



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN,
RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL**

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

**CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS
ALIMENTOS**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN, TECNOLOGÍA
DE ALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD**



TEMA.

**“DESARROLLO DE UNA SOPA DE VERDURAS,
BAJO APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA SOUS –VIDE,
PARA SENESCENTES”**

ELABORADO POR:

Lcda. DOLORES TRINIDAD ZAMBRANO CORNEJO

TUTORA DE TESIS:

**MSc. MARIA ELENA SOLIS C.
Investigador Usach-Cien Austral**

**TESIS DE GRADO PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS
PARA OBTENER EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DE ALIMENTOS**

2008
MANTA MANABÍ ECUADOR



**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS
ALIMENTOS**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN, TECNOLOGÍA
DE ALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD**



CERTIFICACIÓN

Se certifica que la Licenciada **DOLORES TRINIDAD ZAMBRANO CORNEJO**, ha culminado con el trabajo de investigación, organización, ejecución e informe final previo la obtención del Título de Magister en Ciencia y tecnología de Alimentos, cuyo tema versa sobre:

**“DESARROLLO DE UNA SOPA DE VERDURAS,
BAJO APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA SOUS –VIDE,
PARA SENESCENTES”**

Santiago de Chile, Noviembre del 2007

MSc. MARIA ELENA SOLIS C.

Investigador Usach-Cien Austral

TUTORA DE TESIS



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN,

RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN, TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD



TRIBUNAL EXAMINADOR

Los Honorables Miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación sobre el tema:

“DESARROLLO DE UNA SOPA DE VERDURAS, BAJO APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA SOUS –VIDE, PARA SENESCENTES”

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Esta tesis contó con el soporte científico del “CIEN AUSTRAL” de la Universidad de Santiago de Chile, y del CECTA (Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos) USACH LLANQUIHUE X REGION bajo la tutoría de MSc. MARIA ELENA SOLIS C. Investigador Usach-Cien Austral.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por ser luz y fuente espiritual en mi vida y por permitirme concluir con éxito esta Tesis.

Ofrezco sinceros agradecimientos a las instituciones que me dieron la oportunidad de realizar esta Maestría, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por el apoyo que da a los catedráticos, de manera especial a nuestro Rector Dr. Medardo Mora Solórzano y a la Decana de la Facultad de Enfermería en la que laboro, Lic. Yubagni Rezabala De Monroy, Mg. Es.

A la Universidad Santiago de Chile, al Director del CECTA (Centro de Estudio en Ciencia y Tecnología de Alimentos) Doctor Claudio Romo y a todos los Doctores Catedráticos que dictaron la Maestría en Alimento que dejaron en mi valiosos conocimientos.

Mis sinceros agradecimientos a la Dra. María Elena Solís, directora de tesis, quien orientó el trabajo de investigación con acierto y profundidad científica.

A todos los miembros del **CEPIRCI** (CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN, RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL), que de una u otra manera aportaron para culminar esta Maestría, de manera especial al señor Director Doctor Jaime Rodríguez.

Lic. DOLORES ZAMBRANO CORNEJO

DEDICATORIA

No hay cosa más notable y satisfactoria para el ser humano que aprender a reconocer los dones de sus semejantes.

En estas líneas dedico esta memoria:

A mi madre y a mi esposo, quienes con su apoyo, amor y comprensión estuvieron prestos a ayudarme para la culminación de este trascendental capítulo de mi formación profesional.

A mis hijos, entrego este esfuerzo, esperando lo proyecten como ejemplo de superación y perseverancia, en las mejores páginas de sus vidas.

A mis profesores de Maestría y compañeros que compartieron conmigo estos dos años, haciendo de cada día un cúmulo de enseñanzas y vivencias.

A mis queridos estudiantes de la Facultad de Enfermería por su apoyo moral, por quienes como docente procuro asumir nuevos retos, aspirando que este trabajo de investigación sirva de referente para no claudicar en la vida.

Lic. DOLORES ZAMBRANO CORNEJO

RESUMEN

La presente investigación sobre “Desarrollo de una sopa de verduras para senescentes, bajo tecnología Sous Vide” cuyo principal objetivo fue, obtener un producto de alta calidad sanitaria, culinaria y de prolongada vida útil, se realizó en el Centro de Estudios en Ciencias y Tecnología de los Alimentos (CECTA) Universidad de Santiago de Chile, en Llanquihue, Puerto Vara, X región, ubicado al sur de Chile.

Para la sopa de verduras se utilizó ingredientes de excelente calidad (papas, zapallo, zanahoria, espinaca, apio, acelga) y se enriquecieron las fórmulas con Vitaminas A, E, C, ác. Fólico, Minerales, Cu, Se y fibra (inulina). Se consideraron las variables de sabor, color, apariencia, consistencia y se empleó el modelo estadístico de Plackett-Burman.

Se realizaron paneles organolépticos de las diferentes preparaciones y con los datos obtenidos se optimizó la fórmula final con la metodología superficie respuesta (MSR). Los factores estudiados fueron: A) tiempo de cocción (50 min, 70 min., 90 min.); B) inulina (1 g, 2 g, 3 g). Los resultados obtenidos de las variables analizadas estadísticamente demostraron que las condiciones óptimas corresponden a 68 minutos de cocción, en cambio como la inulina no afecta significativamente la respuesta en la calidad sensorial puede utilizarse cualquier valor de concentración entre 1 y 3 g, con un bajo aporte calórico de 140 kilo calorías; un pH de 5.85. La vitamina C se degradó en un 54% al cabo de 30 días llegó, la vitamina E se destruye al 72% y la

vitamina A se pierde totalmente cuando las muestras son sometidas a la cocción.

El proceso Sous-Vide resultó ser muy eficiente, ya que alargó a 30 días la vida útil del producto formulado y durante este tiempo los recuentos, para aerobios totales, anaerobios y enterobacteria, fueron bajos, la disminución de la carga microbiana fluctuó entre 1 a 2 ciclos logarítmicos.

ABSTRACT

The present investigation on Development of a soup of vegetables for senescentes, low technology Sous Vide whose main objective was, to obtain a product of high sanitary, culinary quality and of lingering useful life, he/she was carried out in the Center of Studies in Sciences and Technology of the Foods (CECTA) University of Santiago from Chile, in Llanquihue, Port Beaches, X region, located to the south of Chile.

For the soup of vegetables it was used ingredients of excellent quality (potatoes, zapallo, carrot, spinach, celery, beet) and they got rich the formulas with Vitamins A, E, C, ác. Folic, Minerals, Cu, You and fiber (inulina). They were considered the variables of flavor, color, appearance, consistency and the statistical pattern of Plackett-Burman was used.

They were carried out panels organolépticos of the different preparations and with the obtained data the final formula was optimized with the methodology surface answer (MSR). The studied factors were: A) time of cooking (50 min, 70 min., 90 min.); B) inulina (1 g, 2 g, 3 g). The obtained results of the variables analyzed statistically demonstrated that the good conditions correspond to 68 minutes of cooking, on the other hand as the inulina it doesn't affect the answer significantly in the sensorial quality any concentration value it can be used between 1 and 3 g, with a first floor it contributes caloric of 140 kilo calories; a pH of 5.85. The vitamin C was degraded in 54% after 30 days it arrived, the vitamin E it is destroyed to 72%

and the vitamin A he/she gets lost totally when the samples are subjected to the cooking.

The process Sous-Vide turned out to be very efficient, since it lengthened to 30 days the useful life of the formulated product and during this time the recounts, for total aerobes, anaerobios and enterobacteria, were low, the decrease of the microbial load fluctuated among 1 to 2 logarithmic cycles.

ÍNDICE

Pág. #

CAPÍTULO I

| | |
|------------------------|---|
| 1.1. Introducción..... | 1 |
|------------------------|---|

CAPÍTULO II

| | |
|--------------------------------------|---|
| 2.1. Planteamiento del Problema..... | 3 |
| 2.2. OBJETIVOS | |
| 2.2.1. Objetivo General..... | 5 |
| 2.2.2. Objetivos Específicos..... | 5 |
| 2.3. JUSTIFICACIÓN..... | 6 |
| 2.4. ORIGINALIDAD..... | 7 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|----|
| 3.1. MARCO TEÓRICO | |
| 3.1.1. Nutrición y mal nutrición del adulto mayor..... | 9 |
| 3.1.2. Alimentación del adulto mayor..... | 10 |
| 3.1.3. Requerimientos nutricionales para el adulto mayor..... | 11 |
| 3.2. MACRONUTRIENTES | |
| 3.2.1. Proteínas..... | 12 |
| 3.2.2. Ingesta de proteínas..... | 12 |
| 3.2.3. Proteínas..... | |
| 3.2.4. Energía..... | 16 |
| 3.2.5. H de C..... | 17 |
| 3.2.6. Lípidos..... | 18 |

| | |
|---|----|
| 3.2.7. Alimentos funcionales..... | 20 |
| 3.2.8. Fibra dietética..... | 23 |
| 3.3. INULINA..... | 27 |
| 3.3.1. Propiedades benéficas de la Inulina..... | 28 |
| 3.4. NUTRIENTES | |
| 3.4.1. Elementos regulares (vitamina, minerales, agua)..... | 29 |
| 3.4.2. Vitamina D..... | 30 |
| 3.4.3. Vitamina A..... | 32 |
| 3.4.4. Vitamina E..... | 32 |
| 3.4.5. Vitamina C..... | 32 |
| 3.4.6. Ácido fólico..... | 33 |
| 3.5. Minerales esenciales..... | 33 |
| 3.5.1. Selenio..... | 34 |
| 3.5.2. Cobre..... | 35 |
| 3.5.3. Zinc..... | 36 |
| 3.5.4. Agua..... | 36 |
| 3.6. PROBLEMAS DE MEDICACIÓN MÚLTIPLE..... | 37 |
| 3.6.1. Calcio y Osteoporosis..... | 39 |
| 3.7. alimentación SALudable para el adulto mayor..... | 40 |
| 3.7.1. Qué y cuánto comer?..... | 40 |

CAPÍTULO IV

| | |
|---|----|
| 4.1. ESTUDIO DE LOS MODELOS A UTILIZAR | |
| 4.1.1. Plackett Burmann..... | 42 |
| 4.1.2. Metodología de superficie respuesta..... | 42 |
| 4.1.2.1. Propósito del estudio..... | 43 |
| 4.1.2.2. Identificación de factores críticos..... | 44 |
| 4.1.2.3. Definición de los niveles de los factores..... | 44 |

| | |
|--|----|
| 4.1.2.4. Selección de las pruebas de muestreo..... | 45 |
| 4.1.2.5. Análisis estadístico..... | 47 |
| 4.2. CARACTERIZACIÓN DE SOPA DE VERDURAS..... | 49 |
| 4.2.1. Análisis Proximal..... | 49 |
| 4.2.2. Análisis de fibra..... | 49 |
| 4.2.3. Análisis de vitaminas..... | 49 |
| 4.2.4. Análisis de minerales..... | 50 |
| 4.2.5. Ensayos microbiológicos..... | 50 |
| 4.3. ENSAYOS DE VIDA ÚTIL..... | 51 |
| 4.3.1. Análisis microbiológicos..... | 51 |
| 4.3.2. Análisis microbiológicos por Malthus..... | 52 |
| 4.3.2.1. Los componentes del sistema Malthus..... | 52 |
| 4.3.2.2. Principio de funcionamiento..... | 55 |
| 4.4. SISTEMA SOUS VIDE..... | 54 |

CAPÍTULO V

| | |
|---|----|
| 5.1. DESARROLLO EXPERIMENTAL | |
| 5.1.1. Hipótesis del trabajo..... | 59 |
| 5.2. SELECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y ELABORACIÓN DE LA FORMULACIÓN..... | 59 |
| 5.3. ELABORACIÓN A NIVEL PILOTO DE LOS PRODUCTOS EXPERIMENTALES..... | 60 |
| 5.4. FORMULACIONES..... | 62 |
| 5.5. ESTUDIO DE PRETRATAMIENTO DE INGREDIENTES..... | 63 |
| 5.6. MEZCLA VITAMÍNICA/MINERAL A INCORPORAR..... | 64 |
| 5.7. ENSAYOS SENSORIALES..... | 65 |
| 5.7.1. Optimización de los productos..... | 6 |
| 5.7.2. Esterilización comercial de los productos formulados..... | 66 |

CAPÍTULO VI

| | |
|--|----|
| 6.1. RESULTADOS | |
| 6.1.1. Análisis sensorial de los productos formulados..... | 70 |
| 6.2. EVALUACIÓN SENSORIAL..... | 70 |
| 6.2.1. Optimización de los productos..... | 73 |
| 6.3. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO NUTRICIONAL | |
| 6.3.1. Análisis proximal..... | 77 |
| 6.3.2. Determinación de Ph..... | 79 |
| 6.3.3. Minerales..... | 79 |
| 6.3.4. Vida Útil..... | 80 |
| 6.3.5. Vitaminas..... | 80 |
| 6.4. CALIDAD SENSORIAL DE MUESTRAS..... | 84 |
| 6.5. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS..... | 86 |
| 6.5.1. Materias primas..... | 87 |
| 6.6. COSTO Y RENDIMIENTO..... | 90 |
| CONCLUSIONES..... | 91 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 94 |
| ANEXOS | |

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, por las necesidades que impone la vida moderna, cada día diversos segmentos de la población, dedican menos tiempo a la preparación de sus alimentos, situación que los lleva a adquirirlos, semi o totalmente preparados.

A nivel mundial, los avances en las Ciencias de la Salud, incluida la nutrición humana, han podido prolongar la esperanza de vida considerablemente¹. Así ésta se sitúa por encima de los 70 años en países de alto nivel de bienestar.

Paralelamente, el concepto de la calidad de vida ha adquirido mayor protagonismo entre quienes alcanzan la tercera edad. Una alimentación adecuada es el primer paso para lograrlo, enmarcado dentro de un estilo de vida saludable, se desarrolló una sopa de verduras bajo tecnología Sous-Vide fortificada con vitaminas, minerales y fibra para obtener un producto de buena calidad organoléptica y nutricional que cubra parte de sus requerimientos diarios.

Para la formulación de la sopa de verduras, se empleó el modelo estadístico de Plackett Burman, se optimizó utilizando la metodología superficie respuesta y en el análisis sensorial se graficó con el diagrama de Pareto.

¹ [Http://Revista.consumer.es/web/es](http://Revista.consumer.es/web/es)

El presente trabajo, en el capítulo I considera la introducción, en la que se describe brevemente el trabajo de investigación, destacando el objetivo principal del trabajo, la metodología y logros alcanzados.

En el capítulo II se caracteriza el problema que sirvió de base para el estudio de investigación, explicándose el propósito central y las razones que justifican la concreción del diseño experimental y su ejecución.

En el capítulo III la fundamentación teórica, alude a los principales contenidos en las que se enmarcan el presente estudio.

En el capítulo IV, se abordan los modelos y el sistema sous-vide que sirvieron de base para la elaboración y optimización de la sopa de verduras.

El desarrollo experimental se lo describe en el capítulo V, el proceso consiste en que los alimentos son empacados bajo vacío y enseguida tratados térmicamente (75-90°C), enfriados rápidamente, y almacenados a bajas temperaturas.

Se concluye el estudio en el capítulo VI, presentando las evaluaciones sensoriales de cada uno de los aspectos trabajados, la fórmula, optimización del producto, diagrama de Pareto y cuadros de Malthus, vitaminas A, E, C, fibra (inulina), minerales, Cu, Se y de concentración microbiana para materias primas lavadas y sin lavar. Se adiciona la bibliografía.

CAPÍTULO II

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El fenómeno social de cambios de conducta alimentaria en ancianos, donde la calidad de vida y la importancia de una nutrición óptima retrasarían el comienzo de enfermedades degenerativas es apoyado por el papel que juega la nutrición en el desarrollo biológico, esto ha generado que cada vez existan más empresas especializadas en alimentación institucional en otros países.

En nuestro país, Ecuador, no existe preparaciones formuladas para personas de tercera edad, además en hospitales y hogares de ancianos se observa que las comidas son monótonas, ajustándose generalmente entre la característica de dieta sin residuo y liviano, resultando de esta combinación una presentación poco atractiva. De este modo los usuarios se ven obligados a consumir estas preparaciones y terminan por aceptarlos de mala gana. Acorde con lo antedicho se decidió trabajar en una solución a este problema aplicando tecnología sous-vide a regímenes.

El proceso consiste en que los alimentos son empacados bajo vacío y enseguida tratados térmicamente (75-90°C), enfriados rápidamente, y almacenados a bajas temperaturas. El producto es subsecuentemente recalentado previo a su consumo. El producto "sous vide" se posiciona en una

categoría alimentaria referida comúnmente como alimentos refrigerados de nueva generación².

La investigación propuesta corresponde a un proyecto de pre-desarrollo, de productos con una clara orientación aplicada. La principal contribución de este proyecto desde un punto científico tecnológico, radica en el claro objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos, tecnologías que emplean vacío en la producción de alimentos, mediante estudios tradicionales, a la implementación del desarrollo de un tipo de proceso que, sin duda, dará un vuelco en la alimentación tradicional, ya que se rescata la mejor manera de preparar un producto, porque el alimento se cocina en sus propios jugos, sellando así en su interior el aroma y sabor. Todos los compuestos volátiles permanecen en el interior del embalaje, y un mínimo de nutrientes son perdidos durante la cocción (por ejemplo diluídos en agua hirviente como ocurre en procesos tradicionales). El sellado hermético previene las pérdidas de humedad y el producto permanece así más blando. El envasado al vacío remueve oxígeno del producto y aumenta la vida útil mediante la inhibición de microorganismos de deterioro y procesos oxidativos y químicos. Estos alimentos retienen su frescura incluso después de varias semanas de almacenamiento refrigerado. Muchos alimentos Sous Vide han sido catalogados como de superior sabor al de alimentos preparados frescos debido a que los sabores de hierbas y especias y otros saborizantes se ven grandemente realzados³.

² Schelleken, W. and Martens, T. 1992

³ De la Fuente et,al 1992

Por lo expuesto, esta investigación pretende ser una alternativa tecnológica, para desarrollar una sopa de verduras orientada al sector poblacional de la tercera edad, optimizando el proceso, aplicado metodología superficie respuesta, fortificando la preparación con vitamina A, C, D, ác. fólico, fibra (inulina), minerales, Cu. Se, para obtener un producto de buena calidad organoléptica, de prolongada vida útil y de bajo costo.

2.2. OBJETIVOS

2.2.1. Objetivo General

Desarrollar una sopa de verduras, que cubra el 30% de los requerimientos nutricionales diarios en vitaminas y minerales, de alta calidad sanitaria, culinaria y de prolongada vida útil, para simplificar la producción de regímenes dietarios para senescentes.

2.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Optimizar los guisos de verduras de acuerdo a características organolépticas, empleando para ello MSR.
- ✓ Estandarizar los guisos de verduras industrialmente aplicando la tecnología “Sous vide”.
- ✓ Estudiar la vida útil de los productos, bajo el punto de vista nutricional, microbiológico y sensorial.

- ✓ Formular una sopa de verduras que satisfagan un 30% de los requerimientos diarios de los ancianos, referente a los elementos adicionados en este estudio.

2.3. JUSTIFICACIÓN

Para satisfacer parte de los requerimientos nutricionales de personas de la tercera edad, y para evitar el riesgo, que la elaboración de preparaciones rápidas sean deficientes desde el punto de vista nutricional y/o higiénico sanitario se desarrolló una sopa de verduras bajo tecnología Sous-Vide, proceso que permite ampliar las posibilidades de aceptabilidad, vida útil, mejorar la retención de nutrientes y bajar costos.

El éxito del tratamiento se basa en el conocimiento de los mecanismos de destrucción de microorganismos o restricción de su desarrollo, como también en el estudio y control de pérdidas de nutrientes por efecto del tratamiento térmico.

Otro problema de los sistemas de alimentación masiva es que ellos generan a diario, grandes cantidades de excedentes (basura) que, sin reprocesar, van a contaminar el medio ambiente. Asimismo, con frecuencia los planteles no cuentan con los recursos necesarios para proceder en forma oportuna a su eliminación siendo un foco insalubre que congrega roedores y otros vectores que transmiten enfermedades al hombre. Además el sistema Sous-Vide representa varias ventajas, entre ellas:

- Menor número de empleados no especializados, en labores de manipulación;
- Mayor control sobre todo el personal, por estar en una planta física centralizada;
- Contratación de personal especializado;
- Aumento de productividad por persona;
- Obtención permanente de preparaciones estandarizadas de óptima calidad;
- Disminución de costos de producción por tener todo centralizado;
- Prolongación de vida útil del producto; y,
- Mejora y facilitación del almacenamiento y transporte de los productos.

La principal contribución de este proyecto de pre-desarrollo desde un punto científico tecnológico, radica en el claro objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos, tecnologías que emplean vacío en la producción de alimentos, mediante estudios tradicionales, a la implementación del desarrollo de un tipo de proceso que, sin duda, dará un vuelco en la alimentación tradicional, ya que se rescata la mejor manera de preparar un producto, sumándole las ventajas de conservación aportadas por el sistema sous vide.

2.4. ORIGINALIDAD

El Sistema de Sous Vide es un sistema innovador y poco usado que consiste en preparar alimentos, envasarlos al vacío, cocinar-enfriar y rápidamente -almacenar-transportar-distribuir-recalentar-servir. El sistema de cocina de Sous

Vide es por si mismo un sistema original que no es aplicado en las industrias ecuatorianas y se está empezando a desarrollar en Chile. Incluso en Europa, empresas líderes en el rubro de catering, están desarrollando este sistema en forma incipiente.

La originalidad del presente trabajo radica además en la unión de nutrición y dietoterapia, más este sistema de preparación atractiva para el consumidor adulto mayor nacional, optimizando condiciones de formulación y proceso para obtener un producto de alta aceptabilidad, alto valor nutritivo, larga vida útil y un costo competitivo en el mercado actual.

CAPÍTULO III

3.1. MARCO TEÓRICO

3.1.1. Nutrición y mal nutrición del adulto mayor

Se define como malnutrición al estado de deficiencia o exceso de uno o más nutrientes en el organismo. Consecuentes con esta definición y de acuerdo con los antecedentes antes señalados, respecto al porcentaje de ancianos con peso fuera de los límites normales, se puede concluir que los adultos mayores, mayormente, presentan problemas de mal nutrición.

Un estado nutricional alterado constituye un factor de riesgo, es un agravante que se asocia a numerosas enfermedades crónicas y también deteriora el pronóstico en el curso de patologías agudas. Se sabe que en los senescentes existe una relación recíproca entre nutrición y enfermedad; así por ejemplo se enferman más los ancianos desnutridos y se desnutren más los ancianos enfermos. Por otra parte, un estado nutricional adecuado contribuye positivamente al mantenimiento de la función en los diferentes órganos y sistemas.

Existe un sinnúmero de factores de riesgo que facilitan o provocan malnutrición en el senescente, entre las que se pueden destacar: Falta de educación nutricional, ingesta inapropiada de alimentos (cantidad y/o calidad), pobreza, aislamiento social, dependencia y/o discapacidad, patología asociadas

(agudas y/o crónicas), tratamientos farmacológicos, edad avanzada, trastornos afectivos y cognitivos.

También se encuentra disminuida la sensación del gusto y del olfato, por lo que existe menor posibilidad de diferenciar sabores. Las papilas gustativas que más se afectan son las de la parte anterior de la lengua, las que diferencian gustos dulces y salados.

Lo anterior lleva a un mayor consumo de alimentos fáciles, como los hidratos de carbono, que suelen producir distensión gastrointestinal y por lo tanto, una sensación precoz de plenitud, que se ve acrecentada por el retardo en el vaciamiento gástrico y en el tránsito intestinal, propio del senescente.

En la etapa de adultez, la nutrición se convierte en algo importante para la salud física y emocional. La ingesta hídrica es otro de los aspectos esenciales de la nutrición. Las personas mayores muestran un mayor riesgo a la deshidratación, por un descenso del agua orgánica total.

3.1.2. Alimentación del adulto mayor

La dieta para el adulto mayor debe ser equilibrada, variada y gastronómicamente aceptable. La comida debe ser fácil de preparar, estimulante del apetito y bien presentada, apetecible, de fácil masticación y digestión.

Para ello es importante consumir alimentos variados, que contengan proteínas, hidratos de carbono, lípidos, sales minerales y vitaminas, e incorporar regularmente alimentos ricos en fibras.

Consumir preferentemente carnes blancas, como pollo, pavo o pescado, o carnes rojas magras. Preferir los alimentos preparados al horno, asados, a la plancha o cocidos al vapor. Evitar el uso excesivo de sal y azúcar, e incluir un consumo mínimo de dos litros de agua diarios.

La última comida debe ingerirse entre las 19:00 y 20:00 y permanecer activa, a lo menos, hasta una hora antes de acostarse. Evitar los ayunos prolongados; ingiriendo, en lo posible, cuatro comidas diarias.

Mantener su peso ideal, de acuerdo a su talla, edad y estatura.

3.1.3. Requerimientos nutricionales para adultos mayores

Este concepto se refiere a la cantidad mínima de energía calórica, principios inmediatos (proteínas, hidratos de carbono y lípidos), agua, vitaminas y oligoelementos necesarios para el desarrollo y funcionamiento normal del cuerpo.

Su valor individual dependerá de cada sujeto, de su edad, sexo, contextura física, condición biológica o patológica, actividad física, etc. En este contexto se habla del 'gasto energético basal', que es la cantidad de calorías mínimas que el organismo necesita, estando en reposo para funcionar. De acuerdo a patrones

elaborados en Estados Unidos, es útil aplicar a los mayores de 60 años la siguiente fórmula para estimarlo:

| | |
|---------|--|
| Hombres | $[\text{Peso (Kg)} \times 11.7] + 588$ |
| Mujeres | $[\text{Peso (Kg)} \times 9.1] + 659$ |

En síntesis, el requerimiento es la adición del nivel de actividad física más el metabolismo basal. Este último disminuye entre un 5 y un 10% por cada década sobre los 65 años.

Lo importante es cómo debe aportarse dichas calorías en relación a los diversos componentes de la dieta, teniendo siempre en cuenta que las recomendaciones son para personas mayores y sanas, por lo que cada patología en particular necesitará variaciones específicas en su prescripción. La RDA (*Recommended Daily Allowance*), señala un valor de 2.200 Kcal para hombres mayores de 51 años y 1.900 Kcal para mujeres de la misma edad.

3.2. MACRONUTRIENTES

3.2.1. Proteínas

Las proteínas colaboran en el transporte de grasas y oxígeno, forman parte de determinadas hormonas, enzimas (sustancias que hacen posibles múltiples reacciones necesarias para nuestro cuerpo) y de las inmunoglobulinas o anticuerpos responsables de la defensa del organismo, intervienen en la

formuación de tejidos corporales, son las encargadas de producir la regeneración del cabello y uñas. Es necesario incluir alimentos ricos en proteínas completas, pues contribuyen mantener a nuestros órganos, tejidos (músculos, huesos) y el sistema de defensas en buenas condiciones para combatir eficazmente infecciones y enfermedades. Basta con tomar cada día la cantidad suficiente de leche y lácteos; carne, pescado o huevo como segundo plato, en las principales comidas, y sus derivados (yogures, quesos poco grasos, fiambres, jamón, etc.) en menor cantidad en almuerzos y meriendas.

Las proteínas deben aportar entre el 10 y el 15% del consumo energético, lo que significa alrededor de 1 g/Kg día en ancianos sanos. Cabe señalar que los ocho aminoácidos esenciales (no son sintetizados por el organismo) deben ser aportados por la dieta, lo que implica que se debe consumir proteínas de alto valor biológico (proteínas de origen animal).

La calidad de una proteínas depende de la cantidad de aminoácidos esenciales presentes en ella (el organismo no puede sintetizar proteínas sin tan sólo falta uno de ellos). Todos los aminoácidos esenciales se encuentran en las proteínas de origen animal (huevo, carnes, pescados y lácteos), por tanto, estas proteínas son de mejor calidad o de mayor valor biológico que las de origen vegetal (legumbres, cereales y frutos secos), deficitarias en uno o más de esos aminoácidos.

Sin embargo, proteínas incompletas bien combinadas pueden dar lugar a otras de valor equiparable a las de la carne, el pescado y el huevo. Son

combinaciones favorables: leche con arroz, trigo, sésamo, papas, maíz o soya, legumbre con arroz, con maíz o trigo, soya con trigo y sésamo o arroz. Enfermedades relacionadas con el consumo de proteínas: alteraciones del sistema renal (en ocasiones, es necesario restringir su aporte), ciertas alergias de origen alimentario (a la proteína de la leche de vaca, al huevo, al gluten, etc.).

3.2.2. Ingesta de Proteínas

Estudios recientes de balance nitrogenado sugieren que los requerimientos proteicos deben ser aumentados en los ancianos, si se pretende preservar su masa muscular. Por otra parte existe evidencia que los ancianos presentan, frecuentemente infecciones, producto de una inmunidad deprimida, lo que apoyaría la necesidad de incrementar la ingesta proteica por sobre la cifra de FAO/OMS. De acuerdo a estos estudios la cifra recomendada es de 1.0 a 1.2 g proteína/kg de peso⁴.

La relación entre proteínas y nitrógeno es básica para el concepto de balance de nitrógeno. En el adulto sano, la ingesta de nitrógeno, a través de las proteínas de la dieta es aproximadamente de 11 g/día. Esto usualmente produce un balance de nitrógeno cero en 24 horas. El estado negativo se produce cuando el nitrógeno perdido por la orina y heces excede a la ingesta de nitrógeno. Este comportamiento se produce por la pérdida de masa magra corporal (descenso de 10g de nitrógeno se corresponden con pérdidas de 300g en la masa magra corporal).

⁴ C. Castillo, R. Uauy, E. Atalah, Edit., 1999; Campbell et al., 1987

En el anciano las recomendaciones para la ingesta de proteínas son de 0.8 mg/kg de peso corporal y por día. Revisando los datos sobre el balance de nitrógeno, éstos muestran que durante la infancia se precisa un total del 43% del nitrógeno dietario en forma de aminoácidos esenciales para soportar un crecimiento máximo. Entre los 10 y 23 años se precisa solamente un 36% en tanto que en los adultos jóvenes esta razón baja al 19%. La situación en los ancianos no está del todo aclarada. Los datos más actuales sugieren que en ancianos sanos (con enfermedades no debilitantes) se debe mantener una ingesta diaria de proteínas de 1g/kg/día o menos. Si bien estos valores deben ser modificados en determinados casos relacionados con las condiciones del envejecimiento⁵.

Las RDA de proteínas para hombres y mujeres mayores de 51 años son de 0.8 g/kg/día por Kg de peso promedio aceptable, o una aproximación (1 g/Kg/día).

Una alta ingesta proteica puede ser perjudicial, produciendo un aumento de la excreción de calcio y puede influir en la pérdida de la función renal relacionada con la edad⁶.

Sin embargo otros estudios indican que el aumento en la excreción de calcio es solamente transitorio y estudios a largo plazo no encuentran correlación entre la ingesta proteica, el envejecimiento y la función renal⁷.

⁵ Munro, et; al.- 1987; Bidlack, et al., 1986

⁶ Anand y Linksweiler, 1974

⁷ Tobín, 1986

La deficiencia en proteínas con subsecuente hipoalbuminemia es importante en los ancianos cuando se consumen drogas que se mantienen unidas a proteínas.

En presencia de hipoalbuminemia, se produce una disminución de la cantidad de droga que se une a la albúmina y entonces hay una mayor disponibilidad de droga para unirse al receptor, lo cual puede producir una toxicidad por parte de la droga.

Tabla 1.- Consumo Promedio de Calorías y Proteínas por Persona al Día en relación al Nivel Socio-Económico (Ine-1988)

| QUINTIL | CALORIAS | PROTEINAS |
|---------|----------|-----------|
| I | 1425 | 39 |
| II | 1805 | 47 |
| III | 2112 | 57 |
| IV | 2259 | 60 |
| V | 2805 | 81 |

3.2.3. Energía

Los requerimientos de energía disminuyen con la edad porque el estilo de vida se hace más sedentario y el gasto de energía es menor en la vida cotidiana. La energía es proporcionada fundamentalmente por hidratos de carbono y grasas. Es necesaria para efectuar las funciones vitales del cuerpo (bombeo del corazón, respiración, etc.) y para realizar actividad física.

A partir de los 50 años la necesidad de energía disminuyen considerablemente, ya que se producen cambios en la composición del cuerpo (parte de músculo se convierte en grasa) y normalmente disminuye el grado de actividad. Por tanto, la alimentación debe aportar menos calorías que en etapas anteriores de la vida, de lo contrario se tiende a engordar de forma progresiva.

A partir de los 65-70 años el nivel de azúcar en sangre es, con frecuencia, más elevado de lo normal, por lo que se debe consumir menos dulces, repostería, bebidas con azúcar. En cambio los cereales (pan, arroz, pasta), papas y legumbres, deben seguir presentes en cada una de las comidas del día.

Para personas mayores que no consumen calorías suficientes por falta de apetito, malestar u otras causas, conviene preparar platos completos, de poco volumen, pero muy nutritivos (puré con pollo o pescado blanco, etc.).

3.2.4. Hidratos de Carbono

Son la fuente energética más barata y fácil de obtener. Los alimentos ricos en hidratos de carbono también son el principal aporte de fibra en la dieta. Las necesidades del senescente son aproximadamente 4 g/Kg/día, representando entre un 55 y un 60% del contenido energético total.

Los hidratos de carbono impiden que se utilicen las proteínas como fuente de energía, un aporte adecuado de hidratos de carbono ayuda a mantener el peso y la composición corporal.

Su exceso se deposita en el hígado y en los músculos en forma de glucógeno (reserva de energía) y el resto se convierte en grasa que se almacena en el tejido adiposo o graso.

Los hidratos de carbono también impiden que las grasas sean empleadas como fuente de energía, participan en la síntesis de material genético y aportan fibra dietética. Los hay de varios tipos:

Simple o de absorción (llegan rápidamente a la sangre): Azúcar, almíbar, caramelo, jalea, dulces, miel, chocolate y derivados, repostería, pastelería, galletería, bebidas refrescantes azucaradas, fruta y su zumo, fruta seca, mermeladas. Su consumo debe ser racional y en cantidades moderadas.

Complejos o de absorción lenta (pasan más lento del intestino a la sangre): verduras y hortalizas y farináceos (pan, arroz, pasta, papas, legumbres, cereales de desayuno). Deben estar presentes en cada comida del día. El consumo excesivo de hidratos de carbono puede provocar caries dentales (unido a una mala higiene bucal buco-dental), sobrepeso y obesidad, alteración de los niveles de lípidos en sangre (triglicéridos, por un exceso de azúcares), diabetes, intolerancia a la lactosa o a la galactosa.

3.2.5. Lípidos

Los lípidos o grasas son fuente de energía, regulan la temperatura corporal, envuelven y protegen órganos vitales como el corazón y los riñones,

transportan las vitaminas liposolubles (A, D, E, K) facilitanbdo así su absorción, resultan imprescindibles para la formación de determinadas hormonas y suministran ácidos grasos esenciales (linoleico y linolénico) que el organismo no puede sintetizar y que ha de obtener necesariamente de la alimentación diaria.

A pesar de ello, debemos ingerir alimentos ricos en grasa con medida: el cuerpo almacena la que no necesita, lo que ocasiona incrementos de peso indeseados y subidas de niveles de colesterol y triglicéridos en sangre. Hay distintos tipos de grasa.

- Saturada (origen animal, principalmente): mantequilla, crema de leche, manteca, tocino, mayonesa, etc.
- Monoinsaturada (origen vegetal): aceite de oliva, palta y nueces.
- Poliinsaturada (origen vegetal, principalmente): aceites de semillas (girasol, maíz, soja), margarina vegetal, frutos secos grasos, aceite de hígado de bacalao y pescado azul.

El colesterol es también una sustancia grasa. El organismo lo necesita para fabricar otros compuestos, como determinadas hormonas, vitamina D (mediante la exposición al sol), ácidos biliares de la bilis. No se encuentra en alimentos de origen vegetal.

Enfermedades relacionadas con el consumo excesivo de grasas: sobrepeso y obesidad, alteración de niveles de lípidos en sangre, pancreatitis y cálculos en la vesícula biliar.

3.2.6. Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales han sido definidos como una nueva gama de productos naturales o procesados que, incluidos en la dieta del ser humano, favorecen el bienestar físico y mental de las personas. Esta definición cambia la percepción generalizada que las recomendaciones dietarias se limitan sólo a la ingesta de nutrientes esenciales, en las cuales las cantidades recomendadas se refieren a la prevención de enfermedades producidas por deficiencia de algún tipo de nutriente. Sin embargo, resulta cuestionable el hecho que sólo se considere el aporte de nutrientes, cuando de hecho los beneficios también pueden provenir de componentes nutricionales y no nutricionales que están presentes en los alimentos, tales como fructooligosacáridos, isomalto-oligosacáridos, antioxidantes (vitaminas A, D, E, C), carnitina, colina, ácidos grasos mono y poliinsaturados (ácido araquidónico, linoleico, linolénico); minerales (selenio), polioles (maltitol, palatinosa), fibra dietaria, cultivos probióticos, lactato y citrato de calcio, lactato de potasio⁸.

La función de estos componentes es prevenir enfermedades crónicas originadas en trastornos fisiológicos, como cáncer, osteoporosis, complicaciones cardiovasculares, trastornos de la función intestinal, diabetes, obesidad, etc. Se diferencian de los nutracéuticos, en que no se les añade ningún producto farmacéutico⁹. Al respecto, una publicación de Expertos del Food and Nutrition Board del Instituto de Medicina de EEUU, al referirse a la ingesta de nutrientes, enfatiza también la importancia de considerar evidencias concernientes a la

⁸ Van den Broeck, 1993; Kawazoe, 1994; Rowan, 1999; Atalah E., 1996; Fuller R., 1991

⁹ Proop, 1998

prevención de enfermedades y la aparición de desórdenes fisiológicos por la ingesta insuficiente de nutrientes, recomienda además la necesidad de investigar la acción de otros componentes específicos de los alimentos que no han sido considerados como nutrientes esenciales¹⁰.

En 1990, el Congreso de EEUU incluyó los Mensajes Saludables en el Etiquetado Nutricional que se convirtió en ley en 1994, describiendo en ella una relación positiva entre la presencia de un componente del alimento en la dieta y la enfermedad. La inclusión de los aspectos de salud en el rotulado de los alimentos ha sido planteada a su vez por el Food Advisory Committee (MAFF) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentos de Inglaterra. Lo mismo ha ocurrido en Japón, país en que los alimentos funcionales están regulados bajo la legislación FOSHU (Food for Specified Health Use) lo que ha permitido incluir en el etiquetado de alimentos los beneficios que el consumidor podría obtener por el consumo de estos alimentos. En Australia, se trabaja en el mismo tema, pero aún no se ha llegado a un reconocimiento general entre el efecto terapéutico y el alimento¹¹.

En Europa el concepto de alimentos funcionales ha sido definido por el ILSI como la identificación y caracterización de los mecanismos de interacciones entre los componentes de los alimentos y los efectos sobre las funciones orgánicas a fin de relacionarlos con la salud de los individuos. El problema por resolver es definir esta relación y decidir si debiera ser un criterio de calificación del alimento¹².

¹⁰ Pascal, 1996; Hasler, 1996

¹¹ Pascal, 1996; Pascal y Collet-Ribbing, 1998

¹² Fuller, R., 1991

Por su parte el comité de etiquetado del CODEX ha establecido normas sobre el valor nutricional de referencia (NRV) de nutrientes esenciales que deben estar presentes en un alimento para que éste pueda ser reconocido como alimento funcional. Los alimentos funcionales representan hoy en día la tercera generación de alimentos saludables que aparecen en el mercado. Los productos de primera generación corresponden a los jugos de fruta, yogurt, pan integral, los que aparecieron en la década de los 70, dado el creciente interés detectado en los consumidores por proteger su salud.

Los productos de la segunda generación provocaron un impacto significativo en las preferencias de la población en la década de los 80, y corresponden principalmente a productos bajos en grasas (debemos mencionar aquí los sustitutos grasos) y azúcar diversificando la oferta de productos bajos en colesterol y los hipocalóricos¹³.

Los alimentos funcionales son la resultante de la creciente preocupación y convicción adquirida por el consumidor entre el efecto del consumo de algunos alimentos y la prevención de ciertas enfermedades que dieron lugar al concepto de nutrición positiva. Frecuentemente suele producirse una interpretación equivocada según la cual, los alimentos funcionales servirían como agentes curativos, cuando en realidad actúan como preventivos de algunas patologías, siempre y cuando su consumo sea¹⁴. A medida que el ritmo de vida se hace más estresante, probablemente crecerá la necesidad de comidas fáciles de preparar,

¹³ Quezada et al, 1998

¹⁴ Proop, 1998

con buen sabor y que a su vez proporcionen beneficios positivos, como es el caso de los alimentos funcionales¹⁵.

3.2.7. Fibra Dietética

El gran interés por la fibra dietética (FD) se remonta a los años 70, cuando investigadores como Trowell (1981), sobre la base de estudios epidemiológicos, relacionaron la deficiencia de FD con enfermedades que se presentan principalmente en países occidentales como la constipación, diverticulosis, pólipos, cáncer al colon, y trastornos metabólicos como obesidad y enfermedades coronarias¹⁶. La fibra dietética es un ejemplo típico de componente funcional. Su consumo habitual ha mostrado evidencias epidemiológicas con relación a su capacidad de prevenir enfermedades crónicas. La fibra dietaria es altamente beneficiosa en la prevención y tratamiento de algunas patologías. Actúa por diferentes mecanismos, como por ejemplo la propiedad de captar agua, la propiedad de fermentar y hacer más suave el bolo fecal, en enfermedades tales como, estreñimiento, hemorroides, diverticulosis, cáncer de colón. Referente a la obesidad, la inclusión de fibra en la dieta puede considerarse como un obstáculo para la ingesta energética y contribuir así a la prevención de la obesidad. En cuanto a la aterosclerosis y las enfermedades coronarias, numerosos estudios en humanos y animales de experimentación indican que la inclusión de fibras de tipo solubles, ejercen efectos hipocolesterolémicos.

¹⁵ Hesser et al., 1994

¹⁶ Hoogenkamp, 1994; Proop, 1998

En la diabetes se ha observado que la fibra dietética puede bajar las concentraciones de glucosa en la sangre y los requerimientos de insulina en el paciente diabético¹⁷.

Actualmente existe mucho interés de grupos de investigadores que trabajan tanto en instituciones públicas como privadas por desarrollar y formular variados e innovativos productos alimenticios que lleven incorporada fibra de diferente naturaleza, especialmente la soluble (pectina, goma guar, alginatos, carragenina, inulina, etc.) los que actuando en forma de geles atrapan sales biliares y colesterol a nivel intestinal o ayudan a normalizar la función intestinal controlando en este caso el desarrollo de enfermedades como el cáncer al colon. Este tipo de productos entre otros reciben el nombre de alimentos funcionales.

Los efectos fisiológicos de la fibra dietética son el resultado de complejos mecanismos de interacción entre los componentes del alimento no digeridos por las enzimas digestivas y las condiciones del medio ambiente gastrointestinal, como pH, fuerza iónica así como la presencia de otras sustancias inherentes al alimento¹⁸. La naturaleza química y la estructura de la fibra dietética son las características principales que determinan su comportamiento en el lumen intestinal. Las propiedades funcionales de la fibra dietaria son las principales responsables de los aspectos fisiológicos desarrollados por la fibra en el tracto gastrointestinal.

Entre las propiedades funcionales podemos citar las siguientes:

¹⁷ Ruz, M., 1996

¹⁸ López et al., 1997

A. Propiedades de Hidratación

La solubilidad, hinchamiento, capacidad de retención de agua y viscosidad, están determinadas fundamentalmente por su contenido en hidrocoloides y hemicelulosa¹⁹. Por esta razón, alimentos ricos en fibra soluble como frutas y vegetales presentan mayor capacidad de hidratación que los cereales²⁰. Estas características también están influidas por el tamaño de la partícula, peso molecular de los polisacáridos, fuerza iónica, pH, temperatura y naturaleza de iones presentes²¹.

B. Capacidad de intercambio iónico

La disminución de la biodisponibilidad de minerales y electrolitos constituyen una de las propiedades negativas atribuidas tradicionalmente a la fibra dietaria²². Los grupos carboxilos presentes en los ácidos urónicos de los polisacáridos son los responsables principales del efecto de intercambio iónico. Esta capacidad de intercambio, es una función que se determina in vitro para cuantificar el número de grupos carboxilos libres de los ácidos urónicos²³. Otros son el ácido fitico a través de los grupos funcionales fosfato²⁴. La cantidad de fibra necesaria para interferir en la absorción mineral es relativamente alta, aunque ello también depende del tipo de fibra, y de las condiciones del entorno

¹⁹ Stauffer, 1995; Fiszman, 1989; Ma y Barbosa-Cánovas, 1993; Nyman et al., 1993

²⁰ Sozulsky y Cadden, 1982; Chen et al., 1984

²¹ Robertson y Eastwood, 1981; Parrot and Thrall, 1978; Stevenson et al., 1995

²² Periago, 1993

²³ Torre et al., 1992; Platt and Clydale, 1987; Kohn, 1987; Torre et al., 1992

²⁴ Champagne et al., 1985; Frolich and Mynam, 1988

gastrointestinal²⁵. Existe poca evidencia de que el consumo de fibra en las cantidades recomendadas, más de 20 g/día, interfiera en la absorción y biodisponibilidad mineral.

C. Tamaño de partícula, densidad y características superficiales

Estas propiedades determinan el comportamiento reológico de la fibra²⁶. Además la capacidad de absorción de grasa depende de su grado de porosidad. Fibras más porosas permiten una mayor capacidad de retención y absorción de agua, lo que facilita la penetración de las bacterias del colon en la matriz de la fibra facilitando su fermentación y degradación²⁷.

En el proceso de degradación se forman ácidos grasos de cadena corta entre los cuales está el ácido propiónico que ha demostrado ser efectivo en la inhibición de la síntesis de colesterol en el hígado²⁸. En el caso de las grasas se ha comprobado que el componente insoluble presenta valores más altos de absorción de grasa que el soluble.

D. Adsorción de moléculas orgánicas

En base a esta propiedad la fibra dietaria puede ligarse en el intestino a sales biliares, permitiendo su excreción por las heces²⁹, colesterol, drogas,

²⁵ Kritchevsky, 1988

²⁶ Heller et al., 1977; Cadden et al., 1987; Sowbhagya et al., 1994

²⁷ Scheneeman, 1987

²⁸ Cunnings and Englyst, 1987

²⁹ Zhang et al., 1994

compuestos tóxicos y carcinogénicos. La lignina, pectina, goma guar, se han identificado como los componentes de la fibra con mayor capacidad para unirse a moléculas orgánicas.

La fibra dietética puede llegar a constituir el componente funcional más importante en un gran número de alimentos como barras de granola, galletas, Cremas, bebidas, extruídos, productos hipocalóricos, productos de pastelería, lácteos, comprimidos saciadores de hambre, snacks, y otros. En Japón, el número de productos alimenticios que contienen oligosacáridos como componente funcional alcanzó en 1991 a 450 entre galletas, cereales, confites y bebidas³⁰.

Las recomendaciones sobre la cantidad de fibra dietaria que debe ingerirse han sido muy variadas, y por lo general no se especifica la ingesta recomendada para ancianos. En la mayoría de los casos se recomienda consumir abundante cantidad de frutas, vegetales y productos de grano entero, y solo algunos plantean un rango de 20-35 g/día, otros autores recomiendan que el consumo de fibra dietaria oscile entre los 20-25 g/día (o bien 10-13 g/1000 Kcal) y que la relación fibra insoluble/fibra soluble sea 3:1³¹.

3.3. INULINA

La inulina y la oligofruktosa son un grupo de oligosacáridos derivados de la sacarosa que se aíslan de fuentes vegetales como la raíz de la achicoria, la cebolla, el ajo o el puerro entre otros; que resultan muy beneficiosos para la salud.

³⁰ Tomomatsu, 1994

³¹ Story et al. , 1982

Estos ingredientes, además de tener las propiedades clásicas de las fibras alimentarias para regular el tránsito intestinal, contribuyen a la mejor absorción del calcio, a la estimulación de las defensas naturales de la flora intestinal (efecto bífidus) y a reducir el colesterol y los niveles de azúcar en sangre.

El buen funcionamiento del sistema digestivo es clave a la hora de absorber las sustancias beneficiosas de los alimentos, lo que repercute en la salud y el bienestar general del organismo.

3.3.1. *Propiedades benéficas de la Inulina*

Las principales propiedades de la inulina y oligofruktosa son su efecto beneficioso común a la fibra, ya que la ingesta de estos activos a través de los alimentos contribuye a mejorar la protección y el equilibrio del intestino estimulando la flora intestinal a través de las bifidobacterias. Mejora la biodisponibilidad del calcio. Esto se traduce en una reducción de la osteoporosis, ya que se ha demostrado que ambos activos vegetales aumentan tanto la densidad mineral del hueso como la masa ósea. Actúan de forma positiva sobre el sistema digestivo ayudando a regular el tránsito intestinal. Por todo esto, la inulina y la oligofruktosa son recomendables para todas las personas y especialmente para niños y adolescentes por estar en edad de crecer y de formar su capital cálcico, sí como para mujeres en gestación y personas de edad avanzada.

Los datos experimentales muestran que la oligofruktosa inhibe la lipogénesis hepática y consecuentemente tiene un efecto hipotriglicéridémico,

reduciendo el riesgo de aterosclerosis. Además, los estudios de estos activos vegetales están demostrando que ayudan a reducir la incidencia de lesiones precancerosas de colon, tanto como el nivel de triglicéridos y de azúcar en sangre. Con lo cual estaría también recomendado su consumo para prevenir diabetes, colesterol y enfermedades cardiovasculares. La oligofructosa controla el estreñimiento (aumento de la excreción); favorece el desarrollo de bifidobacterias y del bacillus subtilis en el colon; evita el crecimiento de microorganismos putrefactivos; mejora la asimilación del calcio; estimula la síntesis de vitaminas del complejo B, tiene un efecto antidiabético (por su activa potencia hipoglicémica para reducir el nivel de azúcar en la sangre); reduce la cantidad de colesterol y triglicéridos (contra la arterioesclerosis); tiene un factor preventivo del cáncer de colon; y, en último término, aporta bajo contenido calórico.

Beneo es el nombre comercial y símbolo de calidad que la empresa Belga ORAFTI –junto a otras compañías nutricionales como Nestlé– ha designado para que tanto el colectivo médico como el consumidor final puedan reconocer que el producto –leche, yogurt y pan, entre otros– contiene la cantidad suficiente de inulina y oligofructosa para favorecer el óptimo funcionamiento del organismo.

3.4. MICRONUTRIENTES

3.4.1. Elementos reguladores (vitaminas, minerales, agua)

Son sustancias que regulan los procesos que tienen lugar en el organismo. Por ello, es recomendado comer diariamente verdura y fruta fresca.

Los micronutrientes que aparecen en forma desprovista en el grupo de los senescentes ya que en la construcción de estos productos hemos decidido suplementar algunas vitaminas y minerales que aparecían deficitarios y que tenían concordancia con el producto a desarrollar.

Dentro de los micronutrientes que aparecen deficitarios en este grupo etario están las vitaminas y sales minerales tales como:

3.4.2. Vitamina D

Es necesaria para la formación normal y protección de los huesos y dientes contra los efectos del bajo consumo de calcio. Esta vitamina da la energía suficiente al intestino para la absorción de nutrientes como el calcio y las proteínas.

Esta vitamina se obtiene a través de provitaminas de origen animal que se activan en la piel por la acción de los rayos ultravioleta cuando tomamos "baños de sol". En los adultos puede presentarse osteoporosis, reblandecimiento óseo u osteomalacia.

Dosis insuficientes de vitamina D puede contribuir a la aparición del cáncer de mama, colon y próstata. Debido a que la vitamina D es soluble en grasa y se almacena en el cuerpo, exceder su consumo produce trastornos digestivos, vómito, diarrea, daños al riñón, hígado, corazón y pérdida de apetito.

3.4.3. Vitamina A

La función principal de la vitamina A es intervenir en la formación y mantenimiento de la piel, membranas mucosas, dientes y huesos. La vitamina A sólo está presente como tal en los alimentos de origen animal, aunque en los vegetales se encuentra como provitamina A, en forma de carotenos. Los diferentes carotenos se transforman en vitamina A en el cuerpo humano. Se almacena en el hígado en grandes cantidades y también en el tejido graso de la piel (palmas de las manos y pies principalmente), por lo que podemos subsistir largos períodos sin su consumo. Es una sustancia antioxidante, ya que elimina radicales libres y protege al ADN de su acción mutágena, contribuyendo, por tanto, a frenar el envejecimiento celular. También participa en la elaboración de enzimas en el hígado y de hormonas sexuales y suprarrenales. Uno de los primeros síntomas de insuficiencia es la ceguera nocturna (dificultad para adaptarse a la oscuridad). Otros síntomas son excesiva sequedad en la piel; falta de secreción de la membrana mucosa y sequedad en los ojos debido al mal funcionamiento del lagrimal. En cambio, el exceso de esta vitamina produce interferencia en el crecimiento, trastornos como alteraciones óseas, detenimiento de la menstruación y además, puede perjudicar los glóbulos rojos de la sangre.

Al cocinar los alimentos poco tiempo se puede lograr un mejor aprovechamiento de las vitaminas que contienen, pero dejarlos por largo tiempo reduce sus propiedades vitamínicas, por lo que es más conveniente consumir, en lo posible, los alimentos frescos.

3.4.4. Vitamina E

La participación de la vitamina E como antioxidante es de suma importancia en la prevención de enfermedades donde existe una destrucción de células importantes, es algo así como un escudo protector de las membranas de las células que hace que no envejeczan o se deterioren por los radicales libres que contienen oxígeno y que pueden resultar tóxicas y cancerígenas. Protege al pulmón contra la contaminación. Proporciona oxígeno al organismo y retarda el envejecimiento celular, por lo que mantiene joven el cuerpo. También acelera la cicatrización de las quemaduras, ayuda a prevenir los abortos espontáneos y calambres en las piernas. La deficiencia de la vitamina E puede ser por dos causas, por no consumir alimentos que la contenga o por mala absorción de las grasas; la vitamina E por ser una vitamina liposoluble, necesita que para su absorción en el intestino se encuentren presentes las grasas. En los adultos su deficiencia produce distrofia muscular, pérdida de la fertilidad y Anemia. Al parecer, su exceso no produce efectos tóxicos masivos.

3.4.5. Vitamina C

La vitamina C fuera de ser necesaria para la síntesis de colágeno y elastina, es un poderoso antioxidante hidrosoluble y por tanto ejerce su acción en este medio. Se ha demostrado que la vit C plasmática evita la oxidación de las lipoproteínas LDL y que el ac. Ascórbico potencia la acción del tocoferol en la

prevención de lesiones arterioscleróticas. Se recomienda para los adultos mayores 60 a 100 mg por día³².

3.4.6. Ácido Fólico

Se ha demostrado que dietas ricas en ácido Fólico (altas en frutas, verduras, leguminosas) se asocian con menor riesgo de cáncer al colón y pólipos precancerosos en el colón, ya que recientemente ha surgido un nuevo indicador del estado nutricional de folato, el cual esta siendo ampliamente usado y es el nivel de homocisteína. Hay evidencias que muestran que los valores de homocisteína aumentan cuando los niveles séricos de folato disminuyen. En estudios epidemiológicos se ha encontrado una asociación entre los valores altos de homocisteína y enfermedad coronaria.

3.5. MINERALES ESENCIALES

Los microminerales o elementos traza son también esenciales, pero el organismo los requiere en menor cantidad (zinc, cobre, yodo, cromo, selenio, cobalto, molibdeno, manganeso y flúor), porque no hay tanta posibilidad de que se produzcan déficit. Algunas sales minerales: Son micronutrientes esenciales, que se necesitan en pequeñas cantidades miligramos o microgramos al día (mg/día), se encuentran en el organismo en baja concentración en cantidades desde 1,5mg a 4,5g.

³² C. Castillo, R. Uauy, E. Atalah., Edit., 1999

En la siguiente tabla se presenta los microminerales y la cantidad en que se encuentra en el organismo.

Tabla 2.- Microminerales Esenciales y Cantidades en que se Encuentran En el Organismo.

| Minerales | Símbolo químico | Cantidad en el organismo adulto (g) |
|-----------|-----------------|-------------------------------------|
| Hierro | Fe | 4.5 |
| Fluor | F | 2.6 |
| Zinc | Zn | 2.0 |
| Cobre | Cu | 0.1 |
| Selenio | Se | 0.013 |
| Manganeso | Mq | 0.012 |
| Yodo | I | 0.011 |
| Molibdeno | Mo | 0.009 |
| Cromo | Cr | 0.008 |
| Cobalto | Co | 0.0015 |

(Ref. Nº 71. Scientific American)

3.5.1. Selenio

El selenio funciona en íntima asociación con la vitamina "E", es un antioxidante. Ayuda a la formación de anticuerpos. Es necesario para la función pancreática y la elasticidad de los tejidos y sus deficiencias van asociados con las enfermedades cardíacas y el cáncer³³.

³³ www.clubsalud.com

Últimamente el selenio se ha puesto de moda en USA y se está consumiendo en forma indiscriminada, los expertos aconsejan tener cuidado con esta práctica, ya que en exceso puede hacer que se caiga el pelo y se debiliten las uñas, y se aconseja consumirlo solo en forma natural, se encuentra en forma abundante en espárragos, champiñones y nueces de Brasil³⁴.

Estudios recientes han demostrado que la incidencia de afecciones degenerativas como cáncer, aterosclerosis, diabetes, enfermedad de Alzheimer, entre otras, han aumentado en índices superiores al crecimiento poblacional. Esto puede deberse al stress de la vida moderna y, principalmente, a las malas condiciones ambientales, como la polución o el exceso de productos químicos, que acaban produciendo la degeneración celular por intermedio de los radicales libres. Proporcionando condiciones de adaptación y defensa a nuestros sistemas, fortaleciendo tanto el núcleo como la membrana celular con nutrientes adecuados, se puede evitar el daño celular provocado por los radicales libres.

3.5.2. Cobre

El cobre es necesario en nuestro organismo, para el uso del oxígeno a nivel celular, para el funcionamiento de las enzimas y para en procesos metabólicos destinados a la producción de Vitamina B₁₂.

El Cu es un micronutriente que está contenido en varias enzimas. Es un componente esencial para la eritropoyesis, e interviene en la formación de

³⁴ URL:<http://www.el-mundo.es/salud/numeros/9...prevencion.htm>

colágeno y desarrollo del sistema nervioso. Esta involucrado en la coloración del cabello, piel y sensibilidad del paladar. Interviene en la formación de huesos, hemoglobina, colágeno y glóbulos rojos. Su deficiencia genera osteoporosis. Las actuales recomendaciones para los ancianos, de la FAO/OMS/IAEA, son de una ingesta entre 1 y 1,3 mg/día.

3.5.3. Zinc

El Zinc participa en la síntesis de ácido ribonucleico en procesos de diferenciación y división celular. Síntesis y catabolismo de proteínas, por esta razón el déficit de zinc presenta características similares al déficit de proteínas. Existen alteraciones en el estado inmunológico de los ancianos a causa de déficit de Zinc. Desempeña un papel importante en el adulto mayor, por ejemplo favorece la cicatrización de las heridas, la agudeza gustativa y la función inmune. Se carece de indicadores sensibles para evaluar el estado del Zn, es difícil estimar su ingesta óptima, sin embargo si la dieta asegura una buena biodisponibilidad (alta en alimentos cárnicos y o pescado) el rango de ingesta recomendado es de 5 a 10mg/d³⁵.

3.5.4. Agua

El mecanismo de la sed está alterado en los ancianos por lo que la ingesta de agua es habitualmente menor.

³⁵ C. Castillo, R. Uauy, E. Atalah., Edit., 1999

El requerimiento mínimo diario no debe ser inferior a 1.500 cc. Distribuido en alimentos y agua en distintas combinaciones.

3.6. PROBLEMAS DE LAS MEDICACIONES MÚLTIPLES

No podemos olvidar que los ancianos son los mayores consumidores de medicamentos recetados o autoconsumidos³⁶, lo cual conduce a que las interacciones drogas/nutrientes aparezcan con más frecuencia en este grupo. Estos medicamentos pueden interactuar en el estado nutricional del anciano a tres niveles: Suprimiendo o estimulando el apetito, alterando el metabolismo o utilización de nutrientes, alterando la excreción del nutriente

Por otra parte existe la práctica común de administrar los medicamentos con las comidas con lo cual se pueden producir interacciones entre el nutriente y el medicamento, disminuyendo, en muchos casos, la eficacia de la dosis. Por último, entre los factores que se deben considerar cuando se formulen las recomendaciones dietarias para los ancianos se incluyen los siguientes:

- Mantenimiento óptimo de las funciones fisiológicas
- Considerar la posibilidad de que exista enfermedad
- Determinar los niveles óptimos de nutrición en suero o tejidos.
- Reconocer la heterogeneidad sustancial de las poblaciones ancianas.
- Estar informado de la interacción entre nutrientes (fibra y absorción de elementos traza, absorción de vitamina D y calcio) e interacción entre nutrientes y drogas.

³⁶ Scheider, et. al., 1986

- Evaluar los efectos potencialmente tóxicos del uso, a largo plazo, de suplementos de vitaminas y minerales. Sin embargo es necesario distinguir entre el anciano ambulatorio y el que vive en instituciones, entre cuidados agudos y a largo plazo.

El grupo de ancianos institucionalizados parece presentar un mayor riesgo de malnutrición, a pesar del hecho de que estén atendidos por profesionales de la salud. Si bien éstas son las recomendaciones generales, en el anciano se debe tener en consideración, las diferentes patologías agregadas (Hipertensión, diabetes etc.) y uso de medicamentos que pueden interferir con la asimilación de nutrientes.

Tabla 3.- Posibles Interacciones Nutrientes.-Drogas en el Anciano *

| Droga | Interacción nutrientes |
|---|---|
| Agentes antipsicóticos activos Isoniazida | El café y té reducen su efecto por formar complejos insolubles. Interacciona con la histamina (atún y la sardina) produciendo dolor de cabeza, escalofríos, enrojecimiento y picazón en los ojos. |
| Agentes Anticoagulantes Teofilina | Antagonizado por alimentos que contienen vitamina K Las dietas altas en proteínas y bajas en carbohidratos aumentan el citocromo P-450 y reduce la vida media de la droga. |
| Diuréticos | Efectos similares a la angina provocados por alimentos que contienen glutamato monosódico. |
| Aspirina, barbitúricos, hidantoína | Los frutos secos que contienen vit. C desplazan las drogas de sus lugares de unión causando un aumento en la excreción urinaria. |
| Levodopa | Los alimentos con alta concentración de piridoxina (hígado, pollo), pueden anular los efectos beneficiosos sobre el parkinsonismo. |
| Aceites minerales | Disminuye la absorción de vitaminas liposolubles |
| Tetraciclina | Interaccionan con iones unidos al calcio (productos lácteos) para formar |

* (Dietary Modifications in disease aging and nutrition. 1983)³⁷

³⁷ Dietary Modifications in disease aging and nutrition. 1983

3.6.1. Calcio y Osteoporosis

Cuando los ancianos son menos activos, se produce un aumento en la pérdida de hueso relacionado con la inmovilidad, (osteoporosis) por lo cual los requerimientos de calcio deben ser aumentados³⁸.

Se ha demostrado que 1,5 g/día de ingesta regula el balance de calcio. La absorción de calcio disminuye con la edad y la disminución en la eficacia en la absorción de calcio es particularmente marcada en la mujer después de la menopausia³⁹.

La absorción de calcio y la adaptación a una dieta baja en calcio están significativamente disminuidas en los ancianos⁴⁰. Los mecanismos fisiológicos potenciales incluyen: Disminución en la secreción ácida gástrica, disminución de la síntesis en la piel de provitamina D, disminución en la activación renal del 25-OH-vitamina D.

Por otra parte los alimentos ricos en fibra dietaria reducen la absorción de calcio en ancianos sanos y con atrofia gástrica⁴¹. Todo esto hace que la baja ingesta de calcio sea uno de los factores de riesgo en ancianos. Forma parte de huesos, tejido conjuntivo y músculos. Junto con el potasio y el magnesio, es esencial para una buena circulación de la sangre y juega un papel importante en la transmisión de impulsos nerviosos.

³⁸ Frost, 1986

³⁹ Dawson-Hughes, et. al., 1990

⁴⁰ Heaney, 1987

Alimentos ricos en calcio: lácteos, frutos secos, pescados de los que se come la espina (anchoas, sardinas), sésamo, bebidas de soya enriquecidas, etc.

Productos lácteos deben ser incluidos en todas las comidas. El calcio que ellos contienen es esencial para limitar los riesgos relacionados con la osteoporosis (responsables, en particular, por fracturas de la muñeca y caderas).

3.7. ALIMENTACIÓN SALUDABLE PARA EL ADULTO MAYOR

Una razón que explica la cantidad de senescentes con problemas de sobrepeso, es que pasado los 60 años se producen cambios importantes en el cuerpo; lo que sumado a un estilo de vida sedentario, provoca la progresiva pérdida de la tonicidad muscular, disminuye la estatura y parte del esqueleto.

3.7.1. *Qué y cuánto comer?*

Las “Guías de Alimentación para el Adulto Mayor”, elaborados por el Ministerio de Salud, el Instituto de Nutrición y tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile, y el Centro de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, la pirámide alimentación indica la variedad y proporción de alimentos a consumir diariamente y tiene como base la pirámide alimenticia, y destacan:

⁴¹ Kritchevsky, 1988

Tabla 4.- Alimentación del adulto mayor

| Nutrientes | Alimentos | Recomendaciones de consumo |
|---|---|--|
| Hidratos de carbono | Pan, cereales, papas, leguminosas frescas | 4 a 7 porciones diarias: 1 ½ a 2 marraquetas o hallullas además de 1 a 1 ½ tazas de arroz, fideos, sémola o papas cocidos (en sopas, guisos o postres) |
| Vitaminas, minerales y fibra | Vegetales y frutas | Mínimo 2 platos de verduras crudas o cocidas y 2 a 3 frutas o jugos de frutas naturales diariamente. |
| Proteínas de buena calidad y calcio | Alimentos lácteos | Consumir a diario una presa de pescado fresco o en conserva, o pollo o pavo o una taza de legumbres cocidas o un huevo. |
| Proteínas de buena calidad, hierro y zinc | Carnes, legumbres y huevo | Las carnes rojas (vacuno, cerdo y cordero), las cecinas, embutidos, las vísceras (hígado, sesos) y la yema de huevo contienen grasas saturadas y colesterol; por lo que es conveniente comerlas en ocasiones especiales y en pequeña cantidad. |
| Aceites y grasas | Aceites, grasas y semillas | Seis cucharaditas de aceite vegetal al día. |
| Hidratos de carbono | Azúcares y derivados | Se recomienda consumirla en cantidad moderada, disminuyendo el consumo de productos de pastelería y otros alimentos con alto contenido de azúcar. Se recomienda consumir de 3 a 4 cucharaditas diarias de azúcar. |

Fuente: SERNAC, Departamento de Estudios, 2004

CAPÍTULO IV

4.1. ESTUDIOS DE LOS MODELOS A UTILIZAR

4.1.1. *Plackett Burmann*

Se utilizó el diseño factorial fraccionado 2^2 de Plackett Burmann. La elaboración de la sopa de verduras requiere una fórmula que permita seleccionar tanto la naturaleza de los ingredientes como las concentraciones adecuadas de cada uno de los nutrientes, que resulta ideal para este propósito.

4.1.2. *Metodología de superficie respuesta*

La Metodología de Superficie Respuesta (MSR) es un método simple y ampliamente usado para optimizar procesos tecnológicos y formulaciones de alimentos, mediante software⁴².

La MSR tiene una variedad de usos, los tres principales usos en evaluación sensorial son los siguientes:

- 1) Para determinar la combinación óptima de los factores que pueden entregar una respuesta cercana al óptimo.
- 2) Para determinar una respuesta o medición específica, que es afectada por cambios en niveles específicos de los factores.

⁴² Porretta, 1994; Floros et al, 1988

- 3) Para determinar niveles de los factores que pueden satisfacer simultáneamente un grupo de especificaciones deseadas⁴³.

Básicamente la MSR es un proceso que considera cinco etapas, similares a las ya señaladas para la implementación de cualquier diseño:

- Propósito del estudio;
- Identificación de factores críticos más importantes que afectan el producto o proceso estudiado;
- Definición de los rangos en que deben estar los niveles de los factores;
- De acuerdo al diseño experimental: Selección de las pruebas de muestras, análisis e interpretación de datos utilizando software estadísticos.

A continuación se detalla cada uno de estos pasos:

4.1.2.1. Propósito del estudio

La estrategia para resolver este tipo de problemas parte por la etapa de definir con claridad el propósito del estudio.

Este pueden ser de naturaleza variada: reducción de costos, prolongación vida útil, mejora de aspectos sensoriales (apariencia, sabor, textura), modificación de variables de proceso, solución a problemas de déficit nutricionales o metabólicos, etc.

⁴³ Giovanni, 1983

4.1.2.2. Identificación de factores críticos

El primer paso consiste en identificar dos o tres factores o propiedades que sean importantes en la respuesta esperada del producto. Si no es posible conocer estos factores, se deben desarrollar pruebas experimentales previas para determinarlos. En la metodología de superficie-respuesta por simplicidad, el número de factores estudiados está entre dos y tres.

4.1.2.3. Definición de los niveles de los factores

El segundo paso consiste en definir el rango de trabajo en que deben estar los niveles de las variables, los que pueden corresponder con ayuda de información a especificaciones conocidas de la muestra.

Si este rango es muy amplio, y el punto óptimo no está claramente definido, se requiere un segundo experimento, en el que se deben usar rangos más pequeños de las variables.

Los niveles pueden, muchas veces, estar restringidos por limitaciones físicas y de costos, o por regulaciones gubernamentales.

Una vez que los niveles han sido determinados, resulta apropiado una evaluación sensorial o instrumental de las muestras representadas por el punto medio en el rango de niveles para indicar si éstos son apropiados.

En estos estudios se determina un rango desde un nivel mínimo a uno máximo, y en algunos casos se incluye un punto central, equidistante de los otros⁴⁴ codificados de la manera siguiente:

+1= límite superior

0 = valor central

-1 = límite inferior

4.1.2.4. Selección de las pruebas de muestreo

En el tercer paso se establecen las pruebas específicas a que se someterán las muestras, usando un diseño experimental apropiado (Giovanni, 1983). Para demostrar cómo se selecciona un diseño y cómo se utiliza vamos a suponer un diseño de dos factores cuantitativos A (X_1) y B (X_2), y cada factor usado a tres niveles mínimo, central y máximo. Así, utilizando un diseño inicial de planificación (factorial) tendríamos $3^2=9$ preparaciones distintas al combinar los tres niveles de las variables.

Luego para utilizar la metodología de superficie respuesta, vamos a considerar un diseño simple, en el cual la variable A va a tomar los siguientes valores, $X_1=1$ si el factor A está a un nivel máximo, 0 si está a un nivel central y -1 a un nivel mínimo, de la misma forma la variable B va a tomar los valores $X_2=1$ (máximo), 0 (central), -1 (mínimo).

⁴⁴ Gacula et al, 1984

Para el caso del desarrollo de productos, el modelo mas frecuentemente utilizado es el polinomial de segundo orden cuyos términos incluyen efectos lineales, de interacción entre variables así como efectos cuadráticos o de curvatura.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2$$

Esta ecuación polinómica considera, entre otros, los efectos lineales, de interacción y cuadráticos de las variables. Los parámetros de esta ecuación son usualmente desconocidos, pero pueden ser estimados desde ensayos experimentales. El significado físico de los parámetros es:

- β_0 : El intercepto, y su estimado es denotado por b_0 .
- β_1 : El efecto lineal de X_i , y su estimado se denota por b_i , con $i = 1, 2$.
- β_{ii} : El efecto cuadrático de X_i , y su estimado se denota por b_{ii} , con $i = 1, 2$.
- β_{ij} : El efecto de interacción de X_i y X_j , y su estimado se denota b_{ij} , con i y j distinto de j , $i = 1$ y $j = 2$.

Como este diseño supone nueve distintas preparaciones, se obtienen nueve respuestas experimentales Y , las que podemos representar:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + b_{11} X_{1i}^2 + b_{22} X_{2i}^2 + b_{12} X_{1i} X_{2i}$$

$$i = 1, \dots, 9$$

Donde los términos X_{1i} y X_{2i} , corresponden a los límites determinados para las variables (1, 0, -1), y las respuestas Y_i , los valores experimentales al combinar los límites de las variables independientes.

Con esto podemos obtener los estimados b_i , b_{ii} , b_{ij} .

Usualmente estas matrices se representan en la llamada matriz de diseño.

4.1.2.5. Análisis estadístico

Esta matriz se somete a un análisis de regresión múltiple y de varianza, utilizando el programa computacional Statgraph⁴⁵. Con ello se obtienen los estimados para los parámetros β , y su grado de significancia⁴⁶.

El objetivo final de esta metodología es obtener una ecuación matemática que represente en forma confiable la influencia de las variables independientes sobre la respuesta que se busca en el rango de trabajo previamente seleccionado.

El hecho de obtener un modelo matemático es de mucha importancia pues podemos obtener innumerables respuestas con sólo estudiar algunos niveles de trabajo de las variables escogidas y dentro de ellas, las que representen la o las mejores respuestas que andamos buscando.

⁴⁵ Schutz, 1983

⁴⁶ Gacula et al, 1984

Comparado con otras estrategias de diseños experimentales en las que se varía una variable independiente a la vez manteniendo constantes las otras, éste ofrece varias ventajas:

- ✓ Ahorro de tiempo y de recursos económicos.
- ✓ Estudiar el efecto de dos variables a tres niveles cada una representa en la práctica un diseño factorial 3^n de sólo 9 muestras experimentales.
- ✓ Analizar el efecto interactivo de las variables así como determinar matemáticamente la combinación óptima para llegar a obtener las mejores respuestas del problema que se está estudiando.

Se puede además graficar el efecto de las variables sobre la respuesta. Para el modelo de segundo orden, como el que estamos analizando, el gráfico obtenido es una superficie tridimensional en la que los niveles de dos factores son representados en ejes perpendiculares horizontales, y la respuesta en el eje vertical. Mediante el sistema de cortar la superficie del gráfico en forma de rebanadas horizontales con relación a los niveles de respuesta, se produce una figura parecida a un mapa topográfico (mapa de contorno).

Cada línea del gráfico, representa distintas soluciones de la ecuación, mostrando puntos continuos de respuesta correspondientes a diferentes combinaciones de las variables independientes, de manera que el investigador dispone de una valiosa herramienta gráfica, donde es posible visualizar cómo se modifica la respuesta esperada en la medida que cambian los valores de las

variables seleccionadas. Incluso, si se desea, se puede seleccionar aquella combinación de variables que resulte más económica⁴⁷.

4.2. CARACTERIZACIÓN DE SOPA DE VERDURAS

4.2.1. Análisis Proximal

Según técnicas estándares de la AOAC se determinaron contenidos de humedad, proteínas, extracto etéreo, cenizas y fibra cruda.

4.2.2. Análisis de fibra

Fibra dietaria (soluble e insoluble) según método (AOAC 1195). Este es un método gravimétrico que se basa en la remoción enzimática del almidón y las proteínas presentes en un alimento o producto alimenticio y en la posterior obtención por filtración, de las fracciones insolubles y solubles. La fracción soluble se obtiene por precipitación con etanol, del filtrado ambos precipitados se corrigen por el valor de proteínas no digeridas y por el contenido de ceniza.

4.2.3. Análisis de Vitaminas

Concentración final de vitaminas A, E, C, D, ácido fólico de igual manera como se procedió con la caracterización proximal, tanto los ingredientes como las formulaciones finales seleccionadas, fueron analizadas en su contenido

⁴⁷ Dziezak, 1990;.Montgomery, 1991

vitamínico, mineral, para verificar cuánto de estos componentes quedó después de todo el proceso, y observar si estos contenidos se acercaron al 30% de las recomendaciones diarias para senescentes, se analizó: Vitamina A (AOAC 1190). Vitamina E (AOAC 1990); Ácido ascórbico (AOAC 1995). VitD (AOAC, 1984).Ac Fólico (AOAC 1999).

4.2.4. Análisis de minerales

Se Determinó Selenio, Cobre y Zinc. (AOAC 1995, AOAC 1990, AOAC 1995). La digestión de las muestras se realizó utilizando ácido nítrico concentrado pa. Para ello se tomaron 5 gramos de muestra húmeda en un vaso de pp de formato alto, se agregó 5 ml de HNO₃ concentrado cubriendo toda la muestra y calentándola en baño de arena a sequedad.

Luego se dejó enfriar y se calcinó la muestra en una mufla a 450°C por 12 horas. En el caso de no obtener cenizas blancas se adicionó nuevamente HNO₃, se llevó sequedad y se dio un nuevo ciclo de mufla. Selenio (AOAC) Cobre (OAC 1190) Zn (AOAC 1995).

4.2.5. Ensayos microbiológicos

Se realizaron tanto a las materias primas como al producto final formulado y como en la experiencia de vida útil (sacando en este caso muestras a los tiempos 0,5, 10, 20 y 30 días).

4.3.2. Análisis microbiológicos por Malthus

El Sistema de Malthus, se usa para determinar la actividad microbiana a través de los cambios de conductividad en un medio de cultivo líquido.

Debido al potencial riesgo de contaminación microbiológica de los alimentos, para prevenir un posible riesgo para la salud del panel de jueces y salvaguardar la integridad de los panelistas, además de tener una herramienta objetiva para permitir realizar con seguridad los análisis organolépticos, se realizó el mismo día de los análisis organolépticos un ensayo microbiológico rápido. Para cumplir este objetivo se utilizó el sistema Malthus⁴⁸. El Sistema de Malthus es completamente automatizado, y los resultados se obtienen fácilmente. Al compararse con los métodos convencionales de análisis microbiológicos, el método Malthus permite ahorrar mucho tiempo en operación y en análisis.

4.3.2.1. Los componentes del sistema Malthus

El Sistema de Malthus esta formado por los siguientes componentes:

a. Incubadora

La incubadora, tiene por función mantener una temperatura estable para el crecimiento de los microorganismos, y comprende un baño de agua termorregulado con una tapa termostatizada para impedir condensaciones de

⁴⁸ Manual original de Malthus "user guide malthus"1993). (Cecta Universidad de Santiago, 2000)

agua, un microprocesador y un visor digital. La incubadora posee la capacidad para 60 celdas reutilizables.

b. Las celdas reutilizables de Malthus

En Malthus las celdas reutilizables consisten en un tubo de vidrio con un electrodo de platino cerámico que contiene, una tapa rosca y un contacto eléctrico. Todas las partes de las celdas son totalmente autoclavables, y pueden soportar una temperatura máxima de 126°C.

c. Unidad Refrigeradora

La unidad refrigeradora se usa para obtener temperaturas de incubación menores a las del ambiente. En condiciones prácticas, la unidad refrigeradora se requiere generalmente para temperaturas de incubación bajo los 25°C.

4.3.2.2. Principios de funcionamiento

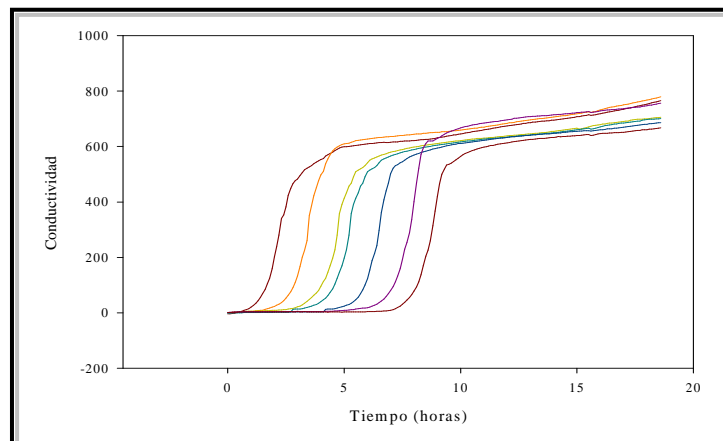
La muestra para ser analizada por el sistema Malthus se procesa de la siguiente forma: en una bolsa estéril, se toman 25 g de alimento al cual se adicionan 225 ml de agua peptonada al 1%, la muestra se homogeneiza y se inocula 1 ml del homogeneizado en una celda de Malthus que contiene un medio de crecimiento específico y un par de electrodos de platino reutilizables. La celda se coloca en la incubadora del instrumento Malthus que mide los cambios en la

conductancia del medio causada por la actividad de los microorganismos presentes en la muestra.

Los datos para cada celda se guardan en la memoria de la incubadora y luego pasan a la computadora para ser procesados y guardados en el disco magnético. La gráfica de conductividad versus tiempo se parece a una curva típica de crecimiento microbiano.

Grafico # 1

Curva de conductividad v/s tiempo obtenida en el sistema Malthus



Las curvas obtenidas se asemejan a las curvas de crecimiento microbiano, donde en cada curva se observan las fases de retraso, las fases exponenciales y la fase estacionarias. El punto de inflexión entre la fase de retraso y la fase exponencial determina el tiempo de detección, el cual es inversamente proporcional al número de microorganismos presentes inicialmente en la muestra.

El tiempo necesario para producir un cambio perceptible se le denomina tiempo de detección y se relaciona inversamente con el número de microorganismos presentes inicialmente en la muestra. El tiempo de detección puede usarse por consiguiente como una medida de la calidad microbiológica de la muestra. La medida de la variación de conductancia por la actividad microbiológica proporciona resultados en menos tiempo que los métodos microbiológicos tradicionales.

Para determinar la cantidad de microorganismos presentes en las muestras se determinaron las curvas de correlación entre la cantidad de microorganismos presentes en la muestra (Recuento en placas – Método microbiológico tradicional) y el tiempo de detección aportado por el sistema Malthus.

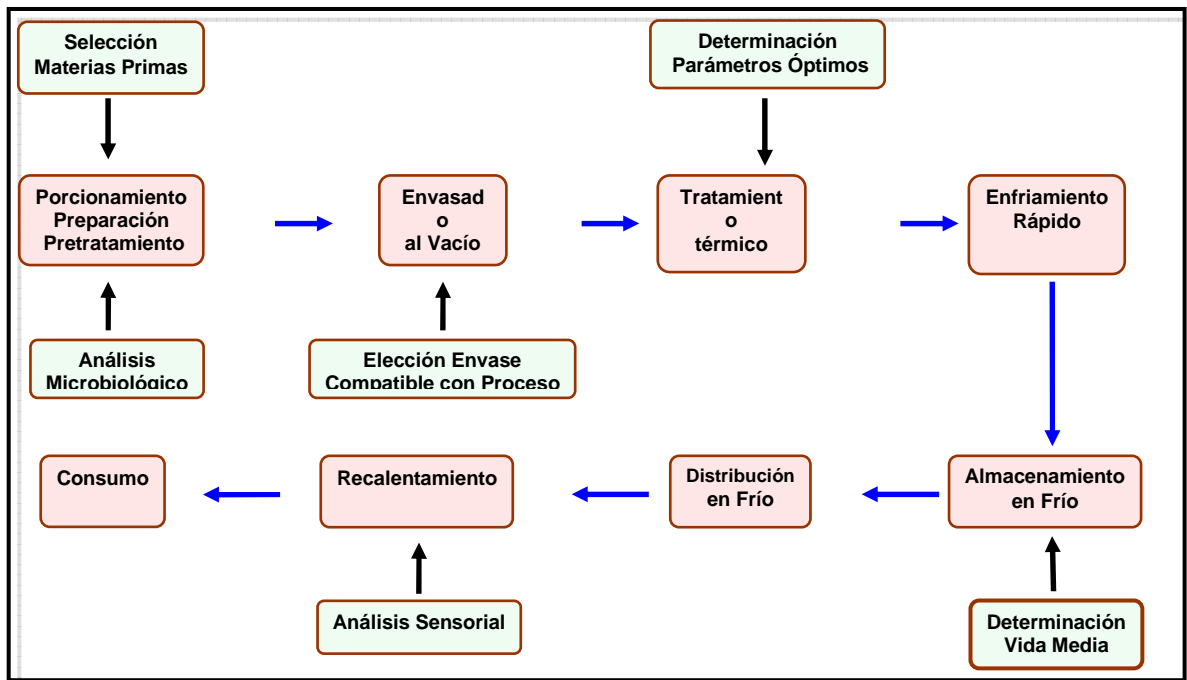
4.4. SISTEMA SOUS VIDE

Existen pocos trabajos sobre aspectos sensoriales y nutricionales de productos sous vide, en especial hay carencia de datos comparativos con otros procesos. Este método de preparación de alimentos denominado “cook-chill” o “sous vide” ha generado un interés considerable en la industria alimentaria.

El proceso consiste en que los alimentos son empacados bajo vacío y en seguida tratados térmicamente (75-90°C), enfriados rápidamente, y almacenados a bajas temperaturas.

El producto es subsecuentemente recalentado previo a su consumo. El producto “sous vide” se posiciona en una categoría alimentaria referida comúnmente como alimentos refrigerados de nueva generación⁴⁹.

Figura 1.- Diagrama de flujo del proceso de cocción al vacío



Como podrá notarse existen algunas etapas críticas que son precisas de controlar en el proceso de cocción al vacío. En primer lugar se debe utilizar ingredientes de óptima calidad y su preparación debería ser llevada a cabo en un ambiente limpio con el fin de eliminar una contaminación inicial. En segundo término, la relación temperatura/tiempo de cocción determinará cuales formas vegetativas, o esporas de microorganismos pueden sobrevivir al proceso. El enfriamiento rápido subsecuente, almacenamiento a bajas temperaturas, y recalentamiento determinarán, la germinación de esporas residuales,

⁴⁹ Schelleken, W. And Martens, T. 1992

microorganismos sobrevivientes que estarán de alguna manera limitadas por el proceso de recalentamiento final en la fase de consumo.

Los productos Sous Vide tienen muchas ventajas sobre los métodos tradicionales de procesamiento de alimentos. En este proceso se cocina el alimento en sus propios jugos, sellando así en su interior el aroma y sabor. Todos los compuestos volátiles permanecen en el interior del embalaje, y un mínimo de nutrientes son perdidos durante la cocción (por ejemplo diluidos en agua hirviendo como ocurre en procesos tradicionales). El sellado hermético previene las pérdidas de humedad y el producto permanece así más blando. El envasado al vacío remueve oxígeno del producto y aumenta la vida útil mediante la inhibición de microorganismos de deterioro y procesos oxidativos y químicos. Estos alimentos retienen su frescura incluso después de varias semanas de almacenamiento refrigerado. Muchos alimentos Sous Vide han sido catalogados como de superior sabor al de alimentos preparados frescos debido a que los sabores de hierbas y especias y otros saborizantes se ven grandemente realzados

El procesamiento Sous Vide ofrece numerosas ventajas en comparación a los productos ya disponibles en el mercado. Los cambios demográficos, junto al aumento de los ingresos familiares, han disminuido el tiempo y deseo de efectuar comidas de preparación elaborada. Los consumidores de hoy en día están interesados y demandan cada vez más productos alimentarios que sean convenientes, nutritivos, y de alta calidad; que contengan pocos o ningún

preservante, y que requieran una mínima⁵⁰. Los productos Sous Vide son percibidos por el público como alimentos que pueden alcanzar dichas demandas del consumidor, como también otras adicionales. El sistema Sous Vide ofrece oportunidades de “marketing” a los operadores de servicios de alimentos, tiendas de “gourmets” para comidas preparadas, y supermercados⁵¹. El sistema posee el potencial de entregar consistentemente una cocina superior en gran escala a la industria de servicios de alimentos. Así, platos tipo gourmet tales como salmón al vapor, CREMA de ostras con alcachofas, etc. pueden ser recalentadas y servidas en materia de minutos. Se puede mantener un control absoluto del tamaño de las porciones, eliminando así pérdidas costosas de materias primas e ingredientes deteriorados o sin utilizar.

Mediante este sistema, un chef trabajando en un recinto centralizado, puede producir suficientes raciones como para surtir varios restaurants “sin cocina”⁵². Las comidas Sous Vide pueden ser recalentadas por operarios relativamente sin gran entrenamiento en tales locales, eliminándose así la necesidad de contratar varios chefs y duplicar equipos y capital. Si bien este proceso ha generado mucho interés, el sistema sous vide no ha sido implementado en la industria alimentaria nacional. A nivel internacional, la lenta aceptación inicial de los productos sous vide puede deberse, en parte, a las preocupaciones asociadas con el concepto de seguridad con este tipo de procesos. Así y todo, este nuevo proceso experimentó un crecimiento de mercado de un 20% en el año 1995 en Europa⁵³.

⁵⁰ Conner et. al., 1989

⁵¹ Swientek, 1989

⁵² Otto, 1989

⁵³ Gorris, 1996

CAPÍTULO V

5.1. DESARROLLO EXPERIMENTAL

5.1.1. Hipótesis del trabajo

Será posible obtener una sopa de verduras de calidad óptima desde un punto de vista nutricional y de sus propiedades organolépticas, mediante la utilización del sistema SOUS-VIDE.

5.2. SELECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y ELABORACIÓN DE LA FORMULACIÓN

Para la crema de verduras, los ingredientes se seleccionaron de acuerdo a informaciones proporcionadas por el CECTA. El aporte nutricional de estas formulaciones se calculó usando la información extraída de la Tabla de Composición de Alimentos⁵⁴, y en forma experimental por medio de una caracterización químico/nutricional tanto de los ingredientes como de los productos elaborados, de acuerdo a métodos estándares de la AOAC⁵⁵.

Ambas formulaciones fueron enriquecidas con de vitaminas A; E; C; ácido fólico, minerales, específicamente Cu y Se, y fibra dietaria (soluble), ya que éstos fueron algunos de los micronutrientes que se encontraron deficientes en los

⁵⁴ Tabla de composición química de alimentos ecuatorianos

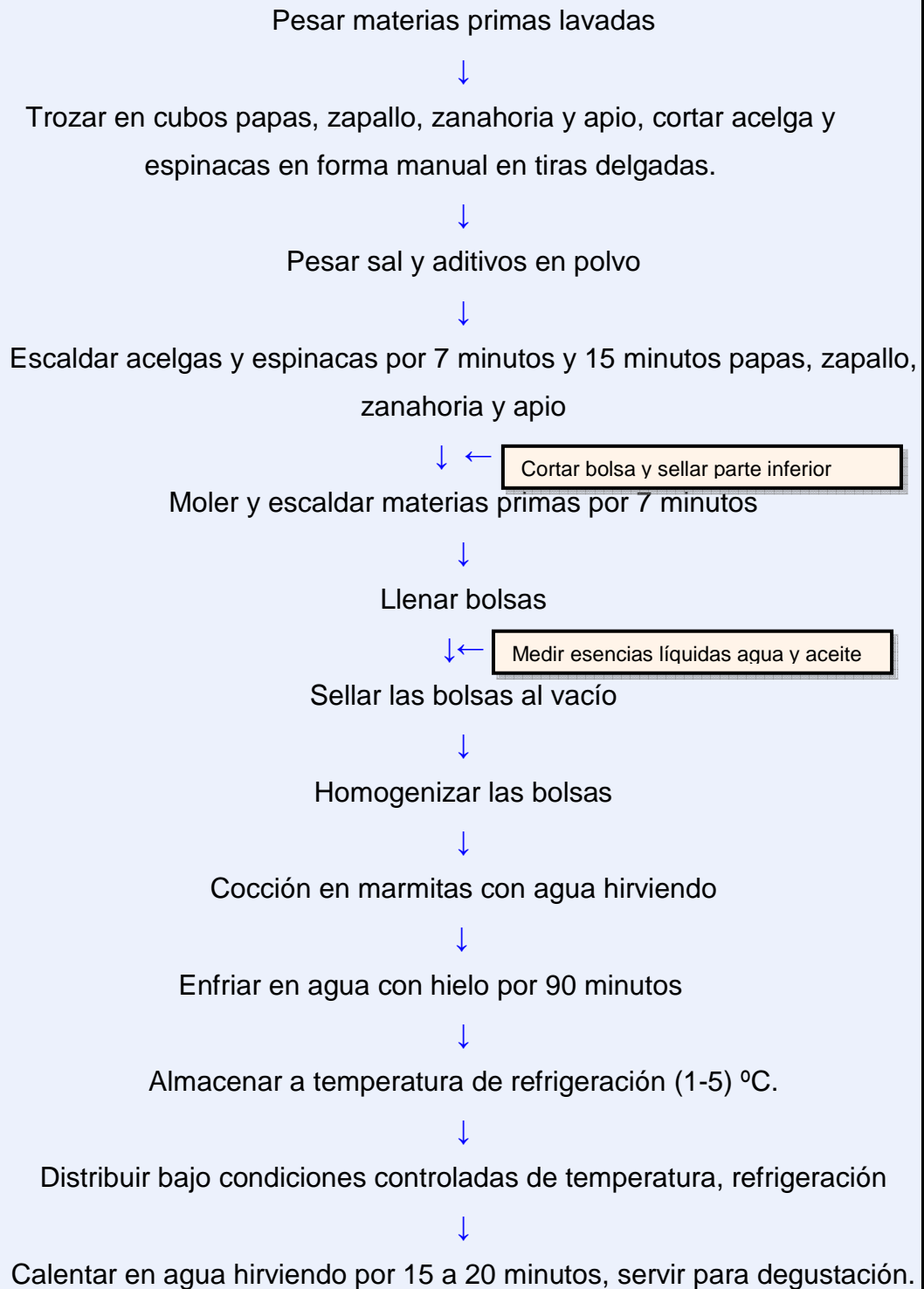
⁵⁵ Métodos estándar de AOAC, 1995

ancianos según bibliografía, microelementos estos que fueron analizados pre y post procesos.

5.3. ELABORACIÓN A NIVEL PILOTO DE LOS PRODUCTOS EXPERIMENTALES

Esta actividad se llevó a cabo en la planta piloto de El CECTA Chile (Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos), empleando para ello lotes de un mínimo de 2 Kg de productos finales. El objetivo de esta etapa es optimizar las condiciones de proceso, para obtener un producto de buena calidad microbiológica, sensorial y nutricional.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE CREMA DE VERDURAS A NIVEL PILOTO



5.4. FORMULACIONES

La formulación base para la crema de verduras fueron optimizadas desde el punto de vista nutricional y sensorial, aplicando la metodología superficie respuesta (MSR).

Tabla 6.- Formulación Base de crema de verduras

| Materia prima | (g/ración) | Porcentaje |
|---------------|------------|------------|
| Papas | 40 | 10.0 |
| Zapallo | 20 | 4.9 |
| Acelga | 30 | 7.5 |
| Espinaca | 30 | 7.5 |
| Apio | 30 | 7.5 |
| Aceite | 10 (mL) | 2.5 |
| Zanahoria | 40 | 10.0 |
| Sal | 1.5 | 0.3 |
| Agua | 200 (mL) | 49.8 |
| Total | 401,5 | 100.0 |

Luego y con el objetivo de seleccionar tanto la naturaleza de los ingredientes como las concentraciones adecuadas, se utilizó el diseño factorial fraccionado 2^2 de Plackett Burmann⁵⁶, que resulta ideal para este propósito. Cada uno de los ingredientes se trabajó a dos niveles, los que se señalan en la siguiente tabla.

⁵⁶ Montgomery, 1997

Tabla 7.- Rangos de Trabajo (gramos) de Materias Primas para Ambas Formulaciones

| Materias primas | Crema de verduras | |
|---------------------|-------------------|----------------|
| | Nivel inferior | Nivel superior |
| Papas | 30 | 60 |
| Zapallo | 30 | 60 |
| Zanahorias | 20 | 40 |
| Acelga | 10 | 30 |
| Apio | 10 | 30 |
| Espinaca | 30 | 60 |
| Aceite | 5 | 15 |
| Esencia de pollo | 0.05 | 0.025 |
| Esencia de cebollas | 0.05 | 0.25 |

La variable dependiente fue calidad sensorial, que corresponde a la respuesta integrada de las características sensoriales apariencia, consistencia, color y sabor utilizando el test de puntaje compuesto y un panel entrenado.

5.5. ESTUDIO DE PRETRATAMIENTO DE INGREDIENTES

En esta etapa, se estudio la tecnología de escaldado a aplicar a aquellos ingredientes que lo requieran. Este proceso ayuda a la mayor compactación del producto, e.g, acelgas. El tratamiento térmico previo (escaldado) contribuye efectivamente a la eliminación previa de aire/O₂, contenido en los tejidos, así como también a la disminución del recuento inicial de microorganismos, y por último, a detener reacciones de deterioro causadas por pardeamiento enzimático. También

en esta etapa se hizo un examen microbiológico, de las materias primas a usar, antes y después de lavar.

5.6. MEZCLA VITAMÍNICA/ MINERAL A INCORPORAR

Utilizando un suplemento vitamínico donado por el Laboratorio La Roche (Tabla 15 que preparó un Kg de premezcla, el cual se dosificó posteriormente por el CECTA de modo que proporcionalmente cada ración recibiera 110 mg de la premezcla equivalente a un porcentaje que cubriera el 30 % de los requerimientos nutricionales diarios aproximadamente de los ancianos, a los cuales va dirigido este producto. Esta mezcla se agregó a los ingredientes, antes del proceso sous-vide.

Tabla 8.- Preparado Vitamínico Enviado por Laboratorio Roche

| Vitamina | Nivel por Porción (UI/mg) | Factor de Sobredosis | Forma Comercial | Actividad F.Comer. | Mg/porción de polvo | G/Kg de pre mezcla |
|------------|---------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| A | 1.333.00 UI | 30.00 % | Vit.A Palmitato tipo 250 CWS | 250% | 6.93 | 69.32 |
| C | 30.000 Mg | 50.00 % | Ascorbato de Na | 88.50 % | 50.85 | 508.47 |
| B9 | 0,10 Mg | 20.00 % | Ac. Fólico | 90.00 % | 0.13 | 1.33 |
| E | 7,50 UI | 20.00 % | Vit.E 50% CWS | 50.00 % | 18.00 | 180.00 |
| Cu | 1.00 Mg | 5.00 % | Sulfato de Cobre | 39.81 % | 2.64 | 26.38 |
| Se | 0,03 Mg | 5.00 % | Selenito de Na | 45.60% | 0.06 | 0.58 |
| Excipiente | | 0.00 % | Maltodextrina | 100.00% | 19.99 | 199.93 |
| | | | | | 100.0 | 1.000.00 |

Las cantidades a incluir en las preparaciones, resultaron del cálculo para cubrir el 30% de las necesidades diarias según Tabla (ver ejemplo N° 1).

Para verificar si se logra este objetivo se analizarán muestras representativas de la mezcla de ingredientes básicos, según técnicas para: ácido fólico⁵⁷.

5.7. ENSAYOS SENSORIALES

Para la determinación de la calidad sensorial (C.S.) de los productos formulados se trabajó con un panel entrenado compuesto por integrantes del personal académico y administrativo del CECTA. Previo al análisis de las muestras, los voluntarios fueron sometidos a una etapa de entrenamiento tanto en el vocabulario analítico así como en la calificación de las características a evaluar. El test sensorial aplicado fue el de puntaje compuesto⁵⁸, tomando en cuenta que la calidad sensorial es un concepto analítico que integra varias características organolépticas. En sesiones de panel abierto se concluyó que la variable respuesta representa la suma de los factores sensoriales: Sabor, color, consistencia y apariencia con un grado relativo de importancia de 35%, 22%, 20% y 23% respectivamente. De esta manera, la ecuación de calidad sensorial aplicada a los resultados experimentales será la siguiente:

$$C.S. = 0.35 \times Sabor + 0.22 \times Color + 0,20 \times Consistencia + 0,23 \times Apariencia$$

⁵⁷ Konings, 1999; Pfeiffer, et al., 1997

⁵⁸ Wittig, E, 1982

La escala analítico descriptiva para la calificación de la preparaciones estuvo compuesta de cinco puntos variano desde 1 = Malo; 2 = Deficiente; 3 = Regular; 4 = Bueno; hasta 5 = Muy bueno.

5.7.1. Optimización de los productos

Una vez determinada la cantidad adecuada de cada uno de los ingredientes para el guisos de verdura por medio de la metodología de Plackett – Burgmann, siguió a continuación la etapa de optimización de las formulaciones experimentales de la crema de verduras, es decir, determinar la mejor combinación de variables o factores de control seleccionados que afectan la respuesta buscada, en este caso, "calidad sensorial". Para optimizar respuestas es posible recurrir a diferentes metodologías estadísticas, tales como MSR, Taguchi, Simplex, entre otras.

En esta oportunidad se optó por utilizar en este estudio la MSR⁵⁹. La cual entre sus ventajas, destaca la obtención de un modelo matemático que sea capaz de predecir un determinado comportamiento en el rango de trabajo de las variables seleccionadas. En esta oportunidad se seleccionaron las variables tiempo de proceso y concentración de inulina en ambas formulaciones.

El primer factor de control se seleccionó tomando en cuenta que su modificación influye en la estabilidad de las características organolépticas (consistencia, color, sabor, aroma), en las condiciones sanitarias, en la pérdida

⁵⁹ Porreta, 1999; Floros et al., 1988; Giovanni, 1983

potencial de algunos nutrientes lábiles al calor y en la vida útil del producto terminado En cuanto a la inulina se seleccionó por considerar que constituye un buen aporte de fibra y que posee características funcionales que benefician la salud del consumidor.

Los niveles de trabajo para las variables independientes tiempo de cocción e inulina se muestran en las siguientes tablas.

De acuerdo a la matriz utilizada en esta experiencia, se elaboraron 9 formulaciones experimentales de las cuales el punto central se repitió cinco veces con el objeto de determinar el error experimental.

Tabla 9.- Rango de Valores para Variables Independientes

| | Niveles de trabajo para crema de verduras | | |
|------------------|---|----|----|
| Variabes | -1 | 0 | 1 |
| Tiempo (minutos) | 50 | 70 | 90 |
| Inulina /gramos) | 1 | 2 | 3 |

-1 = nivel inferior; 0 = nivel central; 1 = nivel superior

De acuerdo a la matriz utilizada en esta experiencia, se elaboraron 9 formulaciones experimentales de las cuales el punto central se repitió cinco veces con el objeto de determinar el error experimental.

Tabla # 10.- Matriz de diseño para un experimento factorial 3^2 con una repetición en un modelo de segundo orden

| Puntos de Diseño | B_0 | X_{1i} | X_{2i} | X_{1i}^2 | X_{2i}^2 | $X_{1i}X_{2i}$ | Y_i |
|------------------|-------|----------|----------|------------|------------|----------------|-------|
| 1 | 1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | |
| 2 | 1 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | |
| 3 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | |
| 4 | 1 | -1 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 7 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | |
| 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

Esta matriz se somete a un análisis de regresión múltiple y de varianza, utilizando el programa computacional Statgraph, con el objeto de obtener un modelo matemático que represente en forma confiable la influencia de las variables independientes sobre la respuesta que se busca.

5.7.2. Esterilización comercial de los productos formulados

El objetivo de esta metodología es asegurar, que un alimento alcance en el punto central de su masa, el tiempo y la temperatura necesaria para asegurar la muerte de gran parte de los microorganismos⁶⁰.

⁶⁰ Tumbo, C.R., 1991

Se decidió realizar estudios microbiológicos a las materias primas antes y después de lavarlas. Antes, para poder saber en forma real la carga microbiana presente en las materias primas entregadas directamente por el proveedor y compararla con la reducción de microorganismos que se produce después del lavado de las mismas.

CAPÍTULO VI

6.1. RESULTADOS

6.1.1. Análisis sensorial de los productos formulados

En sesiones de panel abierto se concluyó que la variable respuesta representa la suma de los factores sensoriales: Sabor, color, consistencia y apariencia con un grado relativo de importancia de 35%, 22%, 20% y 23% respectivamente. De esta manera, la ecuación de calidad sensorial aplicada a los resultados experimentales será la siguiente:

$$C.S.= 0.35 \times Sabor + 0.22 \times Color + 0,20 \times Consistencia+ 0,23 \times Apariencia$$

La escala analítico descriptiva para la calificación de la preparaciones estuvo compuesta de cinco puntos variano desde 1 = Malo; 2 = Deficiente; 3 = Regular; 4 = Bueno; hasta 5 = Muy bueno.

6.2. EVALUACIÓN SENSORIAL

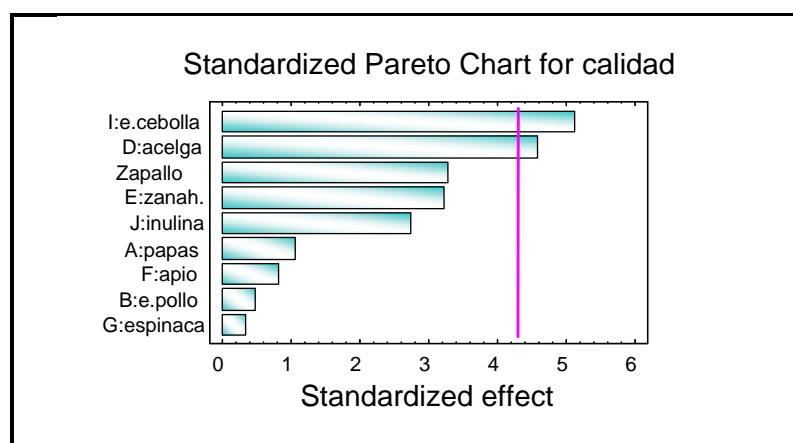
Para la formulación de crema de verduras, los ingredientes que más influyeron en la calidad sensorial fueron esencia de cebolla y acelga ($p < 0.05$), con un 30 % de influencia relativa (Tabla 11 y Gráfico de Pareto 1) En este caso, es posible que estos ingredientes sean importantes pues aportan color y sabor a la formulación.

**Tabla 11.- Análisis de Varianza para Formulación de
Crema de Verduras**

| Materia prima | % Relativo importancia | Probabilidad |
|---------------|------------------------|--------------|
| Papas | 1.36 | 0,4084 |
| E. pollo | 0.26 | 0,6916 |
| Zapallo | 13.42 | 0,0827 |
| Acelga | 26.30 | 0,0449* |
| Zanahoria | 13.02 | 0,0849 |
| Apio | 0.80 | 0,5093 |
| Espinaca | 0.12 | 0,7834 |
| E. cebolla | 3.28 | 0,0365* |
| Inulina | 9.40 | 0,1123 |

R - cuadrado = 97,4718%; * significativo al $p < 0.05$

**Grafico 1.-Gráfico de Pareto según Calidad Sensorial para Crema de
Verduras**



De acuerdo a los resultados de calidad sensorial por formulación en los diseños de screening de Plackett – Burmann, también fue posible obtener los mejores niveles de trabajo para los ingredientes, los que representan en la siguiente tabla.

Tabla 12.- Formulación Final de la crema de verduras

| Materia prima | (gramos/ración) |
|----------------------|------------------------|
| Papas | 60 |
| Zapallo | 60 |
| Acelga | 30 |
| Espinaca | 60 |
| Apio | 10 |
| Aceite | 6,7 (ml) |
| Zanahoria | 20 |
| Esencia de cebolla | 0,25 (ml) |
| Esencia de pollo | 0,2 |
| Inulina | 0,1 |
| Peso Total | 247.25 |

Es posible apreciar que la mejor cantidad de aceite se encuentra cercana al valor mínimo del rango propuesto en el modelo; esto se puede deber a que en general la población rechaza el consumo de alimentos visiblemente aceitosos. Para crema de verduras el hecho que las concentraciones de los saborizantes esencia de cebolla y esencia de pollo correspondan a las cantidades máximas sugeridas en el diseño experimental se puede explicar debido al hecho que la

crema de verduras es un producto donde predomina la presencia de acelga y espinaca, las que adquieren un sabor amargo al ser cocinadas, que debe ser enmascarado con la adición de estos saborizantes.

6.2.1. Optimización de los productos

Los datos de calidad sensorial de ésta formulación fueron sometidos a continuación al análisis de regresión múltiple con lo cual se determinó el coeficiente de regresión lineal y cuadrática de la ecuación polinómica, los que detalla en la Tabla 13 y 14:

Tabla 13.- Promedio Calidad Sensorial para Formulación de la crema verduras

| CALIDAD SENSORIAL | |
|-------------------|-------------------|
| Formulaciones | Crema de verduras |
| 1 | 3,76 |
| 2 | 3,73 |
| 3 | 3,76 |
| 4 | 3,70 |
| 5 | 3,92 |
| 6 | 3,61 |
| 7 | 3,69 |
| 8 | 4,09 |
| 9 | 3,56 |
| 10 | 3,91 |
| 11 | 4,02 |
| 12 | 3,91 |
| 13 | 4,12 |

Rango de escala: 1 muy mala; 5 = muy buena

**Tabla 14.- Análisis de Regresión de Calidad Sensorial de la
Formulación de crema de verduras**

| Variable independiente | Coeficientes de regresión | | Valor F |
|-------------------------------|---------------------------|-------|---------|
| X1 | B1 | -0.04 | 0.93 |
| X2 | B2 | 0.02 | 0.16 |
| X ² ₁ | B ₁₁ | -0.27 | 23.51* |
| X ² ₂ | B ₂₂ | -0.02 | 0.08 |
| X ₁ X ₂ | B ₁₂ | -0.03 | 0.49 |

X1=Tiempo; X2= Inulina *significativo al p<0.05

Coefficiente de determinación R²= 0.70 (significativo p<0.05)

De esta manera, la ecuación polinómica para la formulación queda expresada como sigue:

$$Y = 3.96 - 0.04X_1 - 0.02X_2 - 0.27X_1^2 - 0.02X_2^2 - 0.03$$

Cada una de las ecuaciones fue sometida a un test de análisis de varianza para determinar su capacidad predictiva.

Los resultados obtenidos (Tabla 15) confirman la validez de la ecuación.

Tabla 15.- Ajuste del Modelo Matemático para crema de verduras

| Componente | Suma Cuadrados | Grados libertad | Valor F | Probabilidad |
|--------------------|----------------|-----------------|---------|--------------|
| Modelo | 0.237 | 5 | | |
| Error falta ajuste | 0.089 | 3 | 3.45* | 0.13 |
| Error puro | 0.034 | 4 | | |

* No significativo al $p < 0.05$

En el caso de la formulación de crema de verduras la variable independiente cuadrática X1 (tiempo) ejerce una influencia equivalente al 52%. Estos antecedentes se pueden demostrar al observar los gráficos tanto tridimensionales como de contornos obtenidos en estos ensayos.

Gráfico 2.- Influencia de las Variables Tiempo de Cocción e Inulina en la Calidad Sensorial de Crema de Verduras

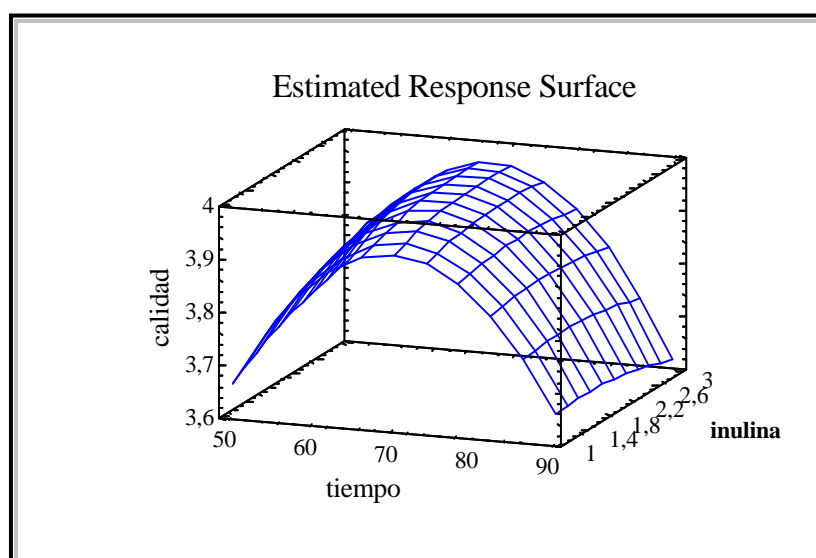
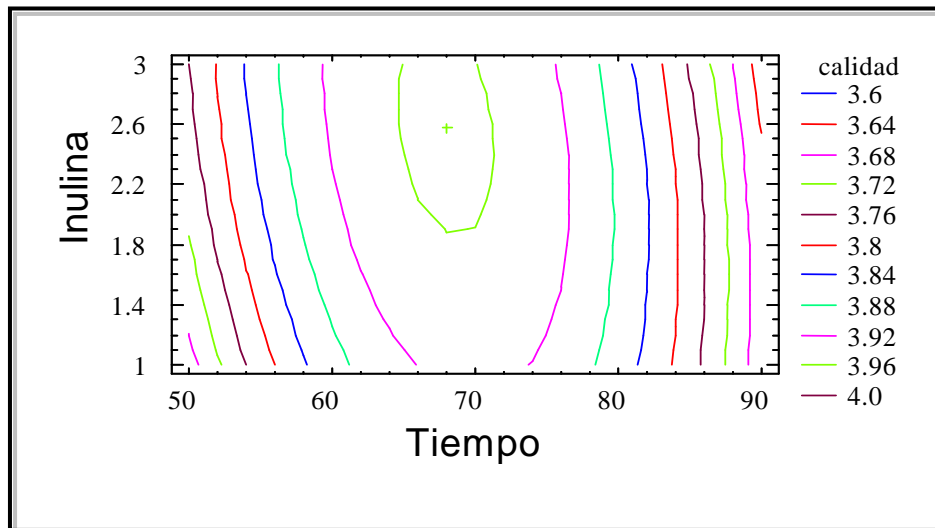


Gráfico 3.- Mapa de Contorno que Muestra la Influencia de las Variables Tiempo de Cocción e Inulina en la Calidad Sensorial de Crema de Verduras



En la formulación de crema de verduras, de acuerdo a lo que se observa en el mapa de contorno, el tiempo es muy importante ya que influye significativamente ($p < 0.05$) en la calidad sensorial, obteniéndose el máximo de respuesta a los 68 minutos, en cambio como la inulina no afecta significativamente la respuesta en la calidad sensorial puede utilizarse cualquier valor de concentración entre 1 y 3 gramos.

Se pueden elaborar productos de buena calidad sensorial usando diversas combinaciones de los factores seleccionados que van a afectar principalmente aspectos económicos (reducción importante en el tiempo de proceso) y aspectos funcionales de la crema de verduras pues la incorporación de inulina, dentro del rango de trabajo sugerido, no afectará significativamente la calidad de la preparación.

6.1. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO NUTRICIONAL

6.1.1. Análisis proximal

Los valores de contenido protéico, lípidos, cenizas, fibra, humedad y carbohidratos como su contenido calórico se detallan en la Tabla 216

Es posible apreciar que los alimentos formulados se caracterizan por un bajo aporte calórico, 140 Kcal en el cual la participación de los componentes hidrocarbonados representan la principal fuente energética.

TABLA 16.- ANÁLISIS PROXIMAL PARA CREMA DE VERDURAS

| Nutriente | Por 100g | por ración |
|--------------------------|----------|------------|
| Humedad (g) | 87,09 | 215,1 |
| Proteínas* (g) | 1,42 | 3.50 |
| Lípidos (g) | 2,66 | 6.57 |
| Cenizas (g) | 1,21 | 2.98 |
| Fibra dietaria total (g) | 2.63 | 6.49 |
| H de C disponibles** (g) | 4.99 | 12.4 |
| Energía (Kcal/100 g) | 50 | 123 |

Peso ración = 247 g; *Nx6.25; ** Extracto no nitrogenado, por diferencia

Los análisis de fibra dietaria se realizaron los días 0 y 30 para verificar que no existiera pérdida durante la vida útil, ya que la fibra es un elemento esencial en las personas de la tercera edad. (Ver Tabla 17)

Tabla 17.- Contenido de distintos tipos de Fibra Dietaria (g/100 g) en crema de verduras a los Días 0 y 30.*

| Producto | Día de almacenamiento | Fibra total | | Fibra soluble | | Fibra insoluble | |
|-------------------|-----------------------|-------------|-------|---------------|------|-----------------|-------|
| | | BH* | BS | BH* | BS | BH* | BS |
| Crema de verduras | 0 | 2.63 | 20,36 | 0.84 | 6,58 | 1.77 | 13,78 |
| | 30 | 2.44 | 18,95 | 0.42 | 3,32 | 2.01 | 15,63 |

* BH= base húmeda; BS= Base seca

Con estos resultados se puede verificar que no hay una pérdida importante en fibra total sino que existe una cantidad mayor de fibra insoluble.

Tabla 18.- Promedio de Fibra Dietaria Total en Base Húmeda (0 y 30 días) y Cobertura de la Recomendación Diaria

| Producto | Promedio Fibra total | | Cobertura Requerimiento diario | |
|------------------|----------------------|------------|--------------------------------|-------------|
| | Por 100 g | Por ración | por 100g | Por ración* |
| Crema de verdura | 2.53 | 6.37 | 12.6% | 31.85% |

Crema de verduras 1 ración = 247 g

* Se tomó como referencia de 20 g mínimo de fibra.

6.3.2. Determinación de pH

Conocer el pH de los alimentos es importante para establecer la flora microbiana que podría reproducirse en ellos, en la siguiente tabla se presenta el valor obtenido en el producto estudiado.

Tabla 19.- Valor de pH de la Formulación estudiada

| Producto | pH |
|------------------|------|
| Crema de verdura | 5,85 |

Dado que el valor de pH obtenido es superior a 4.5 el método de esterilización recomendado deberá ser en autoclave para controlar el probable crecimiento de *C. Botulinum*, sumado al hecho de existir en estos productos condiciones de anaerobiosis, favorables también para el crecimiento de estos microorganismos.

6.3.3. Minerales

Sólo se muestran los bío minerales que fueron incorporados a la formulación. El resultado se resume en la Tabla 20.

Tabla 20.- Contenidos de Cobre y Selenio ($\mu\text{g/g}$) en Crema de Verduras

| Muestras | Cobre | Selenio * |
|------------------|-------------------|-----------|
| Crema de verdura | 2,092 \pm 0,004 | < 1 |

Límite de detección para selenio de 1 $\mu\text{g/g}$.

Dentro de los minerales suplementados (Selenio y Cobre) el que alcanza el mayor contenido en los alimentos en estudio es el cobre encontrándose que los aportes para una ración de crema de verduras son del orden de 55% de los requerimientos diarios.

En lo que respecta a Selenio, la cantidad aportada por la mezcla vitamínica a las preparaciones no fue posible detectarla, por ser inferior a la sensibilidad del equipo.

6.3.4. Vida útil

Es conveniente señalar que para los efectos de este estudio las preparaciones fueron almacenadas en bolsas plásticas termoresistentes de 2 Kg de capacidad, selladas al vacío y posteriormente procesadas y almacenadas a temperaturas de refrigeración (4 - 7°C), por un plazo máximo de 30 días.

4.3.5. Vitaminas

Para conocer y cuantificar el grado de estabilidad durante la vida útil se realizaron análisis de vitamina C y vitaminas liposolubles (Vit. E y A), a diferentes intervalos de tiempo. Al llegar al día 30 se hicieron los análisis de estos componentes antes y después del tiempo de calentamiento de 20 minutos en agua hirviendo, simulando las condiciones de preparación de estos productos por el usuario al cual van dirigidas. Los resultados se presentan en la Tabla siguiente:

Tabla 21.- Comportamiento de Vitamina C durante el Almacenamiento

| Almacenamiento (días) | Crema de verduras | |
|--------------------------|-------------------|------------|
| | mg/100g | % residual |
| 0 | 8.8 | 100 |
| 5 | 9.2 | 100 |
| 10 | 7.8 | 88.6 |
| 20 | 8.8 | 100 |
| 30 | 3.9 | 46.3 |
| 30 c/calentamiento | 3.2 | 43.3 |

En el día 30 de almacenamiento la pérdida de vitamina C en la crema de verduras llegó a un 54%, cifra que aumentó hasta un 57% después del proceso de calentamiento.

Tabla 22.- Comportamiento de Vitamina E durante el Almacenamiento

| Vitamina E | | |
|--------------------------|-------------------|------------|
| Almacenamiento (días) | Crema de verduras | |
| | mg/100g | % residual |
| 0 | 4.9 | 100 |
| 5 | 3.5 | 71.4 |
| 10 | 6.1 | 124.5 |
| 20 | 5.0 | 102 |
| 30 | 4.4 | 89.8 |
| 30 c/ calentamiento | 1.4 | 28.6 |

Los datos mostrados en la tabla 23 para la crema de verduras indican una pérdida moderada equivalente a un 10% de Vitamina E al cabo de los 30 de almacenadas las muestras.

Tabla 23.- Comportamiento de Vitamina A durante el Almacenamiento

| Vitamina A | | |
|--------------------------|-------------------|-------|
| Almacenamiento (días) | Crema de verduras | |
| | mg/100g | % |
| 0 | 0.22 | 100 |
| 5 | 0.14 | 63.6 |
| 10 | 0.25 | 113.6 |
| 20 | 0.19 | 86.4 |
| 30 | 0.13 | 59 |
| 30 c/ calentamiento | 0 | 0 |

En lo que respecta a la vitamina A, el resultado indica que la pérdida en la crema de verduras al día 30 alcanza un 41%. Simulando un proceso de calentamiento previo a su consumo, la muestra se calentó 20 minutos a 100°C y la destrucción de Vitamina A fue total.

**Tabla 24.- Resumen Pérdida Vitamínica sin Calentamiento
desde Día 0 a Día 30 de Vida Útil**

| | Crema de verduras (%) |
|------------|-----------------------|
| VITAMINA C | 54 |
| VITAMINA E | 10,20 |
| VITAMINA A | 40,91 |

Tabla 25.- Resumen pérdida Vitamínica durante vida útil para la formulación después de proceso térmico

| | Crema de verduras (%) |
|------------|-----------------------|
| VITAMINA C | 53 |
| VITAMINA E | 72 |
| VITAMINA A | 100 |

Los resultados de las Tablas 24 y 25 muestran los porcentajes de pérdidas, en vitaminas antes y después de calentamiento previo al consumo.

- Al término de 30 días de almacenamiento sin y con calentamiento la vit C se degradó aproximadamente en un 54% cifra que confirma la labilidad de esta vitamina con la temperatura.
- En el caso de la vitamina E su comportamiento por efecto del tratamiento térmico efectuado a los 30 días de almacenamiento se destruye el 72%, comportamiento atribuido probablemente a la diferente composición de la formulaciones que ejercen en el caso de la sopa de verduras un menor efecto protector al aplicar temperatura a las muestras.
- Una situación parecida pero más crítica ocurre para la vitamina A, pues se pierde totalmente cuando las muestras son sometidas a la cocción.

**Tabla 26.- Aporte Vitamínico. Porcentaje de los Requerimientos
Nutricionales Diarios por Ración**

| | Día 0 | Día 30* |
|-------------------|-------|---------|
| Vitamina C | 33,00 | 13,0 |
| Vitamina E | 100 | 28,0 |
| Vitamina A | 100 | 0 |

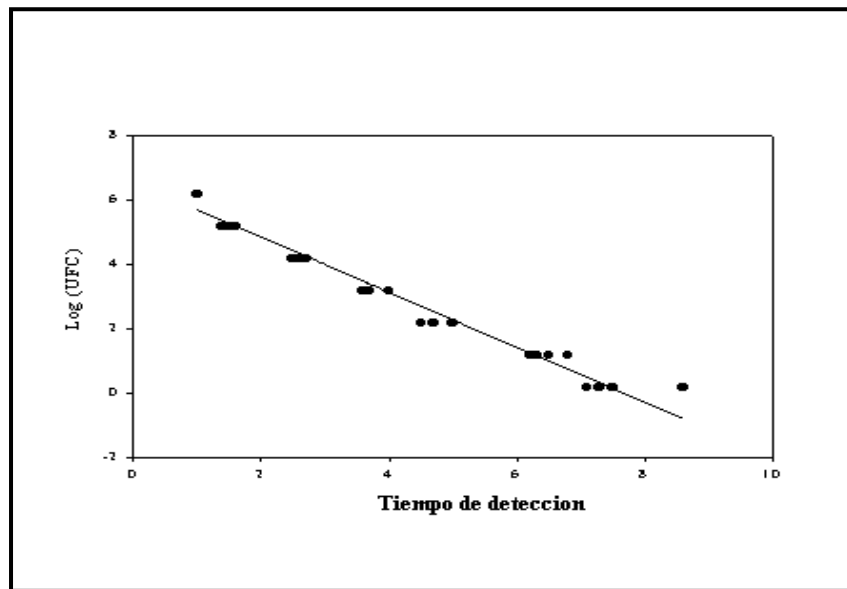
* Después de calentamiento

En general, todos los aportes vitamínicos tanto en el día 0 como en el día 30 al final de la vida útil, son importantes teniendo en consideración que solamente se trata de una ración de alimento, para una comida del día. Se debe mencionar también que la crema de verduras realiza un aporte en vitamina C y en vitamina A aportó 0.

6.4. CALIDAD SENSORIAL DE MUESTRAS

Previo a los ensayos sensoriales de vida útil, y para dar seguridad a los panelistas que las muestras a evaluar tenían una carga microbiana dentro de los límites máximos permitidos para alimentos preparados según el Reglamento Sanitario de los Alimentos, sub muestras de las formulaciones a evaluar se sometieron al Test de Malthus, el que por su rapidez para entregar resultados microbiológicos, se adapta perfectamente a este objetivo. A estas sub muestras se les practicó el test de recuento de aerobios mesófilos, cada vez que fue necesario de acuerdo al plan de muestreo del ensayo de estabilidad al almacenamiento.

Grafico 4.- Curva de Calibración de Malthus para el Recuento de Microorganismos en Crema de Verdura.



En la crema de verduras, se obtuvo un tiempo de detección de dos horas. Con este dato fue posible determinar mediante una interpolación en la curva de calibración que la carga microbiana fue inferior al límite máximo permitido en el RSA (Reglamento Sanitario de los Alimentos) de 5×10^5 UFC/g, por lo tanto eran aptas para el consumo humano.

Una vez conocida la característica sanitaria de la muestra de la crema de verduras, fue evaluada por el panel entrenado para determinar posibles cambios en su calidad sensorial de acuerdo a las condiciones de almacenamiento.

Los resultados promedio durante la vida útil se presentan en la Tabla 27.

Tabla 27.- Calidad Sensorial para crema de verdura

| Día | Calidad sensorial* |
|-----|--------------------|
| 0 | 4,36 |
| 5 | 4,42 |
| 10 | 4,43 |
| 20 | 3,95 |
| 30 | 4,03 |

*Rango escala: 1=Muy malo; 5= Muy Bueno

En la crema de verduras se puede apreciar una variación en los valores de calidad sensorial durante las evaluaciones, también es posible establecer que las puntuaciones de calidad sensorial se mantuvieron cercanas a calificación buena.

6.5. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Es muy importante, en el procesamiento de alimentos, partir con cargas microbiológicas bajas, ya que si se partiera con materiales muy contaminados esto representaría un mayor riesgo para el consumidor, o en su defecto materias primas muy contaminadas necesitarían tratamientos térmicos más drásticos (Temperatura/tiempo) lo que disminuiría su calidad nutricional y organoléptica y costos. Se decidió realizar estudios microbiológicos a las materias primas antes y después de lavarlas. Antes, para poder saber en forma real la carga microbiana presente en las materias primas entregadas directamente por el proveedor y

compararla con la reducción de microorganismos que se produce después del lavado de las mismas.

6.5.1. Materias primas

Se tomó una muestra de 100 g de cada una de las materias primas ocupadas en las preparaciones, tal cual como venían desde el proveedor, luego se les hizo un lavado minucioso para determinar posteriormente su carga microbiana. La Tabla 28 presenta el contenido de microorganismos de las materias primas sin lavar y la Tabla 29 el de las materias primas lavadas

Tabla 28.- Concentración Microbiana (ufc/g) para Materias Primas sin Lavar.

| Carga inicial de Microorganismos | | | | |
|----------------------------------|--------------------|------------------------|----------------|--------------------|
| | Aerobios mesófilos | Coliformes Tot.(NMP/g) | E.Coli (NMP/g) | Hongos y Levaduras |
| Papas | 8.1×10^4 | < 3 | < 3 | $< 1 \times 10^1$ |
| Zapallo | 3.2×10^2 | <3 | <3 | 2×10^1 |
| Zanahoria | 3×10^2 | <3 | <3 | $< 1 \times 10^1$ |
| Espinaca | 3.4×10^5 | <3 | <3 | 2×10^2 |
| Apio | 3.8×10^5 | <3 | <3 | $< 1 \times 10^1$ |
| Acelga | 5.5×10^6 | <3 | <3 | 2×10^2 |

Tabla 29.- Concentración Microbiana (ufc/g) para Materias Primas Lavadas

| Carga inicial de Materias Primas lavadas | | | | |
|---|-------------------|------------------------|----------------|-------------------|
| | Aerobios | Coliformes | E.Coli | Hongos y |
| | Totales | Totales.(NMP/g) | (NMP/g) | Levaduras |
| Papas | 3.2×10^2 | <3 | <3 | $<1 \times 10^1$ |
| Zapallo | 2×10^1 | <3 | <3 | 2×10^1 |
| Zanahoria | 3.2×10^1 | <3 | <3 | $<1 \times 10^1$ |
| Espinaca | 2×10^4 | 11 | <3 | 9×10^1 |
| Apio | 2.2×10^4 | <3 | <3 | $<1 \times 10^1$ |
| Acelga | 3.5×10^5 | <3N | <3 | 1.8×10^2 |

El proceso de lavado redujo significativamente la carga inicial microbiana de los ingredientes crudos, procedimiento que se justifica por si sólo pues permite optimizar el proceso térmico posterior. En el caso de los aerobios totales, el 100% de los ingredientes bajó su carga microbiana aproximadamente entre 1 a 2 ciclos logarítmicos; por ejemplo, en el caso de papas disminuyó de 10^4 a 10^2 . En el caso de hongos y levaduras los ingredientes que más disminuyeron su carga microbiana fueron espinaca, y acelga. Es importante destacar que todas las materias primas utilizadas no presentaron coliformes. Si bien la disminución de la carga microbiana fluctuó entre 1 a 2 ciclos logarítmicos, este resultado fue considerado insuficiente y fue preciso realizar un adecuado tratamiento térmico consistente en un escaldado a la mezcla de los ingredientes para cada formulación. Finalizado este procedimiento se llevaron a cabo los análisis microbiológicos identificados con el nombre "carga inicial" para luego compararlos con los datos microbiológicos de los productos terminados.

Tabla 30.-Resultados Microbiológicos (ufc/G) de la crema de verduras durante su Vida Útil

| Tipo de microorganismo | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Aerobios Totales | Coliformes Totales (NMP/g) | E.Coli (NMP/g) | Anaerobios | Hongos y Levaduras |
| Carga inicial antes del sous vide | 1,2x10 ⁴ | <3 | <3 | 20 | 140 |
| Día 0 | <1x10 ¹ | <3 | <3 | <1x10 ¹ | <1x10 ¹ |
| Día 5 | <1x10 ¹ | <3 | <3 | <1x10 ¹ | <1x10 ¹ |
| Día 10 | 4x10 ² | <3 | <3 | <1x10 ¹ | <1x10 ¹ |
| Día 20 | 1,5x10 ³ | <3 | <3 | <1x10 ¹ | <1x10 ¹ |
| Día 30 Ant. Calentar | 2x10 ³ | <3 | <3 | <1x10 ¹ | <1x10 ¹ |
| Día 30 ** | 1.8x10³ | No hay | No hay | <1x10¹ | <1x10¹ |

*NMP/g; ** Después de calentar previo al consumo

Los resultados microbiológicos para la carga inicial de la crema de verduras son relativamente altos a excepción de coliformes, hongos y levaduras.

Esto puede deberse a que las materias primas que constituyen la crema de verduras inicialmente tienen una carga microbiana más alta, a lo que se suma la manipulación involucrada en la elaboración de éste producto.

A partir del día décimo se observa una mayor actividad microbiana en la crema de verduras en lo que respecta a recuento de mesófilos aerobios llegando a aumentar en dos ciclos logarítmicos.

Es importante destacar en todo caso, que las concentraciones de microorganismos detectadas nunca llegan a superar las cifras recomendadas como máximas en el Reglamento Sanitarios de los Alimentos para platos preparados.

6.6. COSTO Y RENDIMIENTO

Los cálculos de costo se efectuaron para 1 kg de producto terminado, mientras que los rendimientos están en función de las materias primas. En la tabla 31 se presentan los resultados para ambos productos alimenticios

Tabla 31.- Costo por Kg de Producto terminado Versus Rendimiento.

| Producto | Costo (\$/kg) | Rendimiento (%) |
|-------------------|---------------|-----------------|
| Crema de verduras | 1.13 | 91.75 |

CONCLUSIONES

- ✓ El objetivo principal de este estudio, fue desarrollar un producto alimenticio orientado al sector poblacional de la tercera edad y, se consiguió optimizar el proceso de desarrollo de crema de verduras, aplicando la metodología Superficie Respuesta.
- ✓ Es posible apreciar que la crema de verduras se caracteriza por un bajo aporte calórico de 140 Kcal.
- ✓ En cuanto a fibra, el valor encontrado mayoritariamente corresponde a fibra cruda, que corresponde a los componentes resistentes a la hidrólisis química, principalmente lignina y celulosa. El contenido es fibra insoluble.
- ✓ La formulación se fortificó con Cobre y Selenio. La ración de crema de verduras aportó un 55% para crema de verduras. Y para selenio no fue posible detectarlo por la sensibilidad del equipo utilizado.
- ✓ El uso de las técnicas culinaria tradicionales (Receta y etapas de preparación) no son totalmente extrapolables al sistema "Sous Vide".
- ✓ La aplicación de sistema "Sous vide", para la preparación de la crema de verduras resultó en un sistema reproducible, y de buena calidad organoléptica (Sabor, Color, Textura y apariencia).
- ✓ La aplicación de metodologías estadísticas (Plakett Burman), permite disminuir el costo y el tiempo necesario para la obtención de las formulaciones de la crema de verduras.
- ✓ Los Análisis microbiológicos de estos productos no presentaron contaminación microbiológica.

- ✓ El análisis químico de la crema de verduras no detectó Vit D3, pero sí Vit A, a nivel de trazas, sin embargo se observó la presencia de β -caroteno (Pro vit A),
- ✓ Este trabajo previo, permitirá la preparación de alimentos fortificados en vitaminas y fibra en que los adultos mayores son deficitarios
- ✓ Se demostró que las condiciones óptimas de las variables independientes fueron para: Tiempo 68 minutos y cualquier concentración de inulina entre 1 y 3 g por ración.
- ✓ Como resultado del análisis estadístico la ecuación óptima de trabajo fue:

$$Y = 3.96 + 0.04X_1 - 0.02X_2 - 0.27X_1^2 - 0.02X_2^2 + 0.03$$

La ecuación está ajustada al proceso en las condiciones estudiadas, es decir, es un modelo matemático empírico capaz de predecir la respuesta buscada al variar simultáneamente las variables independientes.

- ✓ La composición química proximal revela que la crema de verduras aporta 2.66 g de lípidos por 100 g., los costos resultantes para sopa de verduras mediante tecnología Sous Vide determinan que son de \$ 0.28 por ración, lo que permite en definitiva hacer los productos alimenticios accesibles tanto a instituciones privadas (hogares de ancianos, casas de reposo) como públicas (hospitales) permitiendo que la población perteneciente a la tercera edad consuma con agrado los alimentos gracias a una buena recepción organoléptica además de nutricional

debido a que se cubre una parte importante de sus requerimientos nutricionales diarios

- ✓ Los estudios sensoriales a nivel de consumidor considerando las características sabor, color, apariencia y consistencia obtuvieron una calificación entre bueno a muy bueno de 96%. La escala usada fue, muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Análisis proximal. Procedimientos estándares de la AOAC (Official Methods of Analysis AOAC 15th Edition USA 1990.)
2. ANAND, C.R.; Linkswiler, H.M.: Effect of protein intake on calcium balance of young men given 500 mg calcium daily. J.Nutr, 1974; 104:695-700. 1974;
3. Association of Official analytical Chemist AOAC 15th Edition USA 1990 pág. 1045. Vit.A.
4. Association of Official analytical Chemist AOAC 985.33 (1995).Ac.Ascorbico
5. Association of Official analytical Chemist AOAC, 14th Edition, USA 1984 pág 854. Vit.D.
6. Association of Official analytical Chemist AOAC, 15th Edition, USA 1990 pág 1071. Vit.E.
7. ATALAH ENutrición y Cáncer. Nutrición y Salud. Universidad de Chile. Fac. de medicina. Dpto. Nutrición. Santiago, Chile. 1996
8. BIDLACK, W.R; Smith, C.H.; Clemens, R.A.; Omaye, S.T.: Nutrition and the elderly. Food Technol; 40:81-88.- 1986
9. CAMPELL.- Edic.10 "Conocimientos actuales sobre Nutrición" Cap,39.- pag 387, 389.
10. CHAMPAGNE, E.T.; Rao, R.M.; Luizzo, J.; Robinson, J.W.; Gale, R.J.; and Miller, F. The interaction of mineral, proteins and phytic acid in rice brand. Cereal Chem. 62: 231-238.- 1985.
11. CHEN, J.; Piba, M. And Labuza, P. Evaluation of water binding capacity (WBC) of food fiber sources. J. Food Sci. 49: 59-63. 1984.

12. CONNER, D. E., Scott, V. N., Bernard, D. T. and Kautter, D. A. (1989). Potential Clostridium botulinum hazards associated with extended shelf-life refrigerated foods: A review. *J. Food Safety*, 10, 131-153.
13. CUNNINGS J.H. and Englyst H.N. Fermentation in human large intestine and the available substrates. *Am J Clin Nutr.* 45:1243-1255.- 1987.
14. Dietary modifications in disease, aging and nutrition: Columbus, Ohio: Ross Laboratories, 22-25. 1983
15. DIEZACK, J.D. Taking the gamble out of product development. *Food Technol.* 44: 110-117 (1990)
16. ERICK J.M. Konings, *Journal of AOAC International* Vol 82, Nº 1, 1999 pág 119.- Ac, Fólico. Metodo de cromatografia liquida de alta resolución (HPLC)
17. FAO /EC/Microl/93)(Anaerobios)
18. FAO/EC Microbiol/88/rep. 1/anexo V.(hongos y lev)
19. Fibra - Prosky, L., et al. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products : interlaboratory study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 1988, 71,1017-1023. AOAC Official Methods of Analysis (1995). Official method 1985.29. Total Dietary Fiber in Foods.
20. FISZMAN, S.M. Propiedades funcionales de los hidrocoloides polisacáridos. Mecanismos de gelificación. *Rev. Esp. Sienc. Technol. Alimentos.* 29: 415-429.1995.
21. FLOROS, J.D.; Chimman, M.S. Computer graphics assisted optimization for productc and process development. *Food Technol* 42 (1): 722-78, (1988)
22. FROLICH W. and Myman M. Minerals, phytate and dietary fibre in different fractions of oat-grain. *J. Cereal Sci.* 7:73-82. 1988.

23. FROST, H.M.: The phantomechanics of osteoporosis. Clin Orthop Rel Res; 200:198-225. 1986
24. FULLER R. Probiotics in human medicine. Gut., 32: 439-442, 1991.
25. GACULA, M.; Singh J. Statistical methods in food and consumer research. N.Y., London. Academic Press (1984)
26. GIOVANNI, M. Response surface methodology and product optimization. Food Technol 37: 41-45 (1983)
27. GORRIS, L. G. " 2nd european symposium on sous vide. conference report. (1996). TRENDS. Food Sci. Technol., 303-306.
28. HASLER, M. Functional Foods: The Western perspectives. Nut. Rep. 54 (11): S6-S10.1996
29. HEANEY, R.P.: The role of nutrition in prevention and management of osteoporosis. Clin Obstet Gynecol; 50:833-46. 1987.
30. HELLER S.N., River J.M. and Kackler L.R. Dietary fiber: the effect of particle size and pH on its measurement. J Food Sci 42:436-439. 1977.
31. HENIKA, R.G. Use of response surface methodology in sensory evaluation. Food Technol.36: 92-106 (1982)
32. HESSER, J.M. Application and usage of dietary fibers in the USA. Food Ingredients. 2: 50-52.1994.
33. HOOGENKAMP, H.W. Lifestyle and Food: mega changes for mega markets. Food Ingredients N° 3. pp 23-29.1994.
34. [Http://www.clubsalud.com](http://www.clubsalud.com)
35. [Http://www2.el-mundo.es/salud/Snumeros/9...prevencion.html](http://www2.el-mundo.es/salud/Snumeros/9...prevencion.html)
36. KASSARJIAN, Z.; Rusell, R.M.: Hypochlorhydria: a factor in nutrition. And Rev. Nutr, 9:271-85.-1989.

37. KAWAZOE, K. Functional foods and ingredients in Japan. Food Ingredients. 5: 43-45.- 1994
38. KOHN R. Binding of divalent cations to oligomeric fragments of pectin. Carbohydrates Res. 160:343-353.- 1987.
39. KRITCHEVSKY, D.: Dietary fiber. Ann Rev. Nutr, 8:301-28.- 1988;
40. LÓPEZ, G.; Ros, G.; Rincón, F.; Periago, M.J.; Martínez, C. Y Ortuño, J. Propiedades funcionales de la fibra dietética. Mecanismos de acción en el tracto gastrointestinal. Arch. Lat. Nutr. 47 (3): 203-207.1997.
41. MA. L. and Barbosa-Cánovas, G.V. Review: Rheological properties of food gums and food gums mixtures. Rev. Esp. Cienc. Technol Alimentos. 33: 133-163. 1993.
42. MIEH A Cook-Chill: Problems and benefits. Communications from the Substitution of Environmental Health Offices Yorkshire and Humberside Center U.K .1990 ,
43. montgomery, D.C. Diseño y análisis de experimentos. Edit. Iberoamérica México./1991)
44. Munro, H.N.; Suter, P.M.; Rusell, R.M.: Nutritional requirements of the elderly. Ann Rev Nutr, 1987; 7:23-49.
45. NORBACK, J. Optimization and food formulations. Food Technol. 37: 733-80 (1983)
46. NYMAN, M.; Nylander, T.; Asp, N.G. Degradation of water soluble fiber polysaccharides in carrots after different types of processing. Food Chem. 47: 169-176. 1993.
47. Official Methods of analysis AOAC 15th Edition USA 1990. Cu.

48. Official Methods of analysis AOAC 16 th Edition, USA 1995.Se.
49. Official Methods of analysis AOAC 16 th Edition, USA 1995.Zn
50. OTTO, A. (1989). Sous vide or not sous vide? Prepared Foods. 158 (6), 38-39
51. PARROTS, M.E. and Thrall, B. Functional properties of various fibers: Physical properties. J. Food Sci. 43: 389-400-1978.
52. PASCAL, G.; Collet-Ribbin, C.Las perspectivas europeas sobre alimentos funcionales. Report of Institute for prospectives technological studies (IPTS Report). European Commission. 1998.
53. PFEIFFER, C.M. Rogers, L.M. & Gregory, J.F. ; III (1997) J. Agric. Food Chem.
54. PLATT S.R. and Clydesdale F.M Mineral binding characteristics of lignin, guar gum, cellulose, pectin and neutral detergent fiber under simulated duodenal pH conditions. J Food Sci. 52:1414-1419.- . 1987.
55. POEHLMAN e,t. Energy expenditure and requirements in aging humans. Am Ins. Nutr.; 2057-65.- 1992.
56. PORRETA, S. Modern Approaches to Food Quality Control. International Food Ingredients, Número 5, 52-57.(1994)
57. PROOP, S. Una comparación entre los mercados de alimentos funcionales en la Unión Europea, Estados Unidos y Japón. Report of Institute for Prospective Technological Studies (IPTS Report). European Commission. 1998.
58. Quezada, H. Alimentos funcionales. Industria de Alimentos. pp 17-18.1998.
59. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Diario Oficial de la República de Chile. Decreto N° 977. Ministerio de Salud. Mayo, 1997.).

60. ROWAN, C. Functional phenomens. Food Ingredients. 1: 27-28.- 1999
61. RUZ. M; "Nutricion y salud"; Dpto. Nutricion,Nutricion básica Pag 103.1996
62. SCHEIDER, E.L.; Vining, E.M.; Hadley, E.C., et al.: Recommended dietary allowances and the health of the elderly. N Engl J Med, 1986; 314:157-160.
63. SCHELLEKEN, W. and Martens, TT. Sous Vide: State of the art (Publication EUR 15018 EN) ALMA, Leuven, Belgium.- (1992).
64. SCHUTZ, H. "Multiple Regresión Approach to Optimization". Food Technology. Vol 37 (11), 46-48. (1983)
65. SCHWEIGERT, B.B. The food ingredients dilemma in the modern marketplace. Food Technol. 38(1): 54-56 (1984)
66. SCIENTIFIC American Vol 255.N3 pp 51-64 1976
67. SOWBHAGYA C.M., Ramesh B.S. and Zakiuddin Ali S. Hydration, swelling and solubility behavior of rice in relation to other physicochemical properties. J Sci Food Agric 64:1-7. 1994.
68. SOZULSKY, F.W. and Cadden, A.M. Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. J. Food Sci.1472-1477. 1982.
69. STAUFFER, K.R. and Anadon, S. A.Comparison of the functional properties of two grades of gum tragacanth. Food Technol. (4): 48-51. . 1995.
70. STEVENSON, A.; Buchanan, C.J. and Eastwood M.A. Does the methods of drying a hydrate of non starch polysaccharides affect in vitro analysis to predict physiological functions? J. Sci. Food Agric. 66: 111-116.- 1995.
71. STORY J.A., White A. and West L.G. Adsorption of bile acids by components of alfalfa and wheat bran in vitro. J Food Sci 47:1276-1279.- 1982.

72. SUTER, P.M.; Golner, B.B.; Goldin B.R.; Morrow, F.D.; Rusell, R.M.: Reversal of protein bound vitamin B12 malabsorption with antibiotics in atrophic gastritis. *Gastroentero*; 101:1039-45.- , 1991.
73. SWIENTEK, R. J. (1989). Sous vide - Refrigerated up-scale food in vacuum pouch. *Food process*. 51, (6). 34, 36, 38-40.
74. TABLA de composición química de alimentos ecuatorianos.
75. TOMOMATSU H. Health effects of oligosaccharides. *Food Technol*. 10: 61-64.- 1994.
76. TORRE M., Rodríguez A.R. Saura-Calixto F. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr*. 30:1-22.- 1992.
77. VAN den Broeck, A. Functional Foods: The Japanese approach. *Food Ingredientes* : 4-9.- 1993
78. VELLAS, B.; Baalas, D.; Moreau, J.; Ribet, A.; Exocrine pancreatic secretion in the elderly *Int J Pancreatol*6:497-502.- , 1988.
79. Web el Portal de la Alimentación. “La inulina y la oligofruktosa favorecen el bienestar general” 2004.
80. Wittig de Penna, E. (1981). Evaluación Sensorial, una Metodología Actual para Tecnología de los Alimentos. Talleres gráficos USACH. Santiago.
81. ZHANG J.X., Lundin E., Hallmans G., Adlercreutz H., Anderson H., Bosaeus Y., Aman P., Steling R. and Dahlgren S. Effect of rye bran on excretion of bile acids, cholesterol, nitrogen and fat in human subjects with ileostomies. *Am J Clin Nutr*. 59:389-394. 1994.



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO DE CHILE



C E R T I F I C A D O

Claudio Romo Romo, Director del Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CECTA), certifica que la señora **Dolores Zambrano Cornejo**, ha realizado practica en los laboratorios de este Centro ubicados en las ciudades de Santiago y Llanquihue desde el **17 Junio al 7 de julio del 2007**

El tema a tratar ha sido "Tecnología Sous Vide" el cual fue elegido, como tesis de su Magíster y supervisada por la docente y Directora del Laboratorio de Llanquihue MSc Maria Elena Solís.

Se concede el presente certificado para los fines que la alumna estime conveniente.

Santiago, 7 de julio del 2007

DR. CLAUDIO ROMO ROMO
DIRECTOR /CECTA











