



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

**PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO ECOLÓGICO
DE HORTALIZAS.**

**Cebolla (*Allium cepa* L.), Chicharo (*Pisum sativum* L.),
Verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y Zanahoria (*Daucus carota* L.)**

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

P R E S E N T A:

OFELIA HERNÁNDEZ ORDÓÑEZ

Chapingo, Méx., octubre 2006.



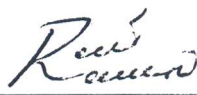
PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO ECOLÓGICO DE HORTALIZAS.
**Cebolla (*Allium cepa* L.), Chicharo (*Pisum sativum* L.), Verdolaga (*Portulaca*
oleracea L.) y Zanahoria (*Daucus carota* L.)**

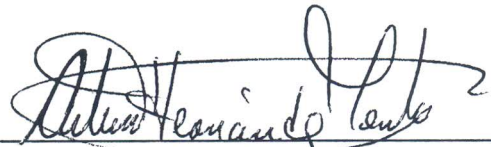
Tesis realizada por **Ofelia Hernández Ordóñez** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el miso y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR: 
Dr. Clemente Villanueva Verduzco

ASESOR: 
Ph.D. Ma. Teresa B. Colinas León

ASESOR: 
M.C. Ma. Del Rocío Romero Lima

ASESOR: 
Ph. D. Arturo Hernández Montes

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
DATOS BIOGRÁFICOS	iv
RESUMEN	x
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
3. HIPÓTESIS	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1 La agricultura ecológica, algunas consideraciones	6
4.2 La agricultura orgánica en México	12
4.2.1 La situación económica de la agricultura ecológica en México	13
4.2.2 El mercado de los productos ecológicos de México	15
4.3 Antecedentes generales de las hortalizas estudiadas	17
4.3.1 El cultivo de la cebolla	18
4.3.2 El cultivo del chícharo	22
4.3.3 El cultivo de la verdolaga	26
4.3.4 El cultivo de la zanahoria	30
4.4 El procesamiento ecológico	34
4.5 Pruebas de análisis bromatológico y microbiológico	36
4.6 Pruebas de preferencia en evaluación sensorial	38
5. MATERIALES Y MÉTODOS	43
5.1 Localización y características del área de estudio	43
5.2 Producción de hortalizas ecológicas	43
5.2.1 Manejo agronómico y ecológico de la cebolla	47
5.2.2 Manejo agronómico y ecológico del chícharo	48
5.2.3 Manejo agronómico y ecológico de la verdolaga	49
5.2.4 Manejo agronómico y ecológico de la zanahoria	50
5.3 Análisis de suelo y composta	51
5.4 Procesamiento ecológico para conservación	52
5.4.1 Esterilizado	56
5.4.2 Salmuera	56

5.4.3 Envasado al vacío con procesamiento mínimo	56
5.5 Pruebas bromatológicas y microbiológicas de los productos obtenidos en el procesamiento ecológico	57
5.6 Evaluación sensorial	58
5.7 Análisis estadístico	59
5.7.1 Diseño, modelo estadístico y pruebas de medias para los datos de la producción agrícola	59
5.7.2 Diseño, modelo experimental y prueba de medias para los datos correspondientes al rendimiento promedio de los ciclos agrícolas 2004 y 2005	61
5.7.3 Análisis no paramétrico para los datos de evaluación sensorial	63
5.7.3.1 Prueba de Friedman para la prueba de preferencia del producto	63
5.7.3.2 Prueba de Friedman para la prueba de preferencia de la apariencia del producto en el envase	64
5.7.3.3 Comparación por pares de tratamiento mediante el análisis con Índice R	65
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	67
6.1 Condiciones externas prevalecientes en la fase experimental	67
6.1.1 Clima	67
6.1.2 Análisis de suelo y composta	69
6.2 Análisis de los resultados en la producción ecológica	75
6.2.1 Cebolla	78
6.2.2 Chicharo	79
6.2.3 Verdolaga	81
6.2.4 Zanahoria	82
6.3. Procesamiento ecológico	84
6.4. Pruebas bromatológicas y microbiológicas de los productos procesados	84
6.5 Evaluación Sensorial	93
6.5.1 Perfil de los participantes en la prueba de evaluación sensorial	93
6.5.1.1 Cebolla	93
6.5.1.2 Chicharo	94
6.5.1.3 Verdolaga	95
6.5.1.4 Zanahoria	96
6.5.1.5 Perfil conjunto de los consumidores en la prueba de evaluación sensorial por preferencia	97
6.5.2 Resultados de preferencia para el producto	99
6.5.2.1 Cebolla	99
6.5.2.2 Chicharo	100
6.5.2.3 Verdolaga	101
6.5.2.4 Zanahoria	101
6.5.3 Percepción de la preferencia del producto en su envase	103
6.5.3.1 Cebolla	103
6.5.3.2 Chicharo	104
6.5.3.3 Verdolaga	104

6.5.3.4 Zanahoria	105
6.6 Análisis conjunto	107
CONCLUSIONES	110
PERSPECTIVAS	112
BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXOS	121

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Tipo de rotaciones de cultivo	10
2. Países con superficie ecológica que superan las 100,000 ha.	13
3. Principales variedades de híbridos de cebollas empleados en México.	20
4. Producción de chícharo ecológico en México del 2000 al 2004. Incluye riego y temporal.	26
5. Características morfológicas entre verdolaga silvestre y cultivada.	27
6. Producción de verdolaga en México del 2000 al 2004.	30
7. Producción de zanahoria nantes del 2001 al 2004. Incluye riego y temporal.	33
8. Rotación de cultivos seguida en el proceso de producción agrícola.	44
9. Características fisicoquímicas del suelo y composta empleada en la investigación	69
10. Relación carbono nitrógeno (C/N) y niveles de disponibilidad de nitrógeno (N) en composta.	71
11. Requerimientos de pH para las especies estudiadas.	72
12. Requerimientos de textura para las especies estudiadas	73
13. Tolerancia a la salinidad de las especies estudiadas.	73
14. Rangos de CIC ($\text{Cmol.kg}^{-1}/100\text{g}$ de suelo).	74
15. Niveles de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y materia orgánica (MO) disponible en el suelo.	75
16. ANAVA para rendimiento (kg.m^{-2}) en cuatro hortalizas orgánicas, cultivadas en los ciclos 2004, 2005 y en promedio de ambos.	76
17. Comparación de medias $\pm$ desviación estándar de las variables analizadas en cebolla al final de cada ciclo estudiado y el promedio de los ciclos 2004 - 2005.	78
18. Comparación de medias $\pm$ desviación estándar de las variables analizadas en chícharo al final de cada ciclo estudiado y el promedio de los ciclos 2004	80
19. Comparación de medias $\pm$ desviación estándar de las variables analizadas en verdolaga al final de cada ciclo estudiado y el promedio de los ciclos 2004	81

20.	Comparación de medias $\pm$ desviación estándar de las variables analizadas en zanahoria al final de cada ciclo estudiado y el promedio de los ciclos 2004	83
21.	Cambios físicos observables en los productos envasados al vacío.	84
22.	Análisis proximal de cebolla procesada bajo tres sistemas de procesamiento: esterilizado, salmuera y vacío (g/100 g de producto comestible)	85
23.	Composición y contenido nutricional de la cebolla natural y cocida (g/100 g)	85
24.	Análisis proximal de chícharo procesado bajo tres sistemas de procesamiento: esterilizado, salmuera y vacío (g/100 g de producto comestible).	86
25.	Composición nutricional del chícharo (g/100 g).	87
26.	Análisis proximal de verdolaga procesada bajo tres sistemas de procesamiento: esterilizado, salmuera y vacío (g/100 g de producto comestible).	88
27.	Composición nutricional de la verdolaga en fresco (g/100 g).	89
28.	Análisis proximal de zanahoria procesada bajo tres sistemas de procesamiento: esterilizado, salmuera y vacío (100 g de producto comestible).	90
29.	Composición nutricional de zanahoria cruda, cocida y enlatada (g/100 g).	90
30.	Análisis bromatológico de 12 muestras de alimentos.	91
31.	Preferencia por ordenamiento de producto según el tipo de procesamiento en cebolla.	100
32.	Preferencia por ordenamiento de producto según el tipo de procesamiento en chícharo.	100
33.	Preferencia por ordenamiento de producto según el tipo de procesamiento en verdolaga.	101
34.	Preferencia por ordenamiento de producto según el tipo de procesamiento en zanahoria.	101
35.	Resultados de la prueba de Friedman para la preferencia del producto para cada una de las especies estudiadas.	102
36.	Índice R para la preferencia del producto por comparación de pares según el tipo de procesamiento.	102
37.	Rangos de preferencia en la apariencia de cebolla, según el tipo de procesamiento.	103
38.	Rangos de preferencia del chícharo de acuerdo a su apariencia por tipo de procesamiento.	104
39.	Rangos de preferencia en la apariencia de verdolaga según el tipo de procesamiento.	104
40.	Rangos de preferencia en la apariencia de la zanahoria envasada, según el tipo de procesamiento.	105
41.	Resultados de la prueba de Friedman para la preferencia de la apariencia del producto en su envase según el tipo de procesamiento.	106
42.	Índice R para la preferencia de la apariencia del producto envasado.	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Papel de los sistemas agroecológicos en la satisfacción de los objetivos múltiples de la agricultura sustentable.	7
2. Manejo agronómico para el control cultural de plagas y enfermedades	11
3. La estructura del mercado de los productos orgánicos en México.	16
4a. Croquis de distribución de las especies estudiadas en las parcelas, ciclo 2004.	45
4b. Croquis de distribución de las especies estudiadas en las parcelas, ciclo 2005.	46
5. Operaciones de tres sistemas procesamiento orgánico.	53
6a. Condiciones climáticas en el ciclo 2004.	68
6b. Condiciones climáticas en el ciclo 2005.	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Clasificación botánica de algunas hortalizas.	121
2. Disponibilidad en el mercado de verduras en México, según la temporada.	122
3. Resultados de los análisis químicos de suelo del predio “Jurásico” 2004-2006.	124
4. Hojas respuestas y cuestionario empleados en evaluación sensorial.	128
5. Valores críticos del Índice R-50%, expresados en porcentaje.	132
6. Resultados obtenidos en campo	133
7. Resultados de los análisis bromatológicos de 12 muestras de alimentos	136
8. Reporte de análisis microbiológico de 12 muestras de alimentos.	142
9a. Resultados de preferencias de producto y presentación de envase en cebolla.	143
9b. Resultados de preferencias de producto y presentación de envase en chícharo.	144
9c. Resultados de preferencias de producto y presentación de envase en verdolaga.	145
9d. Resultados de preferencias de producto y presentación de envase en zanahoria.	146

AGRADECIMIENTOS

La realización de mis estudios de Maestría y parte de los experimentos fue posible gracias al financiamiento del **Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT)** y del **Departamento de Fitotecnia de la UACH**, mediante el proyecto con número de registro 184864 por el período enero de 2004 a diciembre de 2005, por lo cual estoy muy agradecida.

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, por darme la oportunidad de ampliar a mi formación académica y contribuir a incrementar el capital humano en México y el mío propio.

Recuerdo con gratitud al académico al M. C. **Sergio Arroyo**, quien fue profesor del Depto. de Agroecología, por la confianza y apoyo recibido para realizar la fase de campo de este trabajo. In memoria.

A los catedráticos **del Posgrado en Horticultura del Departamento de Fitotecnia, especialmente a las doctoras Ana María González Castillo y Teresa Martínez Damián**, cuyo trabajo diario en el apostolado de la enseñanza de las ciencias en **Horticultura** contribuyeron con mi crecimiento académico, profesional y personal. Gracias por ser un ejemplo de tenacidad, esmero y alegría. A los maestros **Ph. D. Ignacio Ramírez Méndez y M.C. Luis Emilio Castillo Márquez** deseo expresarles mi más sincera gratitud por las enseñanzas recibidas en materia de Diseño de Experimentos y por su espíritu tan optimista que me impulsó a seguir adelante.

Un especial agradecimiento al director de tesis **Dr. Clemente Villanueva Verduzco**, por brindarme su apoyo tan desinteresado en todas las etapas de formación para la obtención de este grado de estudios, así como por sus consejos de tipo profesional y personal tan oportunos. GRACIAS.

Expreso un agradecimiento muy especial a las académicas **M. C. María del Rocío Romero Lima y Ph. D. Teresa B. Colinas León**, por su apoyo, consejos útiles, críticas constructivas y recomendaciones hechas en el desarrollo y revisión de la tesis.

Agradezco a mi maestro y asesor **Ph. D. Arturo Hernández Montes**, por sus enseñanzas, por su tiempo, experiencia y valiosos comentarios realizados a esta investigación.

Agradezco sinceramente a la **Sra. Doña Ofelia (mamá) y mis hermanos Juan Rafael, Carmen, Iraís, Sol y Miguel, así como a sus respectivas familias**, por su insuperable apoyo que permitió que mi jornada fuera fácil y armoniosa. Los quiero por sobre todas las cosas.

A **Silvana Pacheco, Beatriz Victoria Cepeda y Dora María Jiménez** por su incondicional e invaluable apoyo, porque aunque la distancia nos separe siempre están emocionalmente conmigo. Gracias por ser mis amigas.

A **María de la Paz Alejandra González Paredes**, que en momentos tan especiales de nuestras vidas los lazos del compañerismo se engrandecieron con la amistad, por toda su ayuda, comprensión y por ser Ale.

A mis excompañeros de la Maestría y Doctorado en Horticultura: **Natanael, Rocío, Faby, José Guadalupe (Cuauhtémoc-Moctezuma) y Pablo** quienes hicieron amenas e interesantes las clases y, con quienes aprendí más allá del aula.

A mis colegas y amigos de Evaluación Sensorial de la Maestría en Ciencias y Tecnología Agroalimentaria del Departamento de Ingeniería Agroindustrial: **Delia, Tacho y Mateo**, por lo mucho que aprendimos juntos.

A los señores **Maximiliano y Agustín**, por su colaboración en el trabajo de campo y al **MC Claudio A. Pérez Mercado y Antonio Santoyo** quienes me apoyaron en la realización de los estudios químicos de suelo. Mil gracias.

DATOS BIOGRÁFICOS

Ofelia Hernández Ordóñez nació en Tulancingo, Hgo.; realizó estudios parciales (3er. Semestre) en Química de Alimentos en la Universidad La Salle y se tituló de la carrera de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Autónoma Chapingo con la tesis “Fundamentación del Sistema de Pago por Calidad Individual en Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*), en México” con la que obtuvo Mención Honorífica en el Premio “Gilberto Palacios de la Rosa” a la mejor tesis de licenciatura de la Universidad Autónoma Chapingo del bienio 2000-2002.

La participación de Ofelia en distintos cursos y congresos ha sido continua relativa a la problemática del sector agroindustrial. Su desarrollo profesional lo ha llevado a cabo tanto en la iniciativa privada como en el sector público, en este último como profesora a nivel medio superior y superior. Actualmente es profesora horas clase de la Asignatura de Fisiología Vegetal en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.

PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO ECOLÓGICO DE HORTALIZAS. CEBOLLA (*Allium cepa* L.), **CHÍCHARO** (*Pisum sativum* L.), **VERDOLAGA** (*Portulaca oleracea* L.) y **ZANAHORIA** (*Dacus carota* L.)

ORGANIC PRODUCTION AND PROCESSING OF VEGETABLES. ONION (*Allium cepa* L.), **PEA** (*Pisum sativum* L.), **PURSLANE** (*Portulaca oleracea* L.) and **CARROT** (*Dacus carota* L.)

Ofelia **Hernández-Ordóñez**¹ Clemente **Villanueva-Verduzco**²

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en Chapingo, México con el objetivo de evaluar la producción y procesamiento ecológico, así como la evaluación sensorial de los productos procesados de cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria manejados con y sin el uso de acolchado, en los ciclos agrícolas primavera- verano 2004-2005. El diseño utilizado fue de parcelas divididas, ocupando los tratamientos las parcelas grandes y los cultivos las subparcelas. A partir de las hortalizas cosechadas en 2005 se probaron tres sistemas de procesamiento ecológico: esterilizado, salmuera y envasado al vacío. Estos productos se evaluaron sensorialmente por preferencia del producto procesado y su apariencia en el envase de los tres sistemas de procesamiento. Los rendimientos (kg.m^{-2}) de los cultivos ecológicos mostraron diferencias estadísticas significativas en los dos ciclos agrícolas. Los tratamientos sin acolchado presentaron mejores rendimientos unitarios, lo que pudo deberse a las altas temperaturas que prevalecieron durante el cultivo. Los sistemas de procesamiento en los que se empleó esterilizado y salmuera, sus características fisicoquímicas y microbiológicas fueron óptimas hasta los seis meses de almacenamiento y se espera que se puedan mantener así por 1.5 años; mientras que los envasados al vacío su conservación fue menor a seis meses para zanahoria y chícharo. La evaluación sensorial según la prueba de Friedman, los consumidores manifestaron tener la misma preferencia por los tres sistemas de conservación y especies estudiadas. En el caso de la presentación del envase hubo diferencias significativas en cebolla y chícharo; mientras que, con el índice R existieron diferencias significativas en cebolla por tipo de procesamiento empleado en la conservación de las especies estudiadas; y también las hubo para el tipo de envase en cebolla y chícharo, esterilizado sobre salmuera y vacío sobre salmuera.

PALABRAS CLAVES: Productos orgánicos, acolchado, análisis químico proximal, microbiología, evaluación sensorial.

¹Tesista./ Thesis Author

²Director de tesis. / Thesis Director

ABSTRACT

This research was carried out in Chapingo, Mexico for the purpose of evaluating organic production and processing, as well as doing sensory evaluation of processed onion, pea, purslane and carrot products that were organically grown, with and without mulching, during the 2004-2005 spring-summer growing cycle. The studies were conducted using a split-plot design, where treatments were in the big plots and crops were in the subplots. The crops thereby harvested in 2005 were used to test three organic processing systems: sterilization, brine and vacuum packing. These products were sensory evaluated for preference according to the type of processing, sterilization, brine and vacuum, and the type of packaging, glass jars or vacuum packed plastic bags. The yield (kg.m^{-2}) of the organic crops demonstrated statistically significant differences in the two agricultural cycles. The treatments without mulch had a better unit yield, which might be due to the high temperatures that prevail during their growth. The processing systems that used sterilization and brine had optimum physio-chemical and microbiological characteristics after six months of storage, which is when they were analyzed, and it is expected that they can be kept like that for 1.5 years without spoiling; carrots and peas that were vacuum packed, on the other hand, remained preserved without spoiling less than six months. The consumers had the same preference for the three processing systems and species studied when the Friedman test sensory evaluation was used. With regards to the packaging of the products, there was a significant difference in onion and pea, while there was significant difference in the R index in onion, depending on the type of processing used for the species studied. Also, there were differences as a result of the type of packaging of onions and peas, sterilized on brine and vacuum packed on brine.

KEY WORDS: *Organic products*, mulching, chemical composition, microbiology, sensory evaluation.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica u orgánica es un sistema de producción de alimentos, tanto frescos como procesados, derivados de plantas y animales, sin el uso de productos de síntesis química como fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas y reguladores de crecimiento, así como edulcorantes y conservadores sintéticos en los productos transformados, que puedan causar contaminación a los alimentos o al ecosistema. Por esta razón, el cultivo de los productos ecológicos ha cobrado importancia en el mundo actual, ganando más espacios en los mercados de alimentos, como resultado en los cambios de hábitos de consumo y como una forma de cuidar la salud. Los productos ecológicos con mayor demanda, en orden de importancia, son: hortalizas, frutas, cereales, carnes y lácteos (Michelson, *et al.* 1999, citado por Gómez Cruz, *et al.* 2003).

La agricultura ecológica en México es una alternativa de producción para pequeños agricultores, cobrando relevancia en los estados de Chiapas, Oaxaca, Querétaro, Guerrero y Tabasco, que concentran el 69.27 % de la superficie ecológica total. De esta superficie se ofrecen 50 productos ecológicos, de los cuales el café es el más importante por superficie, con más de 145 mil ha; mientras que las hortalizas representan el 7 % (Anónimo, 2005). Los cultivos ecológicos, además de generar ingresos por la venta de estos productos, permiten diversificar las especies cultivadas y asegurar la alimentación familiar. Sin embargo, pocos son los canales de comercialización que se han desarrollado en el país para este tipo de productos, ya sean naturales o procesados, donde reciban un precio diferenciado a los obtenidos por la vía de la agricultura convencional.

En general, pocos estudios se han realizado sobre la influencia de las prácticas agrícolas en las materias primas bajo el punto de vista agronómico, procesamiento agroindustrial y evaluación sensorial para conocer las preferencias del consumidor.

En esta investigación se compararon dos sistemas agrícolas de producción ecológica (con y sin el uso de acolchado plástico y vegetal) durante los ciclos primavera-verano de los años 2004 y 2005, dentro de una rotación de cultivos de hortalizas que incluye cuatro

especies vegetales: cebolla (*Allium cepa* L.), chícharo (*Pisum sativum* L.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.), cultivadas en condiciones de clima templado; en los que se evaluó el rendimiento. Se estudiaron bajo un diseño en bloques al azar en parcelas divididas.

Las hortalizas aquí estudiadas tienen importancia en la alimentación de la región central del país, por ello, a partir de los productos cultivados en el ciclo agrícola 2005, se evaluaron tres sistemas de procesamiento de conservación de alimentos con mínimo procesamiento, sin la adición de conservadores químicos (procesamiento orgánico): esterilizado, salmuera y al vacío.

La conservación de los productos procesados mediante el método de procesamiento orgánico fue a temperatura ambiente, por un periodo de seis meses; al final de este tiempo se determinó el valor nutricional por medio de análisis químico proximal (humedad, cenizas, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno), así como la cuantificación microbiológica expresada en cuenta total de bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales y fecales.

Los productos procesados fueron evaluados sensorialmente por pruebas de preferencia para los productos procesados mínimamente y su apariencia dentro del envase, de cada una de los cultivos.

Los resultados obtenidos en rendimiento (kg m^{-2}) de los dos ciclos de producción agrícola (2004-2005) fueron analizados conjuntamente mediante un diseño estadístico en serie de experimentos en parcelas divididas en bloques completamente al azar, presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$); los mejores rendimientos promedio se obtuvieron en los tratamientos en los que no se aplicó acolchado, respecto a los que sí la tuvieron; estadísticamente la producción en rendimiento de los cultivares presentaron diferencias significativas entre cebolla y chícharo; verdolaga y chícharo, así como en zanahoria con los otros tres cultivares, entre la interacción de la condición del tratamiento aplicado (uso y no de cobertura) y el ciclo, el ciclo 2005 sin acolchado superó aproximadamente en 60 % al 2004 con el mismo tratamiento y, entre los tratamiento con acolchado, el ciclo 2005 sólo superó al 2004 en aproximadamente el 7 %.

Las características de conservación de los productos que se procesaron con salmuera y esterilizado con agua fueron adecuadas para los productos que tuvieron tratamiento

térmico a 125 °C, 1.3 kg.cm⁻² de presión, por 20 min., respecto al producto envasado al vacío; durante el periodo de observación no se apreciaron cambios en las características físicas del producto o el envase. Por el contrario, en el producto envasado al vacío, con las mismas condiciones de almacenamiento, se presentaron cambios en la coloración y consistencia del producto, en dos de las cuatro especies procesadas.

Los componentes nutricionales si se ven afectados con los distintos procedimientos utilizados para su conservación, pero fue diferenciado entre las especies estudiadas, el tratamiento al vacío en el que se conservaron mejor las propiedades nutricionales fueron los productos de cebolla y zanahoria; mientras que para chícharo y verdolaga tuvo mejor efecto el tratamiento de esterilizado con agua como líquido gobierno.

Los factores que influyen en la preferencia de un producto por el consumidor son múltiples y, consecuentemente, influyen en su intención de adquisición o compra; de las pruebas de evaluación sensorial utilizadas para determinar la preferencia del producto según el tipo de procesamiento y su apariencia en el envase, con la prueba de Friedman, los consumidores mostraron la misma preferencia por los tres tipos de procesamiento en las cuatro especies estudiadas. Respecto a la preferencia según la apariencia del producto dentro del envase analizada por ésta prueba, indicó que estadísticamente existieron diferencias significativas en las especies de cebolla y chícharo; mientras que no las hubo para verdolaga y zanahoria.

El valor de significancia del Índice R mostró que con un valor crítico de 16.37 %, la preferencia del producto por procesamiento presentó diferencia significativa en la cebolla entre el producto envasado al vacío sobre el esterilizado. Bajo este mismo criterio, la preferencia en la apariencia del producto dentro de su envase evidenció diferencia significativa para los productos de cebolla y chícharo, en ambos casos, la diferencia se presentó entre los productos esterilizados sobre los de salmuera, ambas presentaciones en frasco, así como los productos al vacío sobre los de salmuera, el primero en bolsas de vacío y el otro en frasco, respectivamente.

Los productos ecológicos que adquieren los participantes en orden de importancia son productos procesados, verduras y frutas que adquieren en el Tianguis Orgánico de Chapingo, directamente con los productores ecológicos o en tiendas especializadas; los motivos de compra fueron la salud y calidad.

2. OBJETIVOS

Con base en lo anterior, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Analizar el rendimiento de cuatro especies de hortalizas (cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria) con manejo agrícola ecológico del cultivo con y sin acolchado.
- Comparar los cuatro productos de las especies de hortalizas mediante la aplicación de tres métodos de procesamiento: esterilización con agua, salmuera y al vacío.
- Valorar el patrón de conservación a los seis meses de almacenamiento de los productos hortícolas procesados, mediante el análisis proximal y microbiológico.
- Evaluar sensorialmente el grado de preferencia de los productos procesados de las cuatro especies hortícolas, según el tipo de procesamiento empleado en su conservación y por su apariencia en frascos de vidrio y bolsas de plástico al vacío.

3. HIPÓTESIS

- Las especies cultivadas bajo condiciones de producción ecológica incrementan su rendimiento con la aplicación de cualquier tipo de acolchado.
- Los productos procesados ecológicamente mantienen sus características a los seis meses, independientemente del método de procesamiento empleado para su conservación.
- La preferencia de los consumidores por los productos hortícolas procesados ecológicamente depende del tipo de procesamiento, siendo más preferidos los productos con menor procesamiento.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 La agricultura ecológica, algunas consideraciones

La historia de la agricultura ecológica, si bien, retoma las prácticas culturales de la producción agropecuaria previas a la revolución verde, nació como agricultura biodinámica en Austria, en 1924, como agricultura ecológica surgió en Inglaterra a principios de los años treinta del siglo XX (Pérez-Consuegra, 2004). Sin embargo, fue hasta la década de los ochentas cuando cobró auge en el mundo, debido a la detección de restos de dioxina (un compuesto presente en un herbicida, el “agente naranja” usado en la guerra de Vietnam), más otros contaminantes en alimentos, y en años recientes por la aparición del mal de las “vacas locas” (encefalopatía espongiforme bovina) (Amador, 2005).

La difusión de la literatura científica que la sustenta comenzó a desarrollarse a principios de la última década del siglo pasado (Pérez-Consuegra, 2004). También en los años noventa la demanda de los consumidores se orientó hacia alimentos considerados como mejores nutritivamente, más “naturales” y frescos, más adecuados o convenientes (fáciles de almacenar, con mayor vida útil), mejor adaptados al actual estilo de vida rápida, inocuos, más saludables (menos sal, grasas saturadas, azúcar y “aditivos” artificiales), sanitariamente muy seguros y de alta calidad (Rees y Bettison, 1994; Welte-Chanes, 1998).

En México, la agricultura ecológica se inició a principios de los sesenta (1963) con la producción de café orgánico en una finca de Tapachula, Chis., que obtuvo su certificación en 1967 (FIRA, 2003).

La identificación de los productos obtenidos en la agricultura ecológica está sujeta a la denominación que ésta tenga en el país de origen de los productos que ostentan esta nomenclatura, de acuerdo con Silguy (1999), actualmente se aceptan como términos equivalentes a la *agricultura ecológica*, *agricultura biológica*, *agricultura orgánica* o con los prefijos bio y eco. La denominación se otorga a la presentación comercial, etiqueta o publicidad, que respalda a los productores agrícolas y transformadores,

certificados y controlados por organismos oficiales, que siguen las normas de producción ecológica.

En el caso de México, la definición aplicable sobre agricultura ecológica se ofrece en la Ley de Productos Orgánicos; el periodo de conversión de la agricultura convencional a orgánica se estipula en 36 meses por la Norma Oficial Mexicana NOM-037-FITO-1995.

Para entender la agricultura ecológica es necesario conceptualizarla y comprender el manejo socio-cultural que se da en los sistemas de producción ecológica. En primer lugar, la FAO (1999, 2001) la define como “un sistema de producción holístico, de gestión de la producción, que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en el empleo de prácticas de gestión prefiriéndolas respecto al empleo de insumos externos a la unidad productiva, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requerirán sistemas adaptados localmente. Esto se consigue empleando, siempre que sea posible, prácticas culturales biológicas y mecánicas, en contraposición al uso de materiales sintéticos, para cumplir cada función específica dentro del sistema”.

Alteri y Nicholls (2006) definen a la agricultura ecológica como aquella que produce con sistemas no contaminantes, sin pesticidas, ni agroquímicos. Se basa en normas de producción específicas y precisas, cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos que sean sustentables desde el punto de vista social, ecológico y económico (Figura 1).



Figura 1. Papel de los sistemas agroecológicos en la satisfacción de los objetivos múltiples de la agricultura sustentable.

Para Núñez (2000), la agricultura ecológica significa que “los alimentos se deben producir en concordancia con los diversos agroecosistemas, con la naturaleza del proceso productivo, con las relaciones sociales, culturales y tecnológicas que han practicado los campesinos a lo largo de la historia. Esto es contrario a la práctica de la agricultura convencional intensiva inspirada en la Revolución Verde, la cual no tomó en cuenta las experiencias y potencialidades de las técnicas utilizadas por los campesinos”. Sobre la agricultura convencional, el mismo autor refiere que “a pesar de su amplia experiencia científica, ha ocasionado graves impactos ambientales, problemas de productividad y rendimiento; sin embargo, todavía se mantiene en uso”.

La agricultura ecológica ofrece productos más sanos, que lejos de estar en un lema publicitario, son el resultado de procesos agrícolas y ganaderos comprometidos con la salud de los consumidores, la calidad de vida de los productores y conservación del medio ambiente. En el caso de la agricultura ecológica no se utilizan insecticidas, herbicidas, ni fertilizantes químicos; tampoco está permitido el uso de organismos genéticamente modificados (OGM) vegetales o animales, el riego con aguas negras, ni el utilizar radiaciones (para eliminar gérmenes potencialmente dañinos). En cuanto a la producción de carne, está prohibido alimentar a los animales con productos sintéticos y aplicarles hormonas de crecimiento (Amador, 2005).

Rodríguez, *et al.* (2000) sintetizan las definiciones de agricultura orgánica, integrada y convencional, además de incluir sus sinónimos, de la siguiente manera:

- 1) **Agricultura orgánica:** producción basada en prácticas específicas y estandarizadas. Sinónimos: *Organic, Biologique, Biológico, Ökologisch, ecológica.*
- 2) **Agricultura integrada:** producción económica de producciones de calidad, dando prioridad a métodos ecológicamente más seguros, minimizando los efectos secundarios indeseables y el uso de fitosanitarios, para aumentar la protección del medio ambiente y la salud humana. Producción basada en principios generales y estándares mínimos. Sinónimos: *Integrated, Integrierte, Integrata, Integree.*

- 3) **Agricultura convencional:** sistema de producción tradicional enfocado hacia la optimización de los rendimientos con calidad y precios adecuados. Legislación sobre fitosanitarios y nuevas tecnologías.

La agricultura ecológica ofrece múltiples ventajas, entre las que se pueden citar:

- 1) Establece un sistema productivo compatible, amigable y respetuoso con el medio ambiente.
- 2) Conserva el equilibrio de los recursos naturales.
- 3) Producción de alimentos sanos, libres de contaminación y de alta calidad nutritiva.
- 4) Proporciona oportunidades comerciales emergentes con la oferta de nuevos productos.
- 5) Combina los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna para descubrir tecnologías de producción innovadora.
- 6) Fomenta el debate público sobre el desarrollo sustentable, generando conciencia sobre problemas ambientales y sociales que merecen atención.
- 7) Establece un vínculo de arraigo al campo de la población rural.

Aparte de ello, la agricultura ecológica puede desarrollarse en diferentes escalas de producción, según los objetivos y recursos materiales y humanos que se dispongan (FIRA, 2003; ASERCA, 2005).

La producción ecológica significa, pues, actuar racionalmente en la perspectiva de administrar el ecosistema de manera autónoma y duradera. En este sentido, la producción agrícola ecológica contempla principalmente las siguientes labores culturales: abonado, rotación de cultivos, elección de variedades, cultivos asociados, preparación mínima del terreno, control de hierbas y malezas, protección y lucha fitosanitaria (Asamblea General de Río en 1992, citado por Silguy, 1999).

○ **Rotación de cultivos:** Evita la acumulación de plagas y enfermedades en el suelo por especie y familia, con lo que se evita la coincidencia de periodos sensitivos de crecimiento de los cultivos con los de la aparición de plagas y enfermedades; al ir poniendo cultivos en función de la extracción de nutrientes se hace mejor uso de los cultivos anteriores y, de alguna manera, se mantiene la fertilidad del suelo o, por lo menos, el decremento en la fertilidad es menor en comparación de emplear un sistema

de monocultivo. Esto coincide con lo expuesto por Núñez (2000), quien especifica que en la rotación de cultivos se trata de ocupar la tierra con cultivos diferentes que se van sucediendo en el tiempo con la finalidad de mantener la fertilidad del suelo. Se deben rotar combinando la arquitectura de la planta y la diferenciación de raíces con las necesidades nutricionales. Además, ofrece algunos beneficios como promover el equilibrio biológico, disminuyendo los ciclos de plagas y enfermedades y permitir un mejor aprovechamiento del área de cultivo en el tiempo. Las consideraciones que se deben tener en la rotación de cultivos se relacionan con las necesidades nutricionales y las características físicas del cultivo que son interés (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tipo de rotaciones de cultivo

Necesidades nutricionales (N)	Características físicas del cultivo
<i>Cultivos exigentes:</i> acelga, coles, espinacas, lechuga, poro, espárrago, pepinillo, maíz, calabaza, entre otros.	Hortalizas de hojas: acelga, apio, col, espinaca, poro, lechuga, perejil, cilantro, etc.
<i>Cultivos medianamente exigentes:</i> cultivos de raíces, apio, zanahoria, rábano, betabel, tubérculos	Hortalizas de raíz: tubérculos, zanahoria, ajo, cebolla, papa, rábanos
<i>Cultivos no exigentes:</i> leguminosas	Frutos y flores: tomate, pepinillo, coliflor, berenjena y cualquier tipo de frutos.

Fuente: Núñez (2000).

Por otra parte, la Corporación Colombia Internacional (2004) menciona que un programa de rotación de cultivos se debe establecer de manera planificada de acuerdo a parámetros productivos determinantes como:

- 1) Duración del ciclo de producción y estación de crecimiento.
- 2) Disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- 3) Necesidades nutricionales de cada especie.
- 4) Ciclo de vida de los organismos fitopatógenos.
- 5) Tipo de organismo fitopatógeno.
- 6) Tipo de preparación del suelo.
- 7) Épocas de sequía y estación de crecimiento
- 8) Los requerimientos periódicos del mercado para determinar las especies que más se adaptan al lote, las que tienen mejores producciones y mejores precios finales

de venta y aquellas cuyas condiciones de producción faciliten el desarrollo y las prácticas agronómicas.

De manera práctica, éste último aspecto es el que determina la rotación de cultivos y uso del suelo; razón por la cual es importante estudiar un esquema de rotación que concuerde con las necesidades de control biológico y con los intereses económicos de producción de hortalizas de la unidad de producción.

Por otra parte, Pérez-Consuegra (2004) considera que la rotación de cultivos es una práctica de control cultural de plagas y enfermedades, (Figura 2).

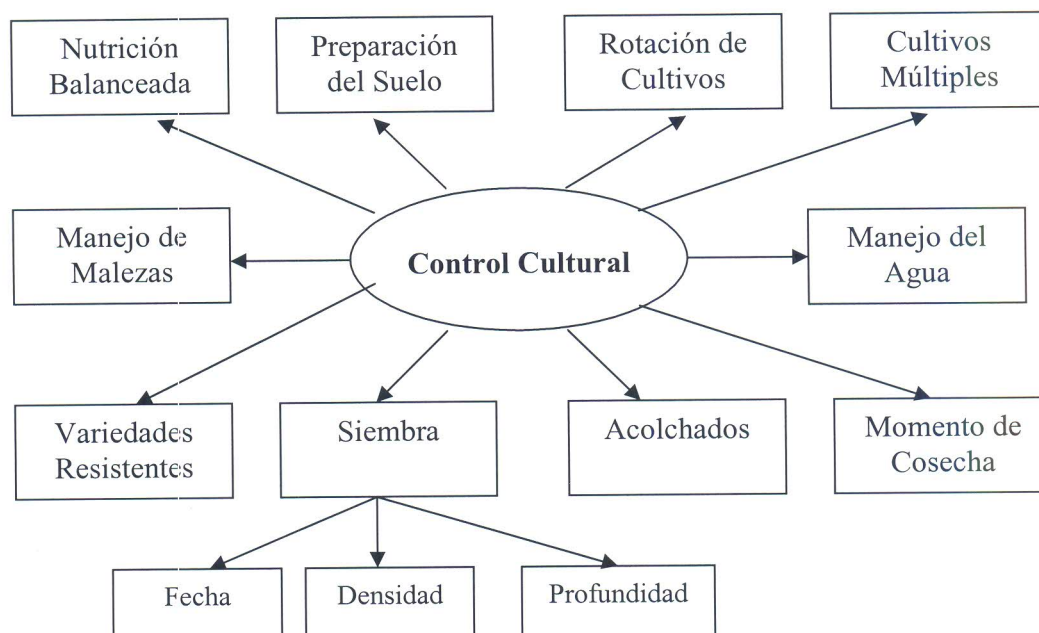


Figura 2. Manejo agronómico para el control cultural de plagas y enfermedades.

○ **Acolchado.** Retiene la humedad que se pierde por evaporación, mantiene las condiciones favorables para el crecimiento de microorganismos vitales para el desarrollo del suelo, disminuye la germinación de hierbas no deseables al cultivo. El Grupo Pro-Tierra (2003) especifica que el acolchado del suelo puede realizarse con diferentes materiales: *polietileno, fibra sintética, papel, viruta de madera, arena, piedras, restos vegetales, etc.* Sin embargo, lo recomendable es el uso de materia orgánica combinada (estiércol- paja) o sola (paja) que se va descomponiendo poco a poco para su incorporación al suelo, contribuyendo a su enriquecimiento de elementos esenciales

como nitrógeno, fósforo, azufre, entre otros. El material debe ser suelto y permeable, de manera que permita el paso de agua y aire en el suelo, pudiéndose cubrir con ellos entre 5 y 7 cm el suelo.

- **Control de malezas:** El control de malezas es otra práctica cultural en el manejo agrícola que coadyuva a conseguir un desarrollo favorable de las plantas de un cultivo y tiene por objeto eliminar plantas que compiten ecológicamente con plantas de interés.

4.2 La agricultura orgánica en México

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-037-FITO-1995 define en su apartado 2.1 como *agricultura orgánica* al sistema de producción orientado a la producción de alimento de alta calidad nutritiva de forma que promueva la vida; mejora y extiende ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, incluye organismos, flora del suelo y fauna, planta; mantiene y mejora la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua, recursos del agua y toda la vida de ésta, en el que, el control de malezas, plagas y enfermedades es sin uso de insumos de síntesis químico industrial.

La Ley de Productos Orgánicos (Diario Oficial, 7/II/2006) en su artículo 3º, fracciones XII, XIV, XVI y XVII define los términos correspondientes a orgánico, periodo de conservación, procesamiento y producción orgánica, como sigue:

“XII. Orgánico: término de rotulación que se refiere a un producto de las actividades agropecuarias obtenido de acuerdo con esta Ley y las disposiciones que de ella deriven. Las expresiones orgánico, biológico y las denominaciones con prefijos bio y eco, que se anoten en las etiquetas de los productos, se consideran como sinónimos y son términos equivalentes para fines de comercio nacional e internacional;

XIV. Periodo de conversión: tiempo que transcurre entre el comienzo de la producción y/o manejo orgánico y la certificación orgánica de cultivos, ganadería u otra actividad agropecuaria;

XVI. Procesamiento: las actividades de cocinar, hornear, curar, calentar, secar, mezclar, moler, batir, separar, extraer, sacrificar animales, cortar, fermentar, destilar, destripar, descabezar, preservar, deshidratar, preenfriar, enfriar y congelar o procedimientos de manufactura análogos a los anteriores; incluye el empaque, reempaque, enlatado, envasado, enmarquetado o la contención de alimentos en envases;

XVII. Producción orgánica: sistema de producción y procesamiento de alimentos, productos y subproductos animales, vegetales u otros

satisfactorios, con un uso regulado de insumos externos, restringiendo y en su caso prohibiendo la utilización de productos de síntesis química.”

La garantía de autenticidad de los productos orgánicos, es decir, que se han obtenido de acuerdo con los principios y normas de la agricultura orgánica se da a través de la certificación, entendiéndose ésta como “el acto de verificar si un producto, servicio o proceso cumple con normas estipuladas, por medio de un examen técnico que es normalmente conducido por una organización independiente y acreditada” (CONAMA; citado por Abarca y Sepúlveda, 2001). En México, la ley determina que los productos orgánicos deben ser certificados, esto es con el objeto de verificar, evaluar, comprobar y atestiguar que los procesos de producción y transformación se realizan conforme a las normas establecidas para productos orgánicos (FIRA, 2003).

La situación en nuestro país respecto a la certificación de productos orgánicos procesados, que implica establecer las categorías de etiquetado del origen de los ingredientes ecológicos y no ecológicos que se emplean en dicha transformación, como ya se mencionó anteriormente, no se ha establecido en la Ley de Productos Orgánicos, ni en la NOM-037-FITO-1995.

4. 2.1 La situación económica de la agricultura ecológica en México

De acuerdo a la superficie cultivada, México ocupa el 13° lugar entre los 29 países que superan las 100 mil ha destinadas a la producción orgánica, ver (Cuadro 2).

Cuadro 2. Países con superficie orgánica que superan las 100,000 ha.

País	Superficie Orgánica (ha)	País	Superficie Orgánica (ha)
Australia	11,300,000	China	298,990
Argentina	2,800,000	Rep. Checa	254,995
Italia	1,052,002	Grecia	244,455
Estados Unidos	930,810	Ucrania	240,000
Brasil	803,180	Suecia	207,488
Uruguay	760,000	Bangladesh	177,700
Alemania	734,027	Dinamarca	165,148
España	725,254	Finlandia	159,987
Reino Unido	695,619	Perú	150,000
Chile	649,150	Uganda	122,000
Francia	550,000	Portugal	120,729

Cuadro 2. Continuación...

País	Superficie Orgánica (ha)	País	Superficie Orgánica (ha)
Canadá	516,111	Hungría	113,816
México	400,000	Suiza	110,000
Bolivia	364,100	Turquía	103,190
Austria	328,803		

Fuente: Anónimo, 2005.

Aunque México no ocupa los primeros lugares en superficie cultivada, sí tiene el primer lugar en granjas ecológicas de pequeños productores en el mundo con 120,000; esto casi triplica a Indonesia (45,000) e Italia (44,043). En promedio, los agricultores mexicanos cuentan con una superficie de 2.2 ha que destinan a la producción ecológica que representan 98.6 % de ellos (Anónimo, 2005). Lo que implica atomización de la producción agropecuaria; sin embargo, la ventaja de la agricultura ecológica mexicana respecto a la agricultura convencional con pequeños productores es el manifiesto de la organización que conlleva la certificación de la producción.

Por otra parte, México está ubicado internacionalmente como país productor-exportador de alimentos ecológicos y sobresale en el subsector agrícola pues ha aumentado de manera considerable su superficie cultivada ecológicamente de 23 mil en 1996 a 400 mil ha en noviembre del 2005, lo que representa el 0.37 % de la superficie total destinada a la agricultura.

Los principales estados productores ecológicos del país son: Chiapas, Oaxaca, Querétaro, Guerrero y Tabasco que concentran el 69.27 % de la superficie ecológica total, cabe destacar que tan sólo Chiapas y Oaxaca cubren el 47.56 % del total. De esta superficie se ofrecen alrededor de 50 productos ecológicos, de los cuales el café es el más importante por superficie, con 147,136.74 ha; el 29 % lo ocupan las frutas, que incluyen al aguacate (13 %), además de cacao, mango, piña, plátano, naranja, manzana; el 7 % del área cultivada se destina a la producción de hortalizas, donde destaca el jitomate, lechuga, calabaza, chiles, pimientos, nopal y 6 % a granos: maíz. Además de nopal, vainilla, leche, huevo, plantas medicinales aromáticas y alimenticias, sábila; también se empiezan a comercializar productos procesados como café molino y tostado, jugos, mermeladas, galletas, productos lácteos (quesos y yogurt), azúcar, entre otros (ASERCA, 2005; Gómez Cruz, *et al.* 2005).

4.2.2 El mercado de los productos ecológicos de México

Gómez Tovar y Gómez Cruz (2004) refieren que el 85 % de los productos orgánicos se canalizan al mercado de exportación, donde existen dos tipos de mercado: el mercado orgánico tradicional y el “mercado justo” (*Fair trade*). En el primero, la empresa comercializadora o “broker” negocia con la organización o la empresa de producción orgánica a través de una forma particular de comercialización, en la que se fija un precio con base en alguna bolsa internacional o alguna tarifa establecida que corresponda al precio del producto en el mercado convencional; a este precio se le suma un incremento, de lo que resulta el *precio premium*. El *precio premium* es un sobreprecio que diferencia a los productos orgánicos de los convencionales, y esto puede ser resultado de los costos de producción, de los costos de conversión y por manejo de los productos que se producen orgánicamente (Oberholtzer, *et al.*, 2005).

El “mercado justo” apoya a los productores de escasos recursos (principalmente productores organizados) de los países en vías de desarrollo pagando un mejor precio por sus productos, o sea, considerando el costo de producción real que en general está por arriba del precio que corre en el mercado convencional, más un *precio premium*, por tratarse de un producto orgánico. A este tipo de mercado se canalizan productos como café, cacao, plátano, azúcar de caña, jugo de naranja, té y miel. Recientemente también se han desarrollado las bases para el “mercado justo” de arroz, frutas y jugos tropicales, nueces y vino.

Las organizaciones que deseen comercializar sus productos en el “mercado justo” deben buscar su inserción en el registro de FLO (Fair Trade Labelling Organizations). Debido a que los precios otorgados por el “mercado justo” son sumamente atractivos y, en general, es un mercado más reducido que el tradicional orgánico, existe una fuerte competencia por parte de las organizaciones de productores para participar en él.

En lo referente al mercado interno de los productos orgánicos, Gómez Tovar y Gómez Cruz (2004) mencionan que “en México el mercado de los productos orgánicos está en una etapa aún muy incipiente, menos del 5 % de la producción ecológica es comercializada a través de tiendas especializadas, tiendas naturistas, y cafeterías, generalmente ubicadas en las principales ciudades del país y sitios turísticos, (Figura 3).

También se han implementado mercados orgánicos (tianguis) en Guadalajara, Oaxaca, Jalapa y Chapingo (Edo. de México).

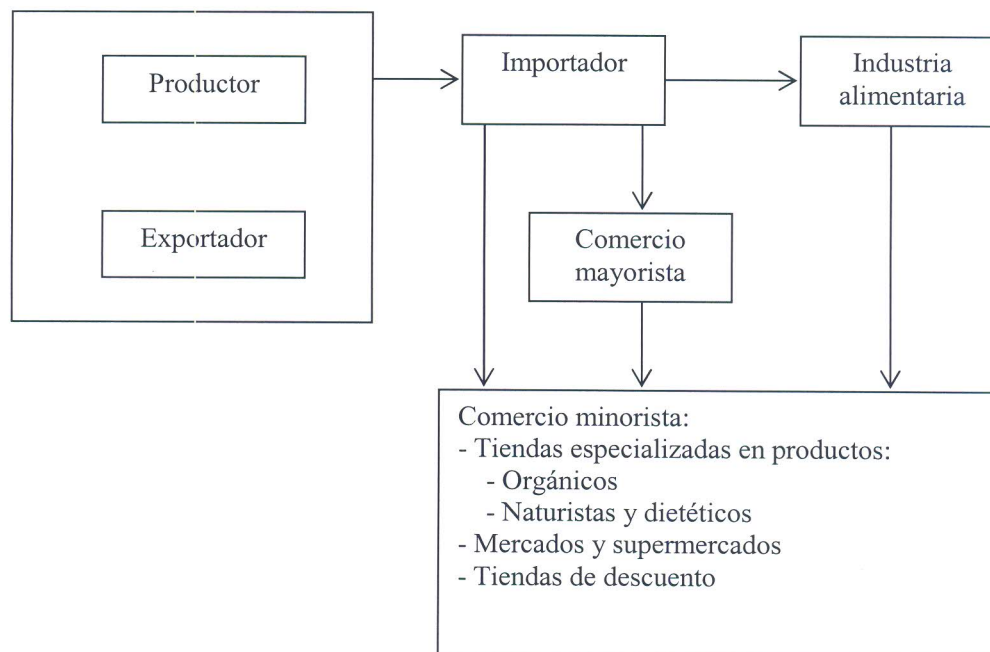


Figura 3. La estructura del mercado de los productos orgánicos en México. Fuente: ASERCA, 2005.

De lo anterior, se asume que el 10 % de la producción no se destina al mercado, por lo que se supone se dirige al autoconsumo. En consecuencia, “el mercado de los productos orgánicos son una gran oportunidad para los productores mexicanos es el desarrollo del mercado nacional orgánico, sobre todo si se ajusta a las condiciones del país y busca sobrepuestos menores, de tal forma que los productos sean accesibles a un mayor número de consumidores” (Gómez Cruz, *et al.*, 2003). Los países a los que principalmente se exporta son: Estados Unidos, Alemania, Italia, Francia, Japón y Taiwán.

A nivel internacional, el mercado de los alimentos orgánicos es dinámico y se encuentra en crecimiento, como lo mencionan Harding y Davis (2005), según la Asociación de Comercio de Productos Orgánicos de Estados Unidos; en el año 2003, las ventas de alimentos lácteos orgánicos creció en 21 %; las bebidas 20 %, lo mismo que frutas y hortalizas; las frituras 30 % y; carnes, pescados y aves en 78 %. Los alimentos orgánicos tendrán un potencial crecimiento ilimitado en países desarrollados.

En otros estudios sobre el comportamiento de los consumidores muestran que el consumo de alimentos orgánicos en Europa forma parte de un estilo de vida, que deriva de una ideología y está relacionado con un sistema concreto de valores en donde se pondera lo natural sobre lo industrializado (IMSS, 2006).

Por otra parte, si se considera que Estados Unidos es el principal mercado de los productos orgánicos de origen mexicano, hay que tomar en cuenta lo que mencionan Oberholtzer, *et al.* (2005) “en el caso de Estados Unidos, el *precio premium* para los productos orgánicos han contribuido al crecimiento de áreas certificadas, por lo que recientemente es un mercado en expansión. Las frutas y hortalizas frescas más compradas son el jitomate, hortalizas de hoja, zanahorias, manzanas, papas, duraznos y plátanos, siendo menos importantes, fresas, frijoles, champiñones, melón, apio, brócoli y naranjas. Los consumidores tienden a comprar más hortalizas que frutas orgánicas. También, los productos frescos con etiqueta son más comunes en comparación la introducción de nuevos productos empaquetados o con mínimo procesamiento. Esta tendencia es aparente en el sector orgánico, donde más productores y distribuidores están identificando sus productos con su nombre y *logo* del lugar donde se cultivan”.

En el caso de México, como ya se ha mencionado, la agricultura orgánica no sólo ha creado y desarrollado los mercados para estos productos, sino que ha permitido un desarrollo rural integral y sustentable para los productores y organizaciones campesinas que la practican, en este sentido, Gómez-Tovar, *et al.* (2003) mencionan que “la agricultura orgánica ha demostrado ser una de las alternativas más promisorias para el campo mexicano en el camino de la sustentabilidad”.

4.3 Antecedentes generales de las hortalizas estudiadas

En este trabajo se estudiaron cuatro hortalizas desde su producción hasta la evaluación sensorial del producto y su apariencia en el envase de cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria, todas agrupadas como hortalizas o verduras, mismas que constituyen uno de los grupos más variados, aunque también sujeto a la disponibilidad en cada estación del año y de cada región (Bourges, 1992).

La denominación de hortalizas o verduras engloba a los productos vegetales que no son frutas, cereales o frutos secos. Botánicamente es un grupo complejo, en el que se

encuentran representadas familias muy diferentes, así como distintas partes de las plantas: frutos, hojas, yemas, tubérculos, raíces y bulbos (Primo-Yufera y Carrasco-Dorrien 1980), ver (Anexo 1).

La disponibilidad en el mercado nacional de las especies cultivadas se relaciona con la época de siembra y producción de las mismas; en el caso de cebolla y zanahoria fácilmente se consiguen en el mercado durante la mayor parte del año; el chícharo presenta buena disponibilidad de febrero a septiembre, mientras que la verdolaga se oferta principalmente de mayo a julio, ver (Anexo 2). Además, según Bourges (1992), los vegetales frescos son la única fuente de vitamina C, K, carotenos, folatos y a veces de energía, razón por la que su consumo es obligado.

La cebolla cobra relevancia en la dieta mexicana y, en consecuencia, su producción la sitúa en 5º lugar en superficie cultivada entre las hortalizas, mientras que por su valor se encuentra en el 4º, siendo precedida solamente por el jitomate, la papa y el chile verde.

El chícharo es una leguminosa, alimento rico nutricionalmente, aporta un poco más de 5 g de proteína por 100 g y esta proteína es más asimilable que la de los cereales.

La verdolaga históricamente ha tenido importancia en la alimentación mexicana y en el tratamiento de varias enfermedades, aunque en nuestro país no es explotada ampliamente como cultivo, puede ser una alternativa para la obtención de alimento para la población o como alimento para el ganado.

Por último, la zanahoria es una hortaliza que en México cobró relevancia a partir de mediados de los setentas y su consumo en fresco es muy importante. A continuación, para cada especie se analizan sus características agroecológicas y de producción.

4.3.1 El cultivo de la cebolla

La cebolla (*Allium cepa* L.) pertenece a la familia de las lilaceae, se considera su origen de cultivo Pakistán Occidental, Irán (González, 1984); tiene un ciclo biológico bienal.

Aspectos botánicos

La cebolla es un cultivo de clima templado, aunque se adapta bien al frío (Neri, 2002), así como a las regiones subtropicales con invierno definido (Ruíz Corral, *et al.*

1999). La parte comestible de la cebolla lo constituye el bulbo. El ciclo vegetativo de la planta depende del manejo a que esté sujeta, así Doorenbos y Kassam (1979), citados por Ruiz Corral *et al.* (1999), establecen de 30 – 35 días en vivero y 100 a 140 días en campo, mientras que según Benacchio (1982) el ciclo vegetativo va de 70-110 días después del transplante.

El cultivo tiene la característica de estar influenciado en forma directa por el fotoperíodo. Debido a la latitud en que nuestro país se ubica, el uso de variedades con fotoperíodos cortos son las comúnmente utilizadas (ASERCA, 1998; Serrano-Vázquez *et al.* 1995); sin embargo, Benacchio (1982) dice que es de fotoperíodo neutro, aunque depende de las variedades. Para la formación de bulbo requiere de 12-16 horas luz; Serrano-Vázquez *et al.*, (1995) refieren que una combinación de temperatura fresca (5 a 10 °C) durante la fase de plántula, combinada con una variación de temperatura moderadamente alta (mayor a 20 °C) durante la formación de bulbo es favorable en la obtención de una buena cosecha. Sin embargo, temperaturas de hasta los 33 °C influyen solamente en el crecimiento retardado de sus bulbos.

Por otra parte, Doorenbos y Kassam (1979), citados por Ruiz Corral *et al.* (1999), establecen que la cebolla se desarrolla en un rango de 10-25 °C, con un óptimo entre 15 y 20 °C. Es tolerante a las heladas y para la iniciación floral necesita temperaturas inferiores a 14 a 16 °C.

Requerimientos edafológicos

González (1984) menciona que los mejores suelos son los migajones. La cebolla se desarrolla bien en suelos ligeros, sin encharcamiento de agua y ricos en materia ecológica, (Neri, 2002). Deben evitarse suelos excesivamente húmedos, que ocasionarían podredumbre. Serrano-Vázquez *et al.* (1995) mencionan que la cebolla tiene un sistema de raíces poco desarrolladas y de limitada capacidad de absorción, por lo que el suelo debe proveer a la planta las sustancias nutritivas en forma asimilable, la demanda es mayor durante el periodo de formación de hojas. En la etapa de llenado de bulbo y maduración, es tolerante a la sequía e inclusive la necesita.

Variedades

Neri (2002) menciona que las numerosas variedades de cebolla se diferencian por la forma y el tamaño del bulbo (grande, pequeño; plano o fusiforme), por el color de la

túnica externa (blanca, amarilla, roja), por el uso a que se destinan (conservación, consumo fresco). Además, en función del ciclo de cultivo se subdividen en tempranas, semitempranas y tardías. Las variedades de semilla de cebolla utilizadas en México es muy amplia, lo que permite su cultivo a lo largo del año y en distintas condiciones ambientales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Principales variedades de híbridos de cebollas empleados en México.

Nombre	Dia Corto	Dia Largo	Polinizacion Abierta	Nacionales
Blancas	Moon Light	Sterling	Cristal Wax	La Chona
	Eclipse	Diamante	Early White	Cojumatlán
	White Lisboa	Durango	Ringmaster	Santa Cruz
	Early Supreme	Astro	Colosal	Veracruz
	Granex 33	Atlas	Yellow Granex	
	Mercedes	Shasta	Texas Early	
	Fiesta			
Amarillas	Primavera	Guardián	New México	Cojumatlán
	Chula Vista	Sentinel	Texspan	Roja
	Granex Yellow	Cimarrón	Red Star	
	Red Granex	Zenith		
Rojas	Rojo PR T	Tango		
	Cristal Wax	Mercury		Criolla del País
		Fuego		
Cebollines	Eclipse	White Sweet		
		Española dulce		
		Blanca de Lisboa		
		Whitw globe		

Fuente: ASERCA, (1998).

Rotación y asociación de cultivos

En manejo ecológico se recomienda que la cebolla se alterne después de papa o camote, jitomate, chícharo, habas o pepinos, así como repetir el cultivo antes de 4 años. Si se manejara en asociación de cultivos, la cebolla puede sembrarse junto con la zanahoria, el jitomate, espinaca, pimiento y berenjena (Neri, 2002).

Siembra

El método en la siembra de esta planta se realiza en forma directa o en transplante, predominando la siembra directa como la de mayor uso en nuestro país. El sistema de

transplante o siembra en almácigos es utilizado en aquellos ranchos o plantaciones que orientan su producto a la exportación, cuyo destino principal son los Estados Unidos. (ASERCA, 1998).

Neri (2002) refiere que la época de siembra varía en función del destino del producto. Las cebollas para conservar en vinagre se siembran a finales de invierno o principio de primavera directamente en el huerto, a voleo o a chorrillo, las cebollas de primavera-verano para consumo fresco se siembran en semillero en agosto-septiembre o febrero-marzo. La cantidad de semilla necesaria para un metro cuadrado de semillero va de 3 a 4 g. Se transplantan en cuanto las plántulas echan la 4ª a 5ª hoja. Se plantan a una distancia de 15 cm dentro de la hilera y de 30 cm entre hileras. También se puede sembrar directamente en el huerto de 1 a 2 cm de profundidad, 20 cm de entre plantas y 35 cm entre hileras.

Plagas y enfermedades

Las plagas que pueden presentarse en la producción de cebolla son numerosas, entre las que se encuentran la mosca de la cebolla, que en producción ecológica se combate espolvoreando gránulos de azufre en las hileras. Las anguílulas se combaten quemando las partes afectadas y evitando plantar en el suelo afectado durante al menos seis años. Otras plagas que atacan las hojas son el gorgojo y el escarabajo. Entre las enfermedades de la cebolla encontramos el mildiu, la roya y la podredumbre blanca (bacteria). Entre las virosis destaca el mosaico de la cebolla (Neri, 2002).

Recolección

De acuerdo con Neri (2002), las cebollas de otoño-invierno para conserva se recolectan en julio o agosto, cuando presentan las hojas secas. Los bulbos se dejan secar al sol en lugar aireado. Las cebollas de los ciclos primavera-verano para consumo en fresco se cosechan de abril a julio escalonadamente. Las cebollas que se procesan se colectan cuando el aparato aéreo está seco. Seymour (1980) menciona que la recolección se lleva a cabo cuando los tallos comienzan a inclinarse hacia el suelo. Al cabo de unos días se arrancan las cebollas, se las deposita sobre la tierra para que reciban la mayor cantidad posible de calor solar para su curado.

Importancia económica y distribución geográfica

Los principales estados productores de cebolla en México son Tamaulipas, Guanajuato, Chihuahua, Morelos y Michoacán, que en conjunto arrojaron durante el año agrícola 1996 una producción conjunta de 470,005 toneladas que representan el 67% del total de la producción nacional de cebolla, cuya cifra alcanzada fue de 702,478 t. El ciclo agrícola de mayor contribución en la producción de cebolla, lo representa el Otoño-Invierno, con una participación durante 1996 del 63.02 %, lo que representó un total de 442,686 t (ASERCA, 1998).

Características mínimas de calidad para cebollas destinadas al mercado nacional

Clasificación: El tamaño, color, forma y sabor definen las características deseables de calidad de la cebolla; así, tenemos entonces que la cebolla tiene cuatro presentaciones principales, la cebolla blanca, amarilla, la roja y los cebollines.

Envasado y presentación: La cebolla producida en almácigos, cuyo producto, el cebollín, es vendido a los productores para su posterior trasplante a la parcela, reduciéndose los tiempos de cosecha con un producto de calidad media que tiene una buena aceptación en los mercados nacionales. En el producto de mayor calidad cada vez se utiliza menos la arpilla para el manejo, secado en campo y venta del producto.

Destinos y Comercialización.

En México, la producción de cebolla se orienta en su mayor parte al consumo directo (88 %), estimándose en alrededor del 12 % la que se utiliza para procesos de industrialización, sea en forma de sazónador, aderezo, producto deshidratado en polvo, granulado, picado, rebanado o bien en forma de hojuela, y una mínima parte se dedica a la obtención de aceites derivados de ella, su venta se concentra en alrededor de 20-30 empresas que se concentran en áreas como el Distrito Federal, Sinaloa, Guanajuato, Querétaro, Jalisco y Monterrey. (ASERCA, 1998).

4.3.2 El cultivo del chícharo

El chícharo pertenecen a la familia de las leguminosaeae, subfamilia de las *Papilionoideas*, siendo del género *Pisum* y especie *sativum* L.

Aspectos Botánicos

El chícharo es una planta anual herbácea. El sistema radicular es poco desarrollado en conjunto, aunque posee una raíz pivotante que puede llegar a ser bastante profunda.

Los tallos son trepadores y angulosos; respecto al desarrollo vegetativo existen unas variedades de crecimiento determinado y otras de crecimiento indeterminado, dando lugar a tres tipos de variedades: enanas, de medio enrame y de enrame.

Las hojas tienen pares de foliolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento.

La inflorescencia es racimosa, con brácteas foliáceas, que se inserta por medio de un largo pedúnculo en la axila de las hojas. Cada racimo lleva generalmente 1 ó 2 flores, pero también hay casos de tres, e incluso 4 y 5, aunque estos últimos son raros.

Las flores son de morfología típicamente papilionácea, y poseen simetría zigomorfa, es decir, con un solo plano de simetría. Consta de 5 sépalos, siendo los dos superiores variables, tanto en forma como en dimensiones, lo cual se utiliza como carácter varietal.

Las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según variedades. Las semillas de chícharo tienen una ligera latencia; el peso medio es de 0,20 g por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado la facultad germinativa es aún menor.

Requerimientos edafológicos

Aunque no sea particularmente exigente, el chícharo prefiere terrenos equilibrados, frescos y profundos. Prospera en los suelos poco húmedos y arcilloso; con el pH poco ácido o tendiente a la neutralidad, comprendido entre 6 y 6.5. Respecto a la salinidad, el chícharo es una planta considerada como intermedia en lo que a resistencia a la misma se refiere. El chícharo no requiere labores demasiado profundas, pero sí que la tierra quede suelta, bien aireada y mullida.

El clima ideal es el templado, aunque soporta bien el frío, siempre que no sea muy intenso. Según las regiones, puede sembrarse en otoño, prolongándose su ciclo hasta finales de primavera; y también puede sembrarse de enero-febrero, llegando su ciclo hasta el comienzo del verano. Sufre mucho con la sequía y las temperaturas elevadas,

que conllevan una floración anticipada en detrimento de la calidad del producto (Neri, 2002).

Variedades

En las variedades de chícharo hay que tener en cuenta las siguientes características:

- 1) Precocidad: tempranas (60 días): Alaska, Progress-9; medios (80-85 días): ardí y Sta. Elena 626; y tardías (105-110 días), Early Perfection.
- 2) Forma de la semilla en la madurez: lisos (Alaska, Sta. Elena 626 y Progress-9) o rugosos (ardí y Perfection). Se diferencia entre los chícharos de semilla lisa y los de semilla rugosa según la época de siembra, los primeros son propios para la siembra otoñal, contrario de los segundos, que son propios para el ciclo primavera-verano (Neri, 2002; Haro Quintero, 1987).
- 3) Color de la semilla en la madurez: verde, amarillo o blanco.
- 4) Tamaño de la planta: bajo o enano (40- 60 cm); semi-trepador (entre 0.70-1.30 m); y trepador o enrame (1.30-1.80 m).

Siembra

La inoculación artificial de la semilla o de los surcos de siembra es una alternativa a tener en cuenta en los casos en los cuales se detecta que las cepas nativas de *Rhizobium* no son suficientemente activas.

La siembra es directa, a una profundidad de 4-5 cm y puede realizarse de forma manual o mecanizada, en ambos casos se realiza a chorrillo y con densidad de 100 a 200 kg.ha⁻¹, según el grosor de las semillas. La distancia de siembra entre planta y planta es 12 cm, mientras que entre hileras de 12 a 20 cm. Desde que nacen las plantas hasta que se inicia la floración, cuando las temperaturas son óptimas, suelen transcurrir entre 70 y 120 días, según las variedades (Grupo Bio, 2004).

Este cultivo en óptimas condiciones de humedad del suelo necesita pocos riegos. Si el cultivo es de otoño-invierno, con un par de riegos es probable que sea suficiente, si es de invierno-primavera necesitará 3 ó 4 riegos. Como épocas importantes, en cuanto a la necesidad de humedad, hay que considerar la de floración y cuando las vainas están a medio engrosar. En invernadero, generalmente no es necesario abonar, ya que se trata de un cultivo secundario poco exigente en materia orgánica. Asimismo, los requerimientos en elementos minerales son relativamente bajos.

Plagas y enfermedades

El chícharo recibe ataque del gorgojo; cuyas larvas se ceban en los cotiledones de las plantas y las semillas excavando galerías. La sitona, por su parte, deposita los huevos en el interior de las vainas y, cuando nacen las larvas, perforan la semilla y la vacían. El chícharo sufre también los efectos de otros parásitos comunes de las leguminosas. Entre las enfermedades criptogámicas está el llamado mal de la tela (*Botrytis cinerea*), el mildiu, el oídio y la viruela. El oídio es la más peligrosa y se combate con baños de azufre, pero, sobre todo, hay que evitar mojar las hojas cuando el clima sea caluroso y húmedo (Neri, 2002).

Rotación y asociación de cultivos

En producción ecológica se recomienda no repetir el cultivo del chícharo (ni de otras leguminosas) en el mismo terreno durante al menos 3 ó 4 años. En asociación se lleva bien con zanahoria, coles, apio, lechuga, papa o rábano; y no es conveniente asociarlo con cebolla, ajo o perejil (Neri, 2002).

Recolección

Las épocas de recolección están ligadas a las fechas de siembra, a las características climáticas de la zona y a la precocidad de la variedad. El momento de la recolección será cuando las vainas estén llenas pero no dejando que los granos se endurezcan; como síntomas se utilizan el que los tegumentos se desprendan fácilmente al presionar los granos y que tanto éstos como las vainas mantengan exteriormente su color verde característico.

En el caso de chícharos destinados a la industria, es muy importante fijar el punto óptimo de la recolección. Para ello se determina la maduración adecuada con el índice tenderométrico, que nos indica la dureza del grano. En el caso de variedades de grano liso, que se endurecen antes, el índice suele estar en torno a 100. Para las variedades de grano rugoso el índice está alrededor de 125, salvo si son para congelación, en cuyo caso es similar al de grano liso para industria de conservas.

Importancia económica

En México, la producción de chícharo ecológico ha sido reportada como cultivo en la región noroeste del país, las características productivas de los últimos años, se exponen a continuación, ver (Cuadro 4).

Cuadro 4. Producción de chícharo ecológico en México del 2000 al 2004. Incluye riego y temporal.

Ciclo	Estados Productores	Sup. Cultiv. (ha)	Sup. Cosech. (ha)	Prod. (t)	Rend. (t/ha)	Precio Medio Rural (\$/t)	Valor de la Prod. (miles \$)
2000	BC, BCS y Son.	38.00	38.00	188.76	4.967	24,612.21	4,645.80
2001	BC, BCS y Son.	56.00	56.00	385.17	6.878	12,945.75	4,986.31
2002	BC y BCS	47.50	32.50	222.59	6.849	14,572.24	3,243.64
2003	BCS	25.00	25.00	171.74	6.870	14,743.29	2,532.01
2004	BC y BCS	65.00	65.00	336.25	5.173	22,174.34	7,456.12

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SAGARPA, SIACON, 2005).

Características mínimas de calidad para chícharos frescos destinados al mercado nacional

Clasificación: La norma mexicana NMX-FF-017-1982 establece las características de calidad que debe cumplir el chícharo en vaina (*Pisum sativum* L.) en estado fresco, destinado al consumo humano. El chícharo se clasifica de acuerdo a sus especificaciones en tres grados de calidad en orden descendente: A) México Extra; B) México 1 y; C) México 2.

El producto clasificado se designa por su nombre, tamaño y grado de calidad. El chícharo que no ha sido clasificado de acuerdo con alguno de los grados anteriormente enunciados se designará como "No Clasificado". El término "No Clasificado", no es un grado dentro del texto de esta norma, sino una designación que denota que ningún grado de calidad se ha dado al lote.

4.3.3 El cultivo de la verdolaga

La verdolaga pertenece a la familia de las portulacáceas, de nombre científico *Portulaca oleracea* L., fue una de las primeras plantas cultivadas por los hombres primitivos. Vavilov (1951), citado por Velasco-Velasco (1994), ubica como centro de origen Asia Central, entre Afganistán y la India. Cros, *et. al.* (2003) mencionan que a verdolaga es una planta silvestre que es cultivada en regiones tropicales como la India y Sudamérica para consumo humano y ganadero.

Aspectos Botánicos

La verdolaga es una planta anual, de 5 a 30 cm de longitud, tallos cilíndricos rastreros, succulentos de un verde oscuro y brillante. Presenta hojas alternas opuestas o subopuestas, de hasta 3 cm, espatuladas, muy gruesas, y las superiores verticiladas. Las flores son axilares, solitarias o en cimas paucifloras, con pétalos caedizos, de color amarillo. El fruto es un pixidio. La verdolaga es una especie de hábito terrestre, arvense y ruderal en asociación con bosques de encino (INIF, 1995). Crece en terrenos cultivados, con abundante abono y en tierras baldías.

Variedades

En México, la verdolaga que se cultiva mediante semilla que se obtiene de plantas silvestres. Sánchez (1980), citado por Velasco- Velasco (1994), menciona que en el Valle de México existen tres especies: *Portulaca pilosa*, *P. mexicana* y *P. oleracea*. La Universidad Autónoma Chapingo ha obtenido en sistema de invernadero y en campo la variedad experimental UACH-2003 (Lagunes-Fortiz, 2005). Palaniswamy (1998) refiere dos cultivares de verdolaga “hoja dorada” y “hoja verde”, de una selección de semillas de Jhonny (Albion, ME). También, en Estados Unidos se encuentran empresas comerciales que ofertan la variedad “Goldberg” (Portal Internet, 2006). Las características entre las plantas silvestres y cultivadas reportadas por López (1988), nos muestran que la verdolaga cultivada acomoda sus caracteres morfológicos, (Cuadro 5).

Cuadro 5. Características morfológicas entre verdolaga silvestre y cultivada.

Carácter	Silvestre	Cultivada
Hábito principal	Extendido-amacollado	Recto y macollo
Longitud del tallo (cm)	15	26
Color de tallo-hojas	Bordes rojizos	Bordes verdes
Sabor de tallo-hojas	Amargo/no amargo	No amargo
Grosor del tallo (mm)	3	5
Filotaxia	Alterna helicoidal	Opuesta decusada
Consistencia del tallo	Fibroso o succulento	Suculento
Hojas mayores (cm)	1.39	3.2
Largo de hojas (cm)	1.24	2.1
Ancho de hojas (cm)	0.50	2.0

Requerimientos edafológicos

El cultivo de la verdolaga requiere de suelos blandos, con materia orgánica, pero ésta no es indispensable. Para su crecimiento se necesita de mucha humedad; de hecho, crece muy bien a la orilla de los ríos. No precisa de fertilizaciones. Pueden crecer a pleno sol o a media sombra. Conviene cultivarlas en climas de subtropical a templado (Mendoza-Rodríguez, 1999).

Siembra

La verdolaga es una especie que requiere de suelo poco manejado, no es necesario el uso de almácigo. Su siembra se puede realizar superficialmente en los costados de la siembra de maíz casi todo el año, de primavera a otoño, salvo en el período de heladas. Se siembra a chorrillo, por lo que se requieren de 2 kg.ha⁻¹ (Mendoza-Rodríguez, 1999).

Plagas y enfermedades

En el caso de la verdolaga debido a su metabolismo fisiológico (C4) y rápido crecimiento, que resulta en un ciclo de vida corto, es considerada como una maleza para muchos cultivos. Holm *et al.* (1991), citado por Santos, *et al.* (2003), mencionan que especies de malezas como el bleo y la verdolaga son consideradas agresivas en climas tropicales y subtropicales. Muchas citas de este tipo se encuentran en la literatura con sus respectivos métodos de control.

Por otra parte, estudios realizados en Colorado State University (Internet, 2006) refieren que el gusano cogollero, parecido al gusano picudo del tomate, se alimenta de la verdolaga, pero raramente le hace daño significativo. Sin embargo, la verdolaga poco se desarrolla en áreas con mantillos, y el mantillo colocado sobre la verdolaga por lo general la asfixia. Lagunes-Fortiz (2005) describe que las plagas que presenta la verdolaga son el gusano trozador que ataca principalmente en tallos, también la gallina ciega, trips, pulgón y la oruga de la verdolaga, oruga de 20 a 25 mm de largo de color verde claro-amarillento, se alimentan de las hojas hasta su defoliación. En cuanto a enfermedades puede presentar pudriciones ocasionadas por bacterias y hongos (Martínez, 2002; citado por Lagunes-Fortiz, 2005).

Recolección

El aprovechamiento de esta especie es generalmente doméstico. La mayor parte de lo que se colecta es utilizada en autoconsumo (INIF, 1995). Se pueden esperar

rendimientos por corte de 7,000 kg.ha⁻¹ (Mendoza-Rodríguez, 1999), aunque en sistemas hidropónicos bajo invernadero se han logrado producir el equivalente a 200,000 kg.ha⁻¹ en el primer corte (Lagunas-Fortiz, 2005).

Características mínimas de calidad para verdolaga fresca destinada al mercado nacional.

Clasificación: Aun no se ha desarrollado un sistema de clasificación para la verdolaga, pues su venta se realiza en manojos que se preparan mientras es cosechada.

Envasado y presentación: En los mercados de la Región Central de México, la verdolaga se vende en fresco en manojos de aproximadamente 0.50 kg; dos centros importantes de abastecimiento de verdolaga se localizan en Cuautla, Mor. y Xochimilco, D.F.; en el primer caso la verdolaga se vende en manojos sin raíz, en bolsas de plástico grandes; mientras que en Xochimilco los manojos se venden con raíz y sin bolsas.

Importancia económica

La verdolaga es una especie rica en sales minerales y contiene un alto contenido de nutrimentos esenciales que son frecuentemente deficientes en nuestra dieta, entre los que se encuentran diversos ácidos grasos (ac. linoléico, omega 3 y 6), ha sido usada tradicionalmente en muchos tratamientos de la salud en los que se incluyen desórdenes e inflamación del sistema digestivo, corazón, sistema nervioso, piel y articulaciones (Cros, *et. al.*, 2003; Anónimo, 1986).

Los datos sobre la producción de verdolaga en México correspondientes a los años 2000 a 2004 muestran el incremento de las áreas de cultivo, lo que puede ser un indicador de la importancia que está cobrando el cultivo en el mercado (Cuadro 6).

Cuadro 6. Producción de verdolaga en México del 2000 al 2004.

Ciclo	Estados Productores	Sup. Cultiv. (ha)	Sup. Cosech. (ha)	Produc. (t)	Rend. (t/ha)	Precio Medio Rural (\$/t)	Valor de la Prod. (miles \$)
2000	BC, Edo. Méx., Morelos	160.00	159.00	1,325.00	8.333	2,318.05	3,071.42
2001	BC, Edo. Méx., Morelos	211.00	211.00	1,489.00	7.057	2,848.19	4,240.95
2002	BC, Edo. Méx., Morelos	475.00	475.00	5,602.00	11.794	2,641.61	14,798.3
2003	BC, Edo. Méx., Morelos	682.00	682.00	8,352.50	12.247	3,415.40	28,527.1
2004	BC, Edo. Méx., Morelos	410.60	400.60	4,708.00	11.752	2,187.51	10,298.8

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SAGARPA, SIACON, 2005).

4.3.4 El cultivo de la zanahoria

La zanahoria pertenece a la familia de las umbelliferae y su nombre científico es *Daucus carota* L. La zanahoria que hoy se cultiva se considera fue resultado del cruzamiento entre las especies *Daucus carota ssp carota* (zanahoria silvestre que se encuentra con mayor frecuencia en Europa y el sureste de Asia) y la *Daucus carotta ssp. maximus* (zanahoria silvestre presente desde la región del mediterráneo hasta Irán), en vista de que la mayor parte de las características morfológicas de las zanahorias cultivadas tienen similitud con ambas especies. Sin embargo, otra hipótesis plantea que la zanahoria violeta proviene de la forma cultivada más antigua de Afganistan (*Daucus sativus ssp. afghanicus*) y que probablemente esta subespecie tomó parte en la formación de la zanahoria cultivada de occidente (ASERCA, 2000).

Aspectos Botánicos

La zanahoria es una planta de ciclo vegetativo bienal. Durante el primer año se forma una roseta de pocas hojas y la raíz. Después de un período de descanso, se presenta un tallo corto en el que se forman las flores durante la segunda estación de crecimiento.

La zanahoria es una raíz napiforme, de forma y color variables, tuberosa en su parte superior (parte comestible) y sus raíces laterales relativamente pequeñas; su tallo es corto y aplanado con un penacho de hojas simples. Tiene función almacenadora, y presenta numerosas raíces secundarias que sirven como órganos de absorción. Sus flores son pequeñas de color rosado o blanco, formando una umbela; con largas brácteas en su

base, agrupadas en inflorescencias en umbela compuesta. Poseen flores hermafroditas y flores masculinas, la fecundación es alógama y entomófila. El fruto es diaquenio soldado por su cara plana. Las semillas son elípticas, poseen un lado convexo y otro plano y conservan su poder germinativo de 3 a 4 años.

La zanahoria es un cultivo de fotoperíodo neutro, sin embargo requiere de una buena iluminación, la cual será modificada según la densidad de siembra, el sistema de poda y el tutorado. Prefiere los climas templados frescos, las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo oscilan entre 15° C a 25° C; pues éstas sí pueden determinar el crecimiento de las zanahorias: a) zanahorias largas crecen entre 10-15 °C, b) zanahorias redonda entre los 15 a 21 °C y c) zanahorias chata entre los 21 a 26 °C (Neri, 2002); y una humedad relativa (HR) del aire entre el 70 y 80 %.

Variedades

Según la longitud de la raíz, se distinguen la zanahoria chata, la redonda y la larga. Además hay variedades tempranas, medio tempranas y tardías, lo que permite disponer de zanahorias frescas casi todo el año.

Requerimientos Edafológicos

El suelo ideal para el buen crecimiento de la zanahoria es suelto, equilibrado, silíceo o calcáreo arcilloso, rico en materia orgánica y sin encharcamiento. Deben evitarse los suelos pedregosos, ya que causan la bifurcación de la raíz. Seymour (1980) menciona que como la mayoría de las raíces, se ahorquillan si se plantan en un suelo que recientemente haya sido muy abonado con estiércol o compost, aunque de hecho el compost bien descompuesto no parece afectarles tanto. Sobre este punto, Neri (2002) nos dice que evitar el uso de estiércol fresco porque, además de causar bifurcaciones en la raíz, crea un hábitat favorable al desarrollo de enfermedades criptogámicas, podredumbres y atrae a la mosca, por lo que sería más conveniente distribuir el abono de estiércol en el cultivo que precede a la zanahoria. No les conviene el suelo ácido, preferible un pH 6.

Rotación y asociación de cultivos

La zanahoria aprovecha la fertilidad residual dejada por un cultivo anterior. Sucede bien al poro y al ajo. El cultivo de zanahoria y poro juntos protege contra los ataques del gusano del poro y de la mosca de la zanahoria y para evitar los ataques parasitarios se

aconseja no repetir el cultivo en el mismo suelo antes de que hayan transcurrido tres años. En asociación, la zanahoria puede sembrarse con el rábano, la espinaca, el chícharo y la lechuga (Neri, 2001).

Siembra

Las variedades tempranas se siembran de enero a marzo; las tardías se siembran desde a finales de agosto hasta octubre, los días del cultivo van de 80 a 150 días. Las semillas se distribuyen al voleo o en hileras (chorrillo), a pocos milímetros de profundidad. En la siembra en hileras, la distancia dentro de la hilera será de 5 a 6 cm y de 20 cm entre hileras, por lo que se requieren aproximadamente de 8.5 kg.ha⁻¹ (Grupo Bio, 2003).

El cultivo de la zanahoria requiere de cuidados medios, prevén escardas y cavas para eliminar las malas hierbas que son especialmente peligrosas debido al lento crecimiento de esta hortaliza. El aclarado se efectúa cuando las plántulas han alcanzado 2 a 3 cm de altura y tienen la cuarta hoja.

Los riegos se dosifican según la estación y las condiciones climáticas (Neri, 2002). Durante el desarrollo del cultivo de zanahoria los periodos críticos en que necesita un buen suministro de agua son: antes y después de la siembra, durante el crecimiento, el desarrollo vegetativo, y el desarrollo del fruto (ASERCA, 2000).

Plagas y enfermedades

Las plagas a la cuales la zanahoria es susceptible son el pulgón, gusanos grises, mosca de la zanahoria y nemátodos. Mientras que las enfermedades que le causan daño se encuentran la esclerotina (pudrición de la raíz), oído o blanquilla, mildiu, el picado y la quemadura de las hojas. Las malezas que pueden causar perdidas en el cultivo son: zacates o gramíneas, ciperáceas como el coyolillo (*Cyperus rotundus*), verdolaga (*Portulaca* sp), flor amarilla (*Baltimora recta*) y otras. Se pueden controlar de manera cultural, mecánica y bioquímica.

Recolección

La cosecha se realiza de manera escalonada cuando la raíz ha alcanzado un tamaño apreciable y presenta una pulpa crujiente (Neri, 2000). Aunque, la cosecha de la zanahoria esta determinada en gran medida de las necesidades del mercado, el cual nos

determina el tamaño, calidad, presentación (con o sin hojas, empacada, en trozos, entre otras) y en gran medida el cultivar que llene todas estas exigencias.

El proceso de recolección comienza con el arrancado de las plantas, selección de las mismas y lavado. El arranque se hace manualmente en áreas pequeñas, el suelo no debe estar muy húmedo (capacidad de campo del 50%) para evitar que se adhiera mucha tierra a la raíz. Para la conservación térmica de la zanahoria se recomienda temperaturas entre 0 a 2 °C y una humedad relativa entre el 90 y 95 %.

Importancia económica

La zanahoria se consume principalmente fresca, y en la industria sirve como materia prima para la elaboración de jugos, conservas, entre otros productos procesados.

La producción de en México de zanahoria nantes ha tenido un crecimiento tanto en superficie cultivada y producción, según los últimos reportes correspondientes a los años 2001 al 2004, ver (Cuadro 7).

Cuadro 7. Producción de zanahoria nantes del 2001 al 2004. Incluye riego y temporal.

Ciclo	Estados Product.	Sup. Cultiv. (ha)	Sup. Cosecha da. (ha)	Produc. (t)	Rend. (t/ha)	Precio Medio Rural (\$/t)	Valor de la Prod. (miles \$)
2001	BC y Zac.	102.00	102.00	2,183.62	21.408	2,222.21	4,852.46
2002	BC y Edo. Méx.	584.00	584.00	12,826.99	21.964	1,680.30	21,553.21
2003	BC, Edo. Méx. y Tlax.	686.00	684.00	20,808.32	30.422	1,286.73	26,774.79
2004	BC, Gto. Y Edo. Méx.	1,507.00	1,465.00	30,623.45	20.903	1,225.58	37,531.44

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SAGARPA, SIACON, 2005).

Características mínimas de calidad para zanahoria fresca destinada al mercado nacional.

En México, la producción de zanahoria es canalizada en su gran mayoría por el mercado nacional. La venta en el mercado nacional se hace esencialmente en estado fresco, el cual representa el 90%, el restante 10% es destinado para el uso agroindustrial, sobre todo en la elaboración de ensaladas, así también como complemento de chiles enlatados.

De las distintas variedades de zanahoria que se producen en el país, se distinguen tres tamaños:

- 1) **Zanahoria leña o larga:** es aquella que en el mercado se distingue como de mayor tamaño, es decir superiores a los 12.5 cm y un grosor entre 2 a 4 cm. Este tipo de tamaño es el que se utiliza para exportación, ya que reúne las condiciones necesarias para soportar traslados lejanos.
- 2) **Zanahoria mediana:** es la que mayor preferencia tiene en el mercado nacional, que se ubica entre 9.5 a 12.5 cm de longitud y de 2 a 3 cm de grosor.
- 3) **Zanahoria polvo o chata:** es la que encontramos en el mercado de menor tamaño, y cuyo uso es agroindustrial en la elaboración de ensaladas y como complemento de chiles enlatados. Su tamaño es menor a 9.5 cm de longitud (ASERCA, 2000).

4.4 El procesamiento ecológico

En México, la información que se tiene a cerca de este tema es poca, la Ley de Productos Orgánicos, como se ha especificado anteriormente, sólo menciona su definición, pero no los caracteriza. Por esta razón, cabe señalar la clasificación que llevan a cabo Harding y Davis (2005), basados en el Código de Regulación Federal (7 CFR 205-100-290) implementado en Estados Unidos en octubre del 2002 y, tomando en cuenta que el mercado de los productos orgánicos nacionales se destinan al mercado de los Estados Unidos, las siguientes categorías son aplicables tanto a productos naturales como procesados.

- 1) **100 % Orgánico.** Un producto de venta, etiquetado, o representado como 100 % orgánico debe contener solamente 100 % de producto crudo o ingredientes producidos orgánicamente, incluyendo los aditivos de procesamiento, con excepción del agua y la sal, los cuales son eximiles.
- 2) **Orgánico.** Un producto de venta, etiquetado, o representado como ecológico debe contener 95 % o más de producto crudo o ingredientes producidos orgánicamente. Los ingredientes restantes deben ser orgánicos, al menos que no estén disponibles comercialmente o no son sustancias de tipo agrícola o no son

productos agrícolas producidos orgánicamente compatibles con la lista nacional (NOP 205.601-606).

- 3) **Elaborados con ingredientes orgánicos.** Un producto de venta, etiquetado, o representado como elaborado con ingredientes orgánicos debe contener solamente 70 % o más de producto crudo o ingredientes producidos orgánicamente. Los ingredientes restantes deben ser orgánicos, al menos que no estén disponibles comercialmente o no son sustancias de tipo agrícola o no son productos agrícolas producidos orgánicamente compatibles con la lista nacional (NOP 205.601-606).
- 4) Los **productos que contienen menos del 70 %** de ingredientes orgánicos puede solamente identificar los ingredientes orgánicos certificados sobre el área de información, puntualizando con “ingrediente orgánico”, o empleando un asterisco para indicar el ingrediente orgánico.

También estos autores mencionan los puntos críticos para la certificación de productos orgánicos que pueden ser aplicados a los productos orgánicos procesados, como son:

- 1) Tipo de producto orgánico (100 %, 95 %, 70%, etc.). Detallado en la formulación para cada tipo de producto.
- 2) Fuente de verificación de materiales crudos e ingredientes (orgánicos y no orgánicos), incluyendo los aditivos y conservadores, etc.
- 3) Claramente definir el procedimiento técnico de manufactura, único y propiedades de proceso, métodos de extracción, etc.
- 4) Distribución de la planta, diagrama de flujo para cada producto ecológico y equipo; incluyendo capacidad, programa de aseguramiento de la calidad, laboratorio de prueba, muestreo, etiquetado de producto y almacén.
- 5) Programa de mantenimiento y limpieza, procedimientos de operación empleado normalmente, etc.
- 6) Programa de manejo de control de plagas, materiales y procedimientos apropiados, etc.
- 7) Programa de trabajo (lotes), separación de producto, prevención y posible contacto de contaminantes desde el inicio hasta el final del sistema.

- 8) Sistema de inspección de auditoria y sistemas de verificación de entrada y salidas de almacén para la descripción de las fuentes de compra desde su origen hasta el embarque del producto final.

En cuanto al tipo de empaque para el procesamiento orgánico se sugiere el uso de vidrio por las siguientes ventajas: son usados principalmente para productos líquidos o sólidos en líquidos; son impermeables al agua, gases, olores, etc.; son inertes; se pueden someter a tratamientos térmicos; son transparentes; realzan el contenido que contienen. Sin embargo, esto puede ser un problema para los productos que son sensibles a la luz. También, los costos energéticos para el reciclado del vidrio son mayores que el plástico; y por su fragilidad se deben tener cuidado en las líneas de envasado (Moigne Le, 2002)

4.5 Pruebas de análisis bromatológico y microbiológico

La expresión analítica general de los componentes de los alimentos no pretende determinar su complicada composición de forma más o menos completa.

Ordinariamente, se realizan unas pocas determinaciones convencionales de grupos de componentes afines, las cuales sirven para calificar su valor. Estas determinaciones típicas convenciones son las siguientes:

- 1) **Humedad:** se determina por evaporación, en estufa de vacío, hasta peso constante.
- 2) **Cenizas (o sustancias minerales):** Se determinan por incineración de la muestra, en un crisol de platino, a 600-700 °C. Las sales que se descomponen al calcinar, como los carbonatos, se transforman en óxidos, de carácter básico y valorables por alcalimetría. Las sales de ácidos orgánicos también dan, óxidos básicos.
- 3) **Proteínas:** Se determinan valorando el nitrógeno total por el método de Kjeldahl y multiplicando por un factor que depende del producto analizado. Todos los compuestos nitrogenados existentes en la muestra (aminoácidos, sales amónicas, aminas, etc.) se dan, en este método empírico y convencional, como proteína total.

- 4) **Fibra cruda:** Se determina atacando la muestra con HCl y NaOH, en caliente, hasta dejar sólo la parte no digerible, que es, principalmente, celulosa. Representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos.
- 5) **Extracto libre de N:** Se determina por diferencia entre el total y la suma de los valores anteriores. Representa, aproximadamente, a los carbohidratos distintos de la celulosa, es decir, almidón, hemicelulosa, gomas y azúcares reductores y no reductores, e incluye la lignina. En algunos casos se valora también el almidón. Para ello se extrae la muestra con H₂O, luego se hidroliza el resto con HCl y se valoran los azúcares reductores formados.

Las hortalizas contienen una escasa proporción de ácidos libres, lo que repercute en el pH, que oscila, aproximadamente, entre 5.5 y 7; es decir, son menos ácidas que las frutas y, como consecuencia, de más difícil conservación (los alimentos de pH superior a 4.5 requieren temperaturas de esterilización superiores a 100 °C, ya que en ellos se pueden desarrollar bacterias de alta resistencia al calor). Los ácidos predominantes son el cítrico, el málico y el oxálico. La presencia de ácido oxálico es importante en la alimentación, ya que favorece la formación de cálculos renales, en las personas que tienen esta tendencia fisiológica; desde el punto de vista tecnológico, contribuye a la corrosión interna de los envases de hojalata.

Por otra parte, el manejo de los alimentos debe asegurar su sanidad e inocuidad de los mismos, sin embargo, Frazier y Westhoff (2003) explican que la contaminación por microorganismos en frutas y hortalizas se inicia a partir de la recolección y en cada una de las operaciones o manejos a que son sometidas; en un perfil microbiológico general de hortalizas cosechadas la oscilación cuantitativa aproximada de microorganismos aislados son de gran importancia las bacterias, en las que se incluyen *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Erwinia*, *Xanthomona*; entre las gramnegativas: *Micrococos*, *Bacillus*, Bacterias lácticas, corineformes; entre 10^3 - 10^7 .g⁻¹; mientras que de mohos identificables tenemos: *Fusarium*, *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Penicilium*, *Sclerotinia*, *Botrytis*, *Rhizopus* en cantidades que van de 10^3 - 10^4 .g⁻¹.

En lo referente a la microbiología de los alimentos especies de gran impacto en la salud de los consumidores son las salmonelas (*Salmonellas* sp.) bacilos gramnegativos, aerobios facultativos, flagelados y móviles, oxidasa negativos, habitualmente no

fermentadores de la lactosa, pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae*, que originan en el ser humano una variedad de enfermedades infecciosas como son la fiebre tifoidea, la bacteriemia primaria, la bacteriemia secundaria (enteritis), la infección focal digestiva y no digestiva y el estado de portador crónico asintomático (Sánchez- Martínez, *et al.* 2003), de ahí la importancia de la cuantificación de especies coliformes en los alimentos.

4.6 Pruebas de preferencia en evaluación sensorial

Stone (1999) refiere que la Evaluación Sensorial es una ciencia que mide, analiza e interpreta las reacciones sensoriales de la vista, olfato, oído, gusto y textura (o cinestesis) de los productos. Es una ciencia de personas, esto es, las personas son esenciales para obtener información acerca de los productos.

De la definición anterior se desprende que la evaluación sensorial lleva a cabo mediciones de las reacciones sensoriales de las personas, para ello, Peryam (1964) define que las pruebas de medición psicológicas que se emplean en la evaluación sensorial se clasifican según la clase de desempeño psicológico requerido de la persona como:

- 1) **Afectivas:** Se basan en la preferencia, placer -displacer o, gusto-disgusto;
- 2) **Discriminativas:** Se fundamentan en la opinión, la cual puede ser considerada con diferencia por sí misma o la diferencia que existe sobre una dimensión especificada;
- 3) **Descriptivas:** requieren de la clasificación de algunas dimensiones separables cualitativamente la cual explica su tendencia de las personas hacia los productos.

De manera práctica Müller y Ardoíno (1983) proponen los siguientes conceptos:

- 1) **Pruebas de preferencia (afectivas):** Se pregunta a cada panelista si prefiere una muestra sobre otra. Un ejemplo puede ser una característica como el brillo, el sabor, etc.
- 2) **Pruebas de diferencia (discriminativas):** El reto de cada panelista es determinar si existen o no diferencias entre dos o más muestras.
- 3) **Pruebas descriptivas:** Se pide a los jueces que den una opinión acerca de un solo producto. Por ejemplo textura, sabor, etc.

Ellis (1968) refiere que las pruebas de preferencia se refieren a todas las pruebas afectivas basadas sobre una medición de preferencia, o una medición a partir de la cual la preferencia puede ser determinada (placer-displacer, gusto-disgusto). Cuando se ordena por preferencias, al panelista se le presentan muestras codificadas para que él las ordene de acuerdo a su preferencia como la 1^{a.}, 2^{a.}, 3^{a.}, etc.

La preferencia como es usada en evaluación sensorial ha sido definida por Amerine, *et al.* (1965), citado por Ellis (1968), como sigue:

- 1) Expresión del mayor grado de gusto.
- 2) Elección de algo (objeto) sobre otros.
- 3) Psicológicamente es la continuidad de afectividad (placer-displacer; gusto-disgusto) sobre la cual las elecciones son basadas. Esta continuidad es también referida como el grado de gusto o disgusto.

Sin embargo, la misma autora menciona que las pruebas de preferencia son usadas algunas veces como equivalente a la aceptación. Los dos términos son relacionados, pero no son lo mismo. La aceptación ha sido definida por Amerine, *et al.* (1965), citado por Ellis (1968) como sigue:

- 1) Una experiencia, o rasgos de una experiencia caracterizada por una actitud positiva (cercana al placer):
- 2) Utilización actual (compras, comida). Puede ser medida por preferencia o gusto por un artículo específico de comida.

Además, algo relevante que menciona la autora es que, muchas veces se recomienda la metodología de preferencia para determinar diferencia. Los métodos de preferencia pueden ser usados para determinar diferencias en preferencia, pero no diferencias en sí mismas; las pruebas discriminativas basadas en opinión (triangular, duo-trío, comparación de pares) debería ser empleada para este propósito. Las pruebas de diferencia deberían preceder a las pruebas de preferencia; si no hay diferencia, no podría haber preferencia.

Pedrero y Pangborn (1989) explican que las pruebas de preferencias se basan en captar la opinión de un grupo de consumidores de acuerdo a su aprecio personal o preferencia de un alimento o producto. La población elegida para la evaluación debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas

personas no deben conocer la problemática del estudio sino solo entender el procedimiento de la prueba y responder a ella. El objetivo de esta prueba es de ordenar, según las opiniones de un grupo de consumidores, un par o serie de muestras de acuerdo con un aprecio personal o una preferencia. Según el objetivo de la evaluación sensorial, las muestras no necesariamente deben ser homogéneas; una prueba afectiva permite comparar peras con manzanas, gatos y perros, e incluso perros y manzanas.

Müller y Ardoíno (1983) explican la metodología que se sigue en las pruebas de evaluación sensorial, cada prueba sensorial consta de tres partes: elaboración del formulario, realización de la prueba, análisis estadístico de resultados. Estas pruebas se hacen con una, dos, tres o más muestras pero no una cifra muy alta (como 25 por ejemplo) porque es imposible con esa cantidad percibir diferencias o preferencias y, si se hace, se hace mal. Es muy importante que los formularios que se entregan a cada panelista estén redactados en forma precisa y clara, de modo que no se tengan dudas o se realicen interpretaciones personales. Hay que insistir en la importancia de no mezclar pruebas sino limitarse a contestar lo que se pregunta.

Para las pruebas se emplean platos blancos, tenedor y cuchillo y un vaso con agua. La temperatura del producto debe ser la habitual de consumo. El tamaño de la muestra debe ser adecuado, ni excesiva, ni escasa.

La codificación de la o las muestras es crucial. Se asignan letras o números de tres cifras que no induzcan a error ni motiven a sacar conclusiones equivocadas. Una forma de ayudar a la objetividad consiste en ir rotando el orden de las muestras a los diferentes panelistas.

Al trabajar con alimentos, el nivel aceptable de confianza para la evaluación estadística de los resultados es de 95 %.

Las pruebas descriptivas y de preferencia para conocer la opinión del panel o los consumidores emplean escalas, las cuales pueden ser de tipo estructurada y no estructurada, a saber:

- 1) **Escalas estructuradas:** En estas pruebas los panelistas o consumidores tienen definiciones bastante precisas y claras para cada evaluación. Se puede hacer con números o con definiciones: Por ejemplo, para una escala de calidad se puede tener: 1. malo, 2. muy pobre, ..., 9. muy bueno, 10. excelente.

Las escalas estructuradas se subclasifican en otros tres tipos de escalas: de **calidad**, se pide que opine sobre la calidad, si es buena o mala; de **intensidad**, se plantea la pregunta en términos de intensidad de alguna(s) característica(s) del producto; **hedónica**, se pregunta si gusta o no gusta.

- 2) **Escalas no estructuradas**: En este caso el panel recibe una escala de dimensión conocida, por ejemplo 10 cm, con un punto superior que equivale a muy bueno y un punto inferior que equivale a muy malo. Se pide a los panelistas que marquen en la escala el valor que consideren, sin saber que la escala mide 10 cm. Esta escala no tiene referencia.

Existen también otras pruebas como la basada en escala de ordenación. En ésta, se pide a los panelistas ordenar las muestras de acuerdo a cierto parámetro tal como la intensidad del color, del sabor, etc. Otras consisten en determinar el perfil de textura o sabor de un producto. Son pruebas más complejas, no de uso corriente y más bien empleadas para adiestrar a paneles más profesionales.

Los factores que influyen en la preferencia o aceptación de un producto por el consumidor son múltiples y, consecuentemente, influyen en su intención de adquisición o compra. Dentro de estos factores puede estar la expectativa creada por las características propias del producto (color, sabor, olor, consistencia, entre otras) y otro, por el tipo de presentación que se le da con el tipo de empaque y uso de etiquetas, de ahí que la presentación de un producto sea el primer contacto entre el individuo y el producto; entonces, muchas veces influye más sobre otras características propias del producto.

Por lo anterior, es necesario conocer cuáles son las características del producto y de su presentación de éste que los consumidores prefieren o no de los productos que se ofertan en el mercado al cual se destina el producto de interés, para ello se utilizan las pruebas de evaluación sensorial de preferencia y/o aceptación.

El índice R en la evaluación sensorial

El índice R, como criterio múltiple, y el uso de los procedimientos forzados son dos estrategias experimentales para disminuir las respuestas desviadas en las pruebas de diferencia y ordenamiento sensorial (O'Mahony, 1992).

El mismo autor menciona que el índice R es un tipo de análisis de datos y no un método de medida, mientras que las pruebas de procedimientos forzados indican la dirección de la diferencia y permiten el “calentamiento” previo a los panelistas a fin de familiarizarse con los productos que evaluarán sensorialmente; lo que permite reducir la desviación de respuestas en pruebas sensoriales.

Además, el índice R es un procedimiento de clasificación por ordenamiento que proporciona una medida numérica del grado de la diferencia entre dos tipos de alimentos en términos de una probabilidad de escoger correctamente uno de ellos cuando son presentados en una comparación de pares, así como para analizar la posición de datos en una prueba de preferencia (Vié *et al.* 1991, citados por O'Mahony, 1992). Si los consumidores ordenan un conjunto de alimentos según su preferencia, sus datos pueden ser combinados dentro de una matriz simple, cuya metodología de cálculo se explicará más adelante. En este caso, los valores del índice R proporcionan una probabilidad estimada de que un grupo de consumidores preferirán un alimento a otro, cuando los dos son presentados en pruebas de preferencia apareadas.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización y características del área de estudio

La investigación en su fase experimental de campo se llevó a cabo en el predio de producción ecológica denominado “Jurásico”, de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), que está bajo el cuidado del Departamento de Agroecología.

Chapingo se ubica en las coordenadas 19°29' de latitud norte y 98°53' de longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 2,250 m.

Las condiciones climáticas que presenta, según las modificaciones hechas por García (1981) al sistema de clasificación climática de Köppen, describen al sitio como un clima C(W_o)b(i')g que significa el más seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano; su temperatura media anual es de 15.6 °C y la del mes más frío (enero) oscila de -3 °C a 18 °C, tiene verano fresco, la temperatura del mes más cálido es menor de 22 °C (abril); con poca oscilación térmica anual que varía entre 5 y 7 °C. El mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano, por lo que la marcha de la temperatura es de tipo Ganges. En cuanto al régimen de humedad, la precipitación media anual es de 644.8 mm, en el mes más lluvioso precipita arriba de 100 mm (junio) y en el más seco es menor de 40 mm (febrero).

5.2 Producción de hortalizas ecológicas

De las prácticas culturales mencionadas por Silguy (1999), el manejo de la producción con rotación de cultivos, uso de acolchado, abonado con composta, control de malezas con manejo manual y el uso riego, fueron algunas de las acciones implementadas en esta investigación.

Las especies cultivadas se manejaron ecológicamente durante los ciclos primavera-verano de los años 2004 y 2005, con y sin el uso de acolchado; en el primer año se empleó película plástica y acolchado vegetal de paja seca de avena en el segundo, aplicadas en parcelas divididas en bloques al azar. El patrón de rotación de especies seguido fue: cultivo agotador – cultivo mejorador – cultivo medianamente agotador – cultivo menos agotador, (Cuadro 8).

Cuadro 8. Rotación de cultivos seguida en el proceso de producción.

Establecimiento original 2004	Especie que le sucedió 2005	Características de la Especie que lo sucedió
Cebolla	Verdolaga	Menos Agotadora
Chícharo	Cebolla	Medianamente Agotadora
Verdolaga	Zanahoria	Agotadora
Zanahoria	Chícharo	Mejoradota

El material genético que se utilizó, en los ciclos agrícolas 2004-2005, fue de distintos orígenes, se empleó semilla comercial en el caso de la cebolla y zanahoria; en tanto que para chícharo y verdolaga se sembró simiente criolla. Los cultivos de cebolla y chícharo fueron transplantados a campo después de permanecer en el almácigo en condiciones de invernadero, esto fue necesario para evitar que sufrieran daño por heladas (características de la zona de cultivo en los primeros meses del año enero-marzo) en las primeras etapas de su ciclo fenológico (germinación e inicio de crecimiento vegetativo) y esto nos permitió adelantar la producción de estos cultivos; mientras que la verdolaga y zanahoria tuvieron siembra directa. El sustrato empleado en el almácigo fue “peat moss” comercial.

La asignación del lugar que ocuparon los cultivos en el predio fue asignado aleatoriamente en el ciclo 2004 y luego se siguió un esquema de rotación antes mencionado (Cuadro 8), ver Figuras 4a y 4b.

El control de malezas se llevó a cabo semanalmente para cada repetición, mediante escardas manuales y por eliminación de las plantas, a partir de la siembra y transplante hasta la cosecha.

El riego se proporcionó con un sistema de baja presión con el uso de cintas, desde la siembra y el transplante hasta el establecimiento del periodo de lluvias. El sistema de riego se abrió hasta el punto de capacidad de campo y cierre de las líneas de humedad en el suelo cultivado, el tiempo de riego osciló entre las 8-12 horas, con un gasto de $L.h^{-1}$. Hay que señalar que el riego cobra relevancia cuando la precipitación natural no se presenta o es insuficiente para cubrir las necesidades del cultivo. El riego de baja presión permitió tener un mejor control en el uso del agua; además, puede haber un ahorro considerable del agua al evitar pérdidas por escurrimientos y evaporación si éste hubiera sido de tipo rodado con el uso de canales. En cuanto a infraestructura que utilizó

fue un dispositivo control (cabezal), filtro (para evitar taponamientos) y mangueras plásticas con goteros para la distribución del agua en los lotes. Un aspecto importante a cuidar en este sistema de riego es la presión que se genera en las mangueras, pues se debe evitar que haya rompimientos o se separen del sistema de suministro.

Para el control de plagas y enfermedades no fue necesario aplicar métodos de control en ningún caso, pues no se presentaron infestaciones ni incidencias significativas.

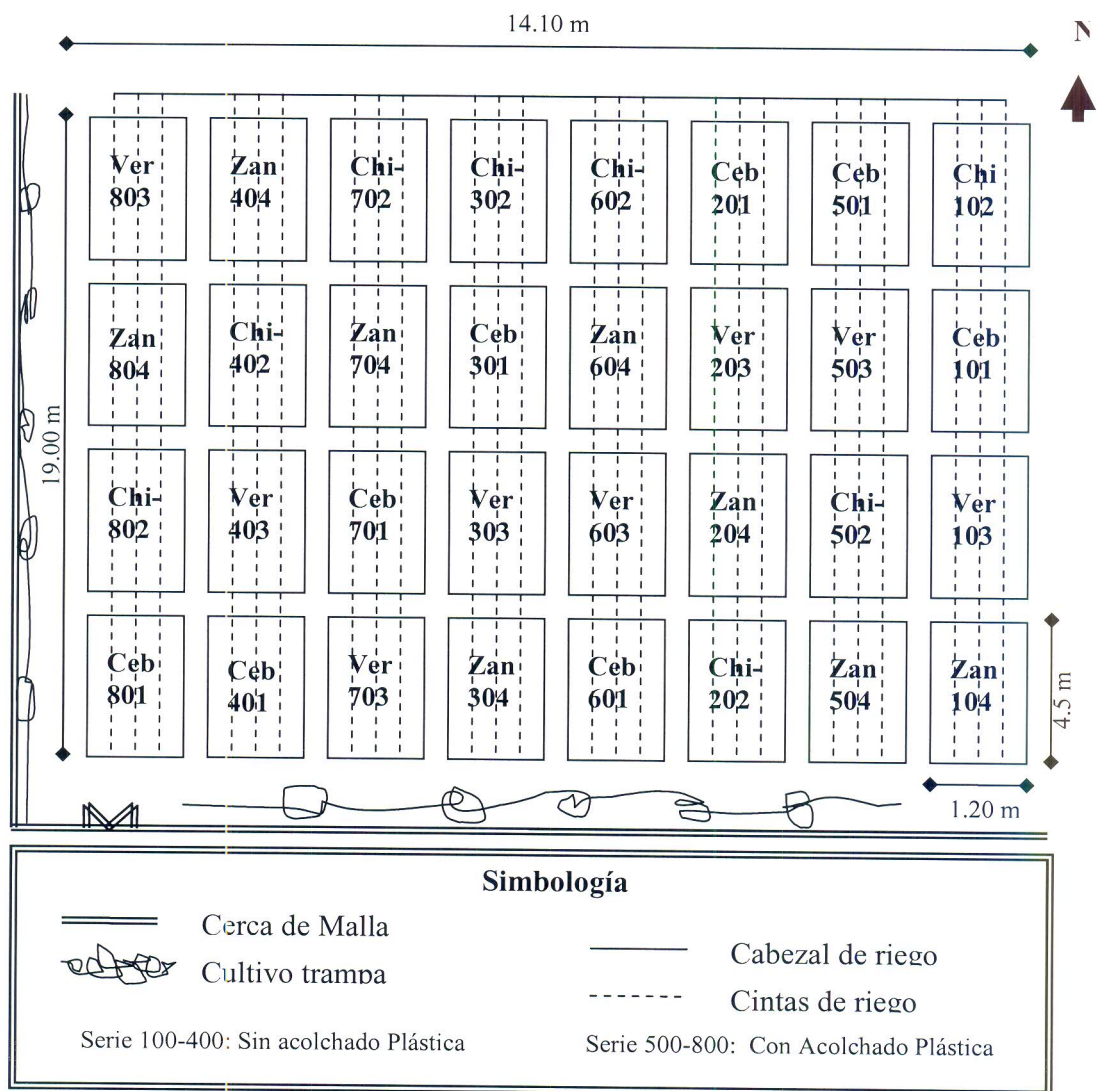


Figura 4a. Croquis de distribución de las especies estudiadas en las parcelas, ciclo 2004.

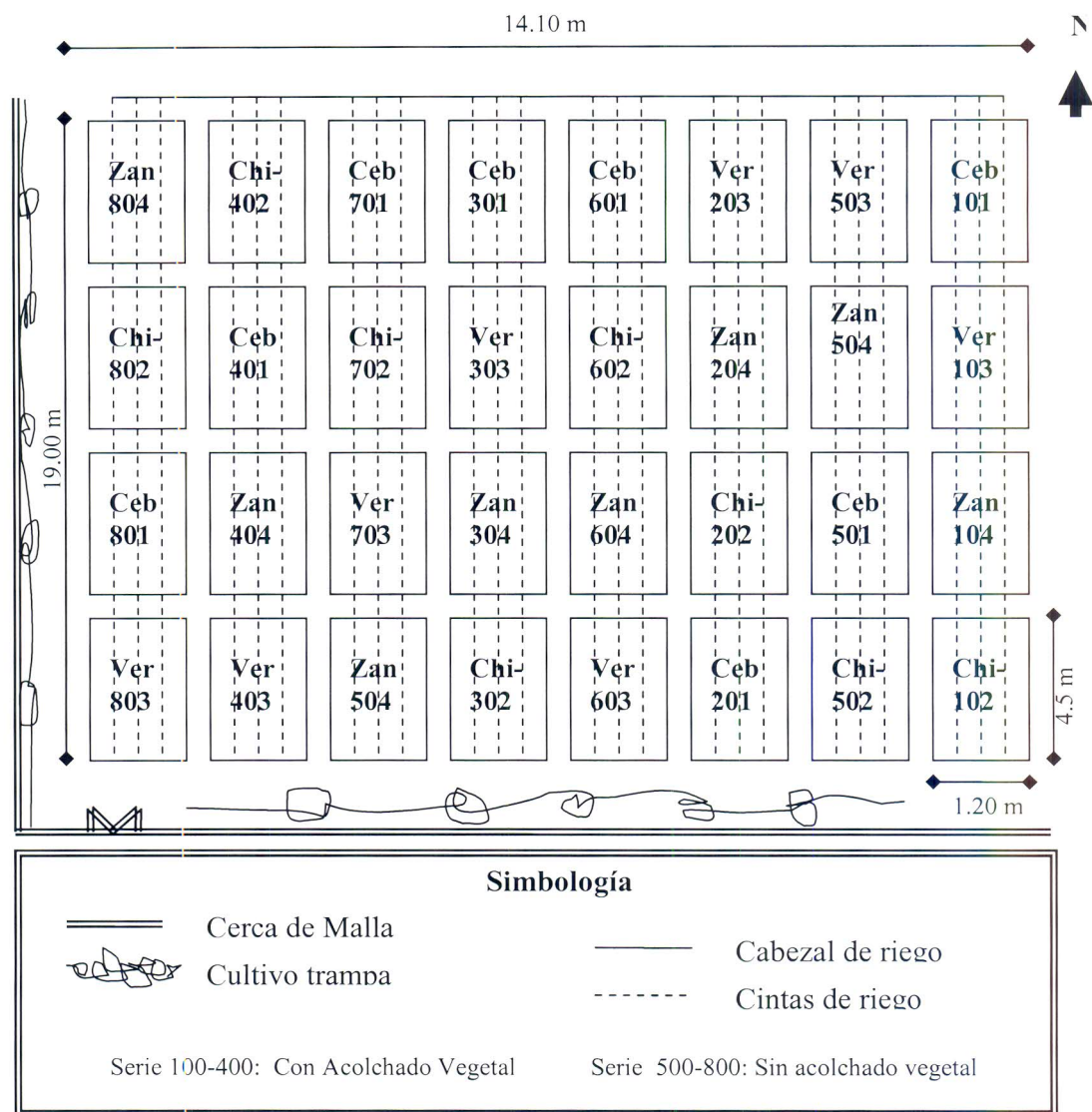


Figura 4b. Croquis de distribución de las especies estudiadas en las parcelas, ciclo 2005.

El indicador de la cosecha se llevó a cabo de acuerdo al interés de cada cultivo: en cebolla, cuando el 30 % de las plantas se doblan del pseudotallo o a la base del bulbo; en chícharo, cuando la vaina está llena y se facilita la separación de los tegumentos de la mismas, al primer corte; en verdolaga, planta verde al punto de la floración con máximo crecimiento vegetal y con tallos y hojas suculentos; por último, en zanahoria, cuando la raíz tuvo el grosor deseado, a los 114 días posteriores de la siembra.

Las particularidades del manejo agronómico para cada ciclo y especie cultivada, desde la siembra hasta su cosecha, se describen a continuación.

5.2.1 Manejo agronómico y ecológico de la cebolla

En esta investigación se estudió la cebolla, variedad Cristal wax; de la empresa Sementi™. La cebolla fue sembrada en charolas de poliestireno de 200 cavidades y usando como sustrato “peat moss”, el almácigo se estableció en condiciones de invernadero hasta la fecha de su transplante en campo.

El manejo de la cebolla en el ciclo 2004 se inició con su siembra en el almácigo (29-marzo-2004), durante el tiempo que estuvo en el almácigo la temperatura promedio fue de 25.8 °C; se aplicó riego diario hasta saturación; la emergencia fue de los 10 a los 14 días de la siembra.

El transplante de la cebolla al campo fue cuando presentaban de 3 a 4 hojas verdaderas (51 días, 19-mayo-2004), colocando manualmente una planta por punto; la distancia entre plantas e hileras fue de 0.20 x 0.20 m, respectivamente, en camas de 4.5 x 1.20 m.

Como parte de las labores culturales de preparación del terreno se tuvo que colocar la película plástica de color gris a los bloques que fueron previamente asignados, la cual fue fijada con un aterrado en todo su perímetro. También, antes del trasplante, las camas fueron regadas para facilitar esta labor y luego se aplicó un riego pesado, el único, pues enseguida se estableció el periodo de lluvias de la zona. El control de malezas se llevó a cabo semanalmente por eliminación de hierbas dentro del cultivo, mediante escardas manuales y con el uso de una desbrozadora para la limpieza del perímetro y pasillos entre parcelas.

La cebolla se cosechó a los 110 días de su transplante (6-sep-2004), teniendo como índice de cosecha el punto de madurez hortícola (doblamiento del pseudotallo). Se dejó al sol para su curado por un periodo de 12 horas. Posteriormente, se empacó en arpillas para su transporte al área refrigeración, donde permanecieron por 8 días a una temperatura de 8°C y luego fue procesada.

En el ciclo 2005, el manejo agronómico fue similar al 2004; la siembra en el almácigo se llevó a cabo el 11 de marzo del 2005 y por cinco semanas (35 días) estuvo en condiciones de invernadero a una temperatura promedio de 27.9 °C, se aplicó riego diario hasta saturación. Su transplante se llevó a cabo de la misma forma que ciclo 2004 en las camas en las que se produjo chícharo. Después del transplante (22-abril-2005),

los bloques que fueron asignadas con acolchado vegetal se les aplicó paja seca de avena en proporción aproximada de 1.0 cm de grosor.

Las malezas se controlaron de la misma forma que el ciclo anterior.

El riego se aplicó desde su transplante cada 5 días hasta el establecimiento del periodo de lluvias hasta nueve semanas después.

La cosecha se efectuó a los 117 días posteriores al transplante (16-agosto-2005). Se dejó al sol para su curado por un periodo de 12 horas. Posteriormente, se empacó en arpillas para su transporte al área de procesamiento. Igual que en el ciclo 2004, en el momento de la cosecha se seleccionaron 10 bulbos por parcela, con competencia completa, para la medición de las siguientes variables respuesta de las plantas: diámetro ecuatorial del bulbo (DE), diámetro superior (DS), altura (H), peso unitario del bulbo (P), número de centros (NCE) y se cuantificó el número de plantas por subparcela y el peso total de los mismos.

5.2.2 Manejo agronómico y ecológico del chícharo

El manejo agronómico del chícharo fue similar al de la cebolla, con las excepciones que aquí se exponen.

El chícharo que se sembró en el año 2004 (2-abril-2004) fue una variedad criolla de la región de Amecameca, Edo. de México; mientras que en el ciclo correspondiente al año 2005, la simiente empleada fue de la que se produjo en el mismo predio en el ciclo anterior. El transplante del chícharo se llevó a cabo cuando presentaba de 3 a 4 hojas verdaderas, aproximadamente 10 cm de altura (46 días, 20 de mayo del 2004). Las demás labores culturales fueron iguales al cultivo de cebolla. La cosecha del grano fue a los 104 días posteriores al transplante, hasta completar su ciclo fenológico, obteniéndose de cada subparcela el rendimiento total del grano. Después de su limpieza, para su conservación, la semilla se guardó en bolsas de papel, en lugar seco y fresco.

El manejo cultural del ciclo 2005 fue similar al ciclo anterior, el almácigo se estableció en condiciones de invernadero desde el día 18 de marzo hasta el 21 de abril del 2005, fecha de su transplante (35 días). Durante el tiempo que permaneció en el invernadero, la temperatura promedio fue de 28.6 °C, con riego diario hasta saturación.

El transplante se llevó a cabo cuando las plántulas presentaban de 2 a 3 hojas verdaderas, aproximadamente 7-10 cm de altura. Se transplantaron en camas de 4.5 x 1.20 m, que en el ciclo anterior se había producido zanahoria, se colocó una planta por punto con una distancia entre plantas e hileras de 0.20 x 0.20 m. Al igual que la cebolla, las camas fueron regadas previo al transplante y se aplicó el mismo tipo de acolchado vegetal a los bloques que así lo tenían asignado.

Las malezas fueron combatidas mediante labores de escarda manual para la limpieza de los pasillos y con el uso de una desbrozadora para la eliminación de hierbas (pastos) en el perímetro del cultivo, mientras que dentro de cada tratamiento el control de malezas se realizó con la extracción de las plantas no deseables; ésta actividad se llevó cada semana por cuatro semanas y después cada quince días hasta su cosecha.

El riego se aplicó cada 7 días por periodos de 8-12 h, hasta el punto de saturación, desde su transplante hasta su cosecha. No hubo aplicaciones para el control o combate de plagas y enfermedades.

La cosecha fue al primer corte, se llevó a cabo a los 70 días (29-junio-2005) posteriores a su transplante, cuando las vainas se sentían llenas y se facilita la liberación de la vaina y el grano, se pesaron las vainas para obtener el rendimiento por parcela (kg m^{-2}). Además de esta variable, en campo se seleccionaron 10 plantas con competencia completa de cada área de cultivo y, al momento de la cosecha, se midieron las variables de altura de planta, tomada del suelo al ápice; número de vainas maduras; número de semillas por vaina, de 10 vainas; peso fresco de 10 vainas y peso fresco de las semillas de 10 vainas.

5.2.3 Manejo agronómico y ecológico de la verdolaga

Para el cultivo de verdolaga se empleó la variedad experimental UACH-2003, obtenida y seleccionada un ciclo anterior a la siembra por el Dr. Clemente Villanueva Verduzco en el Campo Experimental del Departamento de Fitotecnia, de la Universidad Autónoma Chapingo.

Para la siembra de la verdolaga la semilla se depositó superficialmente en el suelo a chorrito (20-mayo-2004), debido a su minúsculo tamaño se cubrió ligeramente con “peat moss”, la distancia entre hileras fue de 0.20 m en camas de 4.5 x 1.20 m; el riego

se aplicó sólo en el momento de la siembra; la eliminación de malezas dentro de cada bloque fue manual, los pasillos de cada parcela se limpiaron con el uso de escardador y para el perímetro del área de cultivo se empleó una desbrozadora mecánica; la cosecha se efectuó 49 días (18-julio-2005) posteriores a la siembra. Previo a la cosecha, en cada parcela se hizo un muestreo en 4 m lineales de cada área, donde se cuantificó el número de plantas por metro, altura de planta, diámetro medio de la planta y peso fresco de la muestra, en la cosecha se obtuvo el rendimiento por parcela (kg.m^{-2}).

En el ciclo 2005, la verdolaga se sembró en el lugar donde se cultivaron cebollas (23-abril-2005). Al igual que los cultivos anteriores, las camas fueron regadas previa a la siembra y se aplicó el acolchado vegetal, paja seca de avena, a cada repetición que así lo tenían asignado. Las malezas fueron eliminadas manualmente cada semana por cuatro semanas y después cada quince días hasta su cosecha (45 días, 7-junio-2005).

Los riegos se aplicaron cada 7 días por un periodo de 8-12 h, hasta capacidad de campo, durante todo el ciclo.

No hubo aplicaciones para el control o combate de plagas y enfermedades.

Como en el ciclo 2004, se obtuvieron datos del peso de las plantas para estimar el rendimiento por parcela (kg.m^{-2}). Además de esta variable, previo a la cosecha, en cada parcela se hizo un muestreo en 4 m lineales de cada área y se cuantificaron las mismas variables descritas para este cultivo en el ciclo 2004.

5.2.4 Manejo agronómico y ecológico de la zanahoria

Para el cultivo de zanahoria se usó semilla de la variedad Nantes de la empresa Asgro Seeds™, con una pureza especificada del 98 %.

La producción de zanahoria en el ciclo 2004 se inició con su siembra el 20 de mayo de este año, como parte de las labores de preparación del terreno, se colocó película plástica color gris en los bloques que sí fueron asignados, se hicieron cortes a lo largo de la película para la colocación de la semilla a chorrillo manualmente, la distancia de separación de las hileras fue de 0.20 m, en camas de 4.5 x 1.20 m, el riego se aplicó sólo en el momento de la siembra debido al establecimiento del periodo de lluvias en la zona de estudio; se hizo un aclareo a las 6 semanas de la siembra (50 %); la eliminación de malezas dentro de cada bloque fue manual, los pasillos de cada parcela se limpiaron

mecánicamente con el uso de escardado, esta actividad se llevó a cabo semanalmente desde la siembra hasta la cosecha.

La cosecha se efectuó 109 días (5-sep-2004) posteriores a la siembra, se cuantificó el rendimiento por cada parcela (kg.m^{-2}), previa eliminación de la parte aérea de la planta; por un muestreo en 3 m lineales se tomaron datos de: número de plantas por m; altura de la raíz, diámetro de la raíz y peso fresco de la muestra.

Para el ciclo 2005, la zanahoria se sembró el 23 de abril de manera manual, a chorrillo en camas de 4.5 x 1.20 m, cuyo ciclo anterior se había producido verdolaga, la distancia entre hileras fue de 20 cm; las camas fueron regadas previamente a la siembra y se aplicó el mismo tipo de acolchado vegetal utilizado en éste experimento en los otros cultivos a las subparcelas que previamente fueron asignadas. Después de 6 semanas se hizo un aclareo de plantas (50 %).

Las malezas fueron combatidas mediante labores de escarda manual cada semana por cuatro semanas y después cada quince días hasta su cosecha (117 días, 16-agosto-2005). También, los riegos se aplicaron cada 7 días por 8-12 h, hasta capacidad de campo, mientras no se estableció el periodo de lluvias. Tampoco se hizo ningún control o combate de plagas y enfermedades. De manera similar al ciclo 2004, al finalizar la cosecha se analizaron los resultados de rendimiento por subparcela (kg.m^{-2}); además, se midieron por muestreo las variables analizadas el ciclo anterior para este cultivo.

5.3 Análisis de suelo y composta

El muestreo de suelo del predio “El Jurásico” de la UACH, con el objetivo de efectuarle su análisis fisicoquímico y, en su caso microbiológico, se realizó anualmente, en todos los casos en período de nula precipitación antes de establecer el cultivo.

La muestra representativa de suelo se obtuvo haciendo un recorrido por el terreno, se tomaron cinco muestras a una profundidad de 0-30 cm; propia para la actividad radicular de los cultivos como hortalizas y granos, bajo condiciones de riego y raíz superficial, luego de ser mezcladas y separadas por cuarteo se obtuvo una muestra compuesta de aproximadamente 2 kg que fue llevada al laboratorio para su análisis.

El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio de Fruticultura del Departamento de Fitotecnia de la UACH, siguiendo la metodología establecida por la NOM-021-RECNAT-2000.

La composta que se aplicó en el ciclo de producción 2004 fue analizada tanto en sus características físicoquímicas como microbiológicas por el Laboratorio Central Universitario de la Universidad Autónoma Chapingo.

5.4 Procesamiento ecológico para conservación

La materia prima estuvo constituida por las partes de interés de cada una de las especies cosechadas en la producción ecológica, mismas que fueron recolectadas manualmente. Después del corte en campo, para cada especie se procesaron de 5 a 7.5 kg de materia prima, a fin de obtener tres lotes de 1.200 kg de materia prima después del escalde.

Las operaciones del procesamiento fueron comunes en los tres sistemas de procesamiento empleados en esta investigación, con excepción del envasado (frasco y bolsas para vacío) y el tipo de líquido gobierno (agua y salmuera), estas operaciones se describen y se esquematizan a continuación (Figura 5).

La selección comprendió distintas operaciones destinadas a elegir la mejor calidad de la materia prima que se destinó al procesamiento ecológico. Para ello, se eliminaron las partes de la planta o materia prima no deseables, lo que se realizó manualmente. Recordando que el objetivo de esta operación reside en obtener la materia prima de la mejor calidad, pues ésta nunca se mejora en las operaciones subsecuentes del procesamiento.

Las hortalizas que se procesaron se seleccionaron de la siguiente manera: la cebolla se escogió la de mayor tamaño, de manera que se facilitara el corte; en el chícharo no hubo una selección como tal, pues sólo se eliminó la cascarilla de la vaina y no hubo un calibrado para el tamaño del grano; en la verdolaga se eligieron ramificaciones tiernas y succulentas y; finalmente, la selección de zanahoria consistió en aceptar la que tuvo un diámetro medio de la raíz de alrededor de 2.5 cm, que no fuera demasiado grande o tuviera una apariencia fibrosa.

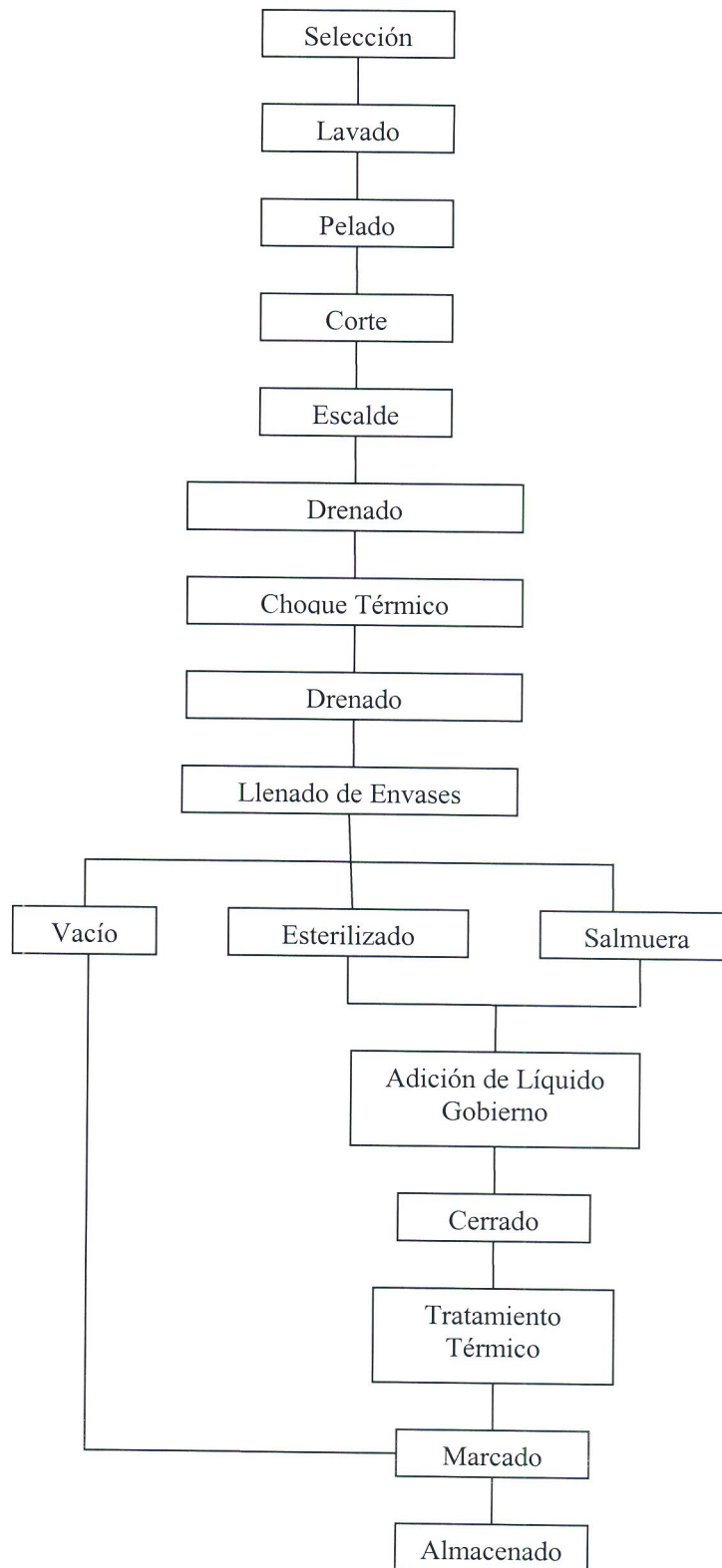


Figura 5. Operaciones de tres sistemas procesamiento orgánico.

La cebolla, verdolaga y zanahoria se lavaron a chorro de agua para la eliminación de tierra y luego se pusieron a desinfectar en agua con una solución comercial de plata coloidal estable al 0.08 % y grenetina de origen animal (BacDyn^{MR}) en proporción de 2 ml·L⁻¹ de agua, por espacio de 10 min.

El pelado fue necesario para la eliminación de la epidermis de la raíz de la zanahoria; en cebolla se le retiró la capa más lignificada y en chícharo se eliminó la vaina.

El corte tuvo como objetivo dar uniformidad al producto y reducir su tamaño para su mejor manejo y procesamiento. En el caso de la cebolla se cortó en cubos de 0.3 cm, mientras que la verdolaga sólo se redujo el tamaño del tallo o las ramificaciones a unos 3 a 5 cm y la zanahoria se cortó en rodajas de aproximadamente 0.2 cm; en todos los casos fue una operación manual con el empleo de cuchillos y tablas de PVC.

Previo al llenado de envase, la materia prima fue escaldada con agua a punto de ebullición (92.5 °C), a fin de desactivar enzimas y reducir carga microbiana; los tiempos de esta operación variaron según la especie de la siguiente forma: en cebolla y verdolaga fueron escaldadas por 3 minutos, chícharo tuvo 5 minutos y zanahoria 8 minutos, después de este tiempo se dejaron escurrir en las mallas empleadas para su inmersión en el agua y, de manera inmediata, se sumergieron en agua con hielo hasta su enfriamiento, con tiempos similares al escalde. Después del escalde las hortalizas se colocaron en una centrífuga manual con canastilla, marca comercial Snips ®, para tener una mejor eliminación de agua.

Para el llenado de envase se emplearon frascos de vidrio y bolsas para vacío. Previo al llenado de los recipientes, éstos fueron lavados manualmente y se empleó detergente biodegradable, lo mismo que las tapa metálicas de rosca; luego, los frascos y las tapas fueron esterilizados a 123 °C por 15 minutos.

Para el envasado al vacío se utilizaron rollos de bolsa de plástico de 20.32 cm x 6.70 m de la marca FoodSaver ®, el empaque fue cortado entre 15-20 cm de largo y sellados por un lado de acuerdo a las indicaciones del equipo para vacío de la misma marca, modelo VAC1075, para luego proceder a su lavado.

Para el llenado, y una vez preparada la materia prima para su envasado, se taró el envase correspondiente, luego se realizó el llenado de los frascos y bolsas de manera precisa, procurando evitar derramar producto. Esto es de gran importancia ya que la presencia de pequeñas partículas de producto entre el borde de la tapa o la bolsa puede

producir problemas en el cierre y, como consecuencia, tener lugar posibles alteraciones de oxidación o de reinfeción por microorganismos, con la consiguiente putrefacción. Seguido del llenado se volvió a pesar para tener el peso neto del producto (100 g) de cada muestra. En el caso del producto envasado para esterilización y salmuera se procedió a la adición del líquido de gobierno, mientras que el producto envasado a vacío se procedió a su cierre como se explica en el apartado correspondiente.

La adición del líquido de gobierno a los envases con el producto se realizó manualmente, el volumen se dosificó con una probeta de 250 ml. El agua añadida al producto que fue esterilizado se encontraba a temperatura ambiente; mientras que la salmuera estuvo a 85 °C, la formulación de la salmuera se señala en el apartado correspondiente. Los envases de vidrio se cerraron manualmente hasta llegar al tope de cierre del enroscado sin mayor presión.

El tratamiento térmico se llevó a cabo en una olla de presión, el tiempo del mismo fue de 20 minutos una vez que se alcanzó la temperatura de 125 °C y presión de 1.3 kg·cm², al cabo de este tiempo, se despresurizó la olla y se dejaron enfriar los envases paulatinamente, evitando un cambio térmico brusco que pudiera aumentar la fatiga de los envases por sobrepresiones y que ocasionara su rompimiento.

Una vez finalizado el tratamiento térmico se llevó a cabo el marcado y etiquetado de los diferentes productos, para su identificación. A nivel comercial, la importancia de esta operación, junto con la de etiquetado, radica en el elevado nivel de exigencia del consumidor, que cada día demanda una mayor y más clara información sobre el producto que compra; sin embargo, en nuestro caso, por tratarse de un trabajo de investigación el producto no llevó etiqueta comercial.

Después de la identificación, el producto envasado en frascos fue guardado en las cajas de cartón y se mantuvieron en un lugar seco y fresco.

Para mantener los productos elaborados durante el periodo de almacenamiento en condiciones adecuadas se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- 1) Se evitó la exposición de los productos a la luz solar directa
- 2) El producto envasado en frascos (esterilizado y salmuera) se mantuvo a la temperatura ambiental por debajo de los 25 °C, lo mismo que el envasado a vacío.

- 3) Se realizaron observaciones periódicas para apreciar cambios de coloración, cambios del estado físico del envase (abombamiento), o cualquier situación que nos mostrara cambios en las características o calidad del producto.

La adopción de estas medidas fue imprescindible para una buena conservación de los productos. La literatura menciona que este tipo de procesamiento ofrece productos de duración media superior a dieciocho meses, que en condiciones adecuadas pueden permanecer varios años en perfecto estado de consumo.

5.4.1 Esterilizado

Lo que cambia entre el envasado esterilizado y el de salmuera es el líquido de gobierno, que en el caso del producto esterilizado se empleó agua purificada comercialmente en proporción 1:1.5 peso de materia envasada.

5.4.2 Salmuera

El líquido de gobierno empleado en el producto con salmuera se preparó siguiendo el procesamiento recomendado en las Guías Empresariales (SECOFI-CONCAMIN, 2000) en el que indica que por cada 1.0 kg de materia a procesar se utilizan los ingredientes siguientes: sal (NaCl) 42 g; ácido cítrico 45 g; especies finas deshidratadas (laurel, tomillo y mejorana) 25.5 g; vinagre de caña al 5 % de acidez (0.250 l, equivalente a 339 g); ajo 135.5 g, aceite 1 cucharada·L⁻¹ agua y agua para completar 2 litros de solución preparada, que estuvo en hervor por 20 minutos, a una temperatura de ebullición 90-110°C.

5.4.3 Envasado al vacío con procesamiento mínimo

El empaque al vacío se llevó a cabo con una máquina comercial marca FOODSAVER[®], modelo VAC 1075, empleado el sistema de “cómo hacer bolsas hechas a medida” (User Manual, s/f) con los rollos de la misma marca:

- 1) Se coloca la máquina sobre una superficie plana y seca y se conecta a la corriente eléctrica.
- 2) Se coloca el interruptor para ajustar el tiempo de “sella” en 1.
- 3) Se corta el rollo de bolsa a la longitud deseada de 15 a 20 cm

- 4) Se abre la tapa de la máquina de vacío y se coloca un extremo de la bolsa sobre la banda selladora. Cuidando que no llegue al canal de vacío.
- 5) Se cierra la tapa y se presiona con ambas manos por un tiempo de 3 a 5 s, luego se suelta cuando la luz verde se haya encendido.
- 6) Cuando la luz verde se apaga, el proceso de sellado se ha completado (tiempo aprox. 20 s).
- 7) Se oprime el botón de “cancelar” para abrir la tapa, acto inmediato se retira la bolsa para su llenado, haciendo una espera entre un sellado y otro de por lo menos 20 s.
- 8) Una vez que se tiene el producto a empacar se introduce dentro de la bolsa dejando aproximadamente 5 cm en el extremo a sellar.
- 9) Se coloca la bolsa a sellar siguiendo los pasos referidos a partir del inciso 4), sólo que en esta ocasión dejando un cm del extremo de la bolsa dentro del canal para empacar al vacío.
- 10) Cuando todo el aire ha sido removido, la luz se apagará. El empaclado y proceso de sellado se concluyó. Se continúa con el inciso 7) para apertura de la tapa.

5.5 Pruebas bromatológicas y microbiológicas de los productos obtenidos en el procesamiento ecológico

Los análisis químicos proximales fueron realizados a partir muestras de los productos procesados de cada especie y tipo de procesamiento después de seis meses de almacenamiento. Para las determinaciones de humedad (H) se empleó estufa a vacío; las cenizas se determinaron por calcinación; mientras que para la cuantificación de proteína y extracto etéreo (PC y EE), fueron realizados a partir muestras de producto procesado de 100 g, de donde fueron tomadas las cantidades adecuadas para moler, obtener la harina y pesar la muestra específica, propia a cada procedimiento. En el caso de PC se siguió el procedimiento Kjeldahl; el EE se determinó por el método Soxhlet, finalmente, el extracto libre de nitrógeno se obtuvo por diferencia de los valores anteriores. Los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Control de Calidad del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo.

Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología del mismo departamento. Para la cuantificación bacterias mesófilas aerobias se empleó la prueba de cuenta viable mesofílica por medio de cultivo agar para cuenta estándar; para determinar la presencia de coliformes totales se utilizó caldo laurel triptosa y para coliformes fecales se utilizó el caldo bilis verde brillante.

5.6 Evaluación Sensorial

Las pruebas de evaluación sensorial tuvieron tres etapas sustanciales de desarrollo: 1) preparación de materiales y las muestras, así como de los cuestionarios de prueba, aleatorización de la presentación de muestras, 2) aplicación de las pruebas de evaluación a los participantes y 3) el análisis de datos y su interpretación.

La aplicación de las pruebas de evaluación sensorial se llevó a cabo para cada cultivo estudiado (cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria) y tipo de procesamiento (esterilizado, en salmuera y en vacío), respectivamente. Los participantes no fueron pre-seleccionados, ni entrenados. El criterio de inclusión utilizado fue ser consumidor de productos procesados, particularmente de verduras. Los productos que se procesaron orgánicamente mediante tres sistemas de conservación fueron evaluados sensorialmente de acuerdo a la preferencia de los participantes que evaluaron al producto y su apariencia; se utilizó una escala de ordenamiento del 1 al 3, que equivale de menor a mayor preferencia, respectivamente. Cada grupo de productos procesados por cultivo se evaluó bajo un diseño no paramétrico en bloques completamente al azar, por lo que se aplicó el estadístico de Friedman, sin empates (Pedrero y Pangborn, 1989; Castillo-Márquez, 2004; Infante y Zárate, 2000).

La participación se orientó a personas que recogen a sus hijos en el horario de 12:45 h, de la escuela primaria “Centro Escolar Nezahualcoyotl” de la Ciudad de Texcoco, Edo. México; el tamaño de muestra para cada cultivar se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{p * (1 - p) N K^2}{(N - 1) E^2 + (p * (1 - p) * K^2)}$$

Donde;

n = tamaño de muestra

p = probabilidad de aceptación

N = tamaño de la población
 K = 1.96 (Valor de Z para $p \geq 95\%$)
 E = nivel de precisión, (0.169 %)

Considerando que una población conocida, 12 grupos de 40 alumnos (N = 480), la ecuación anterior se resume en:

$$n = \frac{0.25 * 480 * 1.96^2}{(479) * 0.165^2 + 0.25 * 1.96^2}$$

$$n \equiv 33$$

La preferencia se evaluó tanto para producto procesado como en su apariencia en el envase; para el primer caso, las muestras del producto se dieron a temperatura ambiente en vaso tamaño “0”, con aproximadamente 10 g de muestra de cada tipo de procesamiento (esterilizado, salmuera y al vacío), se aplicó el cuestionario 1 para conocer la opinión de cada evaluador y el cuestionario 3 para conocer su perfil de consumidor. En seguida, para la evaluación de la preferencia según la apariencia del producto, se presentaron simultáneamente, para cada tipo de hortaliza, los productos procesados en sus respectivos envases y se aplicó el cuestionario 2. Los cuestionarios de apoyo utilizados se presentan en el Anexo 4.

5.7 Análisis estadístico

El análisis estadístico se adecuó a las circunstancias de desarrollo en cada etapa de la investigación, así pues, se aplicaron estadísticos paramétricos en el caso de la producción agrícola y para la fase de evaluación se aplicó un estadístico no paramétrico, cada caso se describe en el apartado correspondiente.

5.7.1 Diseño, modelo estadístico y pruebas de medias para los datos de la producción agrícola

El diseño experimental utilizado en la fase de campo para cada ciclo agrícola estudiado fue el de parcelas divididas (PAD) con 4 repeticiones, donde el tratamiento (con o sin el uso de acolchado) se estableció en la parcela grande y el subtratamiento (cultivos: cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria), se asignaron a la parcela pequeña, lo que se expresa en el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + p_j + \epsilon_{ik} + B_k + Pp_{ij} + \eta_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2$ niveles del tratamiento (uso o no de acolchado) aplicados en la parcela grande

$j = 1, 2, \dots, 4$ niveles del subtratamiento (cultivos: cebolla, chícharo, verdolaga, zanahoria) aplicados a la parcela chica.

$k = 1, 2, \dots, 4$ niveles de repetición

Y_{ijk} = variable respuesta obtenida de la i -ésima parcela grande y la j -ésima parcela chica, en su k -ésima repetición.

μ = media general del experimento

P_i = efecto de la i -ésima parcela grande (tratamiento o tipo de acolchado).

p_j = efecto de la j -ésima parcela chica (subtratamiento o cultivo de hortalizas).

B_k = efecto que produce la i -ésima parcela grande, j -ésima parcela chica en la k -ésima repetición.

Pp_{ij} = efecto de la interacción de la parcela grande y parcela chica.

ϵ_{ij} = Error de la parcela grande (a)

η_{ijk} = Error de la subparcela (b); ambos son independientes y siguen una distribución normal con media cero y $\sigma_e^2 = 1$.

Bajo el análisis de varianza (ANAVA), las hipótesis que se probaron para la variable respuesta (rendimiento) fueron:

$H_0: P_1 = P_2 = \dots = P_i; P_i = 0;$

H_a : Al menos en una parcela grande se tiene un efecto diferente al de los demás

$H_0: p_1 = p_2 = \dots = p_i; p_j = 0;$

H_a : Al menos en una parcela chica se tiene un efecto diferente al de los demás

$H_0: B_1 = B_2 = \dots = B_k; B_k = 0;$

H_a : Al menos en uno de los bloques se tiene un efecto diferente al de los demás.

$H_0: Pp_{11} = Pp_{22} = \dots = Pp_{ij}; Pp_{ij} = 0;$

H_a : Al menos en una interacción entre la parcela grande y la parcela chica tiene un efecto diferente al de los demás.

En todos los casos se rechaza la hipótesis nula (H_0) si $F_c > F_{m, n, \alpha=0.05}^n$ o, en su caso, $(Pr > F) < \alpha=0.05$. Para establecer las diferencias entre las medias se empleó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

5.7.2 Diseño, modelo experimental y prueba de medias para los datos correspondientes al rendimiento promedio de los ciclos agrícolas 2004 y 2005.

Los datos correspondientes al rendimiento promedio en campo de los dos ciclos agrícolas 2004 y 2005, empleando como tratamientos: el uso o no de acolchado, se aplicaron en las parcelas grandes; los subtratamientos o cultivos: cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria, se distribuyeron en las parcelas chicas, se analizaron conjuntamente como una serie de experimentos en parcelas divididas (SEPD); para ello, se empleó el modelo estadístico propuesto por Martínez-Garza (1988), como sigue:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_l(A_i) + P_j + A_iP_j + \epsilon_{ijl} + p_k + Pp_{jk} + Ap_{ik} + APp_{ijk} + \eta_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2$ niveles del ciclo (experimento en el tiempo);

$j = 1, 2$ niveles de la parcela grande (tratamiento: con y sin acolchado)

$k = 1, 2, \dots, 4$ niveles de la parcela chica (subtratamiento: especies cultivadas)

$l = 1, 2, \dots, 4$ niveles de la repetición;

Y_{ijkl} = variable respuesta (rendimiento)

μ = media general

A_i = ciclo experimental (tiempo)

$B_l(A_i)$ = Efecto del ciclo agrícola anidado en la l -ésima repetición

P_j = Efecto de la j -ésima parcela grande

p_k = Efecto de la k -ésima parcela chica

B_l = Efecto de la l -ésima repetición

ϵ_{ijk} = error experimental de la parcela grande

AP_{ij} = efecto de la interacción del i -ésimo ciclo agrícola y la j -ésima parcela grande

Ap_{ik} = efecto de la interacción del i -ésimo ciclo agrícola y la k -ésima parcela chica

Pp_{jk} = efecto de la interacción de la j -ésima parcela grande y la k -ésima parcela chica

APp_{ijk} = efecto de la interacción del i -ésimo ciclo agrícola, la j -ésima parcela grande y la k -ésima parcela chica

η_{ijk} = error experimental de la parcela pequeña

Las hipótesis que se probaron para la variable respuesta rendimiento obtenido en parcelas que fueron acolchadas con plástico (2004) y paja de avena (2005) y las que no fueron acolchadas en cada ciclo de producción fueron:

$$H_0: A_1 = A_2 = \dots = A_i; A_i = 0;$$

H_a : Al menos en uno de los ciclos se tiene un efecto diferente al otro.

$$H_0: P_1 = P_2 = \dots = P_i; P_i = 0;$$

H_a : Al menos en una parcela grande se tiene un efecto diferente al de las demás.

$$H_0: p_1 = p_2 = \dots = p_k; p_k = 0;$$

H_a : Al menos en una parcela chica se tiene un efecto diferente al de las demás.

$$H_0: B(A)_{11} = B(A)_{22} = \dots = B(A)_{ik}; B(A)_{ik} = 0;$$

H_a : Al menos en un anidamiento entre el ciclo y la repetición tiene un efecto diferente al de los demás.

$$H_0: AP_{11} = AP_{22} = \dots = AP_{ij}; AP_{ij} = 0;$$

H_a : Al menos en una interacción entre el ciclo y la parcela grande tiene un efecto diferente al de las demás.

$$H_0: Ap_{11} = Ap_{22} = \dots = Ap_{ik}; Ap_{ik} = 0;$$

H_a : Al menos en una interacción entre el ciclo y la parcela chica tiene un efecto diferente al de las demás.

$$H_0: Pp_{11} = Pp_{22} = \dots = Pp_{jk}; Pp_{jk} = 0;$$

H_a : Al menos en una interacción entre la parcela grande y la parcela chica tiene un efecto diferente al de las demás.

$$H_0: APP_{111} = APP_{222} = \dots = APP_{ijk}; APP_{ijk} = 0;$$

H_a : Al menos en una interacción entre el ciclo, la parcela grande y la parcela chica tiene un efecto diferente al de las demás.

ϵ_{ijk} = error experimental de la parcela grande.

η_{ijk} = error experimental de la parcela pequeña

Ambos errores son independientes y siguen una distribución normal con media cero y

$$\sigma_e^2 = 1.$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) si $F_c > F_{(m,n,\alpha = 0.05)}$ o si $(Pr > F) < \alpha = 0.05$. Las diferencias entre las medias se analizaron con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

5.7.3 Análisis no paramétrico para los datos en evaluación sensorial

El estadístico empleado para determinar la preferencia para el tipo de producto por tipo de procesamiento de conservación y la apariencia del producto dentro del envase fue la Prueba de Friedman, sin empates. Mientras que para la comparación por pares de tratamientos (tipo de procesamiento) para el tipo de producto y apariencia del producto en el envase fue mediante Índice R.

5.7.3.1 Prueba de Friedman para la prueba de preferencia del producto

Si los datos provienen de un diseño en bloques completamente al azar y están en forma de rangos, entonces un análisis no paramétrico es empleado usando la prueba de Friedman. Considerando como fuentes de variación a los tratamientos (t), tipo de procesamiento empleado para la conservación: esterilizado salmuera y al vacío, y los bloques (b), los consumidores que participaron en la prueba. La estadística de prueba aplicada fue la Prueba de Friedman para un diseño en bloques completamente al azar:

$$T = \frac{12}{(b)(t)(t+1)} \left[\sum_{i=1}^t R_i^2 \right] - 3(b)(t+1)$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ (t = tratamientos empleados en el procesamiento)

$j = 1, 2, 3, \dots, b$ (b = consumidores)

t_i = efecto que produce el i -ésimo tratamiento (esterilizado, salmuera y al vacío).

b_j = efecto que produce el j -ésimo bloque (participantes).

R_i = suma de rangos de los datos que pertenecen al i -ésimo tratamiento.

La hipótesis que se probó para la preferencia del producto para cada una de las especies estudiadas (cebolla, chicharo, verdolaga, zanahoria) fue:

$$H_0 : t_1 = t_2 = t_3 ; \text{ contra } H_a : t_1 \neq t_2 \neq t_3.$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) que no existen diferencias entre las muestras con un nivel α de significancia de 0.05, si el valor de T calculado es mayor a $\chi^2_{(t-1; \alpha = 0.05, \text{ dos colas})}$, o en su defecto, $(Pr > F) < \alpha = 0.05$.

En los casos en los que se rechazó la hipótesis nula se calculó la diferencia media significativa, para ello se empleó la prueba de comparaciones múltiples de medias de la prueba de Friedman para tratamientos en bloques completamente al azar con igual número de repeticiones y se empleó la siguiente regla de decisión:

$$\text{Rechazar } H_0 \text{ si } |R_i - R_j| > \frac{Z_\alpha}{t(t-1)} \sqrt{\frac{bt(t+1)}{t(t+1)}} \Rightarrow T_i \neq T_j$$

5.7.3.2 Prueba de Friedman para la prueba de preferencia de la apariencia del producto en el envase

Al igual que en la prueba de preferencia del producto se consideraron como fuentes de variación a los tratamientos (t), tipo de presentación del envase por tipo de procesamiento empleado para la conservación: frascos (esterilizado y salmuera) y bolsas (al vacío); y los bloques (b), los participantes de la prueba. El estadístico de prueba utilizado fue la Prueba de Friedman para un diseño en bloque completamente al azar:

$$T = \frac{12}{(b)(t)(t+1)} \left[\sum_{i=1}^t R_i^2 \right] - 3(b)(t+1)$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ (t = tratamientos empleados en la presentación del envase)

$j = 1, 2, 3, \dots, b$ (b = consumidores)

t_i = efecto que produce el i-ésimo tratamiento (frascos: esterilizado y salmuera y, bolsas al vacío).

b_j = efecto que produce el j-ésimo bloque (participantes).

R_i = suma de rangos de los datos que pertenecen al i-ésimo tratamiento.

La hipótesis que se probó para la preferencia del tipo de envase del producto, por tipo de tratamiento empleado (esterilizado (E), salmuera (S), en frascos y bolsas para el producto procesado al vacío (V)) para cada una de las especies estudiadas (cebolla, chícharo, verdolaga, zanahoria) fue:

$$H_0 : t_1 = t_2 = t_3 ; \text{ contra } H_a : t_1 \neq t_2 \neq t_3.$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) si $T_c > \chi^2_{(t-1; \alpha = 0.05, \text{ dos colas})}$, o en su defecto, $(Pr > F) < \alpha = 0.05$.

En los casos en los que se rechazó la hipótesis nula se calculó la diferencia media significativa por medio de la prueba de comparaciones de medias de la prueba de Friedman para tratamientos en bloques completamente al azar, con igual número de repeticiones y se empleó la siguiente regla de decisión:

$$\text{Rechazar } H_0 \text{ si } |R_i - R_j| > \frac{Z_\alpha}{t(t-1)} \sqrt{\frac{bt(t+1)}{t(t+1)}} \Rightarrow T_i \neq T_j$$

Para el análisis estadístico se utilizó el programa computacional SAS (Statistical Analysis System), (Castillo-Márquez, 2004, Melgaard, *et al.* 2000).

5.7.3.3 Comparación por pares de tratamiento mediante el análisis con Índice R

La diferencia entre la preferencia por cada par de tratamientos (T) aplicado al tipo de procesamiento y su correspondiente tipo de presentación fue analizada por medio del Índice R (IR) para pruebas afectivas con el uso de escalas de ordenamiento, mediante la siguiente matriz simple:

	A	B	C	N
Conteo Jerarquizado del T1	X1	X2	X3	$n_1 = \sum_{i=1}^i X_i$
Conteo jerarquizado del T2	Y1	Y2	Y3	$n_2 = \sum_{m=1}^j Y_j$
Suma	X1+Y1	X2+Y2	X3+Y3	N= $n_1 + n_2$

$$IR = \frac{[(X_1(Y_2 + Y_3) + X_2 * Y_3) + (1/2(X_1 * Y_1 + X_2 * Y_2 + X_3 * Y_3))]}{n_1 * n_2}$$

Donde, A, B y C son las escalas de ordenación de preferencias asignadas (1º, ..., 3º); X_n corresponde al conteo de personas que asignan una determinada calificación jerarquizada al tratamiento T_1 ; Y_n corresponde al conteo de personas que asignan una determinada calificación jerarquizada al tratamiento T_2 .

Una vez calculado el valor de IR se expresa en porcentaje multiplicando por 100 (IRc). Éste se compara con el valor reportado en las tablas (Anexo 5) para un valor de n participantes en la prueba y un nivel de significancia (α) determinado para la prueba.

La regla de decisión se tomará como sigue:

Hay diferencias en la preferencia del par de tratamientos comparados: T_1 sobre T_2 , si y sólo si, $IRc \geq 50\% + IR_{\alpha,n, \text{ dos colas}}$

Hay diferencias en la preferencia del par de tratamientos comparados: T_2 sobre T_1 , si y sólo si, $IRc \leq 50\% - IR_{\alpha,n, \text{ dos colas}}$.

Lo anterior, se ejemplifica de la siguiente manera:

Si se tiene un valor calculado de $IR_c = 0.73$, obtenido de una muestra de 50 consumidores, significa que se prefiere 73 % el T1 sobre el T2, o que el T2 tiene 27 % sobre el T1. Para saber si este valor es significativo se compara con el reportado, $IR_{0.05,50, \text{ dos colas}} = 50 \% + 13.48 = 63.48$, como el porcentaje calculado de 73 % es mayor que el reportado, entonces, esta diferencia es significativa entre el par de tratamientos comparados.

Ahora bien, si se tiene un valor calculado de $IR_c = 0.33$, con $n=50$, significa que se prefiere 33 % el T1 sobre el T2, o que el T2 se prefiere 67 % sobre el T1, comparando el valor calculado con el valor crítico reportado $IR_{0.05,50, \text{ dos colas}} = 50 \% - 13.48 = 36.52 \%$, se aprecia que el valor calculado es menor que éste último, lo que significa que estadísticamente sí hay diferencia significativa entre el par de tratamientos comparados. Pero, si para el caso anterior se obtuviera un $IR = 0.37$, éste sería mayor al que se obtiene de tablas (36.52 %), lo que indica que estadísticamente no hay diferencia significativa que nos muestre que del par de tratamientos comparados tienen distinta preferencia o que un tratamiento se prefiera más que el otro.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Condiciones externas prevalecientes en la fase experimental

En este apartado se exponen las condiciones de temperatura y precipitación que prevalecieron en la fase experimental de producción de campo y los resultados del análisis de suelo y composta.

6.1.1 Clima

A partir de los datos registrados en el Observatorio Metereológico de Chapingo, se muestran las condiciones de temperatura y precipitación que se presentaron durante los periodos del establecimiento en de la investigación en campo para la producción de hortalizas en los ciclos 2004 y 2005.

En el ciclo 2004 se puede observar (Figura 6a) que el periodo de lluvias se inició en el mes de mayo, y que durante el periodo de mediados de mayo al 6 de septiembre se tuvo una precipitación de 529.8 mm, siendo junio el mes más lluvioso con 222.90 mm lo que representó 42 % de la precipitación en todo ciclo productivo; además; el periodo interestival se presentó en julio con una reducción en la precipitación y la temperatura media; la temperatura media más alta se alcanzó en el mes de mayo (18.91 °C), misma que fue disminuyendo hasta el mes de julio (16.98 °C) y luego se elevó para tener a principios de septiembre 18. 42 °C; sin embargo, las temperaturas registradas en la fase de campo se encuentran dentro de los rangos óptimos para la producción de las cuatro especies estudiadas. Las condiciones de precipitación presentadas en este período, en el manejo de los cultivos, restringieron el uso de riego en el momento de la siembra y el resto del ciclo fue de temporal.

En el ciclo 2005 se aprecia (Figura 6b) que el periodo de lluvias se inició en el mes de mayo y que, durante el periodo del 23 de abril al 24 de agosto se tuvo una precipitación de 271.6 mm, siendo julio el mes más lluvioso (178.5 mm), la temperatura promedio más alta se alcanzó en el mes de abril (23.5 °C) , presentándose otro pico de elevación en el mes de junio, a partir del cual se registró un descenso paulatino hasta 15.1 °C al final de la fase experimental, sin que esto afectara la producción de cebolla,

verdolaga y zanahoria, pues los valores registrados se encuentran dentro de los rangos óptimos para éstas especies, sin embargo, para el cultivo de chícharo durante todo su ciclo se tuvieron temperaturas superiores a los 20 °C, lo que explica la reducción en su rendimiento.

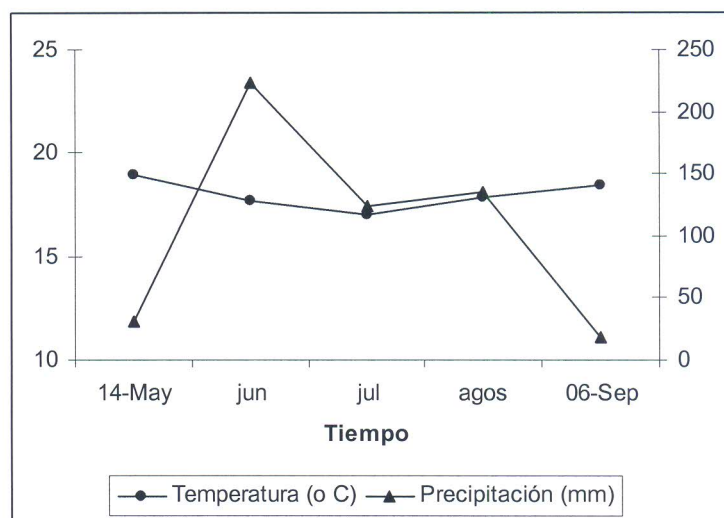


Figura 6a. Precipitación y temperatura registradas en Chapingo, Méx. durante el periodo de experimentación en campo del 14 de mayo al 6 de septiembre del 2004.

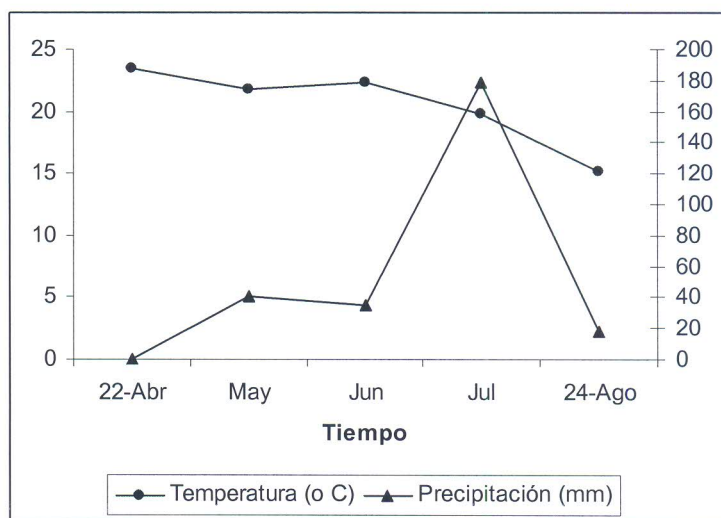


Figura 6b. Precipitación y temperatura registradas en Chapingo, Méx. durante el periodo de experimentación en campo del 23 de abril al 24 de agosto del 2005.

El periodo de lluvias se inició ocho semanas posteriores a la siembra y transplante de los cultivos, razón por lo cual los cultivos de chícharo y verdolaga en todo su ciclo fue

de riego y, los cultivos de cebolla y zanahoria en 60 % del ciclo en campo fue de riego y el resto de temporal.

Las condiciones meteorológicas en los ciclos agrícolas estudiados fueron distintas, durante el primero (2004) se registró en la fase experimental mayor precipitación pluvial (499.10 mm) y las temperaturas medias registradas fueron menores a los 20 °C, con oscilaciones de 16.98 a 18.91 °C; mientras que para el segundo año (2005), los datos de precipitación registraron un poco más de la mitad de la precipitación pluvial del acumulado para el mismo periodo (116 días) respecto al año 2004, esto es, 271.6 mm; situación que se puede superar con el uso de riego; en este año como ya se ha mencionado, las temperaturas fueron superiores a los 20 °C, aunque con un mayor intervalo de oscilación (15.1 a 23.5 °C). Este hecho condujo que en el 2005 los rendimientos fueran mayores para los cultivos de cebolla, verdolaga y zanahoria, pero afectó el rendimiento de chícharo en comparación con el ciclo 2004 (Cuadro 18).

6.1.2 Análisis de suelo y composta

Mediante el análisis de suelo y composta fue posible conocer sus propiedades físicas (humedad, textura, densidad aparente), químicas (pH, contenido de materia orgánica, cuantificación de elementos esenciales: nitrógeno total, fósforo, potasio, magnesio y calcio) y microbiológicas (bacterias, hongos y actinomicetos); estos resultados fueron útiles para determinar su fertilidad y comprobar si se tenían las condiciones nutrimentales para los cultivos estudiados en este trabajo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Características fisicoquímicas del suelo y composta empleada en la investigación.

Características	Ciclo 2004	Ciclo 2005	Ciclo 2006	Composta
Humedad (% Base húmeda)	---	---	---	27.40
Finura de la malla 10 (2 mm) (%)	---	---	---	79.75
Densidad aparente (g cm ⁻³)	---	---	---	0.89
pH	7.4	7.1	7.4	7.07
Textura (% Arena-Limo-Arcilla)	50-24-26 Migajón- Arcillo- Arenoso	46-22-32 Migajón- Arcilloso	50-24-26 Migajón- Arcillo- Arenoso	---
CE (dS m ⁻¹)	1.2	1.4	1.05	10.26
CIC (Cmol kg ⁻¹)	17.0	15.61	9.54	---
Materia orgánica (%)	4.6	3.6	4.33	27.07

Cuadro 9. Continuación...

Características	Ciclo 2004	Ciclo 2005	Ciclo 2006	Composta
Nitrógeno total (%)	---	---	---	1.29
N inorgánico (%)	0.17	0.30	0.16	0.77
P (mg kg ⁻¹)	100	103	116	0.14 %
K (mg kg ⁻¹)	1620	1681	1520	0.745 %
Ca (mg kg ⁻¹)	4200	4180	4150	2.82 %
Mg (mg kg ⁻¹)	905	892	880	0.30 %
Na (mg kg ⁻¹)	---	---	---	0.35
Fe (mg kg ⁻¹)	---	---	---	0.21
Mn %	---	---	---	0.04
Cu (mg kg ⁻¹)	---	---	---	31.8
Relación C/N	27.06	12.0	27.06	20.9
Bacterias (ufc x 10 ⁷ g ⁻¹)	---	---	---	0.16
Bacterias (coliformes) (NCT/NMP)	0.0/0.0	---	---	---
Hongos (ufc x 10 ⁴ g ⁻¹)	---	---	---	2.28
Actinomicetos (ufc x 10 ⁴ g ⁻¹)	---	---	---	25.20

* Ciclo 2004: previo a la siembra (después se aplicó composta), ciclo 2005: previo a la siembra (sin composta), ciclo 2006 (sin composta).

Villalobos, *et al.* (2002) clasifican a los fertilizantes por su naturaleza en orgánicos e inorgánicos, entre los orgánicos se incluye la composta, también mencionan que la ventaja principal de los fertilizantes orgánicos es la mejora del contenido en materia orgánica y, por tanto, de la estructura del suelo, aunque no satisfacen la demanda de nutrimentos del cultivo. Contrario a ello, López-Martínez, *et al.* (2001) indican que “los abonos orgánicos se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mejorar la estructura del suelo; con ello, aumentan la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrimentos para las plantas”.

Rojas-Parra (2004) menciona que una composta presenta características físicas y químicas que varían según las fuentes de los residuos orgánicos que se usan en su elaboración. Los principales parámetros químicos que se consideran son el pH, la conductividad eléctrica (CE), los contenidos totales y disponibles de nitrógeno, fósforo, potasio, el porcentaje de materia orgánica y la relación C/N.

El análisis de la composta utilizada en esta investigación reportó un pH neutro; CE bajo, relacionado con un bajo nivel de sodio (Na) expresado como poco salino; el contenido de materia orgánica es alto y contenido de nitrógeno medio, lo que se refleja en la relación media C/N y, consecuentemente, en una disponibilidad moderada de nitrógeno en el suelo (Cuadro 10), recordando que mientras más alta sea la relación C/N menor es la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, pues implica una mayor actividad

microbiana y consumo de nitrógeno del suelo para su desarrollo provocando deficiencias en las plantas (Rojas-Parra, 2004). Los valores de fósforo son bajos, mientras que los de potasio son altos.

Cuadro 10. Relación carbono nitrógeno (C/N) y niveles de disponibilidad de nitrógeno (N) en composta.

Relación C/N	Disponibilidad de N
< 20 (baja)	Alta
20-30 (media)	Moderada
> 30 (alta)	Baja

Fuente: Rojas-Parra (2004).

La utilización de composta en el ciclo 2004 contribuyó a mejorar las características fisicoquímicas del suelo y se recomienda aplicarla antes de cada cultivo de hortalizas ya que estos son cultivos que hacen una gran extracción de nutrimentos del suelo, como se observa en los análisis de suelos realizados entre los ciclos 2005-2006, donde hay una reducción de la CIC, nitrógeno, calcio. Por lo tanto, el abonado con composta es una buena alternativa para la sustitución de abono químico de restitución de los nutrimentos esenciales en el suelo.

También, el uso de composta cubre otro aspecto en la protección ambiental como es la reutilización de materiales que se desperdician o que contribuyen a la contaminación de suelo, aire y agua, o que, de no utilizarse contribuyen al crecimiento de fauna nociva (moscas, ratas, por mencionar).

Para el manejo de composta, Neri (2001) recomienda que la mejor época de preparación de una composta es durante el verano, puesto que el calor favorece la fermentación (40-65 °C). El uso de estiércol garantiza que se tenga una carga microbiana (bacterias, actinomicetos y hongos) útil en la mineralización de nutrientes; para iniciar el proceso de elaboración de la composta se debe cuidar una adecuada ventilación para la sobrevivencia de estos microorganismos aeróbicos, así como el cuidado del grado de humedad de la mezcla que debe oscilar entre un 40 a 60 % que contribuirán a obtener una composta de alta calidad nutricional, en cuanto aportes de elementos esenciales (N, P, K, Mg, Ca y S).

El efecto principal de un pH muy alto o muy bajo en el suelo es que algunos nutrientes pueden estar disponibles en forma excesiva y ser tóxicos mientras que la disponibilidad de otros puede disminuir y aparecer como deficiencias del cultivo (FAO, 2001). Los criterios de interpretación de Lugo (1989) para el pH, valores en el intervalo 6.5-7.0 son de tipo ligeramente ácido, mientras que de 7.1-7.5 corresponden a suelos ligeramente alcalinos, en el que se encuentra el sitio de estudio, rangos que permite el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas casi sin problemas en la asimilación de nutrimentos (Vázquez-Alarcón, 1999).

El pH que presenta el suelo, para los cultivos de cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria, se encuentra dentro del rango óptimo para su desarrollo, aunque es superior al pH ideal en que se pudieran desarrollarse (Cuadro 11). Cabe señalar que, conforme se incorpora materia orgánica al suelo el pH tiende a acidificarse, como sucedió en el periodo 2004 a 2005 cuando se aplicó la composta se redujo el pH de 7.4 a 7.1.

Cuadro 11. Requerimientos de pH para las especies estudiadas.

Especie	pH	pH ideal
Cebolla	4.3 – 8.3	6.4
Chícharo	4.3 – 8.3	6.3
Verdolaga*	4.9 - 7.6	---
Zanahoria	5.2 – 6.8	6.3

Fuente: Elaboración propia con datos de Ruíz-Corral, *et al.* (1999); *Gómez, *et al.* (1985, citado por Velasco-Velasco, 1994).

La textura es la relación porcentual de partículas menores de 2 mm (arena, limo y arcilla), se considera que los suelos francos (mezcla de arena-limo-arcilla en proporciones similares) son los más apropiados para el uso agrícola, dentro de los cuales se encuentra la textura del predio en estudio. Con relación a los componentes de textura el análisis de suelo nos indicó que este corresponde a un migajón-arcillo-arenoso y migajón-arcilloso para los ciclos 2004 y 2005, respectivamente. El crecimiento de los cultivos es determinado en gran parte por las características de la textura del suelo, por ello es indispensable conocer el tipo de textura para un buen desarrollo radical (Cuadro 12).

Cuadro 12. Requerimientos de textura para las especies estudiadas

Especie	Textura
Cebolla	Franco
Chícharo	Arcillo-arenosos
Verdolaga	---
Zanahoria	Arcillo-arenosos; francos; franco-arenosos

Fuente: Elaboración propia con datos de Ruíz-Corral, *et al.* (1999).

El cuadro anterior nos muestra que la textura del suelo fue apta para el desarrollo de los cultivos agrícolas aquí estudiados.

La conductividad eléctrica (CE) es la medida que sirve para evaluar la cantidad de sales solubles del suelo, expresada como $\text{dS}\cdot\text{cm}^{-1}$ y se incrementa a medida que el contenido de sales solubles es mayor. Niveles mayores de 1.0 dS cm^{-1} pueden afectar a cultivos de baja tolerancia a salinidad, el nivel mayor a 3.0 dS cm^{-1} sólo plantas de alta tolerancia pueden prosperar. Una excesiva concentración de sales puede ser por el desarrollo natural del suelo o ser el resultado de deficientes sistemas de riego, excesiva fertilización o contaminación por residuos químicos o industriales (Navarro, 2000). En las muestras analizadas arrojó valores de $1.05\text{-}1.4 \text{ dS m}^{-1}$, que corresponde a suelos no salinos Richards (1954, citado por Vázquez-Alarcón, 1999), esto permite inferir que el suelo no tiene ninguna limitación en cuanto al contenido de sales y desde luego, lo hace apto para el desarrollo de cualquier cultivo agrícola, inclusive para chícharo que es la especie sensible en nuestro caso; toda vez que el efecto de la salinidad es casi nulo al desarrollo del cultivo, pues la salinidad incrementa la presión osmótica (disminuyendo la absorción de agua) y de otra, por el efecto tóxico de algunos elementos, especialmente sodio, cloro y boro (Cuadro 13).

Cuadro 13. Tolerancia a la salinidad de las especies estudiadas.

Especie	Salinidad
Cebolla	Moderadamente sensible
Chícharo	Sensible
Verdolaga	Tolerante
Zanahoria	Medianamente tolerante

Fuente: Elaboración propia con datos de Ruíz-Corral, *et al.* (1999).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) está en función de la cantidad de coloide orgánico (materia orgánica) y de coloide mineral (contenido de arcilla) presente en el suelo, expresada como Cmol kg^{-1} . La fertilidad potencial se enfoca principalmente a las formas intercambiables de los elementos Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} , y K^{+} y a la CIC. En nuestro caso, la CIC del suelo ha ido disminuyendo considerablemente pasando de 17.5 (media) para el ciclo 2004, 15.61 (media) al inicio del ciclo 2005 y 9.54 (baja) después de la cosecha del 2005 (Cuadro 14), lo que indica que está asociado a un lavado, posiblemente originado por un riego excesivo, así como la no aplicación subsecuente de abono y a la extracción de nutrimentos; de los cuales las verduras cultivadas para su crecimiento requieren, lo que repercutió en un marcado el decremento del valor de la CIC y, en consecuencia, de la fertilidad potencial del predio. Sin embargo, hay que notar que los niveles de materia orgánica son altos, pero no están lo suficiente mineralizados para que estén disponibles en el suelo, por lo que es necesario aplicar abonos ricos en elementos intercambiables.

Cuadro 14. Rangos de CIC ($\text{Cmol kg}^{-1}/100\text{g}$ de suelo).

NIVEL	MUY ALTO	ALTO	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
Rango de CIC	> 40	25 – 40	15 – 25	5 - 15	< 5

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.

Para los valores de nitrógeno (N) total reportados: 0.17 (rico), 0.30 (extremadamente rico) y 0.16 (rico) %, correspondientes a los años 2004 a 2006, también se aprecia que la aplicación de composta mejora los niveles de éste elemento en el suelo. Respecto al fósforo (P), se reportó en los análisis químicos concentraciones de 100, 103 y 116 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de suelo, de los años 2004, 2005 y 2006, respectivamente, que de acuerdo a la interpretación de Vázquez-Alarcón (1999) lo sitúan en un rango alto de P. Los análisis de suelo presentaron valores de 1620, 1681 y 1160 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de potasio (K) en suelo, conforme a la interpretación corresponde a un suelo extremadamente rico, lo que significa que hay suficiente K para cubrir las necesidades de cualquier cultivo agrícola. A pesar de los niveles de los elementos esenciales de N, P y K son altos no se tiene un

valor alto de CI, lo que nos indica que aún no están disponibles en la micela del suelo para ser aprovechados por la planta.

La materia orgánica reportada en los análisis realizados en los ciclos 2004, 2005, 2006 tuvo valores de 4.6, 3.6 y 4.33 %, respectivamente; lo que evidencia un suelo extremadamente rico en este parámetro (Cuadro 15).

Cuadro 15. Interpretación de los niveles de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y materia orgánica (MO) disponible en el suelo.

CALIFICACION	N (%)	P(mg·kg ⁻¹)	K (mg·kg ⁻¹)	MO (%)
Muy pobre	< 0.05	---	< 25	< 0.6
Pobre/bajo	0.05-0.10	< 5.5	25-50	0.6-1.2
Medianamente pobre	---	---	---	1.21-1.8
Medio	0.10-0.15	5.5-11.0	50-75	1.81-2.4
Medianamente rico	---	---	75-100	2.41-3.0
Rico/alto	0.15-0.25	> 11.0	100-125	3.1-4.2
Muy rico	> 0.25	---	> 125	>4.21

Fuente: Vázquez-Alarcón, 1999.

Dependiendo del uso del suelo es como debe estimarse la periodicidad de los análisis de suelos, tomando en consideración, entre otros, los siguientes parámetros: las especies que se cultivarán, las necesidades nutricionales de cada especie y la extracción teórica de nutrientes por especie. Sin embargo, este análisis debe realizarse al menos una vez al año (Corporación Colombia Internacional, 2004). De manera general, se puede señalar que el suelo en estudio, en el momento de establecer los experimentos, cumplía con los requisitos de un suelo agrícola para la producción de hortalizas, específicamente para cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria estudiadas en esta investigación.

6.2 Análisis de los resultados en la producción ecológica

Los valores de la producción que se obtuvieron dentro de las parcelas grandes (con y sin uso de acolchado) y las parcelas chicas (cultivos) son expresados en rendimientos por parcela (kg·m⁻²), mismos que fueron analizados por un análisis de varianza (ANAVA) para los ciclos 2004, 2005 y el promedio de ambos; ver Cuadro 16.

Cuadro 16. ANAVA para rendimiento (kg.m^{-2}) en cuatro hortalizas orgánicas cultivadas en los ciclos 2004, 2005 y en promedio de ambos.

Fuentes de Variación	Ciclo 2004			Ciclo 2005			Ciclos 2004-2005		
	GL	CM	Fc	GL	CM	Fc	GL	CM	Fc
Ciclo	---	---	---	---	---	---	1	22.40	12.14*
Bloque(Ciclo)	---	---	---	---	---	---	6	0.942	0.51 ^{NS}
Bloque	3	1.176	0.55 ^{NS}	3	0.62	0.38 ^{NS}	---	---	---
Parcela Gde. (PG)	1	1.828	0.86 ^{NS}	1	15.76	9.62*	1	17.958	9.73*
PG*Ciclo	---	---	---	---	---	---	1	5.309	2.88 ^{NS}
Error de la PG	3	2.137		3	1.64		6	1.844	
Parcela Chica (PCh)	3	18.627	24.44*	3	116.70	81.71*	3	96.898	99.53*
PG*PCh.	3	1.918	2.52 ^{NS}	3	4.10	2.87 ^{NS}	3	6.053	6.22*
PCh*Ciclo	---	---	---	---	---	---	3	61.465	63.13*
PG*PCh*Ciclo	---	---	---	---	---	---	3	0.852	0.88 ^{NS}
Error de PCh	18	0.762		18	1.43		36	0.974	
TOTAL	31			31			63		

* Diferencias significativas, según Tukey, con $p < 0.05$; NS: Diferencias no significativas con $p < 0.05$. Grados de libertad (GL), cuadrados medios (CM) y valores de F calculado (Fc).

El ANAVA para el ciclo agrícola 2004 mostró que sólo hubo diferencias significativas en la parcela chica, que corresponde al rendimiento promedio obtenido (kg.m^{-2}) de los cultivos estudiados. El cultivo de verdolaga reportó los mejores rendimientos promedio por parcela (4.62 kg.m^{-2}), seguido de la zanahoria (3.36 kg.m^{-2}) y entre los cultivos de chícharo (1.86 kg.m^{-2}) y cebolla (1.23 kg.m^{-2}) no hubo diferencias estadísticas. En este ciclo, el efecto del tratamiento aplicado en las parcelas grandes (uso y no de acolchado plástica) no presentó diferencias significativas, ni tampoco las hubo entre la interacción del tratamiento (con y sin el uso de acolchado plástica) y el subtratamiento (cultivos). Sin embargo, de manera práctica, el uso de acolchado plástico redujo considerablemente el crecimiento de plantas no deseables y, con ello, el uso de mano de obra, que en esta actividad implica un quinta parte del tiempo de cuidados culturales, consecuente se reducen los gastos que se erogan por esta actividad.

El ANAVA del ciclo 2005 mostró diferencias significativas en el rendimiento promedio (kg.m^{-2}) entre los tratamientos y subtratamientos aplicados. La condición sin acolchado vegetal superó casi en un 60 % la producción del tratamiento en el que aplicó acolchado vegetal. Sin embargo, al igual que el ciclo anterior el uso de acolchado vegetal reduce el crecimiento de malezas. En lo que se refiere a las diferencias que se presentaron entre los subtratamientos ($p < 0.05$), se muestra que el cultivo que mayor

rendimiento de producción se obtuvo fue el de zanahoria con respecto a los otros tres cultivos: cebolla, verdolaga y chícharo.

En el ANAVA de la serie de experimentos en parcelas divididas en bloques completamente al azar correspondientes a los ciclos agrícolas 2004 y 2005 mostró que las fuentes de variación que presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) tuvieron el siguiente comportamiento:

Los tratamientos en los que no se aplicó ningún tipo de acolchado superaron ampliamente a los que sí la tuvieron ($DMS = 4.4875$); entre la interacción del tratamiento aplicado y el ciclo mostró que el ciclo 2005 sin acolchado superó aproximadamente en 60 % al ciclo 2004 con el mismo tratamiento y; en los tratamientos con acolchado, el ciclo 2005 sólo superó al 2004 en aproximadamente el 7 %, lo que significa que en ambos ciclos el rendimiento del producto es mayor sin el uso de acolchado y, que cuando se aplicó acolchado, la acolchado vegetal superó a los resultados obtenidos con la aplicación de acolchado plástico. Se puede mencionar que bajo las condiciones en que se desarrolló la investigación, el uso de acolchado vegetal tiene otros beneficios sobre el uso la acolchado plástica, a parte de mejores rendimientos y el control de malas hierbas, contribuye, con el tiempo, a mejorar las condiciones estructurales y de nutrición del suelo al incorporarse a éste conforme se desintegra y, lo más sobresaliente, evita la contaminación de las áreas de producción con residuos plásticos cuyo degradación tardará mucho tiempo y el proceso de reciclaje es mínimo. Dingrando, *et al.* (2004) mencionan que en la actualidad, sólo se recicla cerca del 1 % del desecho de plástico producido en Estados Unidos. Este bajo índice en el reciclado del plástico se debe, en parte, a la gran variedad de plásticos que deben seleccionarse según el polímero de origen, tarea que consume tiempo y es costosa.

Por último, las interacciones entre las variedades y los ciclos estudiados, los mejores rendimientos se obtuvieron en chícharo y verdolaga en el ciclo 2004 que los que se obtuvieron en el 2005, en estas mismas especies; contrario a éstos resultados, las especies de cebolla y zanahoria tuvieron mayores rendimientos en el ciclo 2005 que en el 2004.

A continuación se presenta el análisis de algunas variables de interés para cada uno de los cultivos y ciclos agrícolas estudiados, así como del promedio de los dos ciclos en que se llevó a cabo este trabajo de investigación.

6.2.1. Cebolla

Los resultados obtenidos de las variables respuesta analizadas para el cultivo de cebolla, durante los ciclos 2004, 2005 y el promedio de los dos ciclos agrícolas se presentan a continuación (Cuadro 17).

Cuadro 17. Comparación de medias $\pm$ desviación estándar de las variables analizadas en cebolla al final de cada ciclo estudiado y el promedio de los ciclos 2004-2005.

Ciclo	Condición	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro superior (cm)	Altura (cm)	No. Centros	Peso/bulbo (g)	No. Cebollas	Rendimiento (kg.m ⁻²)
2004	Sin acolchado	6.75 $\pm$ 0.36 ^a	1.50 $\pm$ 0.083 ^a	4.41 $\pm$ 0.21 ^a	1.50 $\pm$ 0.576 ^b	110.74 $\pm$ 14.43 ^a	87.00 $\pm$ 26.34 ^a	1.45 $\pm$ 0.71 ^a
	Acolchado plástica	6.87 $\pm$ 0.36 ^a	1.42 $\pm$ 0.083 ^a	4.29 $\pm$ 0.21 ^a	2.20 $\pm$ 0.576 ^a	118.70 $\pm$ 14.43 ^a	46.50 $\pm$ 26.34 ^b	1.00 $\pm$ 0.71 ^a
2005	Sin acolchado	6.89 $\pm$ 0.61 ^a	1.02 $\pm$ 0.13 ^a	4.27 $\pm$ 0.19 ^a	2.30 $\pm$ 0.31 ^a	130.38 $\pm$ 24.24 ^a	118.75 $\pm$ 23.14 ^a	2.85 $\pm$ 1.09 ^a
	Acolchado Vegetal	6.13 $\pm$ 0.61 ^b	0.90 $\pm$ 0.13 ^a	4.12 $\pm$ 0.19 ^a	1.68 $\pm$ 0.31 ^b	94.56 $\pm$ 24.24 ^b	109.25 $\pm$ 23.14 ^a	1.86 $\pm$ 1.09 ^a
04-05	Sin acolchado	6.82 $\pm$ 0.50 ^a	1.26 $\pm$ 0.28 ^a	4.34 $\pm$ 0.25 ^a	1.90 $\pm$ 0.45 ^a	120.56 $\pm$ 19.31 ^a	102.88 $\pm$ 32.8 ^a	2.15 $\pm$ 0.99 ^a
	Con Acolchado	6.50 $\pm$ 0.50 ^a	1.16 $\pm$ 0.28 ^a	4.21 $\pm$ 0.25 ^a	1.94 $\pm$ 0.45 ^a	106.63 $\pm$ 19.31 ^a	77.88 $\pm$ 32.8 ^a	1.22 $\pm$ 0.99 ^a

^z Diferente letra en una misma columna por ciclo indican diferencias significativas de acuerdo con Tukey, con $p < 0.05$.

Las variables analizadas en el ciclo 2004 correspondientes a número de centros y número de cebollas por parcela presentaron diferencias significativas respecto a la desviación estándar; aunque las diferencias en el número de cebollas obtenidas por parcela no repercutieron sustancialmente en el rendimiento para que se presentaran diferencias significativas entre los tratamientos empleados. Sin embargo, el número de centros afecta en la calidad de la cebolla, esto implica que la cebolla con acolchado plástico presentó menor calidad que la tratada sin acolchado.

En el ciclo 2005, las variables de diámetro ecuatorial, número de centros por cebolla y peso por bulbo presentan diferencias significativas, respecto a la desviación estándar, siendo el tratamiento con acolchado vegetal del que menores valores presentó en todos los casos, esto significa que en este tratamiento se obtuvieron bulbos de menor tamaño y de mejor calidad respecto al número de centros.

Las cebollas de mayor peso unitario se obtuvieron sin el uso de acolchado en el ciclo 2005 y con acolchado plástica en el 2004, lo que significa que, en las condiciones en las que se realizó esta investigación, el uso de acolchado vegetal disminuye el rendimiento y tamaño del bulbo. Como sea ha explicado anteriormente, el uso de acolchados en el suelo retiene la humedad que se pierde por evaporación y esto afecta su desarrollo; como sugiere Guencov (1974), citado por Serrano-Vázquez, *et al.* (1995), en la etapa de llenado de bulbo y maduración, la cebolla es tolerante a la sequía e inclusive la necesita. Así que, aunque no se determinó la humedad en suelo, se puede inferir que el acolchado vegetal empleado tuvo una mayor retención de la humedad en suelo, en comparación con los otros tratamientos utilizados, originando disminución en el peso del bulbo lo que repercutió en la disminución del rendimiento y calidad de las cebollas cosechadas. Además, considerando que el tratamiento donde se utilizó acolchado plástica (2004) no permitió el crecimiento de los bulbos, expresado como un menor número de cebollas cosechadas por área cultivada, coincide que el uso de acolchados en el suelo no beneficia en el crecimiento y la calidad de la cebolla.

El análisis de las variables promedio de los dos años, mostró que no hay diferencias significativas respecto a la desviación estándar. Respecto a la variable rendimiento (kg.m^{-2}) en cebolla, comparado para ambos ciclos mediante ANAVA, muestra que existen diferencias estadísticas, con un valor de DMS = 1.66 y un $\alpha = 0.05$, lo que significa que en los tratamientos en los que se aplicó acolchado plástica (ciclo 2004) tienen menor rendimiento que los otros tratamientos analizados.

El uso de acolchados para la producción de cebolla sólo se recomienda en el período de formación de hojas, puesto que los acolchados incrementan los niveles de humedad en el suelo al evitar su evaporación, razón por lo que se reduce el tamaño y peso del bulbo, consecuentemente, el rendimiento del cultivo, así como su calidad. Por lo anterior, cuando se empleó acolchado para la producción de cebolla es necesario determinar el tiempo en el que desarrolla el bulbo para reducir la humedad en el suelo en este punto o, en su caso retirar las cubiertas del acolchado.

6.2.2 Chicharo

Las variables que se analizaron para el cultivo de chícharo sólo se midieron para el ciclo 2005, con excepción del rendimiento que se midió en los ciclos 2004-2005, la información se muestra en seguida (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comparación de medias $\pm$ desviación estándar de las variables analizadas en chícharo al final de cada ciclo estudiado y el promedio de los ciclos 2004-2005.

Ciclo	Condición	Altura (cm)	Vainas/planta	Semillas/vaina	Peso Fresco Vaina (g)	Peso Fresco de Semillas (g)	Rendimiento (kg.m ⁻²)
2004	Sin acolchado	---	---	---	---	---	1.43 $\pm$ 0.45 ^{a, a}
	Acolchado plástico	---	---	---	---	---	1.96 $\pm$ 0.45 ^{a, a}
2005	Sin acolchado	48.40 $\pm$ 3.48 ^a	4.68 $\pm$ 0.55 ^a	6.45 $\pm$ 0.71 ^a	49.38 $\pm$ 7.75 ^a	20.70 $\pm$ 5.19 ^a	0.71 $\pm$ 0.16 ^{a, b}
	Acolchado Vegetal	47.50 $\pm$ 3.48 ^a	4.70 $\pm$ 0.55 ^a	6.08 $\pm$ 0.71 ^a	53.45 $\pm$ 7.75 ^a	23.98 $\pm$ 5.19 ^a	0.56 $\pm$ 0.16 ^{a, b}
	04-05 Sin acolchado	48.40 $\pm$ 3.48 ^a	4.68 $\pm$ 0.55 ^a	6.45 $\pm$ 0.71 ^a	49.38 $\pm$ 7.75 ^a	20.70 $\pm$ 5.19 ^a	1.07 $\pm$ 0.64 ^a
	Con Acolchado	47.50 $\pm$ 3.48 ^a	4.70 $\pm$ 0.55 ^a	6.08 $\pm$ 0.71 ^a	53.45 $\pm$ 7.75 ^a	23.98 $\pm$ 5.19 ^a	1.26 $\pm$ 0.64 ^a

^z Diferente letra en una misma columna por ciclo indican diferencias significativas según Tukey, con $p < 0.05$.

Como se aprecia en el cuadro anterior no se presentan diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas para el ciclo 2005, lo que significa los tratamientos (con y sin el uso de acolchado vegetal) aplicados muestran la misma respuesta en el cultivo del chícharo. Sin embargo, la ventaja del uso del acolchado favorece el control de malezas y, con ello, una reducción en los gastos por mano de obra, así como el tiempo que se invierte en su control.

En lo que respecta al rendimiento obtenidos por parcela, el ANAVA muestra que con un $\alpha=0.05$, hay diferencias significativas estadísticamente. Los mejores rendimientos se obtuvieron en el ciclo 2004 respecto al 2005. En el ciclo agrícola 2004, el mejor rendimiento promedio se obtuvo con el tratamiento sin acolchado plástico.

Bajo las condiciones experimentales en las que se desarrolló este trabajo, se aprecia que, al igual que el cultivo de cebolla, el uso de acolchado en el suelo reduce los niveles de producción del cultivo del chícharo. Por otra parte, Guenko (1974), citado por Haro-Quintero (1987), señala que el chícharo para su crecimiento óptimo necesita de temperaturas (15-16 °C), por lo que altas temperaturas hay una respuesta vegetativa del

chícharo, esto equivale a decir que hay requerimientos de frío o fotoperiodo para el inicio de la floración (Aitken, 1978, citado por Haro-Quintero, 1987), lo que muestra que las temperaturas promedio registradas en el ciclo 2004 que oscilaron entre 16.98 a 18.91 °C fueron favorables para la producción y que con ello se superó más del doble el rendimiento del 2005, cuyas temperaturas fueron mayores 20 °C durante todo el ciclo fenológico del cultivo.

Los rendimientos promedio reportados a nivel nacional son de 6.14 t/ha, por lo que, los rendimientos promedio obtenidos en este estudio en el 2004 equivalen a 14.32 t/ha con acolchado plástica y 19.67 t/ha sin el uso de acolchado, en ambos casos, se superó de dos a tres veces la producción nacional, respectivamente. Sin embargo, con el uso de acolchado vegetal se obtuvo el equivalente a 5.56 t/ha y sin ella de 7.07 t/ha, lo que se muestra que, bajo estas condiciones de producción, se obtienen rendimientos similares a los reportados a nivel nacional.

6.2.3 Verdolaga

Los valores medios de las variables evaluadas en verdolaga al final de cada ciclo de producción se presentan en el cuadro 19.

Cuadro 19. Comparación de medias $\pm$ desviación estándar de las variables analizadas en verdolaga al final de cada ciclo estudiado y el promedio de los ciclos 2004-2005.

Ciclo	Condición	Altura (cm)	Diámetro medio del tallo (cm)	Peso/m (kg/m)	No. Plantas/m	Rendimiento (kg. m ⁻²)
2004	Sin acolchado	35.50 $\pm$ 4.96 ^a	0.54 $\pm$ 0.097 ^a	1.38 $\pm$ 0.57 ^a	94.25 $\pm$ 33.4 ^a	5.08 $\pm$ 1.56 ^{a,a}
	Acolchado plástica	28.82 $\pm$ 4.96 ^b	0.41 $\pm$ 0.097 ^b	1.04 $\pm$ 0.57 ^a	75.50 $\pm$ 33.4 ^a	4.23 $\pm$ 1.56 ^{a,a}
2005	Sin acolchado	25.36 $\pm$ 4.75 ^a	0.31 $\pm$ 0.066 ^a	0.81 $\pm$ 0.19 ^a	81.33 $\pm$ 22.35 ^a	3.19 $\pm$ 0.97 ^{a,a}
	Acolchado Vegetal	20.18 $\pm$ 4.75 ^b	0.33 $\pm$ 0.066 ^a	0.51 $\pm$ 0.19 ^b	46.67 $\pm$ 22.35 ^b	2.03 $\pm$ 0.97 ^{b,b}
04-05	Sin acolchado	30.43 $\pm$ 6.75 ^a	0.42 $\pm$ 0.11 ^a	1.09 $\pm$ 0.50 ^a	87.79 $\pm$ 29.49 ^a	4.11 $\pm$ 1.64 ^a
	Con acolchado	24.50 $\pm$ 6.75 ^a	0.37 $\pm$ 0.11 ^a	0.77 $\pm$ 0.50 ^a	61.08 $\pm$ 29.49 ^b	3.13 $\pm$ 1.64 ^a

^z Diferente letra en una misma columna por ciclo indican diferencias significativas según Tukey, $p < 0.05$.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, la altura promedio alcanzada por las verdolagas cultivadas fue mayor en el ciclo 2004 en el tratamiento sin acolchado (35.5

cm), en todos los casos, la altura promedio de las verdolagas fue mayor a 20 cm, valor reportado por López (1988) para verdolaga cultivada.

En cuanto a la variable de diámetro medio de la planta también se presentaron diferencias entre los tratamientos siendo mayor el que no tuvo acolchado plástico en el ciclo 2004 (0.54 cm). López (1988) reporta que el diámetro promedio para verdolaga silvestre es de 0.3 cm y que para la cultivada es de 0.5 cm; en este caso, el diámetro de las plantas se sigue un patrón intermedio entre verdolaga cultivada y maleza. Por otra parte, como lo expone el mismo autor, el cultivo de verdolaga presentó acomodados en la estructura y crecimiento de la planta en comparación con la verdolaga como maleza que se presentó en otros cultivos.

La variable de masa (kg) por metro lineal, la diferencia en la desviación media se presentó entre los ciclos estudiados, obteniéndose un mayor número de plantas en los dos tratamientos del ciclo 2004 y el tratamiento sin acolchado vegetal del 2005. Esta variable se relaciona directamente con el número de plantas por metro y el rendimiento obtenido por unidad de área cultivada; razón por la que el tratamiento con menor valor se obtuvo con el uso de acolchado vegetal aplicado en el ciclo 2005. Esto se coincide con lo reportado por Colorado State University (Internet) de que la verdolaga raramente se desarrolla en áreas con mantillos, y el mantillo colocado sobre la verdolaga por lo general la asfixia, efecto que le causó el uso de acolchado vegetal.

Respecto al rendimiento, López (1988) reporta que en los sistemas de chinampas (sistemas de producción intensiva) se producen 2 – 3 kg/m², mientras que en esta investigación, para los tratamientos aplicados en el ciclo 2004, donde se obtuvieron los mayores rendimientos promedio, se duplican estos resultados. A nivel nacional se reporta una producción promedio de 10.236 t/ha, por lo que los resultados obtenidos en las condiciones de experimentación del ciclo 2004 también superan la producción nacional de 4 a 5 veces, con y sin el uso de acolchado plástico, respectivamente. Sin embargo, Lagunes-Fortiz (2005) reportó que es posible obtener hasta 20 kg.m⁻², en un primer corte, en condiciones de producción en invernadero con el uso de hidropónica, valor que supera ampliamente a los obtenidos en esta investigación.

6.2.4 Zanahoria

Los valores medios de las variables evaluadas $\pm$ DMS en zanahoria al final de cada ciclo de producción se presentan en el cuadro 20.

Cuadro 20. Comparación de medias $\pm$ desviación estándar de las variables analizadas en zanahoria al final de cada ciclo estudiado y el promedio de los ciclos 2004-2005.

Ciclo	Condición	Altura (cm)	Diámetro medio (cm)	Peso Unitario (g)	Peso promedio de muestra (kg)	No. Plantas/m	Rendimiento (kg.m ⁻²)
2004	Sin acolchado	9.01 $\pm$ 1.13 ^a	2.23 $\pm$ 0.31 ^a	35.22 $\pm$ 14.0 ^a	0.72 $\pm$ 0.20 ^a	29.58 $\pm$ 4.58 ^a	4.10 $\pm$ 1.68 ^a
	Acolchado plástico	9.70 $\pm$ 1.13 ^a	2.48 $\pm$ 0.31 ^a	46.47 $\pm$ 14.0 ^a	0.74 $\pm$ 0.20 ^a	29.83 $\pm$ 4.58 ^a	2.62 $\pm$ 1.68 ^a
2005	Sin acolchado	9.56 $\pm$ 0.89 ^a	2.56 $\pm$ 0.09 ^a	50.78 $\pm$ 7.41 ^a	2.17 $\pm$ 0.46 ^a	63.67 $\pm$ 13.8 ^a	6.40 $\pm$ 5.45 ^b
	Acolchado vegetal	10.26 $\pm$ 0.89 ^a	2.54 $\pm$ 0.09 ^a	51.47 $\pm$ 7.41 ^a	2.00 $\pm$ 0.46 ^a	48.33 $\pm$ 13.8 ^b	12.34 $\pm$ 5.45 ^a
04-05	Sin acolchado	9.28 $\pm$ 1.03 ^a	2.39 $\pm$ 0.24 ^a	50.78 $\pm$ 12.1 ^a	2.17 $\pm$ 0.78 ^a	63.67 $\pm$ 16.8 ^a	6.40 $\pm$ 4.89 ^b
	Con acolchado	9.98 $\pm$ 1.03 ^a	2.51 $\pm$ 0.24 ^a	51.47 $\pm$ 12.1 ^a	2.00 $\pm$ 0.78 ^a	48.33 $\pm$ 16.8 ^a	12.34 $\pm$ 4.89 ^a

^z Diferente letra en una misma columna por ciclo indican diferencias significativas según Tukey, $p < 0.05$.

De las variables anteriores se observa una relación entre la altura, el diámetro y el peso unitario de la planta.

El rendimiento promedio de la zanahoria en los tratamientos con acolchado plástico y sin él, en el ciclo 2004, estadísticamente no tuvo diferencias significativas (DMS = 1.68); mientras que en los tratamientos aplicados en el ciclo 2005 con y sin el uso de acolchado vegetal se presentan diferencias significativas, el uso de acolchado vegetal duplica el rendimiento obtenido sin el uso de él, aunque se se hallan mantenido con las mismas condiciones naturales y de manejo. Al comparar los ciclos 2005 con 2004, el rendimiento obtenido con cubierta vegetal se triplica y quintuplica respecto al uso o no de acolchado plástico, respectivamente. En promedio, la producción, expresada en rendimiento, de zanahoria con el uso de cubierta, ya sea plástica o vegetal, se duplica. Condición que se explica por un incremento de la temperatura y la humedad en el suelo que promueve el desarrollo radicular. Los rendimientos obtenidos en esta investigación

para los dos ciclos y los tratamientos empleados superaron la producción promedio reportada para esta variedad de 2.346 kg.m^{-2} (Cuadro 7).

6.3 Procesamiento Ecológico

De acuerdo al método seguido en esta investigación las características de conservación del producto fueron adecuadas para los productos envasados en frascos de vidrio y que tuvieron tratamiento térmico (125°C , 1.3 kg.cm^{-2} por 20 min.); durante el periodo de observación no se apreciaron cambios en las características físicas del producto, ni del envase. Por lo contrario, en el producto envasado al vacío, con las mismas condiciones de almacenamiento, se presentaron cambios en la coloración y consistencia del producto, en dos de las cuatro especies procesadas, ver (Cuadro 21).

Cuadro 21. Cambios físicos observables en los productos envasados al vacío.

Producto	Cambios de color (días)	Cambios en consistencia (días)
Cebolla	---	---
Chícharo	15	45
Verdolaga	---	---
Zanahoria	10	30

6.4 Pruebas bromatológicas y microbiológicas de los productos procesados.

Los valores de análisis proximales para cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria se detallan para cada uno de los tratamientos empleados en el procesamiento de su conservación, se comparan en base húmeda para los grupos nutricionales: proteína, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. Enseguida, se analizan los resultados obtenidos en la microbiología después de seis meses de almacenamiento para los productos procesados de cada cultivo.

El análisis bromatológico para los tres procesamientos empleados en la conservación de cebolla, de acuerdo a las condiciones de esta investigación, se presentan en el cuadro 22.

Cuadro 22. Análisis proximal de cebolla procesada bajo tres sistemas de procesamiento: esterilizado, salmuera y vacío (100 g de producto comestible).

Componente	Esterilizado		Salmuera		Vacío	
	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca
Humedad (%)	93.36	00.00	91.38	0.00	88.81	0.00
Mat. Seca (g)	6.64	100.00	8.62	100.00	11.19	100.00
Cenizas	0.21	3.19	1.18	13.66	0.45	4.02
Mat. Orgánica	6.43	96.81	7.44	86.34	10.74	95.98
Proteína Cruda	0.77	11.61	2.30	26.74	2.92	26.10
Extracto Etéreo	0.08	1.20	0.30	3.44	0.08	0.70
Fibra Cruda	1.64	24.70	0.28	3.22	0.37	3.31
Extracto Libre de N	3.94	59.31	4.56	52.93	7.37	65.87

Por su consumo directo o bien por un gran número de usos en el consumo humano, la cebolla también es conocida entre las diversas culturas por aplicaciones en la prevención y cura de dolores y enfermedades, poderes anticancerígenos, además de su inalienable contribución a las artes culinarias, como un condimento de excelencia que podemos confirmar diariamente en nuestros alimentos y proporciona, como puede observarse en el cuadro 23, diversos nutrientes requeridos en la dieta humana.

Cuadro 23. Composición y contenido nutricional de la cebolla natural y cocida (g/100 g).

Componente	Contenido	
	Cebolla Natural	Cebolla Cocida
Agua (%)	89.70	---
Carbohidratos (g)	8.70	2.70
Proteínas (g)	1.50	0.60
Lípidos (g)	0.10	---
Fibra (g)	0.80	1.30
Calcio (mg)	27.00	24.00
Fósforo (mg)	36.00	---
Hierro (mg)	0.50	---
Potasio (mg)	157.00	---
Sodio (mg)	10.00	7.00
Vitamina A (UI)	40.00	---
Tiamina (mg)	0.03	---
Riboflavina (mg)	0.04	---
Niacina (mg)	0.20	---
Ácido ascórbico (mg)	10.00	---
Valor energético (cal.)	38.00	13000

Fuente: Bourges, 1983, citado por Chávez-Martínez, 1993.

Como se puede apreciar, los valores obtenidos en el proceso de esterilizado de proteína cruda, fibra cruda y carbohidratos (expresados como extracto libre de N) son similares a los reportados para cebolla cocida y presenta una reducción de proteína, un incremento en los niveles de humedad y fibra cruda comparado con el cuadro 26 para cebolla natural; en el caso de productos tratados con salmuera incrementa su valor de proteína cruda y carbohidratos y disminuyen considerablemente los valores de fibra cruda; esta misma situación se presenta para los productos procesados a vacío que sólo tuvieron tratamiento de escalde.

Primo-Yufare y Carreon-Darrie (1980) consideran que uno de los principales factores a considerar, para juzgar a las cebollas como materia prima para deshidratar, es su contenido de azúcares, expresados también como extracto libre de nitrógeno, por lo que en este sentido el procesamiento al vacío sería el más conveniente

Los análisis bromatológicos del chícharo para los tres procesamientos empleados en la conservación, bajo las condiciones de esta investigación se presentan en el cuadro 24.

Cuadro 24. Análisis proximal de chícharo procesado bajo tres sistemas de procesamiento: esterilizado, salmuera y vacío (g/100 g de producto comestible).

Componente (%)	Esterilizado		Salmuera		Vacío	
	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca
Humedad	86.13	0.00	82.47	0.00	80.35	0.00
Mat. Seca	13.87	100.00	17.53	100.00	19.65	100.00
Cenizas	1.12	8.09	0.84	4.77	0.43	2.19
Mat. Orgánica	11.67	91.90	15.57	88.83	19.22	97.81
Proteína Cruda	3.13	22.54	4.14	23.63	5.00	25.46
Extracto Etéreo	0.39	2.82	0.49	2.82	0.41	2.11
Fibra Cruda	1.96	14.10	2.17	12.35	0.64	3.26
Extracto Libre de N	7.28	52.44	9.89	56.43	13.16	66.98

El chícharo fresco es una fuente de minerales y de fibra, y aporta una cantidad importante de azúcares y proteína de buena calidad (Bourges, 1992). El cuadro 25 muestra los resultados bromatológicos reportados para chícharo en fresco, cocido y enlatado.

Cuadro 25. Composición nutricional del chícharo (g/100 g).

Componente	Contenido			
	Chícharo	Chícharo cocido	Chícharo cocido	Chícharo enlatado
Agua (%)	84.40	84.40	---	---
Carbohidratos (g)	12.00	12.10	7.70	7.00
Proteínas (g)	3.40	5.40	5.00	5.40
Lípidos (g)	0.20	0.40	0.40	0.40
Fibra (g)	---	---	5.20	6.30
Calcio (mg)	62.00	23.00	13.00	24.00
Fósforo (mg)	90.00	99.00	---	---
Hierro (mg)	0.70	1.80	---	---
Potasio (mg)	170.00	190.00	---	---
Sodio (mg)	4.00	1.00	---	230
Vitamina A (UI)	680.00	540.00	---	---
Tiamina (mg)	0.28	0.28	---	---
Riboflavina (mg)	0.12	0.11	---	---
Niacina (mg)	0.71	2.30	---	---
Ácido ascórbico (mg)	21.00	20.00	---	---
Valor energético (cal.)	53.00	71.00	52	47

Fuente: Bourges, 1983, citado por Chávez. Martínez, 1993.

De los cuadros 24 y 25 se puede apreciar que el chícharo esterilizado sigue un patrón en los principales componentes nutricional (carbohidratos, lípidos, proteínas y fibra) a los de reportados para producto natural, lo que nos indica que sus componentes se modificaron poco con el tratamiento térmico, pero son menores si se compara con los reportados para los productos enlatados. El chícharo en salmuera los valores de proteína son similares a los reportados en productos enlatados de la misma especie y, se superan los valores obtenidos a los reportados para el producto natural en lo que respecta a proteína, lípidos y fibra, con una reducción en lípidos; hay que destacar que en este producto el pH se modificó de ligeramente ácido (pH = 5.5) a muy ácido (pH = 3.1), y se observó una precipitación blanquecina dentro de los frascos de manera inmediata a su preparación, lo que nos indica una solubilización de las proteínas (Bautista-Justo, *et al.*, 1995). Los chícharos envasados al vacío presentan valores muy similares al producto reportado como producto cocido. De aquí, que sea más recomendable su conservación mediante el procesamiento de esterilizado.

Por otra parte, para el procesamiento de chícharo se debe considerar el punto de corte, pues si éste es muy tierno con un tratamiento térmico severo lo deshace, y si es

muy maduro con tratamientos térmicos ligeros como el escalde es insuficiente para darle la consistencia suave. Primo-Yufare y Carreon-Darrie (1980) mencionan que el proceso de maduración de los chícharos es de gran interés tecnológico y comercial. En la última fase de crecimiento del grano se produce un endurecimiento y disminución del sabor dulce característico, que supone una pérdida de calidad importante. Esto se produce, fundamentalmente, como consecuencia de la transformación de azúcares en almidón.

De los contenidos bromatológicos del chícharo también hay que considerar lo que menciona Cruz-Suárez (2004) en cuanto que es deficiente en metionina, cisteína y triptófano y que presenta factores antinutricionales como inhibidor de tripsina, fitohemoglutinas, cianógeno, taninos, ácido fítico, saponinas. Además, Primo-Yufare y Carreon-Darrien (1980) describen que otra limitación del consumo de legumbres, en las que se incluye el chícharo, en la alimentación humana viene impuesta por su propiedad de causar flatulencias.

El análisis proximal de la verdolaga procesada en tres sistemas de conservación se muestra en el cuadro 26, el reporte referente al contenido nutricional que a porta la verdolaga cruda se expone en el cuadro 27.

Cuadro 26. Análisis proximal de verdolaga procesada bajo tres sistemas de procesamiento: esterilizado, salmuera y vacío (g/100 g de producto comestible).

Componente	Esterilizado		Salmuera		Vacío	
	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca
Humedad (%)	94,78	0.00	98,10	0.00	97,48	0.00
Mat. Seca (g)	5,22	100.00	1,90	100.00	2,52	100.00
Cenizas (g)	1,13	21,72	0,41	21,56	0,67	26,67
Mat. Orgánica (g)	4,08	78,28	1,49	78,44	1,85	73,33
Proteína Cruda (g)	1,19	22,87	0,17	9,12	1,11	4,42
Extracto Etéreo (g)	0,19	3,56	0,04	2,22	0,05	1,85
Fibra Cruda (g)	0,17	3,21	0,47	24,44	0,08	3,27
Extracto Libre de N (g)	2,54	48,63	0,81	42,65	1,61	63,80

Cuadro 27. Composición nutricional de la verdolaga en fresco (g/100 g).

Componente	Contenido	Unidad	Componente	Contenido	Unidad
Carbohidratos	4.9	g	Niacina	0.60	mg
Proteína	2.3	g	Vitamina C	13.0	mg
Lípidos	0.3	g	Hierro	5.20	mg
Retinol	192.0	M Eq.	Energía	26	kcal
Tiamina	0.02	mg	Porción comestible	82.00	%
Riboflavina	0.10	mg			

Fuente: Bourges, 1992.

En el cuadro 26 se observa que la verdolaga que fue esterilizada tiene el mayor contenido proteico, lipídico, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno en comparación con los otros dos tratamientos aplicados y estos valores son los más cercanos a los reportados por Bourges (1992), el tratamiento donde se empleó salmuera reduce drásticamente estas sustancias.

De otros análisis, se sabe que la verdolaga contiene aminoácidos: *alanina* (incrementa las defensas del sistema inmunitario); *arginina* (muy necesaria para el crecimiento muscular y la reparación de los tejidos); *histidina* (vasodilatador y estimulador del jugo gástrico. Combate la anemia, la artritis y es muy útil para las úlceras); *isoleucina* (necesario para el crecimiento adecuado); *valina* (crecimiento infantil); Ácidos: *ascórbico* (Vitamina C); *aspártico* (muy interesante en la expulsión del amoníaco); glutámico (antiulceroso, tónico, incrementa la capacidad mental); linoléico (Vitamina F); oxálico (muy tóxico); palmítico; además de calcio, hierro, magnesio, potasio, azufre, proteínas y fibra (Sedo-Masis, 2001). Según la revista The New England Journal of Medicine (1986), la verdolaga contiene ácidos grasos omega-3 y no contiene mercurio como los salmones. Es rica en antioxidantes. En una comida puede cumplir con los requerimientos diarios de vitamina E, con el mayor contenido de esta vitamina y ácidos grasos omega-3 que otras hortalizas, provee significativamente de vitamina C y A (como betacarotenos), Coenzima Q10 y glutatión. Su contenido de proteína de alta calidad en el 20 % (peso seco) incluye amino ácidos esenciales. Por ser una planta rica en vitamina C y en ácidos grasos omega 3 (en proporción similar al pescado azul y al aceite de semillas de lino) y ha demostrado su eficacia en la reducción del colesterol y para tratar distintas dolencias cardiovasculares. Excelente diurético,

también parece influir en la longevidad, la verdolaga merece ocupar un lugar destacado en nuestra mesa, tanto por su delicado sabor como por sus propiedades medicinales (Diccionario de Alimentos Sanos, Internet).

Los análisis proximales obtenidos en zanahoria procesada en tres sistemas de conservación se muestran en el cuadro 28, en el cuadro 29 muestra la composición y contenido nutricional de zanahoria cruda, enlatada y cocida.

Cuadro 28. Análisis proximal de zanahoria procesada bajo tres sistemas de procesamiento: esterilizado, salmuera y vacío (100 g de producto comestible).

Componente (g)	Esterilizado		Salmuera		Vacío	
	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca
Humedad (%)	96,33	0.00	97,38	0.00	93.31	0.00
Mat. Seca	3,67	100.00	2,62	100.00	6.69	100.00
Cenizas	0,20	5,44	0,62	23,80	0.36	5.39
Mat. Orgánica	3,47	94,56	2,00	76,20	6.33	94.61
Proteína Cruda	0,33	9,06	0,10	3,85	1.36	20.38
Extrato Etéreo	0,07	1,79	0,02	0,92	0.13	1.87
Fibra Cruda	0,90	24,55	0,65	24,77	0.22	3.27
Ext. Libre de N	2,17	59,15	1,22	46,66	4.62	69.09

Cuadro 29. Composición nutricional de zanahoria cruda, cocida y enlatada (g/100 g).

Componente	Contenido nutricional		
	Zanahoria cruda	Zanahoria cocida	Zanahoria enlatada
Agua (%)	84.40	---	---
Carbohidratos (g)	9.70	4.40	4.30
Proteínas (g)	1.10	0.60	0.70
Lípidos (g)	0.20	0.40	0.40
Fibra (g)	---	3.10	3.70
Calcio (mg)	37.00	37.00	27.00
Fósforo (mg)	36.00	---	---
Hierro (mg)	0.70	---	---
Potasio (mg)	190.00	---	---
Sodio (mg)	47.00	50.00	280
Vitamina A (UI)	11,000.00	---	---
Tiamina (mg)	0.60	---	---
Riboflavina (mg)	0.05	---	---
Niacina (mg)	0.60	---	---
Ácido ascórbico (mg)	8.00	---	---
Valor energético (cal.)	42.00	19	19

Fuente: Bourges, 1983, citado por Chávez. Martínez, 1993.

Del cuadro anterior se puede apreciar un mayor contenido de proteína, carbohidratos y fibra de la zanahoria envasada al vacío en comparación con los valores reportados para la zanahoria cruda; o que nos indica que las características nutricionales fueron poco modificadas con este tratamiento, mientras que en los procesamientos en que se aplicó tratamiento térmico en condiciones de esterilización los niveles nutricionales de proteína, carbohidratos y lípidos se reducen.

Las cualidades nutritivas de las zanahorias son importantes, especialmente por su elevado contenido en betacaroteno (precursor de la vitamina A), pues cada molécula de caroteno que se consume es convertida en dos moléculas de vitamina A. En general se caracteriza por un elevado contenido en agua y bajo contenido en lípidos y proteínas (Bourges, 1992). Otro aspecto que hay que considerar es el bajo contenido de carbohidratos, fibra, con una humedad superior al 90 %, valores que están relacionados con la madurez de la zanahoria, valores elevados en fibra y carbohidratos son un indicativo de una sobremadurez de la raíz y tiene menor aceptación en el mercado.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de los tres tipos de procesamiento ecológico, para las cuatro productos hortícolas estudiados (Cuadro 30).

Cuadro 30. Análisis microbiológico de 12 muestras de alimentos.

Especie-Tratamiento	pH	Bacterias Mesófilas Aeróbicas (ufc/g)	Coliformes Fecales Totales (g)	Coliformes Fecales (g)
Cebolla-Esterilizada	5.8	0	-	-
Cebolla-Salmuera	5.6	0	-	-
Cebolla-Vacío	5.5	60,000	-	-
Chícharo-Esterilizada	6.2	0	-	-
Chícharo-Salmuera	3.1	0	-	-
Chícharo-Vacío	6.4	4,000	-	-
Verdolaga-Esterilizada	5.8	0	-	-
Verdolaga-Salmuera	6.1	0	-	-
Verdolaga-Vacío	5.9	0	-	-
Zanahoria-Esterilizada	5.8	0	-	-
Zanahoria-Salmuera	5.5	0	-	-
Zanahoria-Vacío	5.3	18,000	-	-

Como se puede apreciar en el cuadro 30, después de seis meses de almacenamiento los tratamientos que fueron sometidos a un tratamiento térmico de 125°C por 20 min., no presentaron desarrollo de microorganismos, contrario a los tratamientos de las especies de cebolla, chícharo y zanahoria procesadas al vacío y que sólo se trataron con escalde. Frazier y Westhoff (2003) mencionan que el empleo de calor en las hortalizas que se desecan o que se congelan, y algunas de las que se enlatan, se escaldan o blanquean para inactivar sus enzimas, al mismo tiempo, el número total de microorganismos se reduce notablemente, ya que es posible que disminuya un número de veces comprendido entre 1,000 y 10,000.

El procesamiento al vacío, en el que se tuvo contaminación microbiológica se debe considerar que el tiempo del escalde no es suficiente para la destrucción de los microorganismos y, que también, puede haber una recontaminación después del escalde al ser sometidas en agua con hielo por estos elementos. Los microorganismos existentes en la superficie de las hortalizas recién recolectadas incluyen no sólo los correspondientes a la flora normal de su superficie, sino también los procedentes del suelo y del agua y tal vez microorganismos patógenos para las plantas. La eliminación de estos microorganismos puede darse con un cuidadoso lavado de las hortalizas, aunque, una vez lavadas, todavía queda gran parte de la flora microbiana propia de las mismas.

Hay que notar que los productos envasados al vacío están contaminados con especies mesófilas aerobias, lo que puede dar indicios de que el sistema de vacío y/o sellado no fue el adecuado, de lo contrario, la atmósfera generada con el vacío hubiera sido una condición adversa para su desarrollo.

Por otra parte, hay que considerar que aunado al tratamiento térmico un lote de cada especie fue tratado con salmuera, que de acuerdo a lo que afirman Frazier y Westhoff (2003), la adición de sal o de salmuera a las hortalizas, de las mismas es extraída agua que sirve para reducir la concentración de sal en el líquido y que la adición de conservadores como la sal común (NaCl) en hortalizas de contenido proteico elevado, como son los chícharos se ablandan fácilmente, como las cebollas y la coliflor, se conservan añadiéndoles la cantidad de sal suficiente para inhibir cualquier fermentación (18.6-21.2 concentración porcentual).

Por ello, es importante señalar que la composición química de los alimentos influye en el crecimiento de los microorganismos, así por ejemplo, la podredumbre blanda por bacterias se da con mayor frecuencia en las hortalizas cuya acidez no es muy elevada. En este sentido, la cebolla es susceptible a podredumbre blanda por bacterias, podredumbre gris por mohos; la familia de las leguminosas, además de las ya citadas en cebollas, son sensibles a la podredumbre negra por mohos, mientras que la zanahoria se ve afectada de la podredumbre blanda por bacterias, podredumbre negra, podredumbre por *Fusarium*, podredumbre gris por mohos y podredumbre blanda acuosa, que pueden influir en su conservación.

6.5 Evaluación sensorial

Las características personales del consumidor (edad, situación socioeconómica, religión, entre otras) son un factor a considerar en las pruebas de preferencia de un producto, por esta razón, a continuación se presentan los resultados obtenidos en el perfil del consumidor de participantes en las pruebas de preferencia por tipo de procesamiento del producto y la presentación del producto por tipo de envase, de cada una de las especies estudiadas, se presentan también los resultados de la prueba de Friedman e IR.

6.5.1 Perfil de los participantes en la prueba de evaluación sensorial

Este estudio se realizó como un complemento a las pruebas de preferencia de cada uno de los cultivos estudiados (cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria), a continuación se presentan los resultados obtenidos en el perfil del consumidor de los participantes en las pruebas de preferencia de productos orgánicos procesados por cultivo y un análisis conjunto de los mismos.

6.5.1.1 Cebolla

Los 33 consumidores que participaron en la evaluación sensorial para estimar la preferencia del procesamiento y tipo de envase empleado en cebolla expusieron los siguientes datos personales con los que se observaron las siguientes características en su perfil como consumidores:

○ **Edad.** El 82 % de los participantes señalaron ser mayores de 36 años, y el 18 % se dividió en rangos de 19-25 años y de 26 a 30 años, en los que se incluye la participación de hombres.

○ **Actividad principal.** El 91 % de los participantes de esta evaluación expresó tener como actividad principal el servicio público, 4 % mencionó ser estudiante y el 2 % dijo ser empleada de empresa particular.

○ **Consumo de productos orgánicos.** Los participantes que no consumen productos orgánicos triplicaron (76 %) la proporción de los que sí consumen este tipo de productos (24 %). Los participantes que no consumen productos orgánicos mencionaron desconocerlos; además, de manera general llegan a asociar a los productos producidos orgánicamente como productos “frescos” o “naturales”, situación que coincide con lo que menciona Rees y Bettison (1994) que refieren estos dos términos generalmente se asocian con alimentos perecederos, con una vida útil corta.

○ **Productos orgánicos que se adquieren.** Del 24 % que consumen productos orgánicos, sus compras son orientadas a la adquisición de verduras (67%) como lechugas, acelgas, cilantro, entre otros; el 11 % se provee de frutas; el mismo porcentaje, consume productos procesados como mermeladas y, en el apartado de otros productos, también un 11 % indicó que consume maíz y trigo.

○ **Motivos de compra.** Los consumidores que adquieren productos orgánicos señalaron como motivos de compra la salud y la calidad de los productos. Es importante señalar que todos admitieron no tener una marca de preferencia, pues, adicionalmente mencionaron que los productos orgánicos, por el sólo hecho de serlos, están garantizados en calidad desde su producción hasta que llegan al consumidor.

○ **Centros de compra de productos orgánicos.** Para este grupo de consumidores, los mercados donde adquieren este tipo de productos fueron el Tianguis de Chapingo (60 %) y directamente con los productores orgánicos (40 %).

6.5.1.2 Chícharo

La evaluación sensorial para estimar la preferencia en cuanto procesamiento empleado para su conservación y apariencia del producto procesado en su envase de

chícharo contó con la participación de treinta y tres personas, cuyas características en su perfil como consumidores fueron las que a continuación se presentan:

- **Edad.** Los participantes fueron, en su mayoría, mayores de 31 años (55 %).
- **Actividad principal.** El 46 % de los participantes dijo tener como actividad principal el hogar, seguida de la de estudiante (27 %) y con igual porcentaje mencionó desarrollar actividades diversas, en las que se incluye servidor público y secretaria.
- **Consumo de productos orgánicos.** Las personas que no consumen productos orgánicos representó el 88 % de los participantes, quienes los consumen representaron el 12 %.
- **Productos orgánicos que se adquieren.** El principal producto que compra este grupo de consumidores es verdura en un 67 %, y productos procesados abarcó el 33 %.
- **Motivos de compra de los productos orgánicos.** Los motivos de compra son calidad, precio y beneficios ambientales y sociales tuvieron una proporción equiparable del 33 % de elección.
- **Centros de compra de productos orgánicos.** El 67 % de los consumidores de productos orgánicos refirió que los adquieren directamente con los productores orgánicos y el 33 % mencionó comprarlos tiendas especializadas ubicadas en Texcoco, Méx.

6.5.1.3 Verdolaga

Las personas que participaron en la evaluación sensorial para estimar la preferencia del producto de verdolaga y su apariencia dentro del envase, según el procesamiento empleado, tuvieron las siguientes características en su perfil como consumidores:

- **Edad.** Los participantes se agruparon en los siguientes intervalos: el 45 % fueron mayores de 36 años, entre 26-30 años representó el 30 %, entre 18 a 25 años representó el 12 % y el 9 % manifestaron tener 31-35 años.
- **Actividad Principal.** El 64 % manifestó dedicarse al hogar, sin remuneración económica, 21 % mencionaron ser empleadas de la iniciativa privada y el 15 % se agrupó en actividades diversas.

○ **Consumo de Productos orgánicos.** El 82 % de las personas entrevistadas no consumen productos orgánicos porque los desconocen (100 %), sólo el 18 % dijo consumir los productos orgánicos.

○ **Productos orgánicos que se consumen.** El 57 % de quienes compran productos orgánicos mencionó que adquiere verduras semanalmente en cantidades de 1 a 5 kg, entre las que se encuentran zanahorias, lechuga y col. Los productos procesados como lácteos en los que se incluye el queso y yogurt, que se adquieren rara vez en cantidades menores a 1 litro y el queso se compra menos de un kilogramo semanal, este grupo de productos representó el 43 % de compra.

○ **Motivos de compra de los productos orgánicos.** Para este grupo de evaluadores el principal motivo de compra de productos orgánicos fue la salud.

Centros de compra de productos orgánicos. Las compras de productos orgánicos las realizan principalmente en el Tianguis de Chapingo (83 %) y en tiendas especializadas (17 %).

6.5.1.4 Zanahoria

Las personas que participaron en la evaluación sensorial para estimar la preferencia del producto de zanahoria y su apariencia del producto en el envase, según el procesamiento empleado, tuvieron las siguientes características en su perfil como consumidores:

○ **Edad.** Los participantes se agruparon en los siguientes rangos: de mayores de 36 años (58 %), 26-30 años (24 %), 31-35 años (12 %) y menores de 25 años (12 %).

○ **Actividad Principal.** El 61 % de los participantes de los productos de este cultivo manifestó dedicarse al servicio público, 24 % fueron amas de casa, 3 % expresó ser estudiante, el 3 % fueron empleadas y 9 % dijo dedicarse a la docencia.

○ **Consumo de Productos orgánicos.** El 78 % de las personas entrevistadas no consumen productos orgánicos porque los desconocen (81 %), no están disponibles en todos los lugares de venta como son los mercados tradicionales y supermercados (15 %) o los consideran caros (4 %); sólo el 22 % los consumen.

○ **Productos orgánicos que se consumen.** El 67 % de las personas que consume productos orgánicos adquiere verduras semanalmente en cantidades de 1 a 5 kg, entre las

que se encuentran zanahorias, lechuga, setas, col, brócoli, germen de alfalfa, acelga, espinaca y jitomate, los productos procesados como mermeladas, leche, jugo de manzana que se adquieren rara vez en cantidades menores a 1 litro y el queso se compra menos de un kilogramo semanalmente, este grupo de productos representa el 24 % de compra; 24 % compran huevo, maíz, trigo, haba, carne que adquieren cada semana, en proporciones de 1 a 5 kg, mientras que dulces de amaranto, jamaica y miel se adquieren con poca frecuencia al mes y en cantidades menores a 1 kg o litro, según corresponda; finalmente, manzanas y jícamas representan el 18 % en compra de fruta, en la misma frecuencia y cantidad que las verduras.

- **Motivos de compra de los productos orgánicos.** Para este grupo de consumidores el 57 % mencionó la salud, el 29 % los prefieren por calidad y 14 % mencionó que los adquiere por recomendación.

- **Centros de compra de productos orgánicos.** Las compras de productos orgánicos se realizan principalmente en los productores orgánicos, tiendas especializadas y tianquis de Chapingo, en un 33 % cada rubro.

6.5.1.5 Perfil conjunto de los consumidores participantes en las pruebas de evaluación sensorial por preferencia

- **Edad.** Los participantes en la evaluación sensorial de las pruebas de preferencia del producto y su apariencia por tipo de procesamiento se agruparon en cinco grupos etarios de la siguiente manera: menores de 18 años (4 %); 18 a 25 años (12 %), e 26 a 30 años (18 %), 31 a 35 años (9 %) y mayores de 35 años (57 %).

- **Actividad principal.** De las categorías establecidas para la ocupación principal que desarrollan los participantes, la mayoría de las persona expresó ser servidores públicos (49 %), las amas de casa representaron el 33 %, los estudiantes 9 %, empleadas de la iniciativa privada 7 % y el 2 % fueron académicos.

- **Consumo de productos orgánicos.** El consumo de productos orgánicos siguió una misma tendencia en todos los grupos de estudios, de manera general, el 81 % mencionó no consumir éste tipo de productos, al ser interrogadas ¿por qué no los consumen? El 85 % mencionó desconocerlos o bien los relacionan con productos hortícolas frescos, el 11 % dijeron que es difícil conseguirlos y 4 % atribuyó no

comprarlos por ser más caros que los que compran en los mercados tradicionales. Sólo el 19 % de consumidores refirió consumir productos orgánicos.

- **Productos orgánicos que se adquieren.** Del 19 % de los participantes que refirieron consumir productos orgánicos, contrario a lo que se pudiera esperar, la mayoría consume productos procesados como queso, yogur, mermeladas y bebidas como leche y jugos; el 19 % mencionó comprar verduras entre las que se encuentran lechuga, cilantro, zanahoria, champiñones, maíz, trigo; las frutas representaron el 11 % y en el apartado especificado como otros representó el 13 %, incluye la compra de dulces de amaranto, dulces de jamaica y miel.

- **Motivos de compra.** Los participantes que compran productos orgánicos en cualquiera de sus presentaciones coincidieron, mayoritariamente, que los adquieren como una forma de mantener y cuidar la salud personal o de la familia 53 %, el 27 % mencionaron preferirlos por la calidad, el 8 % los adquiere por el precio, el mismo porcentaje los adquiere por recomendación (8 %) y el 4 % consideran que los productos orgánicos representan un beneficio social y ambiental. Sin embargo, muchos de los estudios hechos acerca de los productos orgánicos refieren múltiples beneficios sociales y ambientes, específicamente Nuñez (2000) menciona que “los alimentos se deben producir en concordancia con los diversos agroecosistemas, con la naturaleza del proceso productivo, con las relaciones sociales, culturales y tecnológicas que han practicado los campesinos a lo largo de la historia...”, lo que puede ser un indicador de que aun los consumidores no se sensibilizan en el papel que desarrolla la agricultura ecológica al ofrecer beneficios sociales y ambientales, entre los que se encuentra la salud, no sólo de quien los consume, sino también para quien los produce, pues ésta se relaciona estrechamente con las condiciones ecológicas, sociales y económicas que se presentan en una zona, región o de forma global en la Tierra.

Por otra parte, es importante señalar que el 96 % de los compradores de productos orgánicos no tienen una marca de preferencia, pues el hecho de que los productos orgánicos estén certificados como tales les ofrece una alta seguridad de inocuidad, más nutritivos y calidad comparación con los obtenidos de manera convencional. Sin embargo, en cuestión de evaluación sensorial entre productos orgánicos y convencionales Rodríguez, *et al.* (2002) mencionan que “para el consumidor promedio

no es evidente la distinción entre un producto orgánico de otro que no lo es en cuanto a las propiedades organolépticas (sabor, textura, olor), los consumidores habituales los encuentran más agradables que los productos no orgánicos, afirmación que sólo podría validar el nuevo consumidor al probarlos. Están libres de aditivos y conservadores sintéticos que pueden poner en riesgo la salud. En este caso están recomendados para personas con enfermedades como cáncer, leucemia y diabetes, que requieren de dietas estrictas...”.

○ **Centros de compra de productos orgánicos.** El 57 % de los participantes mencionó que los productos orgánicos los adquiere en el Tianguis de Chapingo, el 32 % lo hacen directamente con los productores orgánicos y 18 % en tiendas especializadas de la región. Como se puede apreciar, los mercados de compra son muy específicos y esto hace que para algunas personas no estén disponibles o desconozcan las características y ventajas que ofrecen los productos orgánicos de los obtenidos en la agricultura convencional.

6.5.2 Resultados de preferencia para el producto

Los tratamientos originalmente fueron diferentes en sabor, los productos esterilizados y envasados al vacío eran simples en comparación con el producto que estaba en salmuera, por lo que se esperaba que la preferencia de los productos por los consumidores estaría en función de esta característica. A continuación se presentan los análisis obtenidos de la opinión vertida por los participantes para los cuatro cultivos procesados bajo tres sistemas mediante la aplicación de la prueba de Friedman y por Índice R.

6.5. 2.1 Cebolla

Los resultados obtenidos de la ordenación de rangos para la preferencia de cebolla procesada se presentan en el cuadro 31, los datos originales se muestran en el Anexo 9a.

Cuadro 31. Preferencia por ordenamiento del producto según el tipo de procesamiento empleado para la conservación de cebolla.

	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
Suma de ordenación por tratamiento	57 ^a	66 ^a	75 ^a

^z Valores con igual letra por fila nos indican que no presentan estadísticamente diferencia significativa, según prueba de Fridman, con $p < 0.05$.

El análisis estadístico mostró que no existe evidencia para rechazar la H_0 , la cual proponía que la preferencia entre los tratamientos aplicados para la conservación de cebolla eran iguales ($\alpha = 0.05$). Lo que se interpreta que la cebolla procesada en esterilización, con el uso de salmuera y al vacío tuvo igual preferencia entre los consumidores que participaron en esta prueba.

6.5.2.2 Chicharo

Los resultados obtenidos de la ordenación de rangos para la preferencia de los productos procesados de chícharo se presentan en el cuadro 32, los datos originales se presentan en el Anexo 9b.

Cuadro 32. Preferencia por ordenamiento de producto según el tipo de procesamiento en chícharo.

	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
Suma de ordenación por tratamiento	74 ^a	58 ^a	66 ^a

^z Valores con igual letra dentro de la fila nos indican que no presentan estadísticamente diferencia significativa, con prueba de Fridman, con $p < 0.05$.

El análisis estadístico mostró que no existe evidencia para rechazar la H_0 , la cual proponía que la preferencia entre los tratamientos aplicados para la conservación de chícharo son iguales ($\alpha = 0.05$). Lo que se interpreta que para el chícharo procesado, los distintos tipos de procesamiento no influyen para que la preferencia de los consumidores que participaron en esta prueba sea diferente estadísticamente.

6.5.2.3 Verdolaga

Los resultados obtenidos de la ordenación de rangos para la preferencia de los productos procesados de la verdolaga se muestran en el cuadro 33, los datos originales se muestran en el Anexo 9c.

Cuadro 33. Preferencia por ordenamiento de producto según el tipo de procesamiento en verdolaga.

	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
Suma de ordenación por tratamiento	69 ^a	70 ^a	59 ^a

^z Valores con igual letra nos indican que no presentan diferencia significativa estadísticamente, según prueba de Friedman, con $p < 0.05$.

El análisis estadístico mostró que no existe evidencia para rechazar la H_0 , la cual proponía que la preferencia entre los tratamientos aplicados para la conservación de cebolla eran iguales ($\alpha = 0.05$). Lo que se interpreta que la preferencia es similar para verdolaga procesada en esterilización, con el uso de salmuera y al vacío.

6.5.2.4 Zanahoria

Los resultados obtenidos de la ordenación de rangos para la preferencia de zanahoria procesada se presentan en el cuadro 34, cuyos datos originales se muestran en el anexo 9d.

Cuadro 34. Preferencia por ordenamiento de producto según el tipo de procesamiento en zanahoria.

	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
Suma de ordenación por tratamiento	72 ^a	60 ^a	66 ^a

^z Valores con igual letra dentro del fila nos indican que no presentan diferencia significativa estadísticamente, según prueba de Friedman, con $p < 0.05$.

El análisis estadístico mostró que no existe evidencia para rechazar la H_0 , la cual proponía que la preferencia entre los tratamientos aplicados para la conservación de cebolla eran iguales ($\alpha = 0.05$). Lo que se interpreta que la zanahoria procesada en

esterilización, con el uso de salmuera y al vacío tiene igual preferencia para los consumidores que participaron en esta prueba.

Los resultados obtenidos en la prueba de Friedman reflejan que, de manera conjunta, los consumidores tienen estadísticamente la misma preferencia por los tres tipos de procesamiento en las cuatro especies estudiadas (Cuadro 35).

Cuadro 35. Resultados de la prueba de Friedman para la preferencia del producto para cada una de las especies estudiadas.

Especie	Valor de Friedman calculado
Cebolla	4.910 ^{NS}
Chícharo	3.879 ^{NS}
Verdolaga	2.240 ^{NS}
Zanahoria	2.182 ^{NS}

NS: No Significativo estadísticamente con $p < 0.05$. Valor crítico de $\chi^2_{2,0.05} = 5.992$

Los resultados obtenidos (Cuadro 35) mostraron la misma tendencia a los obtenidos por Rodríguez, *et al.* 2000 quienes compararon la productos provenientes de agricultura orgánica y convencional en los que concluyeron que ensayos realizados durante 4 años, no se han encontrado diferencias significativas en cuanto a aspecto, color, textura o sabor en los tres sistemas de producción de papa estudiados (orgánico, integrado y convencional), en los que también se empleó rotación de cultivos.

El cálculo de Índice R, para un grupo de consumidores $n=33$, tomando como valores críticos de 66.37 y 33.63, para cada par de tratamientos y por cada especie estudiada respecto a la preferencia del producto por procesamiento mostró existe diferencia significativa sólo para cebolla entre el producto envasado al vacío sobre el esterilizado (Cuadro 36), situación que difiere de los resultados obtenidos de la prueba de Friedman que no evidenció diferencia significativa entre los distintos tratamientos.

Cuadro 36. Índice R para la preferencia del producto por comparación de pares según el tipo de procesamiento.

Producto	Esterilizado-Salmuera	Esterilizado-Al Vacío	Salmuera-Al Vacío
Cebolla	0.40	0.32*	0.40
Chícharo	0.66	0.54	0.42
Verdolaga	0.50	0.58	0.60
Zanahoria	0.50	0.54	0.57

* Indica diferencias significativas con $p < 0.05$.

6.5.3. Pruebas de preferencia en la apariencia del producto envasado.

Como lo hemos referido anteriormente, la presentación de un producto es el primer contacto que tiene el consumidor del producto que elige, muchas veces puede ser la mayor atracción que las características intrínsecas del mismo. En este caso, para la presentación de los productos que fueron esterilizados y que llevaron salmuera se envasaron en frascos de vidrio y los que fueron envasados al vacío se empleó bolsa plástica. En todos los casos, las características del producto (color, forma y tamaño) estaban visibles al consumidor a través del envase y no se empleó ningún tipo de etiqueta que distinguiera el tipo de procesamiento empleado.

6.5.3.1 Cebolla

Los resultados obtenidos de la ordenación de rangos para la preferencia de cebolla acuerdo a su apariencia por tipo de procesamiento empleado se presentan a continuación (Cuadro 37), los datos originales se muestran en el anexo 9a.

Cuadro 37. Rangos de preferencia en la apariencia de cebolla, según el tipo de procesamiento.

	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
Suma de ordenación por tratamiento	71 ^a	53 ^b	74 ^a

^z Valores con igual letra dentro de la fila nos indican que no presentan diferencia significativa, según prueba de Friedman, con $p < 0.05$.

Al ser analizados estadísticamente, se concluye que con $\alpha = 0.05$ y $H = 7.82$ mayor que $\chi^2_{(2, \alpha = 0.05)} = 5.9915$ se rechaza la hipótesis nula de que no hay diferencia en la preferencia de los estudiados de acuerdo a su apariencia por el tipo procesamiento empleado en la conservación de cebolla. Aplicando la prueba de comparaciones de medias, con un valor crítico de 13.7295; de los resultados anteriores se interpreta que los participantes prefieren, estadísticamente, de forma similar la apariencia de los productos procesados mediante esterilización como los que fueron envasados al vacío, y que por la apariencia de la cebolla con salmuera, envasada en frasco, tuvo menor preferencia.

6.5.2.2 Chicharo

Los resultados obtenidos de la ordenación de rangos para la preferencia de chícharo por su apariencia acuerdo al procesamiento al que se sometió para su conservación se presentan en el cuadro 38, los datos originales se muestran en el Anexo 9b.

Cuadro 38. Rangos de preferencia del chícharo de acuerdo a su apariencia por tipo de procesamiento.

	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
Suma de ordenación por tratamiento	74 ^a	46 ^b	78 ^a

^z Valores con igual letra dentro de las filas nos indican que no presentan diferencia significativa estadísticamente, según prueba de Friedman, con $p < 0.05$.

Al ser analizados estadísticamente, se concluye que con 5 % de significancia y un valor calculado de $H = 18.42$ mayor que el estadístico $\chi^2_{(2, \alpha = 0.05)} = 5.9915$, se rechaza la hipótesis nula de que no hay diferencia en la preferencia de los productos procesados de chícharo por la apariencia presentada según el tipo de procesamiento empleado en su conservación. Aplicando la prueba de comparaciones de medias de la prueba de Friedman, el valor de la prueba de comparación fue de 13.7295. Lo que nos muestra que, estadísticamente, a los participantes les gusta indistintamente la apariencia del chícharo en frasco que sólo fue esterilizado como la presentación del empacado al vacío y, tiene una menor preferencia el producto envasado en frasco con salmuera.

6.5.2.3 Verdolaga

Los resultados obtenidos de la ordenación de rangos de la preferencia de la verdolaga de acuerdo a la apariencia del producto en el envase por tipo de procesamiento utilizado para su conservación se presentan en el cuadro 39, los datos originales se muestran en el anexo 9c.

Cuadro 39. Rangos de preferencia en la apariencia de verdolaga según el tipo de procesamiento.

	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
Suma de ordenación por tratamiento	64 ^a	68 ^a	66 ^a

^z Valores con igual letra dentro de la fila nos indican que no presentan diferencia significativa estadísticamente, según prueba de Friedman, con $p < 0.05$.

Al ser analizados estadísticamente, se concluye que con 5 % de significancia y un valor calculado de la prueba de Friedman $H = 0.24$ menor que $\chi^2_{(2,\alpha = 0.05)} = 5.9915$, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que expresa que no hay diferencia en la percepción de la preferencia en la apariencia de verdolaga según el tipo de procesamiento empleado para su conservación. Lo que nos indica que, estadísticamente, a los participantes les gusta la apariencia de los productos procesados de verdolaga en sus distintas formas de presentación, indistintamente del procesamiento empleado para su conservación.

6.5.2.4 Zanahoria

Los resultados obtenidos de la ordenación de rangos de la prueba de preferencia de zanahoria según la apariencia del producto envasado por tipo de procesamiento empleado para su conservación se presentan a continuación (Cuadro 40), los datos originales se muestran en el anexo 9d.

Cuadro 40. Rangos de preferencia en la apariencia de zanahoria envasada, según el tipo de procesamiento.

	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
Suma de ordenación por tratamiento	65 ^a	67 ^a	66 ^a

^z Valores con igual letra nos indican que no presentan diferencia significativa estadísticamente, según prueba de Friedman, con $p < 0.05$.

Después del análisis estadístico empleando un $\alpha = 0.05$, el valor de calculado de la prueba de Friedman $H = 0.061$ es menor que el estadístico $\chi^2_{(2,\alpha = 0.05)} = 5.9915$, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de que no hay diferencia en la preferencia de la zanahoria por la apariencia del producto según el tipo de procesamiento a que se sometió para su conservación. Esto implica que, estadísticamente, los participantes prefieren de manera similar la apariencia de la zanahoria que fue presentada en frascos esterilizada, en salmuera o la que fue la envasada en bolsa al vacío.

De manera general, la percepción de la preferencia del producto en su envase de presentación analizada mediante la prueba de Friedman muestra que sí hay diferencias significativas para los productos de cebolla y chícharo; mientras que no las hubo para el caso de verdolaga y zanahoria, (Cuadro 41).

Cuadro 41. Resultados de la prueba de Friedman para la preferencia de la apariencia del producto en su envase según el tipo de procesamiento.

Productos Procesados (Cultivo)	Valor de la Prueba de Friedman calculado
Cebolla	7.82*
Chícharo	18.42*
Verdolaga	0.240 ^{NS}
Zanahoria	0.061 ^{NS}

* Diferencia significativa, NS No significativo estadísticamente. Valor crítico de $\chi^2_{2,0.05} = 5.992$.
p < 0.05.

El análisis de la prueba de preferencia para la apariencia del producto envasado mediante el cálculo del Índice R mostró que hubo diferencias significativas para los productos de cebolla y chícharo en los productos esterilizado sobre salmuera y los productos al vacío sobre los de salmuera; éste análisis se realizó para un grupo de consumidores n=33, tomando como valores críticos de 66.37 y 33.63, para cada par de tratamientos y especie estudiada (Cuadro 42).

Cuadro 42. Índice R para la prueba de preferencia de la apariencia del producto envasado.

Producto	Esterilizado-Salmuera	Esterilizado-Al Vacío	Salmuera-Al Vacío
Cebolla	0.70*	0.45	0.30*
Chícharo	0.81*	0.43	0.20*
Verdolaga	0.42	0.40	0.46
Zanahoria	0.48	0.49	0.51

* Indica diferencias significativas con p < 0.05.

Los resultados anteriores (Cuadros 44 y 45) muestran que, tanto por prueba de Friedman como por Índice R, los productos procesados de cebolla y chícharo tienen distinto nivel de preferencia en la apariencia de los productos procesados y, en los dos casos, los productos procesados con salmuera tuvieron menor preferencia, mientras que los productos procesados por esterilización y al vacío, aunque con diferente presentación en el envase, ya que el primero está envasado en frasco y el otro en bolsas, estadísticamente tienen la misma preferencia, aun cuando los participantes desconocen otras características como sabor o textura del producto.

En estudios similares llevados a cabo por Dantas, *et al.* (2005) mostraron que el tipo de producción, el color y el precio tuvieron un efecto significativo sobre la intención del

consumidor en la elección de calabacita mínimamente procesada. En nuestro caso, coincide con un cambio en la coloración del producto, que podía ser apreciado en todos los casos y que está relacionado con el tipo de procesamiento empleado en la conservación del producto.

6.6. Análisis conjunto

La observación cualitativa del manejo ecológico aplicado a las cuatro hortalizas cultivadas aportó el siguiente aprendizaje.

Acolchado: el uso de acolchado tanto plástico como vegetal redujo considerablemente el crecimiento de malezas, lo que implicó un ahorro en mano de obra en el manejo de los cultivos y, por ende, ahorro en los costos de producción. Además, el uso de película plástica o acolchado vegetal también contribuye en la protección del suelo de las inclemencias del climáticas, así como de la erosión, esto es, evita que éste quede desnudo y desprotegido. De los dos sistemas empleados, el uso de acolchado plástico disminuyó considerable el crecimiento de malezas comparado con la aplicación de paja como acolchado vegetal. Sin embargo, su uso está en función de las características del cultivo y los factores ambientales en los que se desarrolla. Contrario a lo esperado en ésta investigación, el uso de acolchado no favoreció en rendimiento de tres de los cultivos estudiados, por lo que sería conveniente repetir el experimento en el mismo predio, en un ciclo de otoño-invierno, llevando los registros correspondientes a la temperatura y humedad en suelo durante la producción ecológica, tanto en los lotes con acolchado como los que no lo lleven.

Por otra parte, a fin de sistematizar la información de los predios orgánicos se recomienda llevar bitácoras de uso y técnicas aplicadas en los predios manejados ecológicamente que nos permitan programar a la rotación de cultivos; además de cumplir con las recomendaciones que se requieren para la certificación del producto, pues esto permitirá que los productos puedan ser comercializados con todas las garantías que ofrecen estos productos y así asegurar un precio más justo para su comercialización.

Composta: Como parte de las buenas prácticas que se llevan a cabo para la elaboración de composta conviene medir periódicamente los niveles de degradación de materia orgánica, llevar los registros de temperatura y el tipo y cantidad de los

materiales que se emplean para su elaboración, así como realizar su análisis fisicoquímico y microbiológico previo a su aplicación en el terreno, del cual, también es recomendable analizar periódicamente.

Material genético: En esta investigación se emplearon dos tipos de variedades mejoradas comerciales para cebolla y zanahoria; y dos criollas no comerciales la de chícharo y verdolaga. De entrada, este hecho muestra la inexistencia de variedades comerciales especialmente desarrolladas y mejoradas para la agricultura ecológica y, mucho menos, producidas orgánicamente, por lo que aún falta mucho por hacer en la agricultura ecológica para tener semillas obtenidas a partir de este tipo de producción, así como la selección de variedades adaptadas a las condiciones de producción ecológica, pues aún no es posible contar con semilla producida orgánicamente para muchas de las especies de interés de los productores, en especial de hortalizas. Por tanto, la producción agrícola de especies para la obtención de semilla puede ser otra alternativa para ampliar el área de producción agrícola ecológica, toda vez que el mercado no satisface la oferta de semillas orgánicas para las principales especies que se cultivan en México, tanto de cultivos básicos como de especies hortofrutícolas.

Particularmente, se propone que las prácticas culturales de la agricultura ecológica se pueden resumir en la siguiente fórmula:

$$AE = a + t$$

Donde;

AE = agricultura ecológica

a = agricultura orgánica tradicional, por ejemplo la desarrollada por los pueblos indígenas aunada a las nuevas tecnologías biointensivas de producción y manejo agronómico (siembra en temporal, RTQ, el policultivo, uso de semillas no mejoradas genéticamente y el aprovechamiento racional e integral de los recursos que ofrece la naturaleza)

t = técnicas agronómicas y agroindustriales orgánicas que respetan el medio ambiente (riego, abonado, rotación de cultivos, elección de variedades, solarización, cultivos asociados, preparación del terreno, control de hierbas y malezas, protección y lucha fitosanitaria, sin el uso de compuestos de síntesis industrial, con una integración del ecosistema de manera sustentable y a largo plazo).

Esto implica hacer uso de prácticas agrícolas tradicionales y de nuevas tecnologías que favorecen a la agricultura orgánica en el ahorro de energía, dinero, mano de obra, a favor de una agricultura rentable y sustentable a largo plazo, donde todos los participantes (bióticos, sociales y económicos) se armonizan para su desarrollo.

Las pruebas de preferencia son útiles para obtener información de los consumidores a través de encuestas directas o de degustaciones en puestos de venta o por medio de los distribuidores y comerciantes.

La preferencia de productos orgánicos, tanto frescos como procesados, está cobrando importancia en el mercado de los productos agrícolas. Por lo que estudios orientados a su manejo pre y poscosecha de manera detallada para cultivo y mercado son indispensables desarrollar a corto plazo. De lo anterior, sería importante considerar los parámetros de calidad (forma, tamaño, color, grado de madurez, inocuidad, entre otros) de los productos orgánicos que los hagan competitivos con los productos obtenidos en la agricultura convencional. Sin que por ello se descuiden los procesos de industrialización como puede ser el procesamiento mínimo para darle valor agregado a los productos orgánicos agropecuarios. Además, para incrementar la esperanza de éxito del desarrollo de un producto, a parte de los estudios de factibilidad del proyecto se deben incluir estudios de evaluación sensorial, pues como se pudo observar en este estudio, éstos permiten estar en contacto más próximo con el consumidor a quien estará dirigido el producto.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos e hipótesis planteadas y los resultados alcanzados en esta investigación, se concluye lo siguiente.

- 1) El análisis de varianza, en promedio de los dos ciclos agrícolas, detectó diferencias significativas en el rendimiento de las cuatro hortalizas evaluadas (cebolla, chícharo, verdolaga y zanahoria) entre acolchado y sin acolchar; no así al análisis de comparación de medias en cebolla y chícharo donde no aparecieron diferencias significativas.
- 2) Existió diferencia estadística significativa para rendimiento promedio de los cultivos orgánicos entre los tratamientos de acolchado. Los tratamientos sin acolchado superaron a los que si los tuvieron en 47 % y, al comparar el uso de acolchado, el vegetal superó al plástico 7 %.
- 3) El uso acolchado influyó de diferente manera en el rendimiento de verdolaga y zanahoria; no así en cebolla y chícharo.
- 4) En cebolla, el uso de acolchado plástico incrementó en 46 % el número de bulbos con más de un centro, con lo que se disminuye su calidad; mientras que con el acolchado vegetal disminuyó tanto el tamaño (12 %) como el peso del bulbo (28 %).
- 5) En verdolaga, el uso de acolchado vegetal redujo el rendimiento en un 57 %.
- 6) En zanahoria, los mayores rendimientos se obtuvieron con acolchado vegetal (12.4 kg.m⁻²) que supera hasta en cinco veces el uso de acolchado plástico y en tres veces el sin acolchado.
- 7) Al estudiar la conservación de los productos hortícolas, las características físicas (color y consistencia) y microbiológicas (Bacterias Mesófilas Aeróbicas, Coliformes Fecales Totales y Coliformes Fecales) fueron adecuadas para los productos envasados en frascos de vidrio con tratamiento térmico (125 °C, 1.3 kg.cm⁻² por 20 min.), empleando salmuera y agua como líquido gobierno.

- 8) El producto procesado al vacío en bolsas fue adecuado para la conservación de cebolla y verdolaga; sin embargo, en chícharo y zanahoria presentaron cambios de coloración antes de los 15 días y de consistencia a los 45 y 30 días respectivamente.
- 9) La composición nutricional cambió según la hortaliza y el tipo de procesamiento aplicado para su conservación.
- 10) Los productos orgánicos que consumen los participantes, por orden de importancia, son productos procesados, verduras y frutas.
- 11) Según las pruebas de evaluación sensorial, al degustar los productos, los consumidores mostraron la misma preferencia por las cuatro especies estudiadas, sin importar el tipo de procesamiento; sin embargo, en la percepción de la apariencia del producto si existió diferencia significativa en los casos de cebolla y chícharo; ya que prefirieron indistintamente los productos envasados en frasco con proceso de esterilizado y con bolsas al vacío sobre los productos que estaban en salmuera envasados en frasco.
- 12) Los Índices R muestran que cuando fueron degustados los productos hubo diferencia significativa en la preferencia de cebolla. La percepción de la apariencia de cebolla y chícharo presentó diferencias significativas, siendo menos preferido el producto procesado con salmuera.

PERSPECTIVAS

Los productos orgánicos u ecológicos presentan una demanda mayor en México, misma que se refleja con crecimientos en el mercado mayores al 20 % anual, de acuerdo a las cifras reportadas para los últimos 5 años. De la información obtenida en las encuestas, esta tendencia puede ser originada al interés de la población por cuidar su salud.

La producción ecológica requiere de mano de obra calificada que puede ser pagada por el sobre precio que tienen en el mercado los productos orgánicos, lo que sería una forma de dar arraigo y crear posibilidades de desarrollo para los productores agrícolas y pecuarios de México.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, R.; S. Sepúlveda. 2001. Cuaderno Técnico No. 17: Eco-etiquetado: Un Instrumento para Diferenciar Productos e Incentivar la Competitividad. San José, Costa Rica. IICA. Pp. 3.
- Altieri, M.; C. Nicholls. 2006. Agroecología. Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. 2ª. Ed. FAO-PNUMA, UACH, Chapingo, Méx. Pp. 26
- Amador, L. 2005. Productos Orgánicos. Retorno a lo natural. Revista del Consumidor. Octubre: 58-62.
- Anónimo. 1986. Purslane, the Delicious High Omega-3, Low Carb, Green Vegetable. *The New England Journal of Medicine*. September (315): 813.
- Anónimo. 2005. Análisis del Movimiento Orgánico Mundial. in: Cultura Ecológica. Noviembre-Diciembre: 18-19.
- ASERCA. 1998. Cebolla y Maíz. In: Claridades Agropecuarias. México. Enero. 53:3-12, 20-26.
- ASERCA. 2000. Zanahoria y Algodón. In: Claridades Agropecuarias. México. Marzo. 79:3-16, 19-24.
- ASERCA. 2005. Agricultura Ecológica; Agricultura Australiana y Programa de Apoyo Directos. In: Claridades Agropecuarias. México. Abril. 140:3-19, 19-24.
- Bautista-Justo, M.; Patiño-Lara, R.; Ocaña-Camacho, R.; Z. Gamiño-Sierra. 1995. Efecto del procesamiento por salmuera sobre la calidad de la proteína del *Pleurotus ostreatus*. In: Tecnologías de Cosecha y Postcosecha de Frutas y Hortalizas (Sic.). Procedimientos de la Conferencia Internacional. Patrocinado por ASAE y la Asociación Mexicana de Ingeniero Agrónomos. Guanajuato, México. 20-24 de febrero. Pp. 357-361.
- Benacchio, S. S. 1982. Algunas Exigencias Agroecológicas en 58 especies de Cultivo con Potencial de Producción en el Trópico Americano. FONAIAP- Centro

- Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Ven. 202 p.
- Bi, J.; O'Mahony. 1995. Table for Testing the Significance of The R-Index. J. Sensory Studies 10:341-347.
- Bourges, H. 1992. Nutrición y Alimentos. Su problemática en México. Serie de fascículos modulares de Biología para la enseñanza media superior. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología, A.C. Ed. Continental, S. A. de C. V. México. Pp. 35, 37.
- Castillo-Márquez, L. E. 2004. Introducción al SAS para Windows. 2ª. Ed. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mex. Pp. 233-237.
- Colorado States University. Verdolaga. En: <http://www.ext.colostate.edu/Ptlk/2110s.html>. Consultado: marzo, 2006.
- Corporación Colombia Internacional. 2004. Guía de Buenas Prácticas para la Producción de Hortalizas en la Sabana de Bogotá. Bogotá, Co. Pp. 14, 16, 20
- Cros, V., Nicola, S.; Fernández, J. A.; Martínez, J. J. 2003. Cultivo de Hortalizas en Bandejas Flotantes: Sistemas de Riego y Control de la Solución Nutritiva. Congreso Nacional de Horticultura. Pontevedra.
- Cruz-Suárez, L. E. 2004. Peas – Chicharo. Curso RAPCO en Acuacultura 2004. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Chávez-Martínez, M. 1993. Nutrición Efectiva = Comida Vegetariana. Ed. Diana. México. Pp. 83-84, 90.
- Dantas, M. .I. S.; Deliza, r.; Minim, V. P.R.; Hedderley, D. 2005. Avaliacã da intacão de compra de couve minimamente processada. Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas, out.-dez, 25(4):762-767.
- , Diccionario de Alimentos Sanos. Verdolaga. En: http://www.cuerpomente.com/dicc_fic.jsp?ID=2677, consultado en enero/2006.
- Dingrando, L.; Gregg, K. V.; Hainen, N.; Wistrom, Ch. 2004. Química: materia y cambio. Ed. Mc-Graw Hill. Colombia. Pp. 764.
- Ellis, B. H. 1968. Preferent testing methodology. A critical review of recent literature in the fiel. Parte 1. Food Tech. May, 22(583):49-55.

- FAO. 1999. Directrices para la producción, elaboración, etiquetado y comercialización de alimentos producidos ecológicamente. Comisión de Codex Alimentarius FAO/OMS, Roma, Italia.
- FAO. 2001. ¿Qué es la Agricultura Ecológica? En: <http://www.fao.org/organicaag.default-s.htm>. Consultado: nov/2005.
- FIRA. 2003. La agricultura ecológica: una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario de México. In: Boletín Informativo 13. Diciembre. XXXV (322):124 p.
- Frazier, W.C.; Westhoff, D.C. 2003. Microbiología de los alimentos. 4ª ed. Ed. Acribia, Zaragoza, Esp. Pp. 262, 264, 269.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, UNAM. 111 p.
- Gómez-Cruz, M. A.; Gómez-Tovar, L., Schwentesius- R., R. 2003. México como abastecedor de productos orgánicos. Comercio Exterior. Febrero. 53(2):128-138.
- Gómez-Cruz, Schwentesius R., R.; Meraz A., R.; Lobato G., A. J.; L. Gómez T. 2005. Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánicas de México 2005. Situación – Retos – Tendencias. CONACYT, SAGARPA, CEDRSSA, UACH, CUESTAAM, PIA. Chapingo, Méx. Pp. 19.
- Gómez-Tovar, L.; Gómez-Cruz M. A.; Schwentesius R., R. 2003. Propuesta de Política de Apoyo para la Agricultura Ecológica de México In: Producción, Comercialización y Certificación de la Agricultura Ecológica en América Latina. CUESTAAM, AUNA Cuba, Chapingo, Edo. de México, Pp. 259-276.
- Gómez-Tovar, L.; Gómez-Cruz M. A. 2004. La Agricultura Ecológica en México: Un Ejemplo de Incorporación y Resistencia a la Globalización. Universidad Autónoma Chapingo. En: [http:// www.iascp2004.org.mx](http://www.iascp2004.org.mx) .Consultado: 26-junio-2005.
- González de C., M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Ed. Porrúa. México. 305 p.
- Grupo Bio. 2004. Que tu Alimento se a Tu Medicina y Tu Medicina Tu Alimento. Material de Divulgación Científica. Círculo de Producción de Hortalizas. México.

- Grupo Pro-Tierra. 2003. *Práctica Elemental de Huerta Ecológica*. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Arg. Pp. 44-45.
- Harding, T. B.; L. R. Davis. 2005. Organic foods manufacturing and marketing. *Food Tech.* January 59(1): 41-44.
- Haro-Quintero, E. 1987. Estudio de adaptación de chícharo (*Pisum sativum* L.) bajo riego en el Cañón de Juchipila, Zac. Tesis de licenciatura. Ing. Agrónomo especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 6-7, 10.
- , IMSS. 2006. Pronostican aumento en el consume de alimentos orgánicos. In: *A tu Salud*. Marzo. 26:16.
- Infante-Gil, S.; Zárate-Lara de, G. 2000. *Métodos Estadísticos. Un enfoque interdisciplinario*. 2ª ed. Ed. Trillas. México. Pp. 565-566, 618 y 622.
- INIF (Herbario) Vázquez G., J. A., R. Cuevas, G., S. Cochrane, T., H. Iltis, H., F. J. Santana, M. y L. Guzmán, H. 1995. *Flora de Manantlán*. UdeG-IMECBIO/University of Wisconsin-Madison, BRIT. Forth Worth, TX, USA. 315 p.
- Lagunes-Fortiz, E. 2005. Descripción de la variedad "Chapingo" de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.). Tesis de licenciatura. Ing. Agrónomo especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 29.
- López R., G. F. 1988. Sistema Agrícola de Chinampas. Perspectiva Agroecológica. Serie de Cuadernos Universitarios No. 15. Dirección de Difusión Cultural. UACH. Chapingo, Méx. 111 p.
- Lotter, D. 2005. Sizing up organic farming in Mexico. *January 31, 2005, Oaxaca, Mexico*. En: http://www.newfarm.org/international/pan-am_don/feb05/mx_organic/index.shtml. Consultado en enero del 2006.
- Lugo B., L. E. 1989. Manual de técnicas de laboratorio para análisis de suelos (con énfasis en zonas áridas). Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas. Colegio de Postgraduados. Salinas de Hidalgo, SLP, México. 167 p.
- Martínez-Garza, A. 1988. Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría. Ed. Trillas. México, D. F. Pp. 691.
- Meilgaard, M.; Gail Vance Civile, B.S.; B. T. Carr. 2000. *Sensory Evaluation Techniques*. 2nd. Ed. CRC Press, Inc. Boca Raton, Flo. USA. Pp. 261

- Méndez Alfaro, A. 2002. La Participación del Fondo Acción en Apoyo a la Agricultura Ecológica En México. Conferencia presentada en Monterrey N.L. 14 y 15 de noviembre de 2002.
- Mendoza-Rodríguez, A. 1999. Huerto Ecológico para el Valle de México. UACH y H. Ayuntamiento de Texcoco. Ed. Transformadora de Papel Texcoco, S.A. de C.V. Texcoco, México. Pp. 22-24.
- Moigne Le, A. 2002. Handling and Processing of Organic Fruits and Vegetables in Developing Contraes. FAO. Agro-Industries and Post-Harvest Management (AGSI) Rome, It. 30 p.
- Müller G., S.; Ardoíno, 1983. Procesamiento de Carnes y de Embutidos. Elaboración, Estandarización y Control de Calidad. Manual Práctico de Experiencias. Proyecto OEA/GTZ de la calidad y productividad de la Pequeña y Mediana Empresa. Pp. 173-179.
- Navarro G., G. 2000. Química Agrícola. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Esp. 488 p.
- Neri, M. 2002. Cultivar el Huerto de Forma Sana y Natural. Ed. Susaeta. España. [Trad. Del Italiano por Ladislao Castellanos y Ana Doblado Castro]. Pp. 12, 18-19, 67-68, 83-84 y 118-119.
- Núñez, M. A. 2000. Manual de Técnicas Agroecológicas. Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, México, D.F. Pp. 7.
- Oberholtzer L.; Dimitri, C.; C. Greene. May, 2005. Price Premiums Hold on as U.S. Organic Produce Market Expands. Electronic Outlook Report from the Economic Research Service. En: [http:// www.ers.usda.gov](http://www.ers.usda.gov). Consultado: enero-2006.
- O'Mahony, M. 1992. Understanding discrimination tests: a user-friendly treatment of response bias, rating and ranking R-Index test and their relationship to signal detection. J. Sensory Studies 7:1-47.
- Palaniswamy, U. 1998. A power food of the future. Horticultural Impact. Vol 98(1):1-2.
- Pedrero, F. D.; Pangborn, R. M. 1989. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Métodos analíticos. Ed. Alambra, México. Pp. 104-105.

- Pérez-Consuegra, N. 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural. La Habana, Cuba. Pp. 20-23.
- Peryam, D. R. 1964. Psychological methods for measuring flavor effects. Food Eng. July, 58.
- , Portal Internet. <http://www.worldcrops.org/crops/Verdolaga.cfm>, consultada: abril/2006.
- Primo-Yufera, E.; Carrasco-Dorrien, J.M. 1980. Productos para el Campo y Propiedades de los Alimentos. Tecnología química y agroindustrial. Tomo III/1. Ed. Alambra. Madrid, Esp. Pp. 1-2, 129-159.
- Rees, J. A. G.; Bettison, J. 1994. Procesado térmico y envasado de los alimentos. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, Esp. Pp. 3-4, 18-19.
- Rodríguez, A.; Ballesteros, R.; Barreiros, J.M.; González, C. 2000. Evaluación sensorial de patatas cultivadas según diferentes sistemas de producción: convencional, integrado y orgánico. In: Pascualena J, Ritter E. (Ed) 2000. Libro de Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata. Patata 2000. 3-6 Julio, Vitoria-Gastéis, España. Pp. 403-410.
- Rojas-Parra, L. 2004. Preparación y utilización de compost en Hortalizas. Informativo 19: 25-28.
- Ruiz Corral, J. A.; Medina García, G.; González Acuña, I. J.; Ortiz Trejo, C.; Flores López, H. E.; Martínez Parra, R. A.; K. F. Byerly Murphy. 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Libro Técnico no. 3. INIFAP, SAGAR. México. Pp. 79-82, 87-90, 293-295.
- Sánchez-Martínez, L. Rodríguez-Zapata, M.; Garrido-Álvarez, E.; P. Álvarez-Álvarez. 2003. Salmonellosis: Fiebre Tifoidea y Otras Infecciones. Medicine México. Programa de Formación Continuada en Medicina Asistencial. Marzo. 6a. Serie. Pp. 7-13.
- Santos B., M.; Dusky A., J.; Stall M., W.; Shilling G., D.; T. A. Bewick. 2003. Influencia de la fertilización fosforada sobre la interferencia de *Amaranthus hybridus* y *Portulaca oleracea* en lechuga producida en suelos orgánicos. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 67: 13-17.

- Schmidt-Hebbel, H., I. Pennacchiotti, L. Masson, M.A. Mella. 1992. Tabla de composición química de alimentos chilenos. 8ª edición. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 61 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), Norma Oficial Mexicana NOM-037-FITO-1995, Requisitos y especificaciones para la producción productos orgánicos.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Ley de Productos Orgánicos. Diario Oficial de la Federación. Martes 7 de febrero del 2006: 45-53.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). Estadísticas Agropecuarias 2000-2005. Sistema de Información Estadística Agroalimentaria (SIAP). Consultado en Internet, enero del 2006. <http://www.sica.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), Norma Mexicana. NMX-FF-017-1982. Productos Alimenticios no Industrializados para Uso Humano-Leguminosas-Chícharo (*Pisum sativum* L.) Especificaciones. Dirección General de Normas. Enero 28 de 1982.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y Confederación de Cámaras Industriales. 2000. Encurtido de frutas y verduras. Inicie y mejore su negocio. Ed. Porrúa. Pp. 44.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Martes 31 de diciembre del 2002: 1-75.
- Sedo-Masis, P. 2001. Alimentos funcionales: análisis general acerca de las características químicas - nutricionales, desarrollo industrial y legislación alimentaria. *Rev. Costarric. Salud pública*, jul. 10(18-19), p.34-39.
- Serrano-Vázquez, J. O.; Curiel-Rodríguez, A.; J. Ayala-Hernández. 1995. Utilización de un biofertilizante en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en Chapingo, México. *Revista Chapingo. Horticultura* 4:95-99.

- Seymour, J. 1980. Guía Práctica Ilustrada para la Vida en el Campo. Ed. Blume. España.
[Trad. Diorki Traductores]. Pp. 148-154.
- Silguy de, C. 1999. La Agricultura Ecológica. Ed. Acribia, Zaragoza, Esp., Pp. 32-36.
- Stone, H. 1999. Sensory Evaluation: Science and Mythology. Food Tech. October, 53(10):124.
- Vac 1075. User Manual. Food Saber by Tilia®. Importadora Primex, S.A. de C.V. Naucalpan, Edo. de México. P. 10-14.
- Vázquez-Alarcón, A. 1999. Guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo. 2 ed. Universidad Autónoma Chapingo. Depto. de Suelos. Chapingo, México. Pp. 8, 12, 14-16,18
- Velasco V., A. 1994. Caracterización Agronómica de Cinco Colectas de Verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en Chapingo, México. Tesis de Licenciatura en Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. P. 2
- Villalobos, F. J.; Mateos, L.; Orgaz, F.; E. Fereres. 2002. Fitotecnia. Bases y Tecnologías de la Producción Agrícola. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Esp. Pp. 285, 286-287, 299
- Welti-Chanes, J. 1998. Investigación en ciencia y tecnología de alimentos: estado actual desarrollo futuro en la conservación y procesamiento de alimentos. Cuadernos de nutrición, 21(6):21-28.

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación por parte útil de algunas hortalizas y nombre científico.

Hortaliza	Parte de la planta	Nombre científico
Ajo	Bulbo	<i>Allium sativum</i>
Alcachofa	Inflorescencia	<i>Cynara scolymus Pers.</i>
Alubia	Frutos (semillas)	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>
Apio	Pedúnculo foliar	<i>Apium graveolens</i>
Berenjena	Fruto	<i>Solanum melongena</i>
Betabel	Raíz	<i>Beta vulgaris L.</i>
Brócoli	Inflorescencia	<i>Brassica oleracea</i>
Calabacita	Fruto	<i>Cucúrbita pepo</i>
Cebolla	Bulbo	<i>Allium cepa L.</i>
Col	Hojas	<i>Brassica oleracea L.</i>
Coliflor	Inflorescencia	<i>Brassica oleracea botritis</i>
Chícharo	Frutos (semillas)	<i>Pisum sativum L.</i>
Ejote	Frutos (semillas)	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>
Espárrago	Yemas	<i>Asparagus officinalis L.</i>
Espinaca	Hojas	<i>Spinacia oleracea L.</i>
Fríjol	Fruto (verde) y semillas	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Garbanzo	Frutos (semillas)	<i>Cicero arietinum</i>
Haba	Frutos (semillas)	<i>Vicia faba L.</i>
Jitomate	Fruto	<i>Lycopersicon esculentum L.</i>
Lechuga	Hojas	<i>Lactuca sativa</i>
Lenteja	Frutos (semillas)	<i>Ervum lens</i>
Melón	Fruto	<i>Cucumis melo</i>
Papa	Tubérculo	<i>Solanum tuberosum</i>
Pepino	Fruto	<i>Cucumis sativus L.</i>
Perejil	Hojas	<i>Apium petroselinum</i>
Pimiento	Fruto	<i>Capsicum Nahum (var. grossum)</i>
Poro	Tallo	<i>Allium porrum</i>
Rábano	Raíz	<i>Raphanus sativus parvus</i>
Sandía	Fruto	<i>Citrullus vulgaris</i>
Verdolaga	Hoja-tallos	<i>Portulaca oleracea L.</i>
Zanahoria	Raíz	<i>Daucus carota L.</i>

Fuente: Elaboración propia con datos de Primo-Yufera y Carrasco-Dorrien (1980) y Neri (2002).

Anexo 2. Disponibilidad de verduras en el mercado en México, según la temporada.

Verduras de temporada

	Enero	Febrero	Marzo
	Acelga Ajo Berenjena Betabel Calabaza Cebolla Chile poblano Col Coliflor Elote Espinaca Jitomate Lechuga Rábano Zanahoria	Acelga Ajo Apio Berenjena Betabel Calabaza Cebolla Col Coliflor chayote Chícharo Chile poblano ejote Espinaca Jitomate Lechuga nopales Papa Pepino Rábanos	Acelga Ajo Calabaza Cebolla Col Coliflor Chayote Chícharo Ejote Elote Espinaca Jitomate Lechuga Nopales Papa Pepino Rábano Romeritos Zanahoria
	Abril	Mayo	Junio
	Acelga Ajo Apio Calabaza Cebolla Coliflor Chayote Chícharo Ejote Espinaca Jitomate Lechuga Nopales Papa Pepino Zanahoria	Acelga Ajo Apio Berro Calabaza Cebolla Coliflor Chayote Chícharo Chile poblano Elote Espinaca Jitomate Lechuga Nopales Pepino Verdolagas Zanahoria	Acelga Ajo Apio Berro Calabaza Cebolla Coliflor Chayote Chícharo Chile poblano Ejote Elote Espinaca Jitomate Lechuga Pepino Nopales Verdolagas Zanahoria

	Julio	Agosto	Septiembre
	Ajo Apio Calabaza Cebolla Col Coliflor Chayote Chícharo Chile poblano Ejote Elote Jitomate Lechuga Nopales Pepino Rábano Verdolagas	Apio Betabel Calabaza Cebolla Col Coliflor Chayote Chícharo Chile poblano Ejote Elote Jitomate Papa Pepino Tomate Zanahoria	Acelga Betabel Berenjena Calabaza Cebolla Col Coliflor Chícharo Chile poblano Ejote Elote Espinaca Jitomate Lechuga Papa Pepino Tomate Zanahoria
	Octubre	Noviembre	Diciembre
	Acelga Betabel Berenjena Calabaza Col Chile poblano Ejote Elote Espinaca Jitomate Lechuga Papa Pepino Tomate Verdolagas Zanahoria	Acelga Betabel Calabaza Calabaza de castilla Col Ejote Espinaca Jitomate Papa Tomate Zanahoria	Acelga Betabel Camote Calabaza Col Espinacas Jitomate Lechuga Romeritos Zanahoria

Fuente: Fundación de Nutrición y Salud, A.C. (2005).

Anexo 3. Resultados de los análisis químicos de suelo del predio "Jurásico" 2004-2006.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

NÚMERO DE OFICIO: B-135
EXPEDIENTE: 25-05-04

ASUNTO: Resultado de análisis químico

México, D.F. a 25 de mayo del 2004

Resultado de análisis químico y microbiológico de suelo Lote-Jurásico

pH	C.E.	N	MO	P	K	CIC
1:2	ds ^m ⁻¹	%	%	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	C molkg ⁻¹
7.4	1.2	0.17	4.6	100	1620	17
Alcalino	No Salino	Rico	Ext. Rico	Alto	Muy Rico	Media

Ca	Mg	Arena	Limo	Arcilla	Clasificación
mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	%	%	%	
4200	905	50	24	26	Migajón
Rico	Muy Rico				Arcillo Arenoso

El análisis no detecto presencia de coliformes



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

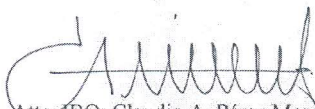
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

NÚMERO DE OFICIO:
EXPEDIENTE:

ASUNTO:

METODOLOGÍA

pH	Determinado con potenciómetro en relación suelo-agua 1:2
C.E.	Determinado con puente de conductividad
N	Método de microkjeldahl
MO	Método de (Walkley y Black)
P	Determinado por Olsen
K	Determinado con Flamómetro en NH_4OAc pH 7 1.0 N
CIC	Determinado por destilación microkjeldahl
Textura	Determinado por método de Bouyoucos
Microbiológico	Método (NMP) cultivo en Agar-Bilis, mca. Difco


Atte. IBQ: Claudio A. Pérez Mercado
Enc. De Lab. De Nutrición Vegetal
Dpto. de Fitotecnia
Universidad Autónoma Chapingo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

NÚMERO DE OFICIO: C-136
EXPEDIENTE: 28-04-05

ASUNTO: Resultado de análisis químico

México, D.F. a 28 de Abril del 2005

Resultado de análisis químico de suelo [Lote-Jurasico]

pH	C.E.	N	MO	P	K	CIC
1:2	ds ^m ⁻¹	%	%	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	C molkg ⁻¹
7.1	1.4	0.3	3.6	103	1681	15.61
Neutro	No Salino	Ext. Rico	Rico	Alto	Muy Rico	Media

Ca	Mg	Arena	Limo	Arcilla	Clasificación
mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	%	%	%	
4188	892	46	22	32	Migajón
Rico	Muy Rico				Arcillo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

NÚMERO DE OFICIO: E-134
EXPEDIENTE: 12-04-06

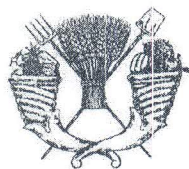
ASUNTO: Resultado de análisis químico

México, D.F. a 12 de Abril del 2006

Resultado de análisis químico de suelo [Lote-Jurasico]

pH	C.E.	Nt	MO	P	K	CIC
1:2	ds ^m ⁻¹	%	%	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	C molkg ⁻¹
7.4	1.05	0.16	4.33	116	1520	9.54
Alcalino	No Salino	Rico	Ext. Rico	Alto	Muy Rico	Baja

Ca	Mg	Arena	Limo	Arcilla	Clasificación
mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	%	%	%	
4150	880	50	24	26	Migajón
Muy Rico	Muy Rico				Arcillo Arenoso



"ENSEÑAR LA EXPLOTACIÓN DE
LA TIERRA, NO LA DEL HOMBRE"
METODOLOGÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

NÚMERO DE OFICIO:
EXPEDIENTE:

ASUNTO:

pH	Determinado con potenciómetro en relación suelo-agua 1:2
C.E.	Determinado con puente de conductividad
N	Método de microkjeldahl
MO	Método de (Walkley y Black)
P	Determinado por Olsen
K	Determinado con Flamómetro en NH_4OAc pH 7 1.0 N
CIC	Determinado por destilación microkjeldahl
Textura	Determinado por método de Bouyoucos

Atte. IBQ: Claudio A. Pérez Mercado
Enc. De Lab. De Nutrición Vegetal
Dpto. de Fitotecnia
Universidad Autónoma Chapingo

Anexo 4. Hojas respuestas y cuestionario empleados en evaluación sensorial.

Cuestionario 1. Formato para la evaluación sensorial del producto final procesado de hortalizas.

Clave: _____

Instrucciones: De las siguiente muestras, pruébela de izquierda a derecha e indique con (3) a la muestra que más le gusta; (2) la que no le gusta ni le disgusta y; (1) la que menos le gusta

Muestra: _____ Muestra: _____ Muestra: _____

De la muestra que tuvo mejor preferencia ¿Qué características hicieron que la prefiriera?

Cuestionario 2. Formato para la evaluación sensorial de la presentación o envase del producto procesado de hortalizas.

Clave: _____

Instrucciones: De las siguiente muestras, indique con (3) a la muestra que más le gusta; (2) la que no le gusta ni le disgusta y; (1) la que menos le gusta en cuanto a su envase o presentación

Muestra: _____ Muestra: _____ Muestra: _____

Cuestionario 3. Formato del cuestionario aplicado a los participantes en la evaluación sensorial para conocer el perfil del consumidor

Universidad Autónoma Chapingo
Departamento de Fitotecnia
Postgrado en Horticultura

Estimado(a) Señor(a):

La información aquí proporcionada tiene fines de investigación, por lo que será guardada confidencialmente por la titular de la misma, Ing. Ofelia Hdez. Ordóñez. De antemano agradecemos su participación en esta prueba de evaluación.

a) Identificación

Nombre: _____ Clave: _____

Edad (años): ☐ Menor de 18 ☐ 18 – 25 ☐ 26 - 30 ☐ 31 - 35 ☐ Mayor de 36

Ocupación principal: Seleccione sólo una

☐ Estudiante ☐ Ama de Casa ☐ Empleada ☐ Académica ☐ Otra: _____

b) Sobre el consumo de productos orgánicos

1. ¿En su hogar se consumen productos orgánicos?

☐ Sí ☐ No Pase a la pregunta 6

2. ¿Dónde los compra o adquiere? Lugar: _____

☐ Productores Orgánicos ☐ Mercado local ☐ Tiendas Especializadas ☐ Tianguis Ecológico

3. ¿Qué tipo de productos orgánicos consume regularmente? Mencione cuáles.

☐ Frutas: _____

☐ Verduras: _____

☐ Productos procesados: _____

☐ Otro: _____

4. Indique la cantidad (kg, L, piezas, otro) y frecuencia de consumo.

Frutas: ☐ Menor a 1 ☐ 1 – 5 ☐ 5 – 10 ☐ Mayor a 10 _____

☐ Diario ☐ Semanal ☐ Quincenal ☐ Mensual ☐ Rara vez

Verduras: ☐ Menor a 1 ☐ 1 – 5 ☐ 5 – 10 ☐ Mayor a 10 _____

☐ Diario ☐ Semanal ☐ Quincenal ☐ Mensual ☐ Rara vez

Carnes: ☐ Menor a 1 ☐ 1 – 5 ☐ 5 – 10 ☐ Mayor a 10 _____

☐ Diario ☐ Semanal ☐ Quincenal ☐ Mensual ☐ Rara vez

Huevos: ☐ Menor a 1 ☐ 1 – 5 ☐ 5 – 10 ☐ Mayor a 10 _____

☐ Diario ☐ Semanal ☐ Quincenal ☐ Mensual ☐ Rara vez

- Productos lácteos: ☐ Menor a 1 ☐ 1 – 5 ☐ 5 – 10 ☐ Mayor a 10 _____
 ☐ Diario ☐ Semanal ☐ Quincenal ☐ Mensual ☐ Rara vez

- Bebidas: ☐ Menor a 1 ☐ 1 – 5 ☐ 5 – 10 ☐ Mayor a 10 _____
 ☐ Diario ☐ Semanal ☐ Quincenal ☐ Mensual ☐ Rara vez

- Verduras: ☐ Menor a 1 ☐ 1 – 5 ☐ 5 – 10 ☐ Mayor a 10 _____
 ☐ Diario ☐ Semanal ☐ Quincenal ☐ Mensual ☐ Rara vez

- Condimentos: ☐ Menor a 1 ☐ 1 – 5 ☐ 5 – 10 ☐ Mayor a 10 _____
 ☐ Diario ☐ Semanal ☐ Quincenal ☐ Mensual ☐ Rara vez

- Productos de limpieza: ☐ 1 - 5 ☐ 5 – 10 ☐ Mayor a 10 _____
 ☐ Diario ☐ Semanal ☐ Quincenal ☐ Mensual ☐ Rara vez

○ Menor a 1 ○ 1 – 5 ○ 5 – 10 ○ Mayor a 10
○ Diario ○ Semanal ○ Quincenal ○ Mensual ○ Rara vez

○ Si ¿cuál? _____ ○ No

○ Salud ○ Calidad ○ Precio ○ Disponibilidad ○ Recomendación
○ Beneficios sociales y ambientales ○ No conoce qué son los productos orgánicos.

Anexo 5. Valores críticos del Índice R-50%, expresados en porcentaje.

α - 1 Cola	0.200	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	0.001
α - 2 Colas	0.400	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010	0.002
N							
5	19.39	26.98	31.76	35.00	37.91	39.49	41.98
6	17.61	24.86	29.63	32.96	36.05	37.76	40.51
7	16.25	23.18	27.87	31.24	34.43	36.23	39.18
8	15.16	21.80	26.40	29.76	33.02	34.88	37.98
9	14.26	20.64	25.14	28.48	31.76	33.67	36.88
10	13.51	19.64	24.04	27.35	30.64	32.57	35.88
11	12.46	18.78	23.07	26.34	29.63	31.58	34.95
12	12.30	18.02	22.22	25.44	28.71	30.67	34.08
13	11.80	17.35	21.45	24.62	27.88	29.83	33.28
14	11.37	16.75	20.75	23.88	27.11	29.07	32.54
15	10.97	16.20	20.12	23.30	26.4	28.35	31.84
16	10.62	15.71	19.55	22.58	25.75	27.69	31.18
17	10.29	15.26	19.02	22.00	25.14	27.07	30.57
18	10.00	14.84	18.53	21.47	24.57	26.49	29.99
19	9.73	14.46	18.07	20.97	24.04	25.95	29.44
20	9.48	14.10	17.65	20.50	23.54	25.44	28.92
21	9.25	13.77	17.26	20.07	23.07	24.96	28.42
22	9.03	13.47	16.89	19.66	22.63	24.50	27.95
23	8.83	13.18	16.55	19.28	22.22	24.07	27.51
24	8.64	12.91	16.22	18.92	21.82	23.66	27.08
25	8.47	12.65	15.91	18.57	21.45	23.27	26.68
26	8.30	12.41	15.62	18.25	21.09	22.90	26.29
27	8.14	12.19	15.35	17.94	20.75	22.54	25.91
28	7.99	11.97	15.09	17.65	20.43	22.21	25.56
29	7.85	11.77	14.84	17.37	20.12	21.88	25.21
30	7.72	11.58	14.61	17.10	19.83	21.57	24.89
31	7.59	11.39	14.38	16.85	19.55	21.28	24.57
32	7.47	11.22	14.17	16.60	19.28	20.99	24.26
33	7.36	11.05	13.96	16.37	19.02	20.72	23.97
34	7.25	10.89	13.76	16.15	18.77	20.46	23.69
35	7.14	10.73	13.57	15.93	18.53	20.20	23.41
36	7.04	10.59	13.39	15.72	18.3	19.96	23.15
37	6.95	10.44	13.22	15.53	18.08	19.72	22.89
38	6.85	10.31	13.05	15.33	17.86	19.50	22.65
39	6.76	10.18	12.89	15.15	17.65	19.28	22.41
40	6.68	10.05	12.74	14.97	17.45	19.07	22.18
45	6.29	9.48	12.03	14.17	16.55	18.10	21.11
50	5.97	9.00	11.44	13.48	15.77	17.27	20.19
55	5.69	8.59	10.92	12.89	15.09	16.54	19.38
60	5.45	8.23	10.47	12.36	14.49	15.90	18.66
65	5.23	7.91	10.07	11.90	13.96	15.32	18.02
70	5.04	7.62	9.71	11.48	13.48	14.81	17.43
75	4.87	7.37	9.39	11.11	13.05	14.34	16.90
80	4.71	7.14	9.10	10.77	12.66	13.92	16.42
85	4.57	6.92	8.83	10.46	12.3	13.53	15.97
90	4.44	6.73	8.59	10.17	11.97	13.17	15.56
95	4.32	6.55	8.36	9.91	11.67	12.84	15.16
100	4.21	6.39	8.16	9.66	11.38	12.53	14.83

Fuente: J. Bi; M. O'Mahony, 1995

Anexo 6. Rendimiento (kg.m^{-2}) de las cuatro hortalizas manejadas ecológicamente con y sin el uso de acolchado en los ciclo primavera-verano 2004, 2005 y el promedio de ambos, así como los ANAVA correspondientes.

Cuadro 1. Rendimiento (kg.m^{-2}) de las cuatro hortalizas, manejadas ecológicamente con y sin el uso de acolchado plástica en el ciclo primavera-verano 2004.

Condición	Especie	Bloques				Promedio
		1	2	3	4	
Sin acolchado	Cebolla	1.94	1.21	1.47	1.19	1.45
	Chícharo	1.43	1.51	1.38	1.41	1.43
	Verdolaga	4.50	4.95	7.49	3.19	5.03
	Zanahoria	3.93	4.14	4.35	3.99	4.10
Acolchado	Cebolla	1.21	1.54	0.47	0.79	1.00
	Chícharo	2.34	2.41	2.00	2.36	2.28
	Verdolaga	6.02	4.31	2.36	4.23	4.23
	Zanahoria	4.51	2.40	2.34	1.24	2.62

Cuadro 2. Valores del ANAVA del experimento en PADBA para el año 2004.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Signif.
BQ	3	3.528	1.176	0.55	9.277	ns
Cond.	1	1.828	1.828	0.86	10.128	ns
EEa	3	6.412	2.137			
Var.	3	55.883	18.627	24.42	3.160	*
Cond.*Var.	3	5.755	1.91	2.52	3.160	ns
EEb	18	13.721				
TOTAL	31	87.127				

Cuadro 3. Rendimiento (kgm^{-2}) de las cuatro variedades estudiadas en producción ecológica con y sin el uso de acolchado vegetal en el ciclo primavera-verano 2005.

Condición	Variedad	Bloques				Promedio
		1	2	3	4	
Acolchado	Cebolla	2.13	1.99	2.47	0.86	1.86
	Chícharo	0.69	0.54	0.57	0.43	0.56
	Verdolaga	1.11	2.94	2.74	1.33	2.03
	Zanahoria	6.78	0.75	10.39	7.67	6.40
Sin Acolchado	Cebolla	3.88	3.53	0.98	2.99	2.85
	Chícharo	0.92	0.61	0.78	0.52	0.71
	Verdolaga	3.33	2.30	3.41	3.73	3.33
	Zanahoria	9.84	12.24	13.23	14.06	12.34

Cuadro 4. Valores del ANAVA del experimento en PADBA para el año 2005.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Signif.
BQ	3	1.85	0.62	0.38	9.277	ns
Cond.	1	15.7561	15.76	9.62	10.128	*
EEa	3	4.91	1.64			
Var.	3	350.09	116.69	81.71	3.160	*
Cond.*Var.	3	12.29	4.1	2.87	3.160	ns
EEb	18	25.70	1.43			
TOTAL	31	501.81				

Cuadro 5. Rendimiento (kg.m⁻²) de cuatro variedades de hortalizas estudiadas en los dos ciclos de producción (2004-2005).

Condición	Bloque	Cebolla		Chícharo		Verdolaga		Zanahoria	
		Ciclo 2004	Ciclo 2005	Ciclo 2004	Ciclo 2005	Ciclo 2004	Ciclo 2005	Ciclo 2004	Ciclo 2005
Con acolchado	1	1.21	2.13	2.34	0.69	6.02	1.11	4.51	6.78
	2	1.54	1.99	2.41	0.54	4.31	2.94	2.40	0.75
	3	0.47	2.47	2.00	0.57	2.36	2.74	2.34	10.39
	4	0.81	0.86	2.25	0.43	4.23	1.33	1.24	7.67
Sin acolchado	5	1.94	3.88	1.43	0.92	4.50	3.33	3.93	9.84
	6	1.21	3.53	1.51	0.61	4.95	2.30	4.14	12.24
	7	1.47	0.98	1.38	0.78	7.49	3.41	4.35	13.23
	8	1.19	2.99	1.41	0.52	3.19	3.73	3.99	14.06

Cuadro 6. Valores del ANAVA de la serie de experimentos en PADBA para de los ciclos 2004 y 2005.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Signif.
Ciclo	1	22.404	22.404	12.14	5.98	*
BQ(Ciclo)	6	5.655	0.042	0.51	4.28	ns
Condición	1	17.958	17.958	9.73	5.98	*
Cond.*ciclo	1	5.309	5.309	2.88	5.98	ns
EEa	6	11.069	1.844			
PCh	3	290.695	96.898	99.53	2.866	*
PG*PCh	3	18.160	6.053	6.22	2.866	*
Pch*ciclo	3	184.395	61.465	63.13	2.866	*
PG* PCh*Ciclo	3	2.556	0.852	0.88	2.866	ns
EEb	36	35.048	0.974			
TOTAL	63					

Anexo 7. Resultados de los análisis bromatológicos de 12 muestras de alimentos.

CHÍCHARO AL VACÍO

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	3,36	0,00	3,36	80,35
Materia Seca (MS) %	96,64	100,00	96,64	19,65
Cenizas (C), %	2,12	2,19	2,12	0,43
Materia Orgánica (MO), %	94,52	97,81	94,52	19,22
Proteína Cruda (PC), %	24,60	25,46	24,60	5,00
Extracto Etéreo (EE), %	2,04	2,11	2,04	0,41
Fibra Cruda (FC), %	3,15	3,26	3,15	0,64
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	64,73	66,98	64,73	13,16
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 6.4

ZANAHORIA AL VACÍO

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	4,62	0,00	4,62	93,31
Materia Seca (MS) %	95,38	100,00	95,38	6,69
Cenizas (C), %	5,14	5,39	5,14	0,36
Materia Orgánica (MO), %	90,24	94,61	90,24	6,33
Proteína Cruda (PC), %	19,44	20,38	19,44	1,36
Extracto Etéreo (EE), %	1,79	1,87	1,79	0,13
Fibra Cruda (FC), %	3,12	3,27	3,12	0,22
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	65,90	69,09	65,90	4,62
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 5.3

CEBOLLA AL VACÍO

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	2,58	0,00	2,58	88,81
Materia Seca (MS) %	97,42	100,00	97,42	11,19
Cenizas (C), %	3,92	4,02	3,92	0,45
Materia Orgánica (MO), %	93,50	95,98	93,50	10,74
Proteína Cruda (PC), %	25,43	26,10	25,43	2,92
Extracto Etéreo (EE), %	0,68	0,70	0,68	0,08
Fibra Cruda (FC), %	3,22	3,31	3,22	0,37
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	64,17	65,87	64,17	7,37
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 5.5

VERDOLAGA AL VACÍO

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	6,62	0,00	6,62	97,48
Materia Seca (MS) %	93,38	100,00	93,38	2,52
Cenizas (C), %	24,90	26,67	24,90	0,67
Materia Orgánica (MO), %	68,48	73,33	68,48	1,85
Proteína Cruda (PC), %	4,12	4,42	4,12	1,11
Extracto Etéreo (EE), %	1,72	1,85	1,72	0,05
Fibra Cruda (FC), %	3,06	3,27	3,06	0,08
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	59,58	63,80	59,58	1,61
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 5.9

CEBOLLA EN SALMUERA

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	6,05	0,00	6,05	91,38
Materia Seca (MS) %	93,95	100,00	93,95	8,62
Cenizas (C), %	12,83	13,66	12,83	1,18
Materia Orgánica (MO), %	81,11	86,34	81,11	7,44
Proteína Cruda (PC), %	25,12	26,74	25,12	2,30
Extracto Etéreo (EE), %	3,24	3,44	3,24	0,30
Fibra Cruda (FC), %	3,02	3,22	3,02	0,28
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	49,73	52,93	49,73	4,56
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 5.6

VERDOLAGA ESTÉRIL

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	2,23	0,00	2,23	94,78
Materia Seca (MS) %	97,77	100,00	97,77	5,22
Cenizas (C), %	21,23	21,72	21,23	1,13
Materia Orgánica (MO), %	76,53	78,28	76,53	4,08
Proteína Cruda (PC), %	22,36	22,87	22,36	1,19
Extracto Etéreo (EE), %	3,48	3,56	3,48	0,19
Fibra Cruda (FC), %	3,14	3,21	3,14	0,17
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	47,54	48,63	47,54	2,54
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH= 5.8

ZANAHORIA ESTÉRIL

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	5,99	0,00	5,99	96,33
Materia Seca (MS) %	94,01	100,00	94,01	3,67
Cenizas (C), %	5,12	5,44	5,12	0,20
Materia Orgánica (MO), %	88,89	94,56	88,89	3,47
Proteína Cruda (PC), %	8,52	9,06	8,52	0,33
Extracto Etéreo (EE), %	1,69	1,79	1,69	0,07
Fibra Cruda (FC), %	23,08	24,55	23,08	0,90
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	55,61	59,15	55,61	2,17
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 5.8

ZANAHORIA EN SALMUERA

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	11,50	0,00	11,50	97,38
Materia Seca (MS) %	88,50	100,00	88,50	2,62
Cenizas (C), %	21,06	23,80	21,06	0,62
Materia Orgánica (MO), %	67,44	76,20	67,44	2,00
Proteína Cruda (PC), %	3,40	3,85	3,40	0,10
Extracto Etéreo (EE), %	0,82	0,92	0,82	0,02
Fibra Cruda (FC), %	21,92	24,77	21,92	0,65
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	41,30	46,66	41,30	1,22
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 5.5

CEBOLLA ESTÉRIL

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	5,91	0,00	5,91	93,36
Materia Seca (MS) %	94,09	100,00	94,09	6,64
Cenizas (C), %	3,00	3,19	3,00	0,21
Materia Orgánica (MO), %	91,09	96,81	91,09	6,43
Proteína Cruda (PC), %	10,92	11,61	10,92	0,77
Extracto Etéreo (EE), %	1,13	1,20	1,13	0,08
Fibra Cruda (FC), %	23,24	24,70	23,24	1,64
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	55,80	59,31	55,80	3,94
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 5.8

VERDOLAGA EN SALMUERA

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	8,76	0,00	8,76	98,10
Materia Seca (MS) %	91,24	100,00	91,24	1,90
Cenizas (C), %	19,67	21,56	19,67	0,41
Materia Orgánica (MO), %	71,56	78,44	71,56	1,49
Proteína Cruda (PC), %	8,32	9,12	8,32	0,17
Extracto Etéreo (EE), %	2,03	2,22	2,03	0,04
Fibra Cruda (FC), %	22,30	24,44	22,30	0,47
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	38,91	42,65	38,91	0,81
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 6.1

CHÍCHARO EN SALMUERA

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	6,72	0,00	6,72	82,47
Materia Seca (MS) %	93,28	100,00	93,28	17,53
Cenizas (C), %	4,45	4,77	4,45	0,84
Materia Orgánica (MO), %	88,83	88,83	88,83	15,57
Proteína Cruda (PC), %	22,04	23,63	22,04	4,14
Extracto Etéreo (EE), %	2,63	2,82	2,63	0,49
Fibra Cruda (FC), %	11,52	12,35	11,52	2,17
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	52,63	56,43	52,63	9,89
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 3.1

CHÍCHARO ESTÉRIL

	Base Tal como se Ofrece	Base Seca	Base Húmeda	Base con la humedad natural
Humedad (H), %	8,44	0,00	8,44	86,13
Materia Seca (MS) %	91,56	100,00	91,56	13,87
Cenizas (C), %	7,41	8,09	7,41	1,12
Materia Orgánica (MO), %	84,15	84,15	84,15	11,67
Proteína Cruda (PC), %	20,64	22,54	20,64	3,13
Extracto Etéreo (EE), %	2,59	2,82	2,59	0,39
Fibra Cruda (FC), %	12,91	14,10	12,91	1,96
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), %	48,02	52,44	48,02	7,28
Total, %	100,00	100,00	100,00	100,00

pH = 6.2

Anexo 8. Reporte de análisis microbiológico de 12 muestras de alimentos.

00001207

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO ALIMENTOS DIVERSOS

MUESTRA	BMA/ufc/g	CT/g	CF/g
1.- CHÍCHARO EN SALMUERA	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
2.- CHÍCHARO ESTÉRIL	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
3.- CHÍCHARO AL VACÍO	4000	NEGATIVO	NEGATIVO
4.- ZANAHORIA AL VACÍO	18 000 37 500 REP	NEGATIVO	NEGATIVO
5.- ZANAHORIA ESTÉRIL	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
6.- ZANAHORIA EN SALMUERA	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
7.- CEBOLLA AL VACÍO	60 000 85 000 REP	NEGATIVO	NEGATIVO
8.- CEBOLLA ESTÉRIL	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
9.- CEBOLLA EN SALMUERA	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
10.- VERDOLAGA ESTÉRIL	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
11.- VERDOLAGA EN SALMUERA	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
12.- VERDOLAGA AL VACÍO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO

BMA = BACTERIAS MESÓFILAS AEROBIAS

CT = COLIFORMES TOTALES

CF = COLIFORMES FECALES

Anexo 9a. Resultados de preferencias de producto y su apariencia por tipo de procesamiento en cebolla.

No.	clave	Preferencia Producto			Presentación Envase		
		Esterilizado	Salmuera	Al Vacío	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
1	Cebxyz-01	1	2	3	2	1	3
2	Cebxyz-02	1	3	2	2	1	3
3	Cebxyz-03	3	1	2	3	2	1
4	Cebxyz-04	3	1	2	3	2	1
5	Cebxyz-05	1	2	3	1	2	3
6	Cebxyz-06	1	3	2	3	2	1
7	Cebxyz-07	1	2	3	1	2	3
8	Cebxyz-08	2	1	3	3	1	2
9	Cebxyz-09	2	3	1	2	3	1
10	Cebxyz-10	1	3	2	2	3	1
11	Cebxyz-11	2	3	1	1	2	3
12	Cebyzx-01	3	1	2	3	1	2
13	Cebyzx-02	2	1	3	2	1	3
14	Cebyzx-03	1	2	3	2	3	1
15	Cebyzx-04	1	3	2	1	2	3
16	Cebyzx-05	1	2	3	1	2	3
17	Cebyzx-06	1	2	3	2	1	3
18	Cebyzx-07	1	2	3	3	2	1
19	Cebyzx-08	1	2	3	3	1	2
20	Cebyzx-09	3	1	2	2	1	3
21	Cebyzx-10	2	1	3	2	1	3
22	Cebyzx-11	1	3	2	2	1	3
23	Cebzxy-01	1	2	3	1	2	3
24	Cebzxy-02	1	3	2	2	3	1
25	Cebzxy-03	1	3	2	3	2	1
26	Cebzxy-04	3	1	2	3	1	2
27	Cebzxy-05	1	2	3	2	1	3
28	Cebzxy-06	1	3	2	3	1	2
29	Cebzxy-07	3	2	1	3	2	1
30	Cebzxy-08	3	2	1	2	1	3
31	Cebzxy-09	3	2	1	2	1	3
32	Cebzxy-10	3	1	2	2	1	3
33	Cebzxy-11	2	1	3	2	1	3
	Σ ri	57	66	75	71	53	74
	R^2	3249	4356	5625	5041	2809	5476
	Promedio	1.73	2	2.27	2.15	1.61	2.24
	Conteo 3	9	10	14	11	4	18
	Conteo 2	6	13	14	16	12	5
	Conteo 1	18	10	5	6	17	10
	IR-ES	0.4			IR-ES	0.7	
	IR-EV	0.32			IR-EV	0.45	
	IR-SV	0.4			IR-SV	0.3	
H(prod.) =		4.91	H(apar.) = 7.82 IR(crit.) = 16.37				
X(t=2,0.05)=		5.99	X(t=2,0.05)= 5.99				

Anexo 9b. Resultados de Preferencias de producto y su apariencia por tipo de procesamiento en chícharo.

No.	Clave	P. Producto			P. Presentación Envase		
		Esterilizado	Salmuera	Al Vacío	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
34	Chixyz-01	3	1	2	3	2	1
35	Chixyz-02	2	3	1	2	1	3
36	Chixyz-03	1	3	2	3	2	1
37	Chixyz-04	2	3	1	2	1	3
38	Chixyz-05	2	1	3	2	1	3
39	Chixyz-06	2	1	3	2	1	3
40	Chixyz-07	3	1	2	2	1	3
41	Chixyz-08	3	1	2	2	1	3
42	Chixyz-09	2	1	3	3	2	1
43	Chixyz-10	2	3	1	2	1	3
44	Chixyz-11	3	2	1	3	2	1
45	Chiyzx-01	1	3	2	1	3	2
46	Chiyzx-02	1	3	2	3	1	2
47	Chiyzx-03	3	1	2	3	1	2
48	Chiyzx-04	1	2	3	1	2	3
49	Chiyzx-05	1	2	3	1	2	3
50	Chiyzx-06	2	3	1	2	1	3
51	Chiyzx-07	3	1	2	2	1	3
52	Chiyzx-08	3	1	2	2	1	3
53	Chiyzx-09	3	1	2	1	2	3
54	Chiyzx-10	3	2	1	3	2	1
55	Chiyzx-11	2	1	3	3	1	2
56	Chizxy-01	1	2	3	3	2	1
57	Chizxy-02	3	1	2	2	1	3
58	Chizxy-03	2	1	3	2	1	3
59	Chizxy-04	3	2	1	3	2	1
60	Chizxy-05	2	3	1	2	1	3
61	Chizxy-06	3	1	2	2	1	3
62	Chizxy-07	3	1	2	2	1	3
63	Chizxy-08	2	1	3	3	2	1
64	Chizxy-09	2	1	3	2	1	3
65	Chizxy-10	2	3	1	2	1	3
66	Chizxy-11	3	2	1	3	1	2
	Σ ri	74	58	66	74	46	78
	R ²	5476	3364	4356	5476	2116	6084
	Promedio	2.24	1.76	2	2.24	1.39	2.36
	Conteo 3	14	9	10	12	1	20
	Conteo 2	13	7	13	17	11	5
	Conteo 1	6	17	10	4	21	8
	IR-ES	0.66		IR-ES	0.81		
	IR-EV	0.54		IR-EV	0.43		
	IR-SV	0.42		IR-SV	0.20		
H(prod.) =		3.87	H(apar.) = 18.42 IR(crit.) = 16.37				
X(t=2,0.05)=		5.99	X(t=2,0.05)= 5.99				

Anexo 9c. Resultados de preferencias de producto y su apariencia por tipo de procesamiento en verdolaga.

No.	clave	Preferencia Producto			Preferencia Presentación Envase		
		Esterilizado	Salmuera	Al Vacío	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
67	verxyz-01	2	3	1	3	2	1
68	verxyz-02	2	1	3	1	3	2
69	verxyz-03	1	3	2	3	1	2
70	verxyz-04	2	3	1	1	3	2
71	verxyz-05	2	3	1	1	3	2
72	verxyz-06	3	2	1	2	3	1
73	verxyz-07	1	3	2	2	1	3
74	verxyz-08	3	2	1	2	3	1
75	verxyz-09	3	2	1	1	2	3
76	verxyz-10	1	2	3	2	1	3
77	verxyz-11	1	2	3	2	1	3
78	veryzx-01	2	3	1	3	1	2
79	veryzx-02	1	2	3	2	1	3
80	veryzx-03	1	3	2	2	3	1
81	veryzx-04	3	2	1	2	1	3
82	veryzx-05	3	2	1	2	3	1
83	veryzx-06	1	2	3	3	1	2
84	veryzx-07	1	2	3	1	2	3
85	veryzx-08	3	1	2	1	2	3
86	veryzx-09	1	2	3	2	3	1
87	veryzx-10	3	2	1	3	1	2
88	veryzx-11	3	2	1	2	1	3
89	verzxy-01	3	2	1	2	3	1
90	verzxy-02	3	1	2	1	2	3
91	verzxy-03	2	1	3	1	3	2
92	verzxy-04	3	2	1	2	3	1
93	verzxy-05	2	3	1	3	1	2
94	verzxy-06	3	2	1	2	3	1
95	verzxy-07	1	3	2	3	2	1
96	verzxy-08	1	2	3	3	2	1
97	verzxy-09	3	2	1	2	3	1
98	verzxy-10	2	1	3	1	2	3
99	verzxy-11	3	2	1	1	2	3
	Σri	69	70	59	64	68	66
	r ²	4761	4900	3481	4096	4624	4356
	Promedio	2.09	2.12	1.79	1.94	2.06	2
	Conteo 3	14	9	10	8	13	12
	Conteo 2	8	19	5	15	9	9
	Conteo 1	11	5	17	10	11	12
	IR-ES	0.5		IR-ES	0.42		
	IR-EV	0.58		IR-EV	0.4		
	IR-SV	0.6		IR-SV	0.46		
H(prod.) =		2.24	H(apar.) = 0.24 IR(crit.) = 16.37				
X(t=2,0.05)=		5.99	X(t=2,0.05)= 5.99				

Anexo 9d. Resultados de preferencias de producto y su presentación por tipo de procesamiento en zanahoria

No.	clave	Preferencia Producto			Preferencia Presentación Envase		
		Esterilizado	Salmuera	Al Vacío	Esterilizado	Salmuera	Al Vacío
100	zanxyz-01	1	3	2	1	2	3
101	zanxyz-02	3	1	2	2	3	1
102	zanxyz-03	2	1	3	1	3	2
103	zanxyz-04	1	3	2	3	2	1
104	zanxyz-05	3	1	2	1	2	3
105	zanxyz-06	1	3	2	1	3	2
106	zanxyz-07	2	1	3	2	3	1
107	zanxyz-08	3	1	2	2	1	3
108	zanxyz-09	1	3	2	1	3	2
109	zanxyz-10	2	1	3	3	2	1
110	zanxyz-11	2	1	3	3	2	1
111	zanyzx-01	3	1	2	2	3	1
112	zanyzx-02	2	3	1	2	1	3
113	zanyzx-03	1	3	2	2	1	3
114	zanyzx-04	3	1	2	3	2	1
115	zanyzx-05	2	1	3	1	2	3
116	zanyzx-06	3	1	2	1	3	2
117	zanyzx-07	3	2	1	2	3	1
118	zanyzx-08	3	2	1	1	3	2
119	zanyzx-09	1	2	3	3	1	2
120	zanyzx-10	3	1	2	2	3	1
121	zanyzx-11	3	2	1	1	2	3
122	zanzxy-01	3	2	1	3	1	2
123	zanzxy-02	1	2	3	3	1	2
124	zanzxy-03	3	1	2	2	1	3
125	zanzxy-04	2	3	1	1	2	3
126	zanzxy-05	2	1	3	3	1	2
127	zanzxy-06	3	2	1	3	2	1
128	zanzxy-07	3	1	2	2	1	3
129	zanzxy-08	2	3	1	3	1	2
130	zanzxy-09	1	2	3	1	3	2
131	zanzxy-10	3	2	1	2	1	3
132	zanzxy-11	1	3	2	2	3	1
	Σr_i	72	60	66	65	67	66
	r^2	5184	3600	4356	4225	4489	4356
	Promedio	2.18	1.82	2	1.97	2.03	2
	Conteo 3	15	15	9	10	12	11
	Conteo 2	9	9	15	12	10	11
	Conteo 1	9	9	9	11	11	11
	IR-ES	0.5			IR-ES	0.48	
	IR-EV	0.54			IR-EV	0.49	
	IR-SV	0.57			IR-SV	0.51	
H(prod.) =		2.18	H(apar.) = 0.06 IR(crit.) = 16.37				
X(t=2,0.05)=		5.99	X(t=2,0.05)= 5.99				