Evaluación de la incidencia de las operaciones unitarias en el comportamiento fisiológico de hortalizas mínimamente procesadas

Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Poscosecha Hortofrutícola

Yessica Cano Acevedo

Asesor
Leonidas Millán
Ingeniero industrial, Esp,Magister
Waldir Pacheco
Ingeniero agroindustrial, Magister

Corporación Universitaria Lasallista.
Facultad de Ingeniería
Ingeniería de Alimentos
Caldas-Antioquia
2019

Agradecimientos

Primero y, antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad; por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia, mi mayor motor; a mis hermanos Xiomara y Miller, a mis padres Miyer y Doris por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Mi hijo Juan José y mi esposo Juan Esteban por su paciencia y amor, por compartir mis alegrías y angustias, por ser mi inspiración para superarme cada día. En ustedes encontré las fuerzas necesarias para llegar hasta el final.

Al instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria INTAL por brindarme la oportunidad y apoyo para el desarrollo de esta tesis, además de permitir el uso de todos los servicios de laboratorio y plantas piloto para poder llevar a cabo la investigación.

Al convenio 713/2015 celebrado entre instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria INTAL, SiembraViva y COLCIENCIAS por el financiamiento de las actividades de esta investigación.

De igual manera mi más sincero agradecimiento a los docentes Leonidas Millan y Waldir Pacheco, mis asesores por su tiempo, acertada orientación, el soporte y discusión crítica que me permitió un buen aprovechamiento en el trabajo realizado, y que esta tesis

llegara a buen término. A mis profesores y compañeros de maestría por haber hecho parte de este proceso.

Tabla de contenido

Resumen **15**
Introducción **17**
Planteamiento del problema **22**
Justificación **25**
Objetivos **27**
Objetivo General **27**
Objetivos Específicos **27**
Marco Conceptual **28**
Generalidades del Tomate (*Solanum Lycopersicum*) **28**
Generalidades de la Zanahoria *(Daucus Carota)* **29**
Generalidades de la Lechuga *(Lactuca Sativa)* **30**
Vegetales mínimamente procesados en la actualidad **31**
Generalidades de los vegetales mínimamente procesados **33**
Principales operaciones de los vegetales mínimamente procesados **35**
Comportamiento fisiológico y efecto del procesado en los vegetales frescos **36**
Intensidad respiratoria y deshidratación: **38**
Producción de etileno: **38**
Perdida de firmeza: **38**
Alteraciones microbiológicas: **39**
Alteraciones de color: **39**
Perdida de nutrientes: **40**
Perdida de atributos sensoriales: **41**
Tratamientos químicos **42**
Antimicrobianos **43**
Ácidos orgánicos y compuestos relacionados: **44**
Ácido cítrico. **45**
Antioxidantes **47**
Ácido ascórbico: **49**
Estabilizante de textura (Sales de calcio) **51**

Técnicas de envasado 54
Envasado al vacío 55
Ventajas del envasado al vacío: 56
Desventajas del envasado al vacío: 56
Atmósferas modificadas 57
Ventajas del envasado en atmósfera modificada: 61
Desventajas del envasado en atmósfera modificada: 61
Generación de la atmósfera modificada: 62
Modificación pasiva. 62
Envasado activo. 63
Materiales de envasado en atmósfera modificada 66
Metodología 68
Materia prima 68
Localización 68
Verificar la inocuidad de los productos frescos cosechados bajo sistemas de producción orgánica 68
Análisis microbiológicos 68
Análisis de Residuos de Plaguicidas 69
Analizar cómo influye el tipo de corte en el comportamiento fisiológico de las hortalizas objeto de estudio 69
Preparación de las muestras y condiciones de almacenamiento 69
Medición de la actividad respiratoria 71
Determinación de la transpiración 72
Modelo estadístico 73
Evaluar el efecto de los tratamientos químicos y el sistema de envasado sobre el tiempo de vida útil de las hortalizas mínimamente procesadas 73
Selección de los tratamientos químicos 73
Vida útil de los tratamientos químicos 75
Análisis fisicoquímicos: 76
Actividad respiratoria. 76

Transpiración. 77
pH. 77
Color. 78
Calidad sensorial: 79
Calidad microbiológica: 80
Modelo estadístico: 80
Sistema de envasado 80
Análisis fisicoquímicos: 81
Actividad respiratoria. 81
Transpiración. 82
pH. 83
Color. 83
Calidad sensorial: 84
Calidad microbiológica: 85
Modelo estadístico: 85
Resultados y discusión 86
Verificar la inocuidad de los productos frescos cosechados bajo sistemas de producción orgánica 86
Análisis microbiológicos 86
Análisis de Residuos de Plaguicidas 87
Analizar cómo influye el tipo de corte en el comportamiento fisiológico de las hortalizas objeto de estudio 88
Zanahoria 88
Tomate Chonto 91
Lechuga Romana 93
Evaluar el efecto de los tratamientos químicos y el sistema de envasado sobre el tiempo de vida útil de las hortalizas mínimamente procesadas 95
Selección de los tratamientos químicos 95
Vida útil de tratamientos químicos 102
Análisis fisicoquímicos: 102

Calidad sensorial: 106
Calidad microbiológica: 109
Sistemas de envasado 111
Componentes principales en Zanahoria: 111
Análisis fisicoquímicos. 111
Calidad sensorial 115
Componentes principales en tomate: 118
Análisis fisicoquímicos. 118
Calidad sensorial 123
Componentes principales lechuga: 125
Análisis fisicoquímicos. 125
Calidad sensorial 129
ANOVA parámetros fisicoquímicos: 131
Zanahoria. 131
Tomate. 134
Lechuga. 137
ANOVA Calidad sensorial: 140
Zanahoria. 140
Tomate. 141
Lechuga. 142
Vida útil de sistemas de envasado: 144
Zanahoria. 144
Calidad microbiológica. 146
Tomate Chonto. 150
Calidad microbiológica. 153
Lechuga Romana. 156
Calidad microbiológica. 158
Conclusiones 162
Referencias bibliográficas 166
Apéndices 176

Lista de tablas

Tabla 1.Tipos de corte para cada hortaliza. 70
Tabla 2. Rangos aditivos para tratamiento químico. 74
Tabla 3. Diseño de mezclas tratamientos químicos. 74
Tabla 4.Tratamientos químicos óptimos. 76
Tabla 5. Correlaciones de Sperman tratamientos químicos. 97
Tabla 6. Ecuaciones del modelo ajustado. 98
Tabla 7. Respuesta optimiza (Lechuga, Zanahoria y Tomate). 99
Tabla 8. Análisis de componentes principales (Lechuga, Tomate y Zanahoria). 103
Tabla 9. Matriz de correlaciones (Lechuga, Tomate y Zanahoria). 104
Tabla 10. Pruebas de bondad de ajuste para tiempo (Tomate, Zanahoria, Lechuga) prueba de Kolmogorov-Smirnov. 107
Tabla 11. Distribuciones ajustadas (Logística), (Tomate, Zanahoria, Lechuga). 107
Tabla 12. Función de densidad acumulada (Logística), (Tomate, Zanahoria, Lechuga). 108
Tabla 13. Microbiológico Tomate tratamiento químico. 110
Tabla 14.Microbiológico Zanahoria tratamiento químico 110
Tabla 15. Microbiológico Lechuga tratamiento químico. 111
Tabla 16. Pesos de los Componentes parámetros fisicoquímicos zanahoria (“vacío, atmósfera y control”). 112
Tabla 17. Matriz de correlaciones Zanahoria (“Vacío, atmósfera y control”). 113
Tabla 18. Pesos de los Componentes, Zanahoria (“Vacío y Atmósfera”). 116
Tabla 19. Matriz de correlaciones, Zanahoria (“Vacío y Atmósfera”). 117
Tabla 20. Pesos de los componentes parámetros fisicoquímicos Tomate (“vacío, atmósfera y control”). 119
Tabla 21. Matriz de correlaciones, Tomate (“vacío, atmósfera, control”). 120
Tabla 22. Pesos de los componentes, Tomate (“vacío y atmósfera”). 123
Tabla 23. Matriz de correlaciones, Tomate (“vacío y atmósfera”). 124

Tabla 24. Pesos de los Componentes parámetros fisicoquímicos, Lechuga (“vacío, atmósfera y control”). 126
Tabla 25. Matriz de correlaciones, Lechuga (“vacío, atmósfera, control”). 127
Tabla 26. Pesos de los componentes, Lechuga (“Vacío y atmósfera”). 130
Tabla 27. Matriz de correlaciones, Lechuga (“vacío y atmósfera”). 130
Tabla 28. Análisis de desviación sensorial en Zanahoria. 144
Tabla 29. Pruebas de razón de verosimilitud sensorial en Zanahoria. 145
Tabla 30. Modelo de regresión logística para parámetros sensoriales. 145
Tabla 31. Zanahoria envasada al Vacío. 148
Tabla 32. Zanahoria envasada en atmósfera. 148
Tabla 33. Zanahoria Control. 149
Tabla 34. Análisis de desviación sensorial en Tomate. 150
Tabla 35. Pruebas de razón de verosimilitud sensorial en Tomate. 150
Tabla 36. Ecuaciones del modelo de regresión logística para cada parámetro sensorial. 151
Tabla 37.Tomate envasado al vacío. 154
Tabla 38.Tomate envasado en atmósfera. 155
Tabla 39.Tomate control. 155
Tabla 40. Análisis de desviación sensorial en Lechuga. 156
Tabla 41. Pruebas de razón de verosimilitud sensorial en Lechuga. 157
Tabla 42. Ecuaciones modelo de regresión logística para cada parámetro sensorial. 157
Tabla 43. Lechuga envasada en atmósfera. 159
Tabla 44. Lechuga envasada al vacío. 160
Tabla 45. Lechuga Control. 160

Lista de figuras

Figura 1. Procesador de vegetales. 70
Figura 2. Envasado de vegetales. 71
Figura 3. Analizador de gases. 72
Figura 4. Determinación de la transpiración. 73
Figura 5. Aplicación tratamientos químicos. 75
Figura 6. Evaluación y selección tratamientos óptimos por panel sensorial. 75
Figura 7. Medición de la actividad respiratoria, vida útil tratamientos químicos. 77
Figura 8. Medición de la transpiración, vida útil tratamientos químicos. 77
Figura 9. Medición de pH, vida útil tratamientos químicos. 78
Figura 10. Medición de color, vida útil tratamientos químicos. 79
Figura 11. Evaluación sensorial, vida útil tratamientos químicos. 79
Figura 12. Empacadora, vida útil sistemas de envasado. 81
Figura 13. Medición de la actividad respiratoria, vida útil sistemas de envasado. 82
Figura 14. Medición de la transpiración, vida útil sistemas de envasado. 82
Figura 15. Medición de pH, vida útil sistemas de envasado. 83
Figura 16. Medición de color, vida útil sistemas de envasado. 84
Figura 17. Evaluación sensorial, vida útil sistemas de envasado. 84
Figura 18. Pérdida de peso (%), Consumo de O_2 (%) y Producción de CO_2 (%) vs Tiempo de almacenamiento (Día) y tipo de corte. Intervalos LSD. Zanahoria. 91
Figura 19. Pérdida de peso (%), Consumo de O_2 (%) y Producción de CO_2 (%) vs Tiempo de almacenamiento (Día) y tipo de corte. Intervalos LSD. Tomate. 92
Figura 20. Pérdida de peso (%), Consumo de O_2 (%) y Producción de CO_2 (%) vs Tiempo de almacenamiento (Día) y tipo de corte. Intervalos LSD. Lechuga. 94
Figura 21. Componentes principales Hortalizas (Lechuga, Zanahoria y Tomate). 95
Figura 22. Componentes principales y Biplot (Lechuga, Tomate, Zanahoria). 106
Figura 23. Distribución logística (Tomate, Zanahoria, Lechuga). 108
Figura 24. Componentes Principales y Biplot Zanahoria (“Vacío, atmósfera, control”) Fisicoquímicos. 115

Figura 25. Componentes Principales, Zanahoria (“Vacío y Atmósfera”) sensorial. 118
Figura 26. Componentes principales y Biplot, Tomate (“vacío, atmósfera y control”) Fisicoquímicos. 123
Figura 27. Componentes principales, Tomate (“vacío, atmósfera”) sensorial. 125
Figura 28. Componentes principales y Biplot, Lechuga (“vacío, Atmósfera y control”) Fisicoquímicos. 129
Figura 29. Componentes principales, Lechuga (“vacío y atmósfera”) sensorial. 131
Figura 30. pH, Peso (%) vs Tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en zanahoria..... 133
Figura 31. Color vs tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en Zanahoria. 134
Figura 32. pH vs tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en Tomate. 135
Figura 33. Color vs tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en Tomate. 137
Figura 34. pH, peso (%) vs tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en Lechuga. 138
Figura 35. Color vs tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en Lechuga. 139
Figura 36. Análisis sensorial (zanahoria) vs tratamientos y tiempo (días). Intervalos LSD 95% de confianza. 140
Figura 37. Análisis sensorial (tomate) vs tratamientos y tiempo (días). Intervalos LSD 95% de confianza. 142
Figura 38. Análisis sensorial (Lechuga) vs tratamientos y tiempo (días). Intervalos LSD 95% de confianza. 143
Figura 39. Modelo de regresión logística ajustado, Zanahoria sensorial. Línea roja “vacío”, línea azul “atmósfera”. 146
Figura 40. Modelo de regresión logística ajustado, Tomate sensorial. Línea roja “vacío”, línea azul “atmósfera”..... 152

Figura 41. Modelo de regresión logística ajustado, Lechuga sensorial. Línea roja “vacío”, línea azul “atmósfera”..... 158

Lista de apéndices

Apéndice 1. Resultado análisis microbiológico en Zanahoria muestra 1..... 176
Apéndice 2. Resultado análisis microbiológico en Zanahoria muestra 2..... 178
Apéndice 3. Resultado análisis microbiológico en Tomate muestra 1 180
Apéndice 4. Resultado análisis microbiológico en Tomate muestra 2 182
Apéndice 5. Resultado análisis microbiológico en Lechuga muestra 1..... 184
Apéndice 6. Resultado análisis microbiológico en Lechuga muestra 2..... 186
Apéndice 7. Resultado análisis de residuos de plaguicidas en Zanahoria muestra 1 . 188
Apéndice 8. Resultado análisis de residuos de plaguicidas en Zanahoria muestra 2 . 190
Apéndice 9. Resultado análisis de residuos de plaguicidas en Lechuga muestra 1 ... 192
Apéndice 10. Resultado análisis de residuo de plaguicidas en Tomate muestra 1..... 194
Apéndice 11. Resultado análisis de residuo de plaguicidas en Tomate muestra 2..... 196
Apéndice 12. Entrenamiento sensorial..... 198
Apéndice 13. Análisis de varianza (ANOVA) para la actividad respiratoria (CO_2 (%), O_2 (%)) y transpiración (pérdida de peso (%)) en las zanahorias procesadas 213
Apéndice 14. Análisis de varianza (ANOVA) para la actividad respiratoria (CO_2 (%), O_2 (%)) y transpiración (pérdida de peso (%)) en los tomates procesados..... 214
Apéndice 15. Análisis de varianza (ANOVA) para la actividad respiratoria (CO_2 (%), O_2 (%)) y transpiración (pérdida de peso (%)) en las lechugas procesadas 215
Apéndice 16. Formato prueba sensorial, selección tratamiento químico óptimo..... 216
Apéndice 17. Análisis de varianza ANOVA para las hortalizas (Lechuga, Zanahoria y Tomate) cuatro variables (sensoriales) en la selección del tratamiento óptimo 217
Apéndice 18. Formato prueba sensorial, vida útil tratamientos químicos..... 218
Apéndice 19. Resultado análisis microbiológico en Zanahoria muestra 1 y muestra 2 219
Apéndice 20. Resultado análisis microbiológico Tomate muestra 1 y muestra 2..... 220
Apéndice 21. Resultado análisis microbiológico Lechuga muestra 1 y muestra 2 221
Apéndice 22. Análisis de varianza ANOVA Zanahoria parámetros fisicoquímicos sistemas de envasado..... 222

Apéndice 23. Análisis de varianza ANOVA Tomate Chonto parámetros fisicoquímicos sistemas de envasado 223
Apéndice 24. Análisis de varianza ANOVA Lechuga Romana parámetros fisicoquímicos sistemas de envasado 224
Apéndice 25. Análisis de varianza ANOVA Zanahoria (vacío y atmósfera) parámetros sensoriales 225
Apéndice 26. Análisis de varianza ANOVA Tomate Chonto (vacío y atmósfera) parámetros sensoriales 226
Apéndice 27. Análisis de varianza ANOVA Lechuga Romana (vacío y atmósfera) parámetros sensoriales 227
Apéndice 28. Formato prueba sensorial, vida útil sistemas de envasado 228
Apéndice 29. Resultado análisis microbiológico Zanahoria envasada en vacío y atmósfera 229
Apéndice 30. Resultado análisis microbiológico Tomate envasado en vacío y atmósfera 231
Apéndice 31. Resultado análisis microbiológico Lechuga envasada en vacío y atmósfera 233

Resumen

Al igual que las frutas y hortalizas enteras, los productos mínimamente procesados se deterioran y sufren daños que dan como resultado diferentes respuestas físicas y fisiológicas en el tejido después de cortado. Las lesiones generan daño a nivel celular provocando alteraciones bioquímicas; estos cambios se ven reflejados en un aumento significativo de la intensidad respiratoria y transpiración del producto vegetal, lo cual condiciona sus características y vida útil.

El uso de la tecnología IV Gama, emplea tratamientos y combina operaciones para controlar reacciones que deterioran la calidad del producto fresco y preservar la calidad del producto. Como objetivo de esta investigación se planteó evaluar la incidencia de las operaciones unitarias en el comportamiento fisiológico de hortalizas mínimamente procesadas. Al evaluar el tipo de corte para la zanahoria no se encontró un efecto significativo ($vp>0,05$) en la pérdida de peso por parte de los factores estudiados; en el caso del tomate en todas las presentaciones hubo una disminución y un aumento significativo ($vp<0,05$) de O_2 y CO_2, y para la lechuga se aprecia que en los tres tipos de cortes la pérdida de peso no vario significativamente ($vp>0,05$) a través del tiempo. Los tratamientos con cloruro de calcio, ácido cítrico y ácido ascórbico fueron óptimos para prolongar la vida útil de los productos. La zanahoria envasada al vacío presento mejores características; en el caso de la lechuga y el tomate el envasado en atmósfera modificada con una mezcla de gases N_2 90% O_2 5% y CO_2 5%, mantuvo sus características organolépticas.

Palabras clave: Actividad respiratoria, transpiración, vida útil, tratamiento químico, sistema de envasado.

Introducción

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas, también conocidos como productos IV gama, han venido penetrando el mercado respondiendo a los nuevos hábitos de consumo de la población y convirtiéndose en una alternativa para incrementar la ingesta de hortalizas. Sin embargo, para ampliar el mercado de este tipo de productos se hace necesario evaluar nuevas formas de presentación y canales de comercialización; así como la implementación de esquemas de producción orgánica que permitan asegurar la calidad e inocuidad del alimento desde el campo hasta el momento de su consumo.

Durante el procesamiento mínimo de productos vegetales, se suelen aplicar una serie de operaciones de limpieza y desinfección, pelado, troceado, tratamientos químicos, secado y envasado. Dentro de los diferentes tipos y/o formas de cortes que se han estudiado, encontramos; bastones, julianas, cubos, rodajas, trozos, cilindros, mitades, entre otros. Antunes, Manoel, Evangelista, Ono, y Vieites, (2014) evaluaron la calidad de cebollas mínimamente procesadas, las cuales fueron cortadas en dos presentaciones, rodajas y rallada. De igual manera; Dussan et al., (2014), evaluaron el efecto del tipo de corte, cubos y rodajas, en zanahorias. Por otra parte; Monroy, Marín y Giraldo, (2017); conservaron lechuga cortada en julianas de 2 a 3 cm de ancho. Así mismo; Piagentini et al., (2004) estudiaron los cambios en las características sensoriales en repollo fresco cortado en tiras de 3 mm de ancho. Silveira et al., (2007); señalan que determinados tipos de corte, como cilindros o bolas, resultan muy atractivos para los consumidores, favoreciendo su compra.

La obtención de todos estos tipos de formas en los vegetales durante el procesamiento mínimo, suele causar importantes reacciones bioquímicas y cambios en las características sensoriales, como consecuencia del efecto de las operaciones de corte sobre el tejido del vegetal. Algunos autores señalan que, durante las operaciones de pelado y troceado, se aumenta la superficie del tejido vegetal, haciéndolas más susceptible a alteraciones microbianas; al incremento de la tasa respiratoria, a la producción de etileno y al metabolismo de compuestos fenólicos que aceleran la senescencia y el deterioro de los productos hortofrutícolas (Ramos, Miller, Brandão, Teixeira y Silva, 2013; Lee, 2014). Cantwell y Suslow (2002) observaron que tejidos maduros cortados tienen aproximadamente el doble de tasa respiratoria que las cabezas intactas en lechuga. También puede suceder en algunos productos, como el pimiento, que presenten la misma actividad respiratoria en distintos tipos de corte (dados, tiras, rodajas) (Artés y Allende, 2005). Se ha correlacionado positivamente la intensidad respiratoria con el grado de procesado de melón cortado (rodajas, trapecios y cilindros) y aumentó más con el mayor grado y superficie de corte (Cilindros) (Aguayo, Escalona y Artés, 2006). Según diversos autores (Ben-Yehoshua, 1985; Brow-Milk y Sebris, 1988), la perdida de agua que se produce por el corte del alimento favorece el ataque de microorganismos, estimula la respiración e induce a la producción de etileno, acelerando la senescencia. Por lo tanto, a mayor respiración y transpiración, menor tiempo de vida útil de los productos (Tapia, Moscoso, Vasco y Valencia, 2015; Kader y Saltveit, 2002; Kader, 2002). En este sentido, los principales problemas limitantes de la vida útil de los vegetales mínimamente procesados tanto de tipo microbiológico como sensorial y

nutricional están relacionados con el corte y exposición del tejido vegetal, afectando distintos atributos del producto (Brecht, 1995; Gorny, 2001; García y Barrett, 2005; Mercado y Aquino, 2005 (como se citó en Escobar, Restrepo, Márquez, Cano y Patiño, 2013); Artés et al., 2007).

> La vida de anaquel de los productos vegetales frescos cortados está limitada por varios factores como crecimiento microbiano, deshidratación de la superficie del producto, cambios en la textura, desarrollo de malos olores y sabores y la decoloración u oscurecimiento de la superficie, oxidación, elevada velocidad de respiración y actividad enzimática (Landim et al., 2016).

Estas reacciones incrementan durante el procesamiento las cuales, si no son controladas, pueden conducir a la rápida perdida de la calidad o senescencia del producto. Se han empleado algunos métodos para contrarrestar todos estos efectos que el procesamiento mínimo de vegetales produce; se han reportados algunos para prevenir el pardeamiento enzimático mediante la inactivación térmica de la enzima, exclusión del O_2 y fenoles, reducción del pH, y aplicación de tratamientos antipardeantes que pueden afectar a la enzima o su sustrato (Hesham et al., 2006).

“Los principales compuestos antipardeantes usados para controlar el pardeamiento enzimático en productos cortados incluyen ácido ascórbico, calcio y sus sales, N-acetilcisteína y glutationa, ácido cítrico, ácidos fenólicos, entre otros aditivos alimentarios” (Ayala-Zavala y González-Aguilar, 2011).

La eficacia de algunos de estos compuestos incorporados en recubrimientos comestibles ha sido ampliamente revisada (Oms-Oliu et al., 2010; Valencia y Torres, 2016). Se han identificado y estudiado diferentes técnicas para extender la vida útil de estos vegetales: refrigeración, desinfección, absorbedores de etileno, irradiación, recubrimientos comestibles, inmersión en baños químicos, empacado al vacío, atmósferas modificadas y controladas, tratamientos térmicos leves y radiación ultravioleta (UV-C) (Dussán, 2014; Escobar et al., 2013, Lemoine, 2009; Pérez y López, 2011; Frimpong, Kottoh, Ofosu y Larbi, 2015). Dentro de los tratamientos anteriormente mencionados las atmósferas generadas en el interior del envase, pueden reducir la velocidad de respiración, demorar la senescencia, retardar el ablandamiento y hacer más lentos los cambios composicionales (Ospina y Cartagena 2008; Barbosa, Rui, Rocha y Oliveira, 2016). La calidad nutritiva de los productos vegetales depende de la cantidad y calidad de los macro y micronutrientes que proporcionan, además de la presencia de determinados compuestos ‘bioactivos’ (compuestos con acción beneficiosa para la salud) que pueden tener un mecanismo de acción complementario y/o superpuesto. Varios estudios científicos recientes confirman que el consumo de frutas y vegetales, por su contenido de nutrientes y compuestos bioactivos, especialmente de antioxidantes, “es actualmente una de las estrategias más efectivas y seguras en la prevención de enfermedad cardiovascular y otras enfermedades degenerativas” (Morales y Sánchez, 2015).

Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar la incidencia de las operaciones unitarias en el comportamiento fisiológico de hortalizas mínimamente procesadas.

Planteamiento del problema

Colombia es un país que se ha caracterizado por ser productor de gran variedad de frutas y hortalizas, siendo éstas fundamentales en la canasta familiar de todos los hogares (Palacio, Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol), 2014). Es necesario resaltar que Colombia tiene un gran potencial para el desarrollo agrícola: cuenta con cerca de 14 millones de hectáreas aptas para la agricultura, además de condiciones edafoclimáticas envidiables para la producción de alimentos y capital humano para trabajar la tierra (Hernández, 2013). A pesar de poseer una alta diversidad y buen nivel de producción se presenta un factor determinante en su comercialización, como son los altos niveles de perecibilidad, ocasionándole pérdidas en la calidad y por ende la poca aceptación del consumidor.

Durante el Primer Congreso Nacional de Promoción al Consumo de Frutas y Hortalizas, se resaltó a los colombianos, la importancia de aumentar el consumo de estos alimentos, en especial para apoyar el esfuerzo de los agricultores y tener una mejor salud. Los hábitos de consumo de los colombianos están preocupando a los productores de frutas y hortalizas; el 70 % de la población no las consume, mientras que los pocos que lo hacen no lo tienen por costumbre diaria (Román, Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2015). A esto se suma que cerca de 261.000 toneladas de verduras se pierden en la poscosecha para el año 2015. Una parte de este problema se atribuye a la falta de demanda que reduce significativamente los precios de las cosechas, situación que afecta directamente los ingresos de los productores hortofrutícolas y, por ende, el crecimiento y el desarrollo del sector. El reto que impulsó el Ministerio de Salud y

Protección Social, con el apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), es desarrollar la estrategia de “Movilización para la promoción del consumo de frutas y verduras”, la cual se viene implementando desde el año 2012. Esta estrategia integra la cadena agroalimentaria: desde la producción, la transformación, el transporte, la comercialización, hasta el consumo. Pero también influyen factores, que son intersectoriales, como la inocuidad de los alimentos, la disponibilidad continua de frutas y verduras en todos los lugares del país, precios justos para productores y consumidores (Asohofrucol, 2014).

Por lo anterior, surge la necesidad de incentivar el consumo y cambios en los hábitos alimenticios para lo cual es necesario facilitar al consumidor actual alimentos frescos y saludables listos para servir. Las hortalizas mínimamente procesadas además de que conservan gran parte de su contenido nutricional, frescura, textura, apariencia, sabor y aroma característico, son una solución viable para las personas con poco tiempo para el procesamiento de alimentos ya que son productos preparados y fáciles de consumir (Pretel, 2015).

En Colombia los productos mínimamente procesados o vegetales IV gama se han convertido en una alternativa para incrementar el consumo de hortalizas en el país. Según datos de la FAO, el mercado de vegetales IV gama ha estado creciendo en forma sostenida en los últimos veinte años, aumento que es evidentemente mayor en países en vías de desarrollo (Pefaur, 2014). Por otra parte, la oferta de vegetales IV gama en el país se concentra en mercados institucionales y en cadenas de supermercados, lo que dificulta su acceso para cierto tipo de consumidores y por lo tanto sugiere la búsqueda

de nuevos canales de comercialización que amplíen el mercado de este tipo de productos (Plan Hortícola Nacional, (PNH) 2015).

El uso de la tecnología IV Gama, combina operaciones de selección, lavado y desinfección, pelado, deshojado, troceado, adición de sustancias antioxidantes, empaque u otras que controlen las reacciones de deterioro del vegetal fresco, preserven la calidad del producto y aseguren la vida útil hasta su consumo.

Por ello, se estima necesario que durante el procesamiento se apliquen Buenas Prácticas de Manejo Poscosecha (BPMP) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y, combinado con adecuados empaques y métodos de conservación (Piagentini, Güemes y Pirovani). La estabilidad de los vegetales IV Gama, así como los productos mínimamente procesados afrontan dos problemas básicos; el primero, relacionado con el vegetal como tejido vivo donde la interacción de muchas reacciones (deshidratación, oxidación, velocidad de respiración y transpiración del vegetal, pérdida de peso, actividad enzimática, entre otras) de no ser controladas pueden conducir a la senescencia o deterioro de la calidad. Segundo, la posibilidad de desarrollo microbiano, por el área de superficie expuesta, desarrollo de sabores y olores.

Por lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las operaciones unitarias óptimas para la obtención de hortalizas mínimamente procesadas, que permitan reducir de las pérdidas físicas y mejorar la calidad microbiológica y sensorial del producto, contrarrestando los factores externos que conllevan al deterioro de los mismos y alargar su vida útil?

Justificación

> Antioquia tuvo una participación del 10% del volumen de producción de hortalizas en el país, dividido en: brócoli, coliflor, calabacín, repollo, col, lechuga, zanahoria, remolacha, tomate, cilantro, espinaca, acelga, pimentón, pepino, apio y arveja¸ sin embargo las pérdidas poscosecha disminuye la disponibilidad de estos productos para consumo humano, se ha estimado un cuarto del total en pérdidas del producto cosechado; estas pérdidas son debidas principalmente a ineficiencias en las cadenas de producción, enfocadas en limitaciones técnicas y de manejo en cosecha y poscosecha, limitaciones de almacenamiento, transporte, cadena de frío, infraestructura, empaque y sistemas de mercado. Cualquier factor que acelere el proceso puede hacer que el producto se vuelva incomestible antes de que llegue al consumidor, sus niveles de perecibilidad, ocasionan pérdidas en la calidad y por ende la poca aceptación del consumidor (Plan Hortícola Nacional (PHN), 2015).

Por lo anterior, se requiere incrementar el valor agregado de productos frescos, siendo las hortalizas mínimamente procesadas una alternativa válida. “La tecnología de procesamiento mínimo de productos hortofrutícolas se encuentra en auge, los productos se procesan para proveer al consumidor un alimento listo para consumir con beneficios para la salud por su aporte en sustancias fitoquímicas” (Escobar et al., 2013).

“El procesamiento mínimo de vegetales frescos utiliza técnicas que se combinan sinérgicamente limitando el crecimiento microbiano, las reacciones físicas, químicas y bioquímicas” (Dussán, Garcia, y Gutierrez, 2014).

Con el fin de disminuir las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas, este trabajo busca definir durante el proceso, cada operación unitaria en la cual se controlen y minimicen todos aquellos factores que afectan o provocan cambios sobre la estructura, propiedades sensoriales y microbiológicas de los vegetales. Teniendo en cuenta que los vegetales son tejidos vivos, es decir que presentan un metabolismo activo, por lo que resulta esencial el cuidado y control durante la manipulación y almacenamiento.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la incidencia de las operaciones unitarias en el comportamiento fisiológico de hortalizas mínimamente procesadas.

Objetivos Específicos

Verificar la inocuidad de los productos frescos cosechados bajo sistemas de producción orgánica.

Analizar cómo influye el tipo de corte en el comportamiento fisiológico de las hortalizas objeto de estudio.

Evaluar el efecto de los tratamientos químicos y el sistema de envasado sobre el tiempo de vida útil de las hortalizas mínimamente procesadas.

Marco Conceptual

Generalidades del Tomate (*Solanum Lycopersicum*)

El tomate es una planta originaria de Sudamérica, desde sus inicios este hacia parte de los pequeños huertos del área mesoamericana; no tenía gran importancia económica, pero si era domesticado por los españoles. En aquel tiempo era llamado, “jitomate” o “xitomate”. Su entrada en el continente europeo inicio en España, Portugal e Italia se utilizó desde un principio como alimentación humana, mientras que en otros países más al norte fue usado sólo con fines ornamentales, debido a la coloración de sus flores y frutos (Ríos., Santos; Diaz y García, 2003; Coronel y Castillo, 2009 (como se citó en Hernández, 2013).

“En la actualidad existen más de 70 variedades de tomate, diferenciadas en su forma, tamaño, color y características internas como sabor, textura y dureza” (Ríos et al., 2003; Alvarado, Monardes, Urbina, Marín y Escalona, 2009 (como se citó en Hernández, 2013).

> El tomate es un fruto carnoso que procede de un carpelo único o del gineceo sincárpico de una flor sencilla; se considera en términos botánicos como una baya, puesto que posee una piel fina que rodea una carne jugosa, en cuyo interior se encuentran muchas semillas (Cantwell, 2004 (como se citó en Hernández, 2013).

La composición química y el valor nutricional del tomate varían según la variedad, las condiciones de cultivo, la época de producción, el grado de madurez, el tiempo y las condiciones de almacenamiento, entre otros factores. “Dicha hortaliza contiene

aproximadamente un 94% de agua, y el 6% restante es una mezcla compleja en la que predominan los azúcares libres y ácidos orgánicos, que contribuyen a dar al fruto su textura y sabor característicos" (Coronel y Castillo, 2009; León, 2009 (como se citó en Hernández, 2013).

> El contenido medio de proteínas, aminoácidos y lípidos del tomate es muy bajo, por lo que no puede ser considerado una fuente importante de estos compuestos. Sin embargo, el tomate es considerado un alimento funcional debido a los componentes nutracéuticos que presenta (Hernández, 2013).

Generalidades de la Zanahoria *(Daucus Carota)*

"La Zanahoria pertenece a la familia Umbelliferae, especie *Daucus Carota*. Las formas cultivadas derivan de *Daucus Carota,* variedad sativa. El nombre científico de la especie proviene del griego Karoton, que significa amarilla" (Santos et al.,).

> Zanahoria es el nombre común de una planta originaria de Eurasia y el norte de África y ampliamente distribuida por todas las regiones templadas del hemisferio norte; el nombre se aplica también a la raíz de la planta que acumula los nutrientes necesarios para mantener la parte aérea que se forma si se deja en el suelo durante el segundo año de crecimiento. El tallo lleva una umbela de flores blancas o rosadas parecidas a un nido.
>
> La variedad silvestre forma una raíz dura y leñosa no apta para el consumo. La cultivada es, por el contrario, una hortaliza muy apreciada. Es bianual, durante el primer año forma una roseta de hojas finamente divididas y almacena nutrientes en la raíz, que se vuelve grande y carnosa;

estas zanahorias de primer año son las que se recolectan para comer. Rica en fibra y carotenoides (Torres, 2007 (como se citó en Santos et al.,2013)). Las zanahorias cortadas frescas almacenadas a 0°C alcanzan una vida útil de 3 a 4 semanas en fresco, las zanahorias mínimamente procesadas (frescas-cortadas, cortadas y peladas) pueden mantener una buena calidad por 2-3 semanas con una temperatura de 3 - 5ºC. La humedad relativa óptima oscila entre 98-100%, pues es esencial una humedad relativa alta para prevenir deshidratación y pérdida de crocancia (Izquierdo y Naranjo, 2006).

Generalidades de la Lechuga *(Lactuca Sativa)*

Las lechugas forman parte del género *Lactuca* y pertenecen a la familia de las asteráceas. La familia de las asteráceas se caracteriza porque sus flores están compuestas por la fusión de cientos e incluso miles de flores diminutas. Es una planta herbácea anual, en la actualidad, la lechuga es una verdura cultivada al aire libre en zonas templada de todo el mundo y también en invernaderos.

Todas las lechugas que se cultivan hoy en día derivan de la *Lactuca Sativa* (Lechuga Silvestre) con hojas más pequeñas y duras, sabor acre pequeñas flores amarillas que salen en verano y crecen como mala hierba en los terrenos baldíos de buena parte de Europa y Asia.

Las cuatro variedades hortícolas más comunes son la Lechuga de cogollo, la de hoja rizada, la romana y la de tallo. La de cogollo forma una

> cabeza parecida a la de col. La de hoja rizada produce hojas separadas, que no forman cogollo. La romana forma un cogollo largo y erguido. Y la de tallo tiene un tallo grueso comestible y hojas de sabor desagradable.
>
> La lechuga aporta pocas calorías por su alto contenido de agua y escasa cantidad de hidratos de carbono, proteínas y grasas. Sin embargo, las hojas de color verde intenso son las más ricas en vitaminas y minerales (Santos, Castrillón, Costa y Rodríguez).

"Para optimizar una vida útil de la lechuga en góndola de 21 a 28 días, se debe mantener a temperaturas de 0°C a 1°C con una humedad relativa del 95%", asegura en sus publicaciones La Corporación Colombia Internacional.

> Por otro lado, las lechugas manejadas con una humedad relativa del 95% a una temperatura de 5°C pueden mantener la calidad por 14 días en anaquel. Es importante el manejo de la lechuga en frío, si la temperatura alcanza niveles por debajo de -5°C se presentan quemaduras dando un tono oscuro translúcido cuando se descongela (Izquierdo y Naranjo, 2006).

Vegetales mínimamente procesados en la actualidad

Las mezclas de hortalizas mínimamente procesadas, también conocidas como ensaladas listas para el consumo o productos IV gama, se han convertido en un producto atractivo en el mercado mundial debido a su alto contenido de vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes.

“El mercado de hortalizas IV gama ha estado creciendo en forma sostenida en los últimos veinte años, aumento que es evidentemente mayor en países en vías de desarrollo” Pefaur (2014).

> En datos del seminario internacional “Situación y perspectivas de la industria IV y V gama en Iberoamérica, 2013”, el mercado de frutas y hortalizas MPF en Europa en el año 2012 estaba avaluado en USD 3.000 millones a nivel de retail. En Estados Unidos, la venta de frutas y hortalizas IV gama representa entre 8% y 10% de las frutas frescas comercializadas, este mercado está valorizado en USD 95.000 millones; en cambio, se estima que el mercado de las hortalizas y frutas MPF se puede valorizar en USD 10.000 a 12.000 millones. El consumo de frutas y hortalizas IV gama en Estados Unidos es de 30 kg per cápita por año. En países de Latinoamérica, si bien el consumo de frutas y hortalizas IV gama es bajo, se observa una tendencia de aumento en la demanda de productos de calidad e inocuos, un incremento en el consumo de alimentos procesados, y también una preocupación por la alimentación sana, lo que se refleja en un leve aumento en el consumo de frutas y hortalizas.
>
> Latinoamérica es una región donde se producen gran cantidad de hortalizas y frutas tropicales, sin embargo, esta región no ha presentado un gran crecimiento en la industria procesadora de los vegetales mínimamente procesados. Esto se debe a que las personas no están acostumbradas al consumo de este tipo de productos y el poder adquisitivo de la población,

en general, está muy por debajo comparado al de los consumidores de otras regiones como Europa y Norteamérica. Sin embargo, actualmente, se observan cambios de hábitos en los consumidores latinoamericanos siendo similares a los hábitos acogidos por los consumidores norteamericanos. En Colombia se han presenciado esta clase de cambios en los últimos años, productores y consumidores ahora convergen en lo saludable, delicioso y funcional. En el mercado dirigido a consumidores, en especial los hipermercados, cada vez es más alta la presencia de productos mínimamente procesados a base frutas y hortalizas frescas listas para consumir, tales como: ensaladas listas con aderezos, mezclas de brócoli, coliflor, zanahoria y de lechuga como base para ensaladas, fruta pelada y troceada, verduras peladas y troceadas para la preparación de sopas y platos, entre otros. De igual forma en algunos países como Argentina y Panamá, el consumo de este tipo de productos está empezando a tomar mayor importancia. En otros como Perú, Bolivia, Paraguay, Ecuador y la mayoría de los países de Centroamérica, los volúmenes de frutos y vegetales frescos destinados al procesamiento en fresco es mínimo, como consecuencia del poco interés y conocimiento por parte del productor y consumidor de alimentos (González, Cuamea, Villegas y Ayala, 2004).

Generalidades de los vegetales mínimamente procesados

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas, también conocidas como “Fresh-cut” (en inglés) pueden ser definidas como cualquier fruta u hortaliza que ha sido

físicamente modificada de su forma original, por procesos como pelado, lavado o cortado; para obtener un producto comestible que es subsecuentemente envasado y almacenado en refrigeración (IFPA, 2005 (como se citó en Pérez y López, 2011); Carreres, J.E, 2006; Artés, Aguayo, Gómez y Artés, 2009). “El producto elaborado permanece vivo y conserva sus características organolépticas y valor nutritivo” (Artés, 2003 (como se citó en Infantes, 2015)). Generalmente las frutas y hortalizas mínimamente procesadas se deterioran más rápido que sus contrapartes, la fruta u hortaliza intacta.

En la elección de los tratamientos adecuados, es necesario entender los cambios fisiológicos y microbiológicos que pueden ocurrir durante y después de su manipulación, transformación y almacenamiento, que reducen la calidad del producto o incluso ponen en riesgo la seguridad del mismo (Ragaert, Jacxsens, Vandekinderen, Baert y Devlieghere, 2011 (como se citó en Pérez y López, 2011)).

Por otra parte, las características que definen un producto fresco cortado de buena calidad son: apariencia fresca, textura aceptable, buen sabor y olor, seguridad microbiológica y vida útil suficientemente larga que permita su distribución. Si alguno de estos requisitos no se cumple, el producto pierde automáticamente su valor comercial (Belloso y Rojas , 2005).

Las frutas y hortalizas constituyen buena fuente de energía, grasas, carbohidratos, calcio, fósforo, hierro, magnesio y vitaminas como A, B6, B12, C, tiamina, riboflavina y niacina. Las frutas y hortalizas proporcionan

más del 90% de la vitamina C en la alimentación humana y son también excelente fuente de fibra, un componente de gran importancia en la dieta (Ospina y Cartagena, 2008).

"Por ello se sugiere una ingesta de cinco porciones por día" (Alzamora, Guerrero, Nieto y Vidales, 2004 (como se citó en Infantes, 2015)).

Principales operaciones de los vegetales mínimamente procesados

La fabricación de productos mínimamente procesados requiere diversos tratamientos, de los cuales los más representativos son los siguientes:

Selección: Constituye la primera adecuación del producto, permite eliminar partes no comestibles, productos magullados o alterados y así dar uniformidad al producto, se realiza de forma manual.

Clasificación: Para clasificar los alimentos se tienen en cuenta factores como forma, color, tamaño, variedad.

Pelado: Generalmente a la selección le sigue el pelado que se efectúa mecánicamente, por abrasión o por cuchillos, los tratamientos químicos y el vapor no son permitidos por la cocción superficial del vegetal**.**

Corte: Da la forma definitiva del producto. Genera lesiones en los tejidos del vegetal, alterando su metabolismo. Los productos hortofrutícolas se cortan en rodajas, cubitos o tiras por medio de máquinas automáticas. El equipo usado para el corte son las cortadoras. Para reducir las lesiones en los vegetales se deben mantener las cuchillas afiladas.

Lavado: Se realizan usualmente tres lavados frecuentemente es por remojo, un primer lavado elimina las materias orgánicas e impurezas, un segundo lavado para eliminar los jugos celulares después del corte y un último lavado luego de la desinfección, para retirar los residuos de desinfectante.

Desinfección: El producto se lava mediante cloración, se utiliza principalmente hipoclorito de sodio. La concentración de cloro de hasta 200 ppm, permite la eliminación y prevención de microorganismos; En cuanto a los productos orgánicos su desinfección se debe hacer con técnicas y productos acordes con la producción ecológica, tales como los desinfectantes orgánicos.

Escurrido: Esta operación se realiza con el fin de eliminar el agua superficial del vegetal y evitar el crear un medio favorable para los microorganismos. Se realiza generalmente por centrifugación, el secado centrífugo depende de la velocidad y tiempo de rotación de la centrifuga, se debe tener cuidado con un centrifugado excesivo porque puede provocar lesiones de los tejidos o desecación superficial del vegetal.

Envasado: Se realiza en atmósfera modificada, esta operación se realiza mediante inyección de gas en el envase (Izquierdo y Naranjo, 2006).

Comportamiento fisiológico y efecto del procesado en los vegetales frescos

Las etapas de elaboración y el tratamiento específico usado para cada etapa de este procesamiento dependerán de cuál sea el producto.

> Las frutas y hortalizas son altamente nutritivas, pero tienen la característica de tener niveles elevados de perecibilidad, ya que aún en refrigeración, estos productos presentan un metabolismo muy activo (tejidos vivos), determinante en su pérdida de calidad. Los cambios fisiológicos van acompañados de un aumento de la velocidad de respiración y producción de etileno, una pérdida de color, sabor y vitaminas acelerándose también los procesos de oscurecimiento y ablandamiento del tejido, con la consecuente pérdida de calidad y reducción de la vida de anaquel (Infantes, 2015).

"Para la obtención de este tipo de productos, las hortalizas se someten a operaciones de selección, lavado y desinfección, troceado, secado y empacado" (Escobar, et al. 2014), las cuales traen como consecuencia un rápido deterioro del alimento. Los principales problemas limitantes de la vida útil de los vegetales mínimamente procesados tanto de tipo microbiológico como sensorial y nutricional están relacionados con el corte y exposición del tejido vegetal, afectando distintos atributos del producto (Gorny, 2005 (como se citó en Infantes, 2015); García y Barret, 2002 (como se citó en Quevedo, Villegas, González y Rodríguez, 2005); Mercado y Aquino, 2005 (como se citó en Escobar, Restrepo, Márquez, Cano y Patiño, 2013); Artés, 2003 (como se citó en Infantes, 2015); Ramos et al., 2013).

> Para poder asegurar la estabilidad, calidad nutricional y organoléptica de este tipo de productos debe conocerse la fisiología del fruto, tanto entero como cortado, además de todos aquellos componentes propios del

producto original que puedan verse afectados por la manipulación y el almacenamiento (Escobar, et al. 2014).

Dentro de los distintos cambios físicos y fisiológicos encontramos:

Intensidad respiratoria y deshidratación:

Como resultado del estrés sufrido por el procesamiento la tasa respiratoria aumenta. Por ejemplo, en brócoli la tasa aumenta 1,4 veces y en lechuga cortada se incrementa 2 veces. El aumento de la relación superficie/volumen en los productos procesados incrementa enormemente la pérdida de agua. En kiwi, por ejemplo, el trozado y el pelado incrementa la pérdida de peso respecto al fruto entero (Agar, Massantini , Hess-Pierce y Kader ,1999 (Como se citó en Lemoine, 2009)).

Producción de etileno:

La producción de etileno aumenta significativamente como respuesta al corte. En tomates cortados en discos la producción de etileno se incrementa 20 veces en comparación con el fruto entero. También en kiwi cortado la producción de etileno aumenta 16 veces, la producción de etileno en general es proporcional a la intensidad del estrés generado (Watada, Able y Yamauchi,1990 (como se citó en Lemoine, 2009)).

Perdida de firmeza:

La pérdida de firmeza es otro factor a tener en cuenta en productos frescos cortados. La firmeza está dada por la integridad de las paredes celulares y el grado de hidratación de los productos. En kiwi, por ejemplo, rodajas

almacenadas durante 2 días a 2 ºC pierden el 50 % de su firmeza inicial. En general, la actividad de muchas enzimas que degradan la pared celular se incrementa frente a aumentos en la producción de etileno, en este caso inducido por el procesamiento del vegetal. Asimismo, Varoquaux et al., 1990 (como se citó en Lemoine, 2009) sugieren que hay una hidrólisis enzimática de la pared celular producto del corte donde enzimas pectinolíticas y proteolíticas son liberadas en los tejidos.

Alteraciones microbiológicas:

Una barrera que protege contra la contaminación microbiológica a los vegetales es su cáscara o cubierta. Los vegetales provienen del campo con una carga microbiana inicial, y si el vegetal no es desinfectado, al producirse el corte o el pelado, este se contaminará. Se sabe que la presencia de patógenos en los vegetales mínimamente procesados obedece a la contaminación en algunos de los puntos de la cadena de producción de los mismos (Díaz, Acedo y García, 2005 (Como se citó en Lemoine, 2009).

Alteraciones de color:

Una de las principales reacciones que ocurre como consecuencia del procesado es el pardeamiento enzimático. El procesamiento destruye la compartamentalización celular, poniendo en contacto los compuestos fenólicos con las enzimas polifenoloxidasas (PPO), por lo que se produce su oxidación a quinonas, las que a su vez experimentan procesos de

polimerización que dan lugar a compuestos coloreados denominados melaninas. Otras alteraciones de color son la formación de superficies blanquecinas en zanahorias “white blush or white bloom”, causada por una deshidratación en la superficie del corte y la posterior síntesis de lignina. También se puede reducir la concentración de pigmentos verdes y acumulación de amarillos (“yellowing or degreening”) en lechuga, coliflor y brócoli; a causa de la degradación de clorofilas.

Perdida de nutrientes:

El procesamiento puede contribuir a la pérdida de nutrientes por solubilización de los mismos en el agua de lavado o por eliminación de alguna parte del vegetal. Generalmente el contenido de vitamina C disminuye en la mayoría de los tejidos procesados. Los cambios que ocurren dentro de los perfiles de aromas de los diferentes productos pueden ser muy importantes y afectar la aceptación del consumidor. Por ejemplo, en melón precortado se produce una disminución de ésteres y síntesis de terpenoides en 24 horas. (Lamikanra y Richard, 2002 (como se citó en Lemoine, 2009). En otros casos el estrés mecánico provoca la aparición de aromas que no se dan en el producto intacto. Por ejemplo, en ajo, después del daño mecánico se generan aromas donde el aminoácido aliina es oxidado por la alinasa para generar alicina. La peroxidación enzimática de los ácidos grasos insaturados es un ejemplo de la modificación de los aromas de los vegetales frescos cortados. Esta

peroxidación es catalizada por la lipoxigenasa que conduce a la formación de diversos aldehídos y cetonas de olores característicos.

Perdida de atributos sensoriales:

Los atributos sensoriales como la apariencia, crujencia, aroma, sabor, color y textura determinan la decisión de compra de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas por parte del consumidor, por lo que estas propiedades deben examinarse cuidadosamente cuando se determina la vida útil de los vegetales mínimamente procesados. El color y su uniformidad son dos de las principales características que determinan la calidad de un fruto u hortaliza y se utiliza frecuentemente como un índice de frescura, palatabilidad y valor nutricional del producto ya que se relaciona con la intensidad del sabor y la dulzura, siendo el más importante en la aceptabilidad del producto. Gorny, 1998 (como se citó en Escobar et al., 2013), señaló que la determinación de los atributos sensoriales individuales de un producto es fundamental, dado que la combinación de éstos determina su calidad sensorial general. Mercado y Aquino (2005), (como se citó en Escobar, Restrepo, Márquez, Cano y Patiño, 2013) mencionaron que los cambios en el sabor y aroma de frutas y hortalizas constituyen el tercer motivo en importancia en la aceptación por parte del consumidor luego del color y la textura. No obstante, pocos estudios se han llevado a cabo en cuanto a la calidad sensorial que en general presentan las frutas y hortalizas mínimamente procesadas, así como de los cambios

específicos en los atributos de mayor importancia que pueden limitar en un momento dado la aceptación del producto (Gorny, 1998; Beaulieu y Baldwin, 1996; Mercado y Aquino, 2005 (como se citaron en Escobar, Restrepo, Márquez, Cano y Patiño, 2013).

Tratamientos químicos

Existen compuestos antimicrobianos, y antioxidantes que previenen el amarronamiento, la decoloración de pigmentos, y protegen contra la pérdida de sabor y aroma, cambios en la textura y pérdida de la calidad nutritiva. La acción del compuesto antimicrobiano depende del tipo, género y especie de microorganismo. La eficiencia de un antimicrobiano depende en gran medida también de otros factores tales como el pH, actividad de agua, temperatura, atmósfera gaseosa, carga microbiana inicial y tipo de alimento. La eficiencia de los compuestos que actúan como antioxidantes depende de numerosos factores: pH, actividad de agua, temperatura, luz, tipo y actividad del sistema enzimático, atmósfera gaseosa, tipo de alimento y contenido de metales pesados. La efectividad de los antioxidantes está controlada por las condiciones ambientales del sistema alimenticio, su concentración, y permanencia durante el almacenamiento o vida útil del producto. En los vegetales mínimamente procesados se debe considerar el uso de ambos compuestos, antimicrobianos y antioxidantes, para proveer un producto seguro o inocuo y de alta calidad de fresco durante toda su vida útil. Esto sugiere que las barreras de conservación usadas

> para vegetales mínimamente procesados deben actuar tanto sobre la carga de flora microbiológica como sobre las enzimas claves que podrían causar problemas de calidad (Piagentini, 1999).

La aplicación de inhibidores químicos de la actividad de PPO representa el método más común para evitar oscurecimiento enzimático. De los varios inhibidores conocidos, sólo algunos son aceptables en términos de seguridad y costo; los de uso más frecuente son los ácidos ascórbico y cítrico, y el cloruro de sodio. “El ácido ascórbico y sus derivados, solo o combinado con ácido cítrico, es ampliamente utilizado en el pretratamiento de frutas peladas y rebanadas” (Vámos-Vigyázó, 1995; Walker, 1995 (como se citó en Quevedo et al.,2005)). “El ácido ascórbico posee la habilidad de reducir las quinonas a compuestos fenólicos, antes de que éstas formen pigmentos oscuros” (Walker, 1995 (como se citó en Quevedo et al.,2005)).

Antimicrobianos

Muchos compuestos encontrados naturalmente en los alimentos tienen actividad antimicrobiana. El desafío es utilizarlos como conservantes sin afectar adversamente a los alimentos a los que son agregados.

Los compuestos antimicrobianos, ya sean naturalmente presentes en los alimentos, agregados a los alimentos o formados en respuesta a un esfuerzo físico o químico pueden contribuir a extender la vida útil de alimentos no procesados y procesados.

Ácidos orgánicos y compuestos relacionados:

Los ácidos orgánicos, ya sea que estén presentes naturalmente en los alimentos, acumulados como resultado de fermentación, o intencionalmente agregados durante el procesamiento, se han utilizado por años para controlar el deterioro microbiológico. Algunos ácidos orgánicos se comportan principalmente como fungicidas o fungistáticos, mientras otros tienden a ser más efectivos al inhibir el crecimiento bacteriano. Los datos actuales sugieren que el modo de acción de los ácidos orgánicos es atribuido a la directa reducción del pH del sustrato, reducción del pH interno celular por ionización de la molécula de ácido no disociada, o la interrupción del mecanismo de transporte a través de la membrana celular (Beuchat, Golden, 1989 (como se citó en Piagentini et al.,2004).

Ya que la forma no disociada de la molécula de ácido es en primer lugar responsable de la actividad antimicrobiana, la efectividad depende de la constante de disociación (pKa) del ácido. Debido a que el pKa de la mayoría de los ácidos orgánicos está entre 3 y 5, los ácidos orgánicos son generalmente más efectivos a valores de pH bajos. Así, la acidificación de alimentos de baja acidez mejora grandemente las características antimicrobianas del alimento. No obstante, este mecanismo depende de la completa difusión del ácido a través de la muestra y al centro de cada partícula de alimento involucrada en la acidificación (Wiley, 1994 (como se citó en Piagentini et al.,2004)).

Numerosos ácidos orgánicos han sido utilizados como antimicrobianos en diferentes tipos de alimentos: ácidos cítrico, succínico, málico, tartárico, acético, sórbico, benzoico, láctico y propiónico, entre otros. A continuación, se detalla el efecto del ácido cítrico sobre el desarrollo microbiológico. El ácido cítrico es un compuesto que se presenta naturalmente en frutas y hortalizas, es considerado GRAS (Generalmente Reconocido como Seguro); utilizado en concentraciones adecuadas no afecta adversamente las características sensoriales, nutritivas y la seguridad del vegetal fresco, y es el recomendado por numerosos autores para ser usado en vegetales mínimamente procesados (Wiley, 1994; Gorny, 1996; Sapers y Miller, 1993 (como se citaron en Piagentini et al.,2004)).

Ácido cítrico.

Se encuentra presente en numerosas frutas, especialmente las cítricas, y en hortalizas. Se ha encontrado que la acción del ácido cítrico fue más efectiva que la de los ácidos acético y láctico para inhibir el crecimiento de bacterias termófilas. El ácido cítrico es inhibitorio de la bacteria flat-sour aislada del jugo de tomate, y es más inhibitorio de la bacteria Salmonella que los ácidos lácticos y clorhídrico. También se demostró que el ácido cítrico a concentraciones tan bajas como 0.3% reducía efectivamente la población de Salmonella viable en carcasas de pollo (Beuchat, Golden, 1989).

Se encontró que una combinación de ácido ascórbico y ácido cítrico inhibe el crecimiento y la producción de toxina de Clostridium botulinum tipo B en

papas cocidas envasadas en vacío. El ácido cítrico también es efectivo al reducir poblaciones de bacterias en huevos duros cocidos (Beuchat, Golden, 1989).

La reducción del pH influye sobre el desarrollo de Listeria monocytogenes y Yersinia enterocolítica. Estas bacterias no se desarrollarían a pH bajo. Para Listeria monocytogenes el valor de pH mínimo de crecimiento se eleva en presencia de aniones orgánicos como el citrato (Carlin, Nguyen-The y Varoquaux, 1990 (como se citó en Piagentini et al., 2004).

Omary, Testin, Barefoot y Rushing, 1993 (como se citó en Piagentini et al., 2004) trataron repollo cortado con una solución de ácido cítrico y eritorbato de sodio. Este tratamiento tuvo un efecto antibacteriano sobre Listeria, posiblemente al haber reducido el pH del sistema. Wolters et al., 1993 (como se citó en Piagentini et al., 2004) encontraron que el agregado de ácido cítrico aumentaría la biodisponibilidad de calcio, magnesio y zinc en numerosos alimentos.

Como ya se ha indicado, los antimicrobianos en general, y el ácido cítrico en particular, reducen el pH del alimento, inhibiendo la actividad enzimática (Langdon, 1987 (como se citó en Piagentini et al.,2004)). Esto puede mejorar la estabilidad de algunos alimentos, especialmente aquellos vegetales con un pH natural en el rango de 5-7, donde el deterioro microbiológico es rápido y es el rango óptimo de numerosas enzimas que provocan la pérdida de calidad de los vegetales. El pH de las soluciones de tratamiento fue un factor importante en la conservación de lechuga cortada.

> La lechuga tratada con las soluciones de menor pH tuvo una vida útil más larga (Bolin, Stafford, King y Huxsoll, 1977 (como se citó en Piagentini et al.,2004)). Desafortunadamente, cuando el pH del vegetal se disminuye por debajo de 3.5 – 4.0 se pierden las características organolépticas de fresco (Huxsoll, Bolin, 1989 (como se citó en Piagentini et al.,2004)).

Numerosos estudios han indicado que la actividad antimicrobiana del ácido cítrico se debe a la quelación de iones metálicos esenciales para el crecimiento microbiológico. El ácido cítrico forma complejos con agentes prooxidantes tal como los iones cobre y hierro a través del par de electrones no compartido de su estructura molecular.

“El ácido cítrico cuando se usa conjuntamente con el ácido ascórbico, ejerce un efecto protector sobre este último, haciendo más lenta su autooxidación y secuestrando los metales trazas que tendrían efectos negativos sobre el ácido ascórbico” (Dziezak, 1986, (como se citó en Piagentini et al., 2004).

El tratamiento de lechuga con soluciones de ácido cítrico fue efectivo para inhibir el amarronamiento enzimático. Los resultados mostraron que la disminución en el valor de pH fue importante, debido a que se modificó el pH del rango óptimo para la PPO de la lechuga (Castañer, Gil, Artes y Tomas-Barberan, 1996 (como se citó en Piagentini et al., 2004).

Antioxidantes

Se ha definido a los antioxidantes como “sustancias usadas para conservar a los alimentos, retardando la rancidez deteriorante o decoloración debida a la oxidación” (Food and Drug Administration – USA (FDA)).

En vegetales mínimamente procesados existen numerosos tipos de reacciones oxidativas. Estas reacciones causan amarronamiento, decoloración de pigmentos endógenos, pérdida o cambio de sabor u olor del producto, cambios en la textura, y pérdida del valor nutritivo por destrucción de vitaminas A, C, D, ó E y ácidos grasos esenciales tal como el ácido linoleico. En las reacciones de oxidación intervienen numerosos factores como oxígeno, luz, metales, pigmentos, condiciones alcalinas (Dziezak, 1986).

Los compuestos más importantes usados para estabilizar frutas y vegetales mínimamente procesados son los agentes reductores y ciertos agentes quelantes, que, si bien no son estrictamente antioxidantes, contribuyen a prevenir las reacciones oxidativas en frutas y hortalizas. Los sulfitos han sido usados efectivamente para conservar la calidad de fresco de frutas y hortalizas cortados, pero están sujetos a restricciones regulatorias debido a sus efectos adversos sobre la salud. La FDA ha modificado la clasificación de los agentes sulfitantes, estableciendo que los sulfitos no son GRAS para el uso sobre frutas y vegetales que han de servirse o venderse como crudos. Los alimentos que contengan un nivel de agente sulfitante detectable, definido como 10 ppm, deben declarar su contenido en la etiqueta. Estos requerimientos tienen la intención de proveer alguna protección a los individuos sensibles al sulfito (Dziezak, 1986).

> Con la restricción del uso de sulfitos sobre frutas y vegetales que van a consumirse o venderse crudos al consumidor, o presentados como frescos, mucha investigación está siendo conducida para encontrar sustituyentes adecuados. Los sulfitos son agentes multifuncionales. La búsqueda de alternativas ha conducido a compuestos que son sustitutos efectivos solamente para una o más de las funciones obtenidas con los sulfitos. Probablemente la mejor alternativa al sulfito es el ácido ascórbico o combinaciones de ácido ascórbico con ácido cítrico u otros ácidos orgánicos (Wiley, 1994; Sapers, 1993; Gorny, 1996; Barrett, 1996 (como se citó en Piagentini, Pirovani y Güemes, 2004).

Ácido ascórbico:

El ácido ascórbico es un agente reductor, un antioxidante. Inhibe el amarronamiento en varias frutas y vegetales (Borenstein, 1987; Sapers y Ziolkowski, 1987; King y Bolin, 1989 (como se citaron en Piagentini et al.,2004); Soliva, 2002(como se citó en Infantes, 2015)).

> El ácido ascórbico (vitamina C) también funciona como un secuestrante (scavenger) de oxígeno, haciéndolo particularmente útil en productos que tienen aire en el espacio de cabeza. Alrededor de 3.5 mg de ácido ascórbico se requiere para secuestrar el oxígeno en 1 cm3 de aire de espacio de cabeza.
>
> El ácido ascórbico y varias de sus sales neutras y otros derivados han sido utilizados como antioxidantes GRAS en frutas y vegetales y sus jugos

para prevenir el amarronamiento y otras reacciones oxidativas. El O_2 secuestrado por el ácido ascórbico hace que el mismo se oxide para formar ácido dehidroascórbico perdiendo así su actividad antioxidante. El ácido ascórbico es considerado GRAS y no tiene restricciones sobre su nivel de uso (Dziezak,1986).

El ácido ascórbico se agrega junto con el ácido cítrico que tiende a mantener más ácido el nivel de pH y también actúa como un agente quelante sobre enzimas que contienen cobre como la PPO. El ácido ascórbico es un compuesto reductor moderadamente fuerte, es de naturaleza ácida, forma sales neutras con las bases, y es muy soluble en agua. Debido a que niveles tan bajos como 100 ppm de ácido ascórbico pueden inducir efectos prooxidativos, se sugiere usar niveles de 2000 ppm para prevenir estas reacciones (Wiley, 1994; Dziezak, 1986).

El ácido ascórbico es un inhibidor altamente efectivo del amarronamiento enzimático, en principio debido a su capacidad de reducir las quinonas, generadas por la oxidación catalizada por la PPO de los polifenoles, hacia los compuestos fenólicos, antes que continúen la reacción que conduce al amarronamiento. No obstante una vez que el ácido ascórbico agregado ha sido completamente oxidado a ácido dehidroascórbico por esta reacción, las quinonas pueden acumularse y conducir al amarronamiento. A altas concentraciones el ácido ascórbico también puede inhibir directamente la PPO (Sapers, 1993).

El agregado de antioxidantes, como el ácido ascórbico, previene la degradación de clorofila en espinaca (Baardseth y von Elbe, 1989; Heaton, Marangoni, 1996 (como se citó en Piagentini, Pirovani, y Güemes, 2004)). El agregado de ácido ascórbico aumentaría la biodisponibilidad de hierro en numerosos alimentos (Wolters et al., 1993 (como se citó en Piagentini et al., 2004)).

Los tratamientos realizados sumergiendo papas peladas enteras o en rodajas en soluciones de ácido ascórbico y ácido cítrico fueron efectivos para reducir el amarronamiento, manteniendo la apariencia, olor y textura del producto fresco (Langdon, 1987; Sapers, Miller, 1993).

Sapers y Ziolkowski (1987) determinaron que las soluciones de ácido ascórbico y ácido cítrico utilizadas para el tratamiento de manzana cortada y jugo de manzana fueron efectivas para reducir el amarronamiento. El amarronamiento enzimático de pulpas de manzana pudo prevenirse con el uso de ácido ascórbico (Lozano, Drudis y Ibarz, 1994 (como se citó en Piagentini et al.,2004). Los tratamientos con soluciones de ácido cítrico y ácido ascórbico podrían extender la vida útil de repollo cortado, principalmente evitando los cambios de color (Chen y Peng, 1980 (como se citó en Piagentini et al.,2004).

Estabilizante de textura (Sales de calcio)

Los tratamientos con calcio se han utilizado para extender la vida de anaquel de frutas y hortalizas mínimamente procesadas, ya que ayuda a mantener la integridad de la pared celular vegetal mediante la interacción con la pectina para formar pectato de calcio. Por lo tanto, las frutas y hortalizas tratadas con calcio, generalmente se mantienen más firmes que sus contrapartes (fresco sin tratamiento), durante el almacenamiento

(Barret, 2000; García y Barret 2002 (como se citó en Quevedo, Villegas, González y Rodríguez, 2005), Rico et al., 2007 (como se citó en Pérez y López, 2011).

El calcio, puede “activar algunas enzimas relacionadas con la degradación de los componentes de la pared celular, como la pectinmetilesterasa (PME)” (Silvia et al.,2006; Yildiz y Baysal, 2006 (como se citaron en García, 2012)). Otra enzima estrechamente vinculada con la degradación de la textura en frutas y hortalizas es “la poligalacturonasa (PG), que hidroliza los enlaces glicosídicos en materias pécticas” (Yildiz y Baysal, 2006). “El ácido carboxílico libre liberado por la PME, puede interactuar con el calcio para formar una red molecular que da lugar a una mejoría en la firmeza” (Alandes, Quiles, Pérez y Hernando, 2009 (como se citó en García, 2012)).

> Entre las sales de calcio se pueden encontrar al lactato de calcio (formada por la acción del ácido láctico sobre el carbonato de calcio) y al cloruro de calcio (formada por la acción de sales de calcio y iones de cloro), las cuales han sido utilizadas para conservar la integridad y la estructura de la pared celular (Lara, García y Vendrell, 2004 (como se citó en Contreras, Heredia, Sánchez, Angulo y Villareal, 2011). Además de fosfato de calcio, propionato de calcio y gluconato de calcio, la elección de la fuente apropiada depende de la bioviabilidad, solubilidad, sabor y su interacción con el alimento (Ayala y Gonzáles, 2011 (como se citó en Pérez y López, 2011).

El lactato de calcio se utiliza para tratar frutos delicados que tienen un índice de envejecimiento alto, como toronja, duraznos, melones, manzanas, entre otros. Se utiliza

en concentraciones de 0.5 a 2%, y se ha reportado como una buena alternativa al uso de cloruro de calcio, ya que evita el sabor amargo asociado con esta sal. Soliva et al., 2002 señalan que las inmersiones en disoluciones de cloruro de calcio de concentración de 0,1 a 1% han mejorado la textura de fruta fresca cortada. “El uso de tratamientos a base de calcio presenta una ventaja adicional, en algunos casos el producto final puede incrementar significativamente el contenido de calcio, lo que podría mejorar la apreciación de estos productos” (Rico et al.,2007 (como se citó en Pérez y López, 2011)).

“La aplicación de calcio a menudo resulta en la reducción de las tasas de respiración y producción de etileno, mayor firmeza y menos incidencia de desórdenes fisiológicos y pudriciones” (García et al., 1996).

Silveira, Aguayo, Chisari y Artés, 2011 citan algunos trabajos donde se ha usado sales de calcio, éstas incluyen melón en trozos (Lester y Grusak, 1999 (como se citó en García, 2012)), zanahoria en rodajas (Rico et al., 2007 (como se citó en Pérez y López, 2011)), lechuga fresca cortada (Martin et al., 2006), melón recién cortado (Luna et al., 1999 (como se citó en García, 2012)); Luna y Barret, 2000 (como se citó en León et al.,2007)); melón fresco cortado (Saftner et al., 2003 (como se citó en García, 2012)), y melón “piel de sapo” recién cortado (Belloso, Rojas, Oliu, 2000 (como se citó en García, 2012)).

> Para prolongar la vida de anaquel de tomates frescos cortados, además de una selección adecuada del genotipo, es necesaria la aplicación de tratamientos químicos, como las sales de calcio que actúan como agentes reafirmantes, debido a que los iones de calcio actúan sobre las cadenas de

pectina para formar puentes entre éstas, aumentando la fuerza de la pared celular tanto en tomates como otras frutas y hortalizas (Lara et al., 2004; Luna-Guzmán y Barret, 2000).

Cuando se combinan ácidos orgánicos y sales de calcio se obtienen resultados como la disminución de los cambios de color, sabor y textura, manteniendo la calidad organoléptica y frescura del vegetal mínimamente procesado por periodos de hasta siete días en refrigeración (Méndez, 2008; Quevedo et al., 2005; Yahia y Ariza, 2002; Artés, 2003 y Alegria et al.,2012 (como se citaron en Infantes, 2015).

Técnicas de envasado

Las tecnologías de envasado en atmósfera protectora (EAP) se aplican a multitud de productos de diversa naturaleza (vegetales, carnes, pescados, lácteos, etc.). Cuentan con una larga trayectoria en la conservación de determinados alimentos como los derivados cárnicos, el café y los snacks y resultan muy adecuados para los alimentos frescos y mínimamente procesados y los platos preparados.

Tienen como objetivo mantener la calidad sensorial de estos productos y prolongar su vida comercial, que llega a duplicarse e incluso triplicarse con respecto al envasado tradicional en aire. Implican la eliminación del aire contenido en el paquete seguida o no de la inyección de un gas o mezcla de gases seleccionado de acuerdo a las propiedades del alimento.

Estos sistemas de envasado generan un ambiente gaseoso óptimo para la conservación del producto donde el envase ejerce de barrera y aísla, en mayor o menor grado, dicho ambiente de la atmósfera externa.

Dependiendo de las modificaciones realizadas en el entorno del producto envasado se distinguen tres tipos de atmósferas protectoras:

Vacío: cuando se evacua por completo el aire del interior del recipiente.

Atmósfera controlada: si se inyecta un gas/ mezcla de gases tras la eliminación del aire y se somete a un control constante durante el periodo de almacenamiento.

Atmósfera modificada: cuando se extrae el aire del envase y se introduce, a continuación, una atmósfera creada artificialmente cuya composición no puede controlarse a lo largo del tiempo.

Envasado al vacío

El primer método de envasado en atmósfera protectora que se utilizó comercialmente fue el envasado al vacío (EV). Se trata de un sistema muy sencillo, que únicamente conlleva la evacuación del aire contenido en el paquete. Si el proceso se realiza de forma adecuada la cantidad de oxígeno residual es inferior al 1%.

En este caso, el material de envasado se pliega en torno al alimento como resultado del descenso de la presión interna frente a la atmosférica. Dicho material debe presentar una permeabilidad muy baja a los gases, incluido el vapor de agua. Inicialmente, el vacío se limitaba al envasado de

carnes rojas, carnes curadas, quesos duros y café molido. En cambio, en la actualidad se aplica a una extensa variedad de productos alimenticios.

Ventajas del envasado al vacío:

Con respecto a otros sistemas de envasado en atmósfera protectora el EV presenta las siguientes ventajas:

- Dentro de los distintos métodos de envasado en atmósfera protectora es el más sencillo y económico puesto que no hay consumo de gases en él.
- La baja concentración de oxígeno que permanece en el envase tras evacuar el aire inhibe el crecimiento de microorganismos aerobios y las reacciones de oxidación.
- Favorece la retención de los compuestos volátiles responsables del aroma. Este aspecto es muy apreciado por el consumidor en determinados productos como el café.
- Impide las quemaduras por frío, la formación de cristales de hielo y la deshidratación de la superficie del alimento gracias a la barrera de humedad de pequeño espesor existente entre el material de envasado y el producto.

Desventajas del envasado al vacío:

Sus principales inconvenientes en comparación con otros procesos de envasado en atmósfera protectora son:

- Es un método poco recomendable para productos de textura blanda o frágil, con formas irregulares y para aquellos en los que su presentación es de gran importancia (como los platos preparados) porque pueden deformarse de manera irreversible con el vacío.
- Deben extremarse las precauciones en alimentos con superficies cortantes o salientes para evitar la rotura del material de envasado al evacuar el aire.
- Tampoco es adecuado para alimentos que precisan cierta cantidad de oxígeno. Por ejemplo, las carnes rojas sufren variaciones de color en ausencia de este gas que resultan poco atractivas para el consumidor.
- En ocasiones, la formación excesiva de arrugas en el material de envasado dificulta la visualización del producto y su presentación final resulta menos agradable.
- En algunos casos, se ha observado la acumulación de exudado en productos envasados al vacío durante periodos de tiempo prolongados.

(García, Gago y Fernández).

Atmósferas modificadas

La técnica de conservación en atmósfera modificada (AM) consiste en empacar los productos alimenticios en materiales con barrera a la difusión de los gases, en los cuales el ambiente gaseoso ha sido modificado para disminuir el grado de respiración, reducir el crecimiento microbiano y

> retrasar el deterioro enzimático con el propósito de alargar la vida útil del producto (González, 2000 (como se citó en Ospina y Cartagena, 2008)).
>
> Dependiendo de las exigencias del alimento a envasar, se requerirá una atmósfera con ambientes ricos en CO_2 y pobres en O_2 los cuales reducen el proceso de respiración en los productos, conservando sus características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas por un mayor tiempo, y en función de ésta, se elegirá el empaque o película de protección que también tendrá que ofrecer una transparencia que permita visualizar los productos y que brinde resistencia mecánica (Parry, 1995 (como se citó en Ospina y Cartagena, 2008)).

"El envasado en AM es un método de empaquetado que implica la eliminación del aire del interior del envase y su sustitución por un gas o mezcla de gases, la mezcla de gases a emplear depende el tipo de producto" (Drake, 2004 (como se citó en Ospina y Cartagena, 2008). "La atmósfera gaseosa cambia continuamente durante todo el período de almacenamiento por la influencia de diferentes factores como la respiración del producto envasado, cambios bioquímicos y la lenta difusión de los gases a través del envase" (Parry, 1995 (como se citó en Ospina y Cartagena, 2008)).

> La técnica de conservación basada en la modificación de la atmósfera que rodea el producto es efectiva como alternativa complementada con la refrigeración. En la AC la concentración de gases introducida inicialmente se mantiene constante a través del todo el período de almacenamiento, mediante monitoreos y ajustes continuos, pero en las AM la concentración

de los gases cambia pasivamente y depende de la tasa de respiración del producto y de las características de las películas utilizadas. El uso adecuado de las AM y AC trae efectos beneficiosos al producto, como disminución en la velocidad de respiración, reducción de los efectos del etileno, retención de la firmeza y la turgencia, mantenimiento de la calidad nutritiva del producto, disminución de la incidencia del daño por frío, reducción del pardeamiento enzimático y menor crecimiento microbiano, aumentando la vida comercial del producto (Rodríguez, Rivera y González, 2005 (como se citó en Lemoine, 2009)).

Cuando la velocidad de consumo de O_2 y producción de CO_2 es acompañada con un buen intercambio gaseoso de la película, es posible tener una AM adecuada para el producto. El equilibrio se logra después de determinado tiempo, dependiendo de los requerimientos del producto vegetal y permeabilidad, los cuales están en función de la temperatura y humedad relativa de almacenamiento. Cuando se alcanza el equilibrio pueden lograrse concentraciones alrededor del producto entre 2-5% de O_2 y 3-8% de CO_2 (Ospina y Cartagena, 2008). Se ha observado que estas concentraciones son eficaces para ampliar la vida útil de una amplia gama de frutas y hortalizas retrasando los procesos de maduración y de senescencia, tales como degradación de la clorofila, ablandamiento, oscurecimiento enzimático y disminución de los síntomas de daño por frío (Parry, 1995).

“La mayor parte de frutas y hortalizas frescas son sensibles a condiciones de anaerobiosis por lo que deben almacenarse con al menos 5% de O_2 “(Del Valle y Palma, 2002 (como se citó en Escobar et al., 2013). En una atmósfera modificada bajo condiciones de equilibrio, las velocidades de producción de CO_2 y de consumo de O_2 son iguales a las velocidades de permeación de los gases que pasan a través de la película, además un sistema de AM deberá tener un balance óptimo de niveles de CO_2 y O_2 durante el almacenamiento, transporte, manipulación y distribución del producto empacado.

“Los gases de mayor importancia en AM para frutas y vegetales frescos son O_2, N_2 y CO_2 “(PHillips, 1996).

> El O_2 es necesario tanto por los microorganismos aerobios como por los tejidos del vegetal almacenado, participando en algunas reacciones enzimáticas. En AM se busca la reducción hasta los niveles más bajos posibles de O_2, pero a niveles a los cuales aún se cubran los requerimientos del mismo para la respiración, la retención de color, o para evitar condiciones anaerobias (Welti et al., 2005 (como se citó en Escobar et al.,2013)). El N_2 es un gas inerte, con baja solubilidad en agua y grasas, y se usa fundamentalmente para desplazar el O_2 y para prevenir el enranciamiento en frutos secos. El CO_2 ejerce un efecto inhibitorio sobre el crecimiento bacteriano, especialmente contra bacterias aerobias degradativas gram negativas, tales como Pseudomona ssp., las que provocan pérdida de color y malos olores en los alimentos (García, 2008).

Ventajas del envasado en atmósfera modificada:

Frente a otras tecnologías de envasado en atmósfera protectora el EAM ofrece las siguientes ventajas:

- Es un sistema aplicable a una amplia variedad de productos (vegetales, cárnicos, lácteos, etc.) independientemente del tratamiento de elaboración y conservación al que se someten (frescos, refrigerados, congelados) y de sus características (el EAM es válido para alimentos de textura blanda).
- Mantiene la calidad organoléptica del producto porque inhibe las reacciones de pardeamiento, de oxidación, preserva el color rojo en la carne fresca, etc.
- Soporta el metabolismo activo de los productos frescos y mínimamente procesados.

Desventajas del envasado en atmósfera modificada:

Entre los principales inconvenientes de este sistema de envasado se encuentran:

- Es imprescindible realizar un buen diseño de la atmósfera interna para garantizar la conservación del producto durante el tiempo necesario.
- Una vez cerrado el envase no puede controlarse la composición gaseosa del espacio de cabeza y, por tanto, no hay posibilidad de compensar las variaciones que ocurren en ella causadas por el

metabolismo del propio alimento, la salida de los gases a través del material de envasado, etc.

- Los costes se incrementan por el consumo de gases de envasado y la inversión inicial en los sistemas de control de fugas.
- Se requiere más espacio para el almacenamiento, transporte y exposición en el punto de venta de los paquetes con atmósfera modificada porque tienen un volumen mayor.
- Pueden aparecer problemas de colapso del envase y formación de exudado en atmósferas con una proporción elevada de dióxido de carbono.

Los términos “envasado en atmósfera controlada” y “envasado en atmósfera modificada” se utilizan con frecuencia como sinónimos. Sin embargo, esto es incorrecto porque son dos sistemas de conservación diferentes. En el EAM el paquete se cierra herméticamente tras la introducción de los gases y, a partir de ese momento, el productor no puede variar la composición de la atmósfera interna a voluntad como sucede en el EAC.

Generación de la atmósfera modificada:

Modificación pasiva.

Después de ser cosechadas, las frutas y vegetales frescos continúan sus procesos metabólicos, consumen O_2 y producen Dióxido de Carbono y vapor de agua. La modificación de la atmósfera alrededor del producto se lleva pasivamente por efecto de la respiración y permeabilidad de la

película. Cuando el producto fresco es envasado, se llevan a cabo dos procesos simultáneos: la respiración del producto y la permeación de los gases a través de la película plástica.

Cuando la velocidad de consumo de O2 y producción de Dióxido de Carbono es acompañada con un buen intercambio gaseoso de la película, es posible tener una AM adecuada para el producto. El equilibrio se logra después de determinado tiempo, dependiendo de los requerimientos del producto vegetal y permeabilidad, los cuales están en función de la temperatura y humedad relativa de almacenamiento. Cuando se alcanza el equilibrio pueden lograrse concentraciones alrededor del producto entre 2-5% de O_2 y 3-8% de CO_2 . Se ha observado que estas concentraciones son eficaces para ampliar la vida útil de una amplia gama de frutas y hortalizas retrasando los procesos de maduración y de senescencia, tales como degradación de la clorofila, ablandamiento, oscurecimiento enzimático y disminución de los síntomas de daño por frío.

Si se elige una película de una adecuada permeabilidad intermedia, se establecerá una de equilibrio cuando las intensidades de transmisión del O_2 y del CO_2 a través del envase sean iguales a la intensidad de respiración del producto.

Envasado activo.

Se refiere a la incorporación de ciertos aditivos en la matriz del envase o dentro del envase para modificar la atmósfera dentro del envase y

prolongar la vida de anaquel del producto. Bajo esta definición, el envasado activo puede utilizar: absorbedores de O_2, absorbedores-liberadores de CO_2 , liberadores d etanol y absorbedores de etileno. Esta tecnología es relativamente nueva, sin embargo, los costos son más altos que la AM normal. Para el caso de absorbedores de O_2 el costo aditivo es de US$ 0,25 a US$ 0,75 por envase.

El O_2 y el CO_2 son moléculas fundamentales en el metabolismo primario y secundario de frutas y hortalizas. Su influencia radica en la modificación del comportamiento de la planta que se traduce en la prolongación de la vida comercial. Los bajos niveles de O_2 retardan la respiración y el metabolismo de carbohidratos, y los altos niveles de CO_2 empleados en la atmósfera de almacenamiento actúan eficientemente en retardar los mecanismos dependientes de la síntesis de etileno, como la degradación de la pared celular y los cambios de color. En especies como manzana y pera la degradación de ácidos orgánicos se reduce en condiciones de atmósfera modificada o controlada, dicha reducción puede ser explicada como un incremento en la fijación del CO_2, reducción de la respiración y un menor consumo de los mismos (Beaudry 1999; Hernández et ál. 2000; Castro et ál. 2009).

Beaudry (1999) agrupa los efectos de la manipulación del O_2 y el CO_2 en efectos sobre la producción de etileno, efectos sobre el metaboli2smo primario y efectos sobre el metabolismo secundario. En el primer caso, el

aumento de la presión parcial del CO_2 y la disminución de la presión parcial de O_2 disminuyen la respuesta del etileno; si la presión parcial del O_2 disminuye a 2,8 kPa o si la del CO_2 aumenta hasta 1,55 kPa el etileno se inhibe, con lo cual se puede afirmar que la modificación de la atmósfera retrasa el proceso de maduración en frutos climatéricos, no sólo porque disminuye la actividad respiratoria, sino porque se disminuye la acción del etileno.

En cuanto al metabolismo primario, Beaudry (1999) anota que el primer efecto es la reducción de la respiración y la disminución de la actividad de algunas enzimas como el piruvato kinasa que cataliza el paso final del glicólisis. Si la presión parcial de O_2 se reduce a niveles menores de 2 kPa, disminuyen la disponibilidad de esqueletos de carbono y la energía para la síntesis de proteínas, induciéndose la fermentación. Dicha condición puede agravarse si las presiones parciales de CO_2 alcanzan niveles de 20 kPa; aún con concentraciones de 5 kPa de CO_2 se ha encontrado que se disminuye la utilización de azúcares.

La disminución de O_2 y el aumento de CO_2 en la generación de las atmósferas modificadas afectan tres procesos del metabolismo secundario, como son el metabolismo de pigmentos, el de fenoles y el de compuestos volátiles. En general, la degradación de la clorofila, el pardeamiento por acción de la polifenoloxidasa y la síntesis de compuestos volátiles disminuyen con la baja de la presión parcial de O_2 (Mathooko 1996).

La atmósfera modificada se logra envasando órganos vegetales en una película de polímero plástico de dimensiones reducidas, relativamente permeable a los gases del aire (O_2, CO_2, N_2, Vapor de H2O y C2H4) y provista de un cierre hermético. Es un método complementario del frío y su principal efecto es la reducción de la intensidad respiratoria, retrasando la aparición del climaterio, o en algunos casos, desapareciendo el pico climatérico (Kader 1986; 1992).

En síntesis, la atmósfera gaseosa cambia continuamente durante todo el periodo de almacenamiento, por la influencia de diferentes factores (respiración, cambios bioquímicas y difusión de gases a través del envase. Mantiene la calidad organoléptica del producto porque inhibe las reacciones de pardeamiento, de oxidación, preserva el color rojo en la carne fresca, etc. Soporta el metabolismo activo de los productos frescos y mínimamente procesados.

Materiales de envasado en atmósfera modificada

El envasado en atmósferas modificadas se realiza en materiales plásticos como las películas poliméricas, que poseen una permeabilidad que se define como la transmisión de un agente que penetra a través de un material resistente.

Las películas poliméricas son materiales flexibles que contienen uno o más polímeros de gran tamaño, los polímeros son moléculas orgánicas que pueden ser sintetizadas en monómeros; Las películas se obtienen por

aplicación de calor y en su fabricación pasan por estado líquido para ser moldeadas de diferentes formas.

Los principales materiales utilizados para el envasado de productos mínimamente procesados son: Polibutileno, polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, polipropileno, cloruro de polivinilo, poliestireno (Izquierdo y Naranjo, 2006).

Metodología

A continuación, se especifica la materia prima y preparación de esta, se describen cada una de las operaciones y tratamientos empleados en las hortalizas para prolongar su vida útil, además del modelo experimental para llevar a cabo el proceso.

Materia prima

Los productos vegetales utilizados en esta investigación: (Lechuga Romana (*Lactuca sativa L*), Tomate Chonto (*Solanum lycopersicum*) y Zanahoria (*Daucus carota*), fueron suministrados por la empresa SiembraViva (Medellín, Colombia).

Localización

El procesamiento de los vegetales se realizó en la planta piloto de la Empresa SiembraViva (Medellín, Colombia), y el estudio de cada una de las variables se llevó acabo en las instalaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - INTAL (Itagüí, Colombia).

Verificar la inocuidad de los productos frescos cosechados bajo sistemas de producción orgánica

Las hortalizas seleccionadas para la investigación son provenientes de la empresa Siembra Viva, la cual tiene implementado un sistema de producción orgánica, las muestras son seleccionadas al azar de diferentes lotes para los posteriores análisis.

Análisis microbiológicos

Para determinar la calidad microbiológica de las hortalizas frescas se utilizaron 400 gr cada muestra (Lechuga Romana, Zanahoria, Tomate Chonto) luego de ser sometidas a un proceso de lavado y desinfección con la aplicación de una solución

desinfectante Citrosan ® (200 ppm); se realiza la detección de *Escherichia Coli* y *Salmonella spp*, así como el recuento de *Aerobios mesófilos*, *Listeria* y *Coliformes totales*. Todos estos análisis se efectuaron de acuerdo a la norma NTC 6005/2013 por el laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - INTAL (Itagüí, Colombia).

Análisis de Residuos de Plaguicidas

Se emplearon 600 gr de cada hortaliza, seleccionadas al azar de diferentes lotes, cada una de las muestras se sometieron a procesos de extracción para determinar los residuos de pesticidas siguiendo las normas UNE-EN 15662 de 2009; teniendo en cuenta los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos para consumo humano que establece el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y de la Protección Social en la Resolución 2906/2007. Estos análisis fueron realizados por el laboratorio de Trazabilidad y Residualidad del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - INTAL (Itagüí, Colombia).

Analizar cómo influye el tipo de corte en el comportamiento fisiológico de las hortalizas objeto de estudio

Preparación de las muestras y condiciones de almacenamiento

Inicialmente, las hortalizas se sometieron a un proceso de selección, lavado y desinfección con la aplicación de una solución desinfectante Citrosan ® (200 ppm) y posteriormente, las hortalizas se procesaron según los cortes definidos (Ver Tabla 1). Las zanahorias y los tomates fueron procesados mecánicamente mediante una cortadora de hortalizas CA-301 (SAMMIC, Azcoitia, España) (ver figura 1); mientras que la lechuga

romana se cortó manualmente con un cuchillo de cerámica. Seguidamente, se eliminó el exceso de agua en cada una de las hortalizas de estudio, con un escurridor de verduras ES-200 (SAMMIC, Azcoitia, España) operando a 300 min^{-1} durante 5 min.

Tabla 1. Tipos de corte para cada hortaliza.

Hortaliza	Cortes de procesamiento
Zanahoria	Rallada, cubos, julianas
Lechuga Romana	Julianas de 2, 3 y 4 cm de ancho
Tomate Chonto	Rodajas, cubos, julianas

Figura 1. Procesador de vegetales.

Finalmente; cada hortaliza procesada se dispuso en frascos de vidrio, hasta el 50% de su capacidad (4000 mL) (Ver figura 2), cerrado herméticamente para sus respectivos análisis. El almacenamiento de las muestras se realizó a una temperatura de 4 ± 2ºC y una humedad relativa de 95 ± 2%, hasta consumo total del O_2.

Figura 2. Envasado de vegetales.

Medición de la actividad respiratoria

Se eligió un sistema estático para determinar la actividad respiratoria de cada hortaliza. En este caso se determinó depositando el producto en un recipiente impermeable (envase de vidrio). Todos los envases se cerraron herméticamente y se mantuvieron en las mismas condiciones de almacenamiento. En la tapa de los recipientes de vidrio se colocó un septum a través del cual se evaluaron los cambios en la composición de la atmósfera interna. Diariamente se analizó el contenido en O_2, y CO_2 con un analizador de gas Check Point O_2 (PBI Dansensor, Mocon Europe A/S Dansensor, Ringsted, Dinamarca), (Rico, Martin, Barry, Henehan, Barat, y Frias, 2008) (Ver figura 3). La actividad respiratoria de los vegetales procesados se expresó en términos de porcentaje de consumo de O_2 y porcentaje de producción de CO_2. Los análisis se llevaron a cabo durante un tiempo suficiente para que la concentración de O_2 en el espacio de cabeza fuera cercana al 0%.

Figura 3. Analizador de gases.

Determinación de la transpiración

Se determinó mediante la perdida fisiológica de peso; para ello se utilizó el método gravimétrico empleando una balanza analítica de precisión 0,0001 g (Marca Ohaus, PA 214, Pioneer, Mexico). A cada producto en el recipiente se le elimino el exudado y se pesó (Ver figura 4). La transpiración se expresó en términos de porcentaje de pérdida de peso, como porcentaje respecto al peso inicial. (Ecuación 1).

$$\%\ Ppx = \frac{100(M_0 - M_x)}{M_0} \qquad [1]$$

Donde %Ppx = pérdida de peso de la muestra a los x días, [g/100g]

M0 = peso de la muestra a los 0 días, [g]

Mx = peso de la muestra a los x días, [g]

Figura 4. Determinación de la transpiración.

Modelo estadístico

Se realizó un análisis de varianza multifactorial donde se evaluaron los factores tipo de corte y tiempo (días) de almacenamiento para cada hortaliza. Como variables respuesta se midieron la actividad respiratoria (%CO_2, %O_2) y la transpiración (% Pérdida de peso). Las diferencias entre medias de tratamiento se analizaron mediante el método de comparaciones múltiples LSD, con nivel de confianza del 95%, y un nivel de potencia del 80%. Por cada tratamiento se emplearon dos réplicas. Para el análisis de los datos se empleó el programa Statgraphics (16.2), licencia amparada por la Corporación Universitaria Lasallista.

Evaluar el efecto de los tratamientos químicos y el sistema de envasado sobre el tiempo de vida útil de las hortalizas mínimamente procesadas

Selección de los tratamientos químicos

El corte seleccionado en cada hortaliza (Zanahoria rallada, Tomate Chonto en julianas, y Lechuga Romana 3 cm de ancho) fue empleado para evaluar el efecto de los

tratamientos químicos. Los rangos de los aditivos (ver tabla 2) se toman teniendo en cuenta otros estudios realizados, ya que la normatividad no establece un límite, según BPF.

Tabla 2. Rangos aditivos para tratamiento químico.

Aditivos	Mínimo (%)	Máximo (%)
Cloruro de Calcio	0,5	2
Ácido Cítrico	0	0,5
Ácido Ascórbico	0	1

Se realizó un diseño de mezclas con los aditivos (cloruro de calcio, ácido cítrico, ácido ascórbico), obteniéndose 6 mezclas (Tabla 3). A cada hortaliza se le aplico el tratamiento químico, se realizó una aspersión de tal modo que cada hortaliza quedara en contacto con el producto dejándose actuar por 10 minutos (Ver figura 5). Seguidamente, se eliminó el exceso de agua en cada una de las hortalizas de estudio, con un escurridor de verduras ES-200 (SAMMIC, Azcoitia, España) operando a 300 min^{-1} durante 5 min. Finalmente; cada hortaliza procesada se dispuso en un material polimérico (BOPP/PEBD) hasta el 50% de su capacidad y se sellaron manualmente. El almacenamiento de las muestras se realizó a una temperatura de 4 ± 2ºC y una humedad relativa de 95 ± 2%.

Tabla 3. Diseño de mezclas tratamientos químicos.

Cloruro de Calcio	Ácido cítrico	Ácido ascórbico
1	0	1
2	0	0
1	0,5	0,5
0,5	0,5	1
1,25	0,25	0,5
1,5	0,5	0

Figura 5. Aplicación tratamientos químicos.

Estas mezclas fueron evaluadas por el panel sensorial (Ver figura 6) (apariencia, textura, olor, sabor), empleando una escala de 1 a 5, donde 5 es similar a la muestra patrón (Formato Apéndice 16); con el fin de obtener los tratamientos óptimos para cada hortaliza. Para la selección se empleó un modelo descriptivo multivariado.

Figura 6. Evaluación y selección tratamientos óptimos por panel sensorial.

Vida útil de los tratamientos químicos

Con el tratamiento óptimo en cada hortaliza se procedió a determinar la vida útil de cada una de estas. A cada hortaliza se le aplico el tratamiento óptimo (Tabla 4) seleccionado, luego se realizó una aspersión de tal modo que cada hortaliza quedara en contacto con el producto dejándose actuar por 10 minutos. Seguidamente, se eliminó el

exceso de agua en cada una de las hortalizas de estudio, con un escurridor de verduras ES-200 (SAMMIC, Azcoitia, España) operando a 300 min^{-1} durante 5 min.

Tabla 4. Tratamientos químicos óptimos.

Hortaliza	Tratamiento	%
Zanahoria	Cloruro de Calcio Ácido Cítrico Ácido Ascórbico	1.5 0.3 0.2
Lechuga Romana	Cloruro de Calcio	2
Tomate Chonto	Cloruro de Calcio Ácido Ascórbico	1.7 0.3

Finalmente; cada hortaliza procesada se dispuso en un material polimérico (BOPP/PEBD) hasta el 50% de su capacidad y fueron selladas manualmente. El almacenamiento de las muestras se realizó a una temperatura de 4 ± 2ºC y una humedad relativa de 95 ± 2%, hasta fallo de las muestras.

Análisis fisicoquímicos:

Actividad respiratoria.

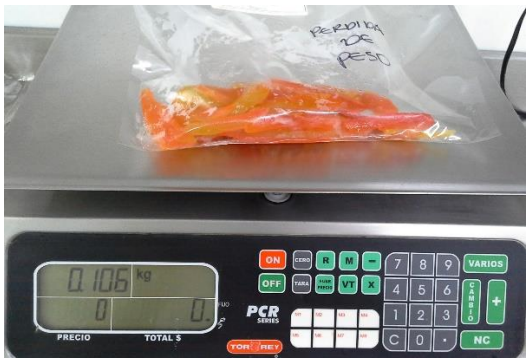
Diariamente se analizó el contenido en O_2, y CO_2 con un analizador de gas Check Point O_2 (PBI Dansensor, Mocon Europe A/S Dansensor, Ringsted, Dinamarca) hasta el fallo de la muestra (Ver figura 7). La actividad respiratoria de los vegetales procesados se expresó en términos de porcentaje de consumo de O_2 y porcentaje de producción de CO_2.

Figura 7. Medición de la actividad respiratoria, vida útil tratamientos químicos.

Transpiración.

Se determinó mediante la perdida fisiológica de peso; para ello se utilizó el método gravimétrico empleando una balanza analítica de precisión 0,0001 g (Marca Ohaus, PA 214, Pioneer) (Ver figura 8). La transpiración se expresó en términos de porcentaje de pérdida de peso, como porcentaje respecto al peso inicial. (Ecuación 1)

Figura 8. Medición de la transpiración, vida útil tratamientos químicos.



pH.

Luego de macerar la muestra el pH se determinó usando un pH-metro (Marca Schott Instruments, Handylab pH/ LF 12) de acuerdo con la norma AOAC 981.12 de

2005. El equipo se ajustó con las disoluciones tampón de pH 4 y 7 a la temperatura de trabajo, a continuación, se efectuó la lectura del pH de la muestra (Ver figura 9).

Figura 9. Medición de pH, vida útil tratamientos químicos.

Color.

Se realizo en un espectro colorímetro de esfera (X-rite, SP62-801), utilizando la escala de CIE L*a*b* (Ver figura 10). El valor de estos parámetros para cada una de las muestras se obtuvo promediando los resultados de tres lecturas efectuadas en la zona ecuatorial. Donde L* indica luminosidad y va de 0 (negro) a 100 (blanco), C* corresponde a la saturación del color, h* representa el tono, Los otros dos ejes de coordenadas a* y b*, y representan variación entre rojizo-verdoso, y amarillento-azulado, respectivamente.

Figura 10. Medición de color, vida útil tratamientos químicos.

Calidad sensorial:

Se utilizó un descriptor general de calidad sensorial (apariencia, olor, sabor y textura), empleando una prueba triangular (ver formato Apéndice 18) donde el panel compuesto por 6 jueces determinó la aceptación o el rechazo de la muestra (Ver figura 11).

Figura 11. Evaluación sensorial, vida útil tratamientos químicos.

Calidad microbiológica:

Para determinar la calidad microbiológica de cada muestra se realizó la detección de *Escherichia Coli*, *Listeria Monocytogenes* y *Salmonella Spp*; el recuento de *Aerobios Mesófilos, Coliformes Totales*. Todos estos análisis se efectuaron de acuerdo a la norma NTC 6005/2013 por el laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria INTAL (Itagüí,Colombia).

Modelo estadístico:

Se realizó un análisis de varianza, donde se evaluó el factor tiempo (días) de almacenamiento para cada hortaliza. Como variables respuesta se midieron la actividad respiratoria (%CO_2, %O_2), la transpiración (% Pérdida de peso), pH, Color y Calidad sensorial. Las diferencias entre medias de tratamiento se analizaron mediante el método de comparaciones múltiples LSD, con nivel de confianza del 95%, y un nivel de potencia del 80%. Por cada tratamiento se emplearon dos réplicas.

En el análisis sensorial se emplearon modelos probabilísticos; para determinar la distribución que mejor se justa a los tiempos de fallo se utilizó la prueba bondad de ajuste (Kolmogorov- Smirnov). Para el análisis de los datos se empleó el programa Statgraphics (16.2), licencia amparada por la Corporación Universitaria Lasallista.

Sistema de envasado

A cada hortaliza se le aplico el corte y tratamiento químico seleccionado, seguidamente se eliminó el exceso de agua en cada una de las hortalizas de estudio, con un escurridor de verduras ES-200 (SAMMIC, Azcoitia, España) operando a 300 min^{-1} durante 5 min.

Finalmente; cada hortaliza procesada se dispuso en un material polimérico (BOPP/PEBD) hasta el 50% de su capacidad, la mitad de las muestras fueron envasadas con una mezcla (5% O_2, 5% CO_2, 90% N_2), y la otra mitad con vacío al 90% en una empacadora al vacío SV-520 SD (SAMMIC, Azcoitia, España) (Ver figura 12). El almacenamiento de las muestras se realizó a una temperatura de 4 ± 2ºC y una humedad relativa de 95 ± 2%, hasta fallo de las muestras.

Figura 12. Empacadora, vida útil sistemas de envasado.

Análisis fisicoquímicos:

Actividad respiratoria.

Diariamente se analizó el contenido en O_2, y CO_2 con un analizador de gas Check Point O_2 (PBI Dansensor, Mocon Europe A/S Dansensor, Ringsted, Dinamarca) hasta fallo de las muestras (Ver figura 13). La actividad respiratoria de los vegetales procesados se expresó en términos de porcentaje de consumo de O_2 y porcentaje de producción de CO_2.

Figura 13. Medición de la actividad respiratoria, vida útil sistemas de envasado.

Transpiración.

Se determinó mediante la perdida fisiológica de peso; para ello se utilizó el método gravimétrico empleando una balanza analítica de precisión 0,0001 g (Marca Ohaus, PA 214, Pioneer) hasta fallo de las muestras (Ver figura 14). La transpiración se expresó en términos de porcentaje de pérdida de peso, como porcentaje respecto al peso inicial. (Ecuación 1).

Figura 14. Medición de la transpiración, vida útil sistemas de envasado.

pH.

Luego de macerar la muestra el pH se determinó usando un pH-metro (Marca Schott Instruments, Handylab pH/ LF 12) de acuerdo con la norma AOAC 981.12 de 2005. El equipo se ajustó con las disoluciones tampón de pH 4 y 7 a la temperatura de trabajo, a continuación, se efectuó la lectura del pH de la muestra (Ver figura 15).

Figura 15. Medición de pH, vida útil sistemas de envasado.

Color.

Se realizo en un espectro colorímetro de esfera (X-rite, SP62-801), utilizando la escala de CIE L*a*b* (Ver figura 16). El valor de estos parámetros para cada una de las muestras se obtuvo promediando los resultados de tres lecturas efectuadas en la zona ecuatorial. Donde L* indica luminosidad y va de 0 (negro) a 100 (blanco), C* corresponde a la saturación del color, h* representa el tono, Los otros dos ejes de coordenadas a* y b*, y representan variación entre rojizo-verdoso, y amarillento-azulado, respectivamente.

Figura 16. Medición de color, vida útil sistemas de envasado.

Calidad sensorial:

Se utilizó un descriptor general de calidad sensorial (apariencia, sabor, aroma y textura bucal) empleando una escala de 1 a 5, donde 5 es similar a la muestra patrón (ver formato Apéndice 28). Se utilizó un panel sensorial compuesto por 6 jueces entrenados, en la evaluación se determinó la aceptación o el rechazo de la muestra (Ver figura 17).

Figura 17. Evaluación sensorial, vida útil sistemas de envasado.

Calidad microbiológica:

Para determinar la calidad microbiológica de cada muestra se realizó la detección de *Escherichia Coli, Listeria Monocytogenes* y *Salmonella Spp*; el recuento de *Aerobios Mesófilos, Coliformes Totales*. Todos estos análisis se efectuaron de acuerdo a la norma NTC 6005/2013 por el laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria INTAL (Itagüí,Colombia).

Modelo estadístico:

Se realizó un análisis de varianza multifactorial, donde se evaluaron los factores tiempo (días) de almacenamiento y tratamiento (sistema de envasado) para cada hortaliza. Como variables respuesta se midieron la actividad respiratoria (%CO_2, %O_2), la transpiración (% Pérdida de peso), pH, Color y Calidad sensorial. Las diferencias entre medias de tratamiento se analizaron mediante el método de comparaciones múltiples LSD, con nivel de confianza del 95%, y un nivel de potencia del 80%. Por cada tratamiento se emplearon dos réplicas.

En el análisis sensorial se empleó un modelo de regresión logística; donde la variable respuesta es aceptación o rechazo de la muestra. La ecuación matemática (2) que representa el modelo es:

$$y = \frac{e^{\lambda}}{1+e^{\lambda}} \quad \lambda = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon \qquad [2]$$

Para el análisis de los datos se empleó el programa Statgraphics (16.2), licencia amparada por la Corporación Universitaria Lasallista.

Resultados y discusión

Verificar la inocuidad de los productos frescos cosechados bajo sistemas de producción orgánica

Análisis microbiológicos

Cada hortaliza luego de ser sometidas a un proceso de lavado y desinfección se encontró que la muestra 1 y 2 de Lechuga Romana, 1 y 2 de Zanahoria y 1 y 2 de Tomate Chonto cumplen el parámetro de ausencia de *Listeria Monocytogenes y Salmonella*, y tienen <10 ufc/g de *E.Coli*. El rango establecido en la norma de *Aerobios Mesófilos* es de Max 1000000 ufc/g, según el resultado la Lechuga Romana tiene 34000 ufc/g y 33000 ufc/g, la Zanahoria 130000 ufc/g y 24000 ufc/g respectivamente y el Tomate Chonto 120 ufc/g y 190 ufc/g, cumpliendo así con este rango. Según los resultados obtenidos por los análisis realizados de acuerdo a la norma NTC 6005/2013 (Apéndice 1,2,3,4,5,6), se concluye que todas las muestras cumplen los parámetros establecidos en esta norma, por lo cual son aptas para el procesamiento y consumo humano.

> Las hortalizas de hoja mínimamente procesadas, son productos listos para comer muy atractivos para los consumidores que buscan comidas saludables y convenientes. Sin embargo, la seguridad microbiológica de estos alimentos es una preocupación especial debido a la ausencia de tratamientos letales durante el procesamiento (Oliveira, de Souza, Morato, Alzira y Pereira, 2011).
>
> Durante la cosecha, el microbiota superficial de vegetales comprende principalmente saprófitos gram negativos, pero también se pueden

encontrar microorganismos patógenos. Las verduras pueden albergar *Escherichia Coli* patógena y *Salmonella Spp*. Entero bacterias involucradas en grandes brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos en todo el mundo, que causan síntomas de gastroenteritis e incluso infecciones crónicas (D'Aoust, 2007 y Francis, Tomas y O´Beirne, 1999 (como se citó en De Olivera et al., 2011)).

La *Listeria Monocytogenes* también puede contaminar los vegetales listos para comer, y es un microorganismo psicrotolerante y ubicuo que causa listeriosis, una infección atípica con baja mortalidad, pero altas tasas de mortalidad entre los ancianos, las mujeres embarazadas y las personas inmunocomprometidas (Abadias, Usual, Anguera, Solsona y Viñas, 2008; Beuchat, 1996 y FDA, 2003 (Como se citó en De Olivera, de Souza, Morato, Alzira y Pereira, 2011)).

Análisis de Residuos de Plaguicidas

Según el concepto de resultados emitido por el laboratorio de Trazabilidad y Residualidad del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - INTAL (Itagüí, Colombia) (Apéndice 7, 8, 9,10, 11), la Lechuga Romana cumple con el criterio para el contenido de plaguicidas (ABAMECTIN, FENHEXAMIDE, PIPERONIL BUTÓXIDO), las muestras de Zanahoria cumple el criterio para el contenido de plaguicidas (CARBARILO, CARBENDAZIM, METALAXIL, PIRACLOSTROBIN, TRIFLOXISTROBIN) y las muestras de Tomate Chonto cumple también el criterio para el contenido de plaguicidas (ABAMECTIN, BENALAXILO, BITERTANOL, BUPROFEZIN, CARBARILO,

CARBENDAZIM, CIPRODINILO, CIROMAZINA, CLETODIM, FAMOXADONA, FENHEXAMIDE, HEXITIAZOX, IMIDACLOPRID, INDOXACARB, METALAXIL, METOXIFENOZIDA, MICLOBUTANILO, OXAMILO, PENCONAZOL, PIPERONIL BUTÓXIDO, PIRACLOSTROBIN, PIRIMICARB, PROPAMOCARB, PROPARGITA, SPINOSAD, TEBUFENOZIDA, TRIADIMEFON, TRIADIMENOL,TRIFLOXISTROBIN) establecido en la resolución.

Por lo cual, al tratarse de productos cultivados bajo sistemas de producción orgánica y que son destinados a consumo humano, cumplen con los límites máximos de Residuos de Plaguicidas; siendo así productos inocuos, y que no ponen en riesgo la salud humana. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), “los plaguicidas también son potencialmente tóxicos para los seres humanos. Pueden tener efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, provocar cáncer o acarrear consecuencias para los sistemas reproductivo, inmunitario o nervioso”.

Analizar cómo influye el tipo de corte en el comportamiento fisiológico de las hortalizas objeto de estudio

Zanahoria

En el análisis de varianza (ANOVA) realizado para la actividad respiratoria (CO_2 (%), O_2 (%)) y transpiración (pérdida de peso (%)) en las zanahorias procesadas; se encontró que el tipo de corte, tiempo de almacenamiento (días) y la interacción de estos dos factores, influyeron significativamente ($vp < 0,05$) sobre el consumo de O_2 y la producción de CO_2; mientras que, para el caso de la pérdida de peso, no se encontró un efecto significativo ($vp > 0,05$) por parte de los factores estudiados (Ver Apéndice 13).

La Figura 18 muestra el comportamiento de las variables respuestas para cada uno de los tipos de corte en zanahoria con relación al tiempo de almacenamiento. Para la perdida de peso no se observo un cambio significativo durante el tiempo de almacenamiento en los diferentes tipos de corte, asi como entre ellos. Sin embargo, cabe señalar que en la zanahoria rallada se registraron las mayores perdidas de peso en comparación con las otras dos presentaciones.

> En las frutas y vegetales cuando el tejido vegetal es dañado por el corte o pelado, quedan expuestos los tejidos internos y aumenta la velocidad de evaporación del agua y por ende la perdida de peso, lo que justifica los resultados en la perdida de peso en los diferentes cortes aunque esta no haya sido tan apreciable (Brecht 1995).

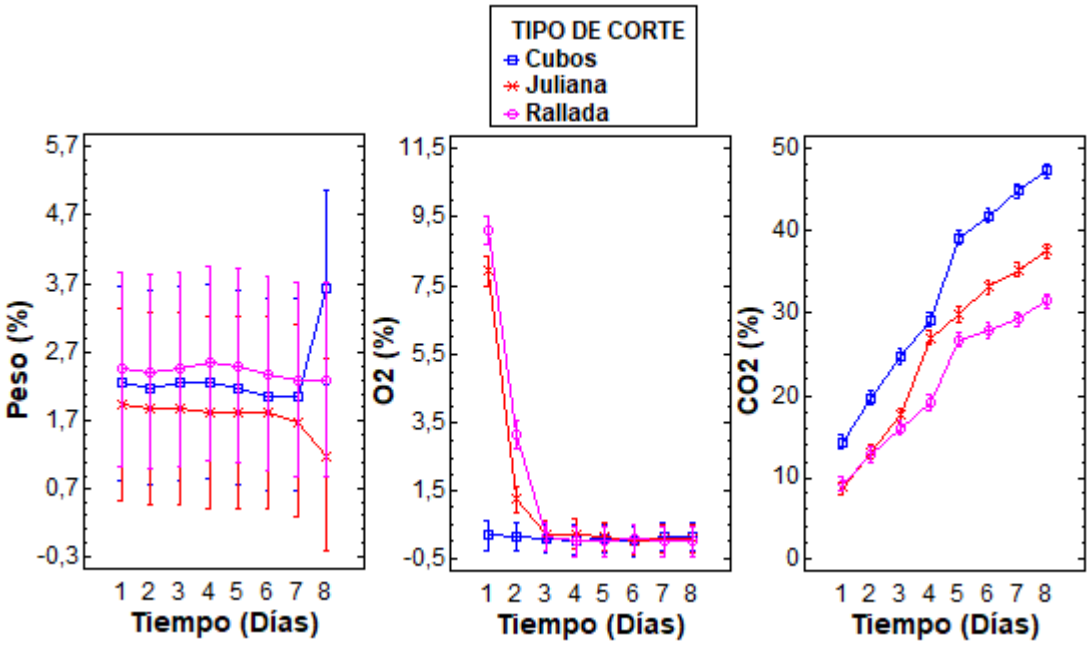
Por otra parte; las mayores perdidas de peso en la zanahoria rallada puede ser atribuida a la mayor relación area superficial/volumen (A/V) en esta presentación en comparación con las otras. De acuerdo con Paull RE (1999), “la relación superficie/ volumen en un producto es un factor relevante que influye en la evaporación, y por ende en la perdida de peso”.

De otro lado; en cuanto a la evolución del consumo de O_2 y producción CO_2, durante el tiempo de almacenamiento para los diferentes cortes de zanahoria (Figura 18), se observó que durante los primeros 3 dias hubo un consumo significativo de O_2, el cual fue mas evidente en las zanahorias en cubos, ya que en estas al cabo de las 24 horas el consumo fue mas rápido en comparación con los otros cortes en los cuales el O_2 se agoto al cabo del tercer dia, lo que indica una mayor actividad respiratoria en las

zanahorias cortadas en cubo. En cuanto a la producción de CO_2; se evidencia una producción significativa, proporcional al consumo de O_2 durante el tiempo de almacenamiento; siendo las zanahorias en cubo las que mostraron una mayor producción al final del tiempo de almacenamiento en comparación con las zanahorias ralladas y en julianas.

Toivonen y Dell (2002) establecen que “los daños físicos provocados durante el procesamiento de vegetales, incrementa la velocidad de respiración como respuesta a los cortes de los tejidos vegetales”; lo que justifica los resultados registrados para el caso de las zanahorias en cubo. Varoquax (1991), Izquierdo y Naranjo (2006), encontraron que, en zanahorias ralladas, el incremento de la velocidad de respiración fue de cuatro a siete veces mayor, pero en comparación con las zanahorias intactas. Así mismo Cantwell y Suslow (2002), informaron que las zanahorias en rodajas mostraron un aumento de 62.2% en la tasa de respiración en comparación con las zanahorias enteras; con lo que se corrobora el efecto del corte sobre la actividad respiratoria en los resultados obtenidos.

Figura 18. Pérdida de peso (%), Consumo de O_2 (%) y Producción de CO_2 (%) vs Tiempo de almacenamiento (Día) y tipo de corte. Intervalos LSD. Zanahoria.



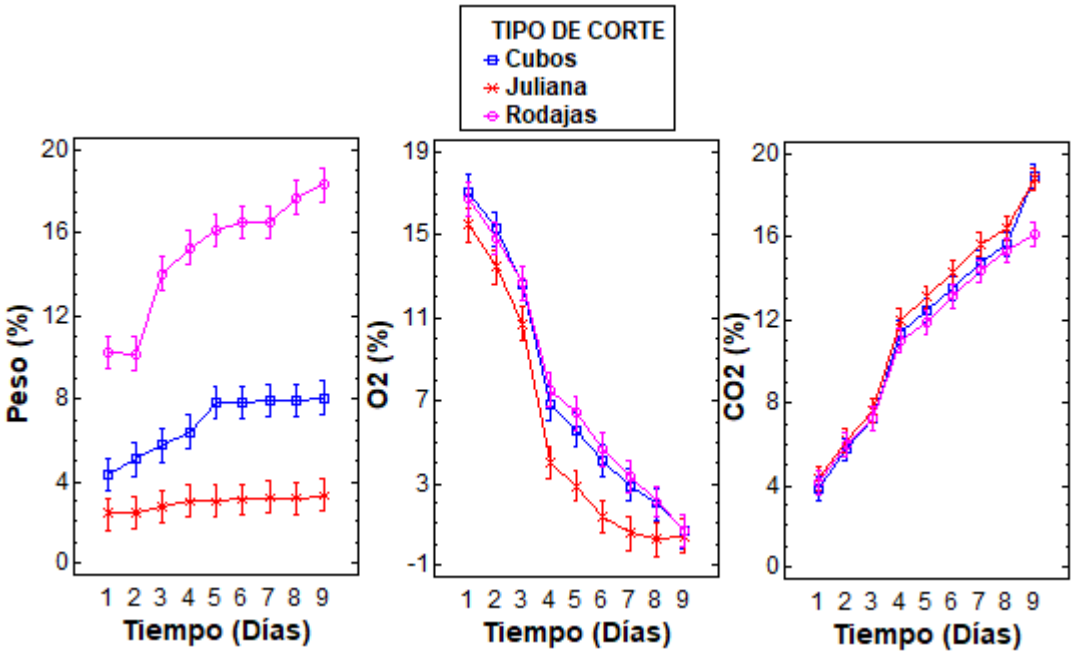
Tomate Chonto

El análisis de varianza (Ver Apéndice 14) realizado para el tomate arrojo que el tipo de corte, el tiempo de almacenamiento y su interacción, influyeron significativamente ($vp < 0,05$) sobre la pérdida de peso de los tomates procesados; mientras que, para el caso de la actividad respiratoria, tanto el tipo de corte como el tiempo de almacenamiento tuvieron un efecto significativo sobre ésta; en tanto que la interacción de estos dos factores no mostro efectos significativos ($vp > 0,05$) sobre esta última variable de estudio.

En la Figura 19 se ilustra el comportamiento de las variables de estudio en cada uno de los tomates cortados, durante el tiempo de almacenamiento. Con relación a la perdida de peso, se observo que ésta aumento significativamente durante el tiempo de almacenamiento, especialmente en los tomates en rodaja y en cubos, siendo mayor la

perdida en los primeros y menor en los tomates en juliana. Sáez, Achaerandio y Pujolá (2007) encontraron una mayor perdida de peso en calabacin troceados en comparación con cortes a la mitad; de otro lado Morais y Argañosa (2010), concluyeron que la papaya en cilindros y cubos tenía una relación superficie-área-volumen el doble de la papaya en esferas, que resulto en una mayor pérdida de peso en el cilindro despues de 10 dias de almacenamiento. El tomate en rodajas presento este mismo comportamiento al tener la mayor relación superficie-área-volumen.

Figura 19. Pérdida de peso (%), Consumo de O_2 (%) y Producción de CO_2 (%) vs Tiempo de almacenamiento (Día) y tipo de corte. Intervalos LSD. Tomate.



En lo que respecta la consumo de O_2 y producción de CO_2, se observo en todas las presentaciones una disminución y un aumento significativo de O_2 y CO_2 respectivamente; notandose en el corte julianas un mayor consumo de O_2 apartir del dia 5. La produccion de CO_2 estuvo similar en los tres cortes durante 5 dias de

almacenamiento exceptuando el dia 9 donde hay una diferencia con el corte julianas y cubos con respecto el corte rodajas (Figura 19). “La actividad respiratoria en los diferentes cortes de tomate se puede relacionar con una menor barrera debido al corte del tejido vegetal, lo que influye en la cinetica de difusión de los gases” (Yildiz, 1994).

En un estudio con tomates en rodajas almacenados a 8 °C, observaron un incremento en la tasa de respiración del 40 % con respecto a tomates enteros (Toivonen y DeEll, 2002). Por otro lado, García et al., (2000) midieron la intensidad respiratoria en términos de producción de CO_2 de naranjas cortadas en rodajas de 1 cm de espesor y en granos de granada pelada, mantenidos a 4 ºC. La intensidad respiratoria fue mayor en las rodajas de naranjas. Esto fue relacionado con el mayor procesado de las naranjas que fueron cortadas mientras que los granos de la granada permanecieron intactos, estos resultados son similares a los obtenidos en el tomate en rodajas.

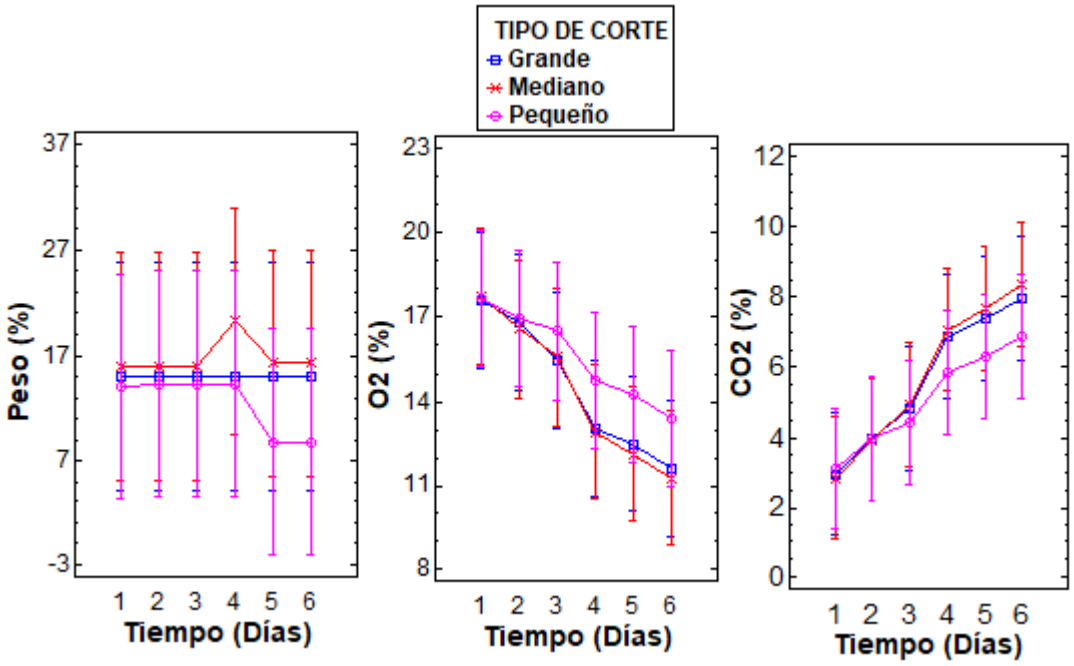
Lechuga Romana

En el análisis de varianza ANOVA para la transpiración (% pérdida de peso) en las lechugas procesadas; se encontró que el tipo de corte, el tiempo (días) y la interacción de los factores no influyeron significativamente sobre estas ($vp>0,05$), mientras que para el caso de la actividad respiratoria ($\%CO_2$, $\%O_2$) solo el tiempo de almacenamiento mostro un efecto significativo ($vp<0,05$) (ver Apéndice 15).

La evolución de las variables de estudio en cada uno de los cortes de lechuga con relación al tiempo de almacenamiento se ilustra en la Figura 20. Se aprecia que en los tres tipos de cortes la perdida de peso no vario significativamente atraves del tiempo. No obstante cabe resaltar que la mayor perdida se registro para la lechugas en corte

mediano. En cuanto al consumo de O_2 y produccion de CO_2 se observo una disminución y un aumento significativo, respectivamente atraves del tiempo en todos los cortes; siendo el corte pequeño el que presento el menor consumo de O_2 y producción de CO_2, comparado con los otros cortes. Martínez, Chiesa, Tovar y Artés, 2005 no encontraron diferencias significativas en la tasa de respiración entre las piezas de lechuga de grado intermedio y las más altas, resultados que corroboran lo encontrado en este estudio.

Figura 20. Pérdida de peso (%), Consumo de O_2 (%) y Producción de CO_2 (%) vs Tiempo de almacenamiento (Día) y tipo de corte. Intervalos LSD. Lechuga.

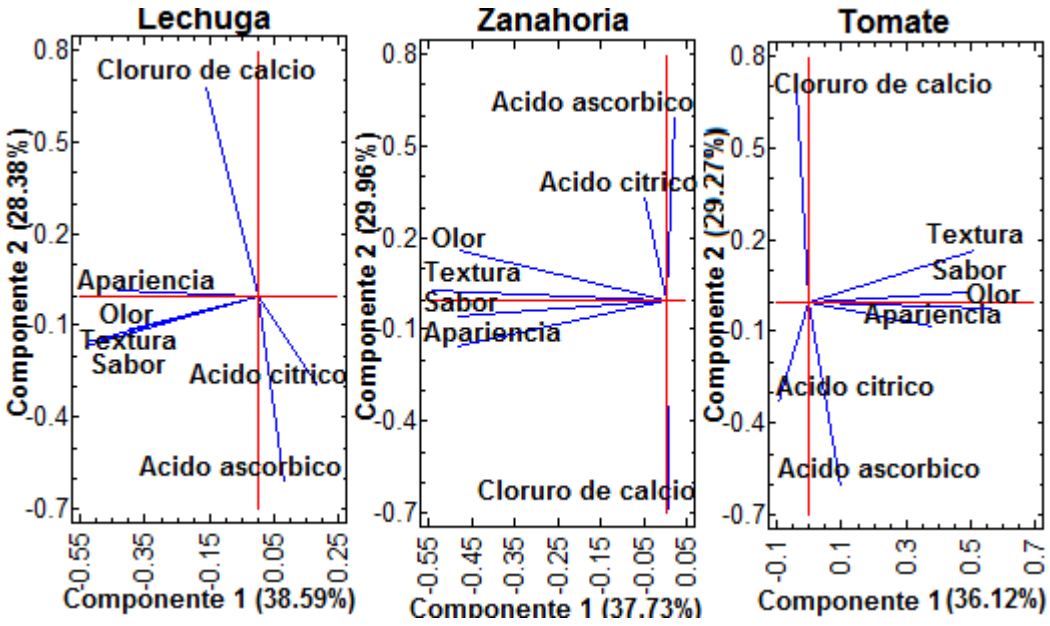


Evaluar el efecto de los tratamientos químicos y el sistema de envasado sobre el tiempo de vida útil de las hortalizas mínimamente procesadas

Selección de los tratamientos químicos

La figura 21 muestra el análisis de componentes principales para las tres hortalizas (lechuga, zanahoria y tomate). Donde se puede observar que cada una de las 3 graficas representa más del 60% en variabilidad del fenómeno en estudio. La relación que se observa con cada una de las variables sensoriales en cada hortaliza es directamente proporcional.

Figura 21. Componentes principales Hortalizas (Lechuga, Zanahoria y Tomate).



En la tabla 5 es evidente como las variables sensoriales en cada hortaliza presentan una correlación directa y es significativa (vp<0,05). Lo mismo sucedió con el ácido ascórbico y ácido cítrico vs el cloruro de calcio. Lo anterior indica que el ácido ascórbico y sus derivados, solo o combinado con ácido cítrico, es ampliamente utilizado

en el pretratamiento de frutas peladas y rebanadas (Vámos-Vigyázó, 1995; Walker, 1995).

> El ácido ascórbico posee la habilidad de reducir las quinonas a compuestos fenólicos, antes de que éstas formen pigmentos oscuros (Walker, 1995), mientras que el ácido cítrico inactiva a la enzima PPO de algunas frutas y hortalizas al disminuir el pH del sistema a un valor inferior a tres; además, forma un complejo con el cobre ubicado en el grupo prostético y así bloquea el sitio activo de la enzima (Lambrecht, 1995 (como se citó en Quevedo, Villegas, González y Rodríguez, 2005)).
>
> El ácido cítrico es un agente quelante GRAS, y se usa conjuntamente con ácido ascórbico para quelar prooxidantes que podrían causar rancidez e inactivar enzimas tal como las PPO que causa reacciones de amarronamiento (Wiley, 1994); según Dziezak, 1986 el ácido cítrico cuando se usa conjuntamente con el ácido ascórbico, ejerce un efecto protector sobre este último, haciendo más lenta su autooxidación y secuestrando los metales trazas que tendrían efectos negativos sobre el ácido ascórbico.

Los tratamientos realizados sumergiendo papas peladas enteras o en rodajas en soluciones de ácido ascórbico y ácido cítrico fueron efectivos para reducir el amarronamiento, manteniendo la apariencia, olor y textura del producto fresco (Langdon, 1987; Sapers, Miller, 1993). Sapers y Ziolkowski (1987) determinaron que las soluciones

de ácido ascórbico y ácido cítrico utilizadas para el tratamiento de manzana cortada y jugo de manzana fueron efectivas para reducir el amarronamiento. Los tratamientos con soluciones de ácido cítrico y ácido ascórbico podrían extender la vida útil de repollo cortado, principalmente evitando los cambios de color (Chen, Peng, 1980).

Tabla 5. Correlaciones de Sperman tratamientos químicos.

		Ácido ascórbico	Ácido cítrico	Apariencia	Cloruro de calcio	Olor	Sabor
Lechuga Romana	Apariencia	-0,0367 (N,S)	-0,2725 (N,S)				
	Cloruro de calcio	-0,8764 (***)	-0,4817 (***)	0,1634 (N,S)			
	Olor	0,0000 (N,S)	-0,0838 (N,S)	0,2603 (N,S)	0,0404 (N,S)		
	Sabor	0,0388 (N,S)	-0,1119 (N,S)	0,4548 (***)	0,0198 (N,S)	0,6083 (***)	
	Textura	0,0000 (N,S)	-0,0533 (N,S)	0,5848 (***)	0,0257 (N,S)	0,4295 (***)	0,8513 (***)
Zanahoria	Apariencia	-0.0367 (N.S)	-0.2725 (N.S)				
	Cloruro de calcio	-0.8764 (***)	-0.4817 (***)	0.1634 (N.S)			
	Olor	0 (N.S)	-0.0838 (N.S)	0.2603 (N.S)	0.0404 (N.S)		
	Sabor	0.0388 (N.S)	-0.1119 (N.S)	0.4548 (***)	0.0198 (N.S)	0.6083 (***)	
	Textura	0 (N.S)	-0.0533 (N.S)	0.5848 (***)	0.0257 (N.S)	0.4295 (***)	0.8513 (***)
Tomate Chonto	Apariencia	0.1768 (N.S)	-0.1072 (N.S)				
	Cloruro de calcio	-0.8764 (***)	-0.4817 (***)	-0.1033 (N.S)			
	Olor	0.1225 (N.S)	-0.0681 (N.S)	0.5392 (***)	-0.0746 (N.S)		
	Sabor	0.0355 (N.S)	0 (N.S)	0.1005 (N.S)	-0.0311 (N.S)	0.6909 (***)	
	Textura	-0.0789 (N.S)	-0.1616 (N.S)	0.3907 (**)	0.147 (N.S)	0.5771 (***)	0.6227 (***)

<0.10 * <0. 05 ** <0.01*** >0.10 N.S

Según el análisis de varianza para las hortalizas (lechuga, zanahoria y tomate) (Ver Apéndice 17) se puede observar como las cuatro variables (sensoriales), presentan un ajuste significativo (vp<0,05) para una función cuadrática en el modelo de regresión.

En la tabla 6, se pueden observar las ecuaciones (3 a 14) del modelo ajustado para las tres hortalizas (lechuga, zanahoria y tomate), para cada una de las variables. Para la apariencia y el olor estas se incrementan cuándo se mezcla el cloruro de calcio con el ácido cítrico, esto con el caso de la lechuga.

> Cuando se combinan ácidos orgánicos y sales de calcio se obtienen resultados como la disminución de los cambios de color, sabor y textura, manteniendo la calidad organoléptica y frescura del vegetal mínimamente procesado por periodos de hasta siete días en refrigeración (Méndez, 2008 (como se citó en Infantes, 2015)); Quevedo et al., 2005; Yahia y Ariza, 2002; Artés, 2003 y Alegria et al.,2012 (como se citó en Infantes, 2015)).

Tabla 6. Ecuaciones del modelo ajustado.

Lechuga	$Y_1 = 4{,}33X_1 + 0{,}83X_2 + 6{,}08X_3 + 4{,}5X_1X_2 - 4{,}5X_1X_3 - 2{,}25X_2X_3$	[3]
	$Y_2 = 3{,}7X_1 + 13{,}2X_2 + 4{,}2X_3 + 15X_1X_2 - 1{,}5X_1X_3 - 16{,}5X_2X_3$	[4]
	$Y_3 = 4X_1 + 4X_2 + 5X_3 - 3X_1X_3 - 3X_2X_3$	[5]
	$Y_4 = 4X_1 + 13{,}5X_2 + 3{,}75X_3 - 16{,}5X_1X_3 - 14{,}25X_2X_3$	[6]
Zanahoria	$Y_1 = 4{,}5X_1 + 7X_2 + 3{,}75X_3 - 4{,}5X_1X_2 + 1{,}5X_1X_3 - 3{,}75X_2X_3$	[7]
	$Y_2 = 3{,}7X_1 - 2{,}33X_2 + 3{,}2X_3 + 9X_1X_2 + 2{,}25X_1X_3 + 12{,}75X_2X_3$	[8]
	$Y_3 = 4{,}33X_1 + 6{,}83X_2 + 4{,}33X_3 - 3X_1X_3 - 3X_2X_3$	[9]
	$Y_4 = 4X_1 - 8{,}5X_2 + 5X_3 + 21X_1X_2 - 2{,}25X_2X_3 + 15{,}75X_2X_3$	[10]
Tomate	$Y_1 = 4{,}33X_1 + 10{,}33X_2 + 3{,}58X_3 - 10{,}5X_1X_2 + 3X_1X_3 - 6{,}75X_2X_3$	[11]
	$Y_2 = 4{,}2X_1 + 13{,}2X_2 + 2{,}92X_3 - 16{,}5X_1X_2 + 3X_1X_3 - 9{,}75X_2X_3$	[12]
	$Y_3 = 4{,}33X_1 + 10{,}83X_2 + 3{,}83X_3 - 12X_1X_2 - 10{,}5X_2X_3$	[13]
	$Y_4 = 4X_1 - 2X_2 + 4{,}25X_3 + 7{,}5X_1X_2 - 2{,}25X_2X_3 + 9X_2X_3$	[14]

Donde

Y_1 = Apariencia

Y_2 = Olor

Y_3 = Textura

Y_4 = Sabor

X_1 = Cloruro de Calcio

X_2= Ácido cítrico

X_3 = Acido ascórbico

La tabla 7 muestra la optimización de respuesta para cada una de las tres hortalizas (lechuga, zanahoria y tomate) por medio de la metodología de máxima pendiente. En esta tabla se observa que, en el análisis para la lechuga, el óptimo en apariencia y olor se da en 1 de cloruro de calcio, 0 de ácido cítrico y 1 en ácido ascórbico. En el caso de la textura el óptimo se da en 1,5 de cloruro de calcio, 0,5 de ácido cítrico y 0 en ácido ascórbico. El óptimo en la mayoría de las variables respuestas evaluadas, es distinto para cada uno de los componentes, debido a esta situación es necesario encontrar una forma de encontrar un óptimo que sea ajuste a las 4 variables respuestas, para este caso se emplea la deseabilidad la cual da como resultado óptimo en conjunto. El mismo procedimiento se emplea para cada una de las hortalizas, por lo tanto, en la tabla 7, se pude ver el valor óptimo (deseabilidad) para cada una de ellas.

Tabla 7. Respuesta optimiza (Lechuga, Zanahoria y Tomate).

	Componente	Bajo	Alto	Apariencia Óptimo	Olor Óptimo	Textura Óptimo	Sabor Óptimo	Deseabilidad
Lechuga	Cloruro de calcio	0,5	2,0	1,0	1,0	1,5	2,0	2
	Ácido Cítrico	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0
	Ácido ascórbico	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0
	Valor optimo			4,5	3,7	4	4	0,66
Zanahoria	Componente	Bajo	Alto	Apariencia Óptimo	Olor Óptimo	Textura Óptimo	Sabor Óptimo	Deseabilidad
	Cloruro de calcio	0,5	2,0	1,6	1	1,5	1,7	1,5
	Ácido Cítrico	0,0	0,5	0,0	0,3	0,5	0,3	0,3
	Ácido ascórbico	0,0	1,0	0,4	0,6	0,0	0	0,2
	Valor optimo			4,6	4,3	4,5	4,8	0,74
Tomate	Componente	Bajo	Alto	Apariencia Óptimo	Olor Óptimo	Textura Óptimo	Sabor Óptimo	Deseabilidad
	Cloruro de calcio	0,5	2,0	1,5	0,7	2	0,6	1,7
	Ácido Cítrico	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,4	0,0
	Ácido ascórbico	0,0	1,0	0,5	0,7	0,0	1	0,3
	Valor optimo			4,8	4,2	4,3	4,2	0,73

> La mayor parte de la investigación acerca del calcio y comportamiento postcosecha se llevó a cabo en frutos. El rol central que juega el calcio contribuyendo al mantenimiento de la calidad y a la prevención de desórdenes fisiológicos durante el almacenamiento postcosecha ha sido extensamente estudiado. Inmersiones con calcio se han utilizado para extender la vida postcosecha en manzanas (Withaker et al. 1997), frutillas (García, Salvador y Morilla, 2003), mango (Joyce, Shorter y Hockings, 2001), pera (Thomidis, 2003), ciruelas (Serrano, Martinez, Castillo, Guillén y Valero, 2004) melones (Luna-Guzman et al., 1999; Luna-Guzman et al., 2000) y mejoran el comportamiento de tomate rebanado (Artés, Conesa, Hernández y Gil, 1999), zanahorias ralladas (Picchioni, Watada, Whitaker y Reyes, 1996) y la calidad de Piña de Pérola (Antoniolli, Benedetti y de Souza , 2003 (como se citaron en León, Frezza y Chiesa, 2007)).

García, 2008 (como se citó en Escobar et al.,2013) señala que la aplicación combinada de una solución de cloruro de calcio al 1%, ácido cítrico 0,1% y oxido de magnesio al 0,5%, favorecieron la calidad textural y las características sensoriales de ensaladas. Soliva, 2002 señala que las inmersiones en disoluciones de cloruro de calcio de concentración de 0,1 a 1% han mejorado la textura de fruta fresca cortada. En un estudio con melones y piñas García, 2008 concluyo que aplicar 6% de cloruro de calcio (CaCl2) permitió controlar la pérdida de peso, la calidad comercial, sin indicios de fermentación y ni desarrollo de microorganismos deteriorativos, por un periodo máximo de ocho días en ambos tipos de frutos. En la papaya el cloruro de calcio al 0,5 % logro

mantener la firmeza del fruto (García, 2012). Según Contreras et al., 2011 el tomate tratado con cloruro de calcio al 3 % fue el tratamiento que mostró mejores resultados de firmeza, 50 y 100 % más firmes que el lactato de calcio al 3 % y el testigo, respectivamente. En kiwi fresco cortado, la aplicación de cloruro de calcio al 1 % por 1 min no afectó la luminosidad de los frutos almacenados durante 3 días a 10 °C, sin embargo, sí presentó frutos ligeramente más firmes que el testigo (Vilas-Boas y Kader, 2007 (como se citó en Contreras, Heredia, Sánchez, Angulo y Villarreal, 2011)). Alandes, Hernando, Quiles, Pérez y Lluch, 2006 (como se citó en Contreras, Heredia, Sánchez, Angulo y Villarreal, 2011) aplicaron lactato de calcio al 0.5 % en frutos frescos cortados de manzana, encontrando que se mantenía la textura durante al menos tres semanas almacenadas a 4 °C. Lo anterior indica que las frutas y hortalizas tratadas con cloruro de calcio entre 1 y 3% tienen mejores características en su vida útil, como los rangos de deseabilidad obtenidos en la tabla 7.

“El ácido cítrico tiene la habilidad de atrapar al calcio” (Artés et al. 1998); “estos iones se enlazan selectivamente a los grupos carboxilo libres del ácido poligalacturónico de las cadenas de pectina, lo que resulta en un reforzamiento de la pared celular y mantenimiento de la turgencia y de la textura del tejido” (García y Barrett, 2002 (como se citó en Infantes, 2015).

> La cebolla mínimamente procesada tratada con el ácido ascórbico al 0.5% mostró una disminución de la actividad de la polifenoloxidasa siendo 20% menos activa respecto al control (sin tratamiento) y los demás tratamientos. Del mismo modo en los parámetros de calidad se observó que las cebollas

tratadas con ácido ascórbico a 0.5% conservaron en mayor medida las características originales del producto (Ovalle, Trejo, Lira y Pascual; 2016).

Vida útil de tratamientos químicos

Análisis fisicoquímicos:

Para analizar los datos se utilizó el programa Stagraphics Centurion versión 15.1, los parámetros fisco-químicos fueron sometidos a un análisis de correlación, a fin de determinar las posibles relaciones estadísticas. El objetivo de este análisis es disminuir la dimensionalidad (número de variables), conservando la mayor variabilidad original de los datos. El primer componente principal explica la cantidad máxima de variabilidad entre los datos, los componentes sucesivos explican en lo posible, la variabilidad de los demás componentes (Meloun, Militky y Colina 2005).

Con el fin de determinar si los factores estudiados en cada prueba tuvieron efecto sobre los parámetros evaluados, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) el cual es un método de modelamiento multidimensional con base en combinaciones de cálculo lineal entre muchas variables.

En la zanahoria las variables b y C representan el componente 1, y las variables Tiempo y pH representan el componente 2. Para el tomate las variables b y C representan el componente 1, y las variables Tiempo, peso y L representan el componente 2 y en la lechuga las variables tiempo y H representan el componente 1, y las variables a y O_2 representan el componente 2.

El CP1 en la zanahoria representa un 51,49% de la variabilidad total, en tomate representa un 43,09% de la variabilidad total, y en lechuga representa un 47,60% de la variabilidad total. Ver Tabla 8.

Tabla 8. Análisis de componentes principales (Lechuga, Tomate y Zanahoria).

	LECHUGA		TOMATE		ZANAHORIA	
	CP 1	**CP 2**	**CP 1**	**CP 2**	**CP 1**	**CP 2**
Tiempo	0,3826	-0,3068	0,2966	0,4172	0,2677	0,4082
Ph	0,0674	-0,0153	-0,0353	-0,2913	0,0125	0,5962
Peso (%)	-0,0303	-0,4468	0,0329	0,4867	0,3149	0,3551
A	0,1382	0,3922	0,3550	0,2234	-0,3789	0,2754
L	-0,4153	-0,1645	-0,0156	-0,5053	-0,3472	0,0785
B	-0,3904	-0,2795	0,4506	-0,0286	-0,4112	0,1639
C	-0,3777	-0,2956	0,4706	0,0294	-0,4034	0,2054
H	0,4248	0,0368	0,3213	-0,1640	-0,0284	-0,3829
O2 (%)	-0,3132	0,4122	-0,4033	0,1786	-0,2977	0,1149
CO2 (%)	0,2878	-0,4341	0,3049	-0,3722	0,3791	0,2022
Total de varianza %	47,60	29,27	43,09	26,97	51,49	24,74
Varianza acumulada %	47,60	76,88	43,09	70,07	51,49	76,24

Las correlaciones son confirmadas en la matriz de la Tabla 9. La variable tiempo, está relacionada directamente con la variable H (Tono); a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento el tono aumenta, en la lechuga. La variable C (Croma), está relacionada directamente con la variable b; a medida que aumenta el tono azul-amarillo la cromaticidad aumenta en el tomate y la zanahoria.

> Los cambios de color durante el almacenamiento de productos frescos cortados pueden estar asociados a la pérdida de agua por deshidratación y la consecuente síntesis de polímeros estructurales lignificados o suberizados (Saltveit, 2003), lo que afectaría las propiedades ópticas de los tejidos vegetales (Lana, 2005 (como se citó en Contreras et al.,2011)).

La luminosidad, en los vegetales se considera un parámetro de calidad, ya que un producto luminoso es más atractivo para los consumidores, ya que se asocia con la frescura del producto.

Tabla 9. Matriz de correlaciones (Lechuga, Tomate y Zanahoria).

		Tiempo	pH	Peso (%)	O_2(%)	CO_2(%)	a	L	b	C
Lechuga Romana	pH	0,1937 (N.S)								
	Peso (%)	0,2617 (N.S)	-0,3444 (N.S)							
	O2(%)	-0,9179 (***)	-0,0931 (N.S)	-0,6026 (N.S)						
	CO2 (%)	0,8921 (**)	-0,0679 (N.S)	0,5802 (N.S)	-0,952 (***)					
	A	-0,1913 (N.S)	-0,3711 (N.S)	-0,0992 (N.S)	0,1553 (N.S)	-0,2444 (N.S)				
	L	-0,6559 (N.S)	-0,2373 (N.S)	0,377 (N.S)	0,3992 (N.S)	-0,303 (N.S)	-0,3476 (N.S)			
	B	-0,4265 (N.S)	0,0201 (N.S)	0,3065 (N.S)	0,2707 (N.S)	-0,2166 (N.S)	-0,7032 (N.S)	0,8476 (**)		
	C	-0,3827 (N.S)	0,0503 (N.S)	0,2939 (N.S)	0,2411 (N.S)	-0,1822 (N.S)	-0,7466 (*)	0,8233 (**)	0,998 (***)	
	H	0,7825 (*)	0,3265 (N.S)	-0,3427 (N.S)	-0,525 (N.S)	0,516 (N.S)	0,0774 (N.S)	-0,8973 (**)	-0,7617 (*)	-0,71 (N.S)

		Tiempo	pH	Peso (%)	O2(%)	CO2(%)	A	L	b	C
Tomate Chonto	pH	-0,0635 (N.S)								
	Peso (%)	0,803 (*)	0 (N.S)							
	O2(%)	-0,3372 (N.S)	-0,264 (N.S)	0,2456 (N.S)						
	CO2 (%)	-0,0997 (N.S)	0,2368 (N.S)	-0,6402 (N.S)	-0,899 (**)					
	A	0,5595 (N.S)	-0,375 (N.S)	0,066 (N.S)	-0,668 (N.S)	0,4854 (N.S)				
	L	0,4902 (N.S)	0,473 (N.S)	-0,4118 (N.S)	-0,008 (N.S)	0,2286 (N.S)	-0,599 (N.S)			
	B	0,5584 (N.S)	-0,125 (N.S)	0,1214 (N.S)	-0,639 (N.S)	0,4613 (N.S)	0,5183 (N.S)	0,1857 (N.S)		
	C	0,6092 (N.S)	-0,2003 (N.S)	0,1145 (N.S)	-0,710 (N.S)	0,5158 (N.S)	0,6903 (N.S)	0,0091 (N.S)	0,9765 (***)	
	H	0,3206 (N.S)	0,0455 (N.S)	0,0822 (N.S)	-0,366 (N.S)	0,2678 (N.S)	0,0256 (N.S)	0,547 (N.S)	0,8652 (**)	0,7382 (*)

		Tiempo	pH	Peso (%)	O2(%)	CO2(%)	a	L	b	C
Zanahoria	pH	0,72 (**)								
	Peso (%)	0,78 (**)	0,4795 (N.S)							
	O2(%)	-0,0244 (N.S)	0,2022 (N.S)	-0,307 (N.S)						
	CO2 (%)	0,5756 (N.S)	0,2741 (N.S)	0,7963 (**)	-0,766 (**)					
	A	-0,3527 (N.S)	0,3096 (N.S)	-0,327 (N.S)	0,5483 (N.S)	-0,5129 (N.S)				
	L	-0,3994 (N.S)	0,1836 (N.S)	-0,6584 (*)	0,3104 (N.S)	-0,5888 (N.S)	0,6841 (*)			
	B	-0,4485 (N.S)	0,1806 (N.S)	-0,4341 (N-S)	0,6574 (*)	-0,6744 (*)	0,9604 (***)	0,6806 (*)		
	C	-0,4183 (N.S)	0,2286 (N.S)	-0,3995 (N.S)	0,6239 (*)	-0,6224 (*)	0,9834 (***)	0,6882 (*)	0,995 (***)	
	H	-0,1827 (N.S)	-0,417 (N.S)	-0,2313 (N.S)	0,231 (N.S)	-0,3416 (N.S)	-0,2851 (N.S)	-0,1183 (N.S)	-0,0252 (N.S)	-0,11 (N.S)

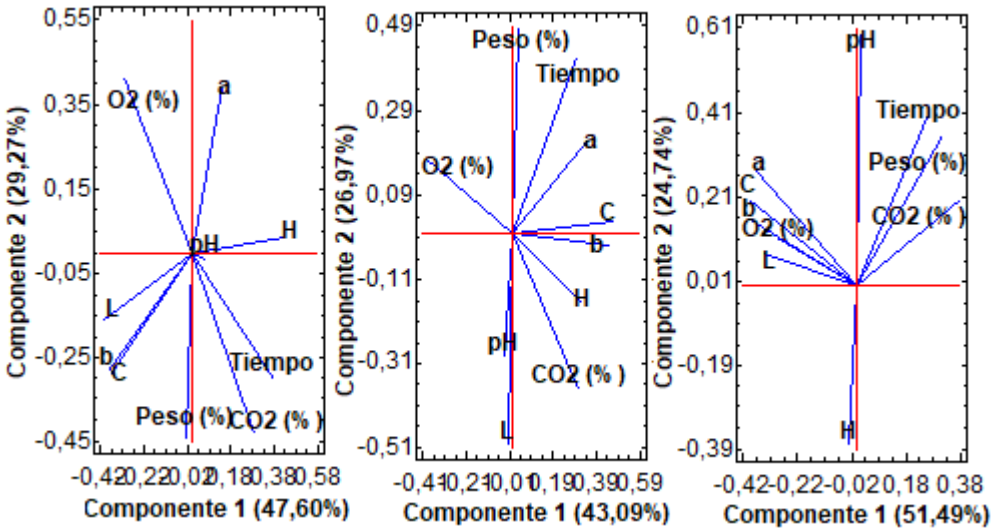
<0.10 * <0. 05 ** <0.01*** >0.10 N.S

En la figura 22 se observa que a, H y CO_2 tienen una relación directa con el tiempo, caso contrario ocurre con las variables O_2, L, b, y C las cuales tienen relación inversa con el tiempo. Y las variables pH y Peso no tienen relación con el tiempo en el caso de la lechuga. Para el tomate se observa que el CO_2 (%), H, b, a y C tienen una relación directa con el tiempo, caso contrario ocurre con las variables de color (O_2) la cual tiene relación inversa con el tiempo; la variable peso, pH y L no presenta relación con el tiempo. En la zanahoria el CO_2 (%) y el Peso tienen relación directa con el tiempo, y las coordenadas a, b, C, L y O_2 tienen relación inversa con el tiempo, caso contrario ocurre con el pH y H no presentan ninguna relación.

“La reducción en oxigeno (O_2) y el enriquecimiento en CO_2 son consecuencias naturales del desarrollo de la respiración cuando las frutas y hortalizas frescas se almacenan en un envase o contenedor herméticamente cerrado” (Soliva y Martín-Belloso, 2003 (como se citó en Andrade et al.,2012)).

De igual manera, se notó que en los tratamientos donde el oxígeno se agotó rápidamente, las muestras tomaron un olor ligeramente ácido, esto como consecuencia a la respiración anaeróbica que ya se estaba dando. “Esta respiración generalmente origina en el producto una rápida alteración de la calidad vía la degradación de los tejidos, acumulación de etanol, acetaldehído y malos olores” (Ohlsson, 2002 (como se citó en Andrade, Palacio, Pacheco y Betin, 2012)).

Figura 22. Componentes principales y Biplot (Lechuga, Tomate, Zanahoria).



Calidad sensorial:

Se evaluaron las cinco distribuciones continuas más comunes para estudios de vida útil (Sizer, 2000); con los datos tomados del experimento obtenidos de las hortalizas (tomate, zanahoria y lechuga) y aplicando la prueba de Bondad de ajuste “Kolmogorov-Smirnov se encontró la distribución que mejor ajusta a cada una de las hortalizas, siendo esta la distribución Logística (vp>0,05). Con esta distribución se analizó el comportamiento del tiempo respecto a la calidad sensorial.

Tabla 10. Pruebas de bondad de ajuste para tiempo (Tomate, Zanahoria, Lechuga) prueba de Kolmogorov-Smirnov.

	TOMATE					ZANAHORIA					LECHUGA				
	L	N	V	U	W	L	N	V	U	W	L	N	V	U	W
DMAS	0,25	0,19	0,27	0,11	0,22	0,22	0,23	0,23	0,11	0,18	0,21	0,21	0,25	0,17	0,20
DMENOS	0,26	0,26	0,30	0,49	0,28	0,23	0,33	0,29	0,60	0,31	0,29	0,29	0,33	0,50	0,33
DN	0,26	0,26	0,30	0,49	0,28	0,23	0,33	0,29	0,60	0,31	0,29	0,29	0,33	0,50	0,33
Valor-P	0,59	0,59	0,41	0,03	0,47	0,71	0,28	0,46	0,00	0,37	0,68	0,68	0,53	0,10	0,56

L: Logística N: Normal V: Valor extremo más chico U: Uniforme W: Weibull

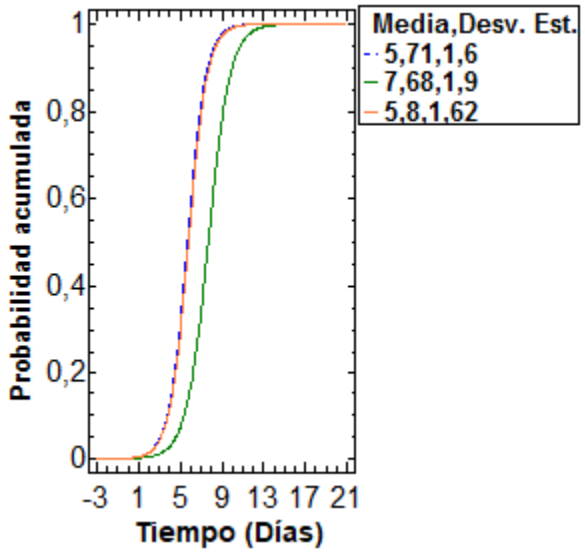
Los parámetros de la distribución logística son (la media y la desviación estándar) (Montgomery, 2005), la tabla 11 presenta estos parámetros para cada una de las hortalizas evaluadas y así poder construir la distribución de probabilidad.

La figura 23 muestra la distribución de probabilidad acumulada para la Distribución Logística. La probabilidad acumulada indica el porcentaje de falla; se puede observar en la gráfica donde a partir del 9 día las tres hortalizas fallan el 100%.

Tabla 11. Distribuciones ajustadas (Logística), (Tomate, Zanahoria, Lechuga).

	TOMATE	ZANAHORIA	LECHUGA
MEDIA	5,71	7,68	5,80
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1,60	1,90	1,62

Figura 23. Distribución logística (Tomate, Zanahoria, Lechuga).



La función matemática asociada a la distribución de probabilidad (Logística) con la cual se construyó la gráfica anterior se obtienen los datos puntuales de los porcentajes de falla que se deseen, ver tabla 12. Si el límite de porcentaje de falla es del 1% el tomate y la lechuga durarían 2 días, y la zanahoria 3 días respectivamente. Si el caso del límite de porcentaje de falla es del 5% el tomate y la lechuga durarían 3 días, y la zanahoria 5 días respectivamente.

Tabla 12. Función de densidad acumulada (Logística), (Tomate, Zanahoria, Lechuga).

Falla (%)	TOMATE (Días)	ZANAHORIA (Días)	LECHUGA (Días)
1	2	3	2
5	3	5	3
10	4	6	4
15	5	6	4
50	6	8	6

Con base a los resultados de la tabla anterior se puede determinar la vida útil de cada una de las hortalizas según el porcentaje de falla que se desee del producto.

Calidad microbiológica:

Según los resultados obtenidos por los análisis realizados de acuerdo a la norma NTC 6005/2013 por el laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - INTAL (Itagüí, Colombia) (Apéndice 19, 20, 21). Se encontró que la muestra 1 y 2 de Tomate Chonto, 1 y 2 de Zanahoria y 1 y 2 de Lechuga Romana cumplen el parámetro de ausencia de *Listeria Monocytogenes* y *Salmonella* durante el tiempo de almacenamiento. Las tres hortalizas tienen <10 ufc/g de *E.Coli* durante los 7 días de almacenamiento, excepto el día 7 la muestra 1 de lechuga, presentó 1000 ufc/g, lo cual pudo deberse a una contaminación cruzada de esta muestra. El rango establecido en la norma de *Aerobios Mesófilos* es de Max 1000000 ufc/g, según el resultado la Lechuga Romana al día 7 tuvo 2000000 y 2080000 respectivamente, no cumpliendo así con este parámetro, la Zanahoria y el Tomate Chonto se mantuvieron dentro del rango. Según los resultados obtenidos por los análisis realizados de acuerdo a la norma NTC 6005/2013 por el laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - INTAL (Itagüí, Colombia) (Apéndice 1), se concluye que las muestras de Tomate Chonto y Zanahoria cumplen los parámetros establecidos en esta norma, por lo cual son aptas para el procesamiento y consumo humano. Sin embargo, el fallo de la Lechuga se dio por el no cumplimento del rango de los parámetros microbiológicos al 7 día de almacenamiento.

Tabla 13. Microbiológico Tomate tratamiento químico.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Tomate	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	310	<10	<10	Ausencia
2	0	Ausencia	700	<10	<10	Ausencia
1	2	Ausencia	900	20	<10	Ausencia
2	2	Ausencia	130	200	<10	Ausencia
1	4	Ausencia	1630	100	<10	Ausencia
2	4	Ausencia	1390	90	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	160	40	<10	Ausencia
2	7	Ausencia	130	120	<10	Ausencia

Tabla 14. Microbiológico Zanahoria tratamiento químico

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Zanahoria	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	2500	1400	<10	Ausencia
2	0	Ausencia	2600	1000	<10	Ausencia
1	2	Ausencia	7200	2400	<10	Ausencia
2	2	Ausencia	27900	4900	<10	Ausencia
1	5	Ausencia	9200	6300	<10	Ausencia
2	5	Ausencia	4200	2100	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	21000	11700	<10	Ausencia
2	7	Ausencia	26000	21000	<10	Ausencia

Tabla 15. Microbiológico Lechuga tratamiento químico.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Lechuga	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	1400	900	<10	Ausencia
2	0	Ausencia	2100	700	<10	Ausencia
1	3	Ausencia	201000	16800	<10	Ausencia
2	3	Ausencia	178000	20000	30	Ausencia
1	5	Ausencia	167000	24000	<10	Ausencia
2	5	Ausencia	112000	36000	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	2.000.000	192000	1000	Ausencia
2	7	Ausencia	2.080.000	164000	<10	Ausencia

Sistemas de envasado

Componentes principales en Zanahoria:

Análisis fisicoquímicos.

Los parámetros fisco-químicos fueron sometidos a un análisis de correlación, a fin de determinar las posibles relaciones estadísticas. Análisis de Componentes Principales (ACP) se aplicó a los parámetros fisco-químicos. El objetivo de este análisis es disminuir la dimensionalidad (número de variables), conservando la mayor variabilidad original de los datos. El primer componente principal explica la cantidad máxima de variabilidad entre los datos, los componentes sucesivos explican en lo posible, la variabilidad de los demás componentes (Meloun, Militky y Colina 2005).

Con el fin de concluir si los factores estudiados en cada prueba tuvieron efecto sobre los parámetros evaluados, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) el cual es un método de modelamiento multidimensional con base en combinaciones de cálculo lineal entre muchas variables.

En la zanahoria envasada al vacío, atmósfera y el control dos son coordenadas de color (b y C), las variables que más peso tienen en el componente 1. Para la zanahoria envasada al vacío las variables % Peso y coordenada de color H, representan el componente 2; en la zanahoria envasada en atmósfera las variables % Peso y coordenada de color L reflejan el componente 2; y en el zanahoria control las variables tiempo y pH representan el componente 2.

El CP1 en zanahoria envasada al vacío representa un 45% de la variabilidad total, en zanahoria envasada en atmósfera representa un 42,5% de la variabilidad total y en zanahoria control en atmósfera representa un 51,49% de la variabilidad total, Ver Tabla 16.

Tabla 16. Pesos de los Componentes parámetros fisicoquímicos zanahoria ("vacío, atmósfera y control").

	ZANAHORIA VACÍO		**ZANAHORIA ATMÓSFERA**		**ZANAHORIA CONTROL**	
	CP 1	CP 2	CP 1	CP 2	CP 1	CP 2
Tiempo	0,3605	0,2898	0,3452	-0,3095	0,2677	0,4082
pH	-0,0620	-0,1003	-0,1806	0,2208	0,0125	0,5962
Peso (%)	0,0188	0,4937	0,1773	0,3996	0,3149	0,3551
a	-0,3955	0,4255	-0,3873	-0,3065	-0,3789	0,2754
L	-0,3675	-0,3495	-0,0218	-0,4230	-0,3472	0,0785
b	-0,5052	0,1868	-0,4225	-0,2596	-0,4112	0,1639
C	-0,4767	0,2838	-0,4205	-0,2913	-0,4034	0,2054
H	-0,3031	-0,4935	-0,2006	0,1159	-0,0284	-0,3829
O_2 (%)			-0,3756	0,3112	-0,2977	0,1149
CO_2 (%)			0,3600	-0,4004	0,3791	0,2022
Total de varianza %	**45,00**	**26,24**	**42,50**	**22,59**	**51,49**	**24,74**
Varianza acumulada %	**45,00**	**71,24**	**42,50**	**65,10**	**51,49**	**76,24**

Las correlaciones son confirmadas en la matriz de la Tabla 17. La variable C (Croma), está relacionada directamente con la variable b; a medida que aumenta el tono azul-amarillo la cromaticidad aumenta, en los tres tratamientos. Los objetos cromáticos

son aquellos que al ser observados aparecen cualitativamente diferentes del blanco, es decir, poseen un tono.

La zanahoria contiene principalmente α- y β-carotenoides y la reducción del Cab está asociada a la perdida de estos pigmentos. Pushkala, Parvathy y Srividya, 2012 (como se citó en Dussán, García y Gutiérrez, 2015) reportaron reducción del Cab a los 10 días a 10°C de zanahorias cortadas. Las ZFC empacadas al vacío mostraron menor pérdida del color que las empacadas en PET, corroborando que a bajo nivel de oxigeno la degradación de los pigmentos es lenta.

Según sea el grado de pérdida de color puede significar defecto de calidad que el consumidor asocia a pérdida de frescura, en este trabajo se evidenció efectivamente que el grado de deshidratación y por ende de la perdida de color de la zanahoria fue mayor en el corte cubos por presentar una mayor área superficial la cual queda expuesta a un mayor grado de pérdida de humedad en relación al corte rallado.

Tabla 17. Matriz de correlaciones Zanahoria (“Vacío, atmósfera y control”).

		Tiempo	pH	Peso (%)	a	L	b	C
Zanahoria Vacío	**pH**	-0,0148 (N.S)						
	Peso (%)	0,1583 (N.S)	-0,1568 (N.S)					
	a	-0,1896 (N.S)	0,0359 (N.S)	0,2572 (N.S)				
	L	-0,4565 (*)	0,0911 (N.S)	-0,4155 (N.S)	0,2294 (N.S)			
	b	-0,5248 (**)	0,085 (N.S)	0,1384 (N.S)	0,8883 (***)	0,5264 (**)		
	c	-0,4102 (N.S)	0,0693 (N.S)	0,1879 (N.S)	0,9555 (***)	0,4262 (*)	0,9843 (***)	
	H	-0,7589 (***)	0,0963 (N.S)	-0,2985 (N.S)	-0,0858 (N.S)	0,7182 (***)	0,356 (N.S)	0,1956 (N.S)

		Tiempo	pH	Peso (%)	O_2(%)	CO_2(%)	a	L	b	C
Zanahoria Atmósfera	pH	-0,276 (N.S)								
	Peso (%)	0,0105 (N.S)	0,3004 (N.S)							
	O_2 (%)	-0,7965 (***)	0,2616 (N.S)	-0,0734 (N.S)						
	CO_2 (%)	0,8238 (***)	-0,391 (N.S)	-0,0563 (N.S)	-0,917 (***)					
	a	-0,338 (N.S)	0,309 (N.S)	-0,4003 (N.S)	0,4037 (N.S)	-0,3164 (N.S)				
	L	0,0374 (N.S)	-0,093 (N.S)	-0,1894 (N.S)	-0,185 (N.S)	0,267 (N.S)	0,3728 (N.S)			
	b	-0,3459 (N.S)	0,1982 (N.S)	-0,4904 (*)	0,426 (N.S)	-0,3671 (N.S)	0,854 (***)	0,1506 (N.S)		
	c	-0,34 (N.S)	0,2228 (N.S)	-0,4809 (*)	0,4181 (N.S)	-0,3487 (N.S)	0,9212 (***)	0,2274 (N.S)	0,9881 (***)	
	H	-0,2767 (N.S)	0,0543 (N.S)	-0,2547 (N.S)	0,2377 (N.S)	-0,3112 (N.S)	-0,0306 (N.S)	-0,3522 (N.S)	0,4472 (N.S)	0,311 (N.S)

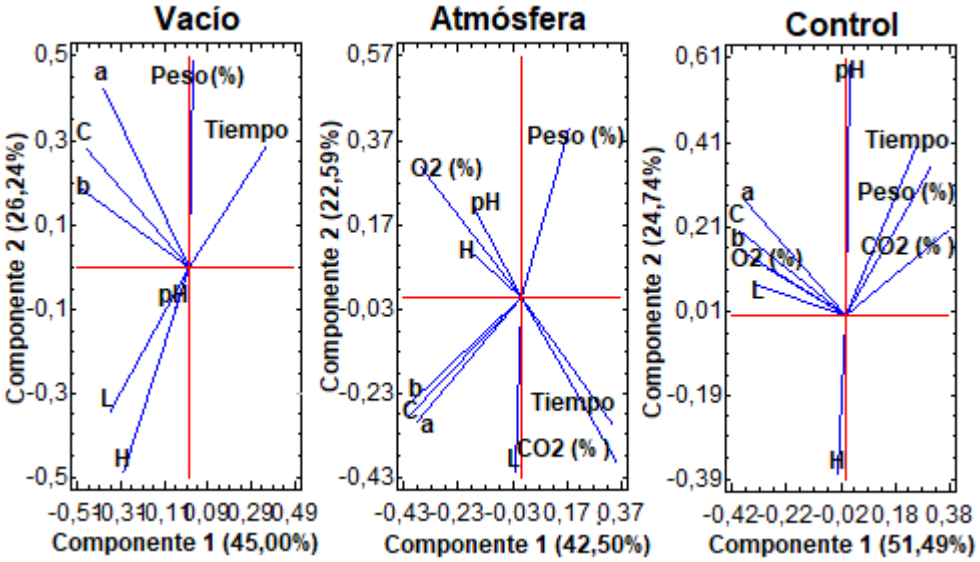
		Tiempo	pH	Peso (%)	O_2(%)	CO_2(%)	a	L	b	C
Zanahoria Control	pH	0,72 (**)								
	Peso (%)	0,78 (**)	0,4795 (N.S)							
	O_2 (%)	-0,0244 (N.S)	0,2022 (N.S)	-0,307 (N.S)						
	CO_2 (%)	0,5756 (N.S)	0,2741 (N.S)	0,7963 (**)	-0,766 (**)					
	a	-0,3527 (N.S)	0,3096 (N.S)	-0,327 (N.S)	0,548 (N.S)	-0,5129 (N.S)				
	L	-0,3994 (N.S)	0,1836 (N.S)	-0,6584 (*)	0,310 (N.S)	-0,5888 (N.S)	0,6841 (*)			
	b	-0,4485 (N.S)	0,1806 (N.S)	-0,4341 (N-S)	0,6574 (*)	-0,6744 (*)	0,9604 (***)	0,6806 (*)		
	C	-0,4183 (N.S)	0,2286 (N.S)	-0,3995 (N.S)	0,6239 (*)	-0,6224 (*)	0,9834 (***)	0,6882 (*)	0,995 (***)	
	H	-0,1827 (N.S)	-0,4176 (N.S)	-0,2313 (N.S)	0,231 (N.S)	-0,3416 (N.S)	-0,2851 (N.S)	-0,1183 (N.S)	-0,025 (N.S)	-0,118 (N.S)

<0.10 * <0.05 ** <0.01*** >0.10 N.S

En la figura 24 se observa que el pH y el % Peso no presentan una relación con el tiempo, caso contrario ocurre con las coordenadas de color (a, C, b, L, H) las cuales tienen relación inversa con el tiempo, en el caso de la zanahoria envasada al vacío, a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento disminuye la calidad del color. Para la zanahoria envasada en atmósfera el % CO_2 y el % Peso tienen relación directa con el tiempo, más días de almacenamiento incrementa la producción de CO_2 y la pérdida de

peso. De otro lado, las coordenadas a, b, C, H, pH y % O_2 tienen relación inversa con el tiempo, a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento disminuye la calidad del color, hay más acidez en la hortaliza y hay mayor consumo de O_2. “La reducción en oxigeno (O_2) y el enriquecimiento en CO_2 son consecuencias naturales del desarrollo de la respiración cuando las frutas y hortalizas frescas se almacenan en un envase o contenedor herméticamente cerrado” (Soliva y Martín Belloso 2003 (como se citó en Andrade et al.,2012)). En el zanahoria control el CO_2 (%) y el Peso (%) tienen relación directa con el tiempo, y las coordenadas a, b, C, L y % O_2 tienen relación inversa con el tiempo, caso contrario ocurre con el pH y H no presentan ninguna relación.

Figura 24. Componentes Principales y Biplot Zanahoria (“Vacío, atmósfera, control”) Fisicoquímicos.



Calidad sensorial.

Los parámetros sensoriales fueron sometidos a un análisis de correlación, a fin de determinar las posibles relaciones estadísticas. En la zanahoria envasada al vacío, las

variables apariencia y sabor representan el componente 1, y las variables apariencia y textura representan el componente 2; en la zanahoria envasada en atmósfera las variables apariencia, textura y sabor plasman el componente 1, y la variable olor refleja el componente 2. El CP1 en zanahoria envasada al vacío representa un 73,81% de la variabilidad total, en zanahoria envasada en atmósfera representa un 66,89% de la variabilidad total.

Tabla 18. Pesos de los Componentes, Zanahoria ("Vacío y Atmósfera").

	ZANAHORIA VACIO		ZANAHORIA ATMÓSFERA	
	Componente 1	**Componente 2**	**Componente 1**	**Componente 2**
Día	0,37004	0,829518	0,308063	0,837499
Apariencia	-0,473882	0,261145	-0,498528	-0,127231
Olor	-0,463357	-0,138362	-0,446968	0,491065
Textura	-0,439659	0,46547	-0,477583	0,0103072
Sabor	-0,480111	0,088866	-0,478227	0,202869
Total de varianza %	73,81	12,84	66,89	18,17
Varianza acumulada %	73,81	86,65	66,89	85,06

Las correlaciones son confirmadas en la matriz de la Tabla 19. La variable apariencia, está relacionada directamente con la variable sabor, a medida que disminuye la apariencia el sabor disminuye, en la zanahoria al vacío. Watada, Ko y Minott, 1996 (como se citó en Bastidas, 2015) determinaron que "el ácido clorogénico podría ser el responsable del cambio desfavorable de sabor en zanahoria mínimamente procesada, ya que la cantidad de tal compuesto se incrementó al ser empacado en bolsas de polipropileno orientado", lo que explica la disminución del sabor en la zanahoria en ambos sistemas de envasado. En la zanahoria en atmósfera la variable apariencia, está relacionada directamente con la variable textura, a medida que disminuye la apariencia la textura disminuye. El principal criterio del consumidor para adquirir un producto es la apariencia. "El color es una característica importante, el cual, junto con la textura, definen

la frescura de la mayor parte de los productos vegetales" (Barry y Martín 2007 (como se citó en Bastidas, 2015)).

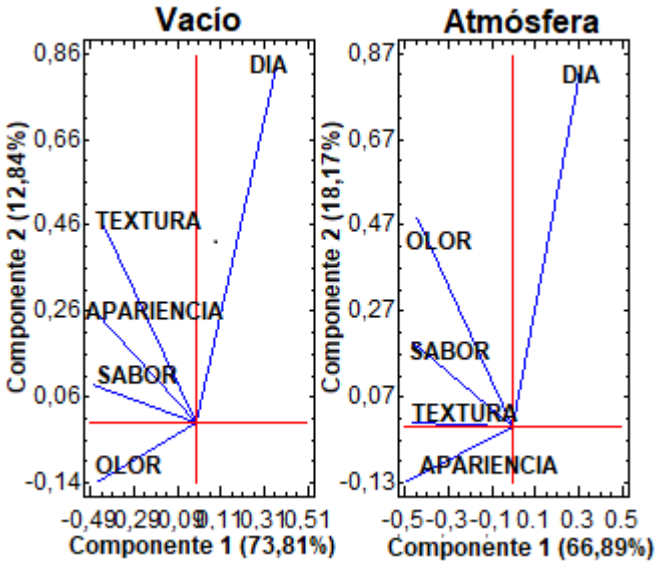
Tabla 19. Matriz de correlaciones, Zanahoria ("Vacío y Atmósfera").

		Día	Apariencia	Olor	Textura
Zanahoria Vacío	**Apariencia**	-0,5173 (***)			
	Olor	-0,6208 (***)	0,7487 (***)		
	Textura	-0,4215 (**)	0,7886 (***)	0,6414 (***)	
	Sabor	-0,5781 (***)	0,8122 (***)	0,7918 (***)	0,7416 (***)
Zanahoria Atmósfera	**Apariencia**	-0,5645 (***)			
	Olor	-0,1395 (N.S)	0,6911 (***)		
	Textura	-0,4205 (**)	0,7596 (***)	0,6252 (***)	
	Sabor	-0,3716 (**)	0,6759 (***)	0,7567 (***)	0,6943 (***)

<0.10 * <0.05 ** <0.01*** >0.10 N.S

La figura 25 la cual representa la relación entre las variables; se observa que la textura, apariencia, sabor y olor tienen una relación inversa con el tiempo para la zanahoria envasada al vacío y en atmósfera, a medida que trascurren los días de almacenamiento hay una reducción de la calidad sensorial.

Figura 25. Componentes Principales, Zanahoria (“Vacío y Atmósfera”) sensorial.



Componentes principales en tomate:

Análisis fisicoquímicos.

Los parámetros fisco-químicos fueron sometidos a un análisis de correlación, a fin de determinar las posibles relaciones estadísticas. En el tomate envasado al vacío las variables (%) Peso y L representan el componente 1, y las variables tiempo y C representan el componente 2; en el tomate envasado en atmósfera las variables tiempo y CO_2 plasman el componente 1, y las variables b y C reflejan el componente 2; y en el tomate control las variables b y C representan el componente 1, y las variables Tiempo, peso y L representan el componente 2. El CP1 en tomate envasado al vacío representa un 62,68% de la variabilidad total, en tomate envasado en atmósfera representa un 36,32% de la variabilidad total y en tomate control representa un 43,09% de la variabilidad total, Ver Tabla 20.

Tabla 20. Pesos de los componentes parámetros fisicoquímicos Tomate (“vacío, atmósfera y control”).

	TOMATE VACIO		TOMATE ATMÓSFERA		TOMATE CONTROL	
	CP 1	**CP 2**	**CP 1**	**CP 2**	**CP 1**	**CP 2**
Tiempo	0,3102	-0,4991	0,4438	0,0838	0,2966	0,4172
pH	0,3772	-0,3775	0,1760	-0,1603	-0,0353	-0,2913
Peso (%)	-0,3920	0,2433	0,4271	0,1629	0,0329	0,4867
a	0,2753	-0,0415	-0,3980	0,0598	0,3550	0,2234
L	-0,3965	0,0769	0,0020	0,2965	-0,0156	-0,5053
b	-0,3753	-0,4358	-0,1195	0,5979	0,4506	-0,0286
C	-0,2910	-0,4925	-0,2691	0,5034	0,4706	0,0294
H	-0,3863	-0,3304	0,1864	0,4685	0,3213	-0,1640
O_2 (%)			-0,3249	-0,1278	-0,4033	0,1786
CO_2 (%)			0,4518	0,0503	0,3049	-0,3722
Total de varianza %	62,68	19,04	36,32	25,35	43,09	26,97
Varianza acumulada %	62,58	81,62	36,32	61,67	43,09	70,07

Las correlaciones son confirmadas en la matriz de la Tabla 21. La variable peso está relacionada directamente con la variable L; a medida que aumenta la pérdida de peso, aumenta la variable L en tomate al vacío; en el caso del tomate envasado en atmósfera, la variable tiempo tiene una relación directa con la variable CO_2, dando como resultado que a mayor tiempo de almacenamiento aumenta el porcentaje de CO_2. La variable C (Croma), está relacionada directamente con la variable b; a medida que aumenta el tono azul-amarillo la cromaticidad aumenta, en el control.

Tabla 21. Matriz de correlaciones, Tomate (“vacío, atmósfera, control”).

		Tiempo	pH	Peso (%)	A	L	b	C
Tomate Vacío	pH	0,8508 (***)						
	Peso (%)	-0,75 (**)	-0,969 (***)					
	a	0,4345 (N.S)	0,3586 (N.S)	-0,3333 (N.S)				
	L	-0,5667 (*)	-0,7755 (***)	0,7645 (**)	-0,5982 (*)			
	b	-0,2767 (N.S)	--0,4604 (N.S)	0,5774 (*)	-0,4694 (N.S)	0,6668 (**)		
	C	-0,1221 (N.S)	-0,3697 (N.S)	0,5141 (N.S)	-0,0245 (N.S)	0,4457 (N.S)	0,892 (***)	
	H	-0,3733 (N.S)	-0,4681 (N.S)	0,5467 (N.S)	-0,7294 (**)	0,7145 (**)	0,944 (***)	0,696 (**)

		Tiempo	pH	Peso (%)	O_2(%)	CO_2(%)	a	L	b	C
Tomate Atmósfera	pH	0,5699 (**)								
	Peso (%)	0,7171 (***)	0,0432 (N.S)							
	O_2 (%)	-0,3531 (N.S)	0,0635 (N.S)	-0,4868 (*)						
	CO_2 (%)	0,6192 (**)	0,2108 (N.S)	0,6696 (***)	-0,867 (***)					
	a	-0,5637 (**)	-0,103 (N.S)	-0,5492 (**)	0,1579 (N.S)	-0,433 (*)				
	L	0,1145 (N.S)	0,0817 (N.S)	0,0053 (N.S)	-0,205 (N.S)	0,0555 (N.S)	0,1515 (N.S)			
	b	-0,0284 (N.S)	-0,245 (N.S)	0,0495 (N.S)	0,0259 (N.S)	-0,147 (N.S)	0,234 (N.S)	0,314 (N.S)		
	C	-0,2599 (N.S)	-0,248 (N.S)	-0,1798 (N.S)	0,0953 (N.S)	-0,308 (N.S)	0,634 (***)	0,316 (N.S)	0,8982 (***)	
	H	0,3724 (N.S)	-0,1067 (N.S)	0,4122 (N.S)	-0,097 (N.S)	0,1961 (N.S)	-0,5338 (**)	0,155 (N.S)	0,692 (***)	0,3052 (N.S)

		Tiempo	pH	Peso (%)	O_2(%)	CO_2(%)	a	L	b	C
Tomate Control	pH	-0,0635 (N.S)								
	Peso (%)	0,803 (*)	0 (N.S)							
	O_2 (%)	-0,3372 (N.S)	-0,2646 (N.S)	0,2456 (N.S)						
	CO_2 (%)	-0,0997 (N.S)	0,2368 (N.S)	-0,6402 (N.S)	-0,899 (**)					
	a	0,5595 (N.S)	-0,3757 (N.S)	0,066 (N.S)	-0,668 (N.S)	0,4854 (N.S)				
	L	0,4902 (N.S)	0,473 (N.S)	-0,4118 (N.S)	-0,008 (N.S)	0,2286 (N.S)	-0,5996 (N.S)			
	b	0,5584 (N.S)	-0,1253 (N.S)	0,1214 (N.S)	-0,639 (N.S)	0,4613 (N.S)	0,5183 (N.S)	0,1857 (N.S)		
	C	0,6092 (N.S)	-0,2003 (N.S)	0,1145 (N.S)	-0,710 (N.S)	0,5158 (N.S)	0,6903 (N.S)	0,0091 (N.S)	0,9765 (***)	
	H	0,3206 (N.S)	0,0455 (N.S)	0,0822 (N.S)	-0,366 (N.S)	0,2678 (N.S)	0,0256 (N.S)	0,547 (N.S)	0,8652 (**)	0,7382 (*)

<0.10 * <0. 05 ** <0.01*** >0.10 N.S

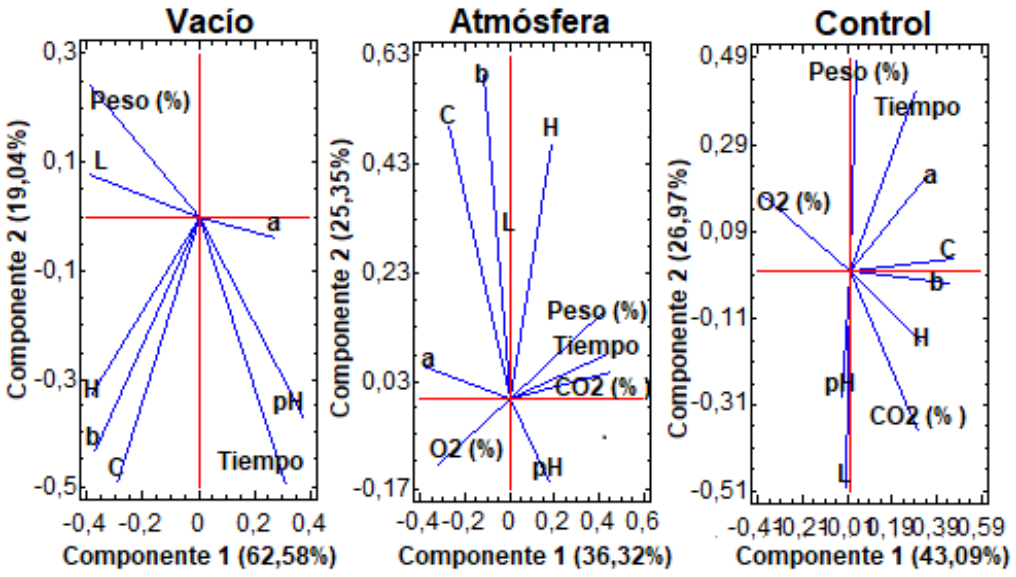
En la figura 26 se observa que para el tomate envasado al vacío el pH y la coordenada de color a tienen una relación directa con el tiempo, lo que indica que mayor tiempo de almacenamiento aumenta la coordenada a y el pH. Caso contrario ocurre con las variables de color (C, b, L, H) y %Peso las cuales tienes tienen relación inversa con el tiempo, mayor tiempo de almacenamiento más perdida de la calidad de las variables. En el tomate envasado en atmósfera el pH, porcentaje de CO_2, H y peso tienen una relación directa con el tiempo, caso contrario ocurre con las variables de color (b, C, a, O_2) las cuales tienes tienen relación inversa con el tiempo; la variable L no presenta relación con el tiempo. Además, en el tomate control el % CO_2, H, b, C, a tienen una relación directa con el tiempo, caso contrario ocurre con la variable %O_2 y % Peso la cual tiene relación inversa con el tiempo, más tiempo de almacenamiento mayor consumo de O_2 ; la variable Peso, pH y L no presenta relación con el tiempo.

Se ha reportado que la respiración de hinojos picados disminuyó bajo concentraciones de 5 % O_2 y moderadas de CO_2 (5 %). Al disminuir la

concentración de O_2 se reducen las reacciones de pardeamiento, y al aumentar la concentración de CO_2 se inhibe la síntesis del polifenol oxidasa (PPO) que ha sido inducida como consecuencia del corte. El CO_2 previene el pardeamiento sobre los tejidos dañados, porque bloquea la formación de compuestos fenólicos e inhibe la actividad de la PPO. Por tanto, las concentraciones gaseosas recomendadas varían de 2 a 8 % de O2 para evitar el pardeamiento y alargar la vida de conservación, mientras que las concentraciones óptimas de CO2 varían entre 5 y15 %. Adicionalmente, estas atmósferas reducen la emisión de etileno y el ablandamiento de los tejidos (Aguayo et al., 2006; Escalona et al., 2006).

Los resultados obtenidos hasta el momento ponen de manifiesto el efecto positivo que la conservación en AM ejerce en la calidad y vida útil de tomate, ya que permite reducir la pérdida de peso, así como ralentizar la evolución de la firmeza y color de los frutos (Thompson, 1998; Salveit, 1999; Kuenwoo et al, 2000; Linke y Geyer, 2002; Aguayo et al., 2004; Akbudak et al., 2007; 2012).

Figura 26. Componentes principales y Biplot, Tomate (“vacío, atmósfera y control”) Fisicoquímicos.



Calidad sensorial.

En el tomate envasado al vacío las variables apariencia y textura representan el componente 1, y las variables olor y textura representan el componente 2; en el tomate envasado en atmósfera las variables apariencia y sabor plasman el componente 1, y las variables día reflejan el componente 2. El CP1 en tomate envasado al vacío representa un 75,35 % de la variabilidad total, en tomate envasado en atmósfera representa un 75,79% de la variabilidad total. Ver Tabla 22.

Tabla 22. Pesos de los componentes, Tomate (“vacío y atmósfera”).

	TOMATE VACIO		TOMATE ATMÓSFERA	
	CP 1	CP 2	CP 1	CP 2
Dia	0,4277	0,1755	0,3571	0,9244
Apariencia	-0,4865	0,0282	-0,4731	0,1812
Olor	-0,3969	0,8528	-0,4628	0,1241
Textura	-0,4651	-0,4755	-0,4555	0,2894
Sabor	-0,4545	-0,1231	-0,4765	0,1157
Total de varianza %	75,35	10,77	75,79	11,99
Varianza acumulada %	75,35	86,13	75,79	87,79

Las correlaciones son confirmadas en la matriz de la Tabla 23. La variable apariencia, está relacionada directamente con la variable textura, a medida que disminuye la apariencia la textura disminuye, en el tomate al vacío. En los tomates almacenados en atmósfera, la variable apariencia está relacionada directamente con la variable sabor; a medida que disminuye la apariencia el sabor disminuye.

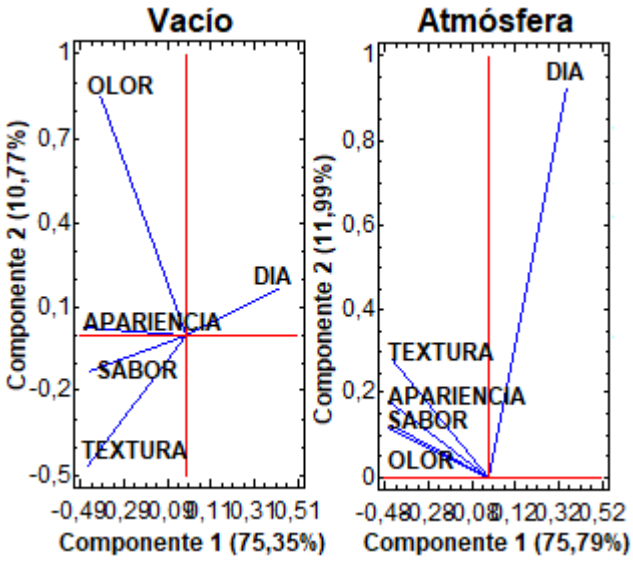
Tabla 23. Matriz de correlaciones, Tomate ("vacío y atmósfera").

		Día	Apariencia	Olor	Textura
Tomate Vacío	**Apariencia**	-0,7394 (***)			
	Olor	-0,5661 (***)	0,7089 (***)		
	Textura	-0,7448 (***)	0,8155 (***)	0,5019 (**)	
	Sabor	-0,5565 (***)	0,8129 (***)	0,6117 (***)	0,8206 (***)
Tomate Atmósfera	**Apariencia**	-0,5384 (***)			
	Olor	-0,5418 (***)	0,8099 (***)		
	Textura	-0,4803 (***)	0,7938 (***)	0,7326 (***)	
	Sabor	-0,5709 (***)	0,8206 (***)	0,7987 (***)	0,8071 (***)

<0.10 * <0. 05 ** <0.01*** >0.10 N.S

En la figura 27 se observa que la textura, apariencia, sabor y olor tienen una relación inversa con el tiempo (día) para el tomate envasado al vacío y atmósfera, a medida que pasa el tiempo de almacenamiento, disminuye la calidad sensorial de los tomates.

Figura 27. Componentes principales, Tomate (“vacío, atmósfera”) sensorial.



Componentes principales lechuga:

Análisis fisicoquímicos.

En la lechuga envasada al vacío las variables tiempo, peso y L representan el componente 1, y las variables a, b y C representan el componente 2; en la lechuga envasada en atmósfera las variables b y c plasman el componente 1, y las variables a, H y %CO_2 reflejan el componente 2; y en la lechuga control las variables tiempo y H representan el componente 1, y las variables a y %O_2 representan el componente 2. El CP1 en lechuga envasada al vacío representa un 48,53% de la variabilidad total, en lechuga envasada en atmósfera representa un 42,09% de la variabilidad total y en lechuga control representa un 47,60% de la variabilidad total.

Tabla 24. Pesos de los Componentes parámetros fisicoquímicos, Lechuga ("vacío, atmósfera y control").

	VACÍO		ATMÓSFERA		CONTROL	
	CP 1	**CP 2**	**CP 1**	**CP 2**	**CP 1**	**CP 2**
Tiempo	0,4001	0,1945	0,3041	0,3766	0,3826	-0,3068
pH	-0,3922	-0,1208	0,1414	0,2963	0,0674	-0,0153
Peso (%)	0,4610	0,1275	0,2986	-0,2031	-0,0303	-0,4468
a	0,0477	0,5617	-0,3140	0,4074	0,1382	0,3922
L	0,4017	0,2685	0,2916	0,2695	-0,4153	-0,1645
b	0,3156	-0,5055	0,4325	0,0598	-0,3904	-0,2795
C	0,2909	-0,5368	0,4348	0,0223	-0,3777	-0,2956
H	-0,3545	0,0083	-0,3114	-0,4026	0,4248	0,0368
O_2 (%)			-0,2899	0,3330	-0,3132	0,4122
CO_2 (%)			0,2399	-0,4621	0,2878	-0,4341
Total de varianza %	48,53	28,63	42,09	25,49	47,60	29,27
Varianza acumulada %	48,53	77,16	42,09	67,59	47,60	76,88

Las correlaciones son confirmadas en la matriz de la Tabla 25. La variable peso está relacionada directamente con la variable L; a medida que aumenta la pérdida de peso, aumenta la variable L en lechuga al vació; en el caso de la lechuga envasada en atmósfera la variable b tiene una relación directa con la variable c, a medida que aumenta el tono azul- amarillo la cromaticidad aumenta. La variable tiempo, está relacionada directamente con la variable H; a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento el tono aumenta, en el control.

En cuanto a la lechuga mínimamente procesada, luego del corte característico al deshojado de la planta, la herida producida y la superficie del producto perecedero es expuesta al aire y al posible daño comenzando a ser vulnerable a la deshidratación o al cambio en la coloración, éstos últimos iniciados en la zona de corte se deberían principalmente al

pardeamiento enzimático o a la pérdida de clorofila (Ihl, Aravena, Scheuermann, Uquiche y Bifani, 2003 (como se citó en León et al.,2007)).

Tabla 25. Matriz de correlaciones, Lechuga (“vacío, atmósfera, control”).

		Tiempo	pH	Peso (%)	A	L	b	C
Lechuga Vacío	pH	-0,4839 (N.S)						
	Peso (%)	0,6556 (**)	-0,9125 (***)					
	a	0,1635 (N.S)	-0,1183 (N.S)	0,2159 (N.S)				
	L	0,9782 (***)	-0,5421 (N.S)	0,6963 (**)	0,2815 (N.S)			
	b	0,2499 (N.S)	-0,2676 (N.S)	0,386 (N.S)	-0,5144 (N.S)	0,1679 (N.S)		
	C	0,2169 (N.S)	-0,2384 (N.S)	0,3382 (N.S)	-0,595 (*)	0,1268 (N.S)	0,995 (***)	
	H	-0,3344 (N.S)	0,392 (N.S)	-0,5601 (*)	-0,419 (N.S)	-0,3656 (N.S)	-0,548 (N.S)	-0,467 (N.S)

		Tiempo	pH	Peso (%)	O_2(%)	CO_2(%)	a	L	b	C
Lechuga Atmósfera	pH	0,6323 (**)								
	Peso (%)	0,4496 (N.S)	0,4761 (N.S)							
	O2(%)	-0,1949 (N.S)	-0,199 (N.S)	-0,775 (***)						
	CO2 (%)	-0,2956 (N.S)	-0,116 (N.S)	0,4332 (N.S)	-0,694 (**)					
	a	-0,0397 (N.S)	0,3166 (N.S)	-0,5222 (N.S)	0,5526 (*)	-0,6721 (**)				
	L	0,5553 (*)	0,2553 (N.S)	0,1842 (N.S)	-0,303 (N.S)	0,0495 (N.S)	0,023 (N.S)			
	b	0,4775 (N.S)	0,0301 (N.S)	0,2474 (N.S)	-0,233 (N.S)	0,3683 (N.S)	-0,630 (*)	0,466 (N.S)		
	C	0,4545 (N.S)	0,0004 (N.S)	0,2763 (N.S)	-0,266 (N.S)	0,4039 (N.S)	-0,680 (**)	0,4383 (N.S)	0,997 (***)	
	H	-0,6053 (*)	-0,324 (N.S)	0,0613 (N.S)	-0,112 (N.S)	0,0504 (N.S)	0,0036 (N.S)	-0,6143 (*)	-0,773 (***)	-0,73 (**)

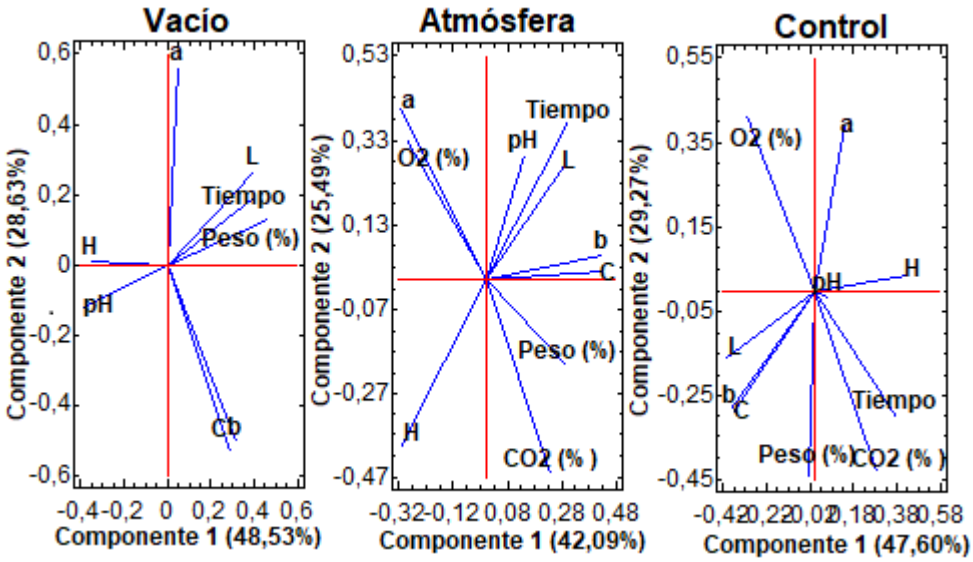
		Tiempo	pH	Peso (%)	O_2(%)	CO_2(%)	a	L	b	C
Lechuga Control	pH	0,1937 (N.S)								
	Peso (%)	0,2617 (N.S)	-0,344 (N.S)							
	O_2 (%)	-0,9179 (***)	-0,093 (N.S)	-0,6026 (N.S)						
	CO_2 (%)	0,8921 (**)	-0,067 (N.S)	0,5802 (N.S)	-0,952 (***)					
	a	-0,1913 (N.S)	-0,371 (N.S)	-0,0992 (N.S)	0,155 (N.S)	-0,2444 (N.S)				
	L	-0,6559 (N.S)	-0,237 (N.S)	0,377 (N.S)	0,399 (N.S)	-0,303 (N.S)	-0,347 (N.S)			
	b	-0,4265 (N.S)	0,020 (N.S)	0,3065 (N.S)	0,2707 (N.S)	-0,2166 (N.S)	-0,703 (N.S)	0,8476 (**)		
	C	-0,3827 (N.S)	0,0503 (N.S)	0,2939 (N.S)	0,2411 (N.S)	-0,1822 (N.S)	-0,746 (*)	0,8233 (**)	0,998 (***)	
	H	0,7825 (*)	0,3265 (N.S)	-0,3427 (N.S)	-0,525 (N.S)	0,516 (N.S)	0,0774 (N.S)	-0,8973 (**)	-0,7617 (*)	-0,719 (N.S)

<0.10 * <0.05 ** <0.01*** >0.10 N.S

En la figura 28 se observa que L, Peso (%), C, a y b tienen una relación directa con el tiempo, caso contrario ocurre con las variables pH y H las cuales tienen relación inversa con el tiempo en la Lechuga Vacío. En la atmósfera se observa que pH, L, b, C, %Peso y % CO_2 tienen una relación directa con el tiempo, caso contrario ocurre con las variables a, O_2 y H las cuales tienes tienen relación inversa con el tiempo. Y por último en el control, se observa que a, H y %CO_2 tienen una relación directa con el tiempo, al aumentar el tiempo de almacenamiento aumentan los valores de a, H y %CO_2 ;caso contrario ocurre con las variables %O_2, L, b, y C las cuales tienes tienen relación inversa con el tiempo, si aumenta el tiempo, disminuye la cantidad de %O_2, L, b, y C . Según León et al., 2007 cuando hay “un aumento del valor de a*, y un mayor descenso en el valor de b* es reflejado en una disminución en la coloración verde de las hojas. La disminución de L* es el reflejo del oscurecimiento de las hojas”. La retención del color de los productos mínimamente procesados es el principal factor sensorial considerado por los consumidores y uno de los que más limitan la vida poscosecha de los productos

mínimamente procesados. “Las responsables del color verde en las hojas son las clorofilas a y b” (Watada y Qi, 1999). Y las variables pH y Peso no tienen relación con el tiempo.

Figura 28. Componentes principales y Biplot, Lechuga (“vacío, Atmósfera y control”) Fisicoquímicos.



Calidad sensorial.

En la lechuga al vacío las variables apariencia y sabor representan el componente 1, y las variables día y textura representan el componente 2; en la lechuga envasada en atmósfera las variables olor y sabor plasman el componente 1, y las variables día y textura reflejan el componente 2. El CP1 en lechuga al vacío representa un 79,09 % de la variabilidad total, en lechuga envasada en atmósfera representa un 81,08% de la variabilidad total. Ver Tabla 26.

Tabla 26. Pesos de los componentes, Lechuga (“Vacío y atmósfera”).

	LECHUGA VACÍO		LECHUGA ATMÓSFERA	
	CP 1	**CP2**	**CP 1**	**CP2**
Día	0,3590	0,8792	0,3839	0,8414
Apariencia	-0,4686	0,1667	-0,4613	-0,0012
Olor	-0,4700	-0,0221	-0,4711	0,0559
Textura	-0,4484	0,4309	-0,4359	0,5155
Sabor	-0,4792	0,1141	-0,4775	0,1519
Total de varianza %	79,09	12,20	81,08	10,64
Varianza acumulada %	79,09	91,29	81,08	91,72

Las correlaciones son confirmadas en la matriz de la Tabla 27. La variable apariencia, está relacionada directamente con la variable sabor, a medida que disminuye la apariencia el sabor disminuye, en la lechuga al vacío. En la lechuga en atmósfera la variable olor, está relacionada directamente con la variable sabor, a medida que disminuye el olor, el sabor disminuye.

Tabla 27. Matriz de correlaciones, Lechuga (“vacío y atmósfera”).

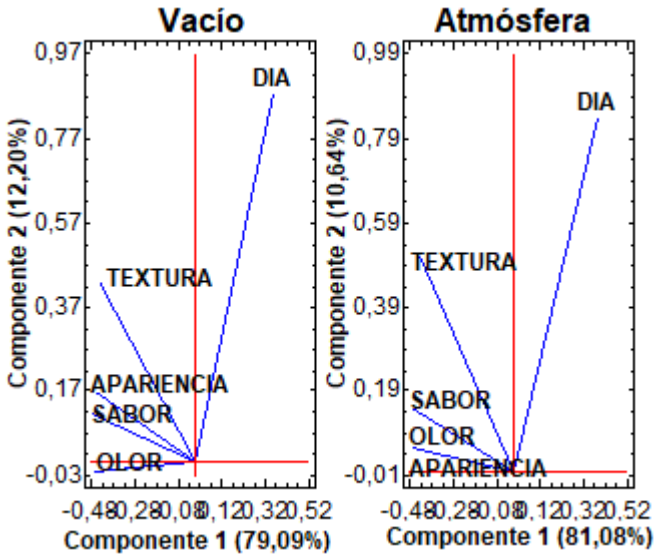
		Día	Apariencia	Olor	Textura
Lechuga Vacío	**Apariencia**	-0,5803 (***)			
	Olor	-0,6382 (***)	0,8267 (***)		
	Textura	-0,4434 (***)	0,8513 (***)	0,7656 (***)	
	Sabor	-0,6051 (***)	0,8474 (***)	0,8948 (***)	0,8496 (***)
Lechuga Atmósfera	**Apariencia**	-0,6875 (***)			
	Olor	-0,6763 (***)	0,8568 (***)		
	Textura	-0,4932 (***)	0,7837 (***)	0,7817 (***)	
	Sabor	-0,6737 (***)	0,837 (***)	0,9281 (***)	0,8631 (***)

<0.10 * <0.05 ** <0.01*** >0.10 N.S

En la figura 29 se observa que la textura, apariencia, sabor y olor tienen una relación inversa con el día para la lechuga envasada al vacío y atmósfera. A medida que aumenta el tiempo de almacenamiento disminuye la calidad sensorial. “De igual manera,

algunos atributos sensoriales que determinan la aceptabilidad de este vegetal de hoja (apariencia, sabor, color y textura) pueden ser afectados por el desarrollo de problemas de calidad como oscurecimiento y cambios texturales durante el procesamiento y almacenamiento" (Saltveit, 2004).

Figura 29. Componentes principales, Lechuga ("vacío y atmósfera") sensorial.



ANOVA parámetros fisicoquímicos:

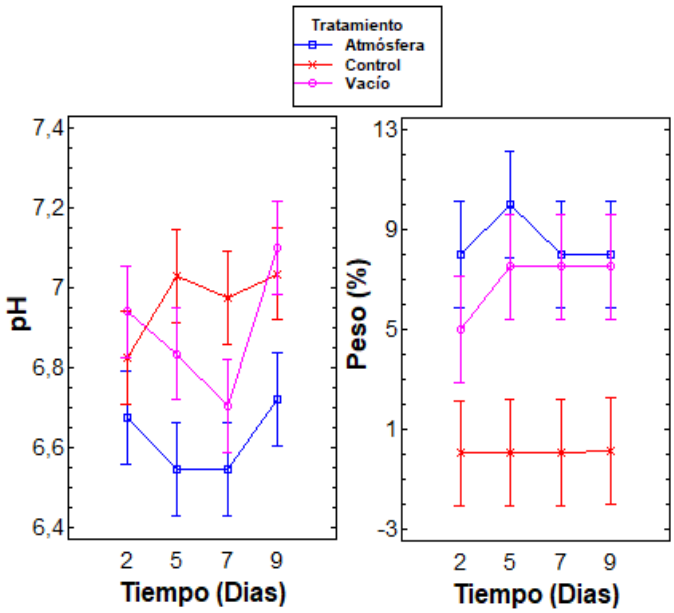
Zanahoria.

El análisis de varianza para la zanahoria y cada una de las variables determinadas en las tres condiciones de estudio, mostró que, respecto al pH, el tiempo de almacenamiento y el tratamiento presentó diferencias significativas (vp<0,05). Para H tanto el tratamiento como la interacción de los factores AB, tuvo diferencias significativas (vp<0,05). Solo el tratamiento empleado resulto significativo (vp<0,05), para el peso (%), b y C. Ninguno de los factores fue significativo (vp<0,05) para a y L. Apéndice 22.

En la figura 30, se ilustran los efectos de los factores de estudio sobre los parámetros fisicoquímicos de las zanahorias. En cuanto al pH, se puede observar como en el día 9 se evidencia diferencias estadísticamente significativas en los 3 tratamientos, siendo el tratamiento atmósfera el que presento menores valores de pH durante el tiempo de almacenamiento. En lo respecta al peso (%), se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento vacío y atmósfera con respecto al control, el cual mantuvo un peso constante durante el tiempo de almacenamiento.

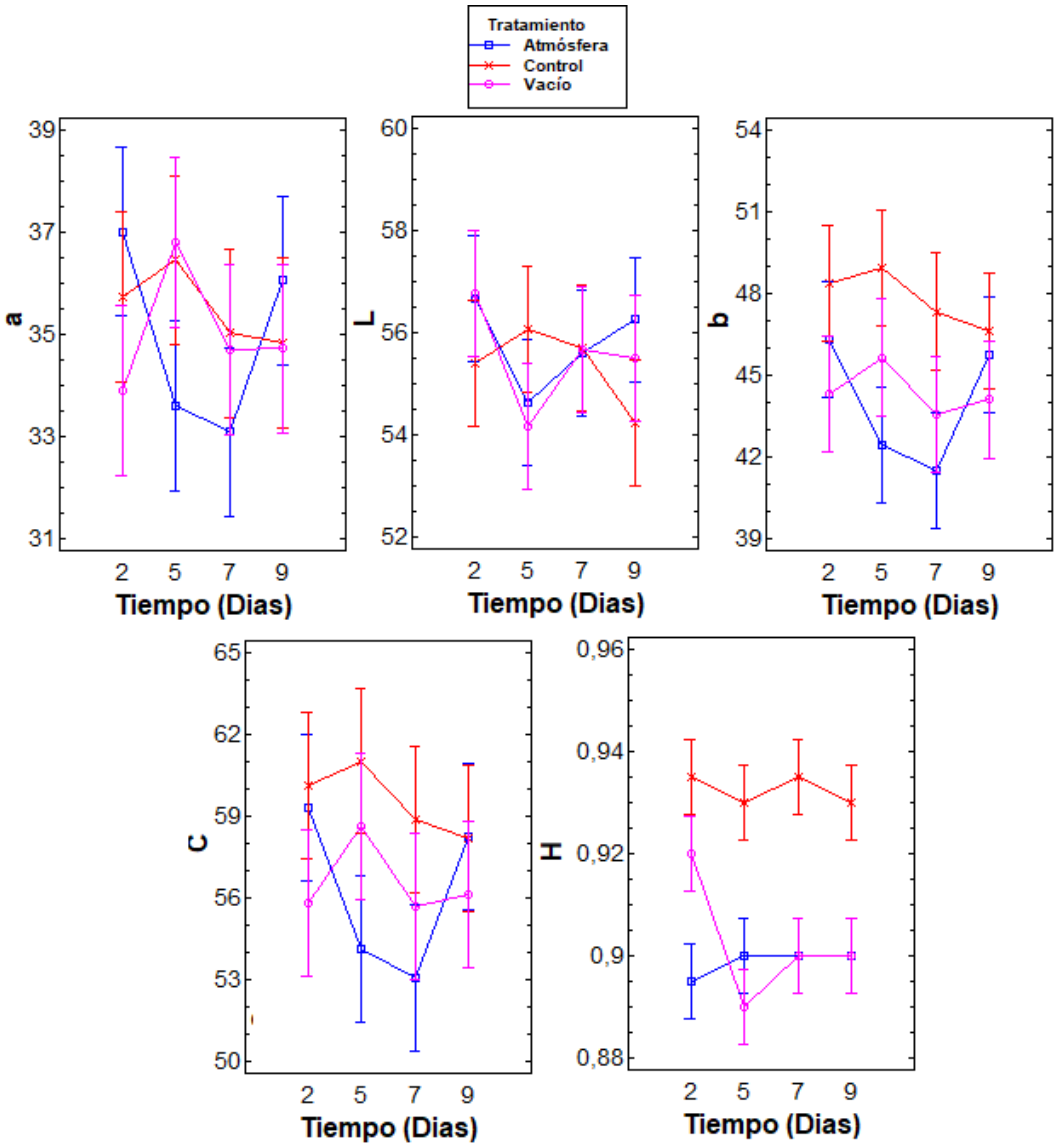
> Probablemente, la pérdida de peso se debió a que el alimento está rodeado de aire y se presenta un intercambio de humedad alimento-aire hasta llegar al equilibrio. Al empacar al vacío, la ausencia de aire no permite que el alimento libere humedad. Así, se reduce el proceso de respiración y la reducción del peso por deshidratación, es mínima (Rocha, Mota y Morais, 2007 (como se citó en Bastidas, 2015)).

Figura 30. pH, Peso (%) vs Tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en zanahoria.



En la figura 31 se muestras los efectos e interacciones entre los factores y niveles de estudio con relación a las variables colorimétricas. De acuerdo con esta, la coordenada de color a, no presento diferencias estadísticamente significativas en los 3 tratamientos, pero hay una tendencia a disminuir del tratamiento atmósfera respecto a la coordenada a durante el tiempo de almacenamiento. En lo que respecta al tratamiento control y vacío, estos presentaron un comportamiento similar al anterior durante el tiempo de almacenamiento. La coordenada L, b y C no presentaron diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos, sin embargo, el control tuvo una tendencia de tener los mayores valores comparado con los otros tratamientos. Y por último en H, si hay diferencias estadísticamente significativas, entre el tratamiento control y vacío y atmósfera a partir del 5 día de almacenamiento.

Figura 31. Color vs tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en Zanahoria.



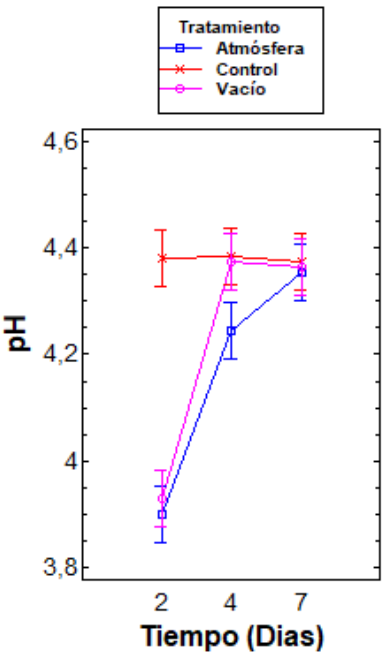
Tomate.

En el análisis de varianza, el tiempo, el tratamiento y la interacción de los factores tuvo un efecto significativo (vp<0.05) en la variable pH y b. Solo el tratamiento tuvo efecto estadísticamente significativo (vp<0.05), en la variable L y peso (%). Para la coordenada de color a y L, ninguno de los factores presentó un efecto estadísticamente significativo

(vp>0.05). Solo el tiempo tuvo efecto estadísticamente significativo (vp<0.05), en la variable H; para los 3 tratamientos evaluados. Ver Apéndice 23.

En la figura 32, se puede observar como el pH, en el día 2 y 4 se evidencia diferencias estadísticamente significativas (vp<0,05) en los 3 tratamientos. El pH en el tratamiento control estuvo constante durante el tiempo de almacenamiento, y el tratamiento vacío y atmósfera tiende a aumentar. Respecto al peso como no presento interacción en los tres sistemas de envasado, se asume que los tres tienen un comportamiento similar.

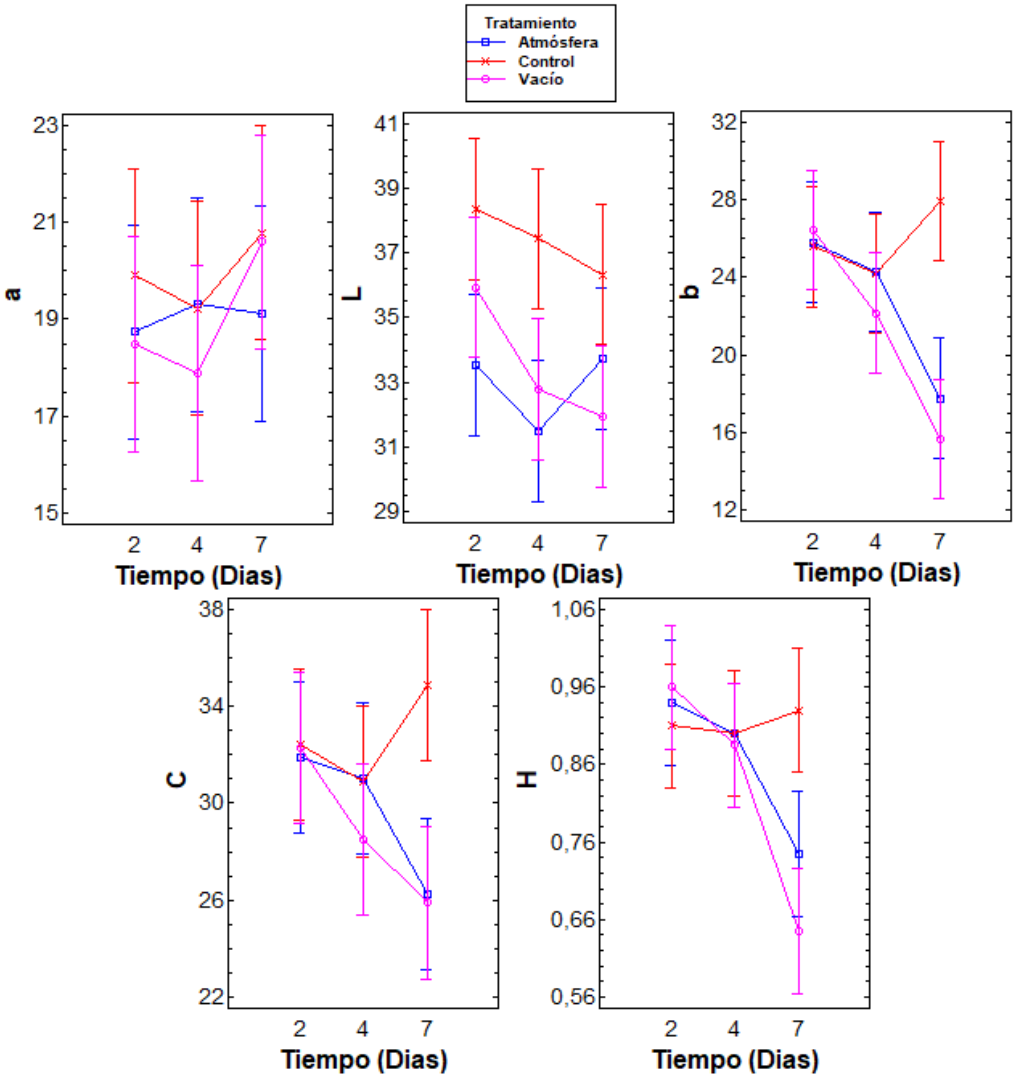
Figura 32. pH vs tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en Tomate.



En la siguiente figura 33 se puede observar como las coordenadas de color a, L y b, no presento diferencias estadísticamente significativas (vp>0,05) en los 3 tratamientos, pero la coordenada L muestra una tendencia del control a disminuir. Sin embargo, en la

coordenada b, el control tuvo una tendencia de tener los mayores valores en el último de almacenamiento presentando diferencia estadísticamente significativa con los otros tratamientos. C no muestra hay diferencias estadísticamente significativas (vp>0,05) en los tratamientos. Sin embargo, el control tuvo una tendencia de tener los mayores valores en el último de almacenamiento presentando diferencia estadísticamente significativa con los otros tratamientos. Y, por último, H no evidencia diferencias estadísticamente significativas (vp>0,05), entre el tratamiento control y vacío y atmósfera en el último día de almacenamiento. El control tiende a aumentar, y el vacío y atmósfera a disminuir.

Figura 33. Color vs tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en Tomate.



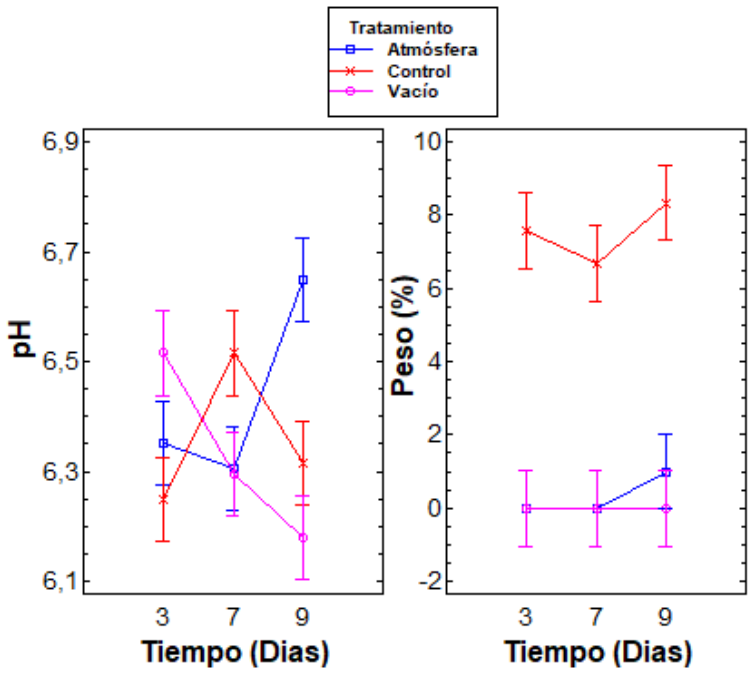
Lechuga.

En el análisis de varianza, solo la interacción de los factores tuvo un efecto significativo en la variable pH y la coordenada de color H. Para la variable peso (%), solo el tratamiento presentó efecto estadísticamente significativo (vp< 0.05). Para la

coordenada de color a, L, b y C ninguno de los factores presentó un efecto estadísticamente significativo (vp > 0.05). Ver Apéndice 24.

El pH en el día 9 se evidencia diferencias estadísticamente significativas en los 3 tratamientos, siendo el tratamiento atmósfera el que presento el mayor valor durante el tiempo de almacenamiento. Respecto al peso se puede observar diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento vacío y atmósfera con el control, durante el tiempo de almacenamiento. El tratamiento control tuvo la mayor pérdida de peso. Ver Figura 34.

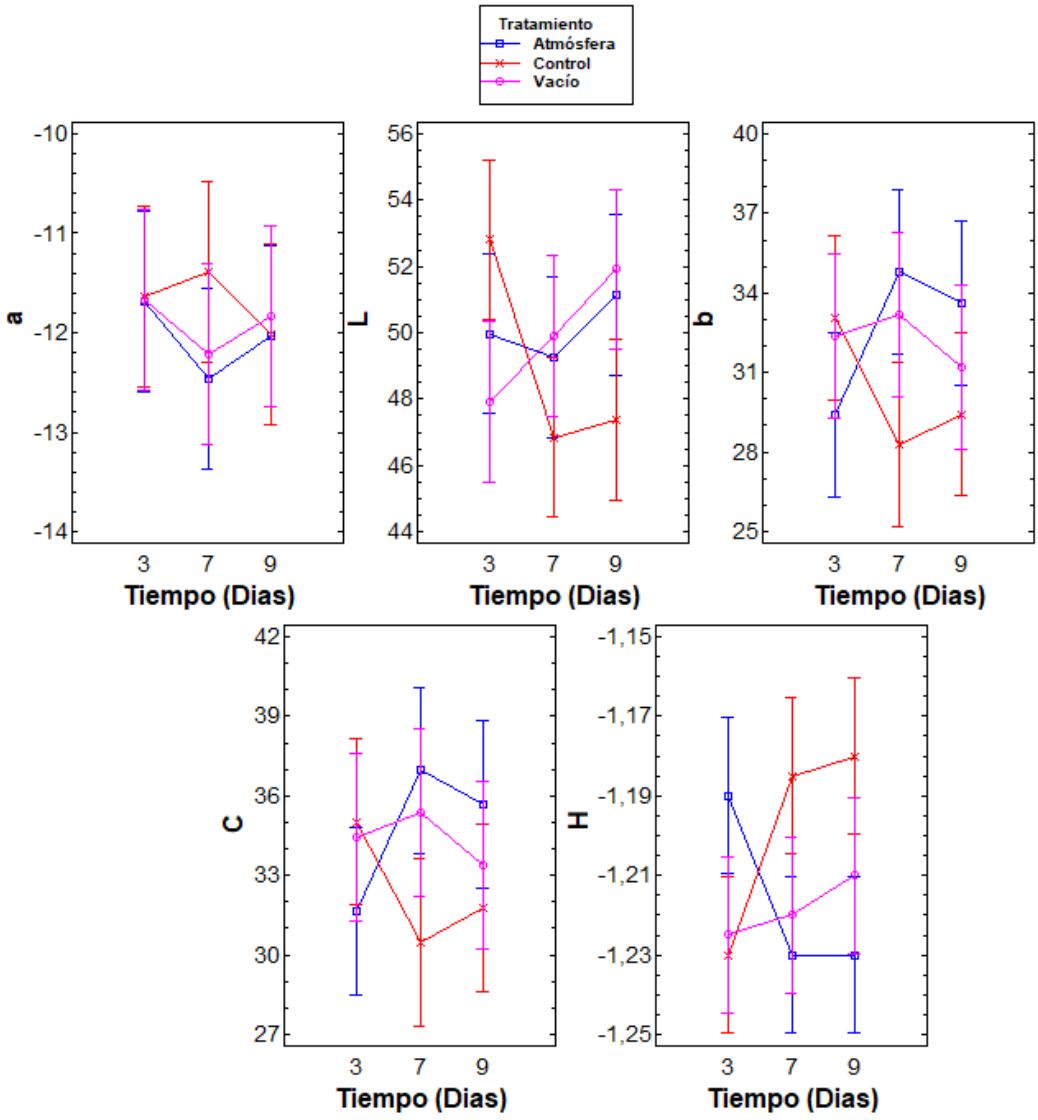
Figura 34. pH, peso (%) vs tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en Lechuga.



En la figura 35, se observa lo siguiente, respecto al color: la coordenada a, L y b no evidencia diferencias estadísticamente significativas en los 3 tratamientos, el tratamiento vacío tuvo los mayores valores de L. C y H no presentan diferencias

significativas en los tratamientos, pero H muestra una tendencia del control y el vacío a aumentar, y atmósfera a disminuir.

Figura 35. Color vs tiempo (días) y tratamiento. Interacciones y 95% de Fisher LSD en Lechuga.

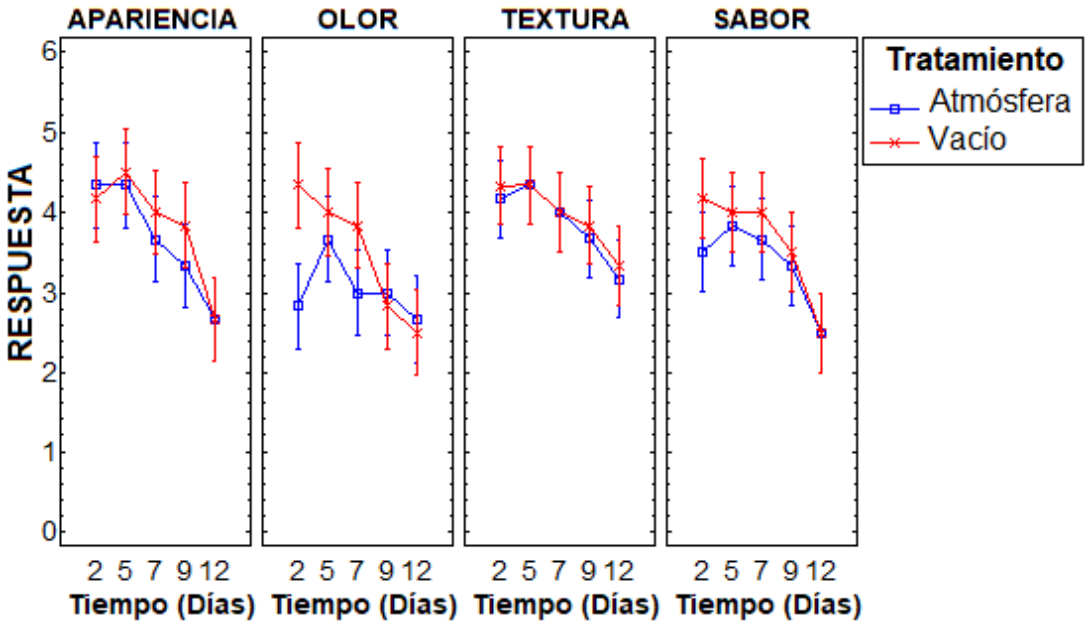


ANOVA Calidad sensorial:

Zanahoria.

En el análisis de varianza para la zanahoria se obtuvo que el tiempo tuvo un efecto significativo (vp<0.05) en la apariencia, el olor, la textura y el sabor. Ver Apéndice 25. En la figura 36 se presentan los intervalos LSD, donde se puede observar como la apariencia no presenta diferencias estadísticamente significativas (vp>0.05) entre los tratamientos, sin embargo, se identifica una tendencia a disminuir durante el tiempo de almacenamiento. En lo que respecta al olor, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento vacío y atmósfera en el día 2 de almacenamiento notándose tendencia a disminuir durante el tiempo de almacenamiento en ambos tratamientos. En cuanto a la textura y el sabor, no se presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Figura 36. Análisis sensorial (zanahoria) vs tratamientos y tiempo (días). Intervalos LSD 95% de confianza.

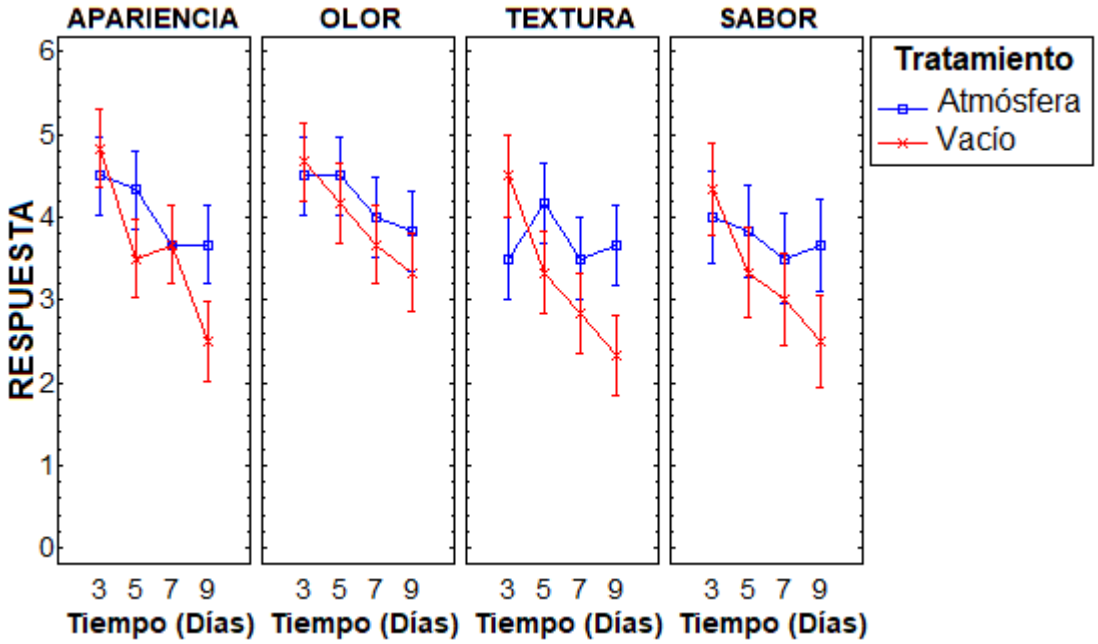


Tomate.

En el análisis de varianza para el tomate se obtuvo que el tiempo tuvo un efecto significativo (vp<0.05) en la apariencia, el olor y el sabor. En el caso de la textura el tiempo y la interacción de los factores (tratamiento y tiempo), tiempo tuvo un efecto significativo (vp <0.05). (Ver Apéndice 26).

Respecto al olor no se presenta diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento vacío y atmósfera durante el almacenamiento. Sin embargo, se ve una tendencia del tratamiento vacío a tener la menor calificación por parte del panel sensorial. La apariencia, la textura, y el sabor no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en los primeros 7 días de almacenamiento, en el día 9 hay una diferencia entre ambos tratamientos siendo el envasado en vació el que tuvo la menor calificación por pare del panel sensorial. Ver figura 37.

Figura 37. Análisis sensorial (tomate) vs tratamientos y tiempo (días). Intervalos LSD 95% de confianza.

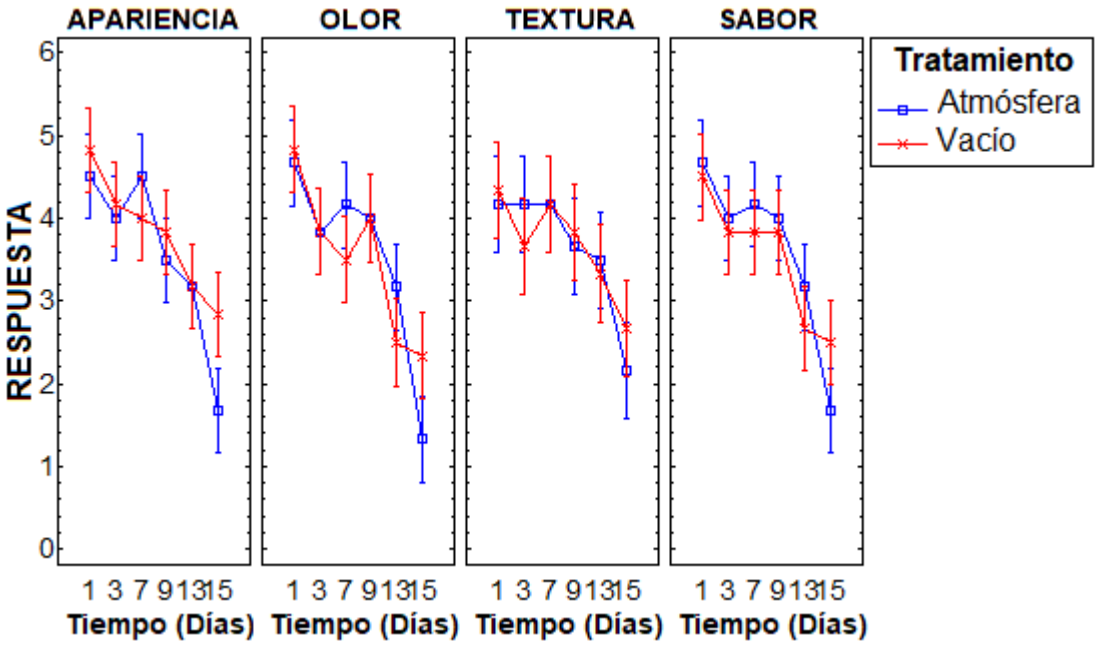


Lechuga.

En el análisis de varianza para la lechuga se obtuvo que el tiempo tuvo un efecto significativo (vp <0.05) en la apariencia, el olor, textura y el sabor. (ver Apéndice 27).

En la figura 38, se puede observar como la apariencia no se evidencian diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en los primeros 7 días de almacenamiento, en el día 9 hay una diferencia entre ambos tratamientos siendo el envasado en atmósfera el que tuvo la menor calificación por parte del panel sensorial. Respecto al olor, el sabor y la textura, no se presentan diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento vacío y atmósfera durante el almacenamiento. Sin embargo, se ve una tendencia del tratamiento vacío a tener la menor calificación por parte del panel sensorial.

Figura 38. Análisis sensorial (Lechuga) vs tratamientos y tiempo (días). Intervalos LSD 95% de confianza.



Algunos autores concluyeron que para que la le lechuga mantenga sus características organolépticas se recomienda un 55% de gas y 99.9% de vació en un envase plástico de polipropileno biorientado (BOPP), teniendo en cuenta que para que la lechuga respire necesita oxigeno produciendo dióxido de carbono, entonces para bajar la intensidad de su metabolismo, se limita la disponibilidad de oxigeno bajando su concentración y aumenta la concentración de dióxido de carbono para disminuir la tasa de respiración, entrando en un estado de letargia se recomienda 55% de gas porque con este porcentaje se retarda la fermentación anaerobia. Siendo una mezcla de gases N_2 90% O_2 5% y CO_2 5% que corresponde al 55% de

gas siendo la más apropiada para este tipo de productos, con una vida útil de 7 días (Izquierdo y Naranjo, 2006).

En un estudio realizado con rúcula troceada se destacó que al analizar en conjunto todos los descriptores analizados a través del análisis sensorial de este estudio, se puede resumir que el film más adecuado para el almacenamiento a la temperatura que se realizó el estudio sería el polipropileno, permitiendo una vida útil de 15 días (Torales, Chaves y Rodríguez, 2010).

Vida útil de sistemas de envasado:

Zanahoria.

La tabla de análisis de desviaciones (Tabla 28) se puede observar como el modelo de regresión logística es significativo (vp <0,05) y, además el residuo no es significativo (vp > 0,05). Hay una relación estadísticamente significativa entre tiempo (día) y tratamiento respecto a la apariencia, el olor, la textura y el sabor en la zanahoria.

Tabla 28. Análisis de desviación sensorial en Zanahoria.

Parámetro	Fuente	Desviación	Gl	Valor-P
Apariencia	Modelo	22.7574	2	0.0000
	Residuo	30.4257	48	0.9775
	Total	53.1822	50	
Olor	Modelo	6.20702	2	0.0449
	Residuo	47.6434	38	0.1358
	Total	53.8504	40	
Textura	Modelo	7.2803	2	0.0262
	Residuo	25.228	47	0.9961
	Total	32.5083	49	
Sabor	Modelo	18.1578	2	0.0001
	Residuo	30.7447	40	0.8534
	Total	48.9024	42	

La tabla de prueba de razón de verosimilitud (Tabla 29) se observa que el tiempo (Día) influye significativamente (vp <0,05) en la apariencia, el olor, la textura y el sabor; caso contrario sucede con el tratamiento (vp > 0,05).

Tabla 29. Pruebas de razón de verosimilitud sensorial en Zanahoria.

Parámetro	Factor	Chi-cuadrada	Gl	Valor-P
Apariencia	Tiempo (día)	22.1044	1	0.0000
	Tratamiento	3.16633	1	0.0752
Olor	Tiempo (día)	5.94413	1	0.0148
	Tratamiento	0.00127609	1	0.9715
Textura	Tiempo (día)	7.13674	1	0.0076
	Tratamiento	0.00154395	1	0.9687
Sabor	Tiempo (día)	17.5177	1	0.0000
	Tratamiento	0.563373	1	0.4529

En la ecuación 2 se muestra el modelo de regresión logística para cada uno de los parámetros sensoriales evaluados (Apariencia, Olor, Textura y sabor).

$$y = \frac{e^{\lambda}}{1+e^{\lambda}} \qquad [2]$$

Donde:

Tabla 30. Modelo de regresión logística para parámetros sensoriales.

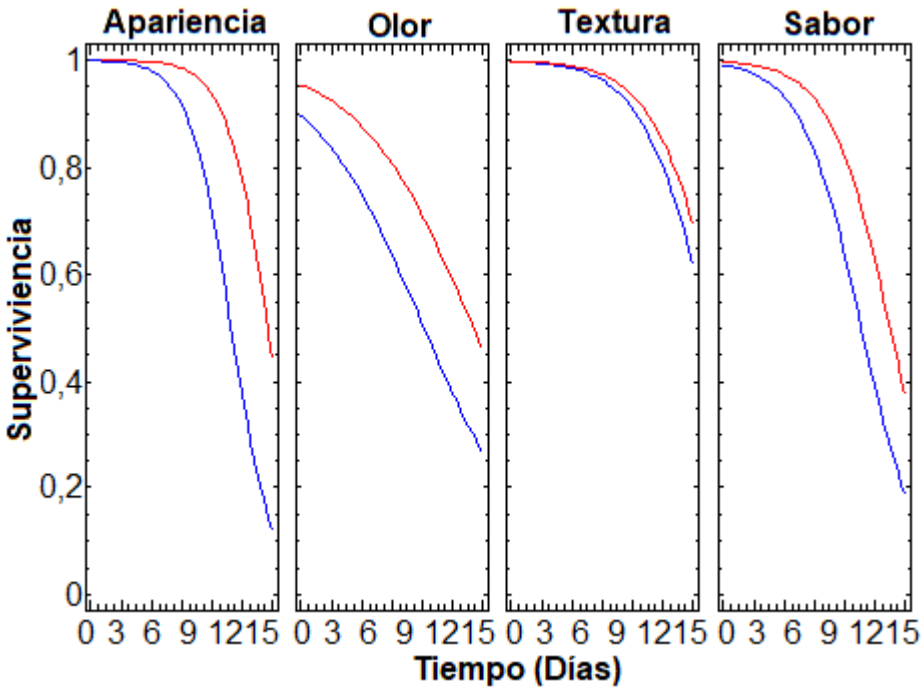
Parámetro	Valor de λ
Apariencia	$8{,}52717 - 0{,}729477 * x_1 - 1{,}75735 * x_2$
Olor	$2{,}6051 - 0{,}267066 * x_1 + 0{,}0256496 * x_2$
Textura	$6{,}11028 - 0{,}458883 * x_1 + 0{,}0417941 * x_2$
Sabor	$5{,}99141 - 0{,}549896 * x_1 - 0{,}67913 * x_2$

$$x_1 = dia \qquad x_2 = tratamiento$$

La figura 39 muestra el porcentaje de vida útil de cada parámetro estudiado para la zanahoria, así como el tiempo (días) y tratamiento de almacenamiento. Para el caso de la apariencia, si el criterio de fallo es el 5%, el 4% de los productos almacenados en atmósfera fallarían a los 5 días de almacenamiento; en el caso de los productos almacenados al vacío el 3% fallaría a los 7 días de almacenamiento. Para el parámetro

olor se puede observar cómo caso particular, en los tratamientos atmósfera y vacío el 9% de los productos fallaría al primer día de almacenamiento. El 5% de los productos almacenados en los dos tratamientos atmósfera y vacío fallo su textura a los 7 días de almacenamiento. Respecto al sabor, el tratamiento atmósfera fallo de 7% de los productos almacenados a los 4 días; para el tratamiento vacío fallo el 7% a los 6 días de almacenamiento.

Figura 39. Modelo de regresión logística ajustado, Zanahoria sensorial. Línea roja “vacío”, línea azul “atmósfera”.



Calidad microbiológica.

Según los resultados obtenidos por los análisis realizados de acuerdo a la norma NTC 6005/2013 por el laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - INTAL (Itagüí, Colombia) (Apéndice 19, 29). Se encontró que la muestra 1 y 2 de Zanahoria vacío, 1 y 2 de Zanahoria Atmósfera y Zanahoria control cumplen el

parámetro de ausencia de *Listeria Monocytogenes* y *Salmonella* durante el tiempo de almacenamiento. Las muestras 1 y 2 de zanahoria vacío y atmósferas presentaron una contaminación con *E. Coli* el día 0, se repiten los análisis y cumplen para los siguientes dias de almacenamiento en todas las muestras con <10 ufc/g de *E.Coli.* El rango establecido en la norma de *Aerobios Mesófilos* es de Max 1000000 ufc/g, según el resultado la Zanahoria vacío al día 12 tuvo 2800000 y 2730000 respectivamente, no cumpliendo así con este parámetro, la Zanahoria en atmósfera el día 7 y 9 estuvo fuera del rango; y la Zanahoria control estuvo dentro del rango de este parámetro. La diferencia en la carga microbiana de aerobios probablemente, fue debido a la reducción de oxígeno en el interior del empaque en la zanahoria al vacío y control, que produjo una disminución en el crecimiento. Se concluye que las muestras de zanahoria en vacío tuvieron un fallo por microbiología al día 12 de almacenamiento, la Zanahoria en atmósfera al día 7 y las muestras de zanahoria control cumplen los parámetros establecidos en esta norma.

Tabla 31. Zanahoria envasada al Vacío.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Zanahoria	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	76000	19100	1100	Ausencia
2	0	Ausencia	46000	10500	500	Ausencia
1	2	Ausencia	13200	5400	<10	Ausencia
2	2	Ausencia	169000	13000	<10	Ausencia
1	5	Ausencia	116000	27000	<10	Ausencia
2	5	Ausencia	67000	23000	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	290000	25400	<10	Ausencia
2	7	Ausencia	217000	27000	<10	Ausencia
1	9	Ausencia	378000	28000	<10	Ausencia
2	9	Ausencia	366000	31000	<10	Ausencia
1	12	Ausencia	2800000	19200	<10	Ausencia
2	12	Ausencia	2730000	11500	<10	Ausencia

Tabla 32. Zanahoria envasada en atmósfera.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Zanahoria	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	195000	10000	3000	Ausencia
2	0	Ausencia	200000	10500	400	Ausencia
1	2	Ausencia	12800	4800	<10	Ausencia
2	2	Ausencia	172000	7900	<10	Ausencia
1	5	Ausencia	265000	20000	<10	Ausencia
2	5	Ausencia	372000	18900	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	1130000	66000	<10	Ausencia
2	7	Ausencia	1320000	49200	<10	Ausencia
1	9	Ausencia	920000	62000	<10	Ausencia
2	9	Ausencia	1110000	52000	<10	Ausencia

Tabla 33. Zanahoria Control.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Zanahoria	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	2500	1400	<10	Ausencia
2	0	Ausencia	2600	1000	<10	Ausencia
1	2	Ausencia	7200	2400	<10	Ausencia
2	2	Ausencia	27900	4900	<10	Ausencia
1	5	Ausencia	9200	6300	<10	Ausencia
2	5	Ausencia	4200	2100	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	21000	11700	<10	Ausencia
2	7	Ausencia	26000	21000	<10	Ausencia

La zanahoria mínimamente procesada envasada al vacío en BOPP ayudó a mantener las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales; y prolongar la vida útil durante 12 días de almacenamiento. Se han desarrollado investigaciones en zanahoria mínimamente procesada, donde se utilizaron empaques de polipropileno y polipropileno biorientado en atmósfera normal (Alegria, Pinheiro, Goncalves, Fernandes, Moldao, y Abreu, 2010; Cruz, Acedo, Díaz, Islas y Gonzáles, 2006 (como se citó en Bastidas, 2015)). Según Rocha, Ferreira, Silva, Almeida y Morais, 2007 (como se citó en Bastidas, 2015), “la zanahoria mínimamente procesada empacada al vacío es una alternativa tecnológica para incrementar el tiempo de vida útil (8 días) con parámetros físicos, químicos y sensoriales aceptables para el consumidor”; resultados similares a los obtenidos en este trabajo. De otro lado; Laurila y Ahvenaimen, 2002 (como se citó en Bastidas, 2015) determinaron tiempos de vida útil en zanahorias rallada de 8 día; a 5°C, resultados similares a los reportados. Dussán et al., 2015 concluyó que el tratamiento más adecuado de conservación bajo refrigeración de zanahoria mínimamente procesada

fue al corte en forma de cubos y empacada al vacío, datos que respaldan el efecto benéfico del empaque al vacío.

Tomate Chonto.

La tabla 35 de análisis de desviaciones presenta que el valor p del modelo es significativo (vp<0,05) y además el valor p del residuo no es significativo (vp>0,05). Hay una relación estadísticamente significativa entre tiempo (día) y tratamiento respecto a la apariencia, el olor, la textura y el sabor en el tomate.

Tabla 34. Análisis de desviación sensorial en Tomate.

Parámetro	Fuente	Desviación	Gl	Valor-P
Apariencia	Modelo	21.5762	2	0.0000
	Residuo	27.5508	45	0.9812
	Total	49.127	47	
Olor	Modelo	22.8729	2	0.0000
	Residuo	5.00407	47	1.0000
	Total	27.8769	49	
Textura	Modelo	10.773	2	0.0046
	Residuo	42.6398	41	0.4004
	Total	53.4128	43	
Sabor	Modelo	22.5625	2	0.0000
	Residuo	33.9718	43	0.8360
	Total	56.5343	45	

La tabla 36 de prueba de razón de verosimilitud se observa que el tiempo (Día) y el tratamiento influyen significativamente (vp <0,05) en la apariencia, el olor, la textura y el sabor.

Tabla 35. Pruebas de razón de verosimilitud sensorial en Tomate.

Parámetro	Factor	Chi-cuadrada	Gl	Valor-P
Apariencia	Tiempo (día)	21.4617	1	0.0000
	Tratamiento	9.58727	1	0.0020
Olor	Tiempo (día)	22.5433	1	0.0000
	Tratamiento	8.37928	1	0.0038
Textura	Tiempo (día)	10.0869	1	0.0015
	Tratamiento	4.71964	1	0.0298
Sabor	Tiempo (día)	19.8738	1	0.0000
	Tratamiento	12.8717	1	0.0003

En la ecuación 2 se muestra el modelo de regresión logística para cada uno de los parámetros sensoriales evaluados (Apariencia, Olor, Textura y sabor).

$$y = \frac{e^{\lambda}}{1+e^{\lambda}} \qquad [2]$$

Donde:

Tabla 36. Ecuaciones del modelo de regresión logística para cada parámetro sensorial.

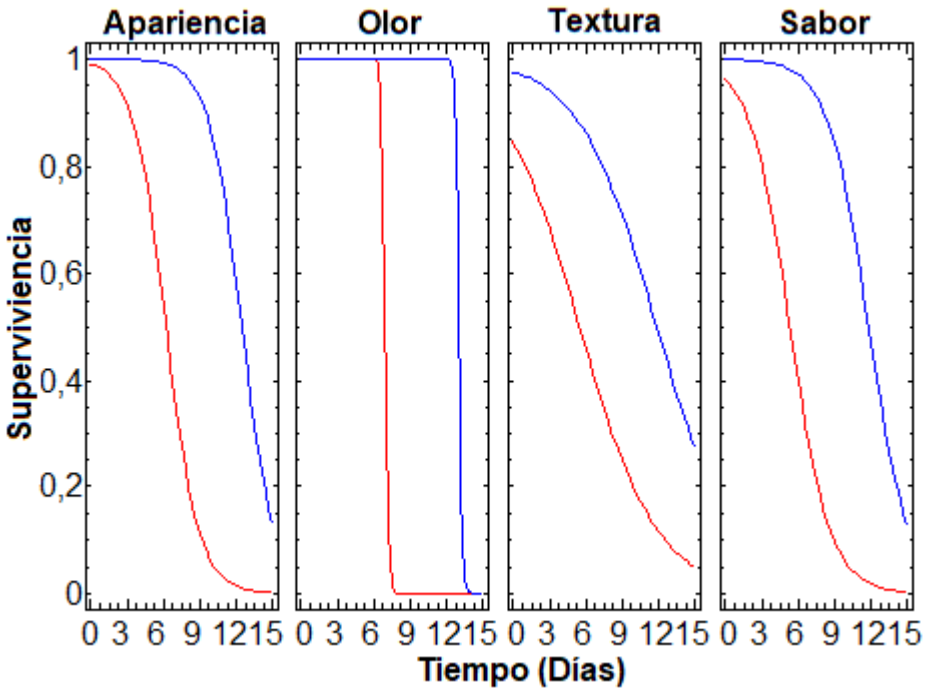
Parámetro	Valor de λ
Apariencia	$4{,}58513 - 0{,}555013 * x_1 + 4{,}63156 * x_2$
Olor	$51{,}275 - 5{,}54318 * x_1 + 45{,}063 * x_2$
Textura	$1{,}70197 - 0{,}233552 * x_1 + 1{,}98964 * x_2$
Sabor	$2{,}97785 - 0{,}432166 * x_1 + 3{,}85527 * x_2$

$x_1 = dia \qquad x_2 = tratamiento$

La figura 40 muestra el porcentaje de vida útil de cada parámetro estudiado para el tomate, además presenta el tiempo (días) y tratamiento de almacenamiento. Para el caso de la apariencia, si el criterio de fallo es el 5% de fallo, el 7% de los productos almacenados en atmósfera fallarían a los 12 días de almacenamiento; en el caso de los productos almacenados al vacío el 5% fallaría a los 3 días de almacenamiento. Para el parámetro Olor se puede observar cómo caso particular en el tratamiento vacío fallaría el 20% de los productos a los 9 días de almacenamiento; para el tratamiento atmósfera fallaría el 11% de los productos a los 17 días de almacenamiento. El parámetro textura hay fallo del 9% de los productos el primer día de almacenamiento para el caso de los productos almacenados al vacío; para los productos que se les aplico el tratamiento atmósfera hay fallo de producto del 5% a los 3 días de almacenamiento. Por último, en el parámetro sabor, hay fallo de 7% al primer día de almacenamiento para los productos

que se les aplico el tratamiento vacío; para el caso de los productos que se les aplico el tratamiento atmósfera, fallo el 5% de estos a los 9 días de almacenamiento.

Figura 40. Modelo de regresión logística ajustado, Tomate sensorial. Línea roja "vacío", línea azul "atmósfera".



Para prolongar la vida útil de los frutos de tomate, se debe principalmente reducir su metabolismo respiratorio para lo cual se hace uso del almacenamiento a baja temperatura y/o en una atmósfera modificada (AM), enriquecida en dióxido de carbono y empobrecida en oxígeno (Kalt et al., 1999).

"Este sistema de envasado es un proceso dinámico en donde el envase cerrado interactúa con el producto envasado, para finalmente alcanzar un equilibrio en la atmósfera gaseosa interna" (Fathi, 2015).

En el caso de los tomates verdes, la temperatura óptima de almacenamientos es de 12ºC y las concentraciones recomendadas de O_2 y CO_2 son de 3-5% y 2-3%, respectivamente. En el caso de tomates maduros, la temperatura óptima disminuye a los 10ºC y las concentraciones óptimas de O_2 y CO_2 son de un 3-5% para ambos gases (Kader, 2007). Generalmente, durante tiempos largos de conservación, mientras más baja sea la concentración de O_2 y más alta la concentración de CO_2, , más importantes son los efectos residuales. De esta forma, el envasado en atmósfera modificada logra beneficios notables para los productos vegetales si éstos se mantienen bajo condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa y composición en O_2, CO_2 y C2H4, es por ello que no se pueden exceder los límites de tolerancia al frío (Artés y Artés-Hernández, 2002).

Calidad microbiológica.

Según los resultados obtenidos por los análisis realizados de acuerdo a la norma NTC 6005/2013 por el laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - INTAL (Itagüí, Colombia) (Apéndice 20, 30). Se encontró que la muestra 1 y 2 de Tomate vacío, 1 y 2 de Tomate Atmósfera y Tomate control cumplen el parámetro de ausencia de *Listeria Monocytogenes* y *Salmonella* durante el tiempo de almacenamiento. El tomate control, el tomate en atmósfera y vacío cumplen todas las muestras con <10 ufc/g de *E.Coli*. El rango establecido en la norma de *Aerobios Mesófilos* es de Max 1000000 ufc/g, según el resultado el tomate en atmósfera al día 20

tuvo 3500000 y 3800000 respectivamente; no cumpliendo así con este parámetro, el tomate vacío y control estuvieron dentro del rango de este parámetro. Se concluye que las muestras de tomate en atmósfera tuvieron un fallo por microbiología.

Tabla 37. Tomate envasado al vacío.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Tomate	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	3900	300	<10	Ausencia
2	0	Ausencia	3700	190	<10	Ausencia
1	3	Ausencia	150	20	<10	Ausencia
2	3	Ausencia	100	50	<10	Ausencia
1	5	Ausencia	800	90	<10	Ausencia
2	5	Ausencia	1200	200	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	310	50	<10	Ausencia
2	7	Ausencia	260	110	<10	Ausencia
1	9	Ausencia	8000	380	<10	Ausencia
2	9	Ausencia	7500	250	<10	Ausencia

Tabla 38. Tomate envasado en atmósfera.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Tomate	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	3900	300	<10	Ausencia
2	0	Ausencia	3700	190	<10	Ausencia
1	3	Ausencia	440	100	<10	Ausencia
2	3	Ausencia	470	120	<10	Ausencia
1	5	Ausencia	380	150	<10	Ausencia
2	5	Ausencia	270	190	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	4200	60	<10	Ausencia
2	7	Ausencia	4500	120	<10	Ausencia
1	9	Ausencia	1600	4700	<10	Ausencia
2	9	Ausencia	14400	5200	<10	Ausencia
1	13	Ausencia	16800	5100	<10	Ausencia
2	13	Ausencia	15900	4800	<10	Ausencia
1	20	Ausencia	3500000	160000	<10	Ausencia
2	20	Ausencia	3800000	150000	<10	Ausencia

Tabla 39. Tomate control.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Tomate	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	310	<10	<10	Ausencia
2	0	Ausencia	700	<10	<10	Ausencia
1	2	Ausencia	900	20	<10	Ausencia
2	2	Ausencia	130	200	<10	Ausencia
1	4	Ausencia	1630	100	<10	Ausencia
2	4	Ausencia	1390	90	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	160	40	<10	Ausencia
2	7	Ausencia	130	120	<10	Ausencia

El tomate mínimamente procesada envasada con atmósfera 5 % O_2, 5% CO_2 en BOPP ayudó a mantener las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales; y prolongar la vida útil durante 20 días de almacenamiento.

Lechuga Romana.

La tabla 40 de análisis de desviaciones presenta que el valor p del modelo es significativo (vp<0,05) y además el valor p del residuo no es significativo (vp>0,05). Hay una relación estadísticamente significativa entre tiempo (día) y tratamiento respecto a la apariencia, el olor, la textura y el sabor en la lechuga.

Tabla 40. Análisis de desviación sensorial en Lechuga.

Parámetro	Fuente de variación	Desviación	Gl	Valor-P
Apariencia	Modelo	27.4196	2	0.0000
	Residuo	30.7734	53	0.9938
	Total	58.1929	55	
Olor	Modelo	31.192	2	0.0000
	Residuo	42.9583	56	0.8996
	Total	74.1504	58	
Textura	Modelo	20.4811	2	0.0000
	Residuo	38.6575	55	0.9536
	Total	59.1386	57	
Sabor	Modelo	36.4722	2	0.0000
	Residuo	21.4288	48	0.9997
	Total	57.901	50	

La tabla 41 de prueba de razón de verosimilitud se observa que el tiempo (Día) influye significativamente (vp<0,05) en la apariencia, el olor y el sabor, caso contrario ocurre con el tratamiento el cual no influye significativamente (vp>0,05) en estas variables. En el caso de la textura el tiempo (Día) y el tratamiento influyen significativamente (vp<0,05).

Tabla 41. Pruebas de razón de verosimilitud sensorial en Lechuga.

Parámetro	Factor	Chi-cuadrada	Gl	Valor-P
Apariencia	Tiempo (día)	26.9937	1	0.0000
	Tratamiento	0.00823949	1	0.9277
Olor	Tiempo (día)	28.3033	1	0.0000
	Tratamiento	2.5862	1	0.1078
Textura	Tiempo (día)	20.2152	1	0.0000
	Tratamiento	0.19847	1	0.0298
Sabor	Tiempo (día)	36.4643	1	0.0000
	Tratamiento	0.330987	1	0.5651

La ecuación 2 muestra el modelo de regresión logística para cada uno de los parámetros sensoriales evaluados (Apariencia, Olor, Textura y sabor).

$$y = \frac{e^{\lambda}}{1+e^{\lambda}} \qquad [2]$$

Donde:

Tabla 42. Ecuaciones modelo de regresión logística para cada parámetro sensorial.

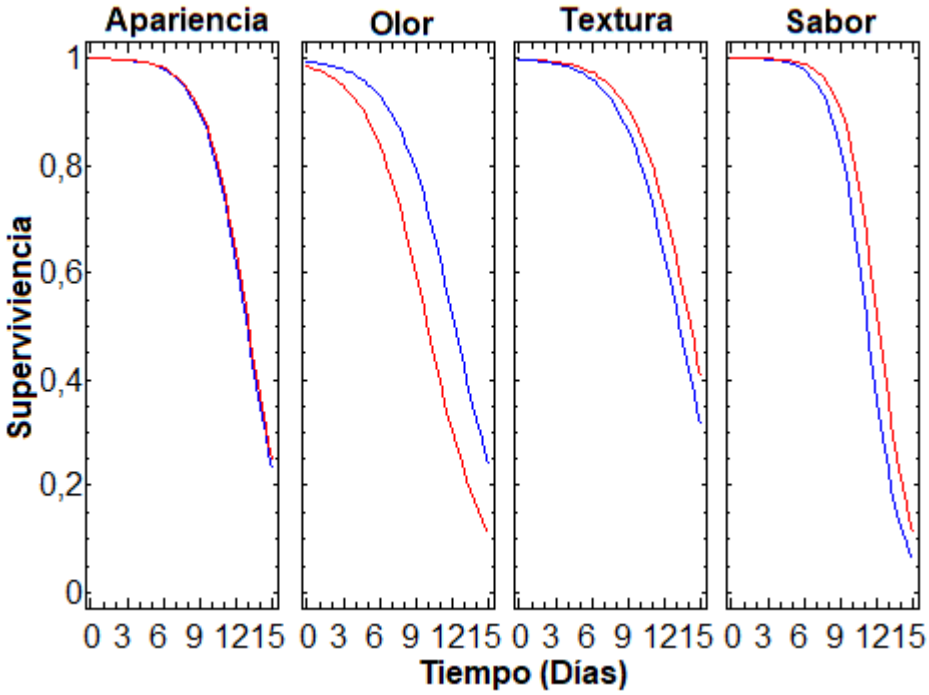
Parámetro	Valor de λ
Apariencia	$7{,}26685 - 0{,}558943 * x_1 - 0{,}082964 * x_2$
Olor	$3{,}91613 - 0{,}401765 * x_1 + 1{,}23579 * x_2$
Textura	$6{,}27454 - 0{,}449375 * x_1 - 0{,}371379 * x_2$
Sabor	$18{,}02122 - 0{,}715593 * x_1 + 0{,}657323 * x_2$

$x_1 = dia \qquad x_2 = tratamiento$

La figura 41 muestra el porcentaje de vida útil de cada parámetro estudiado en la lechuga; además, presenta el tratamiento y tiempo (días) de almacenamiento para cada parámetro; si el criterio de rechazo es del 5%, se tendría un estimado de vida útil en cada parámetro. Si el criterio de fallo es el 5% como caso particular en el tratamiento vacío y atmósfera en el parámetro apariencia se fallará el 6% de los productos a los 8 días de almacenamiento. Para el caso del olor, en el tratamiento vacío fallara el 6% de los productos a los 3 días de almacenamiento; para el tratamiento atmósfera hay fallo del

6% de los productos a los 6 días de almacenamiento. Para la textura, en los productos almacenados a vacío se presenta fallo de 6% a los 7 días de almacenamiento; para el tratamiento atmósfera hay fallo del 6% a los 8 días de almacenamiento. Y por último para el sabor, los productos almacenados a vacío se presentará fallo de 5% a los 7 días de almacenamiento; para el tratamiento atmósfera hay fallo del 5% a los 8 días de almacenamiento.

Figura 41. Modelo de regresión logística ajustado, Lechuga sensorial. Línea roja "vacío", línea azul "atmósfera".



Calidad microbiológica.

Según los resultados obtenidos por los análisis realizados de acuerdo a la norma NTC 6005/2013 por el laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - INTAL (Itagüí, Colombia) (Apéndice 21, 31). Se encontró que la muestra 1 y 2 de Lechuga vacío, 1 y 2 de Lechuga Atmósfera y Lechuga control cumplen el

parámetro de ausencia de *Listeria Monocytogenes* y *Salmonella* durante el tiempo de almacenamiento. Las muestra 2 del día 3 y 1 del día 7 en lechuga control presentaron una contaminación con *E. Coli*, la lechuga en atmósfera y vacío cumplen todas las muestras con <10 ufc/g de *E.Coli*. El rango establecido en la norma de *Aerobios Mesófilos* es de Max 1000000 ufc/g, según el resultado la lechuga control al día 7 tuvo 2000000 y 2080000 no cumpliendo así con este parámetro, la lechuga en vacío y atmósfera estuvieron dentro del rango de este parámetro. En estudios se ha concluido que atmósfera con 3 % de O2 y 10 % de CO2 mejora la calidad de lechugas cortadas en comparación a las mismas en aire, sin existir ningún efecto sobre el crecimiento de bacterias mesófilas (Escalona et al., 2006, 2007; Allende et al., 2007). Se concluye que las muestras de lechuga en atmósfera y vacío cumplieron con todos los parámetros y la muestra control fallo por microbiología.

Tabla 43. Lechuga envasada en atmósfera.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Lechuga	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	16500	1500	<10	Ausencia
2	0	Ausencia	24000	1600	<10	Ausencia
1	3	Ausencia	33000	360	<10	Ausencia
2	3	Ausencia	22000	1800	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	7000	1900	<10	Ausencia
2	7	Ausencia	5000	1100	<10	Ausencia
1	9	Ausencia	120000	1500	<10	Ausencia
2	9	Ausencia	23000	2000	<10	Ausencia
1	13	Ausencia	13000	6000	<10	Ausencia
2	13	Ausencia	102000	35000	<10	Ausencia
1	15	Ausencia	289000	108000	<10	Ausencia
2	15	Ausencia	101000	51000	<10	Ausencia

Tabla 44. Lechuga envasada al vacío.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Lechuga	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	1500	70	<10	Ausencia
2	0	Ausencia	3900	170	<10	Ausencia
1	3	Ausencia	179000	360	<10	Ausencia
2	3	Ausencia	11000	1500	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	7500	400	<10	Ausencia
2	7	Ausencia	2100	1300	<10	Ausencia
1	9	Ausencia	24000	400	<10	Ausencia
2	9	Ausencia	5000	600	<10	Ausencia
1	13	Ausencia	16000	2000	<10	Ausencia
2	13	Ausencia	24000	16000	<10	Ausencia
1	15	Ausencia	53000	16000	<10	Ausencia
2	15	Ausencia	62000	36000	<10	Ausencia

Tabla 45. Lechuga Control.

	Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Muestra Lechuga	Tiempo (Días)	Detección de Listeria Monocytogenes	Recuento de aerobios mesófilos	Recuento de coliformes Totales	Recuento de E.coli	Detección de Salmonella en 25 /g
1	0	Ausencia	1400	900	<10	Ausencia
2	0	Ausencia	2100	700	<10	Ausencia
1	3	Ausencia	201000	16800	<10	Ausencia
2	3	Ausencia	178000	20000	30	Ausencia
1	5	Ausencia	167000	24000	<10	Ausencia
2	5	Ausencia	112000	36000	<10	Ausencia
1	7	Ausencia	2.000.000	192000	1000	Ausencia
2	7	Ausencia	2.080.000	164000	<10	Ausencia

La lechuga procesada envasada con atmósfera 5 % O_2, 5% CO_2 en BOPP ayudó a mantener las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales; y prolongar la vida útil durante 15 días de almacenamiento. Según Escalona, 2017 en lechugas

picadas conservadas en atmósfera controlada (AC) con 3 % de O_2 y 10 % de CO_2, se mantuvo una calidad visual aceptable sin un apreciable desarrollo microbiano tras 12 días a 4 ºC.

Conclusiones

En el proceso de limpieza y desinfección realizado para las muestras de Zanahoria, Lechuga y Tomate, se encontró que cumplen el parámetro de ausencia de Listeria Monocytogenes y Salmonella, y tienen <10 ufc/g de E.Coli. Además, las hortalizas están dentro del rango establecido de Aerobios Mesófilos; lo que indica que todas las muestras cumplen los parámetros establecidos en la norma NTC 6005/2013, por lo cual son aptas para el procesamiento y consumo humano.

La Lechuga, el Tomate y la Zanahoria son cultivados bajo sistemas de producción orgánica, además de ser destinados para consumo humano, por lo cual es necesario que cumplan con los límites máximos de Residuos de Plaguicidas establecido en la norma; según el concepto de resultados emitido, todas las hortalizas cumplen con este criterio siendo así productos inocuos, y que no ponen en riesgo la salud humana.

En las zanahorias procesadas; se encontró que el tipo de corte, el tiempo de almacenamiento (días) y la interacción de estos dos factores, influyeron significativamente ($vp < 0,05$) sobre la actividad respiratoria (consumo de O_2 y la producción de CO_2), mientras que, para el caso de la pérdida de peso, no se encontró un efecto significativo ($vp > 0,05$) por parte de los factores estudiado. Para la pérdida de peso no se observó un cambio significativo durante el tiempo de almacenamiento en los diferentes tipos de corte, así como entre ellos. Sin embargo, cabe señalar que en la

zanahoria rallada se registraron las mayores pérdidas de peso en comparación con las otras dos presentaciones.

En el Tomate el tipo de corte, el tiempo de almacenamiento (días) y su interacción, influyeron significativamente (vp < 0,05) sobre la pérdida de peso; en la actividad respiratoria (%CO_2, %O_2), tanto el tipo de corte como el tiempo de almacenamiento (días) tuvieron un efecto significativo sobre ésta; en tanto que la interacción de estos dos factores no mostro efectos significativos (vp > 0,05) sobre esta última variable de estudio. Con relación a la pérdida de peso, se observó que ésta aumento significativamente durante el tiempo de almacenamiento, especialmente en los tomates en rodaja y en cubos, siendo mayor la perdida en los primeros y menor en los tomates en julianas.

En las lechugas procesadas; el tipo de corte, el tiempo (días) y la interacción de los factores no influyeron significativamente sobre estas (vp>0,05), mientras que para el caso de la actividad respiratoria (%CO_2, %O_2) solo el tiempo de almacenamiento mostro un efecto significativo (vp<0,05). Se aprecia que en los tres tipos de cortes la pérdida de peso no vario significativamente a través del tiempo. No obstante, cabe resaltar que la mayor perdida se registró para la lechugas en corte mediano. En cuanto al consumo de O_2 y producción de CO_2 se observó una disminución y un aumento significativo, respectivamente a través del tiempo en todos los cortes; siendo el corte pequeño el que presento el menor consumo de O_2 y producción de CO_2, comparado con los otros cortes.

Es evidente como las variables sensoriales (olor, apariencia, textura y sabor) en cada hortaliza presentan una correlación directa y es significativa (vp<0,05). Lo mismo sucedió con el ácido ascórbico y ácido cítrico vs el cloruro de calcio. La razón radica en que cuando el ácido cítrico cuando se usa conjuntamente con el ácido ascórbico, ejerce un efecto protector sobre este último, haciendo más lenta su autooxidación y secuestrando los metales trazas que tendrían efectos negativos sobre el ácido ascórbico.

Los cambios de color durante el almacenamiento de productos frescos cortados pueden estar asociados a la pérdida de agua por deshidratación.

Los tratamientos con cloruro de calcio, ácido cítrico y ácido ascórbico fueron óptimos para prolongar la vida útil hasta 9 días en la Zanahoria, la Lechuga y el Tomate.

Al evaluar los sistemas de envasado en cada hortaliza se observa que la textura, apariencia, sabor y olor tienen una relación inversa con el tiempo, a medida que trascurren los días de almacenamiento hay una reducción de la calidad sensorial.

La zanahoria mínimamente procesada envasada al vacío en BOPP ayudó a mantener las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales; y prolongar la vida útil durante 12 días de almacenamiento, el fallo de la muestra fue por microbiología. La Zanahoria en atmósfera falló al día 7 de almacenamiento por este parámetro.

El tomate mínimamente procesado envasada con atmósfera 5 % O_2, 5% CO_2 en BOPP ayudó a mantener las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales; y prolongar la vida útil. Se concluye que las muestras de tomate en atmósfera tuvieron un fallo por microbiología a los 20 días de almacenamiento.

La lechuga procesada envasada con atmósfera 5 % O_2, 5% CO_2 en BOPP ayudó a mantener las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales; y prolongar la vida útil durante 15 días de almacenamiento.

El crecimiento de la población microbiana en las mezclas vegetales mínimamente procesadas, disminuyó el tiempo de vida útil de las mismas con el consecuente decrecimiento de la calidad genera

Referencias bibliográficas

Aguayo, E., Escalona, V.H., Artés, F. (2006). Metabolic behaviour and quality changes of whole and fresh processed melon. *J. Food Sciencie*, 69, 148-155.

Aguerri Esparza-K, Iñaki. (2014). Análisis de la situación actual del consumo de productos de iv gama en pamplona. Universidad Pública de Navarra.

Almela, Camañas, Celia. (2012). Incorporación de aceites esenciales en la conservación del caqui “rojo brillante” y melón “piel de sapo” mínimamente procesados (Tesis de grado para optar el título de Doctora) Universidad Politécnica de Valencia, España.

Andrade, Ricardo D., Palacio, Juan C., Pacheco, Waldir A., y Betin, Robert A. (2012). Almacenamiento de Trozos de Ñame (Dioscorea rotundata Poir) en Atmósferas Modificadas. *Información Tecnológica*, 23 (4).

Antunes, Andréa., Manoel, Luciana., Evangelista, Regina., Ono, Elizabeth y Vieites, Rogério. (2014). Qualidade de cebola minimamente processada em diferentes tipos de cortes. *Hortic. Bras,* 32(3), 254-258.

Artés Hernández, F., Conesa, A., Artés ,F. (2010). Minimally fresh processed pepper under different kind of cuts. *Acta horticulturae*, 857(857), 25-30.

Artés Hernandez, Francisco., Aguayo, Escarna., Gómez, Perla y Artés Francisco. (2009). Innovaciones tecnológicas para preservar la calidad, productos vegetales mínimamente procesados o de la “Cuarta gama”. *Horticultura internacional*, 69, 52-57.

Artés, F. y Allende, A. (2005). Minimal fresh processing of vegetables, fruits and juices. DA-WEN, Sun. Emerging technologies for food processing. *Elsevier Academic Press*, 677 - 716.

Barbosa, Carla., Rui, Alves. M., Rocha, Susana y Oliveira, Beatriz. (2016). Modified atmosphere packaging of precooked vegetables: Effect on physicochemical properties and sensory quality. *Food Chemistryc,* 194, 391-398.

Bastidas Cadpata, Ruth Caterine. (2015). Estudio del efecto de la aplicación de sanitizantes en la calidad de la Zanahoria *(Daucus Carota L.)* de IV gama (Proyecto para obtención del título de ingeniera agroindustria) Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Bautista-Baños S., Hernández-López M., Guillén-Sánchez D y Alia-Tejacal I. (2006). Influencia del recubrimiento con quitosano y la temperatura de almacenamiento en la calidad postcosecha y niveles de infección en la ciruela mexicana. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 7, 114-121.

Belloso, Martin y Rojas Grau. A. (2005). Factores que afectan la calidad. En: Gonzales, Aguilar G., Gardea A. y Cuamea-Navarro F. (2005). *Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Recuperado de https://www.ciad.mx/archivos/dtaov/gustavo/Libro_nuevas_tecnologias.pdf

Cadpata, Ruth Caterine. (2015). Estudio del efecto de la aplicación de sanitizantes en la calidad de la Zanahoria *(Daucus Carota L.)* de IV gama (Proyecto para obtención del título de ingeniera agroindustria) Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Contreras Angulo, Laura Aracely., Heredia, José B., Sánchez Álvarez, César Enrique., Angulo Escalante, Miguel Ángel y Villarreal Romero, Manuel. (2011). Efecto del genotipo y sales de calcio en la calidad de tomates frescos cortados. *Revista Chapingo Serie Horticultura*,17(Especial 1), 39-45.

Corporación Colombia Internacional. (2015). Plan Hortícola Nacional (PHN). Recuperado de http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_28_PHN.pdf

De Olivera, María Aparecida., De Souza, Vanessa Maciel., Morato Bergamini, Alzira Maria y Pereira de Martinis, Elaine Cristina. (2011). Microbiological quality of ready-to-eat minimally processed vegetables consumed in Brazil. S. *Food Control*, 22, 1400-1403. Brazil.

Dussán, Saúl., García, Carlos y Gutiérrez, Nelson. (2014). Cambios Físico-Químicos y Sensoriales Producidos por el Tipo de Corte y Empaque en Zanahoria (Daucus carota L.) Mínimamente Procesada. *Información Tecnológica*, 26(3), 63-70.

Escobar, Alejandro., Restrepo, Claudia; Márquez, Carlos., Cano, Andrés y Patiño, Jairo. (2013). Aplicación de la tecnología de barreras para la conservación individual y de mezclas de hortalizas mínimamente procesadas (Tesis de grado para optar el título de Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos) Universidad Nacional, Medellín, Colombia.

Frimpong, G.K., Kottoh, I.D., Ofosu, D.O y Larbi, D. (2015). Effect of gamma irradiation on microbial quality of minimally processed carrot and lettuce: A case study in Greater Accra region of Ghana. *Radiation Physics and Chemistry* ,110, 12-16.

García Méndez, Auris Damely. (2008). Aplicación de la tecnología IV gama en frutos de melón (Cucumis melo) y piña (Ananas comosus). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 9 (1), 34-43.

García Tumipamba, Daniela Verónica. (2012). Efecto de las sales de calcio en la vida de anaquel y aceptabilidad de Papaya (Carica Papaya variedad Solo Sunrise), fresca cortada (Trabajo de grado para optar el título de ingeniera de alimentos) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

García, Ana., Contreras, Ana., Rodríguez, M., y Trujillo, N. Yanine. (2010). Características físicas y químicas del tomate (Solanum lycopersicum L .) variedad pera. *Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 8(1), 75–82.

González, G., F. Cuamea, M. A. Villegas y J. F. Ayala. (2004). Estado actual del mercado de frutos y vegetales frescos Cortados. En: Simposio “Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en Iberoamérica”. *III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 7-16.

Hernández Yépez, José Neptalí. (2013). Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (Licopersicum esculentum var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-envasado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente (Tesis doctoral) Universidad de Córdoba.

Infantes Rodríguez, Zulma Elissa. (2015). Últimas investigaciones utilizando tratamientos químicos para conservación de frutas mínimamente procesadas (Tesis) Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Izquierdo García, Diana y Naranjo Campos, Camila. (2006). Estandarización de las condiciones de proceso de zanahoria (Daucus Carota) y lechuga (Lactuca sativa) como productos mínimamente procesados refrigerados (MPR) obtenidos a partir de cultivos convencionales y orgánicos en la empresa JC Asociados (Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniera de Alimentos) Universidad de Lasalle, Bogotá, Colombia.

Kuskoski, E.M., Asuero, A.G., Troncoso, A.M., García-Parilla, M. C y Fett, R. (2004). Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. *Revista Brasileira de Ciência e Tecnología Alimentos*, 24, 691-69.

Landim, APM., Barbosa, MINJ., Barbosa, JL. (2016). Influence of osmotic dehydration on bioactive compounds, antioxidant capacity, color and texture of fruits and vegetables: *a review*, 46(10),1714-1722.

Lee, EJ. (2014). Major Metabolites Involved in Skin Blackening of Niitaka Pear Stored under Cold Temperature. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 32(3), 359-365.

Lemoine, María Laura. (2009). Efecto de la aplicación de tecnologías limpias sobre la prolongación de la vida postcosecha de brócoli mínimamente procesado (Tesis doctoral) Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Exactas.

León, Adrián., Frezza, Diana y Chiesa, Angel. (2007). *Evolución del color en lechuga (Lactuca Sativa L) mantecosa mínimamente procesada: Efecto del troceado y la inmersión en cloruro de calcio. V congreso iberoamericano de tecnología postcosecha y agroexportaciones*. Recuperado de

https://docplayer.es/82889414-Evolucion-del-color-en-lechuga-lactuca-sativa-l-mantecosa-minimamente-procesada-efecto-del-troceado-y-la-inmersion-en-cloruro-de-calcio.html

Llorca, Belén., Ortolá, Dolores y Castelló, Marisa. (2015). Optimización de un envase para fruta (melón, sandía, piña) mínimamente procesada (Trabajo de grado en ciencia y tecnología de los alimentos) Universidad politécnica de valencia.

Luna, María. (2012). Influencia de los factores pre y postcosecha en la calidad de la lechuga Iv gama (Tesis de grado para optar el título de Doctor) Universidad de Murcia, España.

Martínez, Juan. A., Chiesa, Ángel., Tovar, Francisco y Artés, Francisco. (2005). Respiration rate and ethylene production of fresh cut lettuce as affected by cutting grade. *Agricultural and food science*, 14(4), 354-361.

Monroy, Cristian., Marín, Zaira y Giraldo, German. (2017). Efecto de diferentes cortes en lechuga Batavia (Lactuca sativa L). *Alimentos hoy*, 25(40),81-90.

Montgomery, d. C. (2005). *Diseño y análisis de experimentos (2a. Ed.).* México: Limusa Wiley.

Morais, Alcina María y Argañosa, Aurea Carla. (2010). Quality During Storage of Fresh-Cut Papaya (Carica papaya L.) in Various Shapes. *Philipp Agric Scientist*, 93 (1), 88-96.

Morales, M.C., Sánchez-Mata, M. (2015). *Importancia de la presencia de compuestos bioactivos en los vegetales*. Dpto. Nutrición y Bromatología II. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid (UCM)).

Oms Oliu, G., Rojas Graü, M.A, Alandes González, L, Varela, P., Soliva Fortuny, R., Hernando Hernando, M.I., Pérez Munuera, I, Fiszman, S. y Martín Belloso, O. (2010). Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. *Postharvest Biology and Technology*, 57, 139-148.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). *¿Residuos de plaguicidas en alimentos?.* Recuperado de http://www.who.int/features/qa/87/es/

Ospina Meneses, Silvia Marcela; Cartagena Valenzuela, José Régulo. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 112-123.

Ovalle Ruiz J.F., Trejo Márquez M. A., Lira Vargas A.A., Pascual Bustamante S. (2016). Efecto del uso de antioxidantes sobre el pardeamiento enzimático y calidad de cebolla (Allium Cepa L.) mínimamente procesada. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*,1(2), 372-378.

Paull RE. (1999). Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharv Biol Technol,* (15), 263–267.

Pefaur Lepe, Javiera. (2014). *IV gama, una industria alimentaria en crecimiento.* ODEPA, Ministerio de Agricultura, Chile. Recuperado de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/AgroindustriaIVGama.pdf

Pérez, E.P y López, A. Malo. (2011). Tecnologías involucradas en el procesamiento mínimo de frutas y hortalizas. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 5 (2), 13-27.

Piagentini, A, M., Pirovani, M, E y Güemes, D, R. (2004). Cinética de deterioro de la calidad de repollo fresco cortado. *Ciencia Tecnología Alimentaria*, 4 (3), 169-176.

Quevedo Preciado, Karla L., Villegas Ochoa, Mónica A., González Ríos, Humberto y Rodríguez Félix, Armida. (2005). Calidad de nopal verdura mínimamente procesado. Efecto de temperatura e inhibidores del oscurecimiento. *Rev. Fitotec. Mex,* 28 (3), 261 – 270.

Ragaert, P., Verbeke, W., Devlieghere, F., y Debevere, J. (2004). Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference,* 15, 259 – 270.

Ramos, B; Miller, F.A., Brandão, T.R.S., Teixeira, P y Silva, C.I.M. (2013). Fresh Fruits and vegetables- An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 20, 1-15.

Robles Sánchez, R., Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Astiazarán García, H., González Aguilar, G y Cruz Valenzuela, R. (2007). Frutos tropicales mínimamente procesados: potencial antioxidante y su impacto en la salud. *Interciencia,* 32, 227-232.

Rojas, María. (2006). Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación (Tesis de grado para optar el título de Doctor) Universidad de Lleida, España.

Sáez, Víctor., Achaerandio, María y Pujolá, Montserrat. (2007). Efecto del tratamiento térmico sobre la textura y concentración de ácido ascórbico (Especialidad en Industrias agroalimentarias) UPC.

Santos Arcos, Eduardo., Castrillón, Alicia., Costa Viver, Ana María y Rodríguez Griñón, René. (2013). *Determinación de la vida útil un producto de cuarta gama: Ensalada de vegetales envasada en atmósfera modificada.* Recuperado de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24613/1/PROTAL_Determinacion%20de%20Vida%20Util%20cuarta%20gama_protal.pdf

Seminario internacional. (2013). *Situación y perspectivas de la industria IV y V gama en Iberoamérica*.

Sirichote, Anchalee., Jongpanyalert, Booppa., Srisuwan ,Ladda., Chanthachum, Suphitchaya., Pisuchpen, Supachai y Ooraikul ,Buncha.(2008). Effects of minimal processing on the respiration rate and quality of rambutan cv. 'Rong-Rien'. Songklanakarin J. *Sci. Technol*, 30 (1), 57-63.

Sizer, C. (2000). Engineering a safer food supply. *Chemistry and Industry*, 19, 637-640.

Soto, G y Yahia, E. M. (2002). Compuestos antioxidantes y tratamientos poscosecha. *Revista Horticultura*, 160, 48 - 54.

Tapia, Carlos., Moscoso, Natalia., Vasco, Catalina y Valencia, Silvia. (2015). Cambios metabólicos y fisiológicos en los productos de iv y v gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16 (1), 1-7.

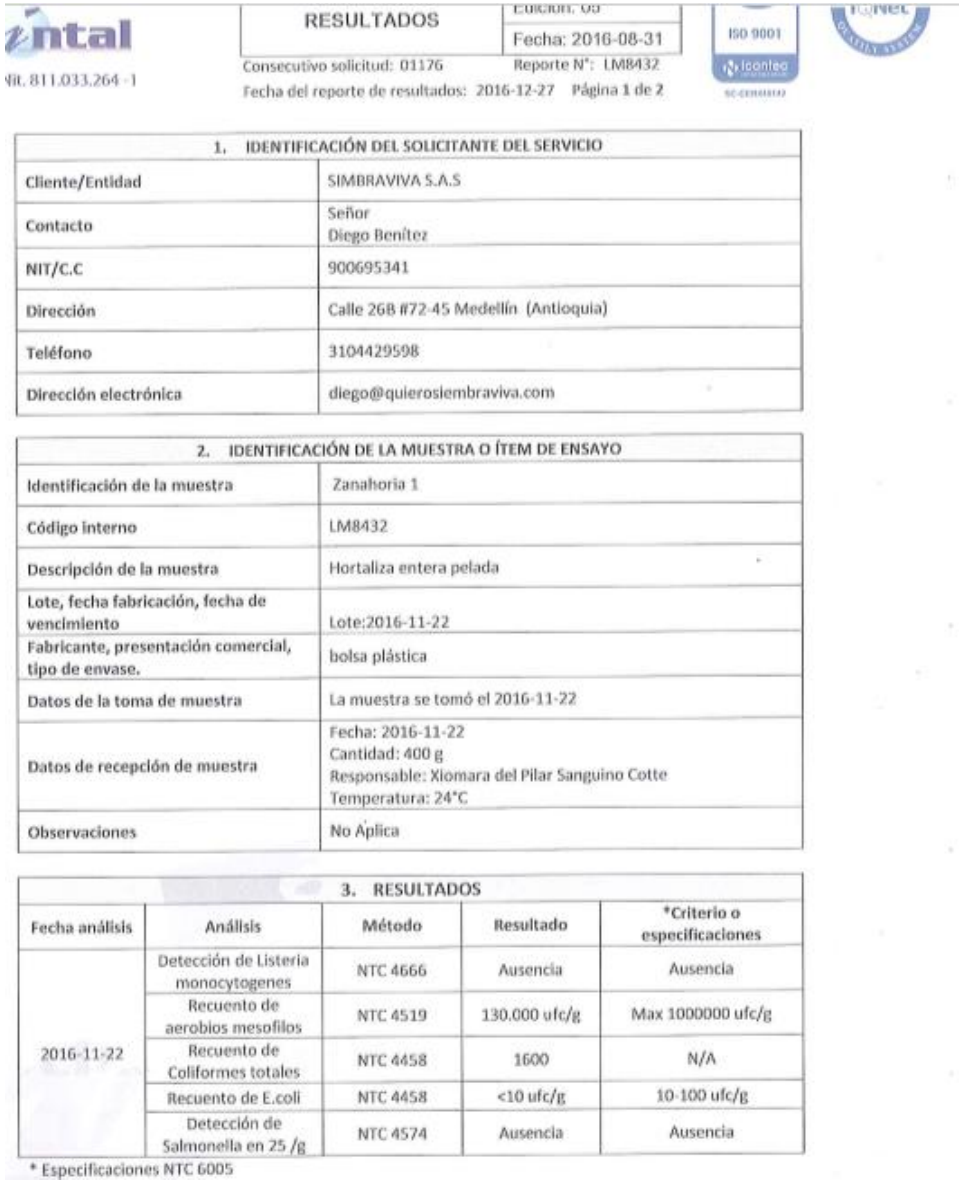
Torales, Ana Catalina., Chaves, Alicia R. y Rodriguez, Silvia del Carmen. (2010). Cambios en la calidad de rúcula mínimamente procesada: Efecto de distintos envases. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha,* 11 (2), 196-203.

Valencia Chamorro Silvia y Torres Morales Jenny. (2016). Recubrimientos comestibles aplicados en productos de iv y v Gamma. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha,* 17 (2), 162-174.

Yildiz, F. (1994). Initial preparation, handling, and distribution of minimally processed refrigerated fruits and vegetables, in Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables, ed. by Wiley RC. *Chapman and Hall, London*,15–65.

Apéndices

Apéndice 1. Resultado análisis microbiológico en Zanahoria muestra 1



ntal

Nit. 811.033.264 -1

RESULTADOS

Edición: 03

Fecha: 2016-08-31

ISO 9001

Icontec

Consecutivo solicitud: 01176 Reporte N°: LM8432

Fecha del reporte de resultados: 2016-12-27 Página 1 de 2

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	SIMBRAVIVA S.A.S
Contacto	Señor Diego Benítez
NIT/C.C	900695341
Dirección	Calle 268 #72-45 Medellín (Antioquia)
Teléfono	3104429598
Dirección electrónica	diego@quieroslembraviva.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA O ÍTEM DE ENSAYO	
Identificación de la muestra	Zanahoria 1
Código interno	LM8432
Descripción de la muestra	Hortaliza entera pelada
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	Lote:2016-11-22
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	bolsa plástica
Datos de la toma de muestra	La muestra se tomó el 2016-11-22
Datos de recepción de muestra	Fecha: 2016-11-22 Cantidad: 400 g Responsable: Xiomara del Pilar Sanguino Cotte Temperatura: 24°C
Observaciones	No Aplica

3. RESULTADOS				
Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o especificaciones
2016-11-22	Detección de Listeria monocytogenes	NTC 4666	Ausencia	Ausencia
	Recuento de aerobios mesofilos	NTC 4519	130.000 ufc/g	Max 1000000 ufc/g
	Recuento de Coliformes totales	NTC 4458	1600	N/A
	Recuento de E.coli	NTC 4458	<10 ufc/g	10-100 ufc/g
	Detección de Salmonella en 25 /g	NTC 4574	Ausencia	Ausencia

* Especificaciones NTC 6005

4. **CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:**

La muestra analizada microbiológicamente cumple con los parámetros evaluados de acuerdo a la NTC 6005

5. **ANEXOS**

Xiomara del Pilar Sanguino Cotte
Coordinador Laboratorio Microbiología
microbiologia@fundacionintal.org

Claudia Estela Restrepo Flórez
Directora Técnica de Servicios
crestrepo@fundacionintal.org

Notas: Los resultados de este reporte corresponden exclusivamente a las muestras recibidas y analizadas en los laboratorios y expresan fielmente los datos de las mediciones realizadas.

La Fundación INTAL no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

Este reporte no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente la autorización escrita de la Fundación INTAL.

Las quejas y reclamaciones ocasionadas en la prestación del servicio, deben ser presentadas al área de Servicio al Cliente, Tel. 2855275 ext.109 o al correo electrónico contactenos@fundacionintal.org

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Apéndice 2. Resultado análisis microbiológico en Zanahoria muestra 2

Nit. 811.033.264 -1

RESULTADOS | Edición: 05 | Fecha: 2016-08-31

Consecutivo solicitud: 01176 Reporte N°: LM8433

Fecha del reporte de resultados: 2016-12-27 Página 1 de 2

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	SIMBRAVIVA S.A.S
Contacto	Señor Diego Benítez
NIT/C.C	900695341
Dirección	Calle 26B #72-45 Medellín (Antioquia)
Teléfono	3104429598
Dirección electrónica	diego@quierosiembraviva.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA O ÍTEM DE ENSAYO	
Identificación de la muestra	Zanahoria 2
Código interno	LM8433
Descripción de la muestra	Hortaliza entera pelada
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	Lote:2016-11-22
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	bolsa plástica
Datos de la toma de muestra	La muestra se tomó el 2016-11-22
Datos de recepción de muestra	Fecha: 2016-11-22 Cantidad: 400 g Responsable: Xiomara del Pilar Sanguino Cotte Temperatura: 24°C
Observaciones	No Aplica

3. RESULTADOS				
Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o especificaciones
2016-11-22	Detección de Listeria monocytogenes	NTC 4666	Ausencia	Ausencia
	Recuento de aerobios mesofilos	NTC 4519	24000 ufc/g	Max 1000000 ufc/g
	Recuento de Coliformes totales	NTC 4458	3000 ufc/g	N/A
	Recuento de E.coli	NTC 4458	<10 ufc/g	10-100 ufc/g
	Detección de Salmonella en 25 /g	NTC 4574	Ausencia	Ausencia

* Especificaciones NTC 6005

4. CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:

La muestra analizada microbiológicamente cumple con los parámetros evaluados de acuerdo a la NTC 6005

5. ANEXOS

Xiomara del Pilar Sanguino Cotte
Coordinador Laboratorio Microbiología
microbiologia@fundacionintal.org

Claudia Estela Restrepo Flórez
Directora Técnica de Servicios
crestrepo@fundacionintal.org

Notas: Los resultados de este reporte corresponden exclusivamente a las muestras recibidas y analizadas en los laboratorios y expresan fielmente los datos de las mediciones realizadas.

La Fundación INTAL no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

Este reporte no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente la autorización escrita de la Fundación INTAL.

Las quejas y reclamaciones ocasionadas en la prestación del servicio, deben ser presentadas al área de Servicio al Cliente, Tel. 2855275 ext.109 o al correo electrónico contactenos@fundacionintal.org

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Apéndice 3. Resultado análisis microbiológico en Tomate muestra 1

Nit. 811.033.264 -1

RESULTADOS | Edición: 05 | Fecha: 2016-08-31

Consecutivo solicitud: 01176 Reporte N°: LM8438

Fecha del reporte de resultados: 2016-12-27 Página 1 de 2

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	SIMBRAVIVA S.A.S
Contacto	Señor Diego Benítez
NIT/C.C	900695341
Dirección	Calle 26B #72-45 Medellín (Antioquia)
Teléfono	3104429598
Dirección electrónica	diego@quierosiembraviva.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA O ÍTEM DE ENSAYO	
Identificación de la muestra	Tomate 1
Código interno	LM8438
Descripción de la muestra	Hortaliza Entera
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	Lote:2016-11-22
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	bolsa plástica
Datos de la toma de muestra	La muestra se tomó el 2016-11-22
Datos de recepción de muestra	Fecha: 2016-11-22 Cantidad: 400 g Responsable: Xiomara del Pilar Sanguino Cotte Temperatura: 24°C
Observaciones	No Aplica

3. RESULTADOS				
Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o especificaciones
2016-11-22	Detección de Listeria monocytogenes	NTC 4666	Ausencia	Ausencia
	Recuento de aerobios mesofilos	NTC 4519	120 ufc/g	Max 1000000 ufc/g
	Recuento de Coliformes totales	NTC 4458	40 ufc/g	N/A
	Recuento de E.coli	NTC 4458	<10 ufc/g	10-100 ufc/g
	Detección de Salmonella en 25 /g	NTC 4574	Ausencia	Ausencia

* Especificaciones NTC 6005

4. **CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:**

La muestra analizada microbiológicamente cumple con los parámetros evaluados de acuerdo a la NTC 6005

5. **ANEXOS**

Xiomara del Pilar Sanguino Cotte
Coordinador Laboratorio Microbiología
microbiologia@fundacionintal.org

Claudia Estela Restrepo Flórez
Directora Técnica de Servicios
crestrepo@fundacionintal.org

Notas: Los resultados de este reporte corresponden exclusivamente a las muestras recibidas y analizadas en los laboratorios y expresan fielmente los datos de las mediciones realizadas.

La Fundación INTAL no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

Este reporte no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente la autorización escrita de la Fundación INTAL.

Las quejas y reclamaciones ocasionadas en la prestación del servicio, deben ser presentadas al área de Servicio al Cliente, Tel. 2855275 ext.109 o al correo electrónico contactenos@fundacionintal.org

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Apéndice 4. Resultado análisis microbiológico en Tomate muestra 2

ntal
Nit. 811.033.264 -1

RESULTADOS	Edición: 05
	Fecha: 2016-08-31

Consecutivo solicitud: 01176 Reporte N°: LM8439
Fecha del reporte de resultados: 2016-12-27 Página 1 de 2

ISO 9001 Icontec

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	SIMBRAVIVA S.A.S
Contacto	Señor Diego Benítez
NIT/C.C	900695341
Dirección	Calle 26B #72-45 Medellín (Antioquia)
Teléfono	3104429598
Dirección electrónica	diego@quierosiembraviva.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA O ÍTEM DE ENSAYO	
Identificación de la muestra	Tomate 1
Código interno	LM8439
Descripción de la muestra	Hortaliza Entera
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	Lote:2016-11-22
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	bolsa plástica
Datos de la toma de muestra	La muestra se tomó el 2016-11-22
Datos de recepción de muestra	Fecha: 2016-11-22 Cantidad: 400 g Responsable: Xiomara del Pilar Sanguino Cotte Temperatura: 24°C
Observaciones	No Aplica

3. RESULTADOS

Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o especificaciones
2016-11-22	Detección de Listeria monocytogenes	NTC 4666	Ausencia	Ausencia
	Recuento de aerobios mesofilos	NTC 4519	190 ufc/g	Max 1000000 ufc/g
	Recuento de Coliformes totales	NTC 4458	<10 ufc/g	N/A
	Recuento de E.coli	NTC 4458	<10 ufc/g	10-100 ufc/g
	Detección de Salmonella en 25 /g	NTC 4574	Ausencia	Ausencia

* Especificaciones NTC 6005

4. CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:

La muestra analizada microbiológicamente cumple con los parámetros evaluados de acuerdo a la NTC 6005

5. ANEXOS

Xiomara del Pilar Sanguino Cotte
Coordinador Laboratorio Microbiología
microbiología@fundacionintal.org

Claudia Estela Restrepo Flórez
Directora Técnica de Servicios
crestrepo@fundacionintal.org

Notas: Los resultados de este reporte corresponden exclusivamente a las muestras recibidas y analizadas en los laboratorios y expresan fielmente los datos de las mediciones realizadas.

La Fundación INTAL no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

Este reporte no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente la autorización escrita de la Fundación INTAL.

Las quejas y reclamaciones ocasionadas en la prestación del servicio, deben ser presentadas al área de Servicio al Cliente, Tel. 2855275 ext.109 o al correo electrónico contactenos@fundacionintal.org

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Apéndice 5. Resultado análisis microbiológico en Lechuga muestra 1

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria

ínTal

Nit. 811.033.264 -1

REPORTE DE RESULTADOS	Código: PS-F-009
	Edición: 05
	Fecha: 2016-08-31

Consecutivo solicitud: 01166 Reporte N°: LM8290

Fecha del reporte de resultados: 2016-12-27 Página 1 de 2

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	SIMBRAVIVA S.A.S
Contacto	Señor Diego Benítez
NIT/C.C	900695341
Dirección	Calle 26B #72-45 Medellín (Antioquia)
Teléfono	3104429598
Dirección electrónica	diego@quierosiembraviva.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA O ÍTEM DE ENSAYO	
Identificación de la muestra	Lechuga 1
Código interno	LM8290
Descripción de la muestra	Hortaliza en hojas
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	Lote:2016-11-15
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	bolsa plástica
Datos de la toma de muestra	La muestra se tomó el 2016-11-15
Datos de recepción de muestra	Fecha: 2016-11-16 Cantidad: 400 g Responsable: Xiomara del Pilar Sanguino Cotte Temperatura: 11°C
Observaciones	No Aplica

3. RESULTADOS				
Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o especificaciones
2016-11-16	Detección de Listeria monocytogenes	NTC 4666	Ausencia	Ausencia
	Recuento de aerobios mesofilos	NTC 4519	34000 ufc/g	Max 1000000 ufc/g
	Recuento de E.coli	NTC 4458	<10 ufc/g	10-100 ufc/g
	Detección de Salmonella en 25 /g	NTC 4574	Ausencia	Ausencia

* Especificaciones NTC 6005

4. CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:

La muestra analizada microbiológicamente cumple con los parámetros evaluados de acuerdo a la NTC 6005

5. ANEXOS

Xiomara del Pilar Sanguino Cotte
Coordinador Laboratorio Microbiología
microbiología@fundacionintal.org

Claudia Estela Restrepo Flórez
Directora Técnica de Servicios
crestrepo@fundacionintal.org

Notas: Los resultados de este reporte corresponden exclusivamente a las muestras recibidas y analizadas en los laboratorios y expresan fielmente los datos de las mediciones realizadas.

La Fundación INTAL no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

Este reporte no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente la autorización escrita de la Fundación INTAL.

Las quejas y reclamaciones ocasionadas en la prestación del servicio, deben ser presentadas al área de Servicio al Cliente, Tel. 2855275 ext.109 o al correo electrónico contactenos@fundacionintal.org

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Apéndice 6. Resultado análisis microbiológico en Lechuga muestra 2

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria
ital
Nit. 811.033.264 -1

REPORTE DE RESULTADOS	Código: PS-F-009
	Edición: 05
	Fecha: 2016-08-31

Consecutivo solicitud: 01166 Reporte N°: LM8291
Fecha del reporte de resultados: 2016-12-27 Página 1 de 2

ISO 9001 icontec

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	SIMBRAVIVA S.A.S
Contacto	Señor Diego Benitez
NIT/C.C	900695341
Dirección	Calle 26B #72-45 Medellín (Antioquia)
Teléfono	3104429598
Dirección electrónica	diego@quierosiembraviva.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA O ÍTEM DE ENSAYO	
Identificación de la muestra	Lechuga 2
Código interno	LM8291
Descripción de la muestra	Hortaliza en hojas
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	Lote:2016-11-15
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	bolsa plástica
Datos de la toma de muestra	La muestra se tomó el 2016-11-15
Datos de recepción de muestra	Fecha: 2016-11-16 Cantidad: 400 g Responsable: Xiomara del Pilar Sanguino Cotte Temperatura: 11°C
Observaciones	No Aplica

3. RESULTADOS				
Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o especificaciones
2016-11-16	Detección de Listeria monocytogenes	NTC 4666	Ausencia	Ausencia
	Recuento de aerobios mesofilos	NTC 4519	33000 ufc/g	Max 1000000 ufc/g
	Recuento de E.coli	NTC 4458	<10 ufc/g	10-100 ufc/g
	Detección de Salmonella en 25 /g	NTC 4574	Ausencia	Ausencia

* Especificaciones NTC 6005

4. CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:

La muestra analizada microbiológicamente cumple con los parámetros evaluados de acuerdo a la NTC 6005

5. ANEXOS

Xiomara del Pilar Sanguino Cotte
Coordinador Laboratorio Microbiología
microbiología@fundacionintal.org

Claudia Estela Restrepo Flórez
Directora Técnica de Servicios
crestrepo@fundacionintal.org

Notas: Los resultados de este reporte corresponden exclusivamente a las muestras recibidas y analizadas en los laboratorios y expresan fielmente los datos de las mediciones realizadas.

La Fundación INTAL no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

Este reporte no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente la autorización escrita de la Fundación INTAL.

Las quejas y reclamaciones ocasionadas en la prestación del servicio, deben ser presentadas al área de Servicio al Cliente, Tel. 2855275 ext.109 o al correo electrónico contactenos@fundacionintal.org

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Apéndice 7. Resultado análisis de residuos de plaguicidas en Zanahoria muestra 1

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria

intal

Nit. 811.033.264 -1

REPORTE DE RESULTADOS	Código: PS-F-009
	Edición: 05
	Fecha: 2016-08-01

ISO 9001 icontec SC-CER410142

IQNet

Consecutivo solicitud: 01163 Reporte N°: LI1536

Fecha del reporte de resultados: 2017-02-15 Página 1 de 3

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria – INTAL -
Contacto	Yessica Cano Acevedo
NIT/C.C	811033264-1
Dirección	Carrera 50G No 12 Sur 91, Itagüí – Antioquia, Colombia
Teléfono	(574) 2855275
Dirección electrónica	produccioncientifica@intal.org

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Identificación muestra	Zanahoria, Era 13
Código interno	LI1536
Descripción de la muestra	Producto vegetal
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	Lote: 2
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	No especifica
Datos de la toma de muestra	Fecha: 3/11/2016 Lugar: La Ceja, Finca Doña Luz Cantidad: No especifica Responsable: Cliente Temperatura: No especifica
Datos de recepción de muestra	Fecha:2016-11-04 Cantidad: 2 Bolsas Responsable: Andrés Gallo Temperatura: Ambiente
Observaciones	No aplica

3. RESULTADOS				
Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o Especificaciones
2017-02-10	Ver Anexos	Norma UNE-EN 15662:2009	Ver Anexos	Resolución número 2906 de 2007

*De acuerdo a la Resolución número 2906 de 2007 (Ministerio de Protección Social, República de Colombia).

4. CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:

La muestra Zanahoria, Era 13 – LI1536 - cumple el criterio para el contenido de plaguicidas (CARBARILO, CARBENDAZIM, METALAXIL, PIRACLOSTROBIN, TRIFLOXISTROBIN), establecido en la resolución número 2906 de 2007 del Ministerio Protección Social, Republica de Colombia.

5. ANEXOS:

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria
ital
Nit. 811.033.264 -1

REPORTE DE RESULTADOS

Código: PS-F-009
Edición: 05
Fecha: 2016-08-01

Consecutivo solicitud: 01163 Reporte N°: LI1536
Fecha del reporte de resultados: 2017-02-15 Página 2 de 3

ISO 9001 icontec

IQNet

Plaguicidas analizados por debajo del Límite de Cuantificación (< LC, unidades mg/kg)

Análisis	L.C.	Análisis	L.C.	Análisis	L.C.	Análisis	L.C.
Metamidophos	0,006	Pyracarbolid	0,006	Paclobutrazol	0,006	Propiconazole	0,006
Cyromazine	0,006	Tebuthiuron	0,006	Mepronil	0,006	Hexaconazole	0,006
Acephate	0,006	Simetryn	0,006	Flutolanil	0,006	Metconazole	0,006
omethoate	0,006	Carboxin	0,006	Mandipropamid	0,006	Piraclostrobin	0,006
propamocarb	0,006	Fluometuron	0,006	Fluquinconazole	0,006	Triflumuron	0,006
Formetanate	0,006	Carbarilo (Sevin)	0,006	Acibenzolar-S-methyl	0,006	Benzoximate	0,006
Aminocarb	0,006	Ethiofencarb	0,006	Butafenacil	0,006	Indoxacarb	0,006
Dinotefuran	0,006	Monolinuron	0,006	Spiroxamine	0,006	Prochloraz	0,006
Aldicarb_Sulfoxide	0,006	Prometon	0,006	Bifenazate	0,006	Thiobencarb	0,006
Butoxycarboxim	0,006	Secbumeton	0,006	Methoxyfenozide	0,006	Pencycuron	0,006
Aldicarb_sulfone	0,006	Propham	0,006	Spirotetramat	0,006	Diniconazole	0,006
Flonicamid	0,006	Terbumeton	0,006	Promecarb	0,006	Spinosad	0,006
Methomyl	0,006	chlortoluron	0,006	Iprovalicarb	0,006	Clofentezine	0,006
Nitenpyram	0,006	Imazalil	0,006	Myclobutanil	0,006	Trifloxistrobin	0,006
Oxamyl	0,006	Isoprocarb	0,006	Triticonazole	0,006	Clethodim	0,006
Carbendazim	0,006	Metobromuron	0,006	Bromuconazole	0,006	Difenoconazole	0,006
Thiamethoxam	0,006	Flutriafol	0,006	Cyproconazole	0,006	Ipconazole	0,006
Monocrotophos	0,006	Desmedipham	0,006	Mefenacet	0,006	Hexaflumuron	0,006
Mexacarbate (Zectran)	0,006	Diuron	0,006	Fenhexamid	0,006	Hydramethylnon	0,006
Trichlorfon (Dylos)	0,006	Isoproturon	0,006	Chloroxuron	0,006	Triflumizole	0,006
clothianidin	0,006	Metalaxil	0,006	Fludenacet (Flufenacido)	0,006	Spinetoram	0,006
Dicrotophos	0,006	Ametryn	0,006	Fluoxastrobin	0,006	Furathiocarb	0,006
Fenuron	0,006	forchlorfenuron	0,006	Buprimate	0,006	Novaluron	0,006
Dimethoate	0,006	Methabezthiazuron	0,006	Fenarimol	0,006	Buprofezin	0,006
Thiabendazole	0,006	Phenmedipham	0,006	Mepanipyrim	0,006	Emmamectin_Benzoate	0,006
Imidacloprid	0,006	Methoprotryne	0,006	Tetraconazole	0,006	Spironesilen	0,006
Fuberidazole	0,006	Cycluron	0,006	Cyazofamid	0,006	Teflubenzuron	0,006
Cymoxanil	0,006	Chlorantraniliprole	0,006	Etaconazole	0,006	Tebufenpyrad	0,006
Mevinphos	0,006	Pyrimethanil	0,006	Kresoxim Methyl	0,006	Piperonyl butoxide	0,006
Carbofuran-3-Hydroxy	0,006	Halofenozide	0,006	Epoxiconazole	0,006	Temephos	0,006
Vamidothion (Vamidoate)	0,006	Diethofencarb	0,006	Diclobutrazol	0,006	Pyriproxyfen	0,006
Acetamiprid	0,006	Fenobucarb (BPMC)	0,006	Fenbuconazole	0,006	Hexythiazox	0,006
Aldicarb	0,006	Siduron	0,006	Rotenone	0,006	Lufenuron	0,006
Butocarboxim	0,006	Ethofumesate	0,006	Diflubenzuron	0,006	Propargite	0,006
Thiacloprid	0,006	Furalaxyl	0,006	Tebufenozide	0,006	Etoxazole	0,006
Ethirimol	0,006	Terbutryn	0,006	Dimoxystrobin	0,006	quinoxyfen	0,006
Pirimicarb	0,006	Azoxystrobin	0,006	Pycoxystrobin	0,006	Chlorfluazuron	0,006
Tricyclazole (Beam)	0,006	Fenamidone	0,006	Neburon	0,006	Flufenoxuron	0,006
Carbetamide	0,006	Linuron	0,006	Carfentrazone Ethyl	0,006	Fenpyroximate	0,006
Oxadixyl	0,006	fenpropimorph	0,006	Fenoxycarb	0,006	spirodiclofen	0,006
Metribuzin	0,006	Methiocarb	0,006	flusilazole	0,006	Eprinomectin	0,006
Bendiocarb	0,006	Ethiprole	0,006	Cyprodinil	0,006	Avermectin_B1a	0,006
Oxamocarb	0,006	Nuarimol	0,006	Flubendiamide	0,006	Pyridaben	0,006
Propoxur(Baygon)	0,006	Triadimefon	0,006	Famoxadone	0,006	Doramectin	0,006
Thiophanate Methyl	0,006	Prometryne	0,006	Tebuconazole	0,006	Moxidectin	0,006
Carbofuran	0,006	Dimethomorph	0,006	Penconazole	0,006	Ivermectin	0,006
Thidiazuron	0,006	Triadimenol	0,006	Benalaxyl	0,006	Zoxamide	0,006
Pymetrozine	0,006	Boscalid	0,006				

Apéndice 8. Resultado análisis de residuos de plaguicidas en Zanahoria muestra 2

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria

intal

Nit. 811.033.264 -1

REPORTE DE RESULTADOS	Código: PS-F-009
	Edición: 05
	Fecha: 2016-08-01

ISO 9001 Icontec SC-CER445142

IQNet

Consecutivo solicitud: 01163 Reporte N°: LI1537

Fecha del reporte de resultados: 2017-02-15 Página 1 de 3

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria – INTAL -
Contacto	Yessica Cano Acevedo
NIT/C.C	811033264-1
Dirección	Carrera 50G No 12 Sur 91, Itagüí – Antioquia, Colombia
Teléfono	(574) 2855275
Dirección electrónica	produccioncientifica@intal.org

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Identificación muestra	Zanahoria, Cama 8
Código interno	LI1537
Descripción de la muestra	Producto vegetal
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	Lote: 4
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	No especifica
Datos de la toma de muestra	Fecha: 2/11/2016 Lugar: San Antonio de Prado, Finca: Don Félix Cantidad: No especifica Responsable: Cliente Temperatura: No especifica
Datos de recepción de muestra	Fecha:2016-11-04 Cantidad: 2 Bolsas Responsable: Andrés Gallo Temperatura: Ambiente
Observaciones	No aplica

3. RESULTADOS				
Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o Especificaciones
2017-02-10	Ver Anexos	Norma UNE-EN 15662:2009	Ver Anexos	Resolución número 2906 de 2007

*De acuerdo a la Resolución número 2906 de 2007 (Ministerio de Protección Social, República de Colombia).

4. CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:

La muestra Zanahoria, Cama 8 – LI1537 - cumple el criterio para el contenido de plaguicidas (CARBARILO, CARBENDAZIM, METALAXIL, PIRACLOSTROBIN, TRIFLOXISTROBIN), establecido en la resolución número 2906 de 2007 del Ministerio Protección Social, Republica de Colombia.

5. ANEXOS:

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria
ital
Nit. 811.033.264 -1

REPORTE DE RESULTADOS

Código: PS-F-009
Edición: 05
Fecha: 2016-08-01

ISO 9001 icontec

Consecutivo solicitud: 01163 Reporte N°: LI1537
Fecha del reporte de resultados: 2017-02-15 Página 2 de 3

Plaguicidas analizados por debajo del Límite de Cuantificación (< LC, unidades mg/kg)

Análisis	L.C.	Análisis	L.C.	Análisis	L.C.	Análisis	L.C.
Metamidophos	0,006	Pyracarbolid	0,006	Paclobutrazol	0,006	Propiconazole	0,006
Cyromazine	0,006	Tebuthiuron	0,006	Mepronil	0,006	Hexaconazole	0,006
Acephate	0,006	Simetryn	0,006	Flutolanil	0,006	Metconazole	0,006
omethoate	0,006	Carboxin	0,006	Mandipropamid	0,006	Piraclostrobin	0,006
propamocarb	0,006	Fluometuron	0,006	Fluquinconazole	0,006	Trifluxuron	0,006
Formetanate	0,006	Carbarilo (Sevin)	0,006	Acibenzolar-S-methyl	0,006	Benzoximate	0,006
Aminocarb	0,006	Ethiofencarb	0,006	Butafenacil	0,006	Indoxacarb	0,006
Dinotefuran	0,006	Monolinuron	0,006	Spiroxamine	0,006	Prochloraz	0,006
Aldicarb_Sulfoxide	0,006	Prometon	0,006	Bifenazate	0,006	Thiobencarb	0,006
Butoxycarboxim	0,006	Secbumeton	0,006	Methoxyfenozide	0,006	Pencycuron	0,006
Aldicarb_sulfone	0,006	Propham	0,006	Spirotetramat	0,006	Diniconazole	0,006
Floricamid	0,006	Terbumeton	0,006	Promecarb	0,006	Spinosad	0,006
Methomyl	0,006	chlortoluron	0,006	Iprovalicarb	0,006	Clofentezine	0,006
Nitenpyram	0,006	Imazalil	0,006	Myclobutanil	0,006	Trifloxistrobin	0,006
Oxamyl	0,006	Isoprocarb	0,006	Triticonazole	0,006	Clethodim	0,006
Carbendazim	0,006	Metobromuron	0,006	Bromuconazole	0,006	Difenoconazole	0,006
Thiamethoxam	0,006	Flutriafol	0,006	Cyproconazole	0,006	Ipconazole	0,006
Monocrotophos	0,006	Desmedipham	0,006	Mefenacet	0,006	Hexaflumuron	0,006
Mexacarbate (Zectran)	0,006	Diuron	0,006	Fenhexamid	0,006	Hydramethylnon	0,006
Trichlorfon (Dylox)	0,006	Isoproturon	0,006	Chloroxuron	0,006	Triflumizole	0,006
clothianidin	0,006	Metalaxil	0,006	Fluferacet (Flufenamide)	0,006	Spinetoram	0,006
Dicrotophos	0,006	Ametryn	0,006	Fluoxastrobin	0,006	Furathiocarb	0,006
Fenuron	0,006	forchlorfenuron	0,006	Bupirimate	0,006	Novaluron	0,006
Dimethoate	0,006	Methabezthiazuron	0,006	Fenarimol	0,006	Buprofezin	0,006
Thiabendazole	0,006	Phenmedipham	0,006	Mepanipyrim	0,006	Emmamectin_Benzoate	0,006
Imidacloprid	0,006	Methoprotryne	0,006	Tetraconazole	0,006	Spiromesifen	0,006
Fuberidazole	0,006	Cycluron	0,006	Cyazofamid	0,006	Tebubenzuron	0,006
Cymoxanil	0,006	Chlorantraniliprole	0,006	Etaconazole	0,006	Tebufenpyrad	0,006
Mevinphos	0,006	Pyrimethanil	0,006	Kresoxim Methyl	0,006	Piperonyl butoxide	0,006
Carbofuran-3-Hydroxy	0,006	Halofenozide	0,006	Epoxiconazole	0,006	Temephos	0,006
Vamidothion (Vamidoate)	0,006	Diethofencarb	0,006	Diclobutrazol	0,006	Pyriproxyfen	0,006
Acetamiprid	0,006	Fenobucarb (BPMC)	0,006	Fenbuconazole	0,006	Hexythiazox	0,006
Aldicarb	0,006	Siduron	0,006	Rotenone	0,006	Lufenuron	0,006
Butocarboxim	0,006	Ethofumesate	0,006	Diflubenzuron	0,006	Propargite	0,006
Thiacloprid	0,006	Furalaxyl	0,006	Tebufenozide	0,006	Etoxazole	0,006
Ethirimol	0,006	Terbutryn	0,006	Dimoxystrobin	0,006	quinoxyfen	0,006
Pirimicarb	0,006	Azoxystrobin	0,006	Pycoxystrobin	0,006	Chlorfluazuron	0,006
Tricyclazole (Beam)	0,006	Fenamidone	0,006	Neburon	0,006	Flufenoxuron	0,006
Carbetamide	0,006	Linuron	0,006	Carfentrazone Ethyl	0,006	Fenpyroximate	0,006
Oxadixyl	0,006	fenpropimorph	0,006	Fenoxycarb	0,006	spirodiclofen	0,006
Metribuzin	0,006	Methiocarb	0,006	flusilazole	0,006	Eprinomectin	0,006
Bendiocarb	0,006	Ethiprole	0,006	Cyprodinil	0,006	Avermectin_B1a	0,006
Dioxacarb	0,006	Nuarimol	0,006	Flubendiamide	0,006	Pyridaben	0,006
Propoxur(Baygon)	0,006	Triadimefon	0,006	Famoxadone	0,006	Doramectin	0,006
Thiophanate Methyl	0,006	Prometryne	0,006	Teburconarole	0,006	Moxidectin	0,006
Carbofuran	0,006	Dimethomorph	0,006	Penconazole	0,006	Ivermectin	0,006
Thidiazuron	0,006	Triadimenol	0,006	Benalaxyl	0,006	Zoxamide	0,006
Pymetrozine	0,006	Boscalid	0,006				

Apéndice 9. Resultado análisis de residuos de plaguicidas en Lechuga muestra 1

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria
intal
Nit. 811.033.264 -1

REPORTE DE RESULTADOS	Código: PS-F-009
	Edición: 05
	Fecha: 2016-08-01

Consecutivo solicitud: 01163 Reporte N°: LI1544
Fecha del reporte de resultados: 2017-02-10 Página 1 de 3

ISO 9001 icontec

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria – INTAL -
Contacto	Yessica Cano Acevedo
NIT/C.C	811033264-1
Dirección	Carrera 50G No 12 Sur 91, Itagüí – Antioquia, Colombia
Teléfono	(574) 2855275
Dirección electrónica	produccioncientifica@intal.org

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Identificación muestra	Lechuga Romana, Cama 34
Código interno	LI1544
Descripción de la muestra	Producto vegetal
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	Lote: 1
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	No especifica
Datos de la toma de muestra	Fecha: 3/11/2016 Lugar: La Ceja, Finca: Doña Ruby Cantidad: No especifica Responsable: Cliente Temperatura: No especifica
Datos de recepción de muestra	Fecha:2016-11-04 Cantidad: 1 Bolsas Responsable: Andrés Gallo Temperatura: Ambiente
Observaciones	No aplica

3. RESULTADOS				
Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o Especificaciones
2017-02-03	Ver Anexos	Norma UNE-EN 15662:2009	Ver Anexos	Resolución número 2906 de 2007

*De acuerdo a la Resolución número 2906 de 2007 (Ministerio de Protección Social, República de Colombia).

4. CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:

La muestra Lechuga Romana, Cama 34 – LI1544 - cumple el criterio para el contenido de plaguicidas (ABAMECTIN, FENHEXAMIDE, PIPERONIL BUTÓXIDO), establecido en la resolución número 2906 de 2007 del Ministerio Protección Social, Republica de Colombia.

Plaguicidas analizados por debajo del Límite de Cuantificación (< LC, unidades mg/kg)

Análisis	L.C.	Análisis	L.C.	Análisis	L.C.	Análisis	L.C.
Metamidophos	0,006	Secbumeton	0,006	Mefenacet	0,006	Triflumizole	0,006
Acefato	0,006	Terbumeton	0,006	Fenhexamid	0,006	Spinetoram	0,006
omethoate	0,006	chlortoluron	0,006	Chloroxuron	0,006	Furathiocarb	0,006
propamocarb	0,006	Imazalil	0,006	Flufenacet (Fluthiamide)	0,006	Novaluron	0,006
Formetanate HCL	0,006	Isoprocarb	0,006	Fluoxastrobin	0,006	Buprofezin	0,006
Aminocarb	0,006	Metobromuron	0,006	Buprimate	0,006	Spiromesifen	0,006
Dinotefuran	0,006	Desmedipham	0,006	Fenarimol	0,006	Tefluberizuron	0,006
Butoxycarboxim	0,006	Diuron	0,006	Fipronil	0,006	Tebufenpyrad	0,006
Aldicarb_sulfone	0,006	Isoproturon	0,006	Mepanipyrim	0,006	Piperonyl butoxide	0,006
Flonicamid	0,006	Metalaxil	0,006	Tetraconazole	0,006	Metaflumizone	0,006
Metomilo	0,006	Ametryn	0,006	Cyazofamid	0,006	Temephos	0,006
Nitenpyram	0,006	forchlorfenuron	0,006	Etaconazole	0,006	Pyriproxyfen	0,006
Oxamyl	0,006	Methabezthiazuron	0,006	Kresoxim Methyl	0,006	Hexythiazox	0,006
Carbendazim	0,006	Phenmedipham	0,006	Epoxiconazole	0,006	Lufenuron	0,006
Thiamethoxam	0,006	Methoprotryne	0,006	Diclobutrazol	0,006	Propargite	0,006
Monocrotophos	0,006	Cycluron	0,006	Fenbuconazole	0,006	quinoxyfen	0,006
Mexacarbate (Zectran)	0,006	Chlorantraniliprole	0,006	Rotenone	0,006	Chlorfluazuron	0,006
clothianidin	0,006	Pyrimethanil	0,006	Tebufenozida	0,006	Flufenoxuron	0,006
Dicrotophos	0,006	Halofenozide	0,006	Dimoxystrobin	0,006	Fenpyroximate	0,006
Fenuron	0,006	Diethofencarb	0,006	Pycoxystrobin	0,006	Eprinomectin	0,006
Dimetoato	0,006	Fenobucarb (BPMC)	0,006	Neluron	0,006	Pyridaben	0,006
Thiabendazole	0,006	Siduron	0,006	Carfentrazone Ethyl	0,006	Doramectin	0,006
Imidacloprid	0,006	Ethofumesate	0,006	Fenoxycarb	0,006	Fenazaquin	0,006
Fuberidazole	0,006	Furalaxyl	0,006	Flusilazole	0,006	Moxidectin	0,006
Cymoxanil	0,006	Terbutryn	0,006	Cyprodinil	0,006	Ivermectin_B1a	0,006
Mevinphos Isomero1	0,006	Azoxystrobin	0,006	Flubendiamide	0,006	Difenoconazole	0,006
Carbofuran-3-Hydroxy	0,006	Fenamidone	0,006	Bromuconazole	0,006	Ipconazole	0,006
Vamidothion (Vamidoate)	0,006	fenpropimorph	0,006	Famoxadone	0,006	Iprovalicarb	0,006
Acetamiprid	0,006	Methiocarb	0,006	Tebuconazole	0,006	Myclobutanil	0,006
Aldicarb	0,006	Ethiprole	0,006	Bitertanol	0,006	Triticonazole	0,006
Butocarboxim	0,006	Nuarimol	0,006	Penconazole	0,006	Spirotetramat	0,006
Mevinphos	0,006	Triadimefon	0,006	Benalaxyl	0,006	Cyproconazole	0,006
Thiacloprid	0,006	Prometryne	0,006	Zoxamide	0,006	Simetryn	0,006
Ethirimol	0,006	Dimethomorph Isomero1	0,006	Propiconazole	0,006	Fluometuron	0,006
Pirimicarb	0,006	Triadimenol	0,006	Hexaconazole	0,006	Carbaryl (Sevin)	0,006
Tricyclazole (Beam)	0,006	Boscalid	0,006	Metconazole	0,006	Flthiofencarb	0,006
Carbetamide	0,006	Paclobutrazol	0,006	Pyraclostrobin	0,006	Monolinuron	0,006
Oxadoyl	0,006	Mepronil	0,006	Triflumuron	0,006	Prometon	0,006
Metribuzin	0,006	Flutolanil	0,006	Benzoximate	0,006	Pyracarbolid	0,006
Bendiocarb	0,006	Mandipropamid	0,006	Indoxacarb	0,006	Clethodim	0,006
Dioxacarb	0,006	Acibenzolar-S-methyl	0,006	Prochloraz	0,006	Trifloxistrobin	0,006
Propoxur(Baygon)	0,006	Butafenacil	0,006	Thiobencarb	0,006	Tebuthiuron	0,006
Carbofuran	0,006	Spiroxamine	0,006	Pencycuron	0,006	Promecarb	0,006
Pymetrozine	0,006	Methoxyfenozide	0,006	Diniconazole	0,006	Clofentezine	0,006

Apéndice 10. Resultado análisis de residuo de plaguicidas en Tomate muestra 1

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria
Intal

REPORTE DE RESULTADOS	CÓDIGO: PS-F-009
	EDICIÓN: 08
	FECHA: 2017-03-01

Consecutivo de solicitud: 01163	Reporte N°: LI1534	Fecha del reporte: 2017-03-03	Página 1 de 3

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria – INTAL -
Contacto	Yessica Cano Acevedo
NIT/C.C	811033264-1
Dirección	Carrera 50G No 12 Sur 91, Itagüí – Antioquia, Colombia
Teléfono	(574) 2855275
Dirección electrónica	produccioncientifica@intal.org

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA O ÍTEM DE ENSAYO	
Identificación de la muestra	Tomate Era 3 y 4 Nave 1
Código interno	LI1534
Descripción de la muestra	Producto vegetal
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	No especifica
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	No especifica
Datos de la toma de muestra	Fecha: 3/11/2016 Lugar: La Ceja, Finca: Doña Ruby Cantidad: No especifica Responsable: Cliente Temperatura: No especifica
Datos de recepción de muestra	Fecha:2016-11-04 Cantidad: 1 Bolsa Responsable: Andrés Gallo Temperatura: Ambiente
Observaciones	No aplica

3. RESULTADOS

Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o especificaciones
2017-02-17	Abamectin	Norma UNE-EN 15662:2009	0,010 mg/kg	< 0,02 mg/kg

* De acuerdo a la Resolución número 2906 de 2007 del Ministerio de Protección Social, República de Colombia, Artículo 3°.- Límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos de consumo humano.

4. CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:

La muestra Tomate Era 3 y 4 Nave 1 – LI1534 - cumple el criterio para el contenido de plaguicida (ABAMECTIN, BENALAXILO, BITERTANOL, BUPROFEZIN, CARBARILO, CARBENDAZIM, CIPRODINILO, CIROMAZINA, CLETODIM, FAMOXADONA, FENHEXAMIDE, HEXITIAZOX, IMIDACLOPRID, INDOXACARB, METALAXIL,

METOXIFENOZIDA, MICLOBUTANILO, OXAMILO, PENCONAZOL, PIPERONIL BUTÓXIDO, PIRACLOSTROBIN, PIRIMICARB, PROPAMOCARB, PROPARGITA, SPINOSAD, TEBUCONAZOL, TEBUFENOZIDA, TRIADIMEFON, TRIADIMENOL, TRIFLOXISTROBIN) en Tomate, establecido en la resolución número 2906 de 2007 del Ministerio Protección Social, Republica de Colombia.

5. ANEXOS

Plaguicidas analizados por debajo del Límite de Cuantificación (< LC, unidades mg/kg)

Análisis	L.C.	Análisis	L.C.	Análisis	L.C.	Análisis	L.C.
3-Hydroxycarbofuran	0,006	Diflubenzurón	0,006	Hexaflumuron	0,006	Piracarbolid	0,006
Acefato	0,006	Dimetoate	0,006	Hexitiazox	0,006	Piraclostrobin	0,006
Acetamiprid	0,006	Dimetomorf	0,006	Imazalil	0,006	Piridabén	0,006
Acibenzolar-S-metilo	0,006	Dimoxistrobina	0,006	Imidacloprid	0,006	Pirimicarb	0,006
Alclicarb	0,006	Diniconazol	0,006	Indoxacarb	0,006	Procloraz	0,006
Alclicarb sulfona	0,006	Dinotefuran	0,006	Ipconazole	0,006	Profam	0,006
Alclicarb sulfoxido	0,006	Dioxacarb	0,006	Iprovalicarbo	0,006	Promecarb	0,006
Ametrina	0,006	Diuron	0,006	Isoprocarbo	0,006	Prometon	0,006
Aminocarb	0,006	Doramectina	0,006	Isoproturón	0,006	Prometrina	0,006
Azoxistrobina	0,006	Epoxiconazol	0,006	Ivermectin	0,006	Propamocarb	0,006
Benalaxilo	0,006	Eprinomectina	0,006	Linurón	0,006	Propargita	0,006
Bendiocarb.	0,006	Spinosad	0,006	Lufenurón.	0,006	Propiconazol	0,006
Benzoximate	0,006	Espirodiclofeno	0,006	Mandipropamida	0,006	Propoxur (Baygon).	0,006
Bifenazato	0,006	Etaconazole	0,006	Mefenacet	0,006	Pyrimethanil	0,006
Bitertanol	0,006	Ethiprole	0,006	Mepanipirima	0,006	Pyriproxyfen	0,006
Boscalida	0,006	Etiofencarb	0,006	Mepronil.	0,006	Quinoxifeno	0,006
Bromuconazol	0,006	Etirimol	0,006	Metabenztiazurón	0,006	Rotenona.	0,006
Bupirimato	0,006	Etofumesato	0,006	Metaflumizone	0,006	Secbumeton	0,006
Buprofezin	0,006	Etoxazol	0,006	Metalaxil	0,006	Siduron	0,006
Butafenacil	0,006	Famoxadona	0,006	Metamidofos	0,006	Simetryn	0,006
Butocarboxim	0,006	Fenamidona	0,006	Metconazol	0,006	Spinetoram	0,006
Butoxicarboxim	0,006	Fenarimol	0,006	Methoprotryne	0,006	Spiromesifen	0,006
Butoxido de piperonilo	0,006	Fenazaquina	0,006	Metiocarb	0,006	Spirotetramat	0,006
Carbarilo	0,006	Fenbuconazol	0,006	Metobromuron	0,006	Espiroxamina	0,006
Carbenclazim	0,006	Fenhexamide	0,006	Metomilo	0,006	Tebuconazol	0,006
Carbetamida	0,006	Fenmedifam	0,006	Metoxifenozida	0,006	Tebufenozida	0,006
Carbofurano	0,006	Fenobucarb (BPMC)	0,006	Metribucina	0,006	Tebufenpirad	0,006
Carboxina	0,006	Fenoxicarb	0,006	Mevinfós	0,006	Tebuthiuron	0,006
Carfentrazona-Etilo	0,006	Fenpiroximato	0,006	Mexacarbate	0,006	Teflubenzurón	0,006
Chlorantraniliprole	0,006	Fenpropimorfo	0,006	Miclobutanilo	0,006	Temephos (Abate)	0,006
Ciazofamida	0,006	Fenuron	0,006	Monocrotofós.	0,006	Terbumeton	0,006
Cimoxanilo	0,006	Flonicamida	0,006	Monolinurón	0,006	Terbutrina	0,006
Ciproconazol	0,006	Flubendimide	0,006	Moxidectin	0,006	Tetraconazol	0,006
Ciprodinilo	0,006	Flufenacet (Fluthiamide)	0,006	Neburon	0,006	Thicliazurón	0,006
Cletodim	0,006	Flufenoxurón	0,006	Nitenpiram	0,006	Tiabendazol	0,006
Clofentezina	0,006	Fluometuron	0,006	Novalurón	0,006	Tiacloprid	0,006
Clorfluazuron	0,006	Fluoxastrobina	0,006	Nuarimol	0,006	Tiametoxam	0,006
Cloroxurón	0,006	Fluquinconazol	0,006	Ometoato	0,006	Tiobencarb	0,006

Apéndice 11. Resultado análisis de residuo de plaguicidas en Tomate muestra 2

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria
intal

REPORTE DE RESULTADOS	CÓDIGO: PS-F-009
	EDICIÓN: 08
	FECHA: 2017-03-01

Consecutivo de solicitud: 01163	Reporte N°: LI1535	Fecha del reporte: 2017-03-03	Página 1 de 3

1. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Cliente/Entidad	Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria – INTAL -
Contacto	Yessica Cano Acevedo
NIT/C.C	811033264-1
Dirección	Carrera 50G No 12 Sur 91, Itagüí – Antioquia, Colombia
Teléfono	(574) 2855275
Dirección electrónica	produccioncientifica@intal.org

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA O ÍTEM DE ENSAYO	
Identificación de la muestra	Tomate Cama 6 Nave 4
Código interno	LI1535
Descripción de la muestra	Producto vegetal
Lote, fecha fabricación, fecha de vencimiento	No especifica
Fabricante, presentación comercial, tipo de envase.	No especifica
Datos de la toma de muestra	Fecha: 3/11/2016 Lugar: La Ceja, Finca: Siembra Viva Cantidad: No especifica Responsable: Cliente Temperatura: No especifica
Datos de recepción de muestra	Fecha:2016-11-04 Cantidad: 1 Bolsa Responsable: Andrés Gallo Temperatura: Ambiente
Observaciones	No aplica

3. RESULTADOS

Fecha análisis	Análisis	Método	Resultado	*Criterio o especificaciones
2017-02-17	Ver Anexos	Norma UNE-EN 15662:2009	Ver Anexos	Resolución número 2906 de 2007

* De acuerdo a la Resolución número 2906 de 2007 del Ministerio de Protección Social, República de Colombia, Artículo 3°.- Límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos de consumo humano.

4. CONCEPTO DE LOS RESULTADOS:

La muestra Tomate Cama 6 Nave 4 – LI1535 - cumple el criterio para el contenido de plaguicida (ABAMECTIN, BENALAXILO, BITERTANOL, BUPROFEZIN, CARBARILO, CARBENDAZIM, CIPRODINILO, CIROMAZINA, CLETODIM, FAMOXADONA, FENHEXAMIDE, HEXITIAZOX, IMIDACLOPRID, INDOXACARB, METALAXIL,

METOXIFENOZIDA, MICLOBUTANILO, OXAMILO, PENCONAZOL, PIPERONIL BUTÓXIDO, PIRACLOSTROBIN, PIRIMICARB, PROPAMOCARB, PROPARGITA, SPINOSAD, TEBUCONAZOL, TEBUFENOZIDA, TRIADIMEFON, TRIADIMENOL, TRIFLOXISTROBIN) en Tomate, establecido en la resolución número 2906 de 2007 del Ministerio Protección Social, Republica de Colombia.

5. ANEXOS

Plaguicidas analizados por debajo del Límite de Cuantificación (< LC, unidades mg/kg)

Análisis	L.C.	Análisis	L.C.	Análisis	L.C.	Análisis	L.C.
3-Hydroxycarbofuran	0,006	Diflubenzurón	0,006	Hexaflumuron	0,006	Piracarbolid	0,006
Abamectin	0,006	Dimetoate	0,006	Hexitiazox	0,006	Piraclostrobin	0,006
Acefato	0,006	Dimetomorf	0,006	Imazalil	0,006	Piridabén	0,006
Acetamiprid	0,006	Dimoxistrobina	0,006	Imidacloprid	0,006	Pirimicarb	0,006
Acibenzolar-S-metilo	0,006	Diniconazol	0,006	Indoxacarb	0,006	Procloraz	0,006
Aldicarb	0,006	Dinotefuran	0,006	Ipconazole	0,006	Profam	0,006
Aldicarb sulfona	0,006	Dioxacarb	0,006	Iprovalicarbo	0,006	Promecarb	0,006
Aldicarb sulfoxido	0,006	Diuron	0,006	Isoprocarbo	0,006	Prometon	0,006
Ametrina	0,006	Doramectina	0,006	Isoproturón	0,006	Prometrina	0,006
Aminocarb	0,006	Epoxiconazol	0,006	Ivermectin	0,006	Propamocarb	0,006
Azoxistrobina	0,006	Eprinomectina	0,006	Linurón	0,006	Propargita	0,006
Benalaxilo	0,006	Spinosad	0,006	Lufenurón.	0,006	Propiconazol	0,006
Bendiocarb.	0,006	Espirodiclofeno	0,006	Mandipropamida	0,006	Propoxur (Baygon).	0,006
Benzoximate	0,006	Etaconazole	0,006	Mefenacet	0,006	Pyrimethanil	0,006
Bifenazato	0,006	Ethiprole	0,006	Mepanipirima	0,006	Pyriproxyfen	0,006
Bitertanol	0,006	Etiofencarb	0,006	Mepronil.	0,006	Quinoxifeno	0,006
Boscalida	0,006	Etirimol	0,006	Metabenztiazurón	0,006	Rotenona.	0,006
Bromuconazol	0,006	Etofumesato	0,006	Metaflumizone	0,006	Secbumeton	0,006
Bupirimato	0,006	Etoxazol	0,006	Metalaxil	0,006	Siduron	0,006
Buprofezin	0,006	Famoxadona	0,006	Metamidofos	0,006	Simetryn	0,006
Butafenacil	0,006	Fenamidona	0,006	Metconazol	0,006	Spinetoram	0,006
Butocarboxim	0,006	Fenarimol	0,006	Methoprotryne	0,006	Spiromesifen	0,006
Butoxicarboxim	0,006	Fenazaquina	0,006	Metiocarb	0,006	Spirotetramat	0,006
Butoxido de piperonilo	0,006	Fenbuconazol	0,006	Metobromuron	0,006	Espiroxamina	0,006
Carbarilo	0,006	Fenhexamide	0,006	Metomilo	0,006	Tebuconazol	0,006
Carbenclazim	0,006	Fenmeclifam	0,006	Metoxifenozida	0,006	Tebufenozida	0,006
Carbetamida	0,006	Fenobucarb (BPMC)	0,006	Metribucina	0,006	Tebufenpirad	0,006
Carbofurano	0,006	Fenoxicarb	0,006	Mevinfós	0,006	Tebuthiuron	0,006
Carboxina	0,006	Fenpiroximato	0,006	Mexacarbate	0,006	Teflubenzurón	0,006
Carfentrazona-Etilo	0,006	Fenpropimorfo	0,006	Miclobutanilo	0,006	Temephos (Abate)	0,006
Chlorantraniliprole	0,006	Fenuron	0,006	Monocrotofós.	0,006	Terbumeton	0,006
Ciazofamida	0,006	Flonicamida	0,006	Monolinurón	0,006	Terbutrina	0,006
Cimoxanilo	0,006	Flubendimide	0,006	Moxidectin	0,006	Tetraconazol	0,006
Ciproconazol	0,006	Flufenacet (Fluthiamide)	0,006	Neburon	0,006	Thidiazurón	0,006
Ciprodinilo	0,006	Flufenoxurón	0,006	Nitenpiram	0,006	Tiabendazol	0,006
Cletodim	0,006	Fluameturon	0,006	Novalurón	0,006	Tiacloprid	0,006
Clofentezina	0,006	Fluoxastrobina	0,006	Nuarimol	0,006	Tiametoxam	0,006
Clorfluazuron	0,006	Fluquinconazol	0,006	Ometoato	0,006	Tiobencarb	0,006

Apéndice 12. Entrenamiento sensorial

En las siguientes figuras se presenta un análisis de correspondencia múltiple, para determinar el tipo de relaciones que se forman por medio de los grupos homogéneos, en cada una de las figuras referentes a los descriptores evaluados (Apariencia, textura, olor y sabor), y en cada uno de los tres estados de almacenamiento.

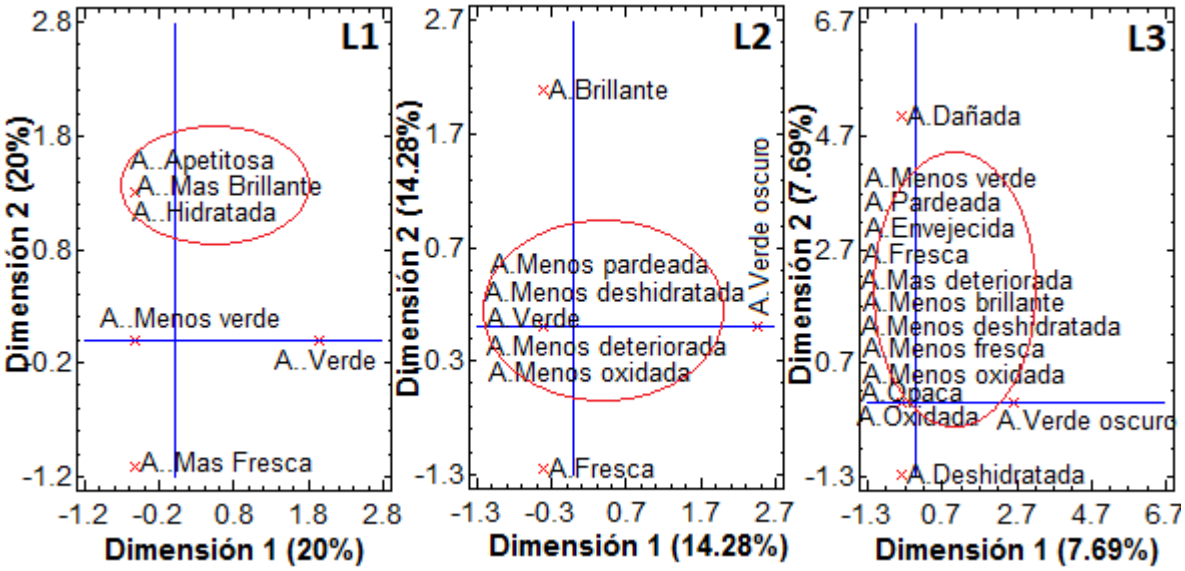
Lechuga

Apariencia:

La apariencia para la lechuga mínimamente procesada se presenta en tres estados de almacenamiento, ver grafica (L1, L2 y L3). En estas graficas se presentan 4 grupos por cada estado. Para el primer estado grafica L1, se observa un grupo formado por los descriptores (Apetitosa, Más brillante, Hidratada), siendo más brillante el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado “esto se basado en la calificación efectuada por el panel sensorial”. En la gráfica L2 se observa un grupo que relaciona los descriptores (Menos pardeada, Menos deshidratada, verde, menos deteriorada, menos oxidada), siendo menos oxidada y menos pardeada los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (Menos verde, pardeada, envejecida, fresca, más deteriorada, menos brillante, menos deshidratada, menos fresca, menos oxidada, opaca, oxidada), siendo menos verde, pardeada, menos brillante, oxidada, los descriptores más representativos en este grupo,

teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. Ver Figura 1.

Figura 1. Correspondencias múltiples, apariencia. Lechugas mínimamente procesadas en tres estados (L1: fresca, L2:5 de almacenamiento, L3:10 días de almacenamiento).



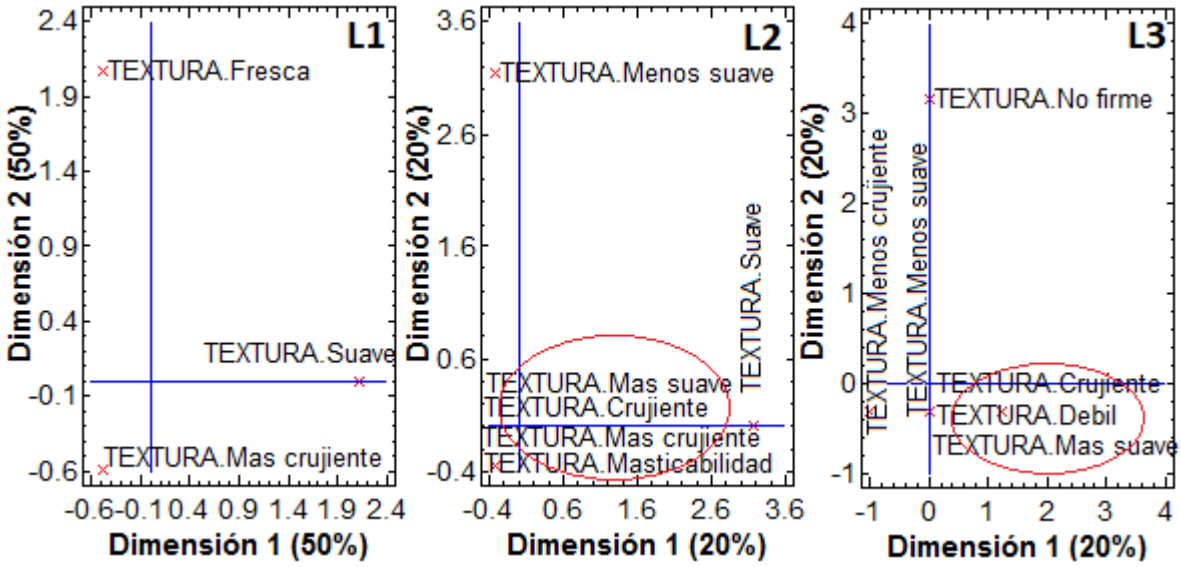
Según el análisis anterior se concluyó que los descriptores más representativos para el atributo apariencia en los 3 estados de la lechuga son: brillante, Verde, fresca, pardeada, oxidada. Con estos descriptores resultantes se analizó posteriormente las pruebas sensoriales enfocándose en ellos.

Textura:

Respecto a la textura se puede observar en la Figura 2 el análisis de correspondencia múltiple para la lechuga mínimamente procesada en los estados de almacenamiento. En la figura se pueden observar 3 grupos para el estado 1 y 2, y 4 grupos para el estado 3. En la gráfica L2 se observa un grupo que relaciona los descriptores (Más suave, crujiente, más crujiente, masticabilidad), siendo más suave y crujiente los descriptores más

representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (crujiente, débil, más suave).

Figura 2. Correspondencias múltiples, textura. Lechugas mínimamente procesadas en tres estados (L1: fresca, L2:5 de almacenamiento, L:10 días de almacenamiento).



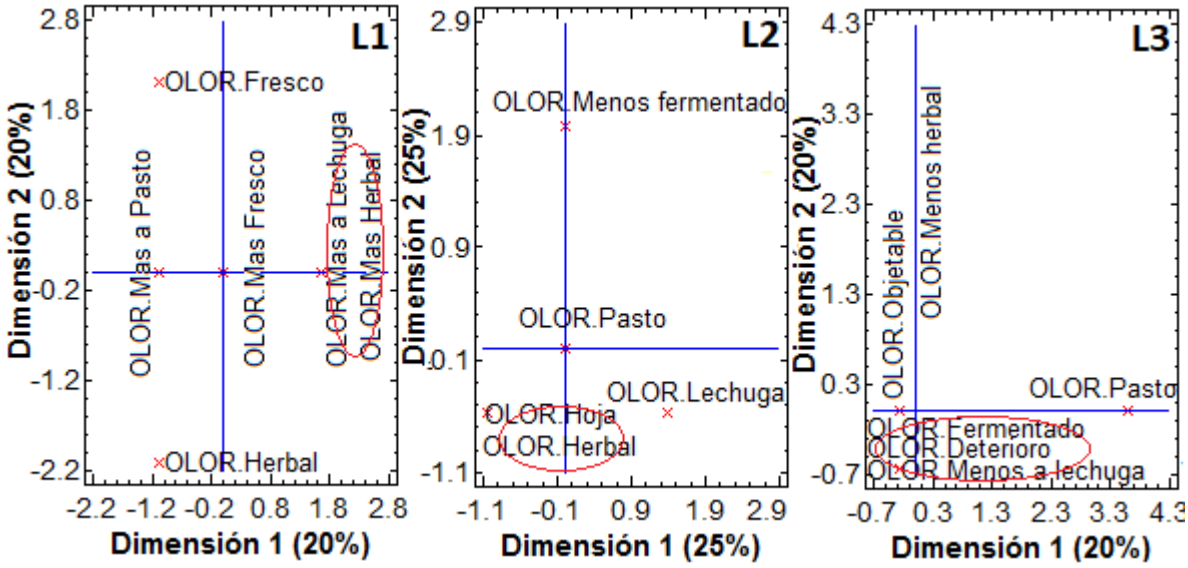
Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo textura en los 3 estados de la lechuga son: suave y crujiente.

Olor:

En la Figura 3 se presentan 5 grupos para el estado 1 y 4 grupos para el estado 2 y 3. En la gráfica L1 se observa un grupo que relaciona los descriptores (Más a lechuga, más herbal), siendo más herbal el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L2 se observa un grupo que relaciona los descriptores (Hoja, herbal), siendo herbal el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los

otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (Fermentado, deterioro, menos a lechuga), siendo fermentado el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados.

Figura 3. Correspondencias múltiples, olor. Lechugas mínimamente procesadas en tres estados (L1: fresca, L2:5 de almacenamiento, L3:10 días de almacenamiento).



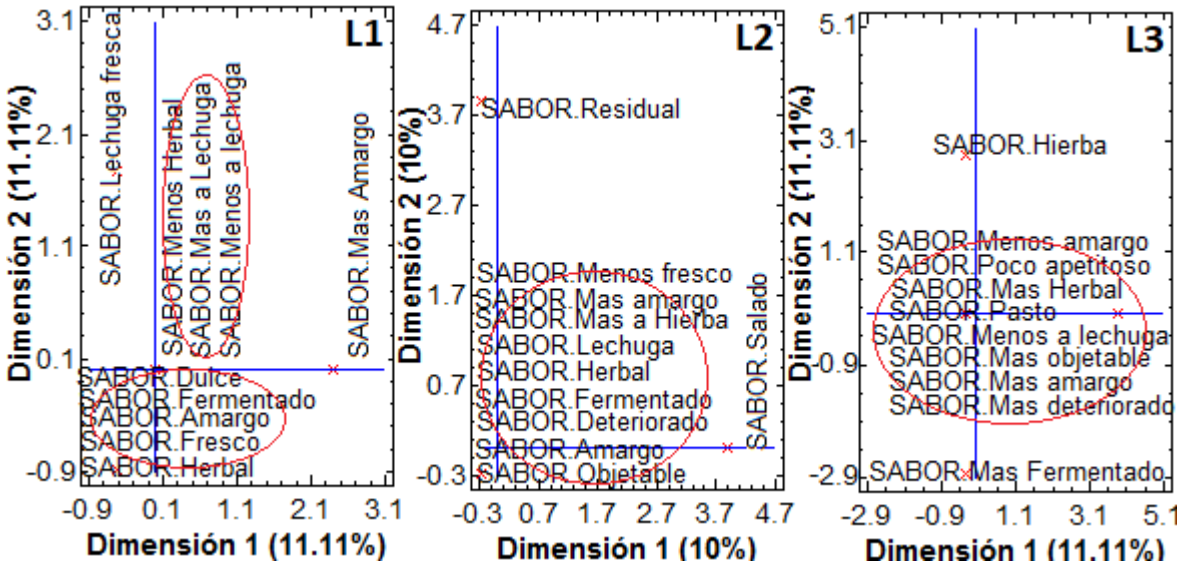
Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo olor en los 3 estados de la lechuga son: Herbal, Fermentado.

Sabor:

Respecto al sabor, en la Figura 4 se presentan 4 grupos para el estado 1 y 3 grupos para el estado 2 y 3. En la gráfica L1 se observa un grupo que relaciona los descriptores (Menos herbal, más a lechuga, menos a lechuga), siendo más a lechuga el descriptor más representativo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados; además, hay otro grupo que relaciona los

descriptores (dulce, fermentado, amargo, fresco, herbal), amargo es el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L2 hay un grupo que relaciona los descriptores (Menos fresco, más amargo, más a hierba, lechuga, herbal, fermentado, deteriorado, amargo, objetable), siendo amargo, lechuga y fermentado los descriptores más representativos en este grupo, cabe destacar que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (menos amargo, poco apetitoso, más herbal, pasto, menos a lechuga, más objetable, más amargo, más deteriorado), siendo más amargo y menos a lechuga los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados.

Figura 4. Correspondencias múltiples, sabor. Lechugas mínimamente procesadas en tres estados (L1: fresca, L2:5 de almacenamiento, L3:10 días de almacenamiento).



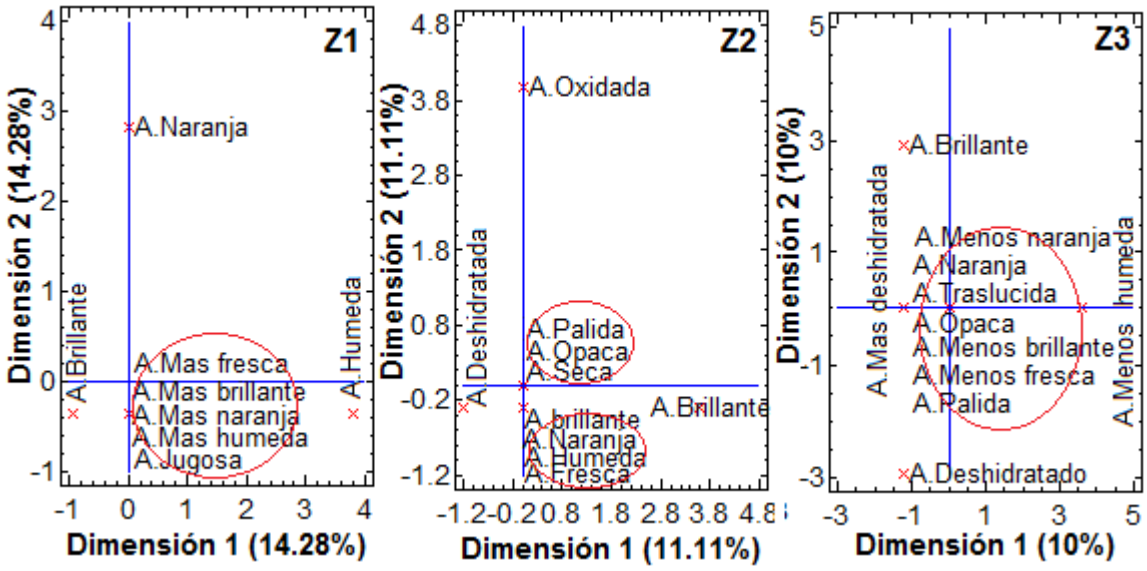
Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo sabor en los 3 estados de la lechuga son: Lechuga, amargo, fermentado.

Zanahoria

Apariencia:

En la Figura 5 se presentan 4 grupos para el estado 1, y 5 grupos para el estado 2 y 3. En la gráfica L1 se observa uno que agrupa los descriptores (más fresca, más brillante, más naranja, más húmeda, jugosa), siendo más brillante, más naranja, más fresca, los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado. En la gráfica L2 se observa un grupo que relaciona el descriptor (pálido, opaco, seco), y otro que relaciona (brillante, naranja, húmeda, fresca) siendo brillante, naranja y fresca los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (menos naranja, naranja, traslucida, opaca, menos brillante, menos fresca, pálida), siendo menos naranja, menos brillante, menos fresca los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados.

Figura 5. Correspondencias múltiples, apariencia. Zanahorias mínimamente procesadas en tres estados (Z1: fresca, Z2:5 de almacenamiento, Z3:10 días de almacenamiento).



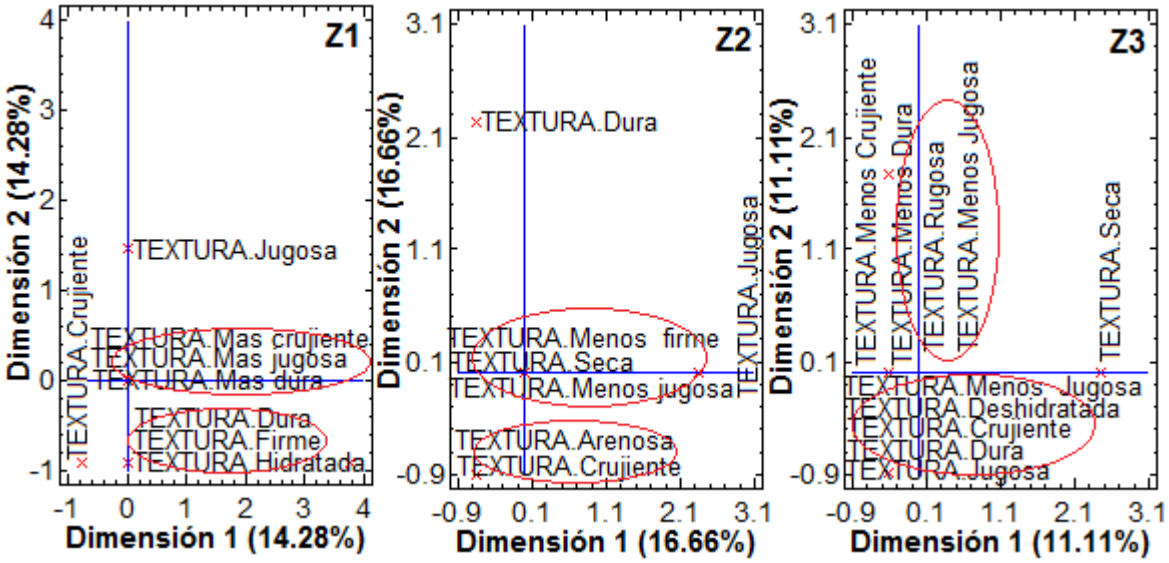
Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo apariencia en los 3 estados de la zanahoria son: Naranja, Fresca, Brillante.

Textura:

En la Figura 6 se presentan 4 grupos en cada estado En la gráfica L1 se observa uno que agrupa los descriptores (más crujiente, más jugosa, más dura), siendo crujiente y más dura, los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado; y otro grupo que relaciona los descriptores (dura, firme, hidratada). En la gráfica L2 se observa un grupo que relaciona el descriptor (menos firme, menos jugosa, seca), y otro que relaciona (arenosa y crujiente) siendo crujiente y menos jugosa los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (menos

dura, rugosa, menos jugosa), siendo menos dura y menos jugosa los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados, y otro grupo que relaciona (menos jugosa, deshidratada, crujiente, dura y jugosa).

Figura 6. Correspondencias múltiples, textura. Zanahoria mínimamente procesada en tres estados (Z1: fresca, Z2:5 de almacenamiento, Z3:10 días de almacenamiento).



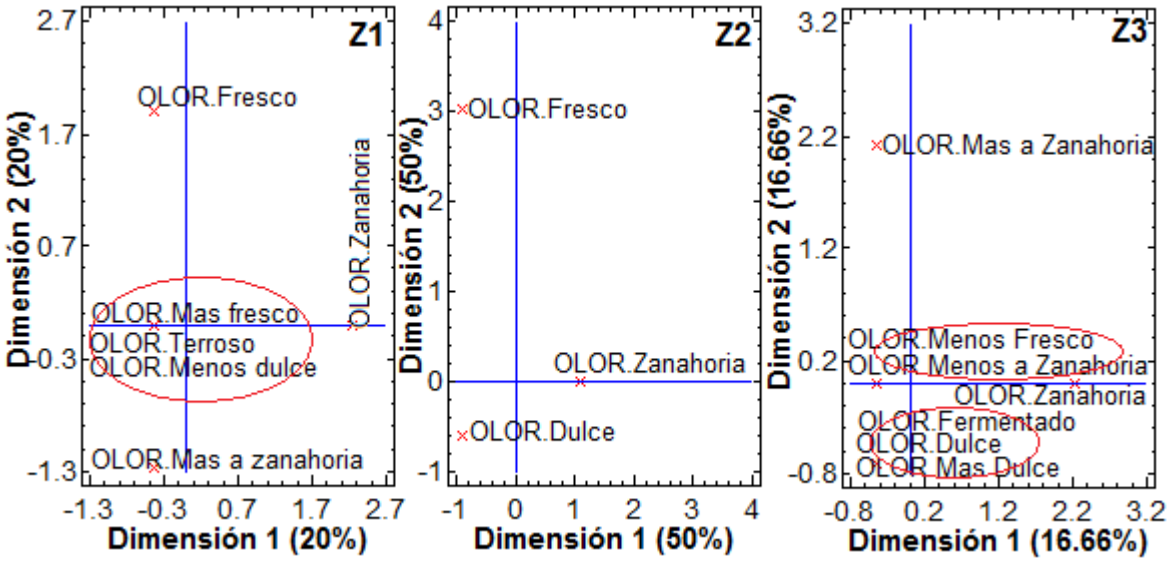
Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo textura en los 3 estados de la zanahoria son: crujiente, dura, jugosa.

Olor:

En la Figura 7 se presentan 4 grupos en el estado 1 y 3, y 3 grupos para el estado 2. En la gráfica L1 se observa uno que agrupa los descriptores (más fresco, terroso, menos dulce), siendo más fresco y menos dulce, los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (menos fresco,

menos a zanahoria), siendo ambos los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados, y otro grupo que relaciona (fermentado, dulce, más dulce), siendo más dulce el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados.

Figura 7. Correspondencias múltiples, olor. Zanahorias mínimamente procesadas en tres estados (Z1: fresca, Z2:5 de almacenamiento, Z3:10 días de almacenamiento).



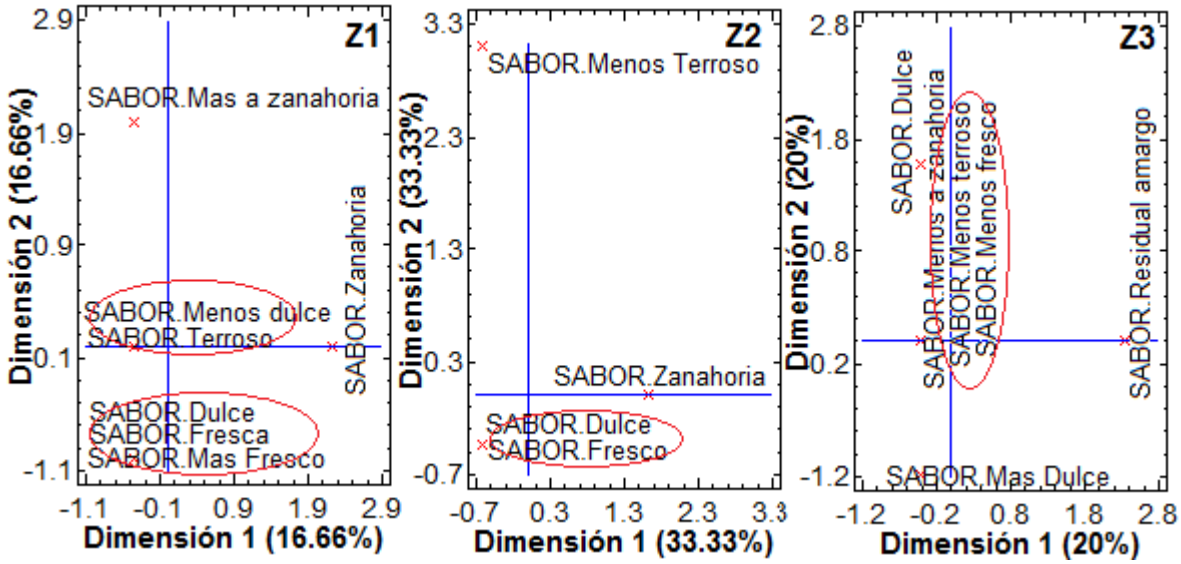
Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo olor en los 3 estados de la zanahoria son: Fresco, dulce, zanahoria.

Sabor:

En la Figura 8 se presentan 4 grupos en el estado 1 y 3, y 3 grupos para el estado 2. En la gráfica L1 se observa uno que agrupa los descriptores (terroso, menos dulce), siendo menos dulce el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado; y otro grupo que relaciona (dulce,

fresca, más fresco). En la gráfica L2 se observa un grupo que relaciona los descriptores (dulce y fresco), siendo dulce el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (Menos a zanahoria, menos terroso, menos fresco), siendo menos a zanahoria el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado.

Figura 8. Correspondencias múltiples, sabor. Zanahorias mínimamente procesadas en tres estados (Z1: fresca, Z2:5 de almacenamiento, Z3:10 días de almacenamiento).



Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo sabor en los 3 estados de la zanahoria son: Dulce, zanahoria.

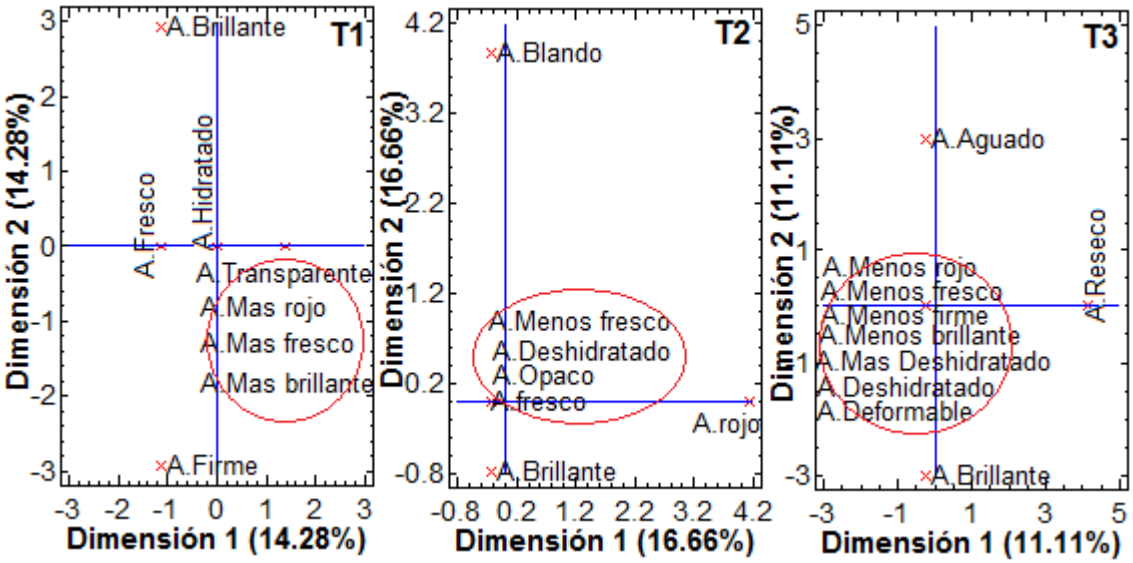
Tomate

Apariencia:

En la Figura 9 se presenta 5 grupos en el estado 1 y 4 grupos para el estado 2 y 3. En la gráfica L1 se observa uno que agrupa los descriptores (trasparente, más rojo,

más fresco, más brillante), siendo más rojo, más fresco, más brillante, los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L2 se observa un grupo que relaciona los descriptores (menos fresco, deshidratado, opaco, fresco), siendo fresco el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (menos rojo, menos fresco, menos firme, menos brillante, más deshidratado, deshidratado, deformable), siendo menos rojo, menos fresco, menos brillante, los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado.

Figura 9. Correspondencias múltiples, apariencia. Tomate mínimamente procesadas en tres estados (T1: fresca, T2:5 de almacenamiento, T3:10 días de almacenamiento).

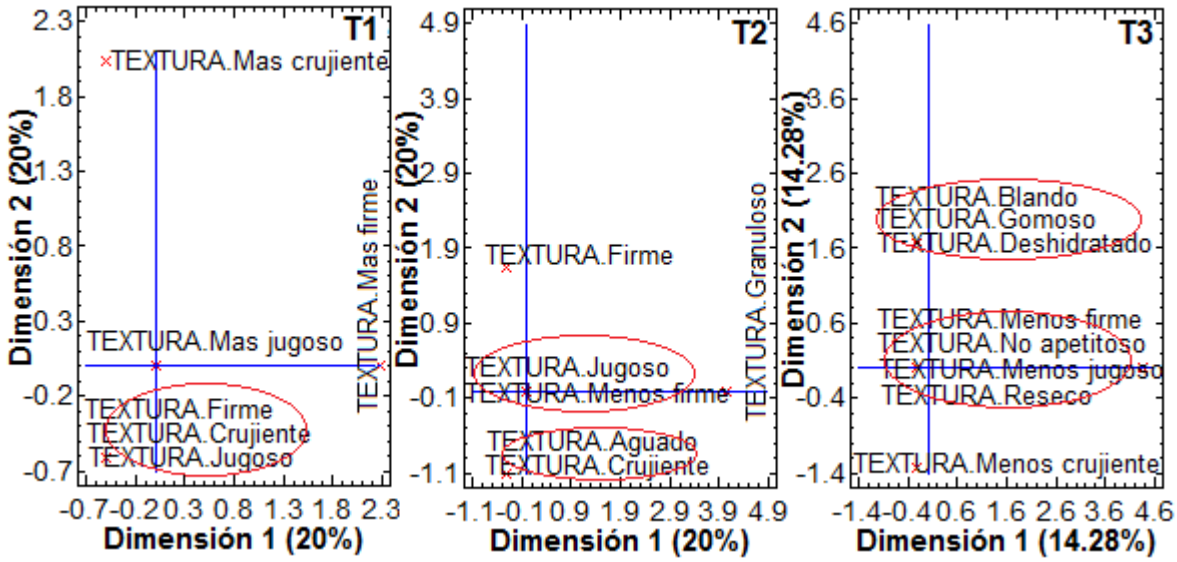


Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo apariencia en los 3 estados del tomate son: Rojo, Fresco, brillante.

Textura:

En la Figura 10 se presentan 4 grupos en el estado 1 y 2, y 3 grupos para el estado 3. En la gráfica L1 se observa uno que agrupa los descriptores (Firme, crujiente, jugoso), siendo firme, jugoso, crujiente, los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L2 se observa un grupo que relaciona los descriptores (jugoso, menos firme), siendo ambos los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados y otro grupo que relaciona (aguado y crujiente), siendo crujiente el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (blando, gomoso, deshidratado) y otro grupo que relaciona (menos firme, no apetitoso, menos jugoso, reseco) siendo menos firme y menos jugoso, los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltados.

Figura 10. Correspondencias múltiples, textura. Tomate mínimamente procesadas en tres estados (T1: fresca, T2:5 de almacenamiento, T3:10 días de almacenamiento).



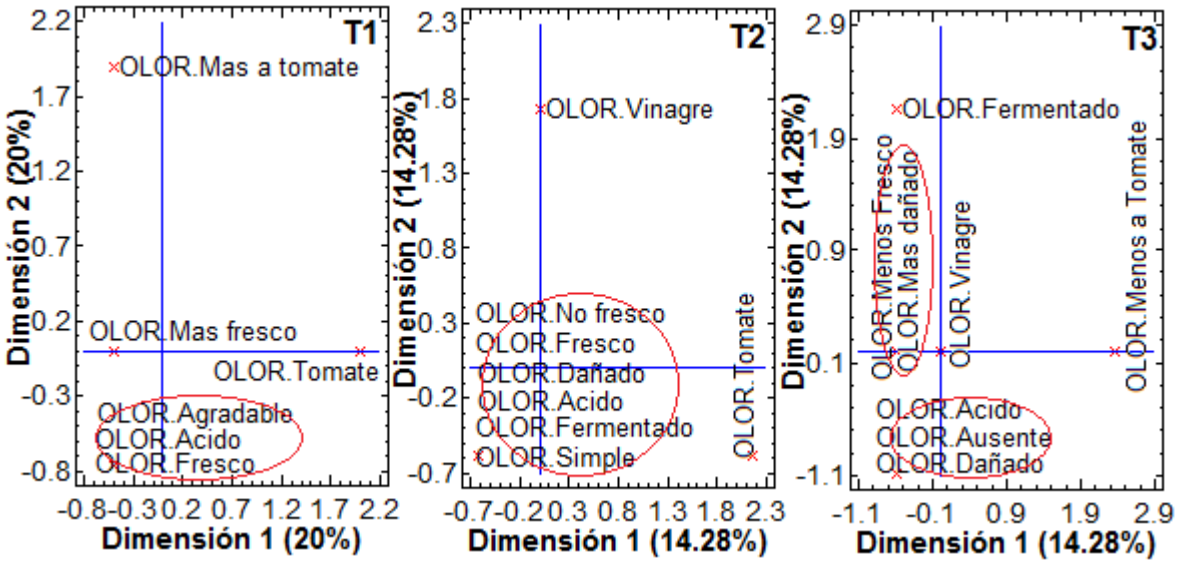
Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo textura en los 3 estados del tomate son: Firme, jugoso, crujiente.

Olor:

En la gráfica L1 se presentan 4 grupos para este estado, se observa uno que agrupa los descriptores (agradable, acido, fresco), siendo fresco y acido, los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L2 se observa un grupo que relaciona los descriptores (no fresco, fresco, dañado, acido, fermentado, simple), siendo fresco y acido, los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (menos fresco, más dañado), siendo menos

fresco el descriptor más representativo para este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados; y otro grupo que relaciona (acido, ausente, dañado) siendo acido el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado. Ver Figura 11.

Figura 11. Correspondencias múltiples, olor. Tomate mínimamente procesadas en tres estados (T1: fresca, T2:5 de almacenamiento, T3:10 días de almacenamiento).



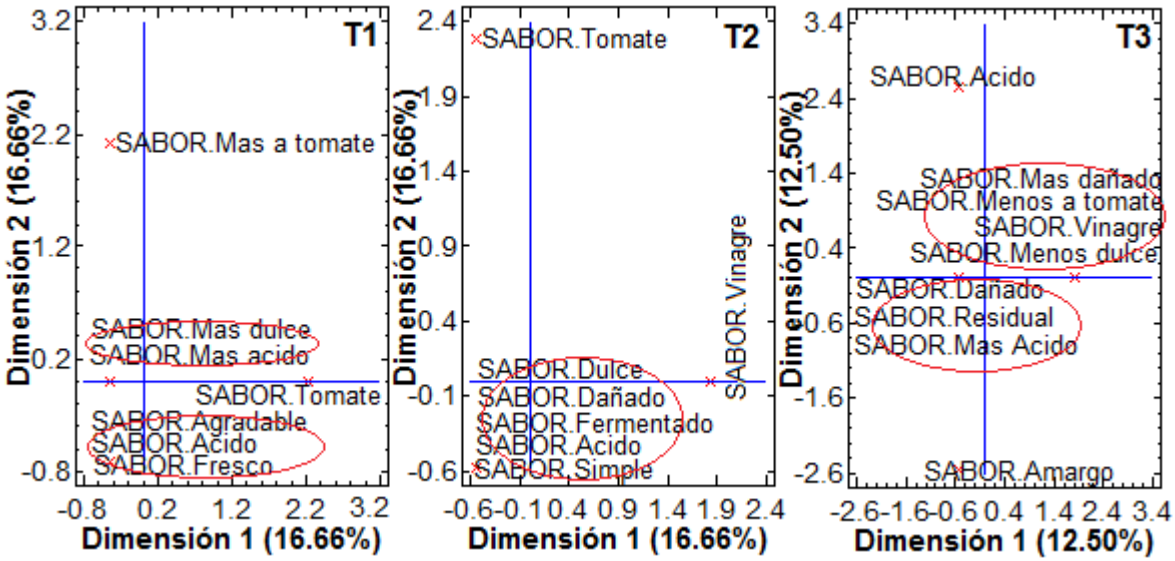
Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo olor en los 3 estados del tomate son: Fresco, acido.

Sabor:

La Figura 12 presentan 4 grupos en el estado 1 y 3, y 3 grupos para el estado 2. En la gráfica L1 se observa uno que agrupa los descriptores (más acido, más dulce), siendo más dulce el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados, y otro grupo que relaciona

(agradable, acido, fresco). En la gráfica L2 se observa un grupo que relaciona los descriptores (dulce, dañado, fermentado, acido, simple), siendo dulce y acido, los descriptores más representativos en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados. En la gráfica L3 se observa un grupo que relaciona los descriptores (más dañado, menos a tomate, vinagre, menos dulce), siendo menos a tomate y menos dulce, los descriptores más representativos para este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados estos descriptores también son resaltados; y otro grupo que relaciona (dañado, residual, más acido) siendo más acido el descriptor más representativo en este grupo, teniendo en cuenta que en los otros estados este descriptor también es resaltado.

Figura 12. Correspondencias múltiples, sabor. Tomate mínimamente procesadas en tres estados (T1: fresca, T2:5 de almacenamiento, T3:10 días de almacenamiento).



Según el análisis anterior los descriptores más representativos para el atributo sabor en los 3 estados del tomate son: dulce, acido, tomate.

Apéndice 13. Análisis de varianza (ANOVA) para la actividad respiratoria (CO_2 (%), O_2 (%)) y transpiración (pérdida de peso (%)) en las zanahorias procesadas

Tabla 1. Análisis de varianza ANOVA (Pérdida de peso (%), Consumo de O_2 (%) y Producción de CO_2 (%)) en Zanahoria.

Variable	Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
CO_2 r^2= 99.81%	A: Tiempo (Día)	8253,86	8	1031,73	1615,94	0.0000
	B: Tipo de corte	899,098	2	449,549	704,10	0.0000
	AB	260,509	16	16,2818	25,50	0.0000
	Residuo	17,2387	27	0,638472		
	Total	9430,7	53			
O_2 r^2= 99.83 %	A: Tiempo (Día)	2285,52	8	285,69	1979,12	0.0000
	B: Tipo de corte	16,7219	2	8,36097	57,92	0.0000
	AB	87,0131	16	5,43832	37,67	0.0000
	Residuo	3,8975	27	0,144352		
	Total	2393,16	53			
Peso r^2=99,89%	A: Tiempo (Día)	25,7771	8	3,22214	1,93	0,0957
	B: Tipo de corte	3,91471	2	1,95736	1,18	0,3241
	AB	4,73979	16	0,296237	0,18	0,9996
	Residuo	44,974	27	1,6657		
	Total	79,4056	53			

Apéndice 14. Análisis de varianza (ANOVA) para la actividad respiratoria (CO_2 (%), O_2 (%)) y transpiración (pérdida de peso (%)) en los tomates procesados

Tabla 2. Análisis de varianza ANOVA (Pérdida de peso (%), Consumo de O_2 (%) y Producción de CO_2 (%)) en Tomate.

Variable	Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
CO_2 r^2= 99.43%	A: Tiempo (Día)	1757,85	9	195,317	704,27	0.0000
	B: Tipo de corte	8,38633	2	4,19317	15,12	0.0000
	AB	9,0645	18	0,503583	1,82	0,0721
	Residuo	8,32	30	0,277333		
	Total	1783,62	59			
O_2 r^2= 99.41 %	A: Tiempo (Día)	2771,12	9	307,902	552,13	0.0000
	B: Tipo de corte	48,7136	2	24,3568	43,68	0.0000
	AB	17,3614	18	0,964523	1,73	0,0897
	Residuo	16,73	30	0,557667		
	Total	2853,93	59			
Peso r^2=99,13%	A: Tiempo (Día)	484,404	9	53,8227	96,90	0,0000
	B: Tipo de corte	1228,95	2	614,475	1106,28	0,0000
	AB	196,146	18	10,897	19,62	0,0000
	Residuo	16,6632	30	0,55544		
	Total	1926,16	59			

Apéndice 15. Análisis de varianza (ANOVA) para la actividad respiratoria (CO_2 (%), O_2 (%)) y transpiración (pérdida de peso (%)) en las lechugas procesadas

Tabla 3. Análisis de varianza ANOVA (Pérdida de peso (%), Consumo de O_2 (%) y Producción de CO_2 (%)) en Lechuga.

Variable	Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
CO_2 r^2= 83.60%	A: Tiempo (Día)	249,809	6	41,6349	17,39	0,0000
	B: Tipo de corte	2,96311	2	1,48155	0,62	0,5480
	AB	3,56498	12	0,297082	0,12	0,9997
	Residuo	50,2668	21	2,39366		
	Total	306,604	41			
O_2 r^2= 83.60 %	A: Tiempo (Día)	342,819	6	57,1364	12,47	0,0000
	B: Tipo de corte	9,5194	2	4,7597	1,04	0,3712
	AB	7,0356	14	0,5863	0,13	0,9996
	Residuo	96,1825	21	4,58012		
	Total	455,556	41			
Peso r^2=98.48%	A: Tiempo (Día)	1158,82	6	193,137	2,14	0,0906
	B: Tipo de corte	101,512	2	50,756	0,56	0,5775
	AB	80,5714	12	6,71429	0,07	1,0000
	Residuo	1891,0	21	90,0476		
	Total	3231,9	41			

Apéndice 16. Formato prueba sensorial, selección tratamiento químico óptimo

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria	PRUEBA SENSORIAL	CODIGO: PS-F-102 EDICION: 01 FECHA: 2015-06-22

Fecha:
Nombre:

Proyecto:

"Obtención de hortalizas mínimamente procesadas, cosechadas en sistemas de producción orgánica, conservadas en bioempaques y distribuidas en dispensadores de fácil acceso al consumidor final"

Ante usted se encuentran 2 muestras de tomate, cada una está codificada con números de 3 cifras. Además se presenta una muestra 578 que no está en forma consecutiva. Pruebe primero la muestra que no está en forma consecutiva y evalue las otras respecto a esta. Evalue los siguientes atributos en una escala de 1 a 5, considere un valor de (5) para la muestra 578.

Nota: Entre las muestras no olvide consumir el borrador.

	MUESTRAS	
ATRIBUTO	365	201
Apariencia		
Olor		
Textura		
Sabor		

Comentarios:

¡Muchas gracias!

Apéndice 17. Análisis de varianza ANOVA para las hortalizas (Lechuga, Zanahoria y Tomate) cuatro variables (sensoriales) en la selección del tratamiento óptimo

Tabla 4. Análisis de varianza ANOVA para las hortalizas (Lechuga, Zanahoria y Tomate) cuatro variables (sensoriales) en la selección del tratamiento óptimo.

Hortaliza	Respuesta	Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Lechuga	Apariencia r^2 = 70,85%	Cuadrático	21,9444	10	2,19444	6,08	0,0001
		Error total	9,02778	25	0,361111		
		Total (corr.)	30,9722	35			
	Olor r^2 = 85,35%	Cuadrático	29,7778	10	2,97778	14,57	0,0000
		Error total	5,11111	25	0,204444		
		Total (corr.)	34,8889	35			
	Textura r^2 =63,91%	Cuadrático	13,7778	10	1,37778	4,43	0,0012
		Error total	7,77778	25	0,311111		
		Total (corr.)	21,5556	35			
	Sabor r^2 = 67,33%	Cuadrático	18,6111	10	1,86111	5,15	0,0004
		Error total	9,02778	25	0,361111		
		Total (corr.)	27,6389	35			
Zanahoria	Apariencia r^2 = 63,94%	Cuadrático	11,2778	10	1,12778	4,43	0,0012
		Error total	6,36111	25	0,254444		
		Total (corr.)	17,6389	35			
	Olor r^2 = 77,19%	Cuadrático	19,2778	10	1,92778	8,46	0,0000
		Error total	5,69444	25	0,227778		
		Total (corr.)	24,9722	35			
	Textura r^2 =87%	Cuadrático	12,8333	10	1,28333	16,74	0,0000
		Error total	1,91667	25	0,0766667		
		Total (corr.)	14,75	35			
	Sabor r^2 = 79,49%	Cuadrático	15,6111	10	1,56111	9,69	0,0000
		Error total	4,02778	25	0,161111		
		Total (corr.)	19,6389	35			
Tomate	Apariencia r^2 = 69,44%	Cuadrático	8,33333	10	0,833333	5,68	0,0002
		Error total	3,66667	25	0,146667		
		Total (corr.)	12,0	35			
	Olor r^2 = 61,17%	Cuadrático	15,2778	10	1,52778	3,94	0,0026
		Error total	9,69444	25	0,387778		
		Total (corr.)	24,9722	35			
	Textura r^2 =59,19%	Cuadrático	15,8333	10	1,58333	3,63	0,0043
		Error total	10,9167	25	0,436667		
		Total (corr.)	26,75	35			
	Sabor r^2 = 64,64%	Cuadrático	21,3333	10	2,13333	4,57	0,0010
		Error total	11,6667	25	0,466667		
		Total (corr.)	33,0	35			

Apéndice 18. Formato prueba sensorial, vida útil tratamientos químicos

Fecha:
Nombre:

“Obtención de hortalizas mínimamente procesadas, cosechadas en sistemas de producción orgánica, conservadas en bioempaques y distribuidas en dispensadores de fácil acceso al consumidor final”

A continuación se presentan 3 muestras de lechuga, de las cuales dos son iguales y una diferente, cada una está codificada con números de 3 cifras. Pruébelas cuidadosamente de izquierda a derecha y señale con una x la muestra diferente.

Nota: Entre las muestras no olvide consumir el borrador.

MUESTRAS		
308	927	125

Comentarios:

Muchas gracias!

Apéndice 19. Resultado análisis microbiológico en Zanahoria muestra 1 y muestra 2

NTC 6005			**Criterio norma**	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A	10-100 ufc/g	Ausencia
Codigo	**Fecha**	**Muestra Zanahoria**	**Tiempo**	**Detección de Listeria Monocytogenes**	**Recuento de aerobios mesófilos**	**Recuento de coliformes Totales**	**Recuento de E.coli**	**Detección de Salmonella en 25 /g**
LM2363	2017-08-30	1	0	Ausencia	2500	1400	<10	Ausencia
LM2364	2017-08-30	2	0	Ausencia	2600	1000	<10	Ausencia
	2017-09-01	1	2	Ausencia	7200	2400	<10	Ausencia
vida útil	2017-09-01	2	2	Ausencia	27900	4900	<10	Ausencia
1638	2017-09-04	1	5	Ausencia	9200	6300	<10	Ausencia
LV4072	2017-09-04	2	5	Ausencia	4200	2100	<10	Ausencia
	2017-09-06	1	7	Ausencia	21000	11700	<10	Ausencia
	2017-09-06	2	7	Ausencia	26000	21000	<10	Ausencia

Apéndice 20. Resultado análisis microbiológico Tomate muestra 1 y muestra 2

NTC 6005		Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
Fecha	**Muestra Tomate**	**Tiempo**	**Detección de Listeria Monocytogenes**	**Recuento de aerobios mesófilos**	**Recuento de coliformes Totales**	**Recuento de E.coli**	**Detección de Salmonella en 25 /g**
25/09/2017	1	0	Ausencia	310	<10	<10	Ausencia
25/09/2017	2	0	Ausencia	700	<10	<10	Ausencia
27/09/2017	1	2	Ausencia	900	20	<10	Ausencia
27/09/2017	2	2	Ausencia	130	200	<10	Ausencia
29/09/2017	1	4	Ausencia	1630	100	<10	Ausencia
29/09/2017	2	4	Ausencia	1390	90	<10	Ausencia
2017-02-10	1	7	Ausencia	160	40	<10	Ausencia
2017-02-10	2	7	Ausencia	130	120	<10	Ausencia

Apéndice 21. Resultado análisis microbiológico Lechuga muestra 1 y muestra 2

NTC 6005		**Criterio norma**	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A	10-100 ufc/g	Ausencia
Fecha	**Muestra Lechuga**	**Tiempo**	**Detección de Listeria Monocytogenes**	**Recuento de aerobios mesófilos**	**Recuento de coliformes Totales**	**Recuento de E.coli**	**Detección de Salmonella en 25 /g**
10/06/2017	1	0	Ausencia	1400	900	<10	Ausencia
	2	0	Ausencia	2100	700	<10	Ausencia
10/09/2017	1	3	Ausencia	201000	16800	<10	Ausencia
	2	3	Ausencia	178000	20000	30	Ausencia
10/11/2017	1	5	Ausencia	167000	24000	<10	Ausencia
	2	5	Ausencia	112000	36000	<10	Ausencia
13/10/2017	1	7	Ausencia	2.000.000	192000	1000	Ausencia
	2	7	Ausencia	2.080.000	164000	<10	Ausencia

Apéndice 22. Análisis de varianza ANOVA Zanahoria parámetros fisicoquímicos sistemas de envasado

Tabla 5. Análisis de varianza ANOVA Zanahoria parámetros fisicoquímicos sistemas de envasado.

Variable	Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
pH	A: Tiempo (Día)	0.141417	3	0.0471389	4.17	0,0307
	B: Tratamiento	0.530775	2	0.265388	23.49	0,0001
	AB	0.132258	6	0.0220431	1.95	0,1529
	Residuo	0.1356	12	0.0113		
	Total	0.94005	23			
Peso (%)	A: Tiempo (Día)	6.84538	3	2.28179	0.60	0.6261
	B: Tratamiento	319.833	2	159.917	42.18	0.0000
	AB	8.54577	6	1.42429	0.38	0.8808
	Residuo	45.5	12	3.79167		
	Total	380.724	23			
a	A: Tiempo (Día)	6.94985	3	2.31662	1.00	0.4250
	B: Tratamiento	1.51643	2	0.758217	0.33	0.7264
	AB	27.1118	6	4.51863	1.96	0.1519
	Residuo	27.7185	12	2.30987		
	Total	63.2965	23			
L	A: Tiempo (Día)	5.69565	3	1.89855	1.49	0.2679
	B: Tratamiento	0.767608	2	0.383804	0.30	0.7458
	AB	9.50922	6	1.58487	1.24	0.3521
	Residuo	15.3253	12	1.27711		
	Total	31.2978	23			
b	A: Tiempo (Día)	15.5534	3	5.18446	1.35	0.3046
	B: Tratamiento	70.5625	2	35.2813	9.19	0.0038
	AB	29.9913	6	4.99854	1.30	0.3275
	Residuo	46.0748	12	3.83957		
	Total	162.182	23			
C	A: Tiempo (Día)	21.8118	3	7.27061	1.20	0.3526
	B: Tratamiento	54.8752	2	27.4376	4.52	0.0345
	AB	55.2625	6	9.21042	1.52	0.2538
	Residuo	72.905	12	6.07542		
	Total	204.855	23			
H	A: Tiempo (Día)	0.0003125	3	0.000104167	2.27	0.1323
	B: Tratamiento	0.005475	2	0.0027375	59.73	0.0000
	AB	0.000725	6	0.000120833	2.64	0.0722
	Residuo	0.00055	12	0.0000458333		
	Total	0.0070625	23			

Apéndice 23. Análisis de varianza ANOVA Tomate Chonto parámetros fisicoquímicos sistemas de envasado

Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA Tomate Chonto parámetros fisicoquímicos sistemas de envasado.

Variable	Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
pH	A: Tiempo (Día)	0.3163	2	0.15815	72.99	0,0000
	B: Tratamiento	0.146533	2	0.0732667	33.82	0,0001
	AB	0.167467	4	0.0418667	19.32	0,0002
	Residuo	0.0195	9	0.00216667		
	Total	0.6498	17			
Peso (%)	A: Tiempo (Día)	1.0	2	0.5	1.39	0.2831
	B: Tratamiento	18.9733	2	9.48667	26.43	0.0000
	AB	4.6667	13	0,358974		
	Residuo	24.64	17			
A	Total	6.33498	2	3.16749	0.83	0.4678
	A: Tiempo (Día)	3.61508	2	1.80754	0.47	0.6382
	B: Tratamiento	4.52106	4	1.13026	0.30	0.8738
	AB	34.4485	9	3.82761		
	Residuo	48.9196	17			
L	Total	15.8215	2	7.91076	2.12	0.1758
	A: Tiempo (Día)	69.9827	2	34.9914	9.39	0.0063
	B: Tratamiento	12.1896	4	3.04739	0.82	0.5453
	AB	33.5546	9	3.72829		
	Residuo	131.548	17			
b	Total	91.3115	2	45.6557	6.14	0.0208
	A: Tiempo (Día)	65.0003	2	32.5002	4.37	0.0472
	B: Tratamiento	115.445	4	28.8613	3.88	0.0423
	AB	66.9323	9	7.43693		
	Residuo	338.689	17			
C	Total	31.6884	2	15.8442	2.07	0.1820
	A: Tiempo (Día)	49.085	2	24.5425	3.21	0.0888
	B: Tratamiento	62.383	4	15.5957	2.04	0.1723
	AB	68.8588	9	7.65097		
	Residuo	212.015	17			
H	Total	0.0864333	2	0.0432167	8.57	0.0082
	A: Tiempo (Día)	0.0212333	2	0.0106167	2.11	0.1776
	B: Tratamiento	0.0652333	4	0.0163083	3.24	0.0662
	AB	0.04535	9	0.00503889		
	Residuo	0.21825	17			

Apéndice 24. Análisis de varianza ANOVA Lechuga Romana parámetros fisicoquímicos sistemas de envasado

Tabla 7. Análisis de varianza ANOVA Lechuga Romana parámetros fisicoquímicos sistemas de envasado.

Variable	Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
pH	A: Tiempo (Día)	0.0004	2	0.0002	0.04	0,9571
	B: Tratamiento	0.0351	2	0.01755	3.87	0,0614
	AB	0.3325	4	0.083125	18.31	0,0002
	Residuo	0.04085	9	0.00453889		
	Total	0.40885	17			
Peso (%)	A: Tiempo (Día)	2.44674	2	1.22337	1.46	0.2825
	B: Tratamiento	217.11	2	108.555	129.50	0.0000
	AB	1.66682	4	0.416706	0.50	0.7389
	Residuo	7.54445	9	0.838272		
	Total	228.768	17			
a	A: Tiempo (Día)	0.437644	2	0.218822	0.34	0.7206
	B: Tratamiento	0.431511	2	0.215756	0.34	0.7238
	AB	0.886789	4	0.221697	0.34	0.8416
	Residuo	5.79535	9	0.643928		
	Total	7.55129	17			
L	A: Tiempo (Día)	9.16484	2	4.58242	1.00	0.4047
	B: Tratamiento	4.23908	2	2.11954	0.46	0.6434
	AB	54.0565	4	13.5141	2.95	0.0816
	Residuo	41.1666	9	4.57406		
	Total	108.627	17			
b	A: Tiempo (Día)	1.37203	2	0.686017	0.09	0.9134
	B: Tratamiento	19.5516	2	9.77582	1.30	0.3183
	AB	59.3977	4	14.8494	1.98	0.1813
	Residuo	67.4866	9	7.49851		
	Total	147.808	17			
C	A: Tiempo (Día)	1.44203	2	0.721017	0.09	0.9125
	B: Tratamiento	18.8933	2	9.44667	1.21	0.3421
	AB	55.2743	4	13.8186	1.77	0.2185
	Residuo	70.1863	9	7.79848		
	Total	145.796	17			
H	A: Tiempo (Día)	0.000211111	2	0.000105556	0.35	0.7126
	B: Tratamiento	0.00147778	2	0.000738889	2.46	0.1402
	AB	0.00518889	4	0.00129722	4.32	0.0318
	Residuo	0.0027	9	0.0003		
	Total	0.00957778	17			

Apéndice 25. Análisis de varianza ANOVA Zanahoria (vacío y atmósfera) parámetros sensoriales

Tabla 8. Análisis de varianza ANOVA Zanahoria (vacío y atmósfera) parámetros sensoriales.

Parámetro	Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Apariencia	A: Tiempo (Día)	22.8333	4	5.70833	6.93	0.0002
	B: Tratamiento	0.41667	1	0.416667	0.51	0.4801
	AB	0.83333	4	0.208333	0.25	0.9065
	Residuo	41.1667	50	0.823333		
	Total	65.25	59			
Olor	A: Tiempo (Día)	12.4	4	3.1	3.69	0.0104
	B: Tratamiento	3.26667	1	3.26667	3.89	0.0542
	AB	6.06667	4	1.51667	1.81	0.1425
	Residuo	42.0	50	0.84		
	Total	63.7333	59			
Textura	A: Tiempo (Día)	9.16667	4	2.29167	3.26	0.0188
	B: Tratamiento	0.15	1	0.15	0.21	0.6462
	AB	0.1	4	0.025	0.04	0.9975
	Residuo	35.1667	50	0.703333		
	Total	44.5833	59			
Sabor	A: Tiempo (Día)	16.8333	4	4.20833	5.79	0.0007
	B: Tratamiento	1.06667	1	1.06667	1.47	0.2314
	AB	0.766667	4	0.191667	0.26	0.8998
	Residuo	36.3333	50	0.726667		
	Total	55.0	59			

Apéndice 26. Análisis de varianza ANOVA Tomate Chonto (vacío y atmósfera) parámetros sensoriales

Tabla 9. Análisis de varianza ANOVA Tomate Chonto (vacío y atmósfera) parámetros sensoriales.

Parámetro	Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Apariencia	A: Tiempo (Día)	15.5	3	5.16667	7.75	0.0003
	B: Tratamiento	2.08333	1	2.08333	3.13	0.0847
	AB	4.41667	3	1.47222	2.21	0.1020
	Residuo	26.6667	40	0.666667		
	Total	48.6667	47			
Olor	A: Tiempo (Día)	7.5	3	2.5	3.75	0.0183
	B: Tratamiento	0.75	1	0.75	1.12	0.2952
	AB	0.75	3	0.25	0.38	0.7715
	Residuo	26.6667	40	0.666667		
	Total	35.6667	47			
Textura	A: Tiempo (Día)	8.0625	3	2.6875	3.82	0.0170
	B: Tratamiento	2.52083	1	2.52083	3.58	0.0657
	AB	9.22917	3	3.07639	4.37	0.0094
	Residuo	28.1667	40	0.704167		
	Total	47.9792	47			
Sabor	A: Tiempo (Día)	8.22917	3	2.74306	3.06	0.0390
	B: Tratamiento	2.52083	1	2.52083	2.81	0.1012
	AB	3.39583	3	1.13194	1.26	0.2998
	Residuo	35.8333	40	0.895833		
	Total	49.9792	47			

Apéndice 27. Análisis de varianza ANOVA Lechuga Romana (vacío y atmósfera) parámetros sensoriales

Tabla 10. Análisis de varianza ANOVA Lechuga Romana (vacío y atmósfera) parámetros sensoriales.

Parámetro	Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Apariencia	A: Tiempo (Día)	45.2361	5	9.04722	11.59	0.0000
	B: Tratamiento	1.125	1	1.125	1.44	0.2347
	AB	4.45833	5	0.891667	1.14	0.3482
	Residuo	46.8333	60	0.780556		
	Total	97.6528	71			
Olor	A: Tiempo (Día)	63.0694	5	12.6139	15.39	0.0000
	B: Tratamiento	0.0138889	1	0.0138889	0.02	0.8969
	AB	5.73611	5	1.14722	1.40	0.2373
	Residuo	49.1667	60	0.819444		
	Total	117.986	71			
Textura	A: Tiempo (Día)	27.4028	5	5.48056	5.38	0.0004
	B: Tratamiento	0.0138889	1	0.0138889	0.01	0.9075
	AB	1.73611	5	0.347222	0.34	0.8863
	Residuo	61.1667	60	1.01944		
	Total	90.3194	71			
Sabor	A: Tiempo (Día)	49.0694	5	9.81389	12.48	0.0000
	B: Tratamiento	0.125	1	0.125	0.16	0.6915
	AB	3.29167	5	0.658333	0.84	0.5284
	Residuo	47.1667	60	0.786111		
	Total	99.6528	71			

Apéndice 28. Formato prueba sensorial, vida útil sistemas de envasado

Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria Intal	**PRUEBA DE COMPARACIÓN CON TESTIGO**	**CÓDIGO: LS** **EDICIÓN: 02** **FECHA: 2017-12-07**

Fecha:
Nombre:

Proyecto

"Obtención de hortalizas mínimamente procesadas, cosechadas en sistemas de producción orgánica, conservadas en bioempaques y distribuidas en dispensadores de fácil acceso al consumidor final"

Ante usted se encuentran 2 muestras de lechuga, cada una está codificada con números de 3 cifras. Además, se presenta una muestra 912 que no está en forma consecutiva. Pruebe primero la muestra que no está en forma consecutiva y evalue las otras respecto a esta. Evalue los siguientes atributos en una escala de 1 a 5, considere un valor de (5) para la muestra 912.

Nota: Entre las muestras no olvide consumir el borrador.

	MUESTRAS	
ATRIBUTO	330	546
Apariencia		
Olor		
Textura		
Sabor		

Comentarios:

Apéndice 29. Resultado análisis microbiológico Zanahoria envasada en vacío y atmósfera

NTC 6005			Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
	Fecha	**Muestra Zanahoria**	**Tiempo**	**Detección de Listeria Monocytogenes**	**Recuento de aerobios mesófilos**	**Recuento de coliformes Totales**	**Recuento de E.coli**	**Detección de Salmonella en 25 /g**
VACÍO	2018-01-10	1	0	Ausencia	76000	19100	1100	Ausencia
	2018-01-10	2	0	Ausencia	46000	10500	500	Ausencia
	2018-01-12	1	2	Ausencia	13200	5400	<10	Ausencia
	2018-01-12	2	2	Ausencia	169000	13000	<10	Ausencia
	2018-01-15	1	5	Ausencia	116000	27000	<10	Ausencia
	2018-01-15	2	5	Ausencia	67000	23000	<10	Ausencia
	2018-01-17	1	7	Ausencia	290000	25400	<10	Ausencia
	2018-01-17	2	7	Ausencia	217000	27000	<10	Ausencia
	19/01/2018	1	9	Ausencia	378000	28000	<10	Ausencia
	19/01/2018	2	9	Ausencia	366000	31000	<10	Ausencia
	22/01/2018	1	12	Ausencia	2800000	19200	<10	Ausencia
	22/01/2018	2	12	Ausencia	2730000	11500	<10	Ausencia

NTC 6005			Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
	Fecha	**Muestra Zanahoria**	**Tiempo**	**Detección de Listeria Monocytogenes**	**Recuento de aerobios mesófilos**	**Recuento de coliformes Totales**	**Recuento de E.coli**	**Detección de Salmonella en 25 /g**
ATMÓSFERA	2018-01-10	1	0	Ausencia	195000	10000	3000	Ausencia
	2018-01-10	2	0	Ausencia	200000	10500	400	Ausencia
	2018-01-12	1	2	Ausencia	12800	4800	<10	Ausencia
	2018-01-12	2	2	Ausencia	172000	7900	<10	Ausencia
	2018-01-15	1	5	Ausencia	265000	20000	<10	Ausencia
	2018-01-15	2	5	Ausencia	372000	18900	<10	Ausencia
	2018-01-17	1	7	Ausencia	1130000	66000	<10	Ausencia
	2018-01-17	2	7	Ausencia	1320000	49200	<10	Ausencia

	19/01/2018	1	9	Ausencia	920000	62000	<10	Ausencia
	19/01/2018	2	9	Ausencia	1110000	52000	<10	Ausencia

Apéndice 30. Resultado análisis microbiológico Tomate envasado en vacío y atmósfera

NTC 6005			Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
	Fecha	**Muestra Tomate**	**Tiempo**	**Detección de Listeria Monocytogenes**	**Recuento de aerobios mesófilos**	**Recuento de coliformes Totales**	**Recuento de E.coli**	**Detección de Salmonella en 25 /g**
VACÍO	2017-12-13	1	0	Ausencia	3900	300	<10	Ausencia
	2017-12-13	2	0	Ausencia	3700	190	<10	Ausencia
	2017-12-15	1	3	Ausencia	150	20	<10	Ausencia
	2017-12-15	2	3	Ausencia	100	50	<10	Ausencia
	2017-12-18	1	5	Ausencia	800	90	<10	Ausencia
	2017-12-18	2	5	Ausencia	1200	200	<10	Ausencia
	2017-12-20	1	7	Ausencia	310	50	<10	Ausencia
	2017-12-20	2	7	Ausencia	260	110	<10	Ausencia
	22/12/2017	1	9	Ausencia	8000	380	<10	Ausencia
	22/12/2017	2	9	Ausencia	7500	250	<10	Ausencia

NTC 6005			Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
	Fecha	**Muestra Tomate**	**Tiempo**	**Detección de Listeria Monocytogenes**	**Recuento de aerobios mesófilos**	**Recuento de coliformes Totales**	**Recuento de E.coli**	**Detección de Salmonella en 25 /g**
ATMÓSFERA	2017-12-13	1	0	Ausencia	3900	300	<10	Ausencia
	2017-12-13	2	0	Ausencia	3700	190	<10	Ausencia
	2017-12-15	1	3	Ausencia	440	100	<10	Ausencia
	2017-12-15	2	3	Ausencia	470	120	<10	Ausencia
	2017-12-18	1	5	Ausencia	380	150	<10	Ausencia
	2017-12-18	2	5	Ausencia	270	190	<10	Ausencia
	2017-12-20	1	7	Ausencia	4200	60	<10	Ausencia
	2017-12-20	2	7	Ausencia	4500	120	<10	Ausencia
	22/12/2017	1	9	Ausencia	1600	4700	<10	Ausencia
	22/12/2017	2	9	Ausencia	14400	5200	<10	Ausencia
	26/12/2017	1	13	Ausencia	16800	5100	<10	Ausencia

	26/12/2017	2	13	Ausencia	15900	4800	<10	Ausencia
	2/01/2018	1	20	Ausencia	3500000	160000	<10	Ausencia
	2/01/2018	2	20	Ausencia	3800000	150000	<10	Ausencia

Apéndice 31. Resultado análisis microbiológico Lechuga envasada en vacío y atmósfera

NTC 6005			Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
	Fecha	**Muestra Lechuga**	**Tiempo**	**Detección de Listeria Monocytogenes**	**Recuento de aerobios mesófilos**	**Recuento de coliformes Totales**	**Recuento de E.coli**	**Detección de Salmonella en 25 /g**
ATMÓSFERA	2018-01-31	1	0	Ausencia	16500	1500	<10	Ausencia
	2018-01-31	2	0	Ausencia	24000	1600	<10	Ausencia
	2018-02-02	1	3	Ausencia	33000	360	<10	Ausencia
	2018-02-02	2	3	Ausencia	22000	1800	<10	Ausencia
	2018-02-06	1	7	Ausencia	7000	1900	<10	Ausencia
	2018-02-06	2	7	Ausencia	5000	1100	<10	Ausencia
	2018-02-08	1	9	Ausencia	120000	1500	<10	Ausencia
	2018-02-08	2	9	Ausencia	23000	2000	<10	Ausencia
	2018-02-12	1	13	Ausencia	13000	6000	<10	Ausencia
	2018-02-12	2	13	Ausencia	102000	35000	<10	Ausencia
	2018-02-14	1	15	Ausencia	289000	108000	<10	Ausencia
	2018-02-14	2	15	Ausencia	101000	51000	<10	Ausencia

NTC 6005			Criterio norma	Ausencia	Max 1000000 ufc/g	N/A UFC/g	<10 ufc/g	Ausencia
	Fecha	**Muestra Lechuga**	**Tiempo**	**Detección de Listeria Monocytogenes**	**Recuento de aerobios mesófilos**	**Recuento de coliformes Totales**	**Recuento de E.coli**	**Detección de Salmonella en 25 /g**
VACÍO	2018-01-31	1	0	Ausencia	1500	70	<10	Ausencia
	2018-01-31	2	0	Ausencia	3900	170	<10	Ausencia
	2018-02-02	1	3	Ausencia	179000	360	<10	Ausencia
	2018-02-02	2	3	Ausencia	11000	1500	<10	Ausencia
	2018-02-06	1	7	Ausencia	7500	400	<10	Ausencia

	2018-02-06	2	7	Ausencia	2100	1300	<10	Ausencia
	2018-02-08	1	9	Ausencia	24000	400	<10	Ausencia
	2018-02-08	2	9	Ausencia	5000	600	<10	Ausencia
	2018-02-12	1	13	Ausencia	16000	2000	<10	Ausencia
	2018-02-12	2	13	Ausencia	24000	16000	<10	Ausencia
	2018-02-14	3	15	Ausencia	53000	16000	<10	Ausencia
	2018-02-14	4	15	Ausencia	62000	36000	<10	Ausencia