$$

Donde:

Pb = Peso del ácido ascórbico del blanco (mg)

P = Peso de la muestra analizada (g)

V₁ = Volumen gastado de la titulación del blanco (ml)

V₂ = Volumen gastado de la titulación de la muestra (ml)

V₃ = Volumen de ácido ascórbico en el cual fue preparada la muestra (ml)

V₄ = Volumen de la muestra a titularse (ml)

3.5.4 Eficiencia germicida de los aceites esenciales

Se evaluó la capacidad antimicrobiana de los AE mediante la eficiencia germicida (EG, %), la cual corresponde al porcentaje de microorganismos que son destruidos por la acción del desinfectante. Se dedujo la eficiencia germicida usando la siguiente expresión:

$$EG (\%) = \frac{N_0 - N_t}{N_0} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

N₀: Número de microorganismos inicial

N_t: Número de microorganismos sobrevivientes al tiempo t

Como criterio de eficiencia se utilizó lo estipulado por el test de Chambers, el cual estipula que un buen desinfectante es un producto, que a la concentración recomendada provoque un 99,999% de muerte en una cantidad inicial de $7,5 \times 10^7$ y $1,3 \times 10^8$ células/ml en 30 segundos (Ayres, 1986). La FDA (Food and Drug Administration) establece una reducción de 5 log como un desinfectante muy eficaz. Además, se consideraron los criterios microbiológicos establecidos en las normas sanitarias (anexo K).

3.5.5 Determinación de vida útil

El tiempo de vida útil es el tiempo dentro del cual un producto mantiene su inocuidad y sus características sensoriales intactas. Se determinó la vida útil del mejor tratamiento de cada hortaliza almacenada a 4°C. Se estableció el tiempo de vida útil mediante los siguientes análisis:

- **Pérdida de peso:** Se empleó el Método General el cual indica el efecto de la acción conjunta de temperatura y tiempo en la vida media de los productos agrícolas; el método consiste en elaborar gráficas de regresión lineal (tiempo vs porcentaje de pérdida de peso), y empleando la ecuación de la recta, obtener el tiempo de vida útil.

Se evaluaron muestras con 15 g de cada hortaliza troceada colocadas en bandejas de poliestireno expandido y cubiertas de film adherente, y las mediciones se realizaron cada 24 horas durante 9 días. Basándose en información bibliográfica se consideraron como límites de aceptación de la calidad, los valores presentados en la Tabla 11.

Tabla 11. Límites de aceptación de calidad de HMP

Hortaliza	Pérdida de peso aceptable (%)
Col de repollo	4,0
Col morada	4,0
Lechuga iceberg tipo salinas	3,7
Espinaca	3,0

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Análisis microbiológico:** Durante el almacenamiento se evaluó el desarrollo de mesófilos y coliformes totales. Se empleó el método propuesto por Alvarado (1996) para la cinética de primer orden. Se realizó la gráfica del logaritmo natural de las colonias (ufc/g) de cada microorganismo en función del tiempo, obteniéndose las constantes de crecimiento microbiano; con estos valores se empleó la ecuación 4 para encontrar el tiempo de vida útil. Las muestras fueron analizadas durante 10 días cada 48 horas y se consideraron los parámetros microbiológicos que se muestran en el anexo K.

$$\ln C = \ln C_0 + kt \quad (5)$$

Donde:

C = Parámetro microbiológico escogido como límite de tiempo de vida útil.

C₀ = Concentración inicial

k = Constante de crecimiento microbiano

t = Tiempo de reacción

- **Evaluación sensorial:** Otro factor importante de estudio es la evaluación sensorial, porque el aspecto de un alimento influye en la aceptabilidad y por ende determina el tiempo en el cual el alimento se encuentra fresco. Se evaluaron los siguientes atributos: el color característico y el brillo de cada hortaliza troceada; el pardeamiento en bordes porque el corte que se realizó en las hortalizas provoca que la enzima Polifenol Oxidasa (PPO) reaccione más rápida y fácilmente causando el oscurecimiento en los bordes de las hortalizas.

También se evaluó el sabor, si es característico o si presentó sabores extraños; la textura o mejor conocida como la turgencia, que permitió establecer la frescura de la hortaliza, ya que durante el almacenamiento ocurren diferentes procesos que causan la pérdida de agua provocando la marchitez del alimento; finalmente, la aceptabilidad que determinó el tiempo en el cual el producto es agradable.

La evaluación sensorial se realizó a los 3, 5 y 7 días, se muestran las fichas de catas en el anexo J, ficha de cata 2. Los datos que se obtuvieron de los análisis físicos, microbiológicos y sensoriales, fueron analizados con la ayuda del software Excel determinando el tiempo máximo de consumo de las HMP: col de repollo, col morada, espinaca y lechuga iceberg tipo salinas.

3.5.6 Evaluación sensorial

El análisis sensorial se realizó con un panel de 25 catadores que permitieron evaluar la calidad y aceptación de las hortalizas troceadas. Se aplicó una escala hedónica para medir las siguientes características: olor, sabor, textura y aceptabilidad (anexo J, Ficha de cata 1). Los análisis se realizaron después de la desinfección y se determinó la aceptabilidad de cada tratamiento en cada hortaliza. Los datos que se obtuvieron de la evaluación sensorial fueron analizados con la ayuda del software Statgraphics, que permitió establecer la aceptabilidad de las hortalizas troceadas desinfectadas con AE.

Se tomaron datos de los análisis microbiológicos: mesófilos totales, coliformes totales - *Escherichia coli*, mohos y levaduras, *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*; lo cual permitió determinar el aceite esencial más eficiente como agente antimicrobiano. Se evaluó también: pH, acidez, °brix, vitamina C, humedad y pérdida de peso.

Se seleccionó el mejor tratamiento para realizar el análisis sensorial respectivo y se determinó la vida útil del producto mínimamente procesado, para ofrecer y garantizar un alimento fresco de buena calidad y apto para el consumo.

3.6 Plan de procesamiento y análisis de información

Los datos se tabularon y analizaron utilizando el paquete informático de Microsoft Excel 2007 y Statgraphics 4.0, para definir el mejor tratamiento de desinfección en aceites esenciales. Para el desarrollo del trabajo escrito se empleó Microsoft Word 2007.

En base a los resultados obtenidos, se realizó una comparación con datos bibliográficos acerca de la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales en alimentos, especialmente hortalizas, y se presentaron las conclusiones y recomendaciones respectivas.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados

Todo alimento que se va a procesar requiere de un análisis exhaustivo para controlar su calidad y lograr obtener productos aceptables para el consumidor, por tal razón se realizó la caracterización físico-química de las hortalizas troceadas y desinfectadas, y verificar si el empleo de AE causan variaciones en la calidad de las mismas.

4.1.1 Acidez y pH de las hortalizas troceadas

Las mediciones de acidez se realizaron con las cuatro hortalizas con y sin tratamiento. En las tablas A17, A18, A19 y A20 (anexo A) se indican los valores de las titulaciones de cada hortaliza. La densidad y el factor M/n de los ácidos predominantes en las cuatro hortalizas se presentan en la tabla 12:

Tabla 12. Ácidos predominantes en las cuatro hortalizas

HORTALIZA	ÁCIDO	FACTOR M/n (g/eq)
Col de repollo	Málico	67
Col morada	Oxálico	45
Espinaca	Oxálico	45
Lechuga	Cítrico	64

** M = masa molecular y n = número de H⁺ reemplazables

Fuente: Senser y Scherz, El pequeño "Souci - Fachmann - Kraut" (1999)

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Para determinar la acidez de cada hortaliza, se trabajó con los valores promedios de las titulaciones; por ejemplo, el contenido de acidez correspondiente a 0,20 ml NaOH en lechuga, empleando la ecuación (1):

$$A = \frac{0,20ml \times 0,1N \times 64g}{10ml \times eq}$$

$$A = 0,128g/lt$$

Expresado en porcentaje (ecuación 2):

$$\% A = \frac{0,20ml \times 0,1N \times 0,064meq}{10ml} \times 100$$

$$\%A = 0,0128\% \text{ a. cítrico}$$

En la tabla A21 se muestra la acidez de las hortalizas con y sin tratamiento, donde se constata que la acidez de la col de repollo es 0,15 g/lt (0,015%) y con el empleo de los respectivos tratamientos varía ligeramente a 0,13 g/lt (0,013%) y 0,11 g/lt (0,011%); la acidez en col morada fue 0,05 g/lt (0,005%), misma que no se afectó con los tratamientos aplicados. En espinaca la acidez fue de 0,09 g/lt (0,009%), únicamente con el aceite de canela se redujo a 0,08 g/lt (0,008%); y la lechuga tuvo 0,13 g/lt (0,013%), acidez que se mantuvo con el lavado y el aceite de clavo, mientras que con el aceite de canela y la combinación de los aceites se redujo a 0,11 g/lt (0,011%), la variación es de apenas 0,02 g/lt. Además, en los gráficos A13 a la A16 (anexo B), se observa que la acidez de las hortalizas presenta poca variación entre tratamientos; es decir, la aplicación del lavado y de los desinfectantes solos o en combinación con los valores presentados prácticamente no inciden en la acidez de las hortalizas.

Con respecto al pH, los valores fueron tomados para las cuatro hortalizas con y sin tratamiento de desinfección, y se muestran en las tablas A2, A3, A4 y A5 del anexo A. En la tabla A6 se muestran los valores promedios de pH de cada hortaliza y los correspondientes gráficos A1, A2, A3 y A4 (anexo B).

El pH para col de repollo sin ningún tratamiento fue de 6,48, el empleo del lavado y de los aceites esenciales individuales disminuyó en 0,067 aproximadamente, mientras que la combinación de los aceites lo disminuyó en 0,20. En col morada, el pH fue 6,38, la combinación de los aceites esenciales lo disminuyó en 0,04, el lavado y los aceites individualmente, mantiene el pH aproximado de 6,4 en la hortaliza. Para espinaca, el pH fue 6,68, con la aplicación de los aceites esenciales y su combinación disminuyó aproximadamente 0,067. Finalmente, en lechuga, el pH fue 6,60 mismo que disminuyó con el empleo del aceite de clavo y la combinación de los aceites en 0,12, con el aceite de canela el pH disminuyó en 0,04. A pesar de las variaciones existentes en el pH en cada hortaliza con los diferentes tratamientos, se encuentran dentro de lo establecido bibliográficamente y se muestra en la tabla 13. Con el pH aproximado a 7,0 y con la baja acidez que poseen las hortalizas, permiten retardar el crecimiento de microorganismos como los mohos.

Tabla 13. Rangos de pH para las hortalizas frescas troceadas

		Hortalizas			
Rango de pH	Col de repollo	Col morada	Espinaca	Lechuga	
	6,0 – 7,5	6,0 – 7,5	6,3 – 7,1	5,8 – 7,2	

Fuente: infoagro.com, 2012

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013.

4.1.2 Sólidos solubles de las hortalizas troceadas

Los sólidos solubles fueron medidos en cada hortaliza con los respectivos tratamientos. Las tablas A7, A8, A9 y A10 indican los sólidos solubles de los tratamientos por cada hortaliza, y sus gráficos en A5, A6, A7 y A8. Los valores promedios de los sólidos solubles se muestran en la tabla A11. Los sólidos solubles obtenidos para col de repollo fue 4,2 °Brix, la combinación de los aceites lo redujo a 3,3, mientras que los aceites solos y el lavado se mantiene en 4,0 °Brix, aproximadamente. La col morada tuvo 3,9 °Brix, la aplicación de los tratamientos a la hortaliza, no variaron por mucho a los sólidos solubles, porque se mantiene próximo a 4,0 °Brix.

Los sólidos solubles de la espinaca fue 2,5 °Brix; el lavado y los aceites esenciales de canela y clavo lo redujo a 2,3 °Brix, pero con la combinación de ambos aceites los disminuyó a 2,1 °Brix. La lechuga tuvo 1,9 °Brix y se mantuvo este valor con el lavado y ambos aceites; sin embargo, la combinación de los aceites lo disminuyó a 1,7 °Brix. Se puede observar que la variación de los sólidos solubles de cada hortaliza con los tratamientos, no varían mucho. Los sólidos solubles en la col de repollo y morada son más altos que la espinaca y la lechuga. En general las hortalizas presentan bajo contenido de sólidos solubles.

4.1.3 Humedad de las hortalizas troceadas

En las tablas A12, A13, A14 y A15 se muestran las humedades de las hortalizas y sus correspondientes tratamientos. En la tabla A16 se muestran los valores resumidos de las humedades, y en las gráficas A9, A10, A11 y A12 se puede apreciar la variabilidad de la misma en cada hortaliza. Las hortalizas se prefieren consumir en fresco y por tal razón, deben mantener su humedad.

La humedad de la col de repollo fue de 91,04%; sin embargo, en los tratamientos se puede observar una ligera disminución al 89,00% aproximadamente; la col morada tuvo una humedad del 92,77%, con el lavado 90,32%, aceite de clavo y de canela la humedad fue del 89,27% y 89,96%, respectivamente; mayor cambio se tuvo con la combinación de los aceites con una humedad del 88,67%.

La espinaca tuvo el 95,34% de humedad, se redujo con la combinación de los aceites al 92,94%, seguido el aceite de clavo con 93,99%, luego el aceite de canela con 94,71% y por último el lavado con el 95,11%. La lechuga tuvo 96,22% de humedad, con el lavado se redujo un 0,20%; mientras que, con la aplicación de los aceites esenciales la humedad fue del 95,81%, 95,83% y 95,95% con el aceite de clavo, canela y su combinación, respectivamente.

Las hortalizas más perecibles son la lechuga y la espinaca por su mayor contenido de humedad. Las variaciones de las humedades en las hortalizas entre tratamientos, se deben a la aplicación y al tiempo del secado con aire frío y seco; a pesar de ello, las hortalizas mantienen la humedad dentro de lo indicado en las tablas de la composición de los alimentos (Ministerio de Previsión Social y Sanidad, 1985). A pesar de la disminución del contenido de humedad, las cuatro hortalizas mantienen su turgencia característica; sin embargo, afecta al tiempo de vida útil del producto final porque permite alcanzar la pérdida de peso máxima permitida en corto tiempo.

4.1.4 Contenido de vitamina C de las hortalizas troceadas

Los valores de las titulaciones correspondientes a cada hortaliza se muestran en las tablas A22 a la A25. En col morada se tuvo dificultad para visualizar el cambio de color en la titulación, por tal razón, se realizó una dilución 1:9 para observar el cambio de color. Para determinar el contenido de vitamina C en col morada, se requiere conocer la concentración inicial mediante los siguientes cálculos:

Cálculo con los valores de la titulación (ml sal sódica) de la muestra inicial de col morada (sin diluir).

Concentración 1:

$$C1 = \frac{12,5g \times 1000ml \times 1000mg}{50ml \times 1lt \times 1g} = 250000 \text{ mg/lt}$$

Concentración 2:

$$C2 = \frac{1g \times 1000ml \times 1000mg}{9ml \times 1lt \times 1g} = 111111,11 \text{ mg/lt}$$

Se emplea la siguiente ecuación:

$$C1 \times V1 = C2 \times V2 \quad (6)$$

Donde V_2 son los valores promedios de las titulaciones de la muestra diluida de cada tratamiento que se observan en la tabla A23, obteniéndose los siguientes valores de mililitros gastados de sal sódica en la muestra inicial:

$$V_{T1} = \frac{111111,11 \text{ mg/lt} \times 10 \text{ ml}}{250000 \text{ mg/lt}} = 4,44 \times 1,39 \text{ ml} = 6,18 \text{ ml}$$

El valor de 4,44 es constante por lo tanto se debe multiplicar este valor para el promedio de la titulación en cada tratamiento (tabla A23). Con los valores obtenidos anteriormente, se procede a calcular el contenido de vitamina C empleando la ecuación (3). Por ejemplo, el contenido de vitamina C para col morada con AE de canela (T_4) es:

$$\text{Vitamina C} = \frac{5,63 \text{ ml} \times 0,4 \text{ mg}}{1,6 \text{ ml}} \times \frac{50 \text{ ml} \times 100 \text{ g}}{10 \text{ ml} \times 12,5 \text{ g}}$$

$$\text{Vitamina C} = 1,41 \text{ mg} \times 40 = \mathbf{56,4 \text{ mg}}$$

En los gráficos A17 al A20 se observa la variabilidad del contenido de vitamina C de las hortalizas, principalmente en col de repollo y col morada, sin embargo, la vitamina C se encuentra en un rango aceptable, así: la col de repollo tuvo 52,0 mg de vitamina C, el lavado lo redujo a 49,0 mg, seguido el aceite de canela con 41,0 mg, la combinación con 39,0 mg y el aceite de clavo a 33,0 mg, como se puede observar mayor efecto tuvieron el aceite de clavo y la combinación de los aceites.

La col morada tuvo 62,0 mg, con el lavado bajó 1,0 mg, con el empleo del aceite de canela y clavo se tuvo 56,0 mg de vitamina C, mayor reducción existió con la combinación, ya que redujo 13 mg del original. La espinaca tuvo 32,0 mg de la vitamina, los tratamientos redujeron solamente 1,0 mg de la misma; y lechuga tuvo 9,0 mg al igual que la espinaca, se redujo solo 1,0 mg con la aplicación de los tratamientos.

Los valores antes indicados, se encuentran dentro de lo establecido en las tablas de la composición de los alimentos ecuatorianos (Ministerio de Previsión Social y Sanidad, 1985) y en el pequeño “Souci-Fachmann-Kraut” (Senser y Scherz, 1999). El contenido de vitamina C es mayormente afectada por los AE en la col de repollo y col morada, mientras que en la lechuga y la espinaca el contenido de la vitamina es estable.

La variación del contenido de vitamina C no está estrechamente relacionada con los AE, ya que la composición química general de los AE les dan la capacidad de ser antibacteriales y antioxidantes, además de aportarles su característica aromática y de ser muy volátiles. La disminución de la vitamina C se debe a los procesos físicos a los cuales fueron expuestas las hortalizas como por ejemplo durante el troceado de las hortalizas al encontrarse en presencia de oxígeno y de luz, a pH mayor a 4 y catalizadores como el hierro (cuchillo), afectan el contenido de vitamina C; además la inmersión en la solución desinfectante (AE y agua) ocurre la lixiviación, que es la solubilización de la vitamina C en agua, debido a que es una vitamina hidrosoluble.

4.1.5 Eficiencia germicida (%) de los AE

Se evaluó la eficiencia germicida de cada AE y la combinación con cada microorganismo, para lo cual se empleó la ecuación (4). A continuación se muestra el cálculo de la eficiencia del AE de canela en mesófilos totales presentes en col morada (tabla A53 y A58):

$$EG(\%) = \frac{8056 - 900}{8056} \times 100$$

$$EG(\%) = 88,83 \%$$

La eficiencia germicida en mesófilos totales (tabla A58) en col de repollo, en el lavado fue similar la del AE de canela con el 89,8% y 88,9% respectivamente. La eficiencia con el aceite de clavo fue 62,1% y menor eficiencia se tuvo con la combinación de los aceites con el 57,1%.

Para col morada mayor eficiencia tuvo el aceite de canela con el 88,8%, seguido el lavado con 78,6%, aceite de clavo con 64,3% y la combinación con 57,5%. En espinaca, el aceite de canela tuvo el 88,1% de eficiencia, el lavado con 81,7%, clavo de olor con 62,3% y la combinación de los aceites con 55,1%. La lechuga tuvo mejor eficiencia, el lavado con 90,1%, seguido el aceite de canela con 85,8%, el aceite de clavo con 64,0% y la combinación con 55,7%. Por tanto, para el promedio de mesófilos totales con las cuatro hortalizas se tuvo similar eficiencia con el aceite de canela con 87,9% y el lavado con 85,0%, fue menos la eficiencia del aceite de clavo con 63,2% y más baja con la combinación de los aceites, 56,4%.

En mohos y levaduras se obtuvieron los siguientes resultados (tabla A60): para col de repollo y col morada se tuvo similar eficiencia el aceite de clavo con el 63,8% y 63,6% respectivamente. La combinación de los aceites para el caso de la col de repollo fue 56,2% y para col morada 54,1%. El lavado y el aceite de canela tuvieron igual efectividad en col morada con 83,3%, mientras que para col de repollo fue del 82,3% y 89,7%, respectivamente.

En lechuga y espinaca la combinación de los aceites tuvieron igual efectividad, 54,3%. El aceite de clavo, en espinaca, tuvo el 62,0% de eficiencia, mientras que con el aceite de canela tuvo el 81,5%, aún mayor que el lavado, que tuvo 79,0% de eficiencia. En lechuga, en cambio, la eficiencia del lavado fue mayor que la del aceite de canela, con el 89,0% para el primero y 81,9% para el segundo. Para las cuatro hortalizas (tabla A60) ocurre lo mismo que en mesófilos totales, el aceite de canela y el lavado tuvieron similar efectividad para el promedio de mohos y levaduras, con el 85,3% y 82,3%. Con clavo se tuvo 63,3% y la combinación 54,7% de eficiencia germicida.

Para el caso de *Staphylococcus aureus* (tabla A62) en col de repollo, mayor eficiencia existió con el aceite de canela con 86,7%, después el aceite de clavo con 60,0%, y similar efectividad hubo entre la combinación de los aceites y el lavado con 53,3% y 59,5%, respectivamente.

En col morada, espinaca y lechuga resultan los mismos efectos, en primer lugar el aceite de canela con 88,9%, 86,4% y 86,0% para cada hortaliza antes mencionada; en segundo lugar el aceite de clavo con 63,9%, 64,1% y 62,8%; en col morada y espinaca tuvo mejor eficiencia la combinación de los aceites que el lavado, para col morada la eficiencia fue del 52,8% y 47,8%, respectivamente; mientras que para espinaca fue de 52,4% para la combinación y 49,8% para el lavado.

Para el caso de la lechuga, el lavado y la combinación tuvieron similar efectividad con 57,4% para el primero y 51,2% para el segundo tratamiento. En la tabla A62 se puede visualizar que para las cuatro hortalizas, el aceite de canela tuvo mayor eficiencia para el promedio de *S. aureus* con 87,0%, seguido del aceite de clavo con 62,7%, por último la combinación y el lavado con similar eficiencia del 52,4% y 53,6%, respectivamente.

En el caso de *Salmonella* (tabla A64), el aceite de canela tuvo mejor eficiencia que los tres tratamientos restantes, así: col de repollo tuvo 86,7%, col morada 85,7%, espinaca 84,4% y lechuga 84,6%. Para col morada, espinaca y lechuga, el aceite de clavo tuvo una aceptable eficiencia de 64,3%, 64,8% y 66,7%, respectivamente; mientras que para col de repollo el aceite de clavo con el lavado tuvieron similar efectividad, el aceite con 66,7% y el lavado con 65,1%.

En col morada, tuvo similar eficiencia el lavado (53,3%) con la combinación de los aceites (53,6%); en espinaca la combinación de los aceites (57,0%) fue más eficiente que el lavado (45,5%); y en lechuga la eficiencia entre lavado (54,7%) y la combinación de los aceites (51,3%) fueron próximas una de la otra. Con las cuatro hortalizas, la mejor eficiencia se obtuvo con el aceite de canela, con un promedio del 85,4%; la eficiencia del aceite de clavo fue menor, con 65,6%, mientras que con el lavado y la combinación de los aceites poseen similar efectividad; estas comparaciones se las visualiza en la tabla A64.

Finalmente, en coliformes totales (tabla A66), la eficiencia del aceite de canela con el lavado fue similar, así: para col de repollo fue 84,2% y 89,8%, col morada fue 84,8% y 89,5%, espinaca con 84,4% y 87,3% y lechuga con 84,6% y 87,4%, respectivamente. Seguido se tuvo con menor efecto el AE de clavo con el 66,7% para col de repollo, 65,8% para col morada, 65,0% para espinaca y 65,8% para lechuga. Con una eficiencia entre el 50,0 y 51,7% estuvo la combinación de los aceites en las cuatro hortalizas. En la tabla A66 se visualiza la variación existente entre los promedios de los tratamientos para las cuatro hortalizas, la mejor reducción existió con el lavado, 88,5%; con el aceite de canela, 84,5%; fue menor la reducción con el aceite de clavo pero mejor que la combinación de los aceites con 65,8% para el primero y 50,8% para el segundo.

Las comparaciones, con la prueba de rangos múltiples de Tukey, entre la eficiencia germicida de los tratamientos fueron trabajadas con el 95,0% de nivel de confianza. Por tanto, para mesófilos (tabla A59) y coliformes totales (tabla A67) junto a mohos y levaduras (tabla A61), el lavado y el aceite de canela fueron más significativos en la reducción de microorganismos. Para *S. aureus* y *Salmonella* (tablas A63 y A65) fue más significativa la eficiencia del aceite de canela. Las variaciones de la eficiencia germicida en cada hortaliza con cada tratamiento se pueden visualizar en las gráficas A 21 a la A 25.

4.1.6 Tiempo de vida útil del producto en función de la pérdida de peso, análisis microbiológico y evaluación sensorial

La determinación de la vida útil se realizó con el mejor tratamiento, es decir la desinfección de las hortalizas troceadas con AE de canela.

- **Pérdida de peso**

Los pesos fueron tomados en una balanza analítica cada 24 horas por un tiempo de 9 días, los valores se muestran en las tablas D1, D2, D3 y D4, mismos que se utilizaron para elaborar las gráficas D1 a la D4 (Anexo F), estableciéndose las regresiones lineales con las respectivas ecuaciones

para cada hortaliza. Por ejemplo, el cálculo de la vida útil de Gla col de repollo fue de la siguiente manera (gráfico D3):

$$PP1 = 0,0429t + 0,0057$$

$$R^2 = 0,999$$

$$t = \frac{4 - 0,0057}{0,0429} = 93,11 h = \mathbf{3,9 \text{ días}}$$

El valor 4 fue tomado de la tabla 11 (pérdida de peso aceptable). Entonces, en función a la pérdida de peso se obtuvo la vida útil para col de repollo de aproximadamente 4 días, lechuga 2 días, col morada y espinaca 3 días.

- **Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico se le ejecutó cada 48 horas por un tiempo de 10 días, el desarrollo de los microorganismos de cada hortaliza se reportan en las tablas D5 a la D12. En las gráficas D5 a la D12 del anexo F, se muestra el desarrollo de cada microorganismo durante el almacenamiento de las hortalizas. La ecuación de la recta indica la constante de reacción del crecimiento de los microorganismos, valor que fue empleado en la ecuación (5), de la cual se despeja el tiempo (t) y se obtiene, para el caso de col de repollo, el siguiente tiempo de vida útil:

Tiempo de vida útil en función de los mesófilos totales:

$$t = \frac{\ln 10000 - \ln 33,33}{0,0252} = 226,34h = \mathbf{9,4 \text{ días}}$$

Tiempo de vida útil en función de los coliformes totales:

$$t = \frac{\ln 1000 - \ln 33,33}{0,0239} = 142,31h = \mathbf{5,9 \text{ días}}$$

En la tabla 14 se muestran los tiempos de vida útil aproximadas de cada hortaliza troceada dependiendo del microorganismo estudiado:

Tabla 14. Vida útil establecida en función de mesófilos y coliformes totales

Hortalizas	Tipo de microorganismo	
	Mesófilos totales (días)	Coliformes totales (días)
Col de repollo	9	6
Col morada	10	6
Espinaca	3	3
Lechuga	5	4

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Considerando el microorganismo de mayor riesgo, coliformes totales, se determinó que el tiempo de vida útil para col de repollo y col morada fue 6 días, para lechuga 4 días y espinaca 3 días; esta última tiene menor tiempo debido a que las condiciones del cultivo no son apropiadas, provocando que la hortaliza posea mayor carga de coliformes totales que las otras tres hortalizas, afectando el tiempo de comercialización del producto.

- **Evaluación sensorial**

En el anexo G se muestran, en las tablas E1 a la E4, los resultados en cada atributo de las cataciones realizadas con cada hortaliza troceada. En el gráfico E1 se visualiza los resultados de la evaluación sensorial para lechuga troceada, donde el color a los 3 días fue de 4,1/5,0 puntos, es decir, verde claro poco brillante; a los 5 días fue de 3,8/5,0 por tanto, el color está entre verde claro poco brillante y verde claro ni brillante ni opaco; y a los 7 días fue 3,1/5,0 con color verde claro ni brillante ni opaco.

En espinaca (gráfico E2), a los 3 días el color fue verde oscuro poco brillante (4,2/5,0), mientras que a los 5 días con 4,0/5,0 y a los 7 días con 3,5/5,0 el color estuvo entre verde oscuro poco brillante y verde oscuro ni brillante ni opaco.

En col de repollo (gráfico E3), el color a los 3 días de almacenamiento fue de 4,0/5, por tanto era verdi-blanco poco brillante, mientras que a los 5 y 7 días fue de 3,1/5,0 y 3,0/5,0, respectivamente, se mantuvo con color verdi-blanco ni brillante ni opaco. Para col morada (gráfico E4), a los 3 días fue 3,6/5,0 con color morado oscuro poco brillante, a los 5 días con 3,4/5,0 y a los 7 días con 3,2/5,0; es decir, que la hortaliza mantuvo el color morado oscuro ni brillante ni opaco a los 5 y 7 días de almacenamiento.

El pardeamiento en bordes en lechuga, espinaca y col de repollo a los 3 días fue aproximadamente de 4,0/5,0, es decir, el pardeamiento fue incipiente. A los 5 y 7 días, la lechuga tuvo el valor de 3,6/5,0 para ambos tiempos, mientras que para espinaca tuvo 3,9/5,0 y 3,7/5,0, respectivamente, por tanto, el pardeamiento para las dos hortalizas fue entre incipiente y moderado.

En col de repollo, a los 5 y 7 días de almacenamiento, el pardeamiento fue moderado, ya que se obtuvo el valor de 3,4/5,0 y 3,1/5,0 respectivamente. En col morada el pardeamiento a los 3 y 5 días fue 3,6 y 3,5, es decir, el desarrollo estuvo entre incipiente y moderado; sin embargo, a los 7 días el desarrollo fue moderado, con valor de 3,2.

En cuanto al sabor, en lechuga y espinaca a los 3 y 7 días tuvieron valores de 3,9/5,0 y 3,7/5,0, respectivamente, y a los 5 días, la lechuga tuvo 3,7/5,0 y la espinaca 3,8/5,0, valores que indican, para ambas hortalizas, que a los 3, 5 y 7 días tuvieron el sabor entre bueno, y ni bueno ni malo. En col de repollo y col morada a los 3 y 5 días el sabor fue entre bueno y, ni bueno ni malo, los valores fueron 3,7/5,0 y 3,6/5,0 para la primera, y 3,9/5,0 y 3,5/5,0 para la segunda. A los 7 días para ambas coles el sabor fue ni bueno ni malo (3,2/5,0 en repollo y 3,3/5,0 en col morada).

Al referirse a la textura en las hortalizas se hace referencia a la turgencia, característica de las mismas. La textura en lechuga, col de repollo y col morada a los 3 y 5 días, tuvieron los siguientes resultados: 4,3/5,0 y 4,2/5,0; 4,2/5,0 y 4,1/5,0; y 4,4/5,0 y 4,2/5,0, respectivamente para cada hortaliza y tiempo, valores que indican que la textura, durante este tiempo de almacenamiento, fue poco crujiente.

Para las mismas hortalizas, a los 7 días sus texturas tuvieron valores de 3,8/5,0, 3,9/5,0 y 3,8/5,0, respectivamente; es decir, la textura fue entre poco crujiente y, ni crujiente ni blanda. En el caso de la espinaca a los 3 días de almacenamiento, la textura fue de 4,0/5,0, poco crujiente, mientras que a los 5 y 7 días fue 3,9/5,0 y 3,7/5,0, respectivamente, es decir entre poco crujiente y, ni crujiente ni blanda.

La aceptabilidad de la lechuga a los 3 y 5 días fue 4,3/5,0 y 4,1/5,0, es decir que fue poco agradable, pero a los 7 días se redujo muy poco a 3,9/5,0, estando entre poco agradable y, ni agrada ni desagrada. La espinaca a los 3 días su aceptabilidad fue de 4,0/5,0, es decir poco agradable; mientras que a los 5 y 7 días de almacenamiento fue entre poco agradable y, ni agrada ni desagrada, ya que tuvieron los valores de 3,9/5,0 y 3,7/5,0, respectivamente.

La col de repollo fue entre poco agradable y, ni agradable ni desagradable, con valores de 3,8/5,0, 3,7/5,0 y 3,6/5,0 correspondientes al tiempo de 3, 5 y 7 días de almacenamiento. En col morada, a los 3 y 5 días de almacenamiento, los valores fueron 3,6/5,0 y 3,5/5,0, es decir, que la aceptabilidad estuvo entre poco agradable y, ni agradable ni desagradable; mientras que a los 7 días (3,1/5,0) fue ni agradable ni desagradable.

Por tanto, para establecer el tiempo de vida útil para las cuatros hortalizas se consideraron los siguientes criterios: el desarrollo microbiológico (principalmente coliformes totales), la evaluación sensorial (principalmente el pardeamiento en bordes) y la pérdida de peso.

En la tabla 15, se indica el tiempo de vida útil para las cuatro hortalizas troceadas, considerando los criterios antes mencionados.

Tabla 15. Criterios considerados para establecer el tiempo de vida útil de las hortalizas troceadas

Hortalizas troceadas	Pérdida de peso (Días)	Desarrollo microbiológico: coliformes totales (Días)	Evaluación sensorial: pardeamiento en bordes (Días)	Tiempo de vida útil establecido (Días)
Col de repollo	4	6	3	3
Col morada	3	6	3	3
Lechuga	2	4	3	3
Espinaca	3	3	3	3

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

En base a lo antedicho se estableció como tiempo de vida útil para las cuatro hortalizas troceadas, en almacenamiento en frío, de 3 días. Sin embargo, es necesario señalar que la vida útil de la col de repollo y la col morada puede extenderse hasta 6 días considerando que aún poseen características microbiológicas adecuadas para su consumo. Para el caso de la lechuga debido al corte, a los 4 días alcanza la pérdida de peso máxima permitida y presenta cambio de color en los bordes (amarillo); y para la espinaca el tiempo de consumo es corto debido a las malas condiciones de su cultivo.

Es importante mencionar que la vida útil del producto fue corta porque no se emplearon conservantes químicos y porque no se aplicó atmósfera modificada en el empaquetado, la cual permite controlar de mejor manera la respiración de las hortalizas y por ende retardar el pardeamiento, la pérdida de peso y el desarrollo de microorganismos.

4.1.7 Análisis del costo del producto final

Es importante analizar el costo del producto para determinar si es rentable o no producirlo. Para el análisis del costo se consideraron las materias primas, el equipo y maquinaria, los suministros y el pago de personal. Las estimaciones de los costos se pueden observar en el anexo H, en las tablas F1, F2, F3, F4 y F5.

El precio de venta al público es de \$2,50 por bandeja, que contiene 150 g de cada hortaliza troceada, obteniéndose las siguientes utilidades aproximadas: 0,52 USD (20%) en col de repollo, 0,59 USD (23%) en col morada, 0,64 USD (25%) en lechuga y 0,53 USD (21%) en espinaca. Las variaciones existentes se deben principalmente al costo de las materias primas de las hortalizas, ya que dependen de la temporada (clima) en la que son sembradas y cultivadas.

En la actualidad algunas personas y dueños de restaurantes prefieren comprar alimentos de cuarta gama por tener mayor accesibilidad y preparar ensaladas mucho más rápido; al comprar una hortaliza en repollo o en ramas (espinaca), deben pasar por el proceso de deshojado y troceado. No se descarta el hecho de que existen aún personas que compren hortalizas con las características antes mencionadas.

4.2 Interpretación de datos

4.2.1 Análisis microbiológico de las hortalizas troceadas y tratadas con AE para determinar el mejor tratamiento de desinfección

Se empleó el programa de Excel y Statgraphics 4.0 para obtener el mejor tratamiento de desinfección. Los datos de ufc/g de cada microorganismo en las cuatro hortalizas troceadas se muestran desde la tabla A33 a la A52 (Anexo A), las variaciones existentes entre corridas se debió a los diferentes lotes y temporadas en que fueron cosechadas las hortalizas.

Las tablas del análisis de varianza, pruebas de Tukey y gráficos correspondientes se presentan en el anexo C, donde se indica la existencia de diferencias significativas entre tratamientos para las cuatro hortalizas con los cinco microorganismos de estudio, debido a que el valor de F calculado es mayor al valor crítico de F. Se trabajó con un nivel de confianza del 95%, y mediante la aplicación de la prueba de Rangos Múltiples de Tukey en cada tipo de microorganismo con cada hortaliza, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la col de repollo, la prueba de Tukey indicó que para los AE de clavo (tratamiento 2), canela (tratamiento 3) y su respectiva combinación (tratamiento 4), tuvieron similar efectividad en los cinco microorganismos: mesófilos totales (tabla B2), mohos y levaduras (tabla B4), *S. aureus* (tabla B6), *Salmonella* (tabla B8) y coliformes totales (tabla B10); sin embargo, en los gráficos B1 al B5 se observa que el aceite de canela tuvo mejor efecto reductor en la carga microbiana presente en la hortaliza.

En col morada, el aceite de clavo, canela y la combinación, en base a la prueba de Tukey, presentan similar efectividad en mesófilos totales, *S. aureus* y *Salmonella* (tablas B12, B16 y B18, respectivamente), mientras que para mohos y levaduras (tabla B14) y coliformes totales (tabla B20), el aceite de canela fue más efectivo; dicha información se puede visualizar en los gráficos B6 al B10.

En espinaca, se obtuvo con la prueba de Tukey, que en mesófilos totales (tabla B22), mohos y levaduras (tabla B24) el más efectivo fue el aceite de canela; seguido, el aceite de clavo y la combinación de los aceites, ambos tratamientos con efecto similar. En *S. aureus* (tabla B26), el aceite de canela, clavo y la combinación tuvieron similar efectividad; para *Salmonella* (tabla B28), el aceite de clavo y canela fueron mejores reductores de microorganismos, mientras que para coliformes totales (tabla B30), mejor efectividad tuvo el aceite de canela. Los resultados se visualizan en los gráficos B11 al B15.

Finalmente, en lechuga, con la aplicación de la prueba de Tukey, se obtuvo que el aceite de canela tuvo mejor efectividad en mesófilos totales (tabla B32), seguido el aceite de clavo y la combinación, estos últimos con similar efectividad en el mismo microorganismo; ambos aceites y su combinación fueron similares en su efecto reductor en mohos y levaduras (tabla B34), *S. aureus* (tabla B36) y *Salmonella* (tabla B38); mientras que en coliformes totales (tabla B40), hubo mejor reducción con el aceite de canela, las representaciones gráficas se observan en los gráficos B16 al B20.

Por tanto, en todas las hortalizas los AE de canela, clavo y la combinación tuvieron similar efectividad en mesófilos totales, mohos y levaduras, *S. aureus* y *Salmonella*; mientras que en coliformes totales, el aceite de canela tuvo mejor efectividad que el aceite de clavo y la combinación. En conjunto con la eficiencia germicida, el AE de canela se considera como el mejor antimicrobiano natural. Cabe recalcar que en las cuatro hortalizas no hubo presencia de *E. coli*.

4.2.2 Evaluación sensorial de las hortalizas troceadas y tratadas con AE

Es importante evaluar el efecto de los AE en las características sensoriales de las hortalizas para verificar la aceptabilidad del producto. Los resultados de las cataciones de cada hortaliza troceada desinfectada se reportan en las tablas A63 a la A66 (Anexo A).

En el anexo D, se presentan las tablas del análisis de varianza, según el caso la prueba de Rangos Múltiples de Tukey con un nivel de confianza del 95%, y los gráficos correspondientes. Los resultados en el análisis de varianza para lechuga fue la existencia de diferencias significativas en el olor (tabla C1), sabor (tabla C3) y aceptabilidad (tabla C6); por tanto, el olor de la lechuga (tabla C2) en el lavado fue bueno; mientras que con el aceite de canela y de clavo, fue entre bueno y aceptable, y para la combinación el olor fue aceptable.

Para el sabor (tabla C4) con aceite de canela y el lavado fue bueno, mientras que con el aceite de clavo y la combinación, el sabor fue ni bueno ni malo; y la aceptabilidad (tabla C7) con el lavado y el aceite de canela fue poco agradable, mientras que para el aceite de clavo y la combinación fue ni agradable ni desagradable. Los resultados están representados en el gráfico C1 para el olor, gráfico C2 para el sabor y gráfico C4 para la aceptabilidad. En la textura (gráfico C3) no existió diferencia significativa (tabla C5); pero, con el lavado y el aceite de canela estuvo poco crujiente, y con el aceite de clavo y la combinación estuvo entre poco crujiente y, ni crujiente ni blanda.

En espinaca, no hubo diferencias significativas (tabla C8) entre tratamientos en el atributo del olor (gráfico C5), el lavado estuvo entre bueno y aceptable, y con ambos aceites y su respectiva combinación fue aceptable. Existieron diferencias significativas en el sabor (tabla C9), la textura (tabla C11) y la aceptabilidad (tabla C13). El sabor (tabla C10) fue ni bueno ni malo con el lavado, y con los AE de canela y clavo; mientras que con la combinación el sabor fue malo; la textura (tabla C12) fue poco crujiente con el lavado y el aceite de canela, igual ocurrió con el aceite de clavo; pero con la combinación de los aceites, la textura estuvo entre poco crujiente y, ni crujiente ni blanda.

En la aceptabilidad (tabla C14) el lavado fue poco agradable, y con el AE de canela y de clavo estuvo entre poco agradable y, ni agrada ni desagrada; la combinación fue ni agradable ni desagradable. Las variaciones entre los resultados de las cataciones en los atributos para la espinaca se encuentran en los gráficos C5 al C8.

La col de repollo presentó diferencias en el olor (tabla C15) y la aceptabilidad (tabla C20), en el sabor (tabla C17) y la textura (tabla C18) no existió diferencias significativas entre tratamientos. El olor (tabla C16) fue entre bueno y aceptable con el AE de canela, mientras que para el lavado, el AE de clavo y la combinación fue aceptable. El sabor (gráfico C10) con el lavado, ambos aceites y su combinación estuvo entre bueno y, ni bueno ni malo; la textura (gráfico C11) con los cuatro tratamientos fue poco crujiente.

La aceptabilidad (tabla C20) fue poco agradable para aceite de canela y la combinación, mientras que para el aceite de clavo y el lavado fue entre poco agradable y, ni agradable ni desagradable. En las gráficas C9 y C12 se observan los promedios de las valoraciones de los atributos del olor y la aceptabilidad, respectivamente.

En col morada existió diferencias significativas en los cuatro atributos: olor (tabla C21), sabor (tabla C23), textura (tabla C25) y aceptabilidad (tabla C27). Con el aceite de canela el olor (tabla C22), fue entre bueno y aceptable, pero para el lavado, el aceite de clavo y la combinación el olor fue aceptable. El sabor (tabla C24) en la col morada con el aceite de canela fue entre bueno y, ni bueno ni malo; mientras que para los restantes tres tratamientos el sabor fue ni bueno ni malo.

La textura (tabla C26) con el aceite de canela y de clavo fue poco crujiente y, con la combinación y el lavado, la textura fue entre poco crujiente y, ni crujiente ni blanda; por último, la aceptabilidad (tabla C28) para el aceite de canela, de clavo y la combinación fue entre poco agradable y, ni agrada ni desagrada, y con el lavado la aceptabilidad fue ni agradable ni desagradable. Las representaciones gráficas de los resultados se encuentran del gráfico C13 al C16.

En conclusión, las características sensoriales de las cuatro hortalizas troceadas se mejoraron con la aplicación de los AE, principalmente con el aceite de canela, ya que con el aceite de clavo y la combinación presentaron comentarios, por parte de los catadores, de la existencia de sabores extraños y desagradables.

4.3 Verificación de hipótesis

Las hipótesis a verificar fueron las siguientes:

Ho: Todos los tratamientos de desinfección no optimizan la calidad microbiológica y sensorial de las hojas de hortalizas troceadas.

H1: Todos los tratamientos de desinfección optimizan la calidad microbiológica y sensorial de las hojas de hortalizas troceadas.

Se verificaron las hipótesis planteadas mediante el análisis e interpretación de datos de la desinfección con AE de canela, clavo de olor y la combinación en las cuatro hortalizas troceadas: col de repollo, col morada, lechuga iceberg tipo salinas y espinaca, aceptándose la hipótesis alternativa (H1), es decir, que todos los tratamientos de desinfección optimizan la calidad microbiológica y sensorial de las hortalizas. Mediante la prueba de Tukey se determinó que el AE de canela al 0,025% (p/v), con un tiempo de inmersión de 1 minuto, es aceptado sensorialmente y posee mayor efectividad antimicrobiana, permitiendo proporcionar un producto fresco, inocuo y agradable para el consumidor.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- 5.1.1** Se aplicaron aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) al 0,025% (p/v) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) al 0,025% (p/v) y la respectiva combinación al 0,025% (p/v) para optimizar la calidad microbiológica y sensorial de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea var. capitata cv. bronco*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa var. capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*) sin embargo los dos aceites y su combinación no tuvieron el mismo efecto en la calidad microbiológica y sensorial, mediante los análisis y pruebas comparativas realizadas, se obtuvo que el aceite esencial de canela es mejor antimicrobiano y tiene mayor aceptabilidad en las características sensoriales de las cuatro hortalizas troceadas.
- 5.1.2** Se realizó la caracterización física y química de las hortalizas troceadas obteniéndose como resultados que el pH para las cuatro hortalizas fue entre 6,3 y 6,7; la acidez para col de repollo y lechuga entre 0,11 a 0,15 g/lt y, para col morada y espinaca entre 0,05 a 0,09 g/lt; los sólidos solubles de la lechuga y la espinaca estuvieron entre 1,7 y 2,5 °Brix, y para ambas coles entre 3,3 y 4,2 °Brix. Las humedades aproximadas de ambas coles fue del 89,0%, de espinaca y lechuga del 95,0%, valores que se encuentran dentro de lo estipulado en la tabla de la composición de los alimentos. Finalmente, se encontró una considerable cantidad de vitamina C en la col de repollo (entre 33,0 y 52,0 mg), col morada (entre 49,0 y 62,0 mg) y

espinaca (entre 31,0 y 32,0 mg); mientras que, para lechuga, el contenido de vitamina C fue menor (entre 8,0 y 9,0 mg).

- 5.1.3** Se desarrolló el método planteado en este trabajo investigativo para el proceso de desinfección con AE de canela, clavo de olor y su respectiva combinación a la concentración de 0,025% (p/v) para hortalizas troceadas y se verificó su validez en base a los análisis microbiológicos. Los microorganismos de estudio fueron mesófilos totales, mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, coliformes totales y *E. coli*. En base al análisis de varianza y la prueba de rangos Múltiples de Tukey, tuvo mejor efecto en la reducción microbiana el aceite esencial de canela, seguido el aceite de clavo de olor y finalmente la combinación, los dos últimos con similar efectividad.
- 5.1.4** Se evaluó la capacidad bactericida de los AE con cada microorganismo, mediante la eficiencia germicida. El aceite esencial de canela tuvo mayor eficiencia germicida que el aceite de clavo de olor y la respectiva combinación. El AE de canela alcanzó del 82,3 al 87,9% de eficiencia germicida, el AE de clavo de olor del 62,7 al 65,8% y la combinación del 50,8 al 56,4%, estos valores varían dependiendo del tipo de microorganismo. El lavado de las hortalizas reduce la cantidad de microorganismos (entre 53,6% y 88,5% de eficiencia germicida), y con el empleo de los AE se disminuyó notoriamente, permitiendo proporcionar hortalizas troceadas dentro de las normas sanitarias.
- 5.1.5** Se determinó el tiempo de vida útil de las hortalizas troceadas empacadas en bandejas de poliestireno, cubiertas con film adherente, con un peso por bandeja de 150 g y almacenadas a 4°C. De acuerdo a la evaluación sensorial, pérdida de peso y desarrollo microbiológico, se obtuvo un tiempo de vida útil de 3 días para las cuatro hortalizas troceadas, tiempo en el cual mantienen sus características sensoriales y su inocuidad, siendo aptas para su consumo.

5.2 Recomendaciones

- 5.2.1** Para una mayor efectividad antimicrobiana de los AE de canela y clavo de olor, se recomienda trabajar con concentraciones mayores a 0,025 % (p/v) y menores a 0,050% (p/v), y combinarlos con ácidos orgánicos, como el ácido acético. Otro factor de importancia para poder mejorar la efectividad antimicrobiana de los AE es establecer tiempos de inmersión mayores a 1 minuto.
- 5.2.2** Se puede mejorar la efectividad antimicrobiana de las combinaciones de los aceites esenciales estableciendo la concentración de 0,025% (p/v) para cada aceite esencial y analizar su efectividad mediante análisis microbiológicos.
- 5.2.3** Para mejorar la calidad microbiológica de la espinaca, que contiene mayor carga microbiana, se recomienda trabajar con 1500 ml de solución desinfectante e incrementar el tiempo de inmersión.
- 5.2.4** Se debería integrar la aplicación de atmósfera modificada para el envasado de las hortalizas troceadas, lo cual permitiría controlar de mejor manera la respiración, por ende la producción de etileno; retardar el pardeamiento de las hojas y mantener las características organolépticas, mejorando el tiempo de vida útil de las hortalizas.
- 5.2.5** Para el secado de las hortalizas troceadas, luego de la inmersión en los AE, se recomienda el empleo de un secador apropiado, para obtener un secado óptimo en corto tiempo y evitar la contaminación microbiana en dicho proceso.
- 5.2.6** Se sugiere realizar una capacitación dirigida a los productores de Quillán para que puedan emplear métodos de desinfección con AE de canela y clavo de olor que permitan mejorar la calidad sensorial y microbiológica de las hortalizas, y a su vez ofertar un producto de cuarta gama permitiendo abarcar nuevos mercados a nivel de provincia y región.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos informativos

Título: “Aplicación de un desinfectante natural con ácido acético y aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) para disminuir la carga microbiana patógena en cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea var. capitata cv. bronco*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa var. capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*)”.

Institución ejecutora: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Beneficiarios: Productores y consumidores de hortalizas frescas.

Ubicación: Ambato - Ecuador

Tiempo estimado para la ejecución: 9 meses

Equipo técnico responsable: Ing. Milton Ramos y Egda. Valeria Vaca.

6.2 Antecedentes investigativos

La contaminación superficial de las hortalizas varía en número y tipo de microorganismo dependiendo del producto y del manejo previo y posterior a la cosecha, que dicho producto haya recibido, por lo que para asegurar la inocuidad de las hortalizas es necesario minimizar la contaminación de los productos con microorganismos patógenos que pueden afectar la salud de los consumidores (Ballesta, 2009).

La investigación tiene como finalidad evaluar un método de desinfección para hortalizas que se consumen en crudo. Uno de los aspectos más importantes de los aceites esenciales (AE) es su actividad antimicrobiana. Numerosos estudios han demostrado la eficiencia de los componentes de los AE como antimicrobianos naturales, para inhibir bacterias Gram positivas y Gram negativas. Estos actúan sobre las bacterias causando daños estructurales y funcionales a su membrana celular. De los aceites esenciales estudiados por diferentes autores, se han encontrado que los componentes del orégano, tomillo, romero, clavo de olor, canela, salvia, citral, ajo, cilantro, perejil, hierba de limón y vainilla, poseen una mayor actividad antimicrobiana (Ballesta, 2009).

Los AE de orégano y tomillo poseen propiedades antimicrobianas principalmente por su contenido de carvacrol y timol. Estudios in vitro han demostrado su alta capacidad para inhibir *E. coli* y *L. monocytogenes*. Igualmente se ha evaluado el efecto inhibitorio del aceite esencial de Canela (*Cinnamomum zeylanicum* L.) sobre estas dos bacterias causantes de enfermedades alimentarias, atribuyendo esta propiedad a su componente mayoritario el cinamaldehído (Ballesta, 2009).

Se ha establecido que el método de desinfección que presenta mayor efectividad ante la reducción de la carga bacteriana, tanto de coliformes totales, fecales, así como *E. coli*, a un tiempo de acción de 15 minutos es el tratamiento aplicando un lavado previo a las hortalizas con una solución detergente al 5% p/v y posteriormente una solución de Hipoclorito de Sodio de 169 ppm; así mismo el método no químico de desinfección que presenta esta misma efectividad es una solución de orégano a concentración de 10% p/v a un tiempo de acción de 15 minutos, y en relación a la inhibición en el crecimiento de células viables de *Salmonella*, el método químico no convencional que inhibe este crecimiento es el ácido acético (vinagre) al 4% v/v (Campos y Manzano, 2007).

Akbas y Ölmès (2007), evaluaron la inactivación de *E. coli* y *L. monocytogenes* en lechuga con ácido acético, cítrico y ascórbico. Zhang y Farber (1996) evaluaron combinaciones de ácido acético, láctico y cloro para reducir poblaciones de *L. monocytogenes* en lechuga.

Yuk *et al.* (2006) utilizaron ácido acético, cítrico y láctico en lechuga, también para control de *E. coli* O157:H7. Estos autores coinciden en la utilización de concentraciones de 1000 mg/L de ácido acético, cítrico y láctico con reducciones entre 0,17 a 1,07 Log UFC/cm². Sin embargo, al utilizar mezclas de ácidos orgánicos con químicos, la reducción de microorganismo es mayor, por ejemplo al utilizar 1000 mg/L de ácido cítrico con 3000 mg/L de ozono, se observaron reducciones de 2,31 Log UFC/cm² de *E. coli* O157:H7.

En la investigación realizada por Mendoza y Cantor (2012) se analizaron muestras de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) obtenidas de establecimientos de ventas de vegetales de las afueras de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano - Honduras, desconociendo su origen de procedencia en cuanto a productores. Así mismo, se analizaron muestras de lechuga (*Lactuca sativa* L.) adquiridas en el Puesto de Ventas y Planta Post-cosecha de la misma escuela. Las muestras fueron adquiridas al azar, colocadas en bolsas plásticas y transportadas inmediatamente al Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano, almacenados en refrigeración para su posterior análisis.

Las soluciones finales utilizadas como tratamientos fueron los siguientes: 50 mg/L de cloro, 100 mg/L de cloro, 1000 mg/L ácido acético (v/v), 1000 mg/L ácido cítrico (w/v), 50 mg/L de cloro + 1000 mg/L ácido acético (v/v), 100 mg/L de cloro + 1000 mg/L ácido acético (v/v), 50 mg/L de cloro + 1000 mg/L ácido cítrico (w/v), 100 mg/L de cloro + 1000 mg/L ácido cítrico (w/v), y como control se utilizó solamente agua potable. La inmersión se realizó por un minuto y para su manipuleo se utilizó pinzas previamente esterilizadas con etanol 70% y flameadas por 15 segundos.

Se determinó que al utilizar ácido acético (1000 mg/L), cítrico (1000 mg/L) y mezclas con hipoclorito de calcio (50 mg/L) se observan reducciones de hasta $2,19 \pm 0,49$ Log UFC/cm² de *E. coli* (ATCC 25922) en superficies de lechuga, y la solución desinfectante basada en ácido acético (1000 mg/L) es la de menor costo variable.

En la investigación desarrollada por Vaca Valeria se enfocó en el incremento de las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETAs) causadas por la elevada contaminación del agua utilizada para regadío de las hortalizas para consumo en fresco; por tal razón, la investigación se enfocó en disminuir la carga microbiana presente en las hortalizas frescas: col de repollo (*Brassica oleracea var. capitata cv. bronco*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa var. capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*) que se cultivan en el sector de Quillán-Izamba (Ambato). La desinfección se realizó con AE de canela, clavo de olor y combinación de los dos aceites, a una concentración de 0,025% (p/v), mismas que fueron preparadas en un litro de agua destilada, y para formar la solución se utilizó polisorbato 80 (0,025g/lit). La desinfección se realizó por inmersión de las hortalizas troceadas durante un minuto, se determinó como mejor tratamiento de desinfección al AE de canela al 0,025% (98% de eficiencia) y en segundo lugar el clavo de olor al 0,025%.

6.3 Justificación

A través de la historia, el consumo de frutas y verduras se ha percibido como benéfico para la salud. Así mismo, dentro de este proceso se ha ido buscando la relación entre la dieta y el desarrollo de algunas enfermedades. La inocuidad alimentaria en frutas y hortalizas frescas, es decir el asegurar que el consumo de este tipo de alimentos no cause daños o ponga en peligro la salud de los consumidores, se ha convertido en una prioridad, tanto para la protección de la salud pública, como para seguir manteniendo la competitividad, posicionamiento y un mayor acceso de los productos agrícolas a los mercados internacionales (González, 2005).

Actualmente, las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), no son suficientes para evitar las ETAs debido al alto grado de contaminación en factores como el agua que participa en la producción de las hortalizas, lo cual afecta a los agricultores que sobreviven de la venta estos alimentos.

La intensa búsqueda de métodos de desinfección para alimentos frescos ha sido compleja, ya que se ha empleado agentes químicos que a pesar de reducir la carga microbiana patógena, han afectado la salud de los consumidores y de los productores, además de alterar el sabor de los productos causando un rechazo en su consumo. Por tal motivo, se ha implementado el uso de agentes naturales que puedan complementarse y formar sustancias desinfectantes saludables y agradables al consumidor.

En base a la investigación realizada del empleo de AE para la desinfección de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo, col morada, lechuga y espinaca, se utilizará el AE de canela (0,025%) porque presentó una efectividad antimicrobiana del 98% en mesófilos y coliformes totales, del 97% en mohos y levaduras, 94 y 93% en *S. aureus* y *Salmonella*, respectivamente. Además, fue el aceite esencial que tuvo más aceptabilidad por los consumidores.

Los ácidos orgánicos permiten mejorar la eficiencia antimicrobiana de los AE, y en base a la investigación realizada por Mendoza y Cantor (2012), el ácido acético permite reducir microorganismos patógenos como *E. coli* presentes en hortalizas frescas, entonces se empleará ácido acético (vinagre). El empleo de AE de canela con ácido acético (vinagre) permitirán crear una solución desinfectante natural con mayor actividad antimicrobiana frente a *Salmonella*, *Escherichia coli* y coliformes totales, que se encuentran con mayor frecuencia en las hortalizas frescas.

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo General

- Aplicar un desinfectante natural con ácido acético y aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) para disminuir la carga microbiana patógena en cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea var. capitata cv. bronco*), col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa var. capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*).

6.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los efectos de los diferentes tratamientos de desinfección en las propiedades físicas y químicas de las hortalizas troceadas.
- Seleccionar el tiempo y la concentración del AE más óptima mediante análisis microbiológico y la eficiencia germicida.
- Determinar el tiempo de vida útil en el mejor tratamiento de desinfección de las hortalizas troceadas mediante análisis microbiológico y sensorial.

6.5 Análisis de factibilidad

El análisis de factibilidad permite conocer la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados y se basa en tres aspectos que son: operativo, técnico y económico.

6.5.1 Factibilidad operativa

El desarrollo de la propuesta se basa en el cumplimiento de los objetivos, para lo cual se requiere de agricultores que busquen crecer y ampliar sus ventas hacia nuevos mercados mediante la oferta de un nuevo producto y de alta demanda, ya que en la actualidad el consumo de hortalizas ha aumentado debido al contenido nutricional que aportan y porque previene trastornos y graves enfermedades.

Además los materiales que se requieren para la desinfección de verduras como del envase que se emplea están al alcance de los agricultores, es de importancia mencionar que la metodología aplicada no es compleja y por tanto es de fácil ejecución para empresas pequeñas, medianas o grandes, siempre que exista la disponibilidad de la materia prima y mano de obra.

6.5.2 Factibilidad técnica

La tecnología de desinfección de alimentos con el empleo de sustancias naturales como son los AE es sencilla, las herramientas que requieren no son costosas y son de fácil acceso, de igual manera los conocimientos que requieren las personas son básicos sobre manejo poscosecha, higiene, indumentaria, inocuidad, etc. Se debe considerar que para la ejecución de la parte técnica, siempre se requiere de una persona con experiencia en el tema para poder guiar de mejor manera a los productores y así explotar cada recurso de manera eficiente y con resultados positivos en lo económico, social y productivo; también debe estar a cargo de un control exhaustivo de la parte microbiológica para controlar la efectividad de la solución desinfectante como de los cuidados de quienes manipulen los alimentos.

6.5.3 Factibilidad económica

Afortunadamente las hortalizas son alimentos que se producen durante todo el año y por tanto no requieren de procesos adicionales como el mantener reservas en bodegas, pues esta etapa afectaría la frescura y tiempo de vida útil del producto, lo recomendable es trabajar en fresco, es decir recién cosechadas. Los costos pueden variar en función de la temporada de producción que se ve afectada por los cambios climáticos y que desventajosamente no es un factor controlable, a pesar de ello, el costo aproximado de cada hortaliza con el empleo de vinagre con AE de canela, debe alcanzar una utilidad entre el 20 y el 23%, para obtener un producto rentable y que permita ofertar más variedad en el mercadeo de hortalizas frescas.

6.6 Fundamentación teórica

La finalidad de evaluar métodos de desinfección para hortalizas que se consumen en crudo es debido al aumento de ETAs, por lo que el estudio se enfoca primeramente en evaluar por medio de análisis microbiológico la efectividad del método de desinfección para hortalizas.

6.6.1 Inocuidad alimentaria

La Comisión Codex Alimentarius en el Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP1-1969, Rev 4, 2003), define el término Inocuidad de los alimentos como la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan. La inocuidad de los alimentos es sumamente importante ya que impacta tanto la economía como la salud pública.

La falta de inocuidad en la producción y manipulación de alimentos es uno de los factores que da origen a la proliferación de ETAs, las cuales han ocasionado graves repercusiones en la salud e inclusive la muerte de una cantidad significativa de personas a nivel mundial.

6.6.2 Hortalizas frescas

A través de la historia, el consumo de frutas y hortalizas se ha percibido como benéfico para la salud. Así mismo, dentro de este proceso se ha ido buscando la relación entre la dieta y el desarrollo de algunas enfermedades. Existen autores que han afirmado que al hacer cambios en la dieta puede disminuirse la tasa de mortalidad por algunos padecimientos. Las frutas y las hortalizas se encuentran entre los alimentos más sanos, tanto por su contenido de nutrimentos indispensable para el funcionamiento del cuerpo humano, como por su contenido de agua y fibra. Estos alimentos constituyen una base importante en las dieta, sobre todo en estado fresco.

Los factores del ambiente y las prácticas de manejo pueden producir contaminaciones de distinto orden a lo largo de las diferentes etapas del cultivo de las frutas y hortalizas frescas, a fin de mejorar las oportunidades para su comercio, se está haciendo un esfuerzo mundial en la industria agroalimentaria para desarrollar e implementar prácticas inocuas en el manejo de alimentos a lo largo de la cadena productiva (González, 2005).

6.6.3 Los aceites esenciales

Los aceites esenciales son mezclas naturales muy complejas que pueden contener de 20 a 60 componentes en concentraciones muy diferentes. Ellos se caracterizan por poseer dos o tres componentes en altas concentraciones (cerca del 85%) comparado con otros componentes que se encuentran en pequeñas cantidades. Hacen parte de sus componentes muchos terpenoides (linalol, geraniol, thujanol, borneol, mentol, citronellol, terpineol) y una variedad de hidrocarburos de bajo peso molecular (fenoles como eugenol, carvacrol, eugenol y aldehídos aromáticos como cinamaldehído, cuminal y pelandral), los cuales son los principales responsables de las propiedades antimicrobianas de los aceites esenciales (Ballesta, 2009).

6.6.4 El vinagre

Campos y Manzano (2007) indican que el vinagre es esencialmente una solución diluida de ácido acético hecho por fermentación, a la que se le agregan sales y extractos de otras materias. Estas sustancias adicionales, cuya naturaleza y cantidad exacta dependen sobre todo del ingrediente utilizado, dan al producto su cualidad distintiva.

El vinagre puede ser usado en muchas formas, tiene usos que van desde ser un ingrediente versátil de las comidas, un agente medicinal, hasta un elemento de gran utilidad en la limpieza del hogar y los equipos utilizados en la industria de alimentos.

El vinagre como agente antibacterial, se utiliza en el hogar y a nivel industrial para eliminar bacterias que pueden ser dañinas a la salud, ya que evita el crecimiento de hongos, desinfecta los equipos que se utilizan para procesar alimentos y neutraliza los malos olores característicos de ciertos alimentos.

6.6.5 Descripción del proceso de la propuesta

La representación gráfica del proceso de desinfección con ácido acético y AE de canela se indica en el gráfico 4. A continuación se describe el proceso de desinfección con ácido acético y AE de canela en hortalizas troceadas:

- **Recepción**

Se receptorán las hortalizas: col de repollo, lechuga criolla, col morada y espinaca; cultivada en los sectores de Quillán Bajo y Quillán Alto, parroquia Izamba, provincia de Tungurahua.

- **Selección**

La calidad de los productos de hortalizas troceadas depende considerablemente de la calidad del producto entero que se procesa, por tal razón, se seleccionarán las hortalizas que tenga tamaño similar y características físicas adecuadas; en adición, se recibirán aquellas hortalizas que no presenten daños o deterioro en las hojas de las hortalizas.

- **Deshojado**

En esta etapa se extraerán manualmente las hojas de cada hortaliza, dichas hojas pasarán por una selección para eliminar aquellas que presenten daños físicos, como el cambio de color o quemaduras provocadas por el clima.

- **Prelavado**

Se realizará un lavado a las hojas de las hortalizas, con agua previamente hervida y enfriada a 4°C, para eliminar impurezas, como la tierra, insectos y pequeñas piedras, que se contaminan durante el riego, cultivo y empacado de las mismas.

- **Troceado**

Dado que se desarrollarán productos frescos y listos para consumir, se debe considerar el tipo de corte que se aplicará a cada hortaliza para ser desinfectada presentar un producto que atraiga al consumidor, por tanto los cortes de las hortalizas serán de 1cm de ancho por 7cm de alto. El troceado al ser manual, deberán desinfectarse los cuchillos frecuentemente.

- **Lavado**

Se procederán a lavar las hortalizas troceadas, con agua previamente hervida y enfriada a 4°C, para eliminar impurezas que se produjeron durante el troceado y evitar contaminaciones. Se tomarán porciones de 150 g cada una, con las cuales se procederán a realizar la desinfección con el AE y vinagre. Se tomará una muestras para realizar el análisis microbiológico del lavado de las hortalizas troceadas.

- **Desinfección**

En esta operación, el AE será diluido en un litro de vinagre al 4% (v/v). Se trabajarán a concentraciones de 0,025%, 0,035% y 0,050% (p/v) del aceite esencial de canela. Las porciones de hortalizas troceadas de cada clase, serán sumergidas en la solución desinfectante para disminuir la carga microbiana patógena presente en las hortalizas. La inmersión se realizará por un tiempo de uno, tres, cinco y siete minutos.

- **Escurrido**

Se realizará con la finalidad de eliminar el exceso de la solución desinfectante de la superficie de los trozos de las hortalizas y evitar que afecten su calidad organoléptica.

En esta etapa se analizarán el pH, la acidez y vitamina C de las cuatro hortalizas troceadas e identificar si la solución de ácido acético con AE influye en las mismas. Además se realizará el análisis microbiológico con mesófilos totales, *E. coli*, *Salmonella*, *S. aureus*, mohos y levaduras para obtener la eficiencia germicida de la solución.

- **Secado**

Con el propósito de eliminar completamente la solución remanente en las hortalizas troceadas se procede a secarlas. El resultado de esta operación es esencial para garantizar un tiempo de vida útil aceptable de los productos y será aplicada en el mejor tratamiento.

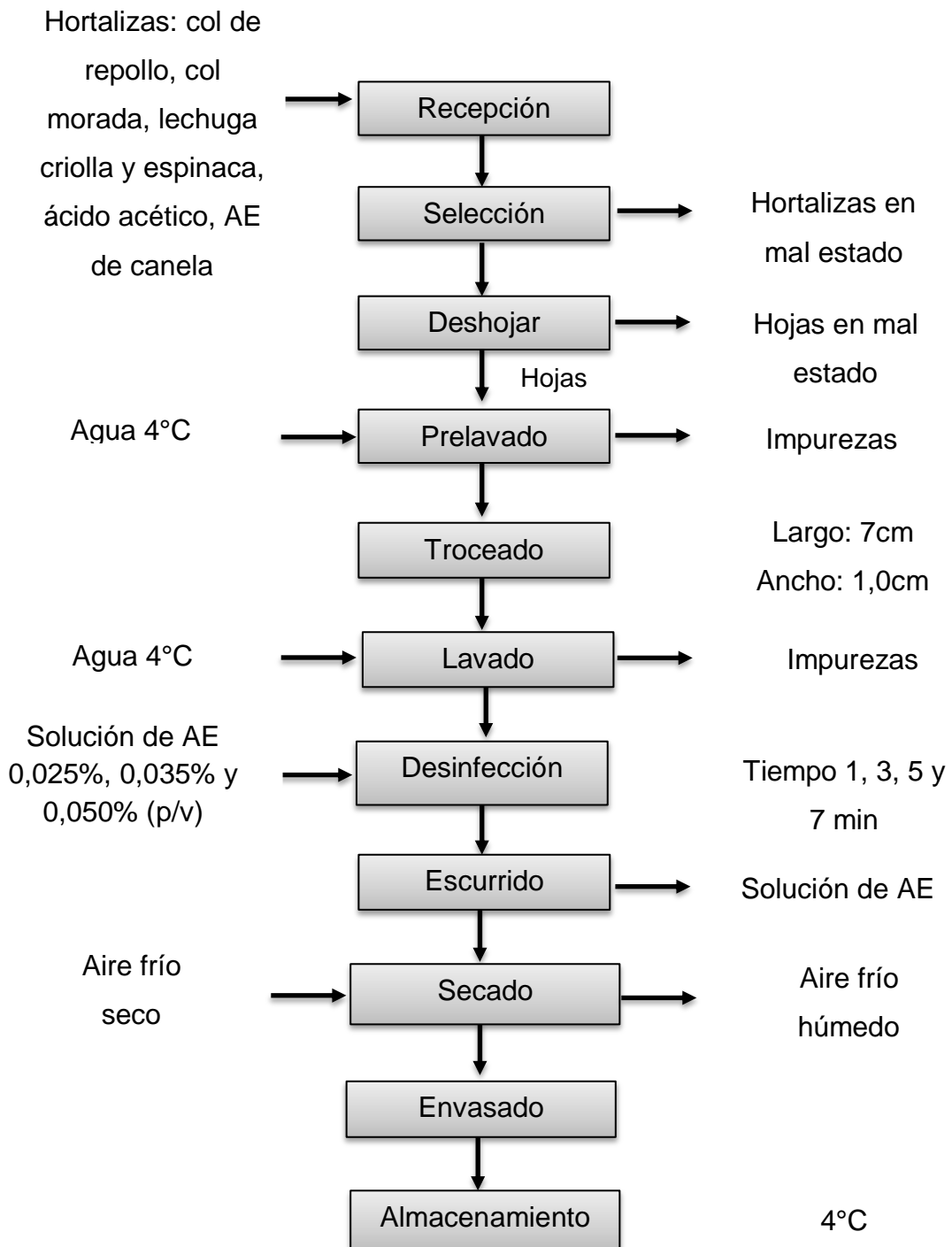
- **Envasado**

El tipo de envase es muy importante tanto para conservar el alimento en las mejores condiciones como en la presentación del producto. Las hortalizas desinfectadas serán empacadas en bolsas de polietileno, cuyas propiedades barrera son moderadas, tanto a gases como al vapor de agua (González, 2005). Las bolsas contendrán 150 g de los cuatro tipos de hortalizas troceadas.

- **Almacenamiento**

El producto se almacenará a temperatura de refrigeración de 4°C, porque es un rango de temperatura apta para conservar los cuatro tipos de hortalizas y se controla mejor el desarrollo de microorganismos causantes de putrefacción.

Gráfico 4. Proceso de desinfección con ácido acético y AE de canela en hortalizas troceadas



Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

6.7 Metodología

Cuadro 4. Modelo Operativo (Plan de Acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsable	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Desarrollo de una solución desinfectante natural	Revisión bibliográfica sobre desinfectantes naturales para hortalizas frescas	Investigadora	Humanos Físicos Económicos	\$ 100,00	1 mes
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Evaluar la efectividad antimicrobiana de la solución	Análisis microbiológico de la solución	Investigadora	Humanos Físicos Económicos Tecnológicos	\$200,00	2 meses
3. Implementación de la propuesta	Ejecutar la propuesta	Aplicación de la solución en hortalizas para consumo en fresco	Investigadora	Humanos Físicos Económicos Tecnológicos	\$600,00	4 meses
4. Evaluación de la propuesta	Verificar la calidad microbiológica y sensorial de las hortalizas	Comparación de los datos experimentales (sensorial y microbiológico)	Investigadora	Humanos Físicos Económicos Tecnológicos	\$150,00	2 meses

Fuente: Valeria Vaca S., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

6.8 Administración

La ejecución de la investigación estará coordinada por: Ing. Milton Ramos y Egda. Valeria Vaca.

Cuadro 5. Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Las ETAs causadas por microorganismos patógenos presentes en hortalizas frescas	Empleo de sustancias antimicrobianas naturales	Disminución de la carga microbiana patógena Incentivar el consumo de hortalizas frescas mejorando la producción agrícola de la provincia Presentar hortalizas inocuas de alta calidad sensorial	Elaborar hortalizas de cuarta gama empleando una solución de vinagre (1lt) con AE de canela (0,025% p/v) para disminuir la carga microbiana patógena y atribuirle sabores aceptables para el empleo en ensaladas. Se variará los tiempos de inmersión en la solución para identificar la efectividad de la solución y así aportar un producto de buena calidad sensorial y microbiológica	Investigadora: Valeria Vaca S.

Fuente: Valeria Vaca S., 2013

Elaborado: Valeria Vaca S., 2013

6.9 Previsión de la evaluación

Cuadro 6. Previsión de la Evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Agricultores Empresarios (FAO Y OMS) Consumidores
¿Por qué evaluar?	Porque se desea constatar la inocuidad de las hortalizas frescas, así como su aceptabilidad.
¿Para qué evaluar?	Desarrollar una metodología de desinfección natural en hortalizas frescas
¿Qué evaluar?	Materia prima Producto terminado Tecnología aplicada: resultados obtenidos
¿Quién evalúa?	Director del proyecto Investigadora Calificadores
¿Cuándo evaluar?	Luego del lavado y de la aplicación de la solución de vinagre con AE en las hortalizas troceadas
¿Cómo evaluar?	Mediante instrumentos de análisis
¿Con qué evaluar?	Experimentación y normas establecidas

Fuente: Valeria Vaca S., 2013

Elaborado: Valeria Vaca S., 2013

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- Abdoul-Raouf, V.; Beuchat, LR. and Ammar, MS. 1993. *Survival and growth of Escherichia coli O157:H7 on salad vegetables*. Appl Environ Microbiol, 29:1999-2006.
- Ayres, JC.; Mundt, JO.; Sandine, WE. 1980. *Microbiology of foods*. San Francisco, WH Freeman & co.
- Beuchat, LR. 1996. *Pathogenic microorganisms associated with fresh produce*. J. Food Prot, 59:204-216.
- Bianchini Francesco y Corbetta Francesco. 1974. *Frutos de la tierra atlas de las plantas alimenticias*. Editorial AEDOS, Barcelona, pág.: 46, 50, 76.
- Boast, Michael. 1997. *Refrigeración*. Editorial Acribia S.A., Zaragoza-España, pág.: 391-297.
- Campos Durán María Antonieta y Manzano Polío Wendy Aymeth. Octubre 2007. *Evaluación de métodos de desinfección para hortalizas que se consumen en crudo*. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Química.
- Casp Vanaclocha Ana y Abril Requena José. 2003. *Proceso de Conservación de Alimentos*. Segunda edición, ediciones Mundi-Prensa, Madrid-España, pág.: 259-262, 284.
- Chaieb, K.; Hajlaoui, H.; Zmantar, T.; Kahla-Nakni, A.; Kalha-Nackbi, A.; Rouabhia, B.; Bakhrouf, M. 2007. *The chemical composition biological activity of clove essential oil, Eugenia cayophyllata (Syzygium aromaticum L. Myrtaceae: A short review)*. pp.: 501-506.
- Davidson, P.M. 2001. *Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds*. En: Food Microbiology and Fundamentals, 2 Ed. Doyle MP, LR Beuchat, TJ Montville (Eds.). ASM Press, Washington, D.C., USA. Chap. 29: 593-627

- Deans, Sg.; Eaglesham, E. y Lis-Balchin, M. 1998. *Relationship between bioactivity and chemical composition of commercial essential oils*. Flavour Frag j; 13: pp 98.
- Delaquis, P.J.; Stanich, K.; Girard, B.; Marza, G. 2002. *Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils*. Int. J. Food Microbial. 74: 101-109.
- Favier, J-C.; Ireland-Ripert, J.; Toque, C.; Feinberg, M. 1996. *Répertoire général des aliments*. 2^a edition. Inra, Cneva. Tec & Doc Lavoisier, París.
- González-Aguilar Gustavo A. 2005. *Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Frescos Cortados*. Logiprint Digital S. de R.L. de C.V., México, pp.: 1,7, 21, 37, 40, 45, 47 - 49, 128, 320, 440, 441.
- Hitokoto, H.; Morozumi, S.; Wauke, T.; Sarcai. 1978. *Inhibitory effects of apices on growth and toxin production of toxigenic fungi*. Appl. Environ. Microbiol. 39:818-822.
- Jaramillo, E.; Jorge, N. y Díaz, A. 2006. *Manual Técnico 20, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA*. Centro de Investigación La Selva, Colombia.
- Jones, FA. 1996. *Herbs-useful plants. Their role in history and today*. Eur. J. of Gastroenterol and Hepatol, 8:1227-1231.
- Michard, Frédéric. 1993. Trained at the University of Paris V, France, and at Harvard Medical School, Boston, USA. Journals article.
- Minim. 2004. *Avaliação sensorial de produtos mínimamente*. Anais de Palestras, Resumos e Oficinas. III Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Viçosa-MG. P.:33-37.
- Ministerio de Previsión Social y Sanidad. 1985. *Tabla de la composición de los Alimentos Ecuatorianos*. Instituto Nacional del Ecuador. Guayaquil – Ecuador, pág.: 12.
- Molinas Ferrer, M. y Durán Torrallardona, S. 1970. *Frigoconservación y Manejo de Frutas, Flores y Hortalizas*. Primera edición, editorial AEDOS, Barcelona, pág.: 172-175, 209.

- Nguyen-The, C. y Carlin, F. 1994. *The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables*. *Crit RevFood Sci Nut*, 34: 371-401.
- Ogunwande, I.A.; Olawore, N.O.; Ekundayo, O.; Wlaker, T.M.; Schmidt, J.M.; Setzer, W. N. 2005. *Studies on the essential oils compositions, antibacterial and cytotoxicity of Eugenia uniflora. L.* pp.: 15, 147 -152.
- Pérez Huerres Consuelo y Llosas Caraballo Nelia. 1991. *Horticultura*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, pág.: 54-69, 120-129.
- Philippon, J. 1991. *Qualité sanitaire des denrées d'origine végétale surgelées*. *Rev Gen Froid*, 3:39-45.
- Senser Friedrich y Scherz Heimo. 1999. *El pequeño "Souci – Fachmann – Kraut", tabla de la composición de los alimentos*. Edición del Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittel chemie, editorial Acribia, Zaragoza – España.
- Silva, EO. 2001. *Fisiología pós-colheita de repolho (Brassica oleracea var. capitata) mínimamente procesado*. Viçosa, MG.: UFV, pp. 79. Dissertação, (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidad Federal de Viçosa.
- Stewart, B.; Olson, D.; Goody, D.; Tinsley, A.; Amos, R.; Etts, N.; Georgiu, C.; Hoerr, S.; Ivaturi, R.; Voichick, J. 1994. *Converting Focus Group on food choices into a quantitative instrument*. *J. of Nutr Educ.*, 26 (1): 34-36.
- Troxler, S. y Readon, J. 2001. North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services, Food and Drug Protection Division.
- Van Haeff y Johan Berlijn D. 1992. *Manual para educación agropecuaria: Horticultura, área producción vegetal*. Editorial Trillas S.A., México, pág.: 9-16.
- Vázquez, Bl.; Fente CM.; Vázquez, MJ.; Cepeda, A. 2001. *Inhibitory effects of eugenol and thymol on Penicillium citrinum strains in cultura media and cheese*. *Int. J. of Food Microbiol.* 67:157-163.

- Yves Tirilly y Bourgeois Marcel Claude. 2002. *Tecnología de las Hortalizas*. Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España), pág.: 485, 487-489, 494.

TESIS Y PROYECTOS INVESTIGATIVOS

- Ballesta Ingrid. 2009. *Aceites esenciales con propiedades antimicrobianas y su aplicación en quesos*. I.a Universidad de Cartagena-Universidad Nacional de Medellín, Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/57151317/Trabajo-Investigacion-Articulo-de-Revision-Aceites-Esenciales-en-Queso-Revizandoo>.
- Baquero Huertas Juan Pablo. 2008. *Efecto de tratamientos térmicos en combinación con los aceites esenciales de clavo y tomillo sobre la supervivencia de Listeria monocytogenes evaluada in vitro y en una sopa comercial*. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Industrial. Cartagena – España.
- Cabrera González Verónica María. 2010. *Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización del aceite esencial de canela (Cinnamomum zeylanicum)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia, Riobamba –Ecuador.
- Campos Durán María Antonieta y Manzano Polío Wendy Aymeth. Octubre 2007. *Evaluación de métodos de desinfección para hortalizas que se consumen en crudo*. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Química.
- Güiza Pérez Diana del Pilar y Rincón Prieto Lina María. Octubre 2007. *Estudio del efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Mintostachys mollis* combinado con inactivación térmica, sobre cepas de Listeria monocytogenes y Bacillus cereus*. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Industrial. Bogotá, D.C. pp. 15.

- Hernández Sánchez Pilar. 2011. *Encapsulamiento de Aceite Esencial de Clavo para su Aplicación en la Industria Alimentaria*. Universidad Católica San Antonio, Facultad de Ciencias de la Salud, de la Actividad Física y del Deporte, Departamento de Tecnología de la Alimentación y Nutrición. Guadalupe.
- Hidalgo Arias Martha Cecilia, Proaño Pérez Carol Elisa y Sandoval Cárdenas Marco Vinicio. 2011. *Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización de legumbres y hortalizas*. Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), sede Latacunga.
- Jerez Fernando. 2009. *Efecto de la aplicación de desinfectantes en la calidad microbiológica de las hortalizas frescas comercializadas en el Mercado Mayorista de Ambato*, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ambato – Ecuador.
- Mendoza Velásquez Mario y Cantor Barreiro Félix Roberto. 2012. *Efecto del uso de ácido acético, cítrico e hipoclorito de calcio para control de Escherichia coli (ATCC 25922) en lechuga (Lactuca sativa L.) y chile dulce (Capsicum annuum L.)*. Zamorano - Honduras, Departamento de Agroindustria Alimentaria.
- Ospina Pablo, Chiriboga Manuel, Torres Ana Lucía, Alvarado Marcela, Santillana Alejandra, Larrea Carlos, Larrea Ana Isabel, Maldonado Paola y Camacho Gloria. 2009. *Tungurahua: Una vía alternativa de modernización económica*. Published by: Rimisp – Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, Santiago, Chile. Project Number: 104513. Universidad Andina Simón Bolívar, Toledo N22-80 (Plaza Brasilia), publicado por Rimisp – Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Quito, Ecuador. Disponible en: <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/39836/1/128611.pdf>
- Pilataxi Carlos. 2010. *Identificación de flujos productivos y caracterización de los principales segmentos de mercado potencias para productos agroecológicos del cantón Píllaro y Ambato*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba-Ecuador.

- Rodríguez Saucedá Elvia Nereyda. 2011. *Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas*. Ra Ximhai. Número 1, vol. 7, Universidad Autónoma Indígena de México, Mochicahui. pp. 160.
- Sánchez Yaíma, Correa Teresa, Abreu Yudith, Martínez B., Duarte Yanisia y Pino Oriela, sep.-dic. 2011. *Caracterización Química y Actividad Antimicrobiana del Aceite Esencial de Piper marginatum Jacq.*, Rev. Protección Veg. vol. 26 no.3, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) Apartado 10, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, Base Scielo, disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-7522011000300006&script=sci_arttext

REVISTAS Y PERIÓDICOS PUBLICADOS

- Akbas, M. y Ölmés, H. 2007. *Inactivation of Escherichia coli and Listeria monocytogenes on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids*. Journal compilation The society for applied Microbiology. Institute of Technology, Gebze, Kocaeli, Turkey. 6 p.
- Clavijo C. Gonzalo. 3 julio 2011. *¿Hortalizas contaminadas?* Diario El Mercurio – Cuenca. Disponible en: <http://www.elmercurio.com.ec/hemeroteca-virtual?noticia=287091>
- Constitución Política del Ecuador. 2008. Derechos del Buen Vivir, sección primera: Agua y Alimentación, art. 13. Disponible en: http://www.eruditos.net/mediawiki/index.php?title=Derechos_del_buen_vivir
- Diario Hoy. Enero 2007. *La lechuga a punta al exterior*. Guayaquil. Disponible en: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/la-lechuga-apunta-al-externo-255080.html>
- Diario El Comercio. 27 septiembre 2009. *Tres ríos son vertederos de contaminates*. Editores ECUATORIANOS S.A. Modesto Modeta, red Ambato. Este contenido ha sido publicado originalmente por Diario EL COMERCIO en la siguiente

dirección: file:///C:/Users/cneterwork/Desktop/PROYECTO%20VALERIA%20VACA/PERFIL%20VALERIA%20VACA/CONSULTAS/Tres%20r%C3%ADos%20son%20vertederos%20de%20contaminantes.htm.

- INIAP, Dirección Nacional de Transferencia de Tecnología Quito. Noviembre 2010. *Proyecto Seguridad y Soberanía Alimentaria basada en la producción sana de alimentos: Resultados del estudio de línea base*. Quito – Ecuador. Disponible en http://www.iniap.gob.ec/~iniapgob/sitio/images/stories/descargas/capacitaciones/linea_de_base_2da_entrega.pdf
- Yuk, H.; Yoo, M.; Yoon, J.; Moon, K.; Marshall, D. 2006. *Effect of combined ozone and organic acid treatment for control of Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes on lettuce*. Journal of Food Science. IFT. Vol. 71, No. 3. 5 p.
- Zambrano Luis. 2010. *Pobre Río Cutuchi*. Revista El Grito. Disponible en: <http://elgritolarevista.blogspot.com/2010/07/rio-cutuchi-de-latacunga-contaminado.html>
- Zhang, S.; Farber, J.M. 1996. *The effects of various disinfectants against Listeria Monocytogenes on fresh-cut vegetables*. Food Microbiology. 311 p.

INTERNET

- Alvi Olor, S.A. Laboratorio de Cosmética - Polígono Industrial “Els Xops”. 2012. Disponible en: <http://www.alviolor.com/caucana-ficha.php?p=es,45bdb3043af14,45c1af8c3c3ab,4816df023fcbb>
- Cámara de Agricultura de la Primera Zona, III Censo Nacional Agropecuario. 2009. *Principales productos agrícolas*. Disponible en: http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/censo_4616.htm
- Codex Alimentarius en el Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP1-1969, Rev 4, 2003).

- CONPES, Consejo Nacional de Política Económica y Social. 2008. *Política nacional fitosanitaria y de inocuidad para las cadenas de frutas y de otros vegetales*. República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación, pp. 5-6. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/b12bfeda-1f37-4266-9c0c-e5c9e96be7bf/2008CN3514.aspx>
- Dieguez Susana. 2012. *Análisis Instrumental: Guía de trabajos prácticos*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias. Disponible en: <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Analisis%20Instrumental/Documentos/2012/Gu%C3%ADas%20de%20TP.pdf>
- Ecuadoronline. 2010. *Provincia Tungurahua: agricultura*. Copyright © 1999 Servidatos S.A. Disponible en: <http://www.explored.com.ec/ecuador/continue/tung3.htm>
- Hortalizas.com. Abril 2011. *Desafíos para la industria de hortalizas en 2011. Promover el crecimiento del consumo de frutas y hortalizas frescas será uno de los grandes retos de la industria hortícola en 2011*. Meister Media Worldwide. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/articulo/15385>
- Huertas Baquero Juan Pablo. 2009. *Antimicrobianos naturales*. Macroestetica.com. Disponible en: <http://www.macroestetica.com/articulos/antimicrobianos-naturales/>
- Infoagro.com - Portal líder en agricultura. 2002-2011. *Col lombarda, Col roja, Col morada, Repollo rojo*. Disponible en: <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/col-lombarda-col-roja-col-morada-repollo-rojo.htm>
- Infoagro Systems, S.L. 2011. *Agricultura: cultivo de la espinaca*. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm>
- Infoagro.com, 2012. *Concepto de pH e importancia en fertirrigación*. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/pH_suelo.htm

- José de Santiago. Noviembre 2008. *Superficie de invernaderos en México para el 2008*. Meister Media Worldwide. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/articulo/21930/superficie-de-invernaderos-en-mexico-para-el-2008>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Octubre 2003. *Prioridad mundial al consumo de fruta y hortalizas*. Disponible en: <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/fruitveg1.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2003. *Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas*. CAC/RCP 53 – 2003. Pp. 3. Disponible en: http://www.fao.org/ag/agn/CDfruits_es/others/docs/alinorm03a.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2005. *La horticultura y la fruticultura en el Ecuador*. Disponible en: http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fag%2Fagn%2Fpfl_report_en%2F_annexes%2FAnnex4%2FEcuador%2FImportancereport.doc&ei=X7U5ULuEuWN6AGZ4IDIDg&usg=AFQjCNGiHooHdCCpYIJ9O9tBPHUg5goNTg&sig2=_0S-JrbmczB3DUkeZnXwLA
- Petrone, P.V. 2006. *La principal causa de deterioro de los alimentos es el ataque por diferentes tipos de microorganismos*. Disponible en: <http://es.geocities.com/picodelobo/conservantes.html>
- Ron Byron. 2005. *Descontaminación del río Cutuchi*. Premio de reportaje sobre biodiversidad. Diario La Hora. Disponible en: <http://www.premioreportaje.org/article.sub?docId=13149&c=Ecuador&cRef=Ecuador&year=2005&date=abril%202004>
- SN. 2007 - 2008. *Microbiología: Guión de prácticas*. Universidad de Madrid. Disponible en: <https://cv2.sim.ucm.es/moodle/file.php/21298/Practicas/PracMicro07-08.pdf>

- Wikipedia, 2012. *Hortaliza*. El texto está disponible bajo la Licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0, disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Hortaliza>
- Wikipedia, 2013. Densidad ácido oxálico, ácido málico y ácido cítrico. Disponibles en:
[http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_ox%C3%A1lico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_ox%C3%A1lico;);;
http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_m%C3%A1lico;
http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_c%C3%ADtrico

ANEXOS



ANEXO A

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS, SENSORIALES Y EFICIENCIA GERMICIDA DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS

I. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS CUATRO HORTALIZAS

Tabla A 1. Tratamientos aplicados a las hortalizas troceadas para los análisis físico-químicos

TRATAMIENTOS	
T1	Control
T2	Lavado
T3	AE clavo 0,025%
T4	AE canela 0,025%
T5	AE clavo 0,0125% y canela 0,0125%

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

1. Potencial de hidrógeno (pH)

Tabla A 2. Valores de pH de la col de repollo

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida					
Réplica 1	6,78	6,77	6,93	6,86	6,63
Réplica 2	6,77	6,78	6,94	6,87	6,76
Réplica 3	6,76	6,79	6,95	6,86	6,77
Réplica 4	5,94	5,92	5,89	5,99	6,00
2° Corrida					
Réplica 5	5,93	5,91	5,86	6,00	5,94
Réplica 6	5,94	5,94	5,87	6,00	5,94
Réplica 7	6,75	6,50	6,37	6,39	6,15
3° Corrida					
Réplica 8	6,78	6,58	6,37	6,40	6,15
Réplica 9	6,65	6,60	6,40	6,42	6,22

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 3. Valores de pH de la col morada

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
Réplica 1	6,53	6,64	6,78	6,71	6,52
1° Corrida Réplica 2	6,53	6,61	6,77	6,72	6,56
Réplica 3	6,52	6,64	6,73	6,71	6,57
Réplica 4	6,26	6,22	6,21	6,21	6,14
2° Corrida Réplica 5	6,26	6,17	6,18	6,18	6,15
Réplica 6	6,18	6,14	6,16	6,18	6,11
Réplica 7	6,32	6,32	6,25	6,35	6,35
3° Corrida Réplica 8	6,38	6,28	6,21	6,35	6,34
Réplica 9	6,40	6,30	6,19	6,34	6,35

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 4. Valores de pH de la espinaca

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
Réplica 1	6,63	6,41	6,38	6,44	6,35
1° Corrida Réplica 2	6,54	6,40	6,37	6,42	6,34
Réplica 3	6,53	6,41	6,36	6,43	6,35
Réplica 4	6,76	6,91	6,96	6,92	6,89
2° Corrida Réplica 5	6,79	6,94	6,98	6,99	6,89
Réplica 6	6,79	6,94	6,98	7,01	6,92
Réplica 7	6,69	6,87	6,60	6,49	6,46
3° Corrida Réplica 8	6,68	6,85	6,50	6,43	6,56
Réplica 9	6,72	6,83	6,52	6,45	6,56

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 5. Valores de pH de la lechuga

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida Réplica 1	6,45	6,59	6,51	6,52	6,43
Réplica 2	6,45	6,58	6,55	6,55	6,41
Réplica 3	6,45	6,56	6,5	6,52	6,44
Réplica 4	6,79	6,77	6,81	6,79	6,77
2° Corrida Réplica 5	6,72	6,71	6,76	6,76	6,77
Réplica 6	6,73	6,69	6,63	6,7	6,64
Réplica 7	6,72	6,68	6,15	6,4	6,32
3° Corrida Réplica 8	6,57	6,58	6,18	6,42	6,32
Réplica 9	6,55	6,55	6,15	6,34	6,29

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 6. Valores promedios de pH de las cuatro hortalizas

HORTALIZA	TRATAMIENTO				
	Control	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo y canela
Col de repollo	6,48	6,42	6,40	6,42	6,28
Col morada	6,38	6,37	6,39	6,42	6,34
Espinaca	6,68	6,73	6,63	6,62	6,59
Lechuga	6,60	6,63	6,47	6,56	6,49

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

2. Sólidos solubles (°Brix)

Tabla A 7. °Brix contenidos en la col de repollo

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
Réplica 1	4,4	3,8	3,0	3,8	3,6
1° Corrida Réplica 2	3,6	4,0	3,2	4,0	2,8
Réplica 3	3,6	4,0	3,0	4,0	3,6
Réplica 4	4,2	4,0	4,8	4,0	3,0
2° Corrida Réplica 5	4,2	4,2	4,8	4,2	3,4
Réplica 6	4,6	4,0	5,0	4,4	3,5
Réplica 7	4,4	4,0	4,0	2,8	3,0
3° Corrida Réplica 8	4,6	4,4	4,2	3,0	3,2
Réplica 9	4,2	4,2	4,6	3,0	3,4

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 8. °Brix contenidos en la col morada

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
Réplica 1	3,0	3,6	4,2	2,4	2,2
1° Corrida Réplica 2	3,2	3,8	3,8	2,4	2,6
Réplica 3	3,0	3,6	3,6	2,6	2,2
Réplica 4	4,8	4,8	4,2	4,0	4,4
2° Corrida Réplica 5	4,6	4,6	4,2	3,8	4,0
Réplica 6	4,6	4,6	2,2	3,6	4,8
Réplica 7	3,2	3,6	4,2	4,4	4,2
3° Corrida Réplica 8	3,6	3,6	4,2	4,0	4,2
Réplica 9	4,8	3,4	3,8	4,2	4,2

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 9. °Brix contenidos en la espinaca

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
Réplica 1	3,2	2,2	2,0	2,8	2,2
1° Corrida Réplica 2	3,2	1,8	2,4	2,2	2,0
Réplica 3	3,8	1,8	2,4	2,4	2,4
Réplica 4	2,0	2,4	2,4	1,6	2,0
2° Corrida Réplica 5	2,2	2,0	2,2	2,4	1,6
Réplica 6	2,0	2,2	2,4	2,2	2,0
Réplica 7	1,8	2,4	2,6	2,2	2,2
3° Corrida Réplica 8	2,0	2,8	2,4	2,4	2,4
Réplica 9	2,6	3,0	2,2	2,6	2,0

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 10. °Brix contenidos en la lechuga

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
Réplica 1	2,2	2,0	2,0	2,0	2,4
1° Corrida Réplica 2	1,6	2,0	2,0	2,2	2,4
Réplica 3	1,6	2,0	1,8	1,8	2,0
Réplica 4	1,8	2,2	1,6	1,6	1,6
2° Corrida Réplica 5	2,0	1,8	1,9	2,1	1,2
Réplica 6	1,8	2,0	2,0	2,0	1,4
Réplica 7	2,2	1,8	2,0	1,8	1,2
3° Corrida Réplica 8	1,8	1,6	1,6	1,6	1,6
Réplica 9	1,8	2,0	1,9	2,1	1,2

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 11. Valores promedios de °Brix en las cuatro hortalizas

HORTALIZA	TRATAMIENTO				
	Control	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo y canela
Col de repollo	4,2	4,1	4,1	3,7	3,3
Col morada	3,9	4,0	3,8	3,5	3,6
Espinaca	2,5	2,3	2,3	2,3	2,1
Lechuga	1,9	1,9	1,9	1,9	1,7

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

3. Porcentaje de humedad

Tabla A 12. Humedad (%) de la col de repollo

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida	89,43	88,83	88,59	89,37	88,82
2° Corrida	92,96	91,16	90,06	90,42	89,39
3° Corrida	90,72	90,43	90,85	89,99	88,93

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 13. Humedad (%) de la col morada

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida	92,09	90,17	91,68	89,68	88,66
2° Corrida	94,84	90,42	91,12	91,13	88,70
3° Corrida	91,38	90,37	85,02	89,08	88,65

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 14. Humedad (%) de la espinaca

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida	96,34	94,40	94,44	94,64	94,52
2° Corrida	94,30	96,74	93,31	94,51	94,85
3° Corrida	95,39	94,20	94,24	94,98	89,45

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 15. Humedad (%) de la lechuga

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida	96,75	96,78	95,95	95,49	96,46
2° Corrida	95,96	95,39	95,73	95,57	95,70
3° Corrida	95,96	95,89	95,73	96,42	95,70

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 16. Promedio de la humedad (%) en las cuatro hortalizas

HORTALIZA	TRATAMIENTO				
	Control	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo y canela
Col de repollo	91,04	90,14	89,83	89,93	89,05
Col morada	92,77	90,32	89,27	89,96	88,67
Espinaca	95,34	95,11	93,99	94,71	92,94
Lechuga	96,22	96,02	95,81	95,83	95,95

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

4. Acidez

Tabla A 17. Valores de la titulación (ml NaOH) de la col de repollo

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida Réplica 1	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20
Réplica 2	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20
Réplica 3	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20
Réplica 4	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
2° Corrida Réplica 5	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 6	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 7	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
3° Corrida Réplica 8	0,30	0,20	0,10	0,20	0,10
Réplica 9	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10
PROMEDIO	0,22	0,20	0,16	0,20	0,17

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 18. Valores de la titulación (ml NaOH) de la col morada

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida Réplica 1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Réplica 2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Réplica 3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Réplica 4	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
2° Corrida Réplica 5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Réplica 6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Réplica 7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
3° Corrida Réplica 8	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10
Réplica 9	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10
PROMEDIO	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 19. Valores de la titulación (ml NaOH) de la espinaca

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida Réplica 1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 2	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 3	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 4	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
2° Corrida Réplica 5	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 6	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 7	0,20	0,20	0,20	0,10	0,20
3° Corrida Réplica 8	0,20	0,20	0,10	0,20	0,10
Réplica 9	0,20	0,20	0,20	0,10	0,20
PROMEDIO	0,20	0,20	0,19	0,18	0,19

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 20. Valores de la titulación (ml NaOH) de la lechuga

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida Réplica 1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 2	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 3	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 4	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10
2° Corrida Réplica 5	0,20	0,20	0,20	0,10	0,20
Réplica 6	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Réplica 7	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10
3° Corrida Réplica 8	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10
Réplica 9	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
PROMEDIO	0,20	0,20	0,20	0,17	0,17

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 21. Promedio del contenido de acidez en las hortalizas

HORTALIZA	TRATAMIENTO									
	Control		Lavado		AE clavo		AE canela		AE clavo y canela	
	g/lt	%	g/lt	%	g/lt	%	g/lt	%	g/lt	%
Col de repollo ¹	0,15	0,015	0,13	0,013	0,11	0,011	0,13	0,013	0,11	0,011
Col morada ²	0,05	0,005	0,05	0,005	0,05	0,005	0,05	0,005	0,05	0,005
Espinaca ²	0,09	0,009	0,09	0,009	0,09	0,009	0,08	0,008	0,09	0,009
Lechuga ³	0,13	0,013	0,13	0,013	0,13	0,013	0,11	0,011	0,11	0,011

* Los valores son expresados en los siguientes ácidos: ¹ Ácido málico; ² Ácido oxálico; ³ Ácido cítrico.

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

5. Contenido de vitamina C

Tabla A 22. Valores de la titulación (ml sal sódica) en col de repollo

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
Réplica 1	6,00	5,80	2,20	4,60	3,60
1° Corrida Réplica 2	5,80	5,80	2,20	4,60	3,60
Réplica 3	5,80	5,80	2,20	4,60	3,60
Réplica 4	5,30	4,40	4,20	4,20	4,30
2° Corrida Réplica 5	4,60	4,30	4,40	4,20	4,20
Réplica 6	4,60	4,30	4,50	4,30	4,30
Réplica 7	4,50	4,50	3,50	3,90	4,10
3° Corrida Réplica 8	5,20	4,70	3,30	3,20	3,90
Réplica 9	4,80	4,80	3,00	3,60	3,80
PROMEDIO	5,18	4,93	3,28	4,13	3,93

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 23. Valores de la titulación (ml sal sódica) en col morada (muestra diluida)

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida Réplica 1	1,30	1,30	1,20	1,20	1,20
Réplica 2	1,40	1,30	1,30	1,20	1,10
Réplica 3	1,30	1,40	1,30	1,30	1,20
Réplica 4	1,50	1,50	1,30	1,30	1,10
2° Corrida Réplica 5	1,50	1,50	1,40	1,20	1,00
Réplica 6	1,40	1,30	1,10	1,40	1,00
Réplica 7	1,30	1,30	1,30	1,20	1,10
3° Corrida Réplica 8	1,30	1,50	1,10	1,30	1,10
Réplica 9	1,50	1,30	1,40	1,30	1,20
PROMEDIO	1,39	1,38	1,27	1,27	1,11

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 24. Valores de la titulación (ml sal sódica) en espinaca

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1° Corrida Réplica 1	3,50	3,40	3,60	3,40	3,40
Réplica 2	3,50	3,50	3,50	3,40	3,30
Réplica 3	3,70	3,50	3,60	3,40	3,30
Réplica 4	2,50	2,60	2,60	2,50	2,50
2° Corrida Réplica 5	2,50	2,60	2,60	2,50	2,50
Réplica 6	2,50	2,60	2,60	2,50	2,50
Réplica 7	3,70	2,80	2,50	3,60	3,60
3° Corrida Réplica 8	3,60	3,60	3,20	3,60	3,50
Réplica 9	3,60	3,20	3,40	3,60	3,60
PROMEDIO	3,23	3,09	3,07	3,17	3,13

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 25. Valores de la titulación (ml sal sódica) en lechuga

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
Réplica 1	0,60	0,60	0,60	0,60	0,70
1° Corrida Réplica 2	0,60	0,70	0,60	0,50	0,80
Réplica 3	0,60	0,70	0,80	0,60	0,80
Réplica 4	1,10	0,80	1,10	0,60	0,90
2° Corrida Réplica 5	1,20	0,80	0,60	1,00	0,80
Réplica 6	0,90	1,00	0,90	1,10	0,80
Réplica 7	1,20	1,10	1,00	0,80	0,90
3° Corrida Réplica 8	1,20	1,00	1,10	0,90	0,90
Réplica 9	1,10	0,90	0,60	1,10	0,80
PROMEDIO	0,94	0,84	0,81	0,82	0,82

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 26. Contenido promedio de vitamina C (mg) en 100g de hortalizas

HORTALIZA	TRATAMIENTO				
	Control	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo y canela
Col de repollo	52,0	49,0	33,0	41,0	39,0
Col morada	62,0	61,0	56,0	56,0	49,0
Espinaca	32,0	31,0	31,0	32,0	31,0
Lechuga	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

II. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS CUATRO HORTALIZAS SIN Y CON TRATAMIENTOS

Tabla A 27. Mesófilos totales (ufc/g) en hortalizas sin tratamiento

OBSERVACIONES	HORTALIZAS			
	Col de repollo	Col morada	Lechuga	Espinaca
Réplica 1	149000	29000	21000	13000
1° Corrida Réplica 2	153000	32000	15000	13000
Réplica 3	152000	25000	22000	12000
Réplica 4	172000	50000	116000	129000
2° corrida Réplica 5	164000	45000	128000	122000
Réplica 6	189000	43000	114000	50000
Réplica 7	210000	35000	102000	45000
3° Corrida Réplica 8	175000	41000	110000	67000
Réplica 9	163000	38000	115000	51000
SUMATORIA	1527000	338000	743000	502000
PROMEDIO	169667	37556	82556	55778

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 28. Mohos y levaduras (ufc/g) en hortalizas sin tratamiento

OBSERVACIONES	HORTALIZAS			
	Col de repollo	Col morada	Lechuga	Espinaca
Réplica 1	8000	30000	9000	4000
1° Corrida Réplica 2	1000	24000	12000	6000
Réplica 3	5000	29000	6000	9000
Réplica 4	32000	24000	44000	57000
2° corrida Réplica 5	28000	22000	57000	22000
Réplica 6	31000	19000	55000	14000
Réplica 7	7000	25000	65000	22000
3° Corrida Réplica 8	5000	28000	60000	32000
Réplica 9	9000	32000	59000	27000
SUMATORIA	112000	233000	367000	193000
PROMEDIO	14000	25889	40778	21444

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 29. *Staphylococcus aureus* (ufc/g) en hortalizas sin tratamiento

OBSERVACIONES	HORTALIZAS			
	Col de repollo	Col morada	Lechuga	Espinaca
Réplica 1	300	700	1000	1100
1° Corrida Réplica 2	500	800	800	1000
Réplica 3	300	1000	1200	1500
Réplica 4	0	700	900	2300
2° corrida Réplica 5	0	900	1000	3400
Réplica 6	0	500	1700	3200
Réplica 7	900	1000	1200	2400
3° Corrida Réplica 8	700	800	900	3000
Réplica 9	1000	500	1400	2600
SUMATORIA	2600	6900	10100	20500
PROMEDIO	411	767	1122	2278

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 30. Salmonella (ufc/g) en hortalizas sin tratamiento

OBSERVACIONES	HORTALIZAS			
	Col de repollo	Col morada	Lechuga	Espinaca
Réplica 1	500	800	800	1900
1° Corrida Réplica 2	900	1000	900	2100
Réplica 3	400	900	1000	1500
Réplica 4	200	800	900	4200
2° corrida Réplica 5	300	1000	1000	5100
Réplica 6	100	700	1300	4500
Réplica 7	500	100	800	1000
3° Corrida Réplica 8	800	200	1000	1400
Réplica 9	600	500	900	1800
SUMATORIA	4300	6000	8600	23500
PROMEDIO	478	667	956	2611

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 31. Coliformes totales (ufc/g) en hortalizas sin tratamiento

OBSERVACIONES	HORTALIZAS			
	Col de repollo	Col morada	Lechuga	Espinaca
Réplica 1	8000	17000	9000	23000
1° Corrida Réplica 2	2000	19000	8000	31000
Réplica 3	4000	20000	12000	25000
Réplica 4	11000	19000	45000	87000
2° corrida Réplica 5	5000	22000	38000	92000
Réplica 6	8000	15000	41000	80000
Réplica 7	4000	18000	10000	32000
3° Corrida Réplica 8	9000	20000	8000	25000
Réplica 9	5000	25000	14000	30000
SUMATORIA	42000	175000	185000	425000
PROMEDIO	6222	19444	20556	47222

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 32. Tratamientos aplicados a las hortalizas troceadas

TRATAMIENTOS		DILUCIONES
T1	Lavado	10 ⁻²
T2	AE clavo 0,025%	
T3	AE canela 0,025%	
T4	AE clavo 0,0125% y canela 0,0125%	

Fuente: Valeria Vaca S., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 33. Mesófilos totales (ufc/g) en col de repollo con tratamientos

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
Réplica 1	3900	900	800	1800
1° Corrida Réplica 2	4200	300	900	1200
Réplica 3	5800	1200	500	1600
Réplica 4	26400	3400	2100	4900
2° corrida Réplica 5	28300	3300	2200	5900
Réplica 6	27200	2500	2300	4500
Réplica 7	23600	15200	3300	16000
3° Corrida Réplica 8	16900	13200	2700	19200
Réplica 9	19300	19000	2500	11600
SUMATORIA	155600	59000	17300	66700
PROMEDIO	17289	6556	1922	7411

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 34. Mesófilos totales (ufc/g) en col morada con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	1500	1300	1900	1500
	Réplica 2	1300	1100	800	1100
	Réplica 3	1400	900	300	1600
2° corrida	Réplica 4	15400	2300	800	2700
	Réplica 5	14000	2600	1000	2400
	Réplica 6	19600	2000	1600	3400
3° Corrida	Réplica 7	6600	5200	400	6100
	Réplica 8	6200	5500	500	5800
	Réplica 9	6500	5000	800	6200
SUMATORIA		72500	25900	8100	30800
PROMEDIO		8056	2878	900	3422

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 35. Mesófilos totales (ufc/g) en espinaca con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	6500	2000	900	6800
	Réplica 2	7500	2200	800	6200
	Réplica 3	6900	2600	500	6200
2° corrida	Réplica 4	11200	1200	700	3800
	Réplica 5	9400	2000	600	2300
	Réplica 6	11300	1200	500	3100
3° Corrida	Réplica 7	13300	9000	2300	4300
	Réplica 8	12800	7100	2400	4100
	Réplica 9	12900	7300	2200	4400
SUMATORIA		91800	34600	10900	41200
PROMEDIO		10200	3844	1211	4578

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 36. Mesófilos totales (ufc/g) en lechuga con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	5700	2800	1500	2300
	Réplica 2	5500	2300	1200	2400
	Réplica 3	6000	2200	1400	2800
	Réplica 4	8600	3300	1200	3600
2° corrida	Réplica 5	8200	3500	1400	4100
	Réplica 6	8400	2700	1100	4200
	Réplica 7	9700	2900	1000	4600
3° Corrida	Réplica 8	10700	3400	900	4400
	Réplica 9	11000	3500	800	4300
SUMATORIA		73800	26600	10500	32700
PROMEDIO		8200	2956	1167	3633

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 37. Mohos y levaduras (ufc/g) en col de repollo con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	500	300	100	400
	Réplica 2	900	300	300	700
	Réplica 3	700	500	100	400
	Réplica 4	4000	1300	500	1400
2° corrida	Réplica 5	1000	1000	700	1400
	Réplica 6	4000	1200	600	1200
	Réplica 7	500	100	0	200
3° Corrida	Réplica 8	600	0	0	0
	Réplica 9	800	0	0	0
SUMATORIA		13000	4700	2300	5700
PROMEDIO		1444	522	256	633

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 38. Mohos y levaduras (ufc/g) en col morada con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	4000	1600	300	2200
	Réplica 2	5000	2200	100	2500
	Réplica 3	9000	2000	900	1500
2° corrida	Réplica 4	2200	2700	2400	2000
	Réplica 5	4700	1700	800	2000
	Réplica 6	3000	100	300	2300
3° Corrida	Réplica 7	4100	700	800	2300
	Réplica 8	3500	1500	700	2000
	Réplica 9	3500	1700	200	1100
SUMATORIA		39000	14200	6500	17900
PROMEDIO		4333	1578	722	1989

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 39. Mohos y levaduras (ufc/g) en espinaca con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	3100	2300	700	2700
	Réplica 2	4000	2200	1400	1700
	Réplica 3	3000	2700	1500	2000
2° corrida	Réplica 4	4600	1000	700	1100
	Réplica 5	5600	800	300	1500
	Réplica 6	4400	1200	300	1900
3° Corrida	Réplica 7	5500	1800	900	2700
	Réplica 8	4900	1900	800	2300
	Réplica 9	5400	1500	900	2600
SUMATORIA		40500	15400	7500	18500
PROMEDIO		4500	1711	833	2056

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 40. Mohos y levaduras (ufc/g) en lechuga con tratamientos

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	
1° Corrida	Réplica 1	500	200	0	300
	Réplica 2	800	400	200	400
	Réplica 3	900	200	100	300
	Réplica 4	9000	2300	900	2800
2° corrida	Réplica 5	8700	1700	1100	3500
	Réplica 6	8800	2500	1600	3400
	Réplica 7	3500	2400	1400	2900
3° Corrida	Réplica 8	4800	2100	1200	2600
	Réplica 9	3300	2800	800	2200
	SUMATORIA	40300	14600	7300	18400
	PROMEDIO	4478	1622	811	2044

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 41. *Staphylococcus aureus* (ufc/g) en col de repollo con tratamientos

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	
1° Corrida	Réplica 1	300	100	100	100
	Réplica 2	200	100	100	200
	Réplica 3	300	100	0	100
	Réplica 4	0	0	0	0
2° corrida	Réplica 5	0	0	0	0
	Réplica 6	0	0	0	0
	Réplica 7	100	100	0	100
3° Corrida	Réplica 8	300	200	0	100
	Réplica 9	300	0	0	100
	SUMATORIA	1500	600	200	700
	PROMEDIO	167	67	22	78

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 42. *Staphylococcus aureus* (ufc/g) en col morada con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	500	0	100	100
	Réplica 2	200	100	100	200
	Réplica 3	200	100	0	0
2° corrida	Réplica 4	900	300	100	500
	Réplica 5	500	200	0	600
	Réplica 6	900	500	100	100
3° Corrida	Réplica 7	200	100	0	200
	Réplica 8	200	0	0	0
	Réplica 9	0	0	0	0
SUMATORIA		3600	1300	400	1700
PROMEDIO		400	144	44	189

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 43. *Staphylococcus aureus* (ufc/g) en espinaca con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	100	100	100	0
	Réplica 2	200	200	100	100
	Réplica 3	200	0	0	100
	Réplica 4	2600	400	100	1100
2° corrida	Réplica 5	2500	700	200	900
	Réplica 6	2400	600	300	1000
	Réplica 7	1200	400	300	600
3° Corrida	Réplica 8	600	700	200	500
	Réplica 9	500	600	100	600
SUMATORIA		10300	3700	1400	4900
PROMEDIO		1144	411	156	544

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 44. *Staphylococcus aureus* (ufc/g) en lechuga con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	300	100	100	100
	Réplica 2	400	100	100	200
	Réplica 3	200	200	0	100
2° corrida	Réplica 4	500	400	200	400
	Réplica 5	600	400	100	700
	Réplica 6	800	300	100	500
3° Corrida	Réplica 7	600	100	0	100
	Réplica 8	400	0	0	0
	Réplica 9	500	0	0	0
SUMATORIA		4300	1600	600	2100
PROMEDIO		478	178	67	233

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 45. *Salmonella* (ufc/g) en col de repollo con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	300	100	100	100
	Réplica 2	300	100	0	200
	Réplica 3	200	100	0	200
2° corrida	Réplica 4	0	0	0	0
	Réplica 5	0	0	0	0
	Réplica 6	0	0	0	0
3° Corrida	Réplica 7	200	100	100	100
	Réplica 8	300	100	0	100
	Réplica 9	200	0	0	0
SUMATORIA		1500	500	200	700
PROMEDIO		167	56	22	78

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 46. *Salmonella* (ufc/g) en col morada con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	500	100	0	100
	Réplica 2	400	0	100	300
	Réplica 3	300	0	0	0
2° corrida	Réplica 4	400	0	100	300
	Réplica 5	300	200	0	0
	Réplica 6	500	300	100	300
3° Corrida	Réplica 7	100	100	100	100
	Réplica 8	0	0	0	200
	Réplica 9	300	300	0	0
SUMATORIA		2800	1000	400	1300
PROMEDIO		311	111	44	144

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 47. *Salmonella* (ufc/g) en espinaca con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	500	200	100	200
	Réplica 2	400	0	0	100
	Réplica 3	600	100	0	200
2° corrida	Réplica 4	3500	1100	300	1500
	Réplica 5	3700	1700	900	1600
	Réplica 6	3000	1200	600	1400
3° Corrida	Réplica 7	300	200	100	100
	Réplica 8	500	0	0	200
	Réplica 9	300	0	0	200
SUMATORIA		12800	4500	2000	5500
PROMEDIO		1422	500	222	611

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 48. Salmonella (ufc/g) en lechuga con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	200	0	0	0
	Réplica 2	100	100	0	0
	Réplica 3	200	0	0	200
2° corrida	Réplica 4	800	200	200	300
	Réplica 5	600	300	0	500
	Réplica 6	900	200	100	400
3° Corrida	Réplica 7	400	100	200	300
	Réplica 8	500	200	0	200
	Réplica 9	200	200	100	0
SUMATORIA		3900	1300	600	1900
PROMEDIO		433	144	67	211

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 49. Coliformes totales (ufc/g) en col de repollo con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	400	200	100	300
	Réplica 2	100	200	100	100
	Réplica 3	100	100	0	300
2° corrida	Réplica 4	1500	400	200	900
	Réplica 5	1200	500	200	300
	Réplica 6	1400	300	200	400
3° Corrida	Réplica 7	500	200	100	500
	Réplica 8	300	0	0	0
	Réplica 9	200	0	0	0
SUMATORIA		5700	1900	900	2800
PROMEDIO		633	211	100	311

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 50. Coliformes totales (ufc/g) en col morada con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	1500	500	600	700
	Réplica 2	1200	800	600	600
	Réplica 3	1200	800	500	900
2° corrida	Réplica 4	1500	400	100	600
	Réplica 5	1700	300	200	900
	Réplica 6	1900	400	400	300
3° Corrida	Réplica 7	3200	900	0	1800
	Réplica 8	3200	1200	300	1500
	Réplica 9	3000	1000	100	1900
SUMATORIA		18400	6300	2800	9200
PROMEDIO		2044	700	311	1022

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 51. Coliformes totales (ufc/g) en espinaca con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	4000	1500	1300	2100
	Réplica 2	4600	1900	1700	2500
	Réplica 3	4200	1900	1400	2800
2° corrida	Réplica 4	8800	1000	600	2200
	Réplica 5	8600	600	600	2300
	Réplica 6	8200	600	500	2500
3° Corrida	Réplica 7	4900	4200	500	3900
	Réplica 8	5300	3600	800	4000
	Réplica 9	5400	3600	1000	3800
SUMATORIA		54000	18900	8400	26100
PROMEDIO		6000	2100	933	2900

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 52. Coliformes totales (ufc/g) en lechuga con tratamientos

OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
1° Corrida	Réplica 1	2800	1500	900	1800
	Réplica 2	2500	1400	800	1500
	Réplica 3	2100	1200	1100	1300
	Réplica 4	3200	400	100	1000
2° corrida	Réplica 5	3200	300	200	1400
	Réplica 6	2700	500	300	1200
	Réplica 7	1900	900	200	1300
3° Corrida	Réplica 8	2500	1000	0	1000
	Réplica 9	2500	800	0	1100
SUMATORIA		23400	8000	3600	11600
PROMEDIO		2600	889	400	1289

Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

III. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA GERMICIDA (EG) DE LOS AE

Tabla A 53. Promedios (ufc/g) de mesófilos totales en hortalizas sin y con tratamientos

HORTALIZA	TRATAMIENTOS				
	Control	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo-canela
Col de repollo	169667	17289	6556	1922	7411
Col morada	37556	8056	2878	900	3422
Espinaca	55778	10200	3844	1211	4578
Lechuga	82556	8200	2956	1167	3633

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 54. Promedios (ufc/g) de mohos y levaduras en hortalizas sin y con tratamientos

HORTALIZA	TRATAMIENTOS				
	Control	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo-canela
Col de repollo	14000	1444	522	256	633
Col morada	25889	4333	1578	722	1989
Espinaca	21444	4500	1711	833	2056
Lechuga	40778	4478	1622	811	2044

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 55. Promedios (ufc/g) de *Staphylococcus aureus* en hortalizas sin y con tratamientos

HORTALIZA	TRATAMIENTOS				
	Control	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo-canela
Col de repollo	411	167	67	22	78
Col morada	767	400	144	44	189
Espinaca	2278	1144	411	156	544
Lechuga	1122	478	178	67	233

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 56. Promedios (ufc/g) de *Salmonella* en hortalizas sin y con tratamientos

HORTALIZA	TRATAMIENTOS				
	Control	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo-canela
Col de repollo	478	167	56	22	78
Col morada	667	311	111	44	144
Espinaca	2611	1422	500	222	611
Lechuga	956	433	144	67	211

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 57. Promedios (ufc/g) de coliformes totales en hortalizas sin y con tratamientos

HORTALIZA	TRATAMIENTOS				
	Control	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo-canela
Col de repollo	6222	633	211	100	311
Col morada	19444	2044	700	311	1022
Espinaca	47222	6000	2100	933	2900
Lechuga	20556	2600	889	400	1289

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 58. EG (%) de los AE en hortalizas considerando mesófilos totales

HORTALIZA	TRATAMIENTOS			
	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo-canela
Col de repollo	89,8	62,1	88,9	57,1
Col morada	78,6	64,3	88,8	57,5
Espinaca	81,7	62,3	88,1	55,1
Lechuga	90,1	64,0	85,8	55,7
PROMEDIO	85,1	63,2	87,9	56,4

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 59. Prueba de comparación de Tukey para la EG (%) en mesófilos totales

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
EG (%) Mesófilos totales	Canela-Clavo	56,4	c
	Clavo	63,2	b
	Lavado	85,0	a
	Canela	87,9	a

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 60. EG (%) de los AE en hortalizas considerando mohos y levaduras

HORTALIZA	TRATAMIENTOS			
	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo-canela
Col de repollo	89,7	63,8	82,3	56,2
Col morada	83,3	63,6	83,3	54,1
Espinaca	79,0	62,0	81,5	54,3
Lechuga	89,0	63,8	81,9	54,3
PROMEDIO	85,3	63,3	82,3	54,7

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 61. Prueba de comparación de Tukey para la EG (%) en mohos y levaduras

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
EG (%) Mohos y levaduras	Canela-Clavo	54,7	c
	Clavo	63,3	b
	Canela	82,3	a
	Lavado	85,3	a

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 62. EG (%) de los AE en hortalizas considerando *Staphylococcus aureus*

HORTALIZA	TRATAMIENTOS			
	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo-canela
Col de repollo	59,5	60,0	86,7	53,3
Col morada	47,8	63,9	88,9	52,8
Espinaca	49,8	64,1	86,4	52,4
Lechuga	57,4	62,8	86,0	51,2
PROMEDIO	53,6	62,7	87,0	52,4

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 63. Prueba de comparación de Tukey para la EG (%) en *Staphylococcus aureus*

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
EG (%) <i>Staphylococcus aureus</i>	Canela-Clavo	52,4	c
	Lavado	53,6	c
	Clavo	62,7	b
	Canela	87,0	a

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 64. EG (%) de los AE en hortalizas considerando a *Salmonella*

HORTALIZA	TRATAMIENTOS			
	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo-canela
Col de repollo	65,1	66,7	86,7	53,3
Col morada	53,3	64,3	85,7	53,6
Espinaca	45,5	64,8	84,4	57,0
Lechuga	54,7	66,7	84,6	51,3
PROMEDIO	54,7	65,6	85,4	53,8

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 65. Prueba de comparación de Tukey para la EG (%) en *Salmonella*

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
EG (%) <i>Salmonella</i>	Canela-Clavo	53,8	c
	Lavado	54,7	c
	Clavo	65,6	b
	Canela	85,4	a

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 66. EG (%) de los AE en hortalizas considerando a coliformes totales

HORTALIZA	TRATAMIENTOS			
	Lavado	AE clavo	AE canela	AE clavo-canela
Col de repollo	89,8	66,7	84,2	50,9
Col morada	89,5	65,8	84,8	50,0
Espinaca	87,3	65,0	84,4	51,7
Lechuga	87,4	65,8	84,6	50,4
PROMEDIO	88,5	65,8	84,5	50,8

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 67. Prueba de comparación de Tukey para la EG (%) en coliformes totales

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
EG (%) Coliformes totales	Canela-Clavo	50,8	d
	Clavo	65,8	c
	Canela	84,5	b
	Lavado	88,5	a

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

IV. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL EFECTO DE LOS AE EN LAS HORTALIZAS TROCEADAS

Tabla A 68. Evaluación sensorial de lechuga troceada

CAT.	OLOR				SABOR				TEXTURA				ACEPTABILIDAD			
	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo
1	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4
3	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4
4	5	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4
5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4
6	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4
7	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4
9	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	5	4
10	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4
11	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4
12	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
13	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4
14	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4
15	4	3	3	3	4	2	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3
16	4	3	3	3	3	2	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3
17	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3
18	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3
19	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3
20	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3
21	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	4	2	4	3
22	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	4	3
23	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3
24	3	2	2	2	3	1	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3
25	2	1	2	2	3	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	3
SUMA	96	85	88	78	97	75	93	78	91	88	94	89	106	87	105	90
PROM	3,8	3,4	3,5	3,1	3,9	3,0	3,7	3,1	3,6	3,5	3,8	3,6	4,2	3,5	4,2	3,6

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 69. Evaluación sensorial de espinaca troceada

CAT.	OLOR				SABOR				TEXTURA				ACEPTABILIDAD			
	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo
1	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4
5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	3	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4
11	4	4	3	3	4	3	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4
12	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
13	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
14	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3
15	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3
16	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	3	3	3	4	3
17	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	3	3	3	4	3
18	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	3	3	3	4	3
19	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	3	3	2	4	3
20	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	4	2
21	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	4	2
22	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	4	1
23	3	2	2	2	2	3	2	1	3	3	3	2	2	2	3	1
24	3	2	2	2	2	2	2	1	3	2	3	2	2	1	3	1
25	3	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1
SUMA	89	84	84	83	86	81	82	70	104	99	100	88	88	86	99	81
PROM	3,6	3,4	3,4	3,3	3,4	3,2	3,3	2,8	4,2	4,0	4,0	3,5	3,5	3,4	4,0	3,2

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 70. Evaluación sensorial de col de repollo troceado

CAT.	OLOR				SABOR				TEXTURA				ACEPTABILIDAD			
	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo
1	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
3	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5
4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4
9	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
14	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
15	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4
16	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4
17	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4
18	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4
19	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3
20	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3
23	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2
24	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1
SUMA	81	83	89	81	87	86	91	89	96	93	98	98	87	89	95	94
PROM	3,2	3,3	3,6	3,2	3,5	3,4	3,6	3,6	3,8	3,7	3,9	3,9	3,5	3,6	3,8	3,8

Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla A 71. Evaluación sensorial de col morada troceada

CAT.	OLOR				SABOR				TEXTURA				ACEPTABILIDAD			
	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo	Lavado	Clavo	Canela	Canela-Clavo
1	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4
2	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4
3	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4
5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4
8	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
11	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4
12	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4
13	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4
14	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4
15	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3
16	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3
17	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3	2	2	2	3	4	4	4	2	3	3	3
20	3	3	3	2	3	2	2	2	3	4	4	3	2	3	3	3
21	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	4	3	2	3	2	3
22	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	4	3	2	3	2	3
23	3	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3
24	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	3	1	2	2	2
25	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	3	1	2	1	1
SUMA	83	79	91	78	76	81	85	78	93	101	103	98	77	89	91	86
PROM.	3,3	3,2	3,6	3,1	3,0	3,2	3,4	3,1	3,7	4,0	4,1	3,9	3,1	3,6	3,6	3,4

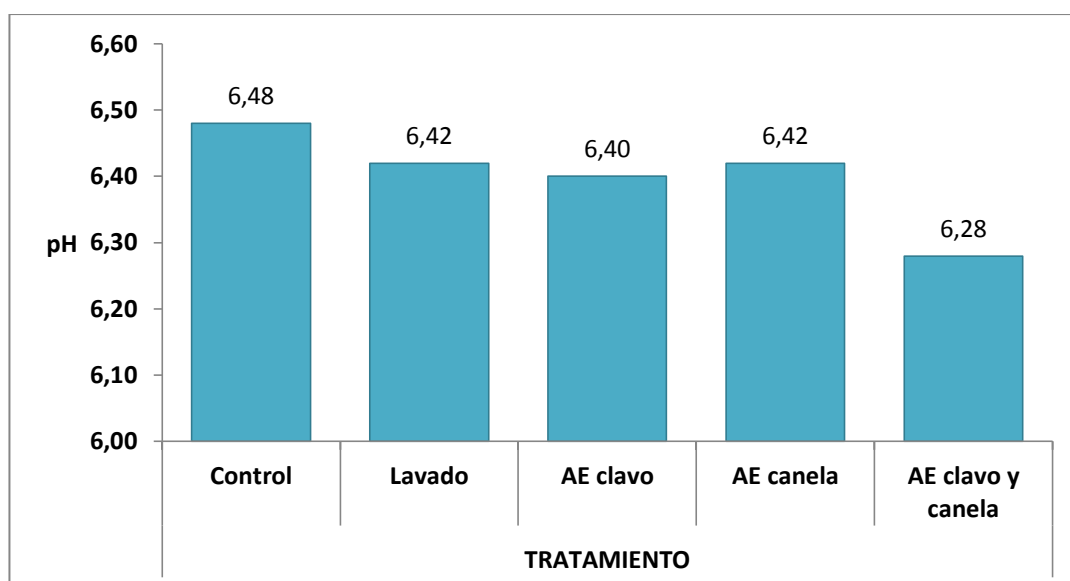
Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

ANEXO B

GRÁFICOS COMPARATIVOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS

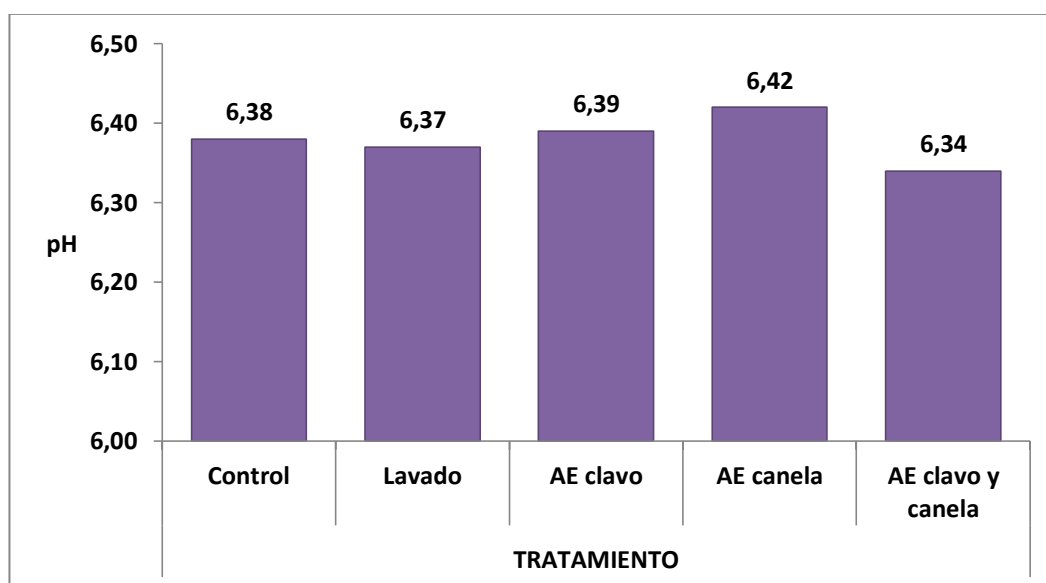
Gráfico A 1. Fluctuación del pH en col de repollo



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

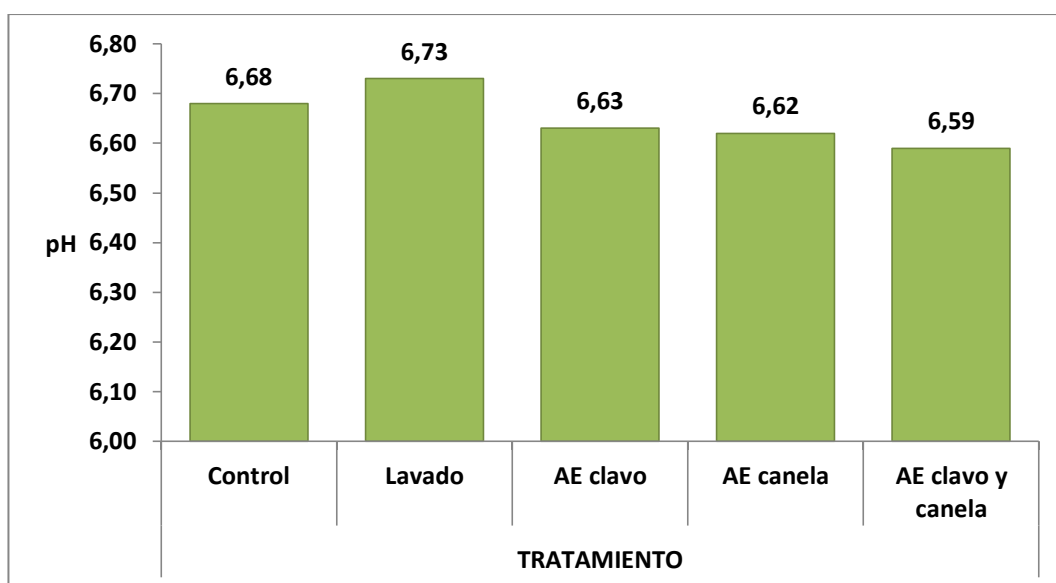
Gráfico A 2. Fluctuación del pH en col morada



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

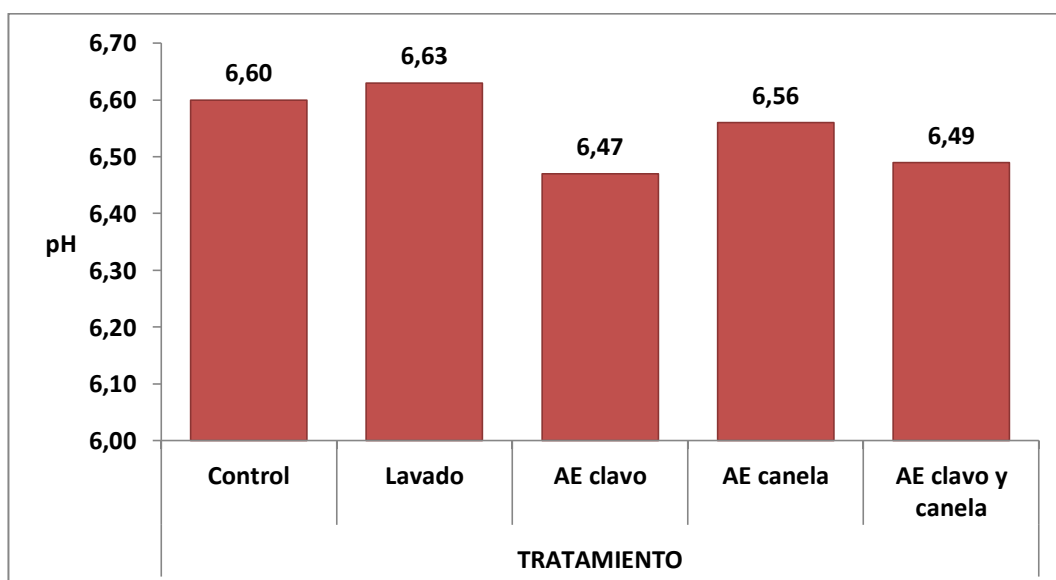
Gráfico A 3. Fluctuación del pH en espinaca



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

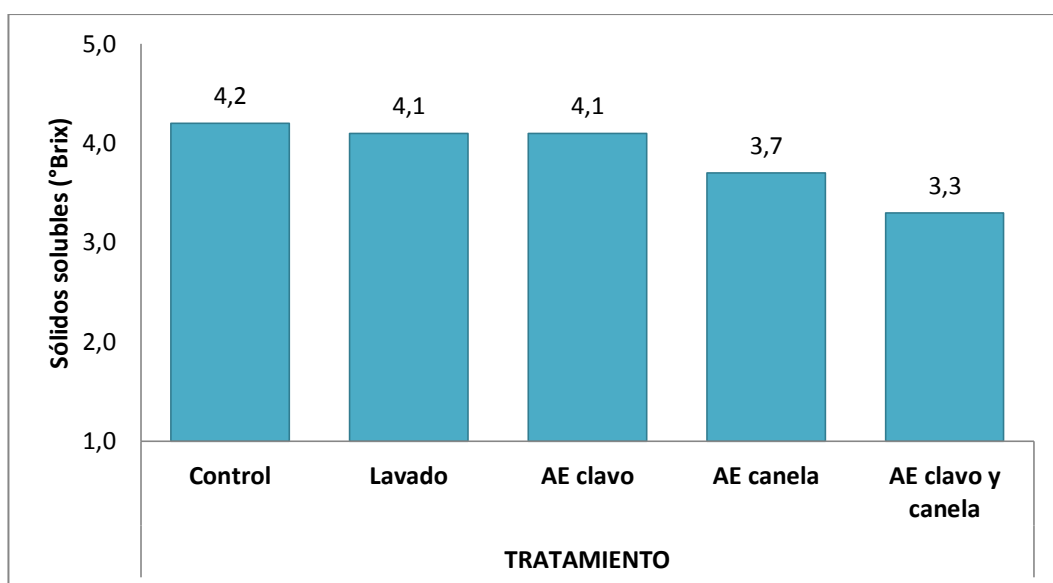
Gráfico A 4. Fluctuación del pH en lechuga



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

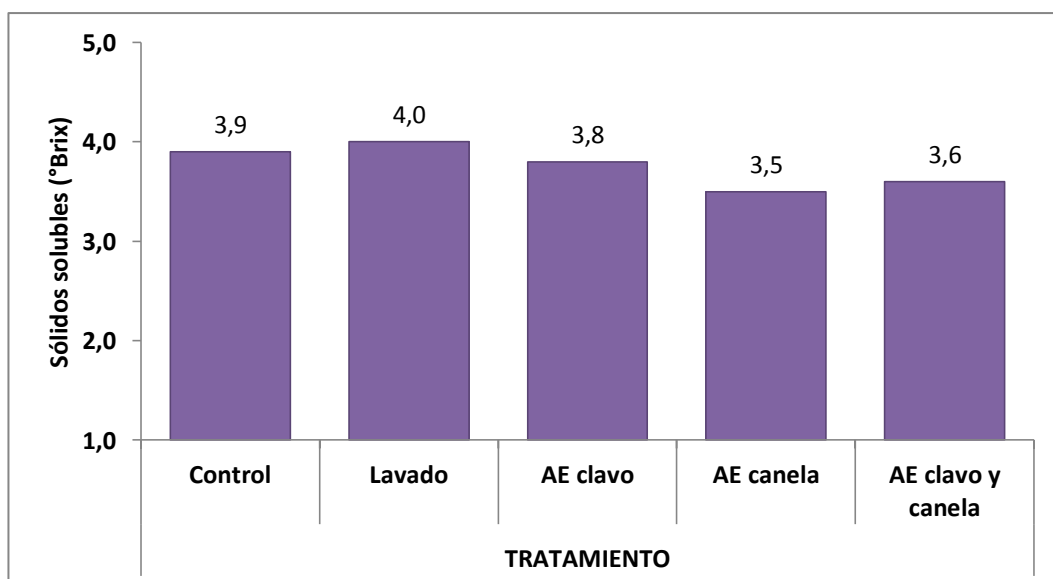
Gráfico A 5. Fluctuación de los sólidos solubles en col de repollo



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

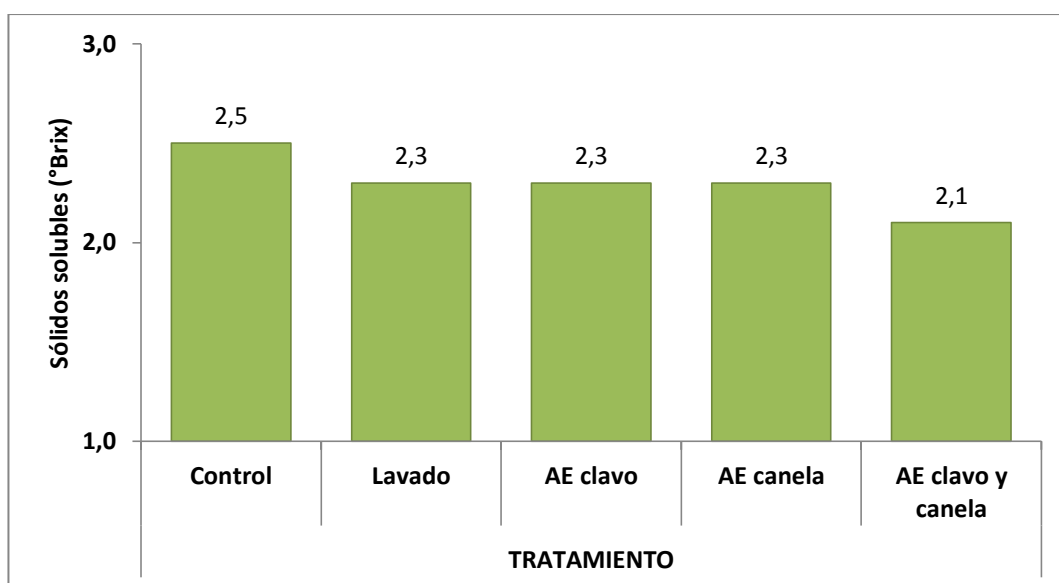
Gráfico A 6. Fluctuación de los sólidos solubles en col morada



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

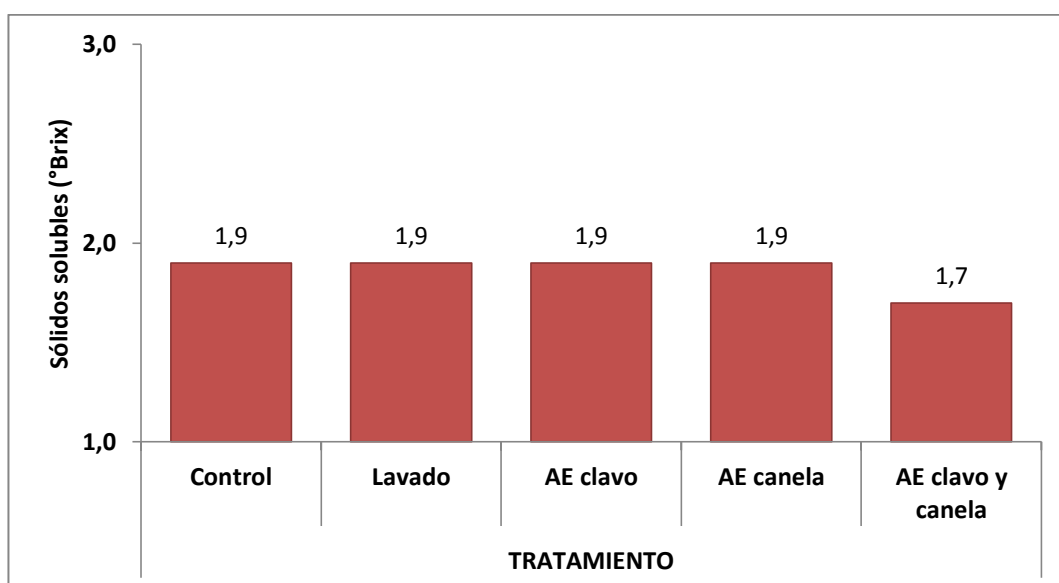
Gráfico A 7. Fluctuación de los sólidos solubles en espinaca



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

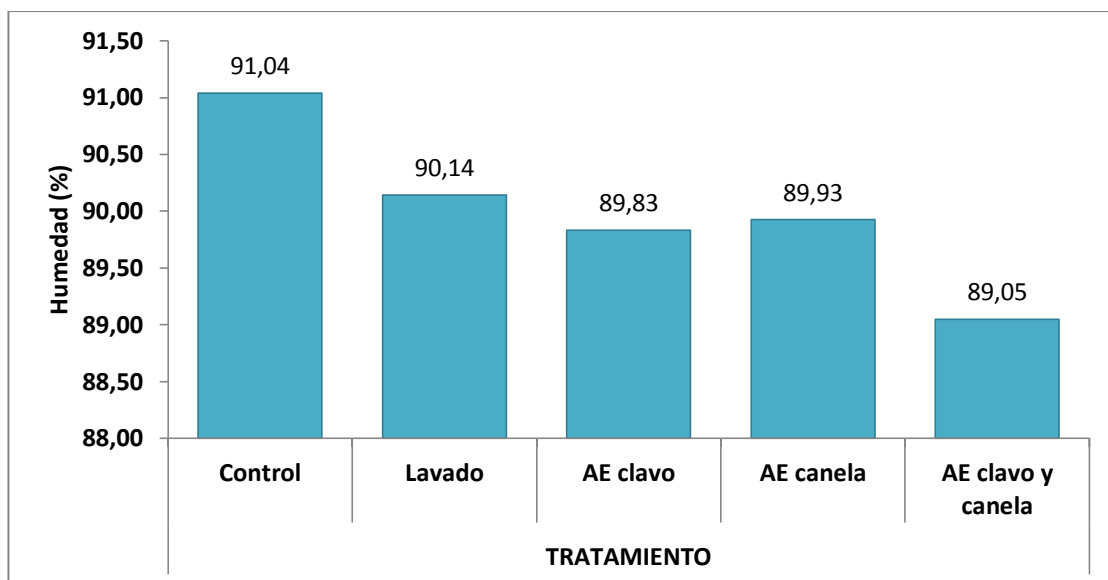
Gráfico A 8. Fluctuación de los sólidos solubles en lechuga



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

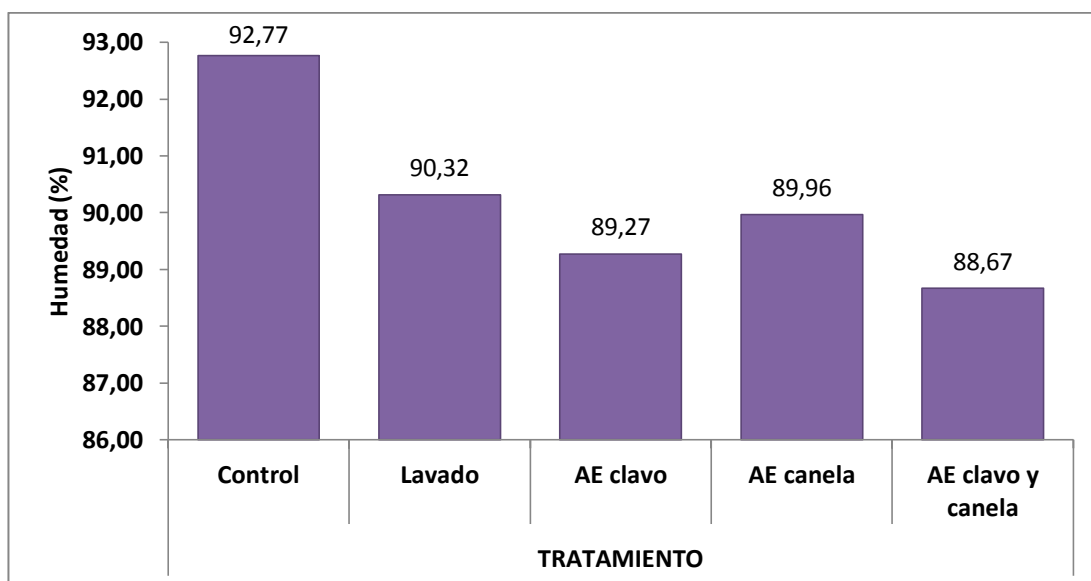
Gráfico A 9. Fluctuación de la humedad (%) en col de repollo



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

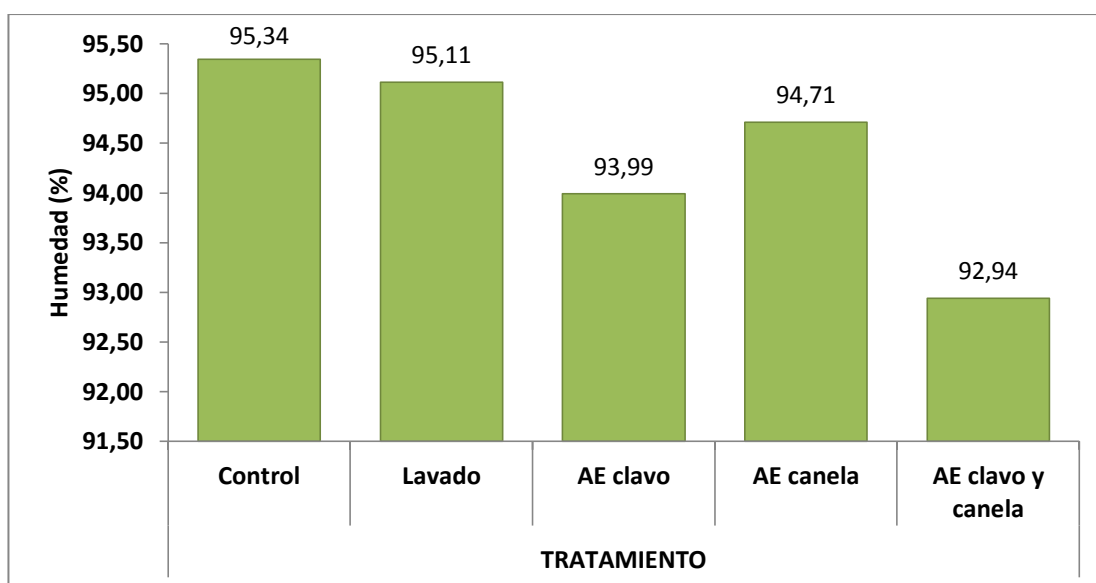
Gráfico A 10. Fluctuación de la humedad (%) en col morada



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

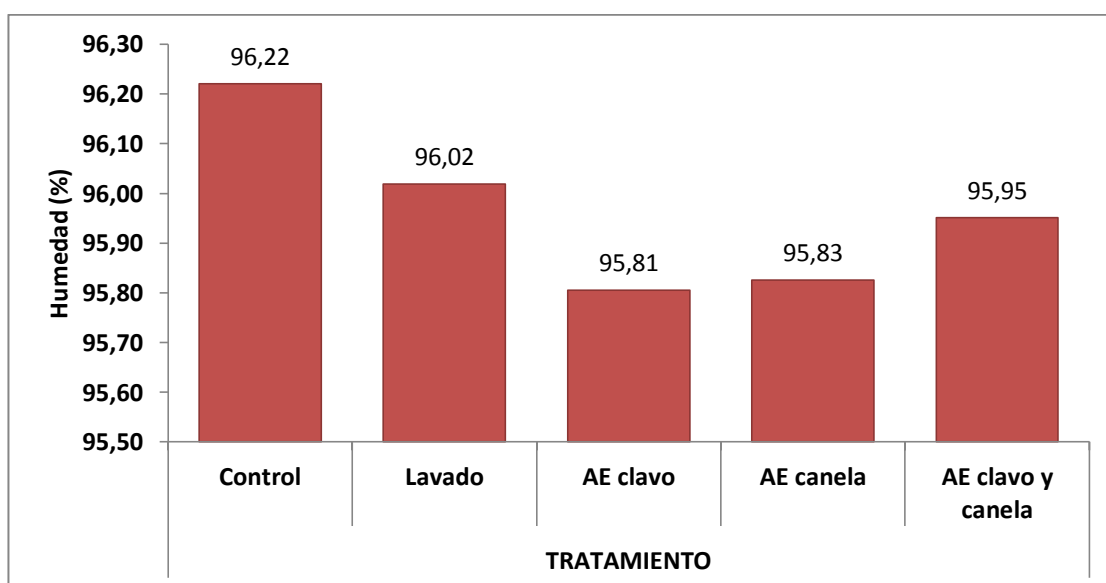
Gráfico A 11. Fluctuación de la humedad (%) en espinaca



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

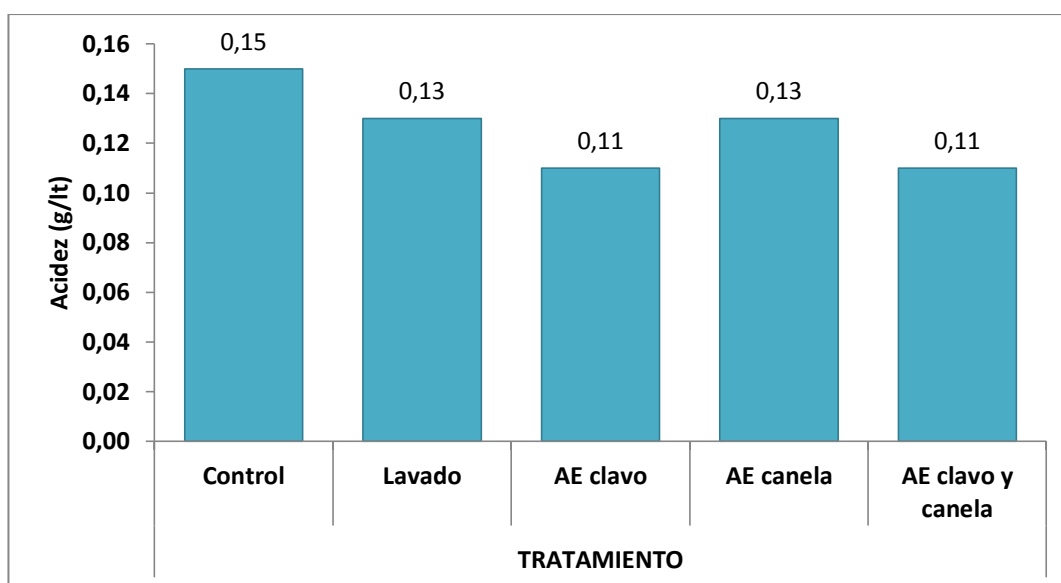
Gráfico A 12. Fluctuación de la humedad (%) en lechuga



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

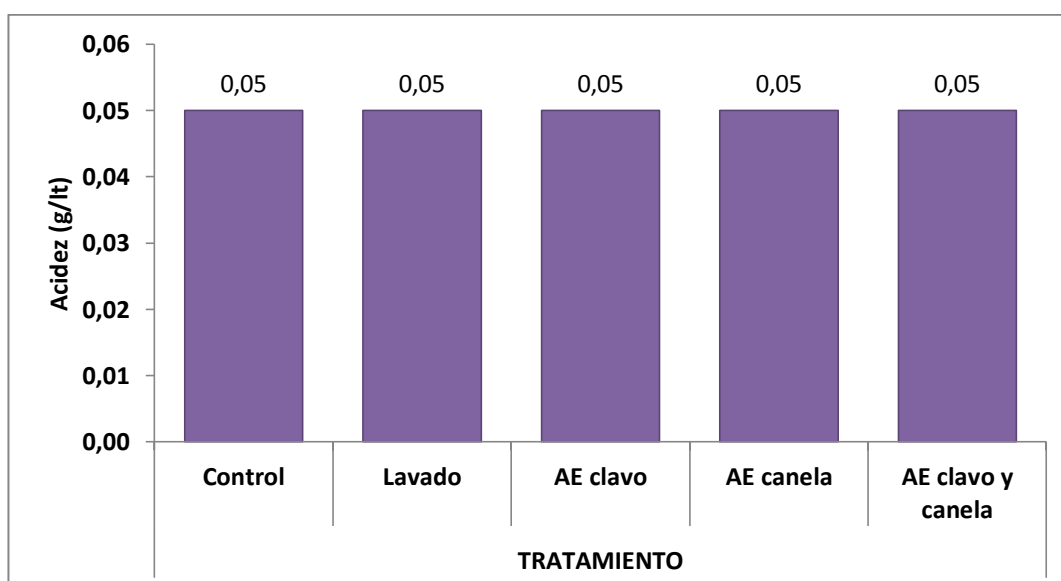
Gráfico A 13. Fluctuación de la acidez en col de repollo



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

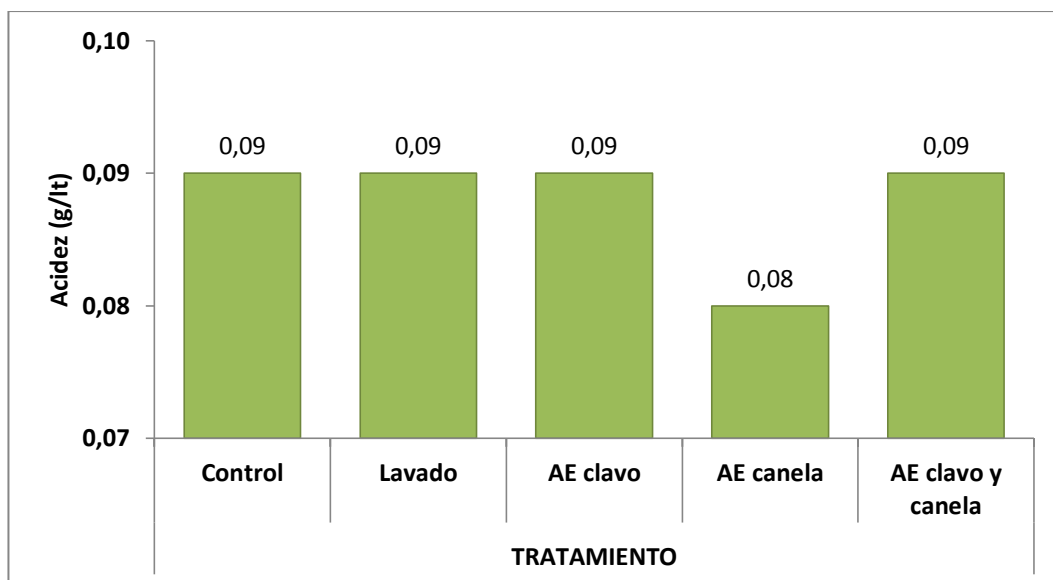
Gráfico A 14. Fluctuación de la acidez en col morada



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

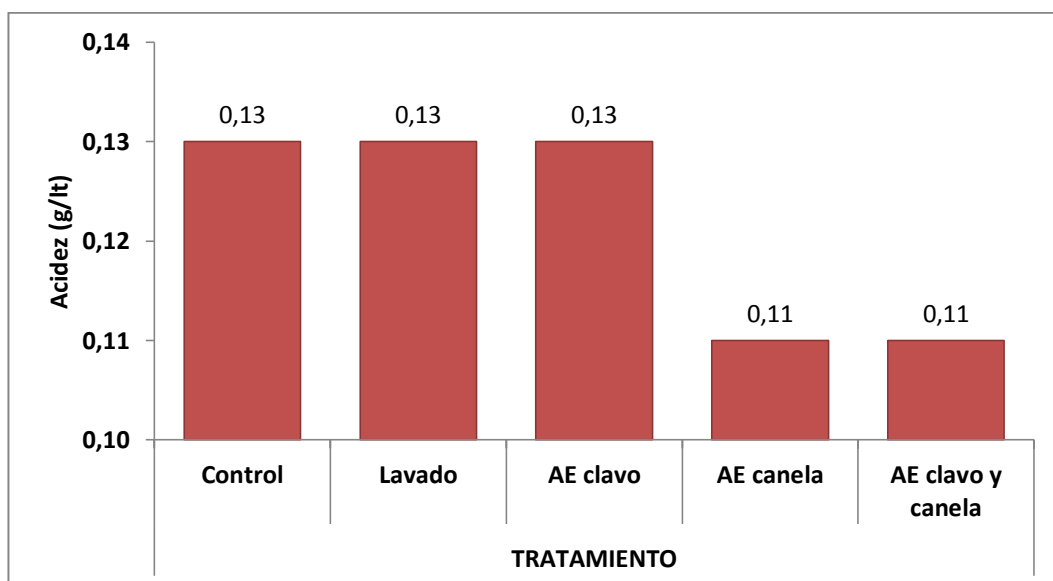
Gráfico A 15. Fluctuación de la acidez en espinaca



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

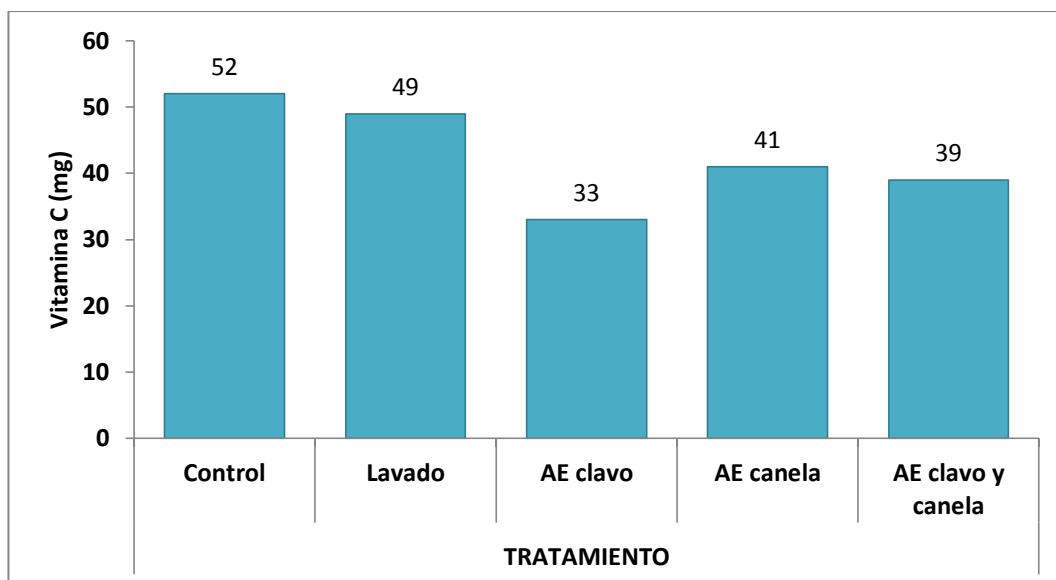
Gráfico A 16. Fluctuación de la acidez en lechuga



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

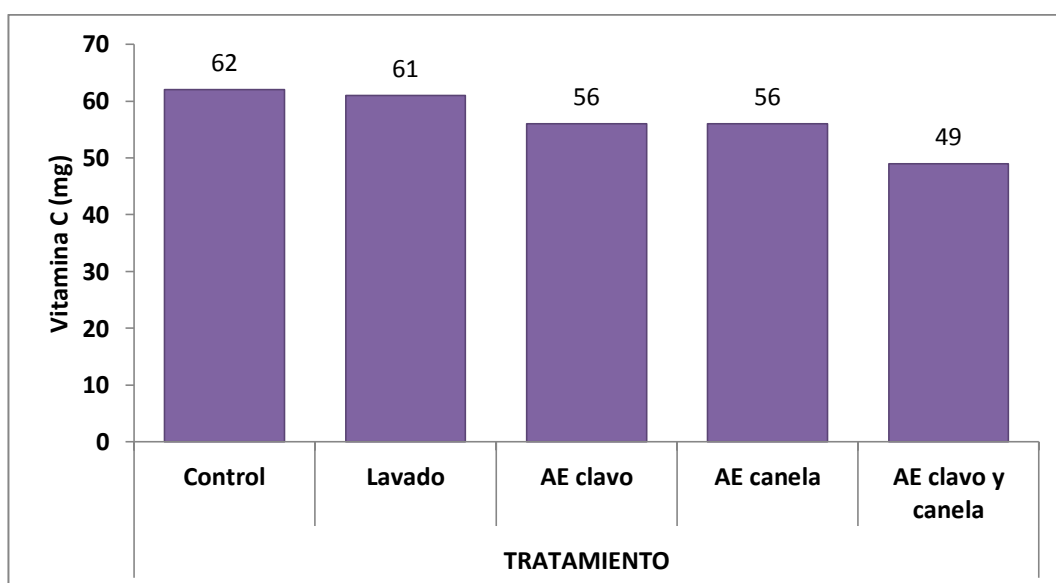
Gráfico A 17. Fluctuación de la vitamina C en col de repollo



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

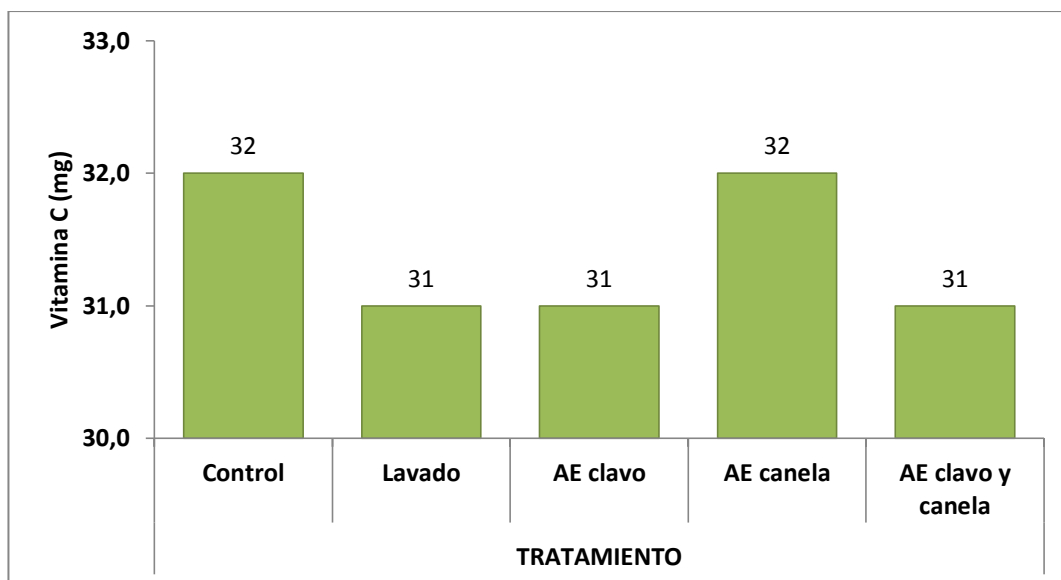
Gráfico A 18. Fluctuación de la vitamina C en col morada



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

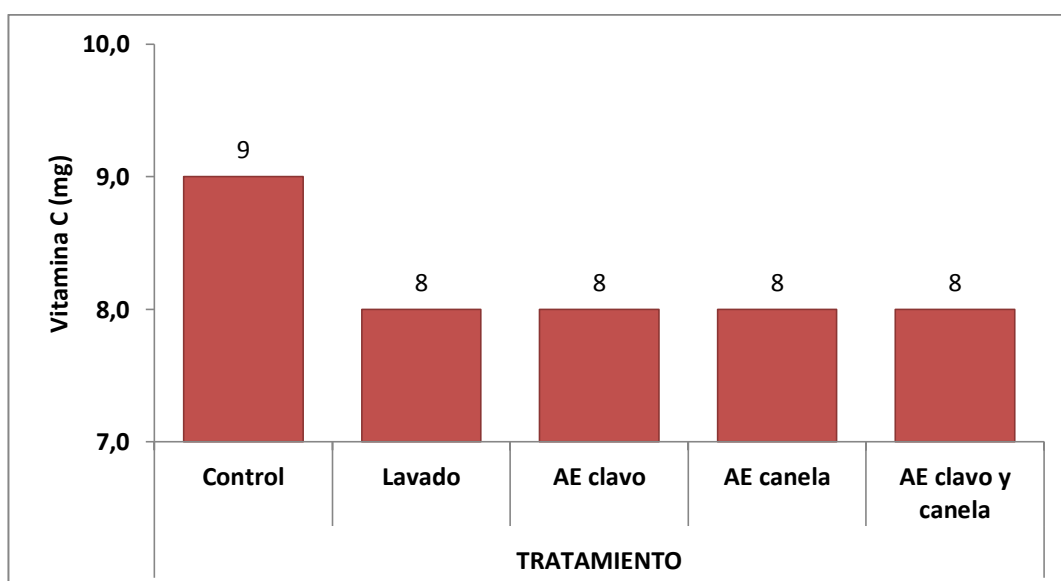
Gráfico A 19. Fluctuación de la vitamina C en espinaca



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

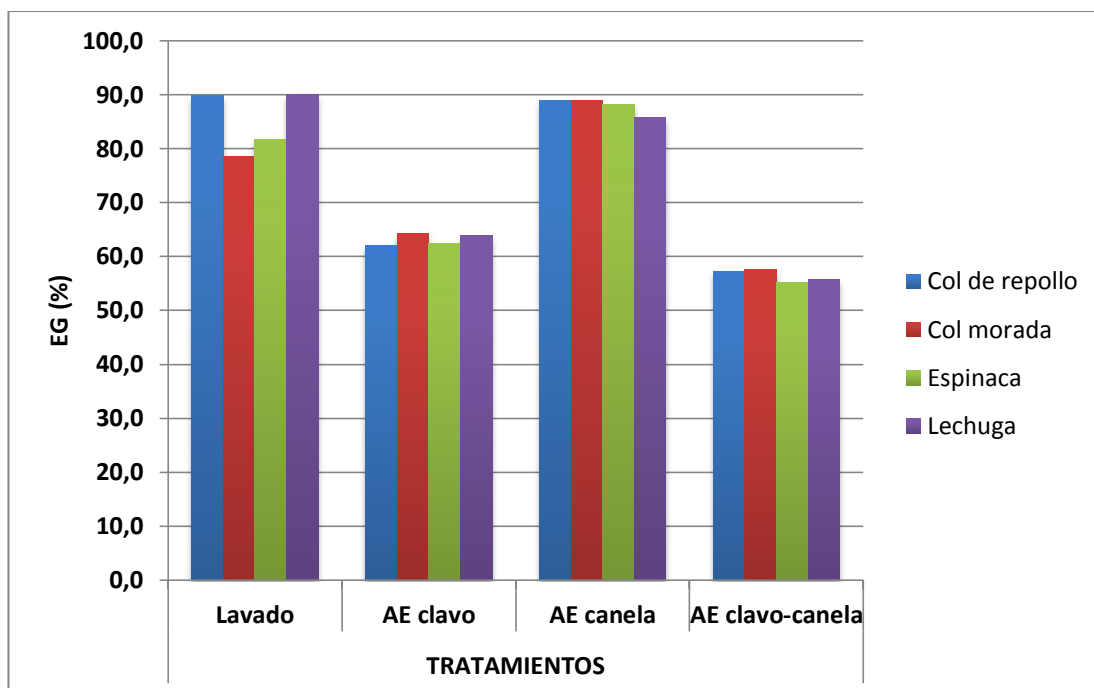
Gráfico A 20. Fluctuación de la vitamina C en lechuga



Fuente: UOITA, 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

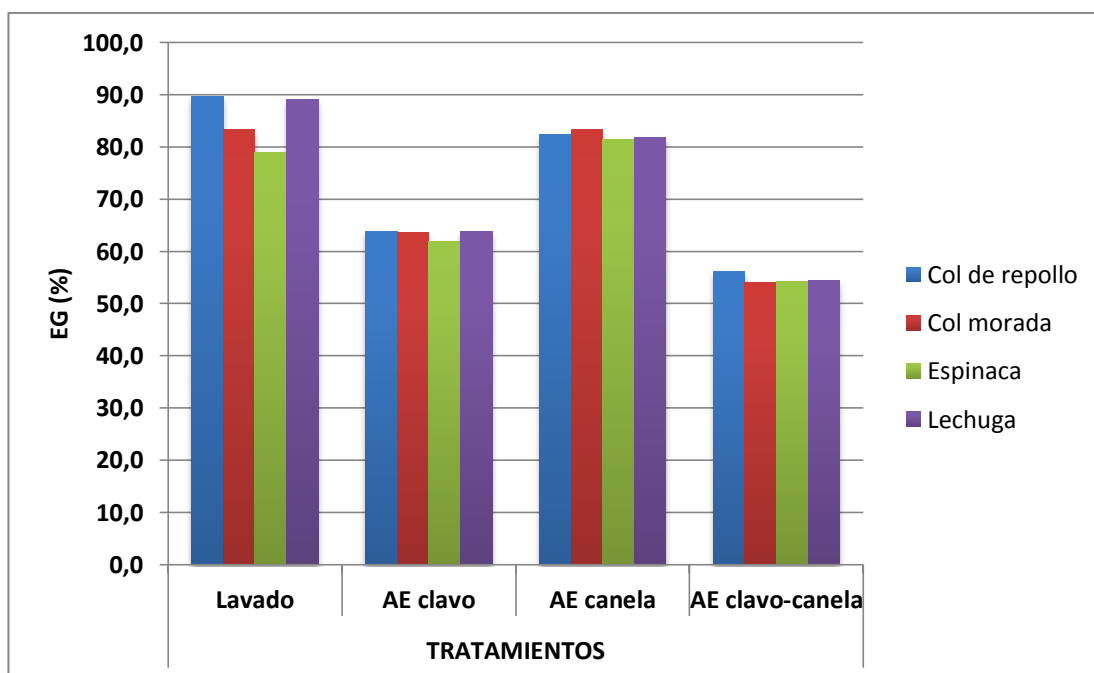
Gráfico A 21. EG (%) de los AE en mesófilos totales con cada hortaliza



Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

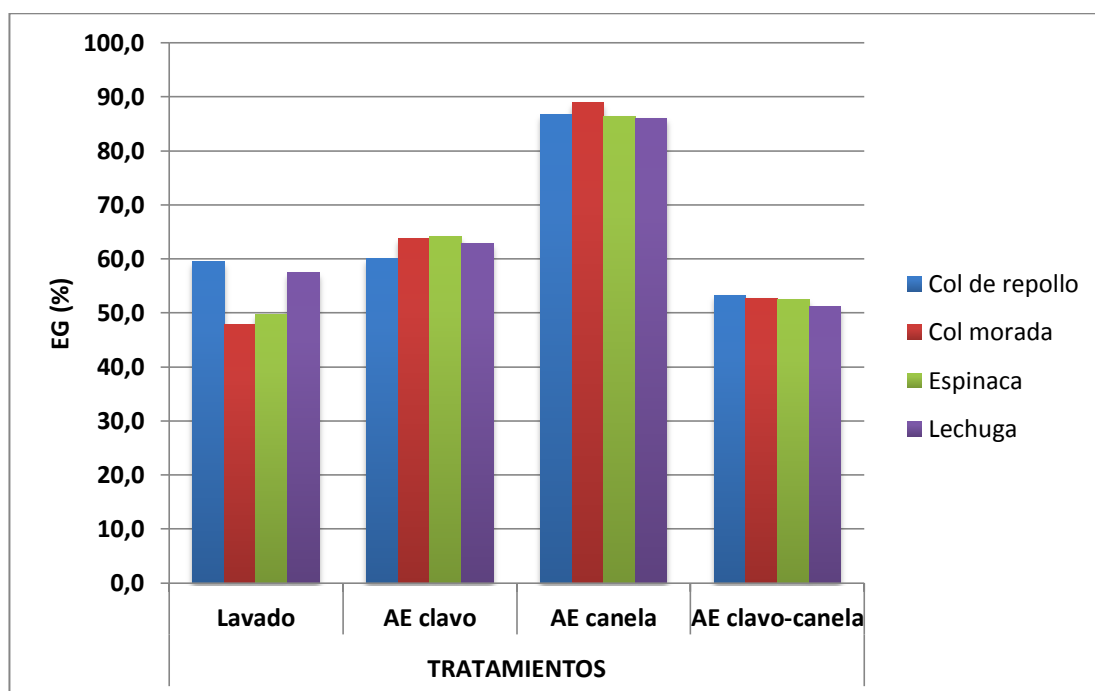
Gráfico A 22. EG (%) de los AE en mohos y levaduras con cada hortaliza



Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

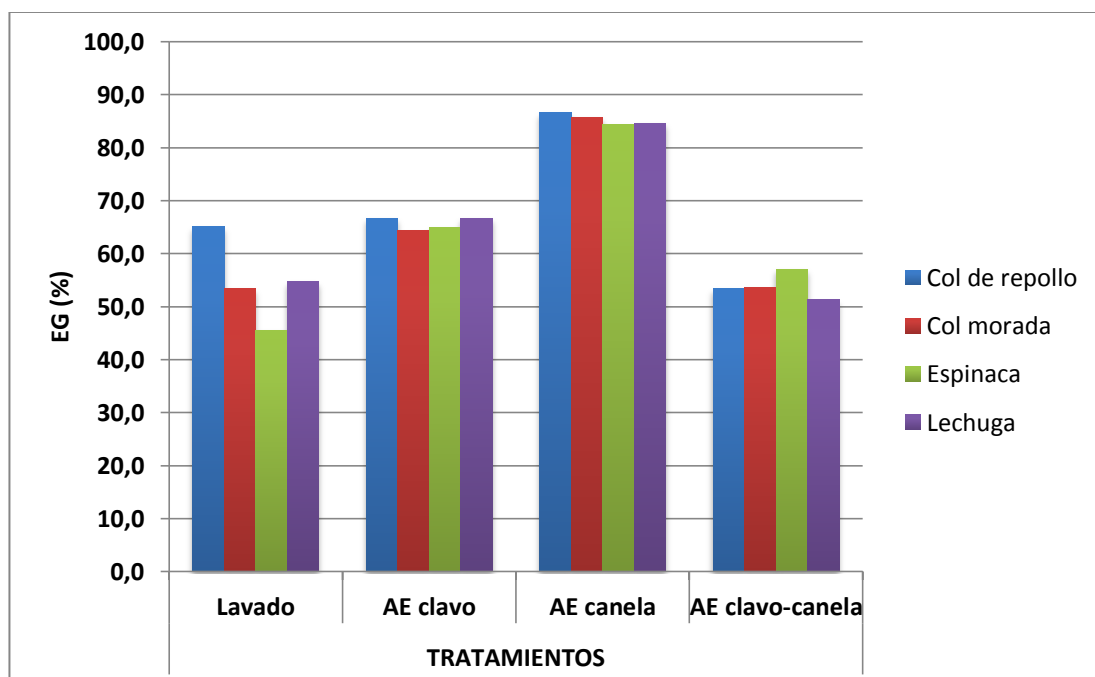
Gráfico A 23. EG (%) de los AE en *Staphylococcus aureus* con cada hortaliza



Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

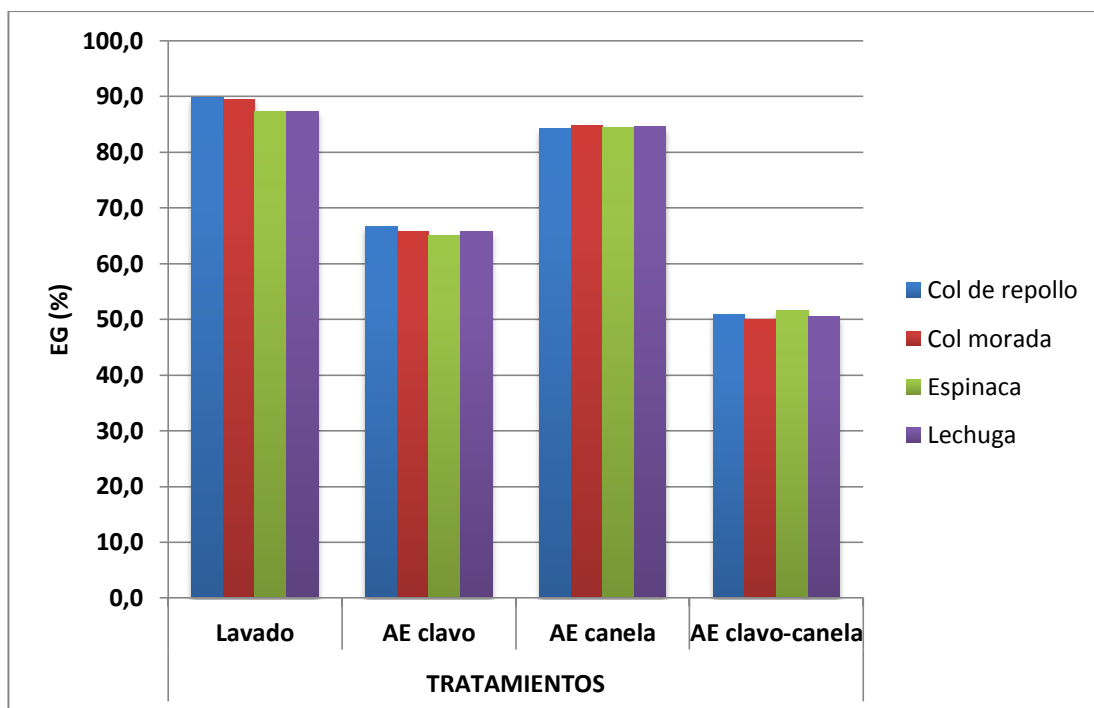
Gráfico A 24. EG (%) de los AE en *Salmonella* con cada hortaliza



Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico A 25. EG (%) de los AE en coliformes totales con cada hortaliza



Fuente: Valeria Vaca S., 2013.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

ANEXO C

TABLAS ANOVA, PRUEBAS DE TUKEY Y GRÁFICOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS Y TRATADAS

1. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA COL DE REPOLLO

Tabla B 1. Análisis de varianza (ANOVA) para mesófilos totales

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	Probabilidad	F tablas
Tratamientos	1,13E+09	3	3,76E+08	7,53	0,001	2,90
Error	1,60E+09	32	4,99E+07			
Total	2,73E+09	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

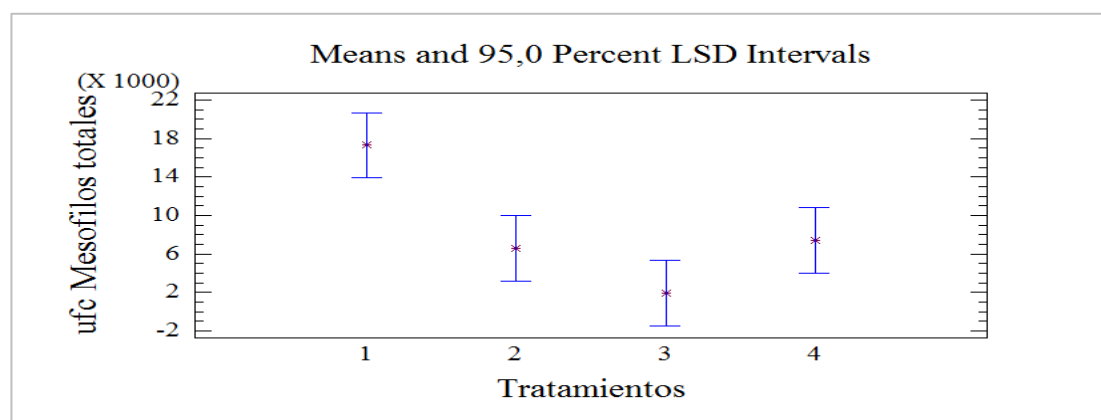
Tabla B 2. Prueba de Tukey al 95% para mesófilos totales

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g Mesófilos totales	Canela (3)	1922,22	b
	Clavo (2)	6555,56	b
	Canela-Clavo (4)	7411,11	b
	Lavado (1)	17288,90	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 1. Datos promedios de mesófilos totales en col de repollo



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 3. Análisis de varianza (ANOVA) para mohos y levaduras

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	7,08E+06	3	2,36E+06	3,38	0,030	2,90
Error	2,24E+07	32	6,99E+05			
Total	2,94E+07	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

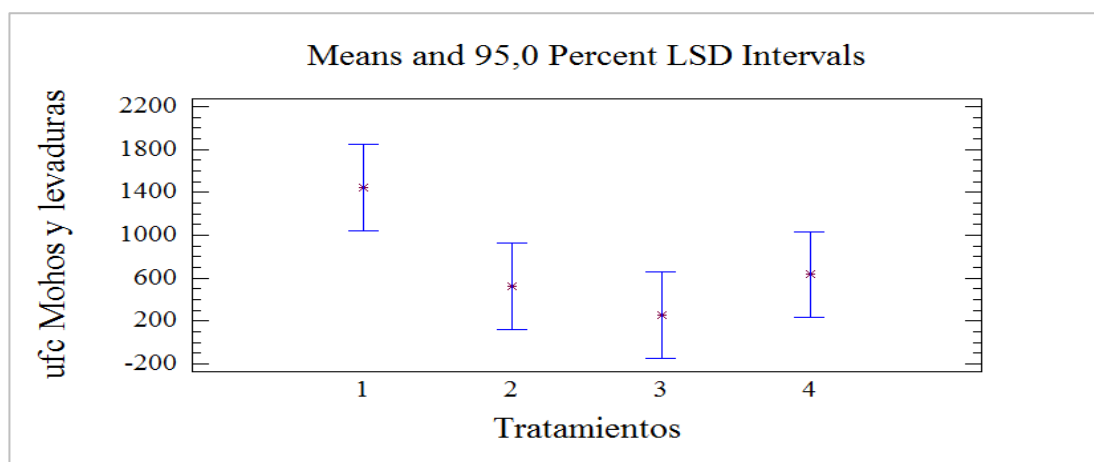
Tabla B 4. Prueba de Tukey al 95% para mohos y levaduras

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g Mohos y levaduras	Canela (3)	255,56	b
	Clavo (2)	522,22	b
	Canela-Clavo (4)	633,33	b
	Lavado (1)	1444,44	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 2. Datos promedios de mohos y levaduras col de repollo



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 5. Análisis de varianza (ANOVA) para *Staphylococcus aureus*

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	9,89E+04	3	3,30E+04	4,20	0,013	2,90
Error	2,51E+05	32	7,85E+03			
Total	3,50E+05	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

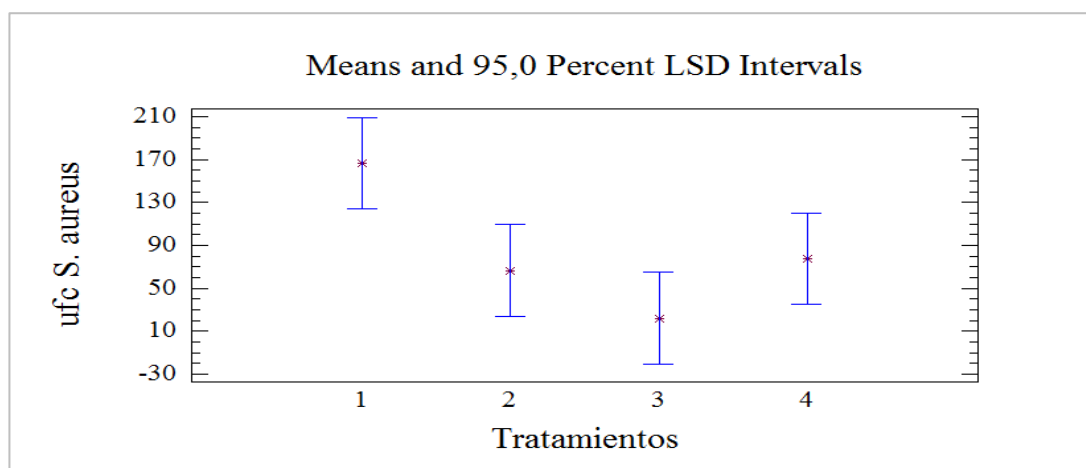
Tabla B 6. Prueba de Tukey al 95% para *Staphylococcus aureus*

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
<i>Staphylococcus aureus</i> ufc/g	Canela (3)	22,22	b
	Clavo (2)	66,67	b
	Canela-Clavo (4)	77,78	b
	Lavado (1)	166,67	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 3. Datos promedios de *Staphylococcus aureus* col de repollo



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 7. Análisis de varianza (ANOVA) para *Salmonella*

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	1,03E+05	3	3,44E+04	4,71	0,008	2,90
Error	2,33E+05	32	7,29E+03			
Total	3,36E+05	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

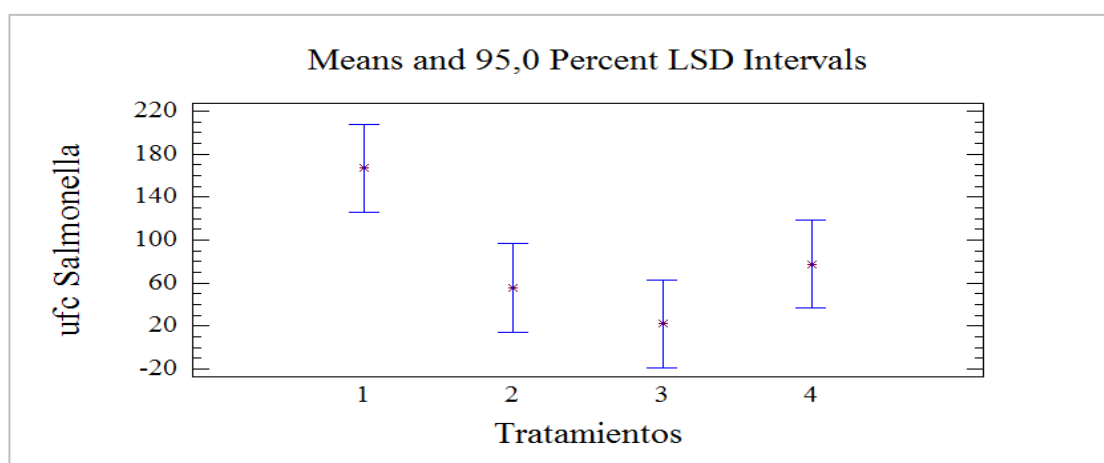
Tabla B 8. Prueba de Tukey al 95% para *Salmonella*

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g <i>Salmonella</i>	Canela (3)	22,22	b
	Clavo (2)	55,56	b
	Canela-Clavo (4)	77,78	b
	Lavado (1)	166,67	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 4. Datos promedios de *Salmonella* en col de repollo



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 9. Análisis de varianza (ANOVA) para coliformes totales

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	1,43E+06	3	4,75E+05	4,32	0,011	2,90
Error	3,52E+06	32	1,10E+05			
Total	4,94E+06	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

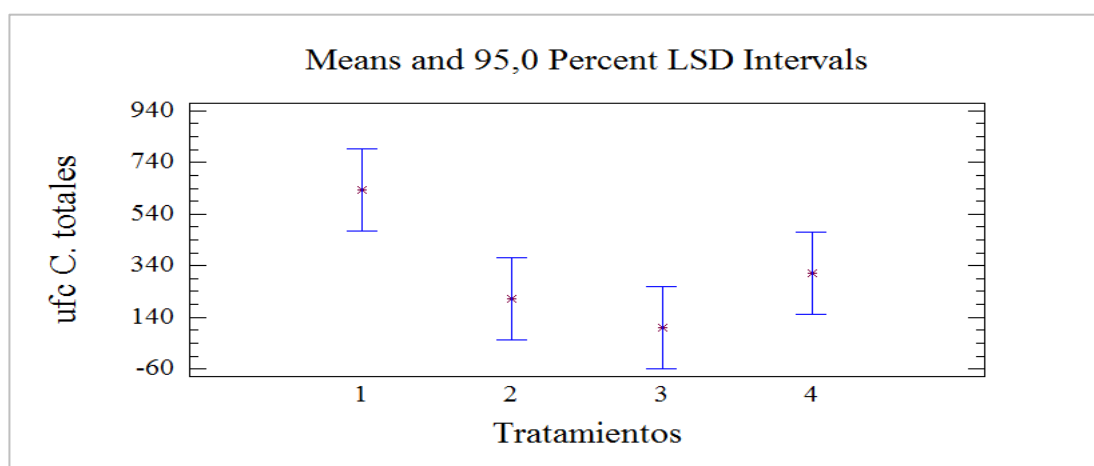
Tabla B 10. Prueba de Tukey al 95% para coliformes totales

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Coliformes totales	Canela (3)	100,00	b
	Clavo (2)	211,11	b
	Canela-Clavo (4)	311,11	b
	Lavado (1)	633,33	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 5. Datos promedios de coliformes totales en col de repollo



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA COL MORADA

Tabla B 11. Análisis de varianza (ANOVA) para mesófilos totales

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	Probabilidad	F tablas
Tratamientos	2,48E+08	3	8,25E+07	6,17	0,002	2,90
Error	4,28E+08	32	1,34E+07			
Total	6,75E+08	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

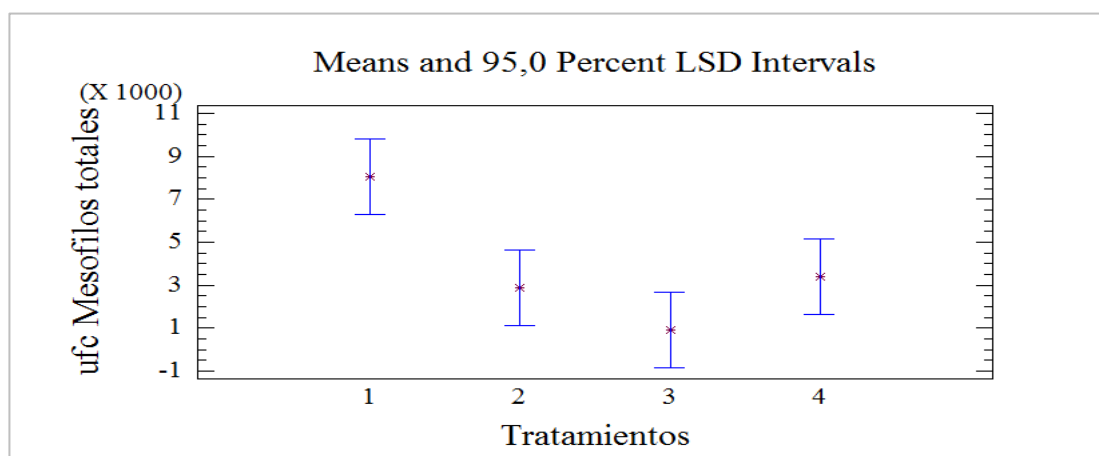
Tabla B 12. Prueba de Tukey al 95% para mesófilos totales

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g Mesófilos totales	Canela (3)	900,00	b
	Clavo (2)	2877,78	b
	Canela-Clavo (4)	3422,22	b
	Lavado (1)	8055,56	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 6. Datos promedios de mesófilos totales en col morada



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 13. Análisis de varianza (ANOVA) para mohos y levaduras

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	6,44E+07	3	2,15E+07	16,99	8,86E-07	2,90
Error	4,05E+07	32	1,26E+06			
Total	1,05E+08	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

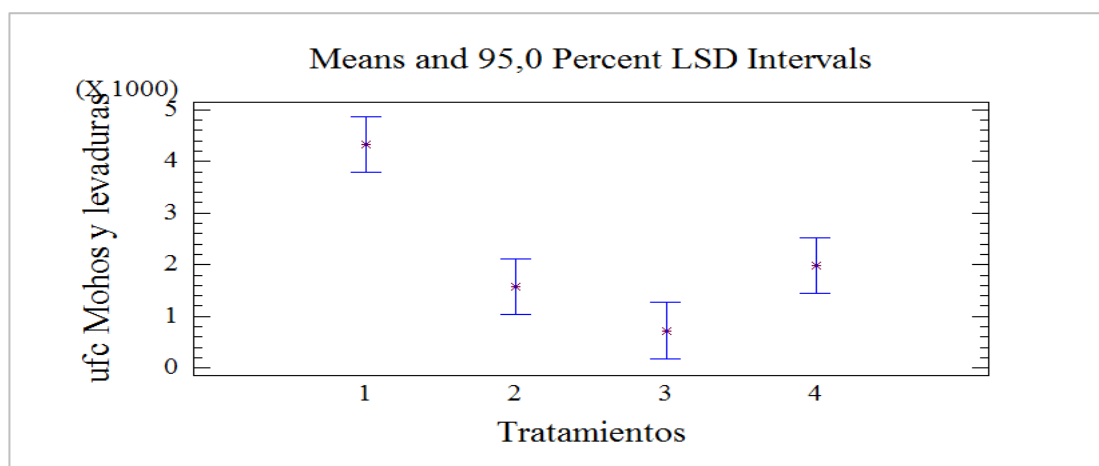
Tabla B 14. Prueba de Tukey al 95% para mohos y levaduras

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g Mohos y levaduras	Canela (3)	722,22	c
	Clavo (2)	1577,78	cb
	Canela-Clavo (4)	1988,89	b
	Lavado (1)	4333,33	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 7. Datos promedios de mohos y levaduras en col morada



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 15. Análisis de varianza (ANOVA) para *Staphylococcus aureus*

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	6,06E+05	3	2,02E+05	4,38	0,011	2,90
Error	1,47E+06	32	4,60E+04			
Total	2,08E+06	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

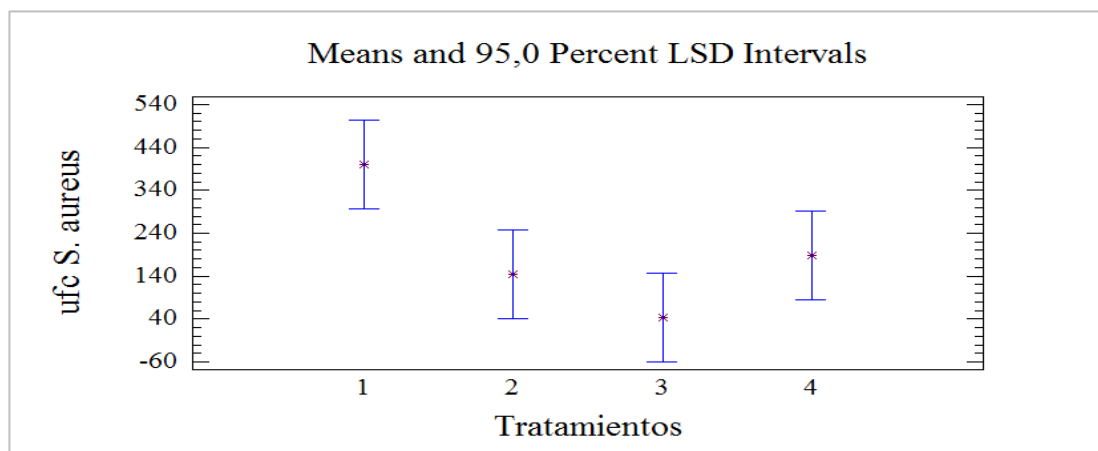
Tabla B 16. Prueba de Tukey al 95% para *Staphylococcus aureus*

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
<i>Staphylococcus aureus</i> ufc/g	Canela (3)	44,44	b
	Clavo (2)	144,44	b
	Canela-Clavo (4)	188,89	b
	Lavado (1)	400,00	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 8. Datos promedios de *Staphylococcus aureus* en col morada



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 17. Análisis de varianza (ANOVA) para *Salmonella*

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	3,48E+05	3	1,16E+05	7,10	0,001	2,90
Error	5,22E+05	32	1,63E+04			
Total	8,70E+05	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

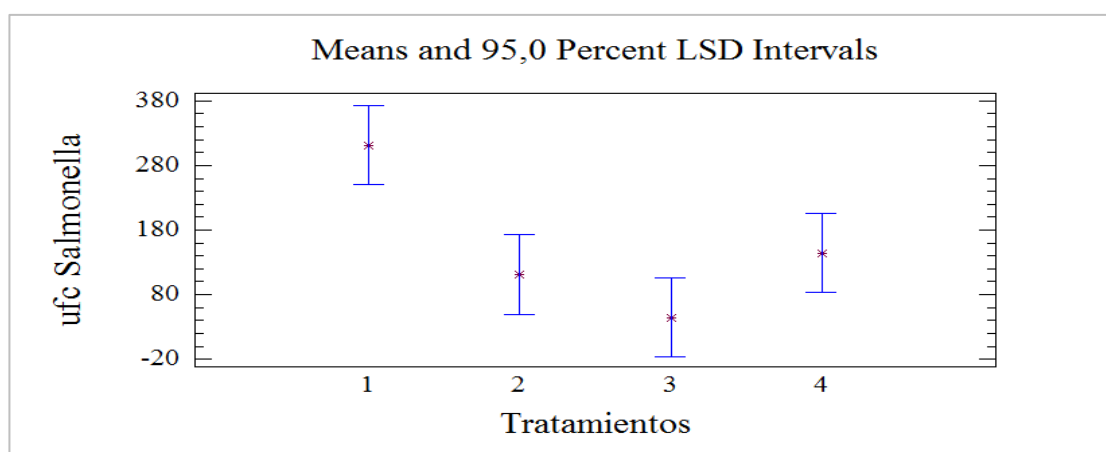
Tabla B 18. Prueba de Tukey al 95% para *Salmonella*

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g <i>Salmonella</i>	Canela (3)	44,44	b
	Clavo (2)	111,11	b
	Canela-Clavo (4)	144,44	b
	Lavado (1)	311,11	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 9. Datos promedios de *Salmonella* en col morada



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 19. Análisis de varianza (ANOVA) para coliformes totales

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	1,49E+07	3	4,96E+06	16,64	1,08E-06	2,90
Error	9,55E+06	32	2,98E+05			
Total	2,44E+07	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

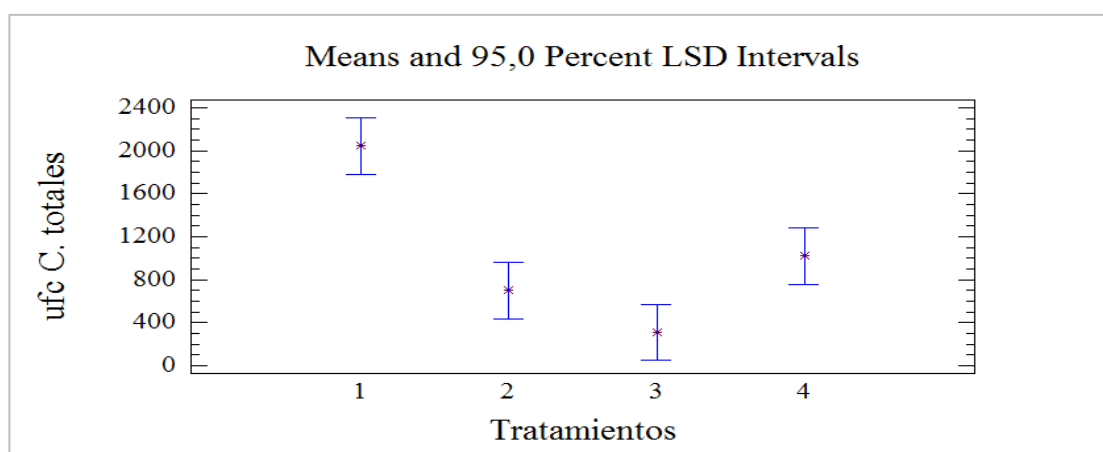
Tabla B 20. Prueba de Tukey al 95% para coliformes totales

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Coliformes totales	Canela (3)	311,11	c
	Clavo (2)	700,00	cb
	Canela-Clavo (4)	1022,22	b
	Lavado (1)	2044,44	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 10. Datos promedios de coliformes totales en col morada



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ESPINACA

Tabla B 21. Análisis de varianza (ANOVA) para mesófilos totales

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	Probabilidad	F tablas
Tratamientos	3,86E+08	3	1,29E+08	26,31	9,07E-09	2,90
Error	1,57E+08	32	4,89E+06			
Total	5,43E+08	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

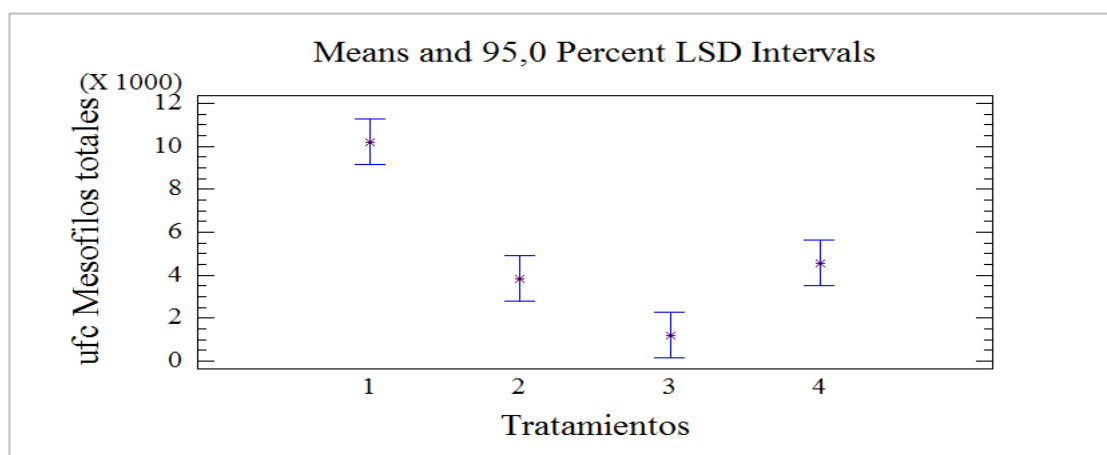
Tabla B 22. Prueba de Tukey al 95% para mesófilos totales

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g Mesófilos totales	Canela (3)	1211,11	c
	Clavo (2)	3844,44	b
	Canela-Clavo (4)	4577,78	b
	Lavado (1)	10200,00	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 11. Datos promedios de mesófilos totales en espinaca



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 23. Análisis de varianza (ANOVA) para mohos y levaduras

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	6,66E+07	3	2,22E+07	47,80	6,33E-12	2,90
Error	1,49E+07	32	4,64E+05			
Total	8,14E+07	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

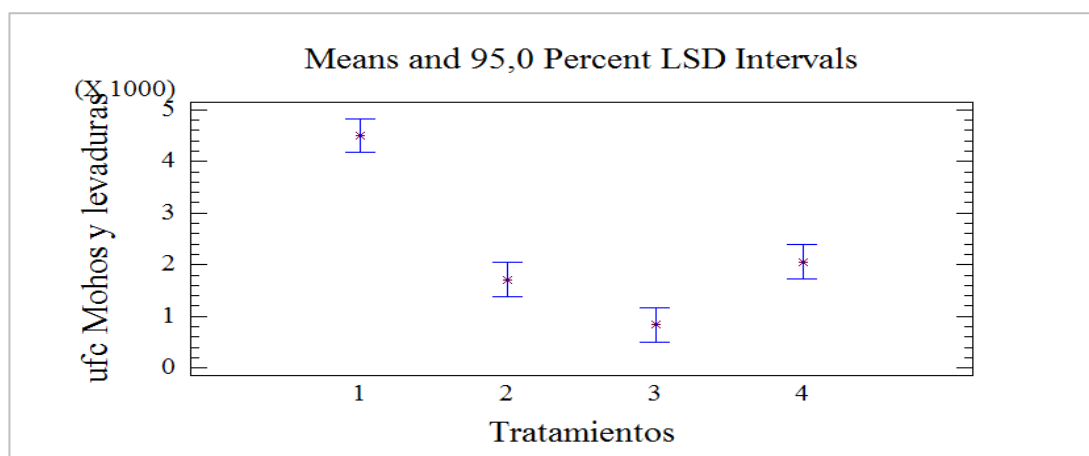
Tabla B 24. Prueba de Tukey al 95% para mohos y levaduras

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g Mohos y levaduras	Canela (3)	833,33	c
	Clavo (2)	1711,11	b
	Canela-Clavo (4)	2055,56	b
	Lavado (1)	4500,00	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 12. Datos promedios de mohos y levaduras en espinaca



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 25. Análisis de varianza (ANOVA) para *Staphylococcus aureus*

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	4,75E+06	3	1,58E+06	4,56	0,009	2,90
Error	1,11E+07	32	3,47E+05			
Total	1,58E+07	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

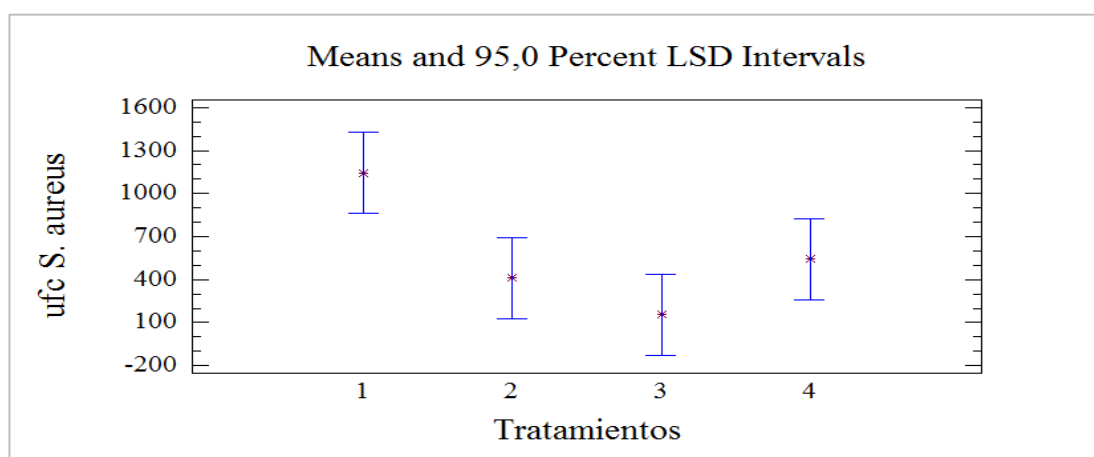
Tabla B 26. Prueba de Tukey al 95% para *Staphylococcus aureus*

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
<i>Staphylococcus aureus</i>	Canela (3)	155,56	b
	Clavo (2)	411,11	b
	Canela-Clavo (4)	544,44	b
	Lavado (1)	1144,44	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 13. Datos promedios de *Staphylococcus aureus* en espinaca



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 27. Análisis de varianza (ANOVA) para *Salmonella*

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	7,18E+06	3	2,39E+06	2,97	0,046	2,90
Error	2,57E+07	32	8,04E+05			
Total	3,29E+07	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

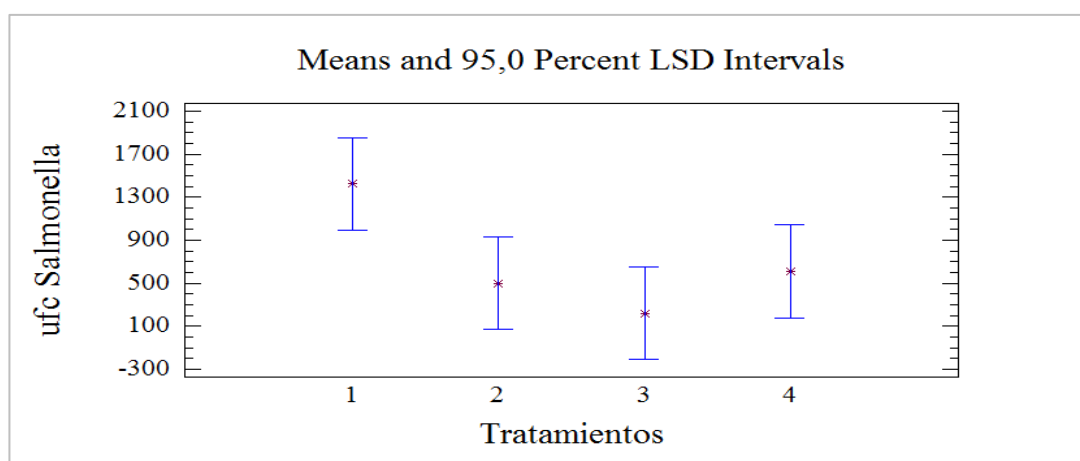
Tabla B 28. Prueba de Tukey al 95% para *Salmonella*

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
<i>Salmonella</i> ufc/g	Canela (3)	222,22	b
	Clavo (2)	500,00	b
	Canela-Clavo (4)	611,11	ba
	Lavado (1)	1422,22	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 14. Datos promedios de *Salmonella* en espinaca



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 29. Análisis de varianza (ANOVA) para coliformes totales

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	1,27E+08	3	4,23E+07	25,93	1,07E-08	2,90
Error	5,22E+07	32	1,63E+06			
Total	1,79E+08	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

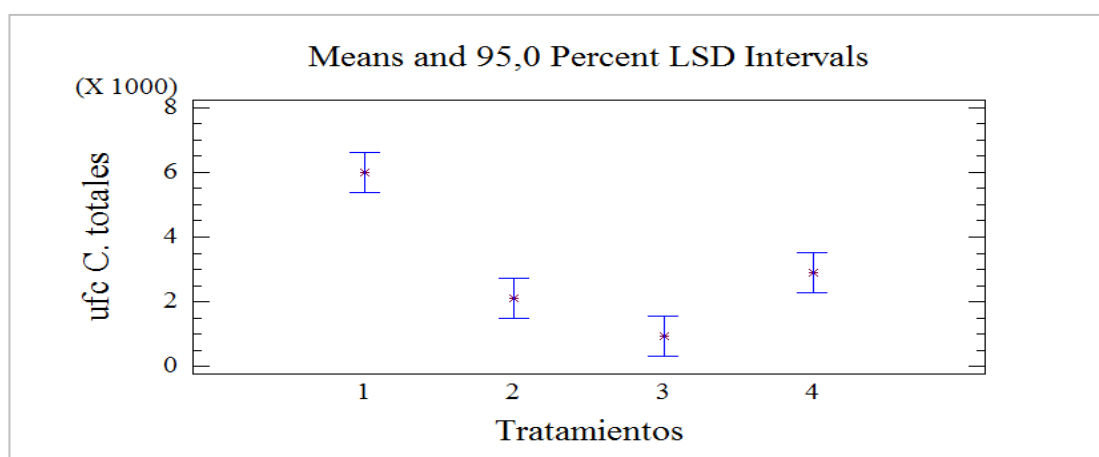
Tabla B 30. Prueba de Tukey al 95% para coliformes totales

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Coliformes totales	Canela (3)	933,33	c
	Clavo (2)	2100,00	cb
	Canela-Clavo (4)	2900,00	b
	Lavado (1)	6000,00	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 15. Datos promedios de coliformes totales en espinaca



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA LECHUGA

Tabla B 31. Análisis de varianza (ANOVA) para mesófilos totales

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	Probabilidad	F tablas
Tratamientos	2,42E+08	3	8,07E+07	58,83	4,05E-13	2,90
Error	4,39E+07	32	1,37E+06			
Total	2,86E+08	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

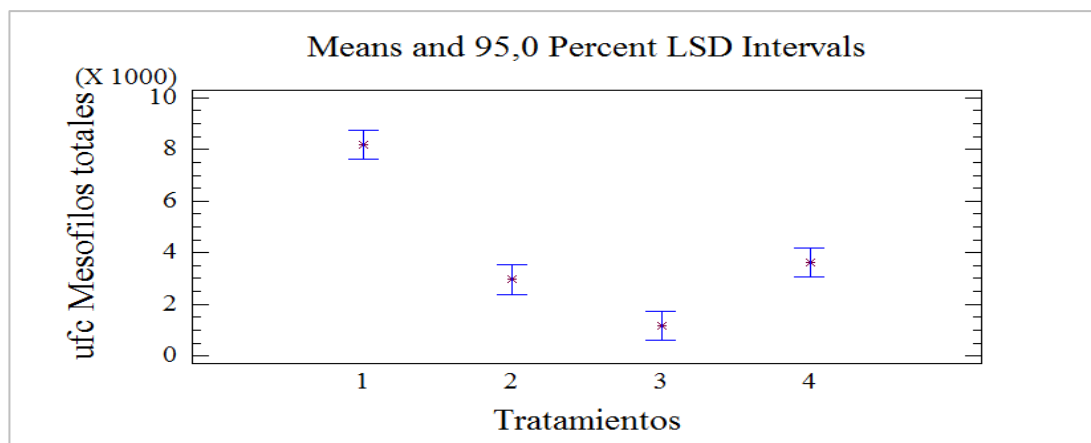
Tabla B 32. Prueba de Tukey al 95% para mesófilos totales

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g Mesófilos totales	Canela (3)	1166,67	c
	Clavo (2)	2955,56	b
	Canela-Clavo (4)	3633,33	b
	Lavado (1)	8200,00	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 16. Datos promedios de mesófilos totales en lechuga



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 33. Análisis de varianza (ANOVA) para mohos y levaduras

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	6,72E+07	3	2,24E+07	5,62	0,003	2,90
Error	1,28E+08	32	3,99E+06			
Total	1,95E+08	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

• **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ *acepto H_1*

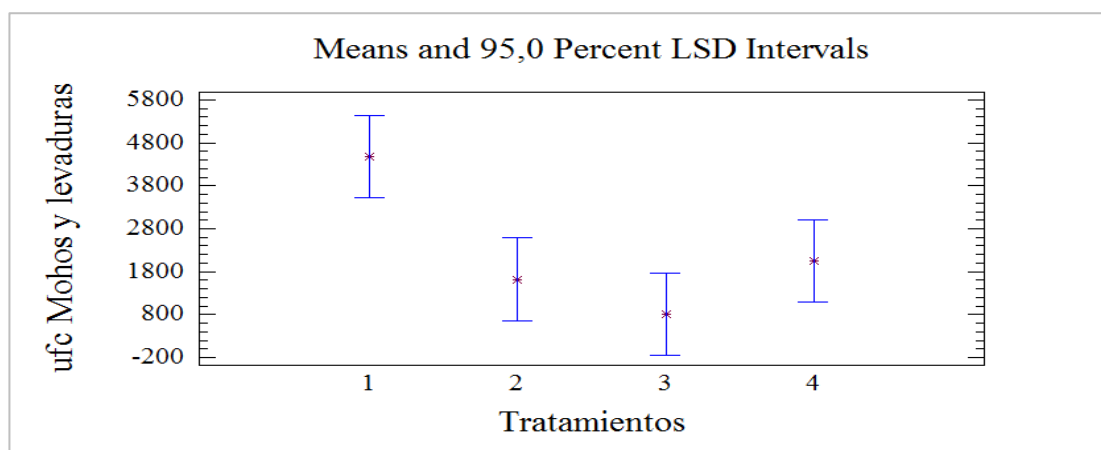
Tabla B 34. Prueba de Tukey al 95% para mohos y levaduras

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Mohos y levaduras	Canela (3)	811,11	b
	Clavo (2)	1622,22	b
	Canela-Clavo (4)	2044,44	b
	Lavado (1)	4477,78	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 17. Datos promedios de mohos y levaduras en lechuga



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 35. Análisis de varianza (ANOVA) para *Staphylococcus aureus*

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	8,14E+05	3	2,71E+05	8,95	0,0002	2,90
Error	9,71E+05	32	3,03E+04			
Total	1,79E+06	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

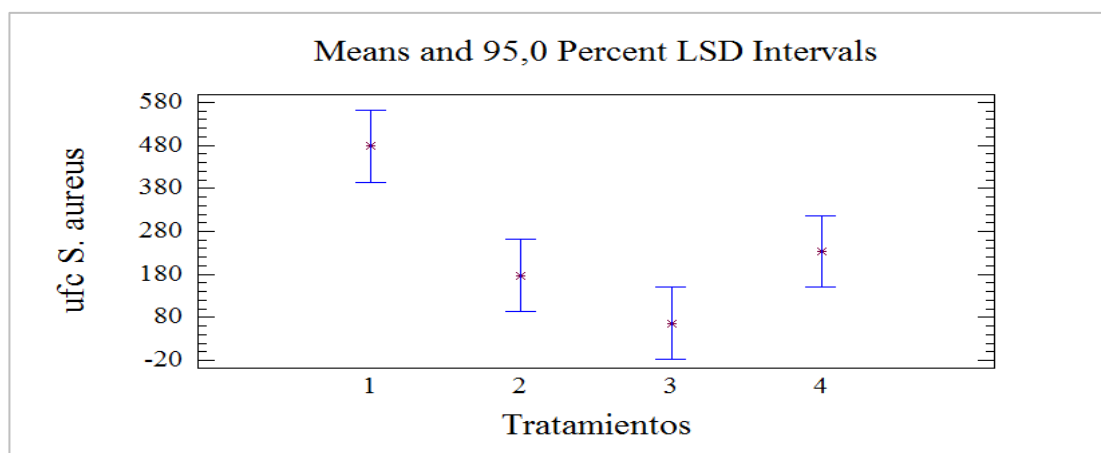
Tabla B 36. Prueba de Tukey al 95% para *Staphylococcus aureus*

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
<i>Staphylococcus aureus</i> ufc/g	Canela (3)	66,67	b
	Clavo (2)	177,78	b
	Canela-Clavo (4)	233,33	b
	Lavado (1)	477,78	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 18. Datos promedios de *Staphylococcus aureus* en lechuga



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 37. Análisis de varianza (ANOVA) para *Salmonella*

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	6,72E+05	3	2,24E+05	6,69	0,001	2,90
Error	1,07E+06	32	3,35E+04			
Total	1,74E+06	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

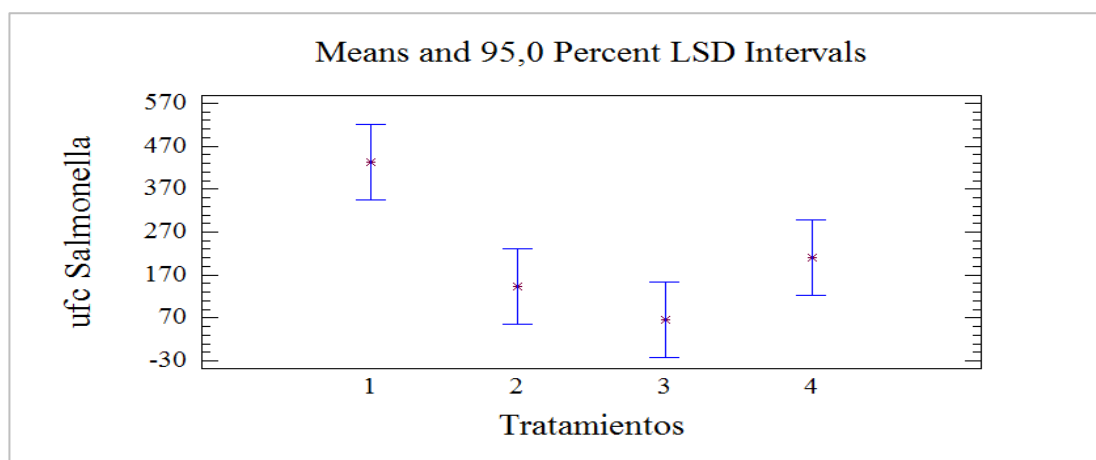
Tabla B 38. Prueba de Tukey al 95% para *Salmonella*

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g <i>Salmonella</i>	Canela (3)	66,67	b
	Clavo (2)	144,44	b
	Canela-Clavo (4)	211,11	b
	Lavado (1)	433,33	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 19. Datos promedios de *Salmonella* en lechuga



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla B 39. Análisis de varianza (ANOVA) para coliformes totales

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Tratamientos	2,40E+07	3	8,01E+06	51,68	2,28E-12	2,90
Error	4,96E+06	32	1,55E+05			
Total	2,90E+07	35				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

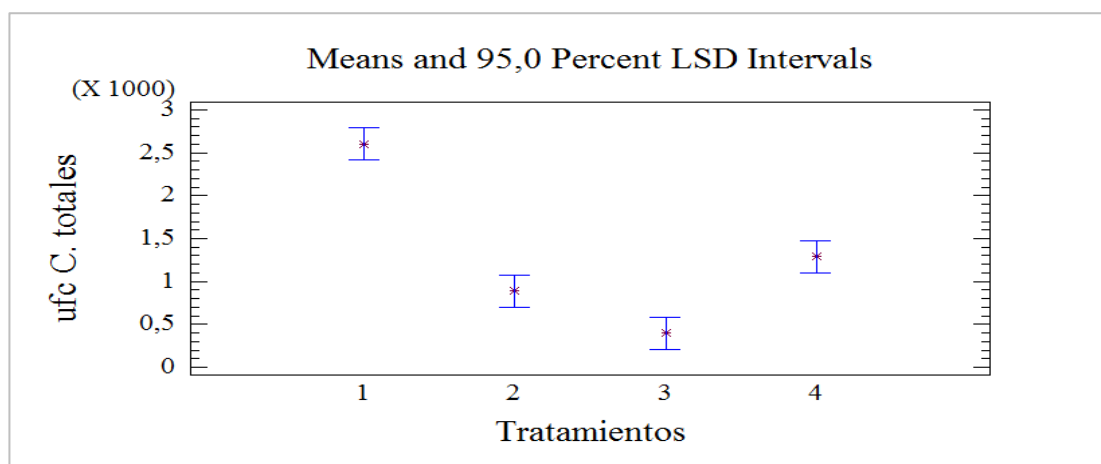
Tabla B 40. Prueba de Tukey al 95% para coliformes totales

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
ufc/g Coliformes totales	Canela (3)	400,00	d
	Clavo (2)	888,89	c
	Canela-Clavo (4)	1288,89	b
	Lavado (1)	2600,00	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico B 20. Datos promedios de coliformes totales en lechuga



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

ANEXO D

TABLAS ANOVA, PRUEBAS DE TUKEY Y GRÁFICOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS Y TRATADAS

LECHUGA TROCEADA

Tabla C 1. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de lechuga

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	Probabilidad	F tablas
Catadores	60,66	24	2,53	19,00	2,59E-22	1,67
Tratamientos	6,67	3	2,22	16,71	2,45E-08	2,73
Error	9,58	72	0,13			
Total	76,91	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

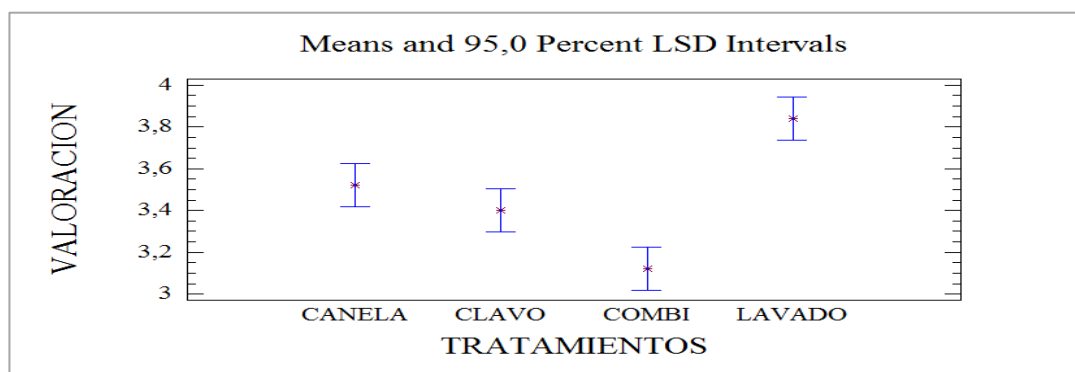
Tabla C 2. Prueba de Tukey al 95% para el olor de lechuga

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Olor	Canela-Clavo	3,12	c
	Clavo	3,40	b
	Canela	3,52	b
	Lavado	3,84	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 1. Valoración promedio del olor de lechuga



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 3. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de lechuga

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	72,26	24	3,01	17,98	1,32E-21	1,67
Tratamientos	14,19	3	4,73	28,24	3,52E-12	2,73
Error	12,06	72	0,17			
Total	98,51	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

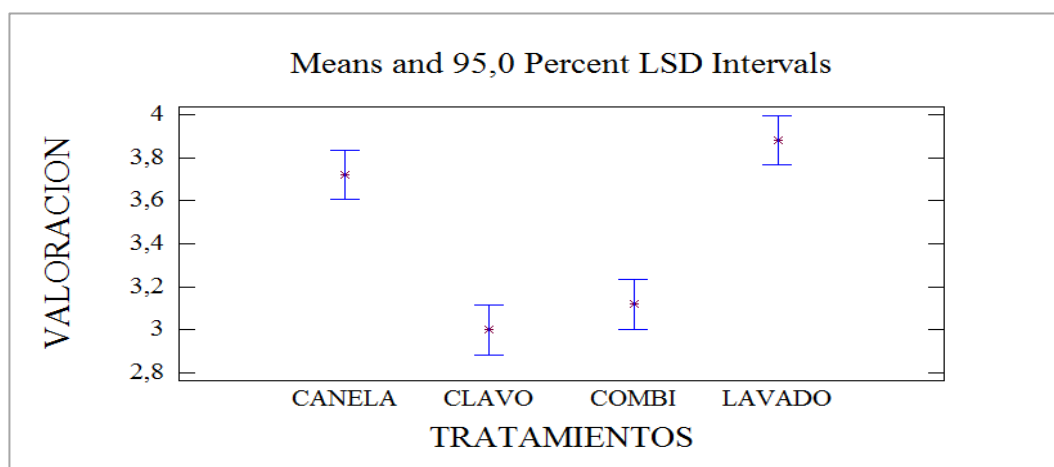
Tabla C 4. Prueba de Tukey al 95% para el sabor de lechuga

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Sabor	Clavo	3,00	b
	Canela-Clavo	3,12	b
	Canela	3,72	a
	Lavado	3,88	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 2. Valoración promedio del sabor de lechuga



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 5. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura de lechuga

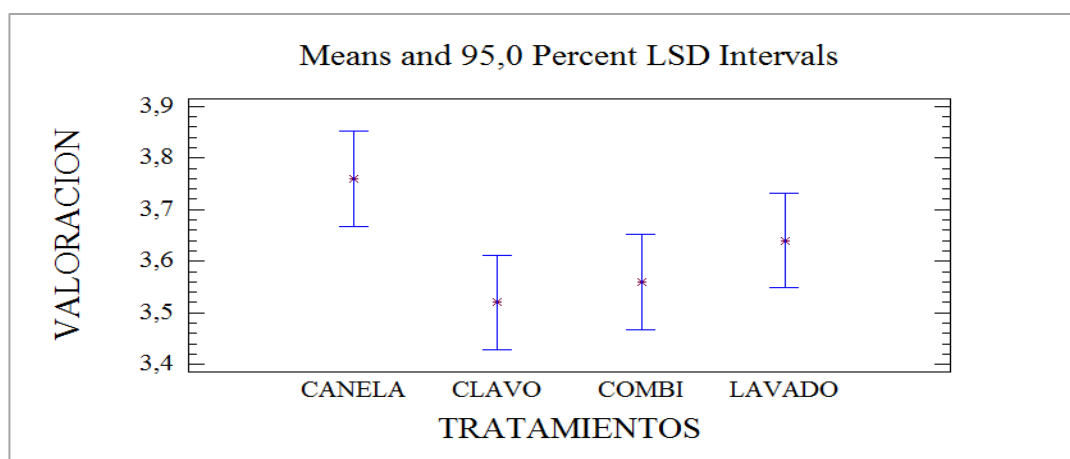
<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	95,06	24	3,96	37,23	1,97E-31	1,67
Tratamientos	0,84	3	0,28	2,63	0,06	2,73
Error	7,66	72	0,11			
Total	103,56	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c < F_t \Rightarrow$ acepto H_0

Gráfico C 3. Valoración promedio de la textura de lechuga



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 6. Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptabilidad de lechuga

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	53,56	24	2,23	14,30	9,32E-19	1,67
Tratamientos	11,76	3	3,92	25,11	3,16E-11	2,73
Error	11,24	72	0,16			
Total	76,56	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

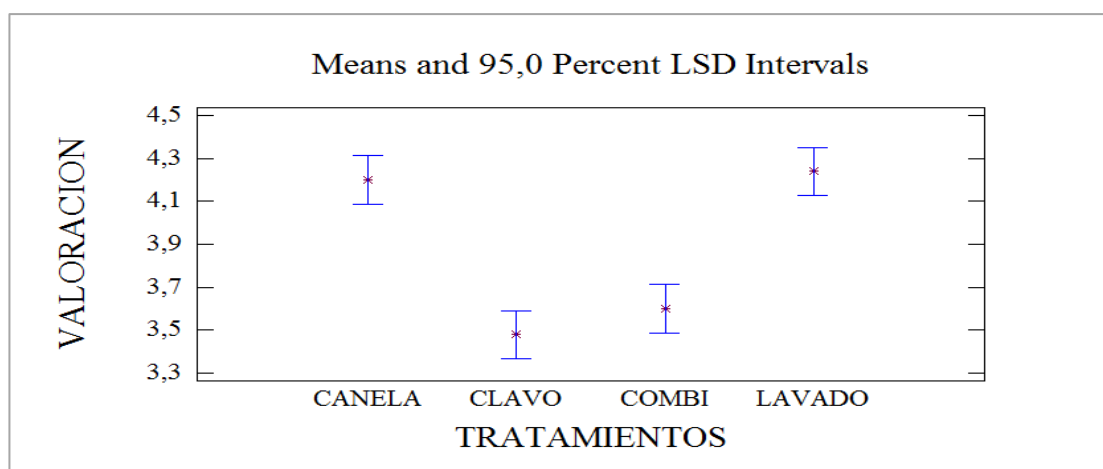
Tabla C 7. . Prueba de Tukey al 95% para la aceptabilidad de lechuga

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Aceptabilidad	Clavo	3,48	b
	Canela-Clavo	3,60	b
	Canela	4,20	a
	Lavado	4,24	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 4. Valoración promedio la aceptabilidad de lechuga



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

✚ ESPINACA TROCEADA

Tabla C 8. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de espinaca

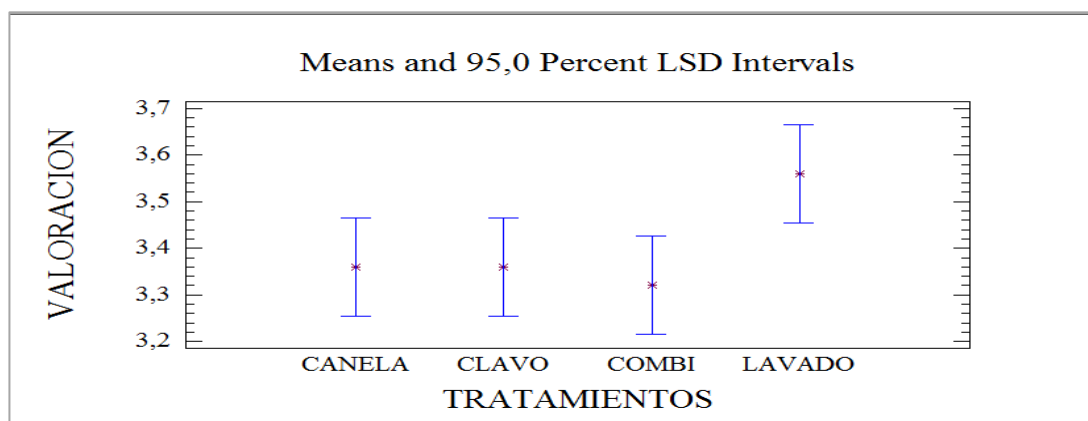
Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	Probabilidad	F tablas
Catadores	75	24	3,12	22,23	2,29E-24	1,67
Tratamientos	0,88	3	0,29	2,09	0,11	2,73
Error	10,12	72	0,14			
Total	86	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c < F_t \Rightarrow$ acepto H_0

Gráfico C 5. Valoración promedio del olor de espinaca



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 9. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de espinaca

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	73,14	24	3,05	20,66	2,11E-23	1,67
Tratamientos	5,63	3	1,88	12,72	9,23E-07	2,73
Error	10,62	72	0,15			
Total	89,39	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

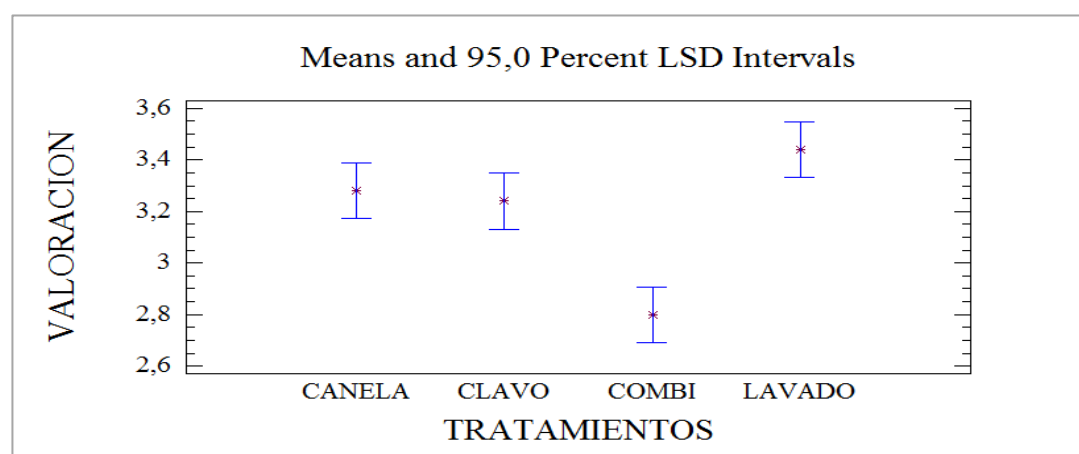
Tabla C 10. Prueba de Tukey al 95% para el sabor de espinaca

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Sabor	Canela-Clavo	2,80	b
	Clavo	3,24	a
	Canela	3,28	a
	Lavado	3,44	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 6. Valoración promedio del sabor de espinaca



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 11. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura de espinaca

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	67,94	24	2,83	30,79	8,92E-29	1,67
Tratamientos	5,63	3	1,88	20,41	1,12E-09	2,73
Error	6,62	72	0,09			
Total	80,19	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

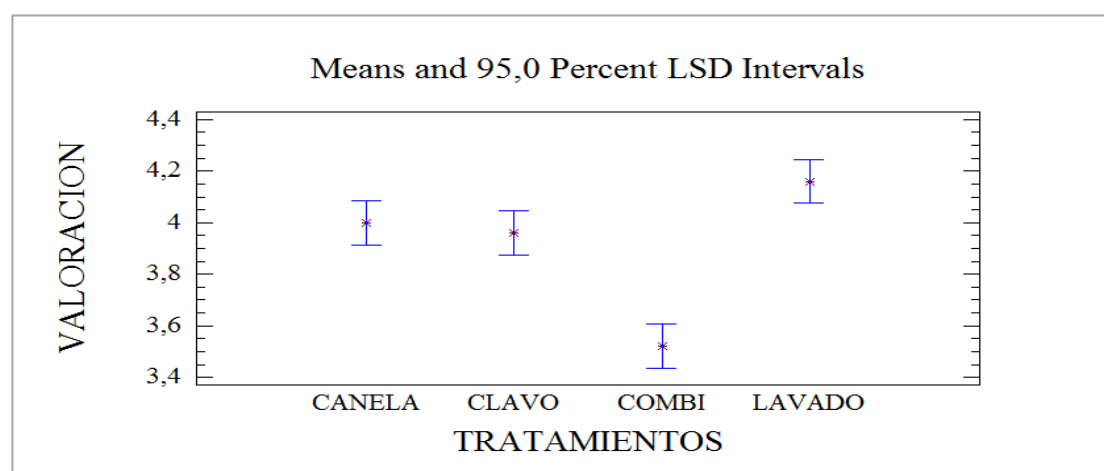
Tabla C 12. Prueba de Tukey al 95% para la textura de espinaca

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Textura	Canela-Clavo	3,52	c
	Clavo	3,96	b
	Canela	4,00	ab
	Lavado	4,16	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 7. Valoración promedio de la textura de espinaca



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 13. Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptabilidad de espinaca

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	90,84	24	3,79	15,96	4,17E-20	1,67
Tratamientos	6,92	3	2,31	9,72	1,82E-05	2,73
Error	17,08	72	0,24			
Total	114,84	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

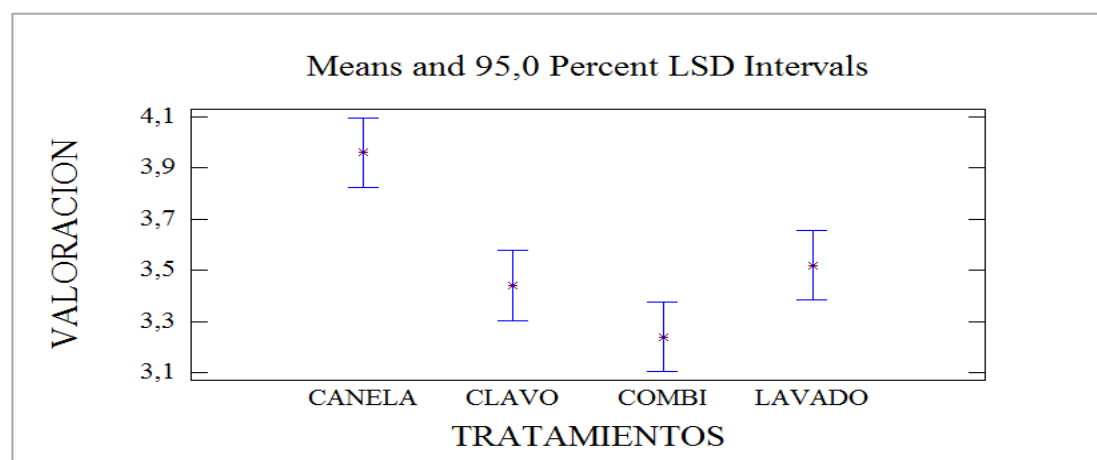
Tabla C 14. Prueba de Tukey al 95% para la aceptabilidad de espinaca

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Aceptabilidad	Canela-Clavo	3,24	c
	Clavo	3,44	bc
	Lavado	3,52	b
	Canela	3,96	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 8. Valoración promedio de la aceptabilidad de espinaca



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

COL DE REPOLLO TROCEADO

Tabla C 15. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de col de repollo

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	Probabilidad	F tablas
Catadores	51,44	24	2,14	16,63	1,27E-20	1,67
Tratamientos	1,72	3	0,57	4,45	0,006	2,73
Error	9,28	72	0,13			
Total	62,44	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

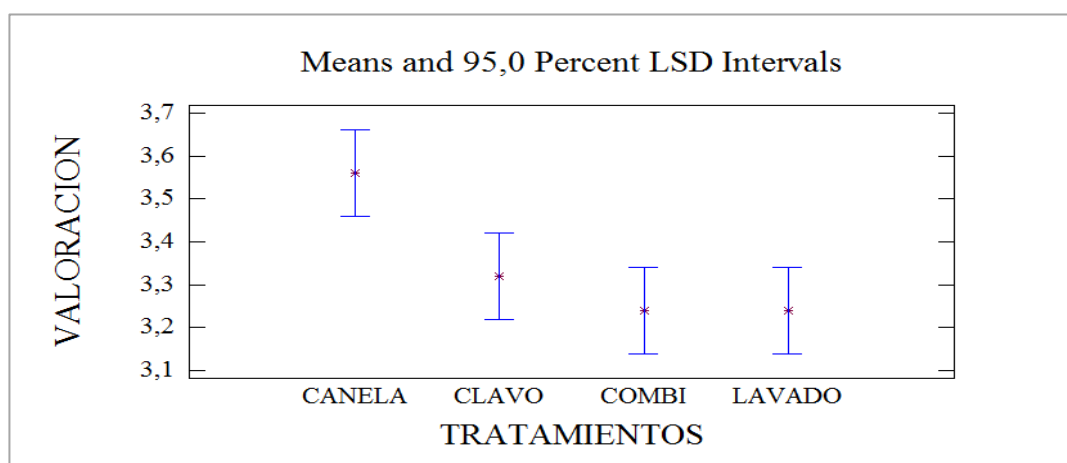
Tabla C 16. Prueba de Tukey al 95% para el olor de col de repollo

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Olor	Lavado	3,24	b
	Canela-Clavo	3,24	b
	Clavo	3,32	b
	Canela	3,56	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 9. Valoración promedio del olor de col de repollo



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 17. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de col de repollo

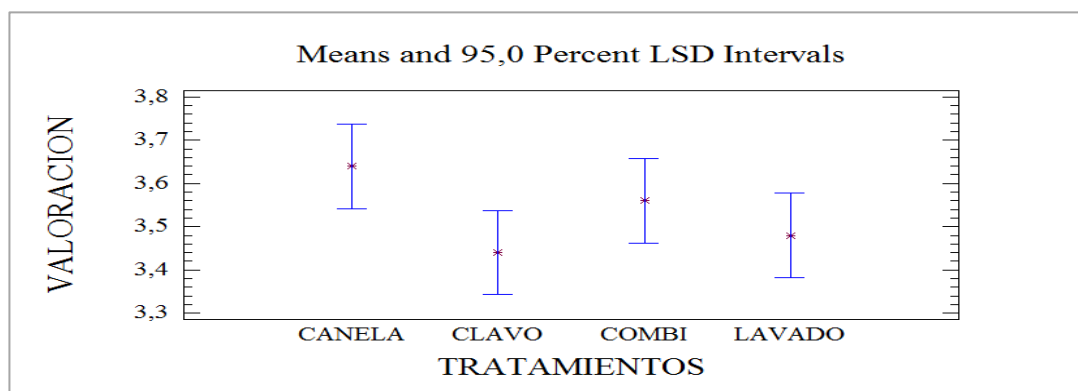
<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	67,66	24	2,82	23,44	4,55E-25	1,67
Tratamientos	0,59	3	0,20	1,64	0,189	2,73
Error	8,66	72	0,12			
Total	76,91	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c < F_t \Rightarrow$ acepto H_0

Gráfico C 10. Valoración promedio del sabor de col de repollo



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 18. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura de col de repollo

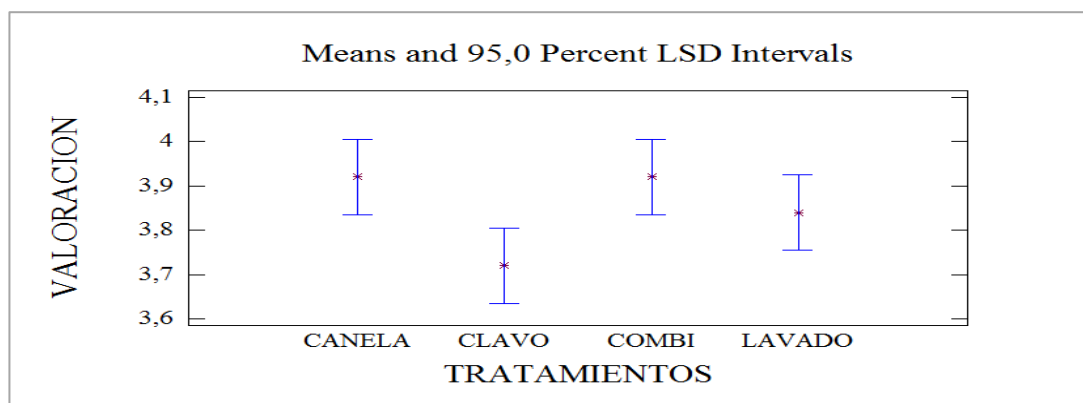
Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	Probabilidad	F tablas
Catadores	67,5	24	2,81	30,78	9,04E-29	1,67
Tratamientos	0,67	3	0,22	2,44	0,071	2,73
Error	6,58	72	0,09			
Total	74,75	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c < F_t \Rightarrow$ acepto H_0

Gráfico C 11. Valoración promedio de la textura de col de repollo



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 19. Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptabilidad de col de repollo

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	74,5	24	3,10	21,37	7,64E-24	1,67
Tratamientos	1,79	3	0,60	4,11	0,0095	2,73
Error	10,46	72	0,15			
Total	86,75	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

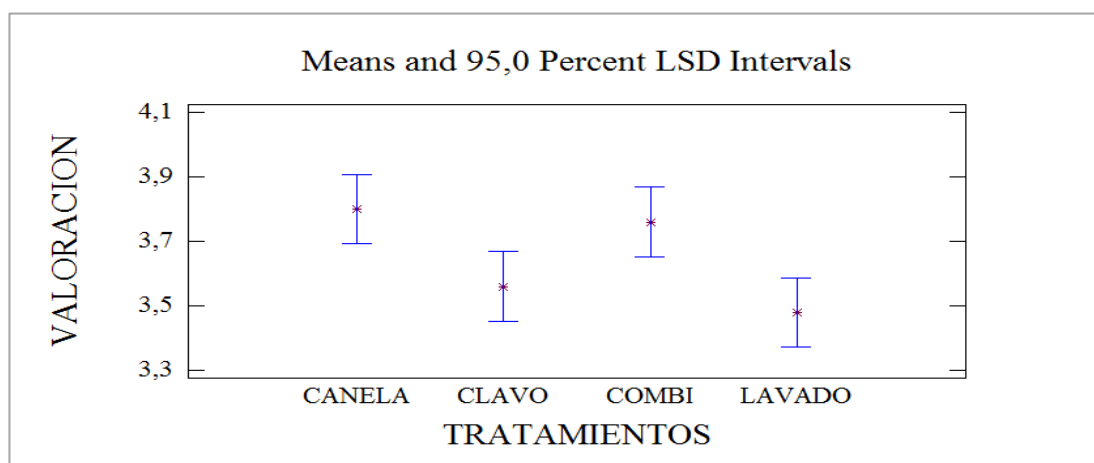
Tabla C 20. Prueba de Tukey al 95% para la aceptabilidad de col de repollo

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Aceptabilidad	Lavado	3,48	c
	Clavo	3,56	bc
	Canela-Clavo	3,76	ab
	Canela	3,80	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 12. Valoración promedio de la aceptabilidad de col de repollo



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

COL MORADA TROCEADA

Tabla C 21. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de col morada

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	Probabilidad	F tablas
Catadores	58,14	24	2,42	24,71	8,98E-26	1,67
Tratamientos	4,19	3	1,40	14,24	2,22E-07	2,73
Error	7,06	72	0,10			
Total	69,39	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

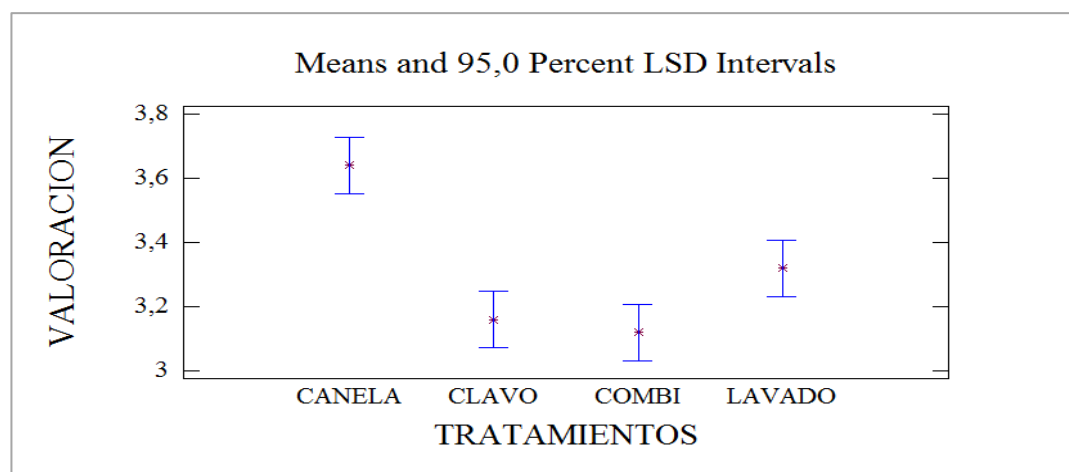
Tabla C 22. Prueba de Tukey al 95% para el olor de col morada

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Olor	Canela-Clavo	3,12	c
	Clavo	3,16	bc
	Lavado	3,32	b
	Canela	3,64	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 13. Valoración promedio del olor de col morada



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 23. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de morada

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	83	24	3,46	27,18	4,57E-27	1,67
Tratamientos	1,84	3	0,61	4,82	0,004	2,73
Error	9,16	72	0,13			
Total	94	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

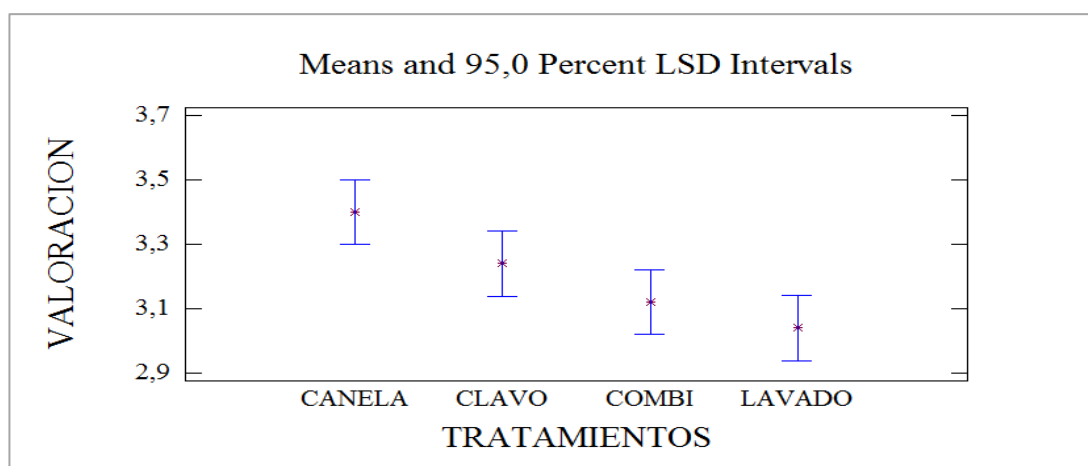
Tabla C 24. Prueba de Tukey al 95% para el sabor de col morada

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Sabor	Lavado	3,04	b
	Canela-Clavo	3,12	b
	Clavo	3,24	ba
	Canela	3,40	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 14. Valoración promedio del sabor de col morada



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 25. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura de col morada

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	47	24	1,96	18,85	3,25E-22	1,67
Tratamientos	2,27	3	0,76	7,28	0,0002	2,73
Error	7,48	72	0,10			
Total	56,75	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

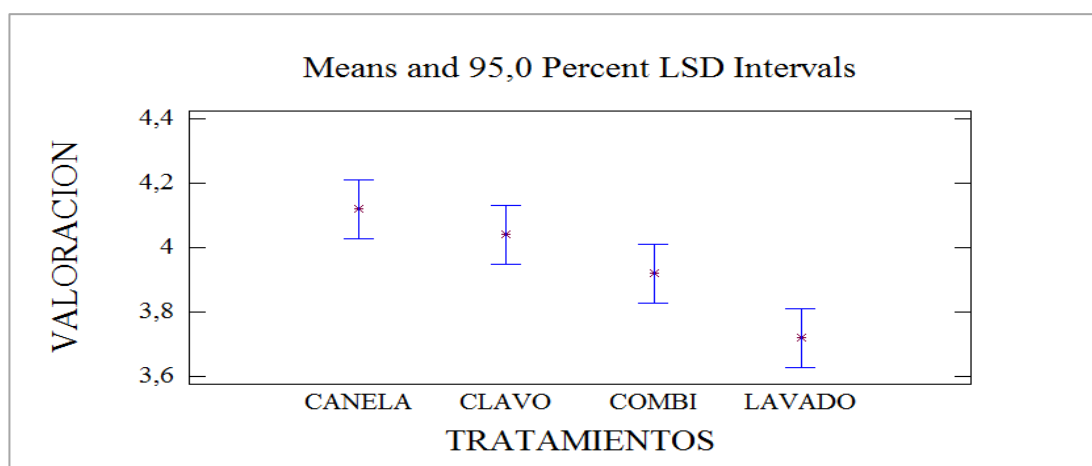
Tabla C 26. Prueba de Tukey al 95% para la textura de col morada

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Textura	Lavado	3,72	c
	Canela-Clavo	3,92	bc
	Clavo	4,04	ab
	Canela	4,12	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 15. Valoración promedio de la textura de col morada



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla C 27. Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptabilidad de col morada

<i>Fuente de varianza</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calculado</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F tablas</i>
Catadores	78,76	24	3,28	21,17	1,01E-23	1,67
Tratamientos	4,59	3	1,53	9,87	1,57E-05	2,73
Error	11,16	72	0,155			
Total	94,51	99				

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

- **Expresión:** Si $F_c > F_t \Rightarrow$ acepto H_1

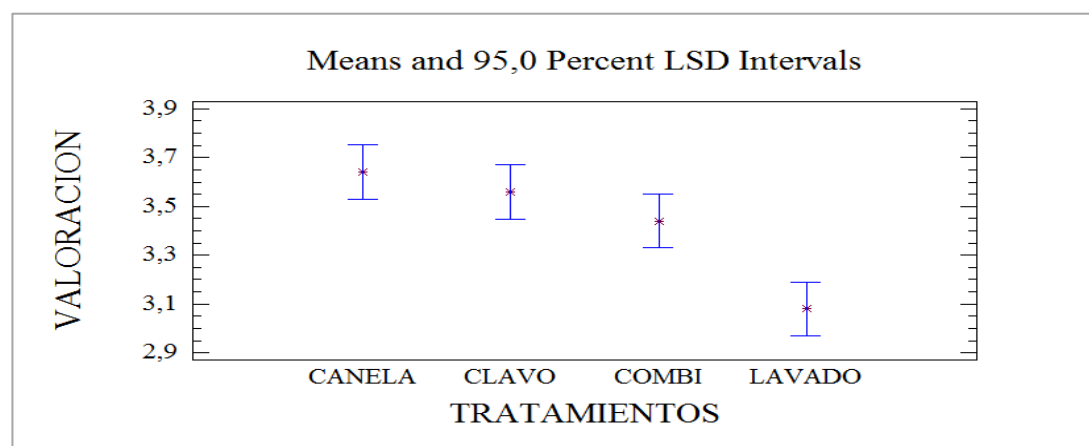
Tabla C 28. Prueba de Tukey al 95% para la aceptabilidad de col morada

Factor	Tratamientos	Medias	Grupo
Aceptabilidad	Lavado	3,08	b
	Canela-Clavo	3,44	a
	Clavo	3,56	a
	Canela	3,64	a

Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico C 16. Valoración promedio de la aceptabilidad de col morada



Fuente: Statgraphics.

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

ANEXO E

DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS CON EL MEJOR TRATAMIENTO

A. PÉRDIDA DE PESO (PP)

Tabla D 1. Pérdida de peso (%) de la lechuga troceada

TIEMPO (h)	PESO (g)		PERDIDA DE PESO (%)	
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 1	MUESTRA 2
0	40,255	40,664	0,00	0,00
24	39,865	40,025	0,97	1,57
48	39,261	39,351	2,47	3,23
72	38,657	38,677	3,97	4,89
96	37,701	38,258	6,34	5,92
120	36,744	37,839	8,72	6,95
144	35,788	37,421	11,10	7,98
168	35,690	36,983	11,34	9,05
192	35,592	36,545	11,58	10,13
216	35,494	36,107	11,83	11,21

Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla D 2. Pérdida de peso (%) de la espinaca troceada

TIEMPO (h)	PESO (g)		PERDIDA DE PESO (%)	
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 1	MUESTRA 2
0	15,004	15,000	0,00	0,00
24	14,924	14,845	0,53	1,03
48	14,820	14,695	1,23	2,03
72	14,553	14,445	3,01	3,70
96	14,367	14,245	4,25	5,03
120	14,259	14,061	4,97	6,26
144	13,996	13,844	6,72	7,71
168	13,848	13,639	7,70	9,07
192	13,624	13,444	9,20	10,37
216	13,348	13,227	11,04	11,82

Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla D 3. Pérdida de peso (%) de la col de repollo troceada

TIEMPO (h)	PESO (g)		PERDIDA DE PESO (%)	
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 1	MUESTRA 2
0	15,007	15,004	0,00	0,00
24	14,854	14,829	1,02	1,17
48	14,701	14,651	2,04	2,35
72	14,543	14,504	3,09	3,33
96	14,384	14,342	4,15	4,41
120	14,226	14,172	5,20	5,55
144	14,076	14,018	6,20	6,57
168	13,929	13,865	7,18	7,59
192	13,772	13,693	8,23	8,74
216	13,617	13,531	9,26	9,82

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla D 4. Pérdida de peso (%) de la col morada troceada

TIEMPO (h)	PESO (g)		PERDIDA DE PESO (%)	
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 1	MUESTRA 2
0	15,011	16,615	0,00	0,00
24	14,668	16,431	2,28	1,11
48	14,461	16,239	3,66	2,26
72	14,111	16,089	6,00	3,17
96	14,049	15,856	6,41	4,57
120	13,750	15,610	8,40	6,05
144	13,636	15,472	9,16	6,88
168	13,464	15,297	10,31	7,93
192	13,224	15,089	11,90	9,18
216	13,017	14,897	13,28	10,34

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

B. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Tabla D 5. Mesófilos totales (ufc/g) en lechuga troceada

TIEMPO (h)	MESÓFILOS TOTALES			PROMEDIO
0	2700	2000	2500	2400
48	3800	3400	4300	3833
120	7700	7600	7700	7667
168	34400	10800	16000	20400
216	23900	31200	26100	27067

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla D 6. Coliformes totales (ufc/g) en lechuga troceada

TIEMPO (h)	COLIFORMES TOTALES			PROMEDIO
0	400	300	200	300
48	900	700	1000	867
120	1200	1000	900	1033
168	3300	3100	3300	3233
216	6400	8500	6700	7200

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla D 7. Mesófilos totales (ufc/g) en espinaca troceada

TIEMPO (h)	MÉSOFILOS TOTALES			PROMEDIO
0	6900	7500	1600	5333
72	6900	7500	11000	8467
120	12300	15100	8200	11867
168	17000	21300	5400	14567
240	44800	44600	44200	44533

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla D 8. Coliformes totales (ufc/g) en espinaca troceada

TIEMPO (h)	COLIFORMES TOTALES			PROMEDIO
0	700	500	400	533
72	800	900	1000	900
120	1100	1500	1700	1433
168	2300	2000	1900	2067
240	3000	3200	3500	3233

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla D 9. Mesófilos totales (ufc/g) en col de repollo troceado

TIEMPO (h)	MÉSOFILOS TOTALES			PROMEDIO
0	0	100	0	33
72	400	500	600	500
120	900	700	900	833
168	2800	2600	2900	2767
240	23700	10300	22500	18833

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla D 10. Coliformes totales (ufc/g) en col de repollo troceado

TIEMPO (h)	COLIFORMES TOTALES			PROMEDIO
0	0	0	0	0
72	0	0	0	0
120	0	0	0	0
168	100	0	0	33
240	200	800	100	367

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla D 11. Mesófilos totales (ufc/g) en col morada troceada

TIEMPO (h)	MÉSOFILOS TOTALES			PROMEDIO
0	1000	900	1200	1033
72	2000	2800	2500	2433
120	3100	3500	3300	3300
168	6800	6900	7000	6900
240	9200	10100	8600	9300

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla D 12. Coliformes totales (ufc/g) en col morada troceada

TIEMPO (h)	COLIFORMES TOTALES			PROMEDIO
0	400	200	100	233
72	600	300	500	467
120	1000	600	900	833
168	1400	1100	1800	1433
240	2500	1700	2300	2167

Fuente: UOITA, 2013

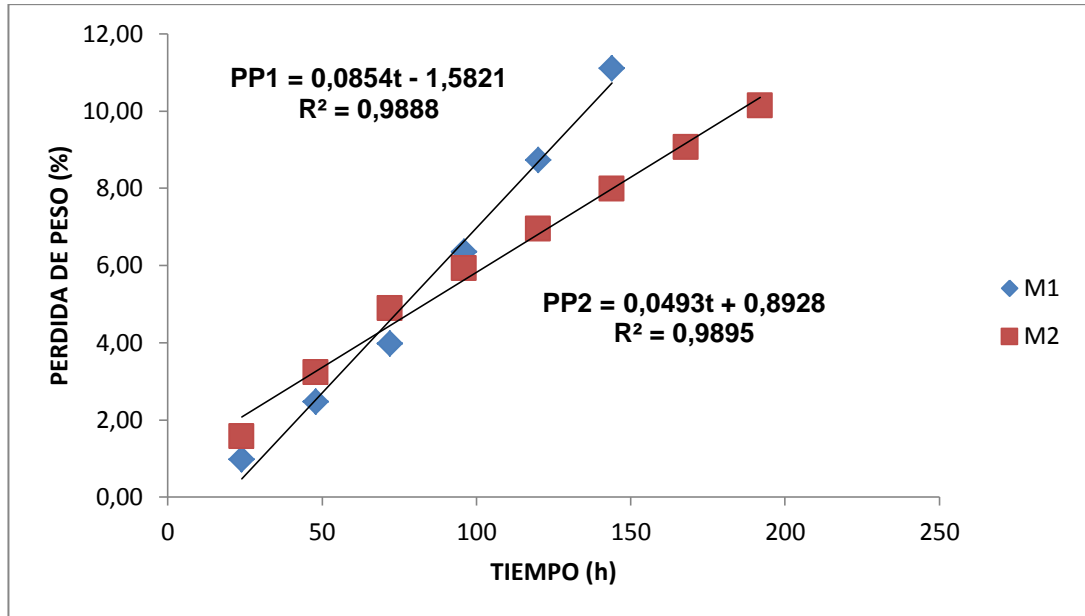
Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

ANEXO F

GRÁFICAS DE LA VIDA ÚTIL DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS CON EL MEJOR TRATAMIENTO

A. PÉRDIDA DE PESO (PP)

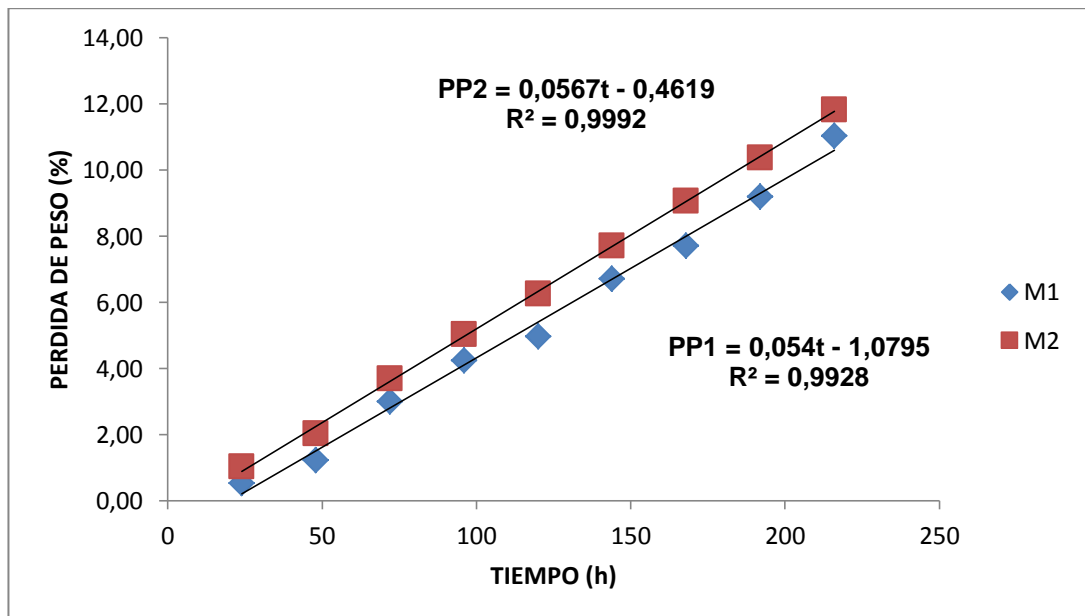
Gráfico D 1. Regresión lineal de la PP de la lechuga troceada



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

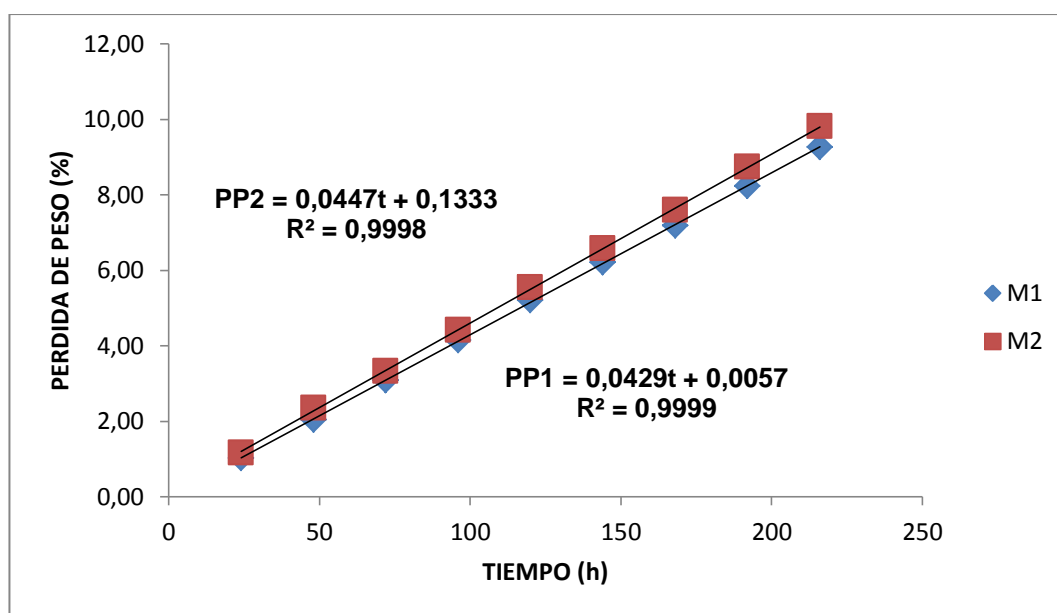
Gráfico D 2. Regresión lineal de la PP de la espinaca troceada



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

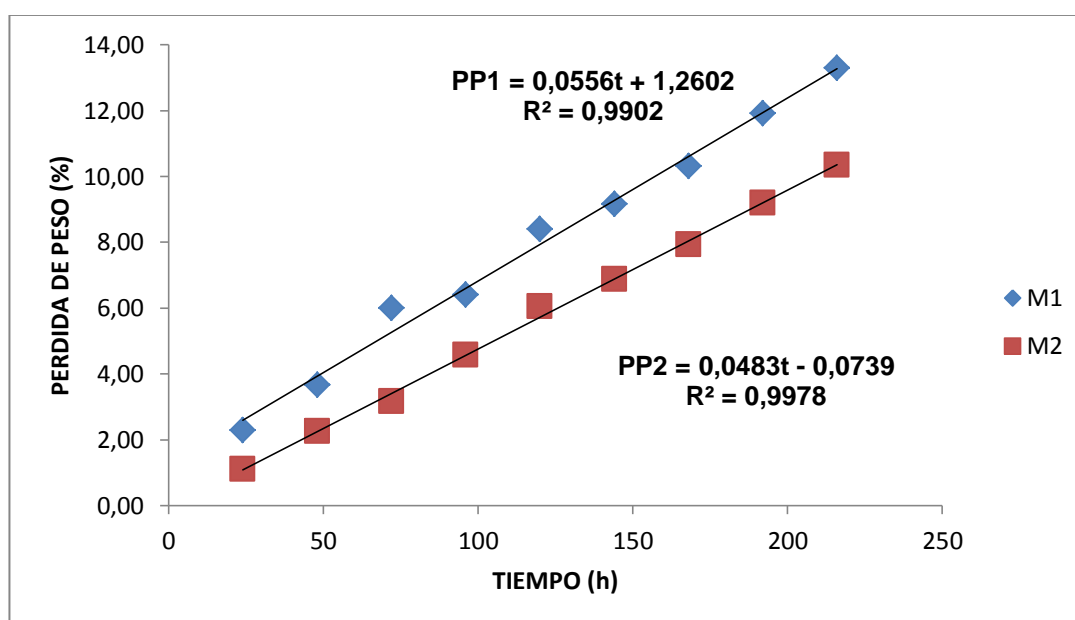
Gráfico D 3. Regresión lineal de la PP de la col de repollo troceada



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico D 4. Regresión lineal de la PP de la col morada

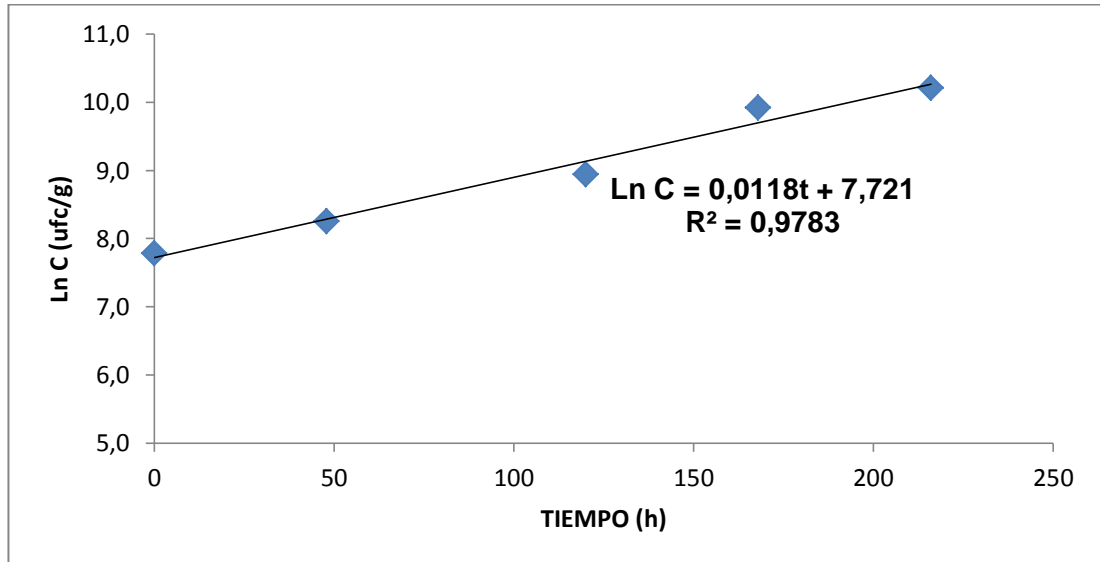


Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

B. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

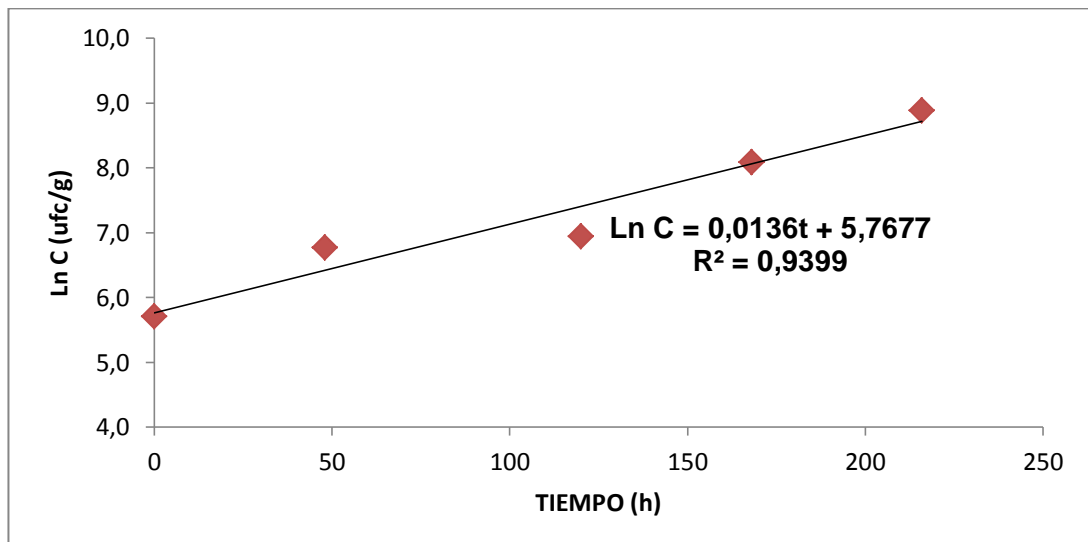
Gráfico D 5. Crecimiento de mesófilos totales (ufc/g) durante el almacenamiento de lechuga troceada



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

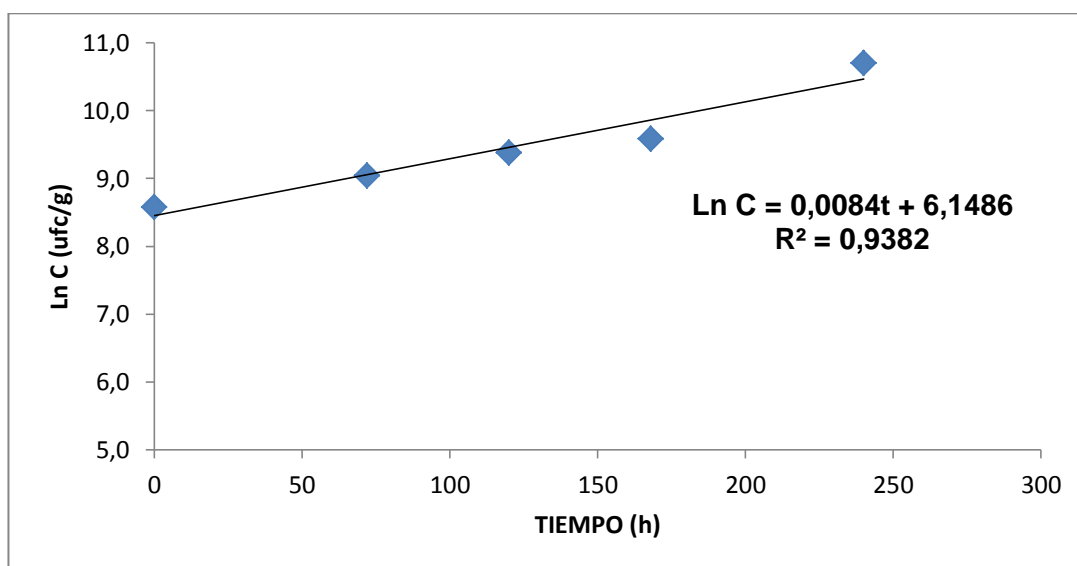
Gráfico D 6. Crecimiento de coliformes totales (ufc/g) durante el almacenamiento de lechuga troceada



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

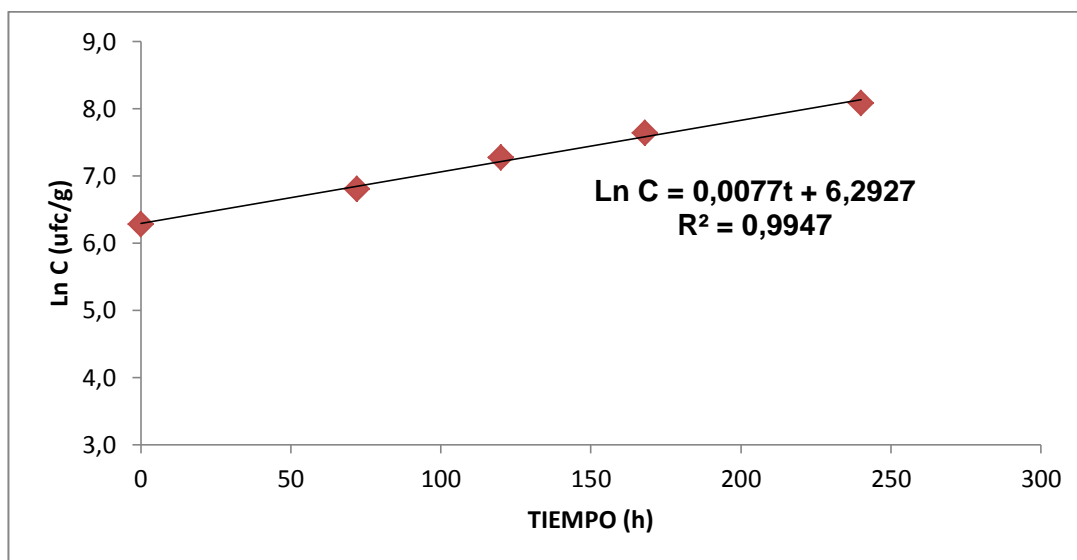
Gráfico D 7. Crecimiento de mesófilos totales (ufc/g) durante el almacenamiento de espinaca troceada



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

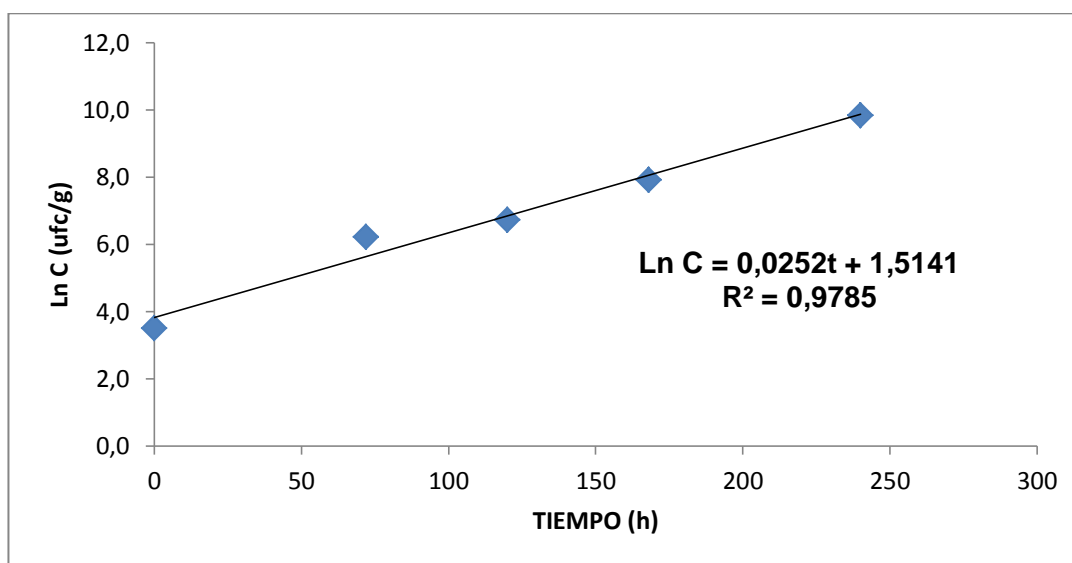
Gráfico D 8. Crecimiento de coliformes totales (ufc/g) durante el almacenamiento de espinaca troceada



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

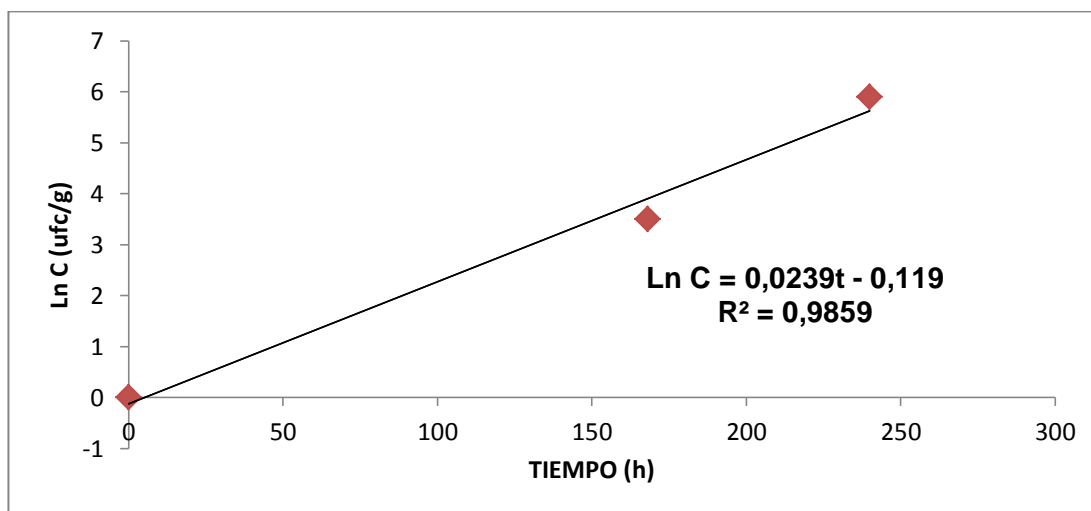
Gráfico D 9. Crecimiento de mesófilos totales (ufc/g) durante el almacenamiento de col de repollo troceado



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

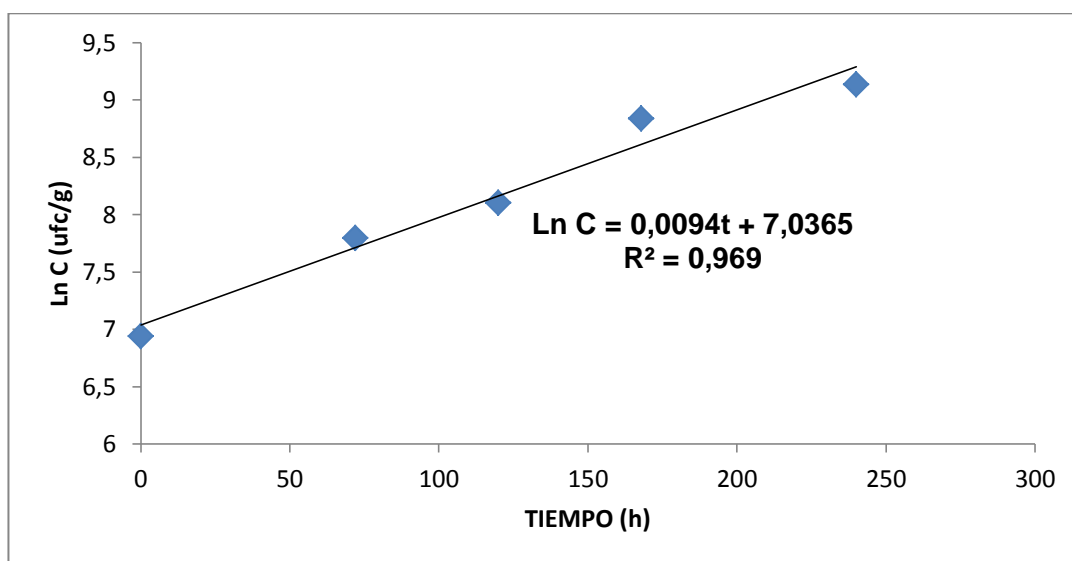
Gráfico D 10. Crecimiento de coliformes totales (ufc/g) durante el almacenamiento de col de repollo troceado



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

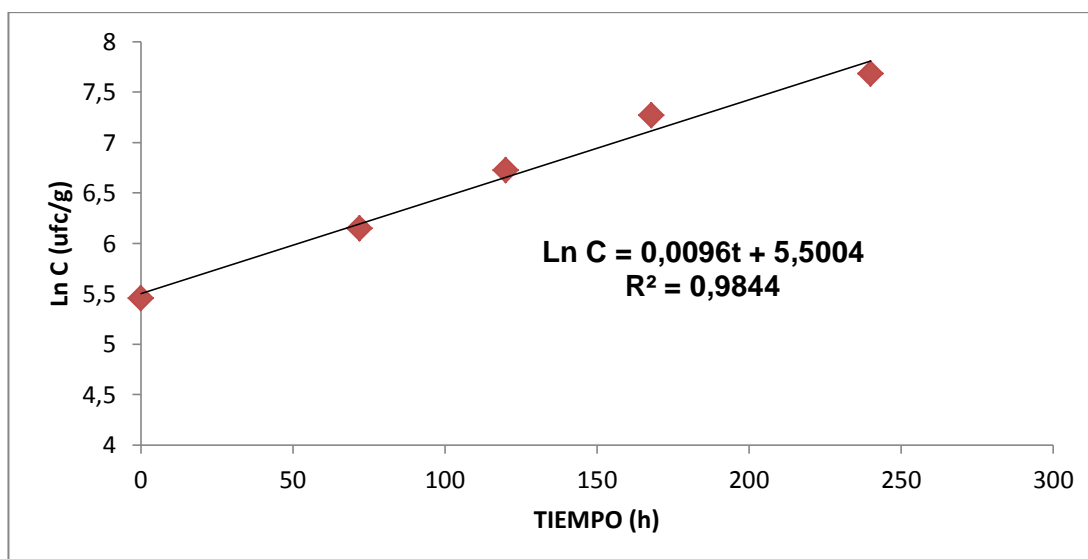
Gráfico D 11. Crecimiento de mesófilos totales (ufc/g) durante el almacenamiento de col morada troceada



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico D 12. Crecimiento de coliformes totales (ufc/g) durante el almacenamiento de col morada troceada



Fuente: UOITA., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

ANEXO G

EVALUACION SENSORIAL DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS CON EL MEJOR TRATAMIENTO

Tabla E 1. Evaluación sensorial de la lechuga troceada almacenada a 4°C durante 7 días

CAT.	COLOR (Días)			PARDEAMIENTO EN BORDES (Días)			SABOR (Días)			TEXTURA (Días)			ACEPTABILIDAD (Días)		
	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5
6	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5
7	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
8	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4
9	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4
10	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4
11	5	4	3	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
12	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
13	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
14	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
15	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
16	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
17	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4
18	4	4	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3
19	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3
20	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3
21	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3
22	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3
23	3	2	1	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3
24	2	2	1	3	2	2	3	2	3	2	3	1	3	3	3
25	1	1	1	3	2	2	1	1	1	2	2	1	3	2	2
SUMA	102	96	77	103	90	89	97	93	92	107	104	95	107	103	98
PROM.	4,1	3,8	3,1	4,1	3,6	3,6	3,9	3,7	3,7	4,3	4,2	3,8	4,3	4,1	3,9

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla E 2. Evaluación sensorial de la espinaca troceada almacenada a 4°C durante 7 días

CAT.	COLOR (Días)			PARDEAMIENTO EN BORDES (Días)			SABOR (Días)			TEXTURA (Días)			ACEPTABILIDAD (Días)		
	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4
6	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4
7	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
8	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
14	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
15	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
16	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
17	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
18	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4
19	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3
20	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	2	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2
25	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
SUMA	104	99	88	100	97	92	98	95	92	99	97	93	99	97	93
PROM.	4,2	4,0	3,5	4,0	3,9	3,7	3,9	3,8	3,7	4,0	3,9	3,7	4,0	3,9	3,7

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla E 3. Evaluación sensorial de la col de repollo troceada almacenada a 4°C durante 7 días

CAT.	COLOR (Días)			PARDEAMIENTO EN BORDES (Días)			SABOR (Días)			TEXTURA (Días)			ACEPTABILIDAD (Días)		
	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5
4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4
6	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4
7	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4
8	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4
9	5	4	4	5	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4
10	5	4	4	5	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4
11	5	4	3	5	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
12	4	3	3	5	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
13	4	3	3	5	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
14	4	3	3	5	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
15	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3
16	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3
17	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3
18	3	2	2	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3
19	3	2	2	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3
20	3	2	2	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3
21	3	2	2	4	3	2	3	3	2	4	3	4	3	3	3
22	3	2	2	4	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2
23	2	1	1	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2
24	2	1	1	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
25	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2
SUMA	100	77	76	110	84	78	92	90	82	105	103	98	95	92	89
PROM.	4,0	3,1	3,0	4,4	3,4	3,1	3,7	3,6	3,3	4,2	4,1	3,9	3,8	3,7	3,6

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

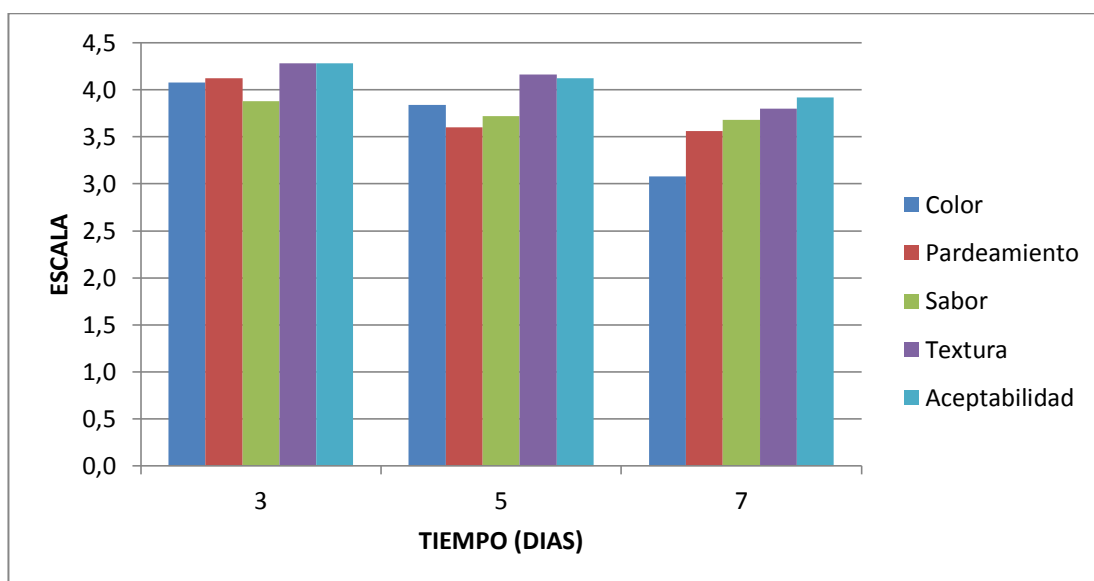
Tabla E 4. Evaluación sensorial de la col morada troceada almacenada a 4°C durante 7 días

CAT.	COLOR (Días)			PARDEAMIENTO EN BORDES (Días)			SABOR (Días)			TEXTURA (Días)			ACEPTABILIDAD (Días)		
	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5
5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4
6	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4
7	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	3
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	3
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	3
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	3
12	4	4	3	4	4	3	4	4	3	5	5	4	4	4	3
13	4	4	3	4	3	3	4	4	3	5	4	4	4	4	3
14	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3
15	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3
16	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3
17	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3
18	3	2	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3
19	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2
20	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2
21	2	2	2	3	2	2	3	3	2	4	3	3	3	3	2
22	2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	2	3	3	2
23	2	2	1	2	2	1	3	2	1	4	3	2	2	2	2
24	1	2	1	2	2	1	3	2	1	3	3	2	2	2	2
25	1	1	1	2	2	1	2	1	1	3	2	2	1	1	1
SUMA	90	85	80	91	87	81	97	88	81	111	106	94	91	87	78
PROM.	3,6	3,4	3,2	3,6	3,5	3,2	3,9	3,5	3,2	4,4	4,2	3,8	3,6	3,5	3,1

Fuente: UOITA, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

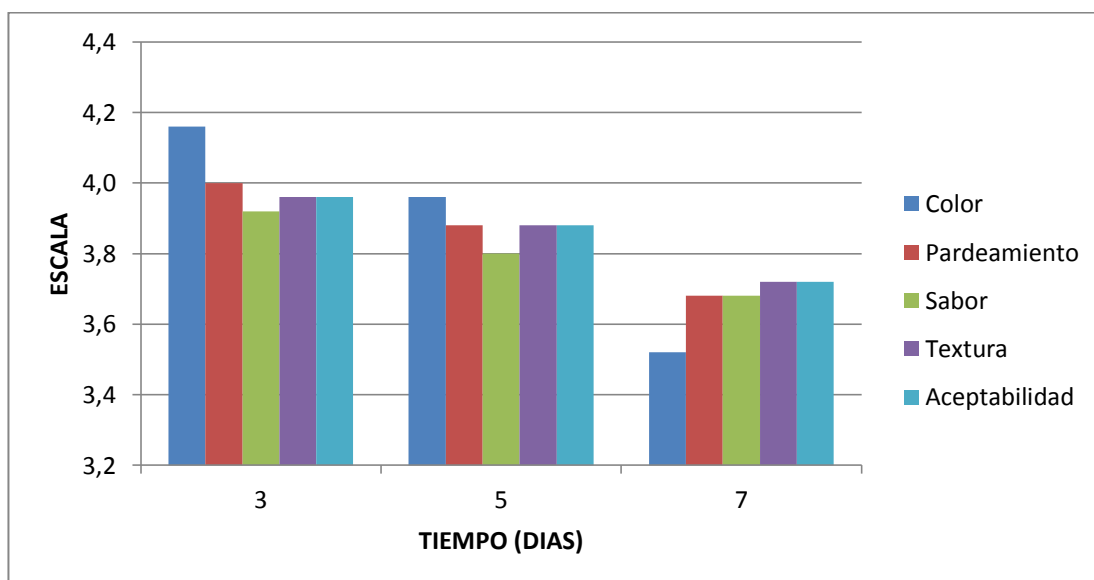
Gráfico E 1. Variaciones en los parámetros sensoriales en lechuga troceada almacenada



Fuente: Microsoft Exel, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

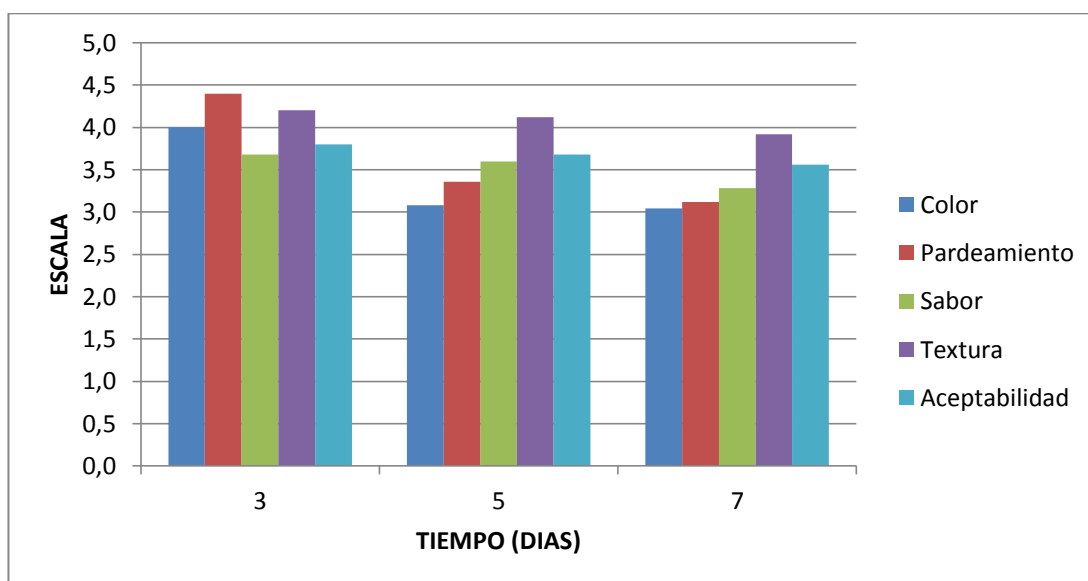
Gráfico E 2. Variaciones en los parámetros sensoriales en espinaca troceada almacenada



Fuente: Microsoft Exel, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

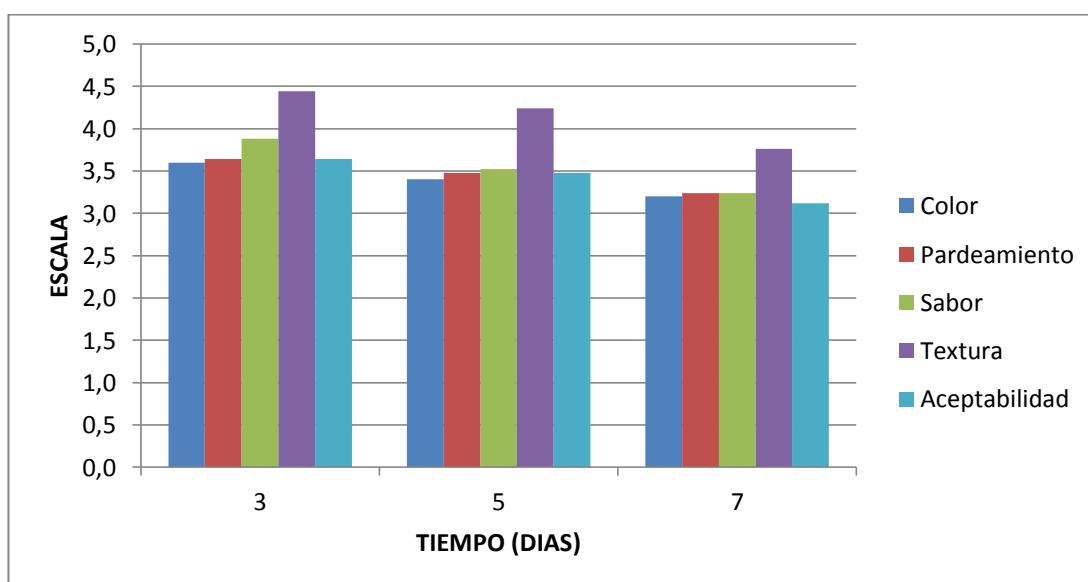
Gráfico E 3. Variaciones en los parámetros sensoriales en col de repollo troceada almacenada



Fuente: Microsoft Excel, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Gráfico E 4. Variaciones en los parámetros sensoriales en col morada troceada almacenada



Fuente: Microsoft Excel, 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

ANEXO H

TABLAS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS

Tabla F 1. Costos de la materia prima

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor unitario USD (\$)	Valor total USD (\$)
Col de repollo	Unidad	10	0,50	5,00
AE canela	ml	5	2,15	10,75
Bandejas plásticas	Unidad	30	0,08	2,40
Film adherente	Caja	1	3,50	3,50
Tween 80	oz	1	1,00	1,00
			Total 1	22,65
Col morada	Unidad	10	0,30	3,00
AE canela	ml	5	2,15	10,75
Bandejas plásticas	Unidad	30	0,08	2,40
Film adherente	Caja	1	3,50	3,50
Tween 80	oz	1	1,00	1,00
			Total 2	20,65
Lechuga	Unidad	10	0,15	1,50
AE canela	ml	5	2,15	10,75
Bandejas plásticas	Unidad	30	0,08	2,40
Film adherente	Caja	1	3,50	3,50
Tween 80	oz	1	1,00	1,00
			Total 3	19,15
Espinaca	kg	5	1,00	5,00
AE canela	ml	5	2,15	10,75
Bandejas plásticas	Unidad	25	0,08	2,00
Film adherente	Caja	1	3,50	3,50
Tween 80	oz	1	1,00	1,00
			Total 4	22,25

Fuente: Valeria Vaca S., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla F 2. Costos de los equipos por horas utilizadas

Equipos	Costos USD (\$)	Horas utilizadas	Vida útil (Años)	Costo Anual USD (\$)	Costo día USD (\$)	Costo hora USD (\$)	Total USD (\$)
Balanza electrónica	200,00	10	12	16,67	0,07	0,010	0,09
Balanza de humedad	1600,00	60	12	133,33	0,56	0,070	4,17
Licuadaora	75,00	2	15	5,00	0,02	0,003	0,010
Brixómetro	38,00	1	5	7,60	0,03	0,004	0,004
pH-metro	1300,00	1	5	260,00	1,08	0,140	0,14
Varios elementos	150,00	12	5	30,00	0,13	0,020	0,19
						Total	4,59
						5	

Fuente: Valeria Vaca S., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla F 3. Costos de los servicios básicos

Servicios	Unidad	Consumo	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Agua	m ³	5	0,86	4,30
Luz	kwh	5	1,80	9,00
Gas	kg	25	0,12	3,00
			Total 6	16,30

Fuente: Valeria Vaca S., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla F 4. Costo de la mano de obra

Persona	Sueldo USD (\$)	Costo USD (\$)	Costo hora USD (\$)	Horas laboradas	Total USD (\$)
1	318,00	15,90	1,99	8	15,90

Fuente: Valeria Vaca S., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Tabla F 5. Utilidades ganadas por hortaliza

COSTOS USD (\$)	HORTALIZA			
	Col de repollo	Col morada	Lechuga	Espinaca
Costo total	59,44	57,44	55,94	59,04
Costo unitario	1,98	1,91	1,86	1,97
Precio de venta	2,50	2,50	2,50	2,50
Utilidad por bandeja	0,52	0,59	0,64	0,53
Utilidad neta (\$)	15,56	17,56	19,06	13,30

Fuente: Valeria Vaca S., 2013

Elaborado por: Valeria Vaca S., 2013

Nota: Se obtuvo aproximadamente 30 bandejas por hortaliza. Los precios de venta del producto final no incluyen el IVA.

ANEXO I

FOTOGRAFÍAS DEL DESARROLLO DE LA FASE EXPERIMENTAL

PROCESOS DE DESINFECCIÓN DE LAS HORTALIZAS FRESCAS

1. Deshojado



2. Picado de las hortalizas



3. Pesado de la hortaliza



4. Pesada del AE



5. Pesado del Tween 80



6. Inmersión de las hortalizas



7. Desinfección de las hortalizas



8. Escurrido de la solución



9. Hortalizas en la bandeja para el secado



10. Secado con aire frío



11. Col morada envasada



12. Col de repollo envasada



13. Lechuga envasada



14. Espinaca envasada



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS

15. Toma de muestras



16. Pesado de la muestras



17. Solución 100



18. Soluciones de espinaca



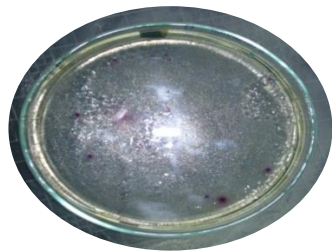
19. Siembra del 1ml de muestra



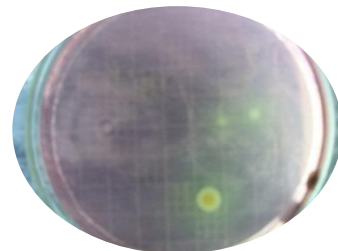
20. Adición del medio de cultivo



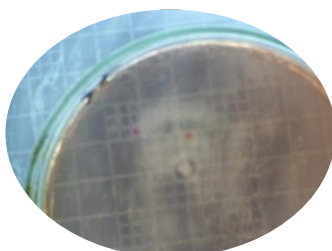
21. Coliformes totales



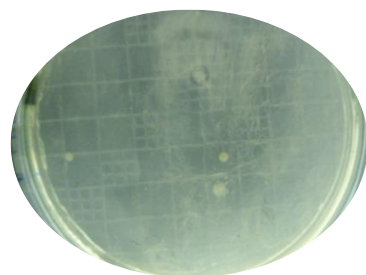
22. Staphylococcus aureus



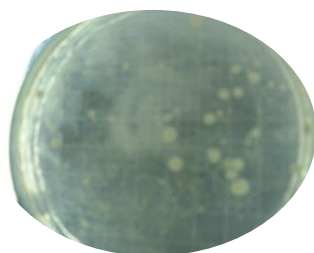
23. Salmonella



24. Mohos y levaduras



25. Mesófilos totales



EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS

26. Col de repollo



27. Col de repollo



28. Lechuga



29. Lechuga



30. Espinaca



31. Col morada



32. Espinaca



ANEXO J

FICHAS DE CATACIONES PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS HORTALIZAS TROCEADAS

FICHA DE CATA 1. EVALUACIÓN SENSORIAL DE HORTALIZAS TROCEADAS TRATADAS Y NO TRATADAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

FICHA DE CATAción PARA HORTALIZAS TROCEADAS

Fecha:

HORTALIZA:_____

Instrucciones: Deguste las siguientes muestras y marque con una x la alternativa que mejor describa su percepción.

Aspecto	Escala	Muestra			
Olor	Muy bueno				
	Bueno				
	Aceptable				
	Malo				
	Muy malo				
Sabor	Muy bueno				
	Bueno				
	Ni bueno ni malo				
	Malo				
	Muy malo				
Textura	Muy crujiente				
	Poco crujiente				
	Ni crujiente ni blanda				
	Poco blanda				
	Muy blanda				
Aceptabilidad	Muy agradable				
	Agradable				
	Ni agrada ni desagrada				
	Desagradable				
	Muy desagradable				

Comentarios:

Gracias por su colaboración

**FICHAS DE CATA 2. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL MEJOR TRATAMIENTO
(VIDA ÚTIL)**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

FICHA DE CATAción PARA ESPINACA TROCEADA

Fecha:

Instrucciones: Deguste las siguientes muestras y marque con una x la alternativa que mejor describa su percepción.

Aspecto	Escala	Muestra			
Color	Verde oscuro brillante				
	Verde oscuro poco brillante				
	Verde oscuro ni brillante ni opaco				
	Verde oscuro poco opaco				
	Verde oscuro opaco				
Pardeamiento en bordes	Sin desarrollo				
	Incipiente				
	Moderado				
	Severo				
	Excesivo				
Sabor	Muy bueno				
	Bueno				
	Ni bueno ni malo				
	Malo				
	Muy dulzón				
Textura	Muy crujiente				
	Poco crujiente				
	Ni crujiente ni blanda				
	Poco blanda				
	Muy blanda				
Aceptabilidad	Muy agradable				
	Poco agradable				
	Ni agrada ni desagrada				
	Poco desagradable				
	Muy desagradable				

Comentarios:

Gracias por su colaboración

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

FICHA DE CATAACION PARA LECHUGA TROCEADA

Fecha:

Instrucciones: Deguste las siguientes muestras y marque con una x la alternativa que mejor describa su percepción.

Aspecto	Escala	Muestra			
Color	Verde claro brillante				
	Verde claro poco brillante				
	Verde claro ni brillante ni opaco				
	Verde claro poco opaco				
	Verde claro opaco				
Pardeamiento en bordes	Sin desarrollo				
	Incipiente				
	Moderado				
	Severo				
	Excesivo				
Sabor	Muy bueno				
	Bueno				
	Ni bueno ni malo				
	Malo				
	Muy dulzón				
Textura	Muy crujiente				
	Poco crujiente				
	Ni crujiente ni blanda				
	Poco blanda				
	Muy blanda				
Aceptabilidad	Muy agradable				
	Poco agradable				
	Ni agrada ni desagrada				
	Poco desagradable				
	Muy desagradable				

Comentarios:

Gracias por su colaboración

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

FICHA DE CATAACION PARA COL DE REPOLLO TROCEADO

Fecha:

Instrucciones: Deguste las siguientes muestras y marque con una x la alternativa que mejor describa su percepción.

Aspecto	Escala	Muestra			
Color	Verdi-blanco brillante				
	Verdi-blanco poco brillante				
	Verdi-blanco ni brillante ni opaco				
	Verdi-blanco poco opaco				
	Verdi-blanco opaco				
Pardeamiento en bordes	Sin desarrollo				
	Incipiente				
	Moderado				
	Severo				
	Excesivo				
Sabor	Muy bueno				
	Bueno				
	Ni bueno ni malo				
	Malo				
	Muy dulzón				
Textura	Muy crujiente				
	Poco crujiente				
	Ni crujiente ni blanda				
	Poco blanda				
	Muy blanda				
Aceptabilidad	Muy agradable				
	Poco agradable				
	Ni agrada ni desagrada				
	Poco desagradable				
	Muy desagradable				

Comentarios:

Gracias por su colaboración

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

FICHA DE CATACION PARA COL MORADA TROCEADA

Fecha:

Instrucciones: Deguste las siguientes muestras y marque con una x la alternativa que mejor describa su percepción.

Aspecto	Escala	Muestra			
Color	Morado oscuro brillante				
	Morado oscuro poco brillante				
	Morado oscuro ni brillante ni opaco				
	Morado oscuro poco opaco				
	Morado oscuro opaco				
Pardeamiento en bordes	Sin desarrollo				
	Incipiente				
	Moderado				
	Severo				
	Excesivo				
Sabor	Muy bueno				
	Bueno				
	Ni bueno ni malo				
	Malo				
	Muy dulzón				
Textura	Muy crujiente				
	Poco crujiente				
	Ni crujiente ni blanda				
	Poco blanda				
	Muy blanda				
Aceptabilidad	Muy agradable				
	Poco agradable				
	Ni agrada ni desagrada				
	Poco desagradable				
	Muy desagradable				

Comentarios:

Gracias por su colaboración

ANEXO K

**METODOLOGÍAS PARA LOS ANÁLISIS
FISICO-QUÍMICOS (ÁCIDO ASCÓRBICO,
HUMEDAD, pH y SÓLIDOS SOLUBLES) Y
NORMA SANITARIA**

DETERMINACIÓN DE ACIDO ASCÓRBICO

Fundamento: Este método se fundamenta en la reducción de una solución de sal sódica del 2,6-dicloro fenol indofenol (DFI) por el ácido ascórbico. Este se oxida y pasa de ácido deshidroascórbico, reacción que ocurre a medida que se añade solución titulante (DFI) sobre la solución que contiene el ácido ascórbico. El punto final está determinado por la aparición de una coloración rosada debida a la presencia de DFI sin reducir, en medio ácido.

Reactivos:

- ✓ Solución 2,6-dicloro fenol indofenol (sal sódica, 400ppm)
- ✓ Ácido oxálico al 1,6%
- ✓ Ácido ascórbico puro

Procedimiento:

✓ **Estandarización de la solución (DFI)**

Pesar 50 mg de ácido ascórbico y llevar a 250 ml con una solución de ácido oxálico al 1,6%. Diluir alícuotas de 2 ml de esta solución con 5 ml de la solución de ácido oxálico y titular con la solución de DFI. El punto final de la reacción está determinado por la aparición de un color rosado, producido por el DFI sin reaccionar en medio ácido (este color debe persistir durante 15 segundos o más).

✓ **Determinación del contenido de ácido ascórbico en la muestra**

Pesar 12,5 g de hortaliza o fruta. Añadir un volumen igual de solución de ácido oxálico al 1,6% y mezclar. Transferir cuantitativamente a un matraz aforado de 50 ml, añadir solución de ácido oxálico en csp 50 ml (si se forma burbujas de aire en la solución, agitar y añadir una gota de alcohol caprílico para romper la espuma).

Licuar la muestra anterior por 1 minuto y filtrar, descartar los primeros mililitros de filtrado. Tomar una alícuota de 10 ml y titular con la solución (DFI) ésta es reducida por el ácido ascórbico lo cual se

manifiesta por la aparición de una coloración rosada que desaparece en breve tiempo. El punto final de la titulación, será cuando esta coloración persista en la mezcla durante un tiempo de 15 segundos o más.

Expresar los resultados en mg de ácido ascórbico/100 g de hortaliza o fruta, para lo cual se empleará las ecuaciones 4, 5 y 6 para obtener el contenido de vitamina C (mg) en cada una de las hortalizas.

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Fundamento: Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y 95% en los alimentos naturales. El agua puede decirse que existe en dos formas generales: "agua libre" y "agua ligada". Se puede medir por una balanza con capacidad para 100 g de muestra y sobre su platillo está colocada una lámpara de luz infrarroja a la derecha del platillo están dos diales similares, uno permite controlar la intensidad de calor (Watt) que se suministra a la muestra y el otro permite controlar el tiempo de exposición al mismo.

Procedimiento:

- ✓ Colocar el plato en la balanza de humedad KERN MSL 50 y tarar.
- ✓ Pesar con exactitud 5 g de muestra en la balanza infrarroja.
- ✓ Cerrar la cubierta de la balanza hasta que de la señal de haber culminada la determinación de humedad de la muestra.
- ✓ Los valores indicados en la pantalla de la balanza representan la humedad en porcentaje.

MEDICIÓN DEL pH UTILIZANDO EL POTENCIÓMETRO

Fundamentación: El método se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro).

Reactivos:

- ✓ Solución reguladora de pH 7
- ✓ Agua destilada

Procedimiento:

- ✓ Calibrar el potenciómetro mediante el uso de la solución reguladora y fijar la temperatura.
- ✓ Preparar la muestra 10 g en 90 ml de agua destilada y licuar por 1 minuto.
- ✓ En un vaso de precipitación colocar 50 ml de la muestra a 20 °C.
- ✓ Introducir el electrodo directamente en la muestra por lo menos 45 segundos y leer directamente.

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

Fundamentación: Los grados Brix representan el porcentaje de sólidos solubles presentes en una solución. La refractometría se basa en los cambios del índice de refracción que sufre una sustancia cuando otra es disuelta en ella. Para realizar estas mediciones el más útil es el refractómetro de mano, el cual consiste en un tubo con un prisma en su interior que dirige el rayo de luz incidente hacia una escala observable en un ocular. Al colocar una muestra líquida sobre el prisma, ésta ocasiona una desviación proporcional a la cantidad de sólidos disueltos. Esta desviación es leída en la escala como porcentaje de azúcar, conocida también como grados Brix.

Procedimiento:

- ✓ Colocar 5 g de muestra en un mortero y triturar para obtener el agua para realizar la medición.
- ✓ Lavar con agua destilada el brixómetro y posteriormente secarlo.
- ✓ Colocar 1 a 2 gotas de la muestra a analizarse.
- ✓ Observar los valores en un lugar donde haya abundante luz y reportar los valores.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS EMPLEADOS PARA LAS
HORTALIZAS TROCEADAS

Especificaciones microbiológicas de la empresa PROVEFRUT S. A.

Prueba	Especificación
T.V.C Mesófilos totales	Max. 100,000 ufc/g
Enterobacterias	Max. 1,000 ufc/g
Coliformes totales	Max. 1,000 ufc/g
Staph. aureus	Max. 100 ufc/g
E. Coli	Max. 10 ufc/g
Mohos y Levaduras	Max. 10,000 ufc/g

Fuente: Provefrut S.A, 2013

**NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS
MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS
ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO**

Artículo 4º.- Base legal y técnica

La presente norma sanitaria se establece en el marco del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por Decreto Supremo N° 007.98 SA y en concordancia técnico normativa con los Principios para el establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos del Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997) y con la clasificación y planes de muestreo de la International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF)

14.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas), refrigeradas y/o congeladas.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	1	3	5	3	10 ⁴	10 ⁶
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----
<i>Listeria monocytogenes</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----

(*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas).

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL DE LA REPÚBLICA COLOMBIANA, 2011

Artículo 9. Requisitos microbiológicos de las frutas y hortalizas frescas: Las frutas y hortalizas frescas deben cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos:

Tabla 1. Requisitos microbiológicos de las frutas y hortalizas frescas

Parámetro	Límite por gramo			
	N	c	m	M
E. coli	5	2	10 ²	10 ³
Salmonella en 25 g	5	0	0	---
Recuento de mohos y levaduras UFC/g	3	2	10 ²	10 ³
Listeria monocytogenes	5	0	---	Ausencia

Tabla 2. Requisitos microbiológicos de las frutas y hortalizas frescas, cortadas, fraccionadas listas para el consumo

Parámetro	Límite por gramo			
	N	c	m	M
Recuento de Mesofilos Aerobios	5	1	5x10 ⁴	5x10 ⁵
Enterobacteriaceas	5	1	5x10 ³	5x10 ⁴
E.coli ufc/g	5	1	100	1000
S.aureus	5	1	10	10 ²
Salmonella en 25 g	5	0	----	--
Listeria monocytogenes	5	0	---	Ausencia

Donde:

n = número de muestras por examinar

m = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad

c = número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M.