



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TITULO

**ELABORACION Y CARACTERIZACION DE UN "SNACK" A BASE
DE BETARRAGA Y ZANAHORIA**

PATRICIA ALEXANDRA ROJAS TORTOSA

SANTIAGO-CHILE

2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**ELABORACION Y CARACTERIZACION DE UN “SNACK” A BASE DE
BETARRAGA Y ZANAHORIA**

**ELABORATION AND CHARACTERIZATION OF A TABLE BEET- AND
CARROT-BASED SNACK**

PATRICIA ALEXANDRA ROJAS TORTOSA

SANTIAGO – CHILE
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**ELABORACION Y CARACTERIZACION DE UN “SNACK” A BASE DE
BETARRAGA Y ZANAHORIA**

**Memoria para optar al título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Agroindustria**

PATRICIA ALEXANDRA ROJAS TORTOSA

PROFESORES GUÍAS

CALIFICACIONES

Sr. Marco Schwartz M.
Químico, M. Sc, Dr.

6,7

Srta. Marcela Sepúlveda L.
Ingeniero Agrónomo

7,0

PROFESORES EVALUADORES

Sr. Italo Chiffelle G.
Bioquímico, Dr.

6,8

Sr. Nelson Díaz P.
Profesor de Biología y Ciencias, Dr.

6,0

SANTIAGO - CHILE
2012

AGRADECIMIENTO

Expreso mis agradecimientos al Proyecto INNOVA-CORFO (07CT91ZM-31) por el financiamiento otorgado a lo largo de la investigación y a todas aquellas personas que fueron parte de mi formación profesional.

A mis profesores guías Dr. Marco Schwartz y Marcela Sepúlveda por el compromiso, la constancia y la entrega a lo largo de todo este periodo y sobre todo por haber otorgado el apoyo necesario cada día. Al profesor Italo Chiffelle por su ayuda incondicional y brindar con sus conocimientos un aporte en el desarrollo de la investigación.

Quisiera agradecer por la asistencia prestada a Tanía Valenzuela, Rosita Figueroa, Julia Muñoz y a mi estimada “Lucy”, a todas ellas por haber sido mis compañeras, consejeras y salvavidas. También a Nicolás Jara y Claudia Jorquera por la ayuda brindada.

A mis compañeros y amigos, pero en especial a Millaray Meza, Myriam Toro, Daniela Salazar, Bárbara Araya, María Belén Rivera y a mi otra mano María Fernanda Méndez por su apoyo incondicional, por su amistad y sobre todo por haber depositado en mí su cariño.

A mi familia, por haber sido la viga que sostiene todo, por la fe, por la palabra y por su infinito amor. Marta Tortosa, Patricio Rojas, Gabriela Rojas y Camila Rojas muchas gracias por ser parte no sólo de esto, sino de mi vida.

Finalmente quiero agradecer a mi “gran compañero” Felipe Galdames por no soltar nunca de mi mano, por seguir construyendo sueños y por generar puentes en el cielo, por su constancia, entrega y amor.

INDICE

RESUMEN	1
Palabras claves	1
ABSTRACT	2
Key words	2
INTRODUCCIÓN	3
Objetivo	5
MATERIALES Y METODOS	6
<i>Materiales</i>	6
<i>Métodos</i>	7
Elaboración del “snack”	7
Selección de la materia prima	7
Lavado	7
Pelado	7
Trozado	7
Escaldado	8
Enfriado	8
Drenado	8
Secado: tratamientos S-SS y S-CS	8
Secado: tratamientos F-SS y F-CS	9
Cubierta de maltodextrina: tratamientos F-SS y F-CS	9
Fritura: tratamientos F-SS y F-CS	9
Envasado	9
Análisis de la materia prima	10
Humedad	11
Sólidos solubles	11
pH	11
Color	11
Análisis químico	11
Humedad	11
Proteínas	11
Lípidos	11
Cenizas	12
Fibra cruda	12
Extracto no nitrogenado	12
Fibra dietaria	12

Polifenoles totales	12
Actividad de agua	12
Análisis microbiológico	12
Recuento hongos y levaduras	12
Recuento total de mesófilos	12
Determinación de coliformes	13
<i>Salmonella</i>	13
Análisis sensorial	13
<i>Análisis estadístico</i>	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
<i>Caracterización de la materia prima</i>	14
<i>Características físicas y químicas del “snack” de zanahoria y betarraga</i>	15
Contenido de humedad y A _w	15
Contenido de lípidos, proteínas, fibra cruda, ENN y cenizas	16
Contenido de fibra dietaria	18
Concentración de polifenoles	19
<i>Análisis Microbiológico del producto final</i>	20
Recuento total de Microorganismos aerobios mesófilos (RAM)	20
Recuento de coliformes	20
Recuento de levaduras y mohos	20
<i>Salmonella</i>	21
<i>Evaluación sensorial del “snack”</i>	21
Test de calidad	21
Análisis estadísticos	21
Color	22
Aroma Típico	22
Sabor Característico	22
Textura	22
Calidad Total	22
Aroma Extraño.	23
Sabor Extraño	23
Sabor Rancio	23
CONCLUSIONES	24
BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXO	30
APÉNDICE	31

RESUMEN

Se desarrollaron “snacks” de zanahoria y betarraga, que se caracterizaron por su textura crujiente y con un buen sabor. Para ello, a estos vegetales se les eliminó gran parte de su contenido de agua, hasta alcanzar de 2 a 4% de humedad, por secado con aire caliente forzado y en algunos casos, friéndolos adicionalmente. A la mitad de las muestras se les incorporó sal común, luego del escaldado, con el objeto de verificar si mejoraba su palatabilidad. Para ambas hortalizas se aplicaron los siguientes 4 tratamientos: secado sin sal (S- SS), secado con sal (S-CS), secado y frito sin sal (F-SS), secado y frito con sal (F-CS).

Los snacks resultaron ser saludables por representar un alto aporte en fibra dietaria cercana al 50 % y en antioxidantes, medidos como polifenoles. En el caso de aquellos que fueron fritos, el contenido de estos compuestos, duplicó al de aquellos que sólo fueron secados. En términos sensoriales, el “snack” mejor evaluado fue F- SS, aunque el resto también gozó de las preferencias de los catadores. Por otro lado la reducida actividad de agua (a_w 0,51 a 0,56) asegura la estabilidad microbiológica.

Palabras claves

“Snack”

Secado por aire

Fritura

Polifenoles

Fibra dietaria

ABSTRACT

Table beet- and carrot-based snacks characterized by crunchy texture and appealing taste were elaborated. For this purpose, much of the water content of the vegetables was removed until reaching 2 to 4% moisture by forced hot air drying and, in some cases, by further frying. After blanching, sodium chloride was added to half of the samples in order to verify if it improved their palatability. For both vegetables, the following four treatments were applied: drying without salt, drying with salt, drying and frying without salt, and drying and frying with salt.

The snacks proved to be healthy for their high supply of dietary fiber (near 50%) and antioxidants, measured as polyphenols. In fried snacks, the content of these compounds doubled that of just-dried snacks. In sensory terms, the better snack was the one fried without salt, although the other snacks were also preferred by tasters. On the other hand, the reduced water activity (a_w 0.51 to 0.56) ensures microbiological stability.

Key words

Snacks

Air drying

Frying

Polyphenols

Dietary fiber

INTRODUCCIÓN

En Chile cerca de 1 millón 700 mil niños y adolescentes tienen sobrepeso y obesidad considerándose una alta prevalencia en escolares de educación básica (JUNAEB, 2011). Adicionalmente, estudios señalan que los menores con sobrepeso son más susceptibles a tener problemas psicológicos y que estos se prologan en la adultez, junto con ello la obesidad persistente en la infancia se asocia con un estilo de vida que favorece el desarrollo de enfermedades: cardiovasculares, diabetes, osteoartritis, cáncer de mama y digestivo, desordenes de la piel, agravamiento de enfermedades reumáticas, problemas respiratorios e hipertensión entre otras (Edmunds *et al.*, 2001). Es por ello que es necesario generar políticas públicas que permitan disminuir la prevalencia de obesidad en preescolares (Ministerio de Salud, 2011)

El aporte nutricional de los alimentos ha demostrado efectos directos en la salud humana, es así como el consumo de frutas y hortalizas representan una fuente importante de antioxidantes los cuales pueden contribuir en la protección contra enfermedades crónicas (Alarcón *et al.*, 2009). Entre aquellos factores protectores, se encuentran los carotenoides, la vitamina C y la fibra (Olson *et al.*, 1998). En este sentido la fibra dietaria puede disminuir el colesterol sanguíneo, por lo que podría disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes; también, se la asocia a la disminución del riesgo de cáncer de intestino grueso por la alteración del metabolismo de ácidos biliares, aumento del bolo fecal y descenso del tiempo de tránsito intestinal (Jacobs *et al.*, 1999). Otras investigaciones que han examinado los patrones de alimentación de poblaciones muestran que una elevada ingesta de alimentos ricos en vitamina C, podría reducir el riesgo de cáncer en la boca, faringe, esófago, estómago, pulmón y páncreas (Ausnam, 1999).

Basado en lo anterior es que la industria de los alimentos en Chile, acorde con las tendencias que se observan en el consumo en los países desarrollados y emergentes, deben orientar su producción hacia el desarrollo de alimentos saludables (Schwartz, 2011)¹. Y la preocupación por la salud de los escolares debe ser objeto de una debida atención.

Los escolares tradicionalmente han consumido “snacks” que se caracterizan por su alto contenido en sacarosa, cloruro de sodio y/o grasa, motivados por su formato, textura, sabor, disponibilidad, bajo precio y por las agresivas campañas publicitarias de las empresas productoras. También se ha gestado la innovación de aquellos productos ya existentes como es el caso de ciertos “snacks” o “bocadillos” cuya orientación inicial era hacia la satisfacción de los sentidos en horarios entre comidas, siendo su principal cualidad un buen sabor y textura, es por ello que inicialmente se les denominó alimentos basura (Estévez, 2001). Sin embargo hoy la gama es amplia y las propiedades alimenticias en ellos se basan en la materia prima y en el proceso de obtención de estos, permitiendo así la elaboración de

¹ Comunicación personal, Dr. Marco Schwartz. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas.

productos con cualidades nutricionales diversas, como se ha demostrado en estudios con manzanas deshidratadas y su disminución en las infecciones en niños (Bennár *et al.*, 2009). Además de gozar de la aceptación sensorial (Cornejo *et al.*, 2008; Quitral *et al.*, 2011; Kern *et al.* 2011) y brindar un buen aporte en antioxidantes (Kern *et al.*, 2011).

Las exigencias del consumidor se orientan hacia una comida variada y atractiva, de preparación y consumo rápido, que aporte nutrientes suficientes y donde el aspecto y la textura tengan un atractivo que saque de la monotonía que siempre acompaña a la alimentación habitual (Vílchez, 2005). La formulación de “snacks” a base de hortalizas, representa una atractiva opción, ya que para niños en edad escolar la incorporación de estos alimentos frescos no se considera dentro de sus preferencias, por lo que el cambio en la presentación podrían gatillar un aumento en el consumo (Bustos y Olivares, 2006). Barton (2004) indica que estudios realizados en Canadá confirman que la presentación de frutas en forma de “snack” fue una de las claves en el aumento del consumo de productos frescos. En general se indicó que habría aumentado en un 25% el consumo de fruta en este formato en cinco años. El mayor aumento se presentó en las casas con hijos menores de seis años que registraron un aumento de 38%.

En Chile las hortalizas presentan un bajo costo y su disponibilidad se extiende a lo largo del año, con una superficie total de 80.277 hectáreas cultivadas, concentradas en la zona central del país (ODEPA, 2011). La utilización de frutas y hortalizas deshidratadas es frecuente, debido fundamentalmente a sus características como señalan Ellis y Yahia (2002). Sin embargo la selección de la materia prima dependerá de ciertas características definidas. En zanahoria se espera un alto contenido de sólidos solubles, una alta concentración de carotenos que explica su color anaranjado, ausencia de color verde en la zona de raíz, gran tamaño y uniforme, junto con presentar una forma cilíndrica definida (González, 2007). En betarraga esta debe ser redonda o achatada según la variedad, con un diámetro cercano a los 8cm y peso de 150 g, de color morado intenso en el exterior y lo más homogéneo en el interior (Krarup *et al.*, 2008).

El proceso de deshidratación tiene por objeto la eliminación de agua del producto (Ayala y Ochoa, 2005), lo que conlleva una disminución en la actividad de agua (A_w) a niveles tales que puede inhibir la proliferación de microorganismos según señalan autores (Flores *et al.*, 2006), a su vez existe una reducción de volumen. Autores sostienen que la extracción de agua desde el interior provoca que la estructura celular sufra tensiones, teniendo un efecto en la reducción de sus dimensiones y una variación en la forma del alimento (Mayor y Sereno, 2004). Por esta razón, la importancia del secado en alimentos representa una disminución en costos de transporte, además de un manejo más sencillo ya que no es necesaria su refrigeración o añadir conservantes para mantenerlos en buen estado antes de su consumo (Toledo, 1994).

El aumento de temperatura sería responsable de la degradación de productos químicos en los alimentos; para zanahoria estas pérdidas se basan en la disminución de carotenos (Rodríguez-Amaya, 1999) el mismo fenómeno se observa en betarraga con betalaina y betaxantinas (Belén *et al.*, 2002). Por ello, el secado se acompaña de procesos como

escaldado que si bien puede reducir el contenido de estos en forma inicial, evita pérdidas posteriores y mayores durante el procesamiento y almacenamiento (González, 2007). Basado en lo anterior la temperatura y la velocidad de deshidratación se consideran fundamentales, ya que no solo se refiere a pérdidas nutricionales, sino también ejercen un efecto determinante sobre la textura de los alimentos. Por lo general, las velocidades de deshidratación rápidas y las temperaturas más elevadas provocan mayores cambios, que velocidades de deshidratación más lentas y temperaturas más bajas (Cañizares *et al.*, 2007).

En cuanto a la eliminación de agua del producto se puede llevar a cabo basado en diversas labores, es el caso de la fritura, la cual se considera una labor de secado que incluye un proceso de transferencia de calor, que se logra en un periodo corto, además el medio utilizado pasa a formar parte significativa del producto, también se generan diversas texturas en la superficie del producto existiendo a su vez cambios en el color (Lawson, 1999). Una de las principales características de grasas y aceites es que juegan un papel fundamental en términos sensoriales y funcionales, ya que son responsables de realzar el sabor de otros ingredientes, así como el desarrollo de la textura y palatabilidad característica de los alimentos fritos, además brindan una fuente de energía por su contenido de vitaminas solubles y ácidos grasos esenciales como el linoleico (Moreira *et al.*, 1999).

Se presume que un menor contenido de humedad en el producto, especialmente en aquellas capas externas, resulta menor evaporación de agua por lo tanto en menor porosidad interna donde ubicar el aceite absorbido. Existen diversos métodos para disminuir la absorción de aceite como la fritura al vacío, el recubrimiento del alimento con películas especiales, como por ejemplo la metilcelulosa, la carboximetilcelulosa e hidroxipropilmetilcelulosa (Altonaga, 2007).

Objetivo

Elaborar y caracterizar física, química y sensorialmente un “snack” a base de zanahoria y betarraga.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Esta investigación se llevó a cabo en los laboratorios del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas y del Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. El análisis sensorial se desarrolló en dependencias del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile.

Se utilizaron para la elaboración del “snack” zanahoria, variedad *Chantenay* y betarraga, variedad *Detriot dark red*. Estas fueron adquiridas en la línea de supermercados LIDER, basadas en rasgos determinados de humedad, sólidos solubles, color y pH. Para su caracterización se empleó estufa THELCO model 18, refractómetro Zeis Opton calibrado a 20° C, colorímetro de reflectancia Minolta modelo CR- 200b y potenciómetro marca Fischer Accumet modelo 210, respectivamente.

Para la preparación de las láminas de hortalizas se utilizó una rebanadora marca Onion. La deshidratación se realizó en un sistema de túnel de secado de bandeja convectivo con aire forzado cuya velocidad fue 3,76 m/s y para aquellos productos fritos se utilizó aceite vegetal de maravillas Miraflores alto oleico (6%) junto con maltodextrina Mor Rex 1910 empresa Inducorn (8-12 DE). El envasado se llevó a cabo en selladora Comercial Maquinet, con control de vacío, el material empleado fue film de polipropileno biorientado metalizado de baja temperatura de sello, compuesto de una capa metalizada, una capa central y otra no tratada termosellable, lo cual aseguró una barrera al vapor de agua, al oxígeno y a la luz. Se caracterizó por tener permeabilidad al vapor de agua de 0,2 g/m²d, al oxígeno de 30 cm³/m²d y un espesor de 20 μm (Sigdopack, 2011).

En el caso de las mediciones posteriores referentes al producto ya terminado, se dispuso de mufla HERAEUS para determinar cenizas, estufa THELCO model 18 para humedad, Espectrofotometro Lambda 25 marca Perkin Elmer para polifenoles, equipo Lufft modelo 5803 para actividad de agua.

Métodos

Los tratamientos consistieron en diferentes técnicas en la elaboración de “snack” el cual correspondió a una mezcla de betarraga y zanahoria, como se señala en el Cuadro 1. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con estructura factorial (2x2), es decir se dispuso de dos factores (variables independientes), el primero referido al proceso, ya sea secado por aire y secado más fritura, y el segundo, la adición de cloruro de sodio (NaCl). La unidad experimental fue 70g de “snack” ya elaborado, compuesto en un 50% de zanahoria y otro 50% de betarraga.

Cuadro 1. Tratamientos para zanahoria y betarraga deshidratadas.

Tratamiento	Zanahoria y betarraga deshidratada
S-SS	Secado
S-CS	Secado, 2 g L ⁻¹ NaCl
F-SS	Fritura
F-CS	Fritura, 2 g L ⁻¹ NaCl

* S-SS: Secado sin sal; S-CS: Secado con sal; F-SS: Frito sin sal; F-CS: Frito con sal.

Elaboración del “snack”

Selección de la materia prima. Se seleccionó bajo condiciones óptimas de calidad basadas en un color uniforme y humedad cercana al 90% (Krarup, 2008). También se consideró pH y sólidos solubles. Se descartó aquel material que presentó daño físico.

Lavado. Previo al procesamiento se realizó la eliminación del follaje que no se consideró dentro de la fabricación del producto. Posteriormente se realizó un lavado superficial para eliminar aquel exceso de partículas resultantes de la cosecha. Una vez limpias fueron puestas en solución clorada (hipoclorito de sodio) 50ppm por 10 min, para así disminuir la carga microbiológica inicial.

Pelado. El pelado se realizó de forma manual, quitando la piel por completo. En esta etapa también se procedió a tomar muestras para la caracterización de la materia prima.

Trozado. Éste se efectuó en una rebanadora, obteniendo láminas de 3mm de grosor. En el caso de zanahoria el diámetro fue de 3cm y para betarraga 5cm.



Figura 1. Láminas de zanahoria (izquierda); láminas de betarraga (derecha).

Escaldado. Las rodajas fueron puestas en agua a 98°C, se consideró para ello 3 kg de hortaliza en 1L de agua. El tiempo fue de 3 min para ambas.



Figura 2. Escaldado de láminas de zanahoria (izquierda) y láminas de betarraga (derecha).

Enfriado. Se realizó por inmersión en agua fría a unos 8°C de temperatura, por 10 min, hasta que alcanzó una temperatura cercana a 15°C. En el caso de aquellos tratamientos con adición de NaCl, ésta se incorporó en el agua de enfriado.

Drenado. Para ello se dejó escurrir el exceso de agua adquirida durante el escaldado con un colador.

Secado: tratamientos S-SS y S-CS. Las láminas fueron puestas de manera homogénea sobre las bandejas de secado, luego se ingresaron al túnel de secado por aire forzado, cuya velocidad fue de 3,76 m/s a una temperatura de 60°C. El tiempo de secado empleado fue de

70 min para zanahoria y 80 min para betarraga hasta alcanzar una humedad final entre 2-5%, este tiempo se estimó previamente (Apéndice I). Posteriormente el producto fue envasado al vacío.



Figura 3: Láminas de zanahoria (izquierda) y betarraga (derecha) sobre bandejas de secado.

Secado: tratamientos F-SS y F-CS. Las láminas fueron puestas de forma homogénea en las bandejas de secado, posteriormente ingresaron al túnel de secado, donde se llevó a cabo su deshidratación, hasta obtener una humedad final de 45-50%. La velocidad del aire fue de 3,76m/s por 38 min para zanahoria y 33 min para betarraga, según el tiempo previamente estimado (Apéndice I).

Cubierta de maltodextrina: tratamientos F-SS y F-CS. La concentración fue de 41% p/p, la cual fue aplicada en frío, se dejó escurrir el exceso, posteriormente se realizó un secado superficial en el túnel de secado por 60 min a 60°C para una mejor absorción del producto. Luego el producto pasó al proceso de fritura. Previamente se evaluó Carboximetilcelulosa SIGMA y Carboximetilcelulosa PRINAL, sin embargo se consideró en el estudio Maltodextrina (8-12 DE).

Fritura tratamientos: F-SS y F-CS. Ésta se realizó en aceite vegetal a 110°C, por 10 s, luego se dejó escurrir para retirar el exceso por unos 40 min. Para ello se consideró 1 L de aceite para 500g de producto deshidratado.

Envasado. Las muestras se envasaron al vacío en bolsas de film de prolipropileno biorientado metalizado de 12x10 cm con un contenido total de 10g de producto compuesto de 5g de zanahoria y 5g de betarraga. Finalmente las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente (18-25°C).

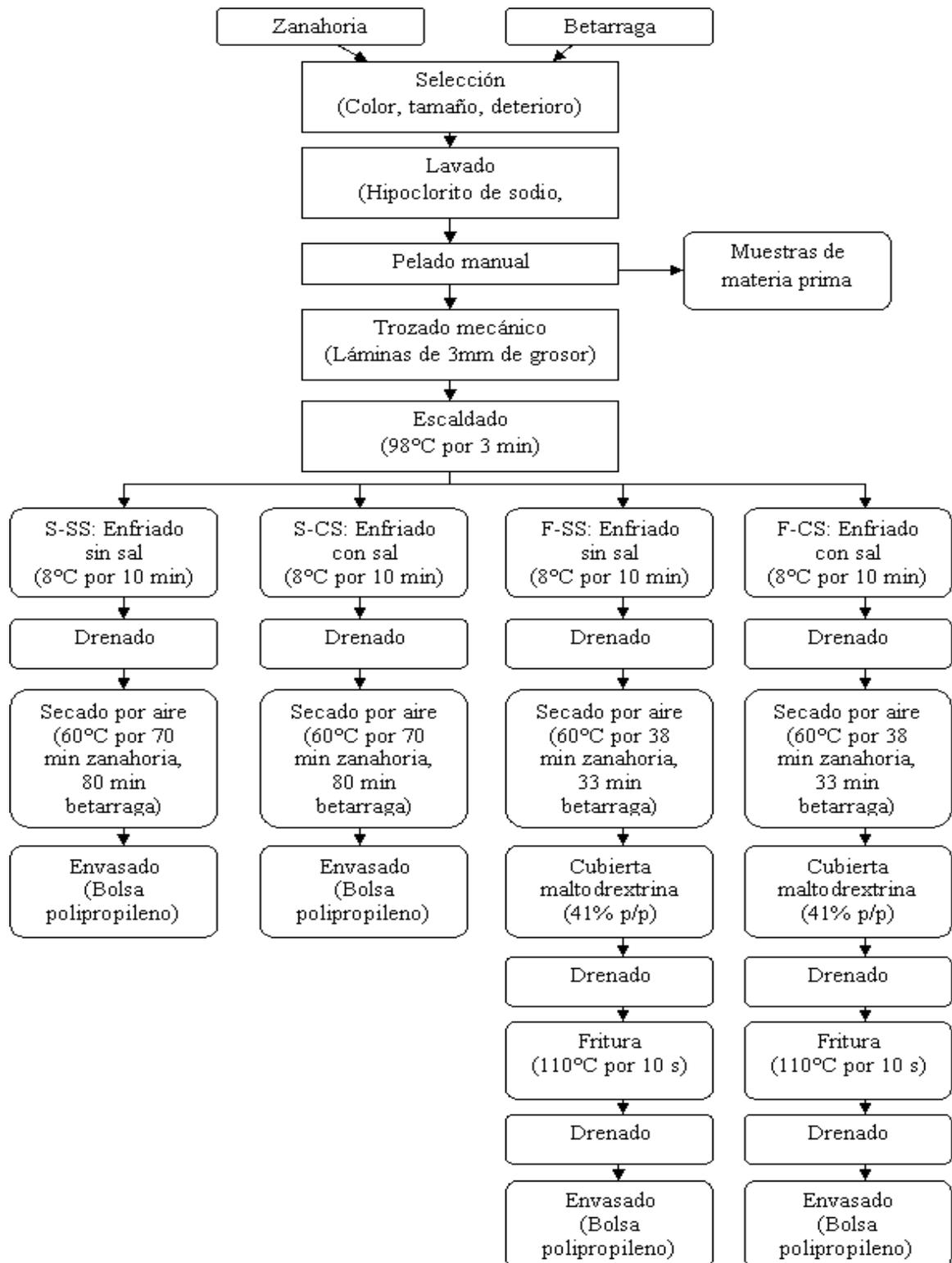


Figura 4. Diagrama de flujo de elaboración del “snack”.

Análisis de la materia prima

Se consideró una caracterización de la materia prima, para lo cual se evaluó el producto fresco una vez lavado y pelado.

Humedad. Se determinó por diferencia de peso entre la muestra húmeda y una vez que alcanza peso constante, esto como resultado del secado en estufa a 105°C (AOAC, 1998).

Sólidos solubles. La medición se llevó a cabo empleando un refractómetro según método descrito por AOAC (1998). Los resultados fueron expresados en °Brix.

pH. Su determinación se realizó a través de potenciómetro. El análisis se efectuó a una pulpa preparada del producto sólido.

Color. Para ello se utilizó un colorímetro. El modelo L*, a*, b* es un estándar internacional para la medición de color desarrollado por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE, por su sigla en francés), donde L* representa la luminosidad (medidas de L* varían entre 0 a 100), y a* y b* son dos componentes cromáticos (cuyos valores están comprendidos entre -120 y 120): el componente a*, que incluye las tonalidades verdes (valores negativos) y rojas (valores positivos); y el componente b*, que considera las tonalidades azules (valores negativos) y amarillas (valores positivos).

Análisis químico

Estos análisis se realizaron al “snack” ya elaborado, es decir para el producto sometido a secado por aire, fritura y adición de cloruro de sodio, según fue el tratamiento. Para ello se consideró la siguiente evaluación.

Humedad. Se determinó por diferencia de peso, esto como resultado del secado en estufa a 105°C de temperatura hasta alcanzar peso constante (AOAC, 1998).

Proteínas. Se desarrolló mediante método de Microkjeldahl (AOAC, 1998). Basado en la determinación de la concentración de nitrógeno presente en la muestra para luego ser transformado a través de un factor en proteína, el cual correspondió a 6,25.

Lípidos. Se llevó a cabo según el método de Soxhlet (AOAC, 1998). En este método el disolvente se calienta, volatiliza y condensa goteando sobre la muestra quedando cubierta

por el disolvente. Posteriormente este es sifoneado al matraz de calentamiento para empezar nuevamente el proceso. El contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso.

Cenizas. Se obtuvo a través de la incineración en mufla según método descrito por la AOAC (1998). En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre 550°C-600°C, el material que no se volatiliza a esta temperatura es lo que se conoce como ceniza.

Fibra cruda. Se determinó basada en el método gravimétrico (AOAC, 1998). La fibra cruda es la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio.

Extracto no nitrogenado. Se determinó por diferencia.

Fibra dietaria. Según método enzimático gravimétrico (Lee *et al.*, 1992), basado en la digestión enzimática con proteasa y amiloglucosidasa para remover proteínas y almidón, precipitación y posterior secado donde se determinó cenizas y proteínas del cual se obtuvo la fibra dietaria total por diferencia.

Polifenoles totales. Su obtención se realizó a través del método Folin-Ciocalteu (Bou-Rached *et al.*, 2008).

Actividad de agua. Se determinó con un medidor de actividad de agua. Las mediciones se realizaron a 20°C.

Análisis microbiológico

Basado en los requerimientos del Reglamento Sanitario de Alimentos para frutas y verduras desecadas o deshidratadas se realizaron los análisis que se describen a continuación (Anexo).

Recuento hongos y levaduras. Se llevó a cabo en medio papa dextrosa a 25° C por 5 días (Venegas, 1999).

Recuento total de mesófilos. Se empleó para ello medio de cultivo Plate-Count-Agar, a 37°C por 24-48 h (Venegas, 1999).

Determinación de coliformes. Se realizó un ensayo de presunción en el medio Caldo Lauryl Sulfato Triptosa (CLST), seguido de otro de confirmación de los tubos que han producido gas, para el cual se utilizó bilis verde brillante lactosa para comprobar presencia de coliformes (Venegas, 1999).

Salmonella. Se utilizaron distintos medios de cultivos los cuales serán un caldo nutritivo, caldo tetrionato, caldo selenito, agar Salmonella-Shigella (SS), agar TSI, agar LIA y agar MIO. Cada prueba se llevó a cabo a 37°C por 24-48 h (Venegas, 1999).

Análisis sensorial

Se efectuó una prueba descriptiva con un panel entrenado de 12 personas pertenecientes al INTA, en base a una escala descriptiva no estructurada de 15 cm (Apéndice II). Se midieron las siguientes características sensoriales: apariencia, color, aroma típico, aroma extraño, sabor característico, sabor extraño, sabor rancio, textura (Araya, 2006).

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados estadísticamente a través de ANDEVA utilizando el programa estadístico Minitab 16.1, y en caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos se realizó una prueba de rango múltiple de Tuckey, con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la materia prima

A continuación se presentan los resultados promedios de los análisis físicos y químicos realizados en zanahoria (Cuadro 2) y betarraga (Cuadro 3) usados en la investigación, junto con valores obtenidos en otros estudios realizados al producto en base húmeda.

Cuadro 2. Características físicas y químicas de zanahoria.

Parámetros	Variedad		
	Chantenay ¹	Chantenay ²	Chantenay-Ábaco ³
Sólidos solubles (°Brix)	9,22 ± 0,78	9	9
pH	6,4 ± 0,06	6,14	6,53
Humedad (g/100g)	88,25 ± 1,1	87,22	87,55
Color:			
L*	55,66 ± 2,26	50,78	
a*	23,37 ± 2,83	25,72	
b*	38,14 ± 3,07	40,85	

¹/Resultados obtenidos en el estudio correspondientes al promedio ± desviación estándar. ²/Real, 1997. ³/Barra, 2009.

Los resultados del Cuadro 2 muestran que los valores de sólidos solubles, pH y humedad son similares a los de la variedad *Chantenay* descritos por Barra (2009) y Real (1997). En el caso del color estos valores se asemejan a aquellos descritos por Real para la misma variedad.

Cuadro 3. Características físicas y químicas de betarraga.

Parámetros	Variedad	
	Detroit dark red ¹	Chata de egipto ²
Sólidos solubles (°Brix)	9,92 ± 0,57	10,12
pH	6,28 ± 0,12	6,28
Humedad (g/100g)	89,15 ± 2,85	88,9
Color:		
L*	20,8 ± 1,91	23,1
a*	18,26 ± 4,47	16,7
b*	2,81 ± 1,59	0,83

¹/ Resultados obtenidos en el estudio correspondientes al promedio ± desviación estándar. ²/ De Groote, 1999.

En el caso de betarraga (Cuadro 3) se observan valores semejantes para variedad *Detroit dark red* y *Chata de Egipto* utilizados para la elaboración de un producto deshidratado. Estévez y Figuerola (1973) señalan que para obtener un producto apto para ser deshidratado, la materia prima debe cumplir con ciertas características como un porcentaje de sólidos solubles entre 8 y 11%, presentar color anaranjado y sin desarrollo de corona en el caso de zanahoria.

De acuerdo a los datos en la literatura y los valores registrados (Cuadro 2 y 3), la materia prima utilizada en esta investigación, presenta características deseables para la deshidratación.

Características físicas y químicas del “snack” de zanahoria y betarraga

Contenido de humedad y A_w

En el cuadro 4 se observan los resultados obtenidos para humedad y actividad de agua (A_w) para cada uno de los tratamientos, basados en las variables utilizadas para su elaboración. En cuanto al contenido final de humedad se observan diferencias significativas, donde la variable determinante fue el formato del “snack”, ya sea secado o frito. La mayor humedad observada corresponde al tratamiento S-SS, seguido de S-CS, F-SS y F-CS.

La actividad de agua presenta un comportamiento similar al de humedad, donde se evidencian diferencias significativas para la totalidad de los tratamientos. La mayor actividad de agua se presenta en el tratamiento S-SS, seguido de S-CS, F-SS y por último F-CS.

Cuadro 4. Contenido final de humedad y actividad de agua para el “snack”.

Tratamiento	Humedad (g/100g muestra húmeda)	A_w
S-SS	3,95 ± 0,25 a	0,56 ± 0,01 a
S-CS	3,83 ± 0,31 a	0,54 ± 0,01 b
F-SS	2,78 ± 0,11 b	0,53 ± 0,00 c
F-CS	2,51 ± 0,19 b	0,51 ± 0,00 d

*S-SS: Secado sin sal; S-CS: Secado con sal; F-SS: Frito sin sal; F-CS: Frito con sal.

Los valores corresponden al promedio ± desviación estándar. Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$).

La fritura juega un rol importante en la disminución de la humedad final, ya que genera una pérdida de agua del alimento, la cual es liberada y sustituida en gran parte por aceite. Ésta se realiza a altas temperaturas por períodos cortos de tiempo (Escobar, 2001). Esto coincide con la pérdida rápida de humedad que experimenta el alimento, donde disminuye abruptamente el contenido de agua en comparación con aquellas hortalizas secadas por aire, cuyos periodos de deshidratación son más prolongados.

La adición de sal no se considera un factor estadísticamente significativo como se evidencia en el Cuadro 4, sin embargo se ve que el contenido de humedad fue mayor en aquellas hortalizas sin utilización de ésta. Estudios demuestran que la adición de NaCl tiene un efecto directo en la humedad final, relacionado con la incorporación al producto de ésta. Pretratamientos en la deshidratación de alimentos conllevan a una disminución en el contenido de humedad, ya que, involucra la salida de vitaminas y pigmentos solubles desde los tejidos y simultáneamente una impregnación de solutos en los mismos. Esto ocurre al sumergir la matriz biológica en una solución acuosa hipertónica de sales, azúcares, alcoholes, o la mezcla de ellas (León, 2007).

La pérdida de agua y la velocidad de secado aumentan con el incremento de la concentración de la solución osmótica, ya que, la actividad de agua de la solución decrece con un aumento en la concentración de solutos (Della, 2010). Evidencias de esto sugieren que estos ayudan a la difusión de agua durante el secado disminuyendo por consecuencia el tiempo de éste (Cornejo y Guzmán, 2008). No obstante otros estudios demuestran que tratamientos previos no afectan esta velocidad para alcanzar la humedad deseada en el producto final (Alvarado, 2006).

El cuadro 4 indica que existen diferencias estadísticas significativas para A_w por efecto de la variación de humedad y la adición de sal. En relación a los procesos implicados en el desarrollo del snack la fritura presenta valores inferiores de A_w , esto debido a las pérdidas de agua libre que genera el proceso, como resultado del intercambio entre el producto y el medio (Escobar, 2001). En cuanto al secado por aire presenta un mayor contenido final de humedad en comparación con aquellos tratamientos sometidos a fritura, lo cual responde directamente en un mayor valor de A_w .

Contenido de lípidos, proteínas, fibra cruda, ENN y cenizas

A continuación en el cuadro 5 se señalan los resultados obtenidos en el estudio, expresados en g/100 g muestra húmeda, para lípidos, proteínas, fibra cruda, cenizas y ENN. El contenido de lípidos es diferente para la totalidad de los tratamientos, siendo este mayor en el tratamiento F-SS seguido de F-CS, S-SS y S-CS. Estas variaciones están relacionadas con el proceso de elaboración del snack, debido a la utilización de aceite vegetal y adición de sal, es decir la fritura otorgó un incremento en el contenido total de lípidos y la sal generó una disminución en este valor.

El contenido de proteínas presenta diferencias significativas entre aquellas hortalizas secadas por aire y aquellas sometidas a fritura, siendo los valores superiores en aquel producto secado e inferiores para aquel producto frito. La adición de sal no tiene efectos considerables en el valor final, siendo S-CS el tratamiento con mayor contenido para este parámetro, seguido de S-SS, F-SS y F-CS.

La fibra cruda obedece a una conducta similar a proteínas, siendo mayor en aquellos tratamientos secados y menor en aquellos fritos. El uso de sal no tiene efecto estadístico

significativo sobre el contenido final de ésta. En relación a los valores, el mayor corresponde al tratamiento S-CS, seguido de S-SS, F-CS y F-SS.

El contenido final de ENN se ve afectado por el proceso de elaboración de manera similar a proteínas y fibra cruda, evidenciándose mayor concentración para aquellas hortalizas secadas y menor para aquellas fritas. La adición de sal no tuvo efecto significativo en este parámetro. El mayor contenido se observó en el tratamiento S-CS, seguido de S-SS, F-CS y F-SS.

En cuanto al contenido de cenizas también se observa que el proceso de elaboración tiene un efecto significativo, siendo mayor en aquellos tratamientos secados y menor en aquellos fritos. El más alto contenido corresponde a S-CS seguido de S-SS, F-CS y finalmente F-SS.

Cuadro 5. Contenido final de lípidos, fibra cruda, ENN y cenizas para el “snack”.

Tratamiento	Lípidos	Proteínas	Fibra cruda	Cenizas	ENN
(g/100g muestra húmeda)					
S-SS	1,64 ± 0,06 c	5,72 ± 0,23 a	8,00 ± 0,52 a	4,86 ± 0,18 a	78,35 ± 0,42 a
S-CS	1,33 ± 0,09 d	5,81 ± 0,07 a	8,42 ± 0,24 a	5,18 ± 0,66 a	79,48 ± 0,67 a
F-SS	19,60 ± 0,34 a	2,91 ± 0,28 b	6,31 ± 0,10 b	1,23 ± 0,08 b	67,15 ± 0,39 c
F-CS	15,96 ± 0,41 b	2,82 ± 0,45 b	6,60 ± 0,43 b	1,76 ± 0,04 b	70,31 ± 0,40 b

*S-SS: Secado sin sal; S-CS: Secado con sal; F-SS: Frito sin sal; F-CS: Frito con sal. ENN: Extracto no nitrogenado obtenido por diferencia. Los valores corresponden al promedio ± desviación estándar. Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística (p<0,05).

En relación a los tratamientos F-SS y F-CS el proceso de secado previo causa alteraciones en los tejidos. Este proceso trae consigo la modificación macroscópica más evidente: contracción y deformación. La pérdida de agua y la separación de los componentes que ocurren durante el secado pueden provocar rigidez, daño y alteración de las paredes celulares, e incluso el colapso del tejido celular. Estos cambios se asocian con la reducción del volumen del producto y con una tendencia a la formación de poros (Moyano y Pedreschi, 2006). Como consecuencia del secado previo el producto disminuye su porcentaje de humedad, por lo tanto, esto permite reducir el contenido de absorción de aceite en la fritura posterior, debido a la formación de una costra superficial que actúa como barrera a la entrada de aceite (Talbert, 1987). Por lo tanto, el escaldado y el secado junto con una cubierta de maltodextrina producen un menor contenido final de lípidos comparando con los valores propuestos para rebanadas de papas fritas las cuales se encuentran alrededor del 35% (Lucas *et al.*, 2011) por lo cual los valores obtenidos en el estudio se encuentran por debajo de los señalados.

De Meulenaer *et al.*, (2008) señalan que la utilización de aditivos como NaCl o CaCl₂ no solo reducen el contenido final de acrilamida en papa sino que disminuyen la absorción de aceite durante la fritura, dando lugar a productos bajos en grasa, por lo se puede asociar a esto la disminución en los valores, según los resultados obtenidos para S-CS y F-CS.

Según Pokorny (1998) la fritura involucra modificaciones en las proteínas, fundamentalmente por la desnaturalización de éstas, quedando la cadena polipeptídica reducida a un polímero sin ninguna estructura tridimensional fija. De ahí que cualquier factor que modifique la interacción con el disolvente disminuirá la estabilidad en disolución y provocará la precipitación de la proteína lo cual podría generar las diferencias observadas entre los tratamientos secos y fritos.

Los resultados de cenizas indican la cantidad de materia inorgánica que pudiera tener el “snack”. En el caso del tratamiento S-CS este aumento se debe a la adición de NaCl, un producto inorgánico, y se ve reflejado en los resultados, de igual forma se observa para F-CS. Real (1997) asocia esta conducta al bajo peso molecular que presenta el cloruro de sodio, por lo cual su ingreso al tejido no presentaría inconvenientes.

Estudios en arracacha y papas señalan un efecto en la disminución en el contenido de cenizas debido al escaldado, por efecto de la lixiviación de minerales (Noguera y Pacheco, 2000; Díaz *et al.*, 2004). Sin embargo existe una pérdida adicional en la fritura, lo cual podría asociarse a la alta temperatura lo cual afectaría directamente el contenido de minerales.

El extracto no nitrogenado (ENN) responde a la variación resultante de los parámetros humedad, lípidos, proteínas, fibra cruda y cenizas, los cuales presentan mayores concentraciones en aquellos tratamientos solo sometidos a secado. Por cuanto a la fritura se utiliza temperatura más alta lo que podría provocar una difusión de estos nutrientes al aceite.

Contenido de fibra dietaria

En el Cuadro 6 se detalla el contenido de fibra dietaria para los diferentes tratamientos, observándose que no existen diferencias significativas en ninguno de ellos. Esto implica que no hay efecto del proceso de elaboración de “snack” ni de adición de NaCl.

Cuadro 6. Contenido final de fibra dietaria, insoluble y soluble para el “snack”.

Tratamiento	FDT	FDI	FDS
	(g/100g muestra húmeda)		
S-SS	55,32 ± 3,23 a	37,15 ± 1,65 a	18,17 ± 1,58 a
S-CS	54,76 ± 0,52 a	39,35 ± 1,78 a	15,41 ± 1,25 a
F-SS	54,72 ± 4,34 a	41,05 ± 2,44 a	13,67 ± 1,89 a
F-CS	54,6 ± 0,69 a	40,3 ± 1,72 a	14,3 ± 1,032 a

*S-SS: Secado sin sal; S-CS: Secado con sal; F-SS: Frito sin sal; F-CS: Frito con sal.

Los valores corresponden al promedio ± desviación estándar. Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística (p<0,05).

Todos los productos presentan un contenido promedio de fibra dietaria total cercanos al 55%, representada por polisacáridos, oligosacaridos, lignina entre otras (Román, 2004).

Los valores de la Organización Mundial de la Salud y los códigos europeos contra cáncer y enfermedades fijan una cantidad mínima de 30g de fibra por persona al día, de la cual al menos el 30% debe ser fibra soluble (Milo, 2004), equivalente al consumo de 55 g del “snack”. Por lo cual todos los productos son una buena fuente de fibra dietaria.

Concentración de polifenoles

El contenido de polifenoles de los “snacks” se muestra en el cuadro 7, existiendo diferencias significativas en los tratamientos. Se produce un aumento de los valores para aquellos tratamientos sometidos a fritura, siendo F-SS el más alto, seguido de F-CS. Para estos dos la adición de sal no afectaría significativamente la concentración final de polifenoles. En cuanto a aquellos tratamientos sometidos solo a secado previo, se observan valores inferiores, siendo mayor en S-SS. En estos casos hay un efecto en la utilización de sal, presentando una disminución cercana al 50%. Los tratamientos S-SS y S-CS tienen aproximadamente un 60% menos de polifenoles que los fritos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Contenido final de polifenoles para el “snack”

Tratamiento	mg AGE/100g muestra húmeda
S-SS	91,61 ± 10,29 b
S-CS	43,46 ± 5,17 c
F-SS	235,49 ± 2,52 a
F-CS	226,35 ± 18,82 a

* S-SS: Secado sin sal; S-CS: Secado con sal; F-SS: Frito sin sal; F-CS: Frito con sal. AGE: expresado como Ácido Gálico. Los valores corresponden al promedio ± desviación estándar. Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$).

El proceso de elaboración del “snack” representa un factor de variación fundamental en este estudio, evidenciando diferencias estadísticas significativas. En otros, realizados en manzana y plátano se señala que el secado convectivo parece no tener efecto en la degradación de compuestos antioxidantes (Achaerandio *et al.*, 2008). Sin embargo comparando aquellos tratamientos sometidos a fritura con los secados solo por aire, en los fritos se observa un aumento en el valor, por lo que se podría atribuir este aumento al aceite utilizado en la elaboración.

Pokorny (1998) sostiene que existen pérdidas moderadas en la fritura en cuanto al contenido de fenoles, por lo que la adición de maltodextrina utilizada en este estudio podría otorgar un efecto protector, frente a la pérdida de dichos compuestos.

Análisis Microbiológico del producto final

Es importante señalar que el alto contenido de sólidos solubles unido a una baja actividad de agua asegura la estabilidad y la autoconservación del producto, basado en que evita el desarrollo de reacciones químicas responsables del deterioro y de microorganismos que puedan ser una amenaza a la salud del consumidor (Vílchez, 2005).

El análisis se efectuó al tercer día después de su elaboración para la totalidad de los tratamientos.

Recuento total de Microorganismos aerobios mesófilos (RAM)

Se utilizó el medio Plate Count para el recuento total de bacterias en alimentos, agua y lácteos.

Cuadro 8. Recuento de Aerobios mesófilos log UFC g⁻¹ para el “snack”.

Tratamiento	Diluciones		
	1x10 ⁻¹	1x10 ⁻²	1x10 ⁻³
S-SS	0	0	0
S-CS	0	0	0
F-SS	0	0	0
F-CS	0	0	0

* S-SS: Secado sin sal; S-CS: Secado con sal; F-SS: Frito sin sal; F-CS: Frito con sal. UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

El resultado indica para S-SS, S-CS, F-SS y F-CS el número de UFC es 0. En cuanto al número más probable de coliformes este corresponde es < 3.

Recuento de coliformes

Se realizó un ensayo de presunción en el medio CLST, seguido de otro de confirmación de los tubos que han producido gas, para el cual se utiliza bilis verde brillante lactosa que compruebe presencia de coliformes. De estos tubos se consideró presuntivos aquellos tubos que presentan gas, sin embargo en este caso no se observó para ninguno de los tratamientos.

Recuento de levaduras y mohos

Los resultados fueron negativos para hongos y levaduras en todos los casos

Salmonella

Para todos los tratamientos los resultados fueron negativos para *Salmonella*.

Los resultados obtenidos para cada ítem a considerar, se encontraron muy por debajo de los parámetros propuestos por el Reglamento Sanitario de Alimentos, por lo cual es un alimento microbiológicamente seguro para salud humana (Anexo).

Evaluación sensorial del “snack”

La calidad sensorial es un aspecto importante en la evaluación de alimentos ligada a las sensaciones que el hombre experimenta al ingerirlos y de esta depende la aceptación de los consumidores (Álvarez, 1997).

Se evaluó la calidad sensorial de las muestras en un grupo entrenado de 12 panelistas. Las muestras evaluadas fueron servidas en sus respectivos envases entregadas en platos pequeños codificados con 3 dígitos al azar.

Test de calidad

Para medir la calidad sensorial del producto se evaluaron los siguientes atributos: color, aroma típico, aroma extraño, sabor característico, sabor extraño, sabor rancio y textura. Para evaluar cada uno de estos atributos se utilizó una escala de cero a quince puntos, en donde cero corresponde a la menor presencia o intensidad del atributo, según corresponda y quince a lo más alto. Por ejemplo 15 para aroma típico significa “muy aromático” y 0 “sin aroma”.

Para el cálculo de la calidad total desde el punto de vista sensorial del producto, se ponderó un 20% al color, un 20% al aroma típico, un 30% al sabor característico y un 30% a la textura (Zacarías, 2011)².

Análisis estadísticos

Los resultados fueron analizados estadísticamente a través de ANDEVA utilizando el programa estadístico Minitab 16.1, y en caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos se realizó una prueba de rango múltiple de Tuckey, con un nivel de significancia del 5%.

En el Cuadro 9 se presentan los resultados promedios del test de calidad de la muestra S-

² Comunicación personal, Isabel Zacarías Mg. Salud Humana. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos.

SS, S-CS, F-SS y F-CS de snack de betarraga y zanahoria.

Cuadro 9. Resultados promedios del test de calidad de la muestra S-SS, S-CS, F-SS y F-CS de snack de betarraga y zanahoria.

Tratamiento	Color	Aroma	Sabor	Textura	Calidad Total
		Típico	Característico		
S-SS	6,7 a	6,0 a	8,5 a	13,5 a	9,1 a
S-CS	5,5 a	5,4 a	7,0 a	14,4 a	8,6 a
F-SS	6,9 a	4,3 a	7,4 a	13,1 a	8,4 a
F-CS	7,6 a	4,1 a	7,7 a	13,6 a	8,7 a

*S-SS: Secado sin sal; S-CS: Secado con sal; F-SS: Frito sin sal; F-CS: Frito con sal. Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$).

A continuación se realiza la descripción por atributos, de la evaluación de snack de betarraga-zanahoria.

Color. Los valores promedio están entre 5,5 a 7,6, sin presentar diferencias significativas entre ellos. Esto indica que el color no es satisfactorio al producto.

Aroma Típico. Los valores encontrados en aroma fluctuaron entre 4,1 a 6,0 lo que de acuerdo a la pauta de evaluación significa que este atributo es poco intenso. Las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas.

Sabor Característico. Este atributo fue calificado con valores entre 7,0 y 8,5, lo que se traduce en un buen sabor del producto. No presentan diferencias significativas entre los tratamientos.

Textura. Este atributo es el mejor evaluado con puntajes que van entre 13,1 y 14,1 lo que indica que el producto tiene muy buena textura. No hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Calidad Total. La calidad total de los productos evaluados es relativamente buena (valores entre 8,4 y 9,1). No presentan diferencias significativas entre los tratamientos.

En el cuadro 10 se presentan los resultados promedios de los atributos aroma extraño, sabor extraño y sabor rancio de la muestra S-SS, S-CS, F-SS y F-CS de snack de betarraga y zanahoria.

Cuadro 10. Resultados promedios de los atributos aroma extraño, sabor extraño y sabor rancio de la muestra S-SS, S-CS, F-SS y F-CS de snack de betarraga y zanahoria.

Tratamiento	Aroma Extraño	Sabor Extraño	Sabor Rancio
S-SS	4,8 a	4,3 a	3,0 a
S-CS	5,4 a	4,9 a	3,9 a
F-SS	2,7 a	1,4 b	0,8 b
F-CS	3,5 a	2,1 b	1,0 b

*S-SS: Secado sin sal; S-CS: Secado con sal; F-SS: Frito sin sal; F-CS: Frito con sal. Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$).

A continuación se realiza la descripción por atributos, de la evaluación de snack de betarraga y zanahoria.

Aroma Extraño. Presenta valores entre 2,7 y 5,4, lo que significa una baja percepción de aroma extraño, no típico del producto. No hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Sabor Extraño. Este atributo tiene valores entre 1,4 y 4,9. Existen diferencias estadísticamente significativas entre S-CS y F-SS. El valor obtenido (4,9) en S-CS indica una leve percepción de sabor extraño, en cambio el valor de 1,4 para F-SS significa que el sabor extraño es imperceptible.

Sabor Rancio. Su evaluación presenta valores entre 0,8 y 3,0, existe diferencias significativas entre los tratamientos S-CS con F-SS y F-CS, en estos dos últimos el sabor extraño es imperceptible, mientras que en S-SS y S-CS el sabor rancio es muy leve.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del ensayo, es posible realizar un “snack” a base de zanahoria y betarraga con baja humedad, adecuado a la salud humana, tanto del punto de vista nutricional como microbiológico.

El contenido de fibra dietaria es considerable por lo que sería una fuente importante de este nutriente, siendo en todos los casos cercana al 50%. Aún cuando la fritura produce pérdidas de proteínas, también conlleva a un alto contenido de polifenoles, por consiguiente el producto tiene un buen aporte antioxidante.

Sensorialmente todos los tratamientos gozaron de la aprobación del panel, destacando su buen sabor y crujencia, sin embargo existe un deterioro del color, asociado a los tratamientos utilizados.

Finalmente los “snacks” secados presentaron un mejor aporte nutricional y en términos sensoriales se destacó aquel tratamiento sometido a fritura y sin adición de sal.

BIBLIOGRAFÍA

Achaerandío, I., M. Ferrando, C. Guell, F. López y A. Rózek. 2008. Efecto del secado convectivo en la estabilidad de los compuestos fenólicos añadidos a alimentos sólidos mediante deshidratación osmótica. p 1-6. *In*: II Congreso Iberoamericano de seguridad alimentaria. Barcelona, España.

Alarcón, M., L. Astudillo, G. Carrasco, M. Gutiérrez, L. Guzmán, R. Moore-Carrasco, I. Palomo, C. Rivera y C. Torres. 2009. Efecto antioxidante de frutas y hortalizas de la zona central de Chile. *Revista chilena de nutrición* 36 (2): 152-158.

Altonaga, M. 2007. Acción tecnológica de los ingredientes: empanados y rebozados. Area de Nuevos alimentos y Biomoléculas. Unidad de investigación Alimentaria. Disponible en <http://www.alimentatec.com/>. Leído el 24 de Julio de 2012.

Alvarado, W. 2006. Estudio del efecto de la deshidratación osmótica como pretratamiento para el proceso de secado por aire en piña (*Ananas comosus*) de la variedad milagrana o perolera. Tesis Ingeniera de alimentos. Escuela Superior Politécnica del litoral, Facultad de Ingeniería en mecánica y Ciencias de la producción. Guayaquil, Ecuador. 92p.

Álvarez, M. 1997. Elaboración de una lámina de tuna (*Opuntia ficus indica*) con incorporación de pulpa de membrillo (*Cydonia oblonga* Mill). Memoria Ingeniero agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 65p.

AOAC 1998. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 15 edition.

Araya, E. 2006. Guía de laboratorio. Curso. Evaluación Sensorial de los alimentos. Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 81p.

Ayala, A. y C. Ochoa. 2005. Modelos matemáticos de transferencia de masa en deshidratación osmótica. *Ciencia y Tecnología Alimentaria (Venezuela)* 4 (005): 330-342.

Aursnam, L. 1999. Criteria and recommendations for vitamin C intake. *The journal of the American medical association* 281 (15): 1415-1423.

Barra, J. 2009. Desarrollo de snacks en base de zanahoria (*Daucus carota* L.) variedad ábaco deshidrata osmóticamente para consumidores infantiles. Memoria Ingeniero en alimentos. Universidad de Chile, Facultad de Medicina. Santiago, Chile. 91p.

Barton, K. 2004. Consumer trends for fruit and vegetable products. Disponible en [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/sis8439](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/sis8439). Leído el 27 de mayo de 2011.

Belén, D., M. Moreno y A. Vilorio. 2002. Degradación de las betalainas en remolacha (*Beta Vulgaris* L.) estudio cinético. Red de revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal 12 (002). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/614/61412211/61412211.html>. Leído el 27 de junio de 2011.

Bennár, M., E. Betoret, N. Betoret, T. Bojnanska and P. Fito. 2009. Vacuum impregnation and hot air drying of apple (var. *Granny smith*) aimed at obtaining probiotic food with protective effect against the infection caused by *Helicobacter pylori*. Acta Fytotechnica et Zootechnica 12: 37-46.

Bou-Rached, L., F. Padilla y A. Rincón. 2008. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. Archivos latinoamericanos de nutrición 58 (3): 304-308.

Bustos, N. y S. Olivares. 2006. Consumo de verduras en grupos específicos de consumidores chilenos: elementos a considerar en su promoción. Revista chilena de nutrición 33 (1).

Cañizares, A., O. Bonafine y D. Laverde. 2007. Deshidratación de productos vegetales. INIA divulga 10 (Enero/Diciembre): 11-15.

Cornejo, M., M. Hernández, M. Kern, M. Sepúlveda, M. Schwartz y M. Taibo. 2008. Snack de pera: una opción para promover el consumo de frutas entre estudiantes. 4° Congreso Panamericano Promoción del consumo de verduras y frutas. Santiago. Chile.

Cornejo, F y V, Guzmán. 2008. Escuela Superior Politécnica del litoral. Centro de investigación científica y tecnológica. Disponible en http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/REVISTA_CICYT/Articulo/17.pdf. Leído el 12 de noviembre de 2011.

De Groote, Cristobal. 1999. Deshidratación osmótica de betarraga (*Beta vulgaris* L.) en dos etapas: transferencia de masas y evaluación sensorial. Ingeniero Agronomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 61p.

De Meulenaer, B., T. De Wilde, K. Delporte, F.2008. Mestdagh and C. Van Peteghem. Impact of chemical pre-treatments on the acrylamide formation and sensorial quality of potato crisps. Food Chemistry 106: 914-922.

Della, P. 2010. Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. Tesis de Maestría en Tecnología de Alimentos.

Universidad Tecnológica nacional, Facultad regional de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 181p.

Díaz, C., E. Rodríguez y P. Suarez. 2004. Cambios en el valor nutritivo de patatas durante distintos tratamientos culinarios. *Ciencia y tecnología alimentaria* 4(004): 257-261.

Edmunds, L., E. Walters and E. Elliott. 2001. Evidence based pediatrics: Evidence based management of childhood obesity. *British Medical Journal* 323 (7318): 916-919.

Ellis, L. y E. Yahia. 2002. Las frutas y hortalizas en la salud humana. *Revista de Industria, Distribución y Socioeconomía Hortícola (Brasil)* 20 (6): 51-54.

Escobar, B. 2001. Situación actual y perspectivas de los alimentos “snack”. Presente y perspectivas de “snacks” en Chile. *Publicaciones Misceláneas Agrícolas* (50): 23-29.

Estévez, A. 2001. Situación actual y perspectivas de los alimentos “snack”. Presente y perspectivas de “snacks” en Chile. *Publicaciones Misceláneas Agrícolas* (50): 1-4.

Estévez, A. y Figuerola, F.1973. Estudios de las características industriales de diferentes cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.). Tesis para optar al Título de Ingeniero Agrónomo, Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 97p.

Flores, V., R. Lemus, E. Marín y A. Vega. 2006. La rehidratación de los alimentos deshidratados. *Revista Chilena de Nutrición* 33 (3).

González, E. 2007. Análisis comparativo de las propiedades organolépticas de zanahoria deshidratada con y sin tratamiento osmótico. Tesis Ingeniero químico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala. 75p.

Jacobs, D., L. Kushi and K. Meyer. 1999. Cereals, legumes, and chronic disease risk reduction: evidence from epidemiologic studies. *American Journal of Clinical Nutrition* 70 (3): 451-458.

JUNAEB 2011. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. Gobierno de Chile. Disponible en: http://www.junaeb.cl/prontus_junaeb/site/edic/base/port/inicio.html. Leído el 17 de abril de 2011.

Kern, W., V. Quitral, M. Schwartz, M. Sepúlveda, F. Vió y I. Zacarías. 2011. Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de manzanas: Efecto de la variedad y del contenido de piel. *Revista chilena de nutrición* 38 (01): 46-47.

Kern, W., V. Quitral, M. Schwartz, M. Sepúlveda, F. Vió y I. Zacarías. 2011. Propiedades saludables y calidad sensorial de snack de manzanas destinadas a alimentación escolar, *Archivo Latinoamericano de Nutrición* (61) (en prensa).

Krarup, C., S. Fernández y K. Nakashima. 2008. Manual electrónico de poscosecha de hortalizas. Pontificia universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias agrónomas e ingeniería Forestal. Disponible en: http://www.uc.cl/sw_educ/agronomia/manual_poscosecha/index.html. Leído el 16 noviembre de 2011.

Lawson, H. 1999. Aceites y grasas alimentarios. Editorial Acribia, Zaragoza. 333p.

Lee, S., L. Prosky y J. De Vries. 1992. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in foods; enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: collaborative study. *Journal of AOAC international* 75 (3): 395-416.

León, L. (2007) “Determinación de las mejores condiciones en la técnica de osmodeshidratación de zanahoria variedad *Royal chantenay* y remolacha variedad *Early Gonder*, cultivadas en la granja Tesorito de la Universidad de Caldas”. *Vector*, 2(1): 85-102.

Lucas, J., L. Nuñez, V. Quintero y J. Vasco. 2011. Evaluación de los parámetros de calidad durante la fritura de rebanadas de papa criolla. *Scientia et Technica*. Universidad Tecnológica de Pereira 16 (48): 299-304.

Mayor, L. y A. Sereno. 2004. Modelling Shrinkage During Convective Drying of Food Materials: A Review. *Journal of Food Engineering* 61(3): 373-386.

Milo, L. 2004. Nutraceutical and funcional foods. *Food Technology* 58(2): 71-75.

Ministerio de Salud. 2011. Presentación indicadores de obesidad en la población chilena. Gobierno de Chile, Ministerio de Salud. Santiago, Chile. 24p.

Moreira, R., J. Palau, V. Sweat y X. Sun. 1995. Thermal and physical properties of tortilla chips as a function of frying time. *Journal of Food Processing and Preservation* 19(4): 175-189.

Moyano, P. and Pedreschi, F. 2006. Kinetics of oil uptake during frying of potato slices: effect of pre-treatments. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie/Food Science and Technology (lwt)*. 39: 285-291.

Noguera, Y. y E. Pacheco. 2000. Caracterización física, química y sensorial de hojuelas fritas de arracacha. *Agronomía tropical* 50(2): 241-252.

ODEPA. 2011. Superficie estimada de hortalizas. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Gobierno de Chile. Disponible en: <http://www.odepa.cl/servlet/articulos.ServletMostrarDetalle?idcla=12&idcat=2&idn=1754>. Leído el 28 abril de 2011.

Olson, J., A. Ross, M. Shike and M. Shils. 1998. Modern nutrition in health and disease. 9th Edition. Williams and Wilkings, Maryland, EE.UU. 1249p.

Pokorny, J. 1998. Substrate influence on the frying process. *Grasas y aceites* 49 (3-4): 265-270.

Quitral, V., M. Schwartz y M. Sepúlveda. 2011. Caracterización física, química y sensorial de snack de manzana destinado a alimentación escolar. *Revista chilena de nutrición* 38 (01) : 6-7.

Real, L. 1997. Transferencia de masa en la deshidratación osmótica de zanahoria (*Daucus carota* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo, Mención Agroindustria. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 87p.

Rodríguez-Amaya, D. 1999. Carotenoides y preparación de alimentos: La retención de los carotenoides provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados. Primera impresión en español. Universidad Estatal de Campinas. Sao Paulo, Brasil. 99p.

Román, M y F. Valencia. 2004. La fibra dietaria como alimento funcional. *Revista de la Facultad de Química Farmaceutica* 11 (2): 12-17. Medellín, Colombia.

Sigdopack. 2008. Ficha Técnica. Disponible en: http://www.sigdopack.cl/espanol/TOLERANCIA/productos_ES.pdf. Leído 25 de junio de 2011.

Talbert, W. 1987. Potato Processing. AVI Publisher Co, USA. 19-37.

Toledo, R. 1994. Fundamentals of Food Process Engineering. 2nd Edition. Editorial Chapman and Hall. New York. EE.UU. 579 p.

Venegas, N. 1999. Control microbiológico de alimentos. Técnicas actualizadas y métodos acelerados. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. (32): 135 p

Vilchez, F. 2005. Formulación y elaboración de un “snack” de arándano con incorporación de fibra dietética. Memoria Ingeniero agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de ciencias agronómicas. Santiago, Chile. 40p.

ANEXO

Parámetros microbiológicos para frutas y verduras desecadas o deshidratadas

Cuadro 1 Frutas y verduras desecadas o deshidratadas

Parámetro	Categoría	Clases	n	c	m	M
Mohos	3	3	5	2	10 ²	10 ³
Levaduras	3	3	5	2	10 ²	10 ³
E.coli	5	3	5	2	10	5 x10 ²
Salmonella en 50 g	10	2	5	0	0	---

Fuente:Ministerio de Salud, 2011

APÉNDICE

Apéndice I

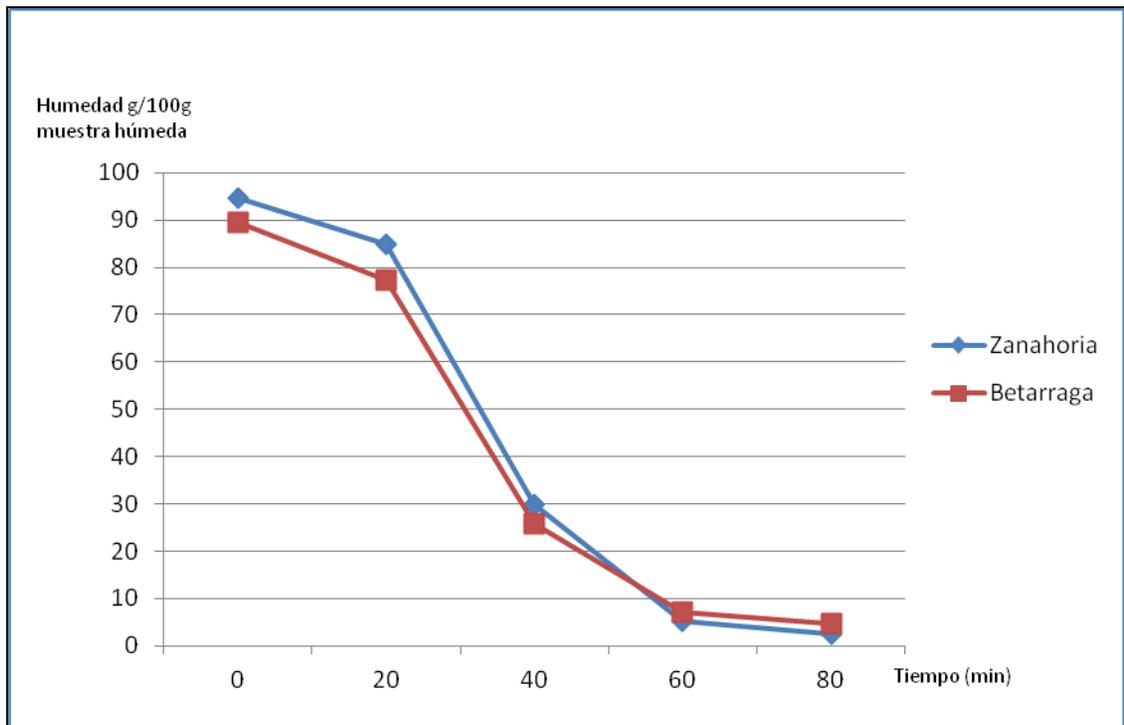


Figura 1. Curva de secado para zanahoria y betarraga

Apéndice II

Pauta de Evaluación Sensorial Snack de zanahoria y betarraga

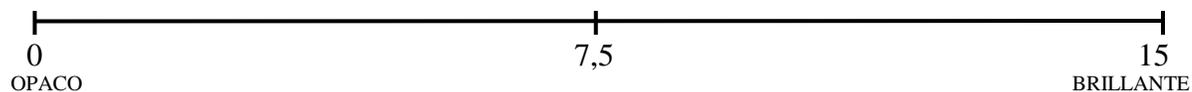
Nombre:

Fecha:

INSTRUCCIONES

Marcar con **una línea vertical** la calificación para las características de la muestra de “snack” evaluado.

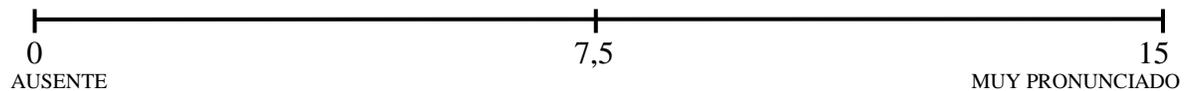
Color



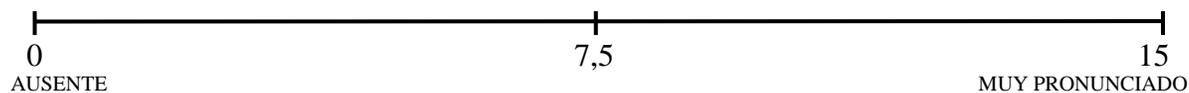
Aroma Típico



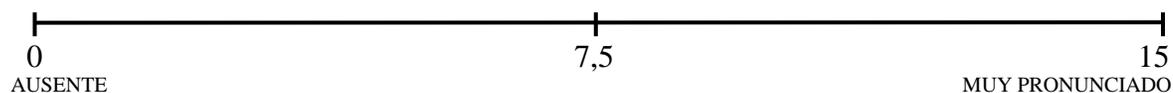
Aroma Extraño



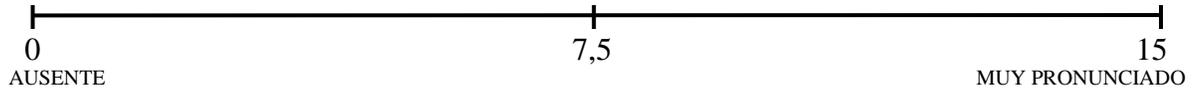
Sabor Característico



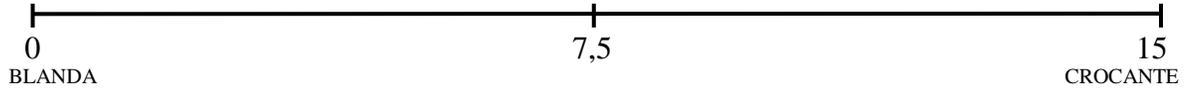
Sabor Extraño



Sabor Rancio



Textura



Comentarios:

.....
.....
.....
.....

GRACIAS

Apéndice III

Análisis estadístico

Cuadro 1. Análisis sobre el efecto del Formato y Sal sobre el contenido de humedad y actividad de agua.

Formato (F)	Humedad	
	(g/g 100 muestra húmeda)	A _w
Secado	3,89	0,55
Frito	2,645	0,52
Sal (S)		
0 g L-1 NaCl	3,365	0,54
2 g L-1 NaCl	3,17	0,52
Interacción (FxS)		
Secado, 0 g L-1 NaCl	3,95 ± 0,25 ¹ a ²	0,56 ± 0,01 a
Secado, 2 g L-1 NaCl	3,83 ± 0,31 a	0,54 ± 0,01 b
Frito, 0 g L-1 NaCl	2,78 ± 0,11 b	0,53 ± 0,00 c
Frito 2, g L-1 NaCl	2,51 ± 0,19 b	0,51 ± 0,00 d
Nivel de significancia ³		
F	*	*
S	NS	*
FxS	*	*

¹/Los valores indican el promedio ± desviación estándar.

²/Letras minúsculas distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey (p < 0,05).

³/NS p ≥ 0,05; * p < 0,05

Cuadro 2. Análisis sobre el efecto del Formato y Sal sobre el contenido de lípidos y proteínas.

	Lípidos	Proteínas
Formato (F)	(g/g 100 muestra húmeda)	
Secado	1,48	5,76
Frito	17,78	2,86
Sal (S)		
0 g L-1 NaCl	10,62	4,31
2 g L-1 NaCl	8,64	4,31
Interacción (FxS)		
Secado, 0 g L-1 NaCl	1,64 ± 0,06 ¹ c ²	5,72 ± 0,23 a
Secado, 2 g L-1 NaCl	1,33 ± 0,09 d	5,81 ± 0,07 a
Frito, 0 g L-1 NaCl	19,60 ± 0,34 a	2,91 ± 0,28 b
Frito 2, g L-1 NaCl	15,96 ± 0,41 b	2,82 ± 0,45 b
Nivel de significancia ³		
F	*	*
S	*	NS
FxS	*	*

¹/Los valores indican el promedio ± desviación estándar.

²/Letras minúsculas distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

³/NS $p \geq 0,05$; * $p < 0,05$

Cuadro 3. Análisis sobre el efecto del Formato y Sal sobre el contenido de fibra cruda, ENN y cenizas.

	Fibra cruda	ENN	Cenizas
Formato (F)	(g/g 100 muestra húmeda)		
Secado	8,21	42,91	5,02
Frito	6,45	69,23	1,49
Sal (S)			
0 g L-1 NaCl	7,15	73,25	3,04
2 g L-1 NaCl	7,51	74,89	3,47
Interacción (FxS)			
Secado, 0 g L-1 NaCl	8,00 ± 0,52 ¹ a ²	78,35 ± 0,42 a	4,86 ± 0,18 a
Secado, 2 g L-1 NaCl	8,42 ± 0,24 a	79,48 ± 0,67 a	5,18 ± 0,66 a
Frito, 0 g L-1 NaCl	6,31 ± 0,10 b	67,15 ± 0,39 c	1,23 ± 0,08 b
Frito 2, g L-1 NaCl	6,60 ± 0,43 b	70,31 ± 0,40 b	1,76 ± 0,04 b
Nivel de significancia ³			
F	*	*	*
S	NS	*	NS
FxS	*	*	*

¹/Los valores indican el promedio ± desviación estándar.

²/Letras minúsculas distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey (p < 0,05).

³/NS p ≥ 0,05; * p < 0,05

Cuadro 4. Análisis sobre el efecto del Formato y Sal sobre el contenido de fibra dietaria.

	FDT	FDI	FDS
Formato (F)	(g/g 100 muestra húmeda)		
Secado	55,04	38,25	16,79
Frito	54,66	40,67	13,98
Sal (S)			
0 g L-1 NaCl	55,02	73,25	15,92
2 g L-1 NaCl	54,68	74,89	14,85
Interacción (FxS)			
Secado, 0 g L-1 NaCl	55,32 ± 3,23 ¹ a ²	37,15 ± 1,65 a	18,17 ± 1,58 a
Secado, 2 g L-1 NaCl	54,76 ± 0,52 a	39,35 ± 1,78 a	15,41 ± 1,25 a
Frito, 0 g L-1 NaCl	54,72 ± 4,34 a	41,05 ± 2,44 a	13,67 ± 1,89 a
Frito 2, g L-1 NaCl	54,6 ± 0,69 a	40,3 ± 1,72 a	14,3 ± 1,032 a
Nivel de significancia ³			
F	NS	NS	NS
S	NS	NS	NS
FxS	NS	NS	NS

¹/Los valores indican el promedio ± desviación estándar.

²/Letras minúsculas distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

³/NS $p \geq 0,05$; * $p < 0,05$

Cuadro 5. Análisis sobre el efecto del Formato y Sal sobre el contenido de polifenoles.

Polifenoles	
Formato (F)	(mg AGE/100g muestra húmeda)
Secado	67,53
Frito	230,92
Sal (S)	
0 g L-1 NaCl	163,55
2 g L-1 NaCl	134,49
Interacción (FxS)	
Secado, 0 g L-1 NaCl	91,61 ± 10,29 ¹ b ²
Secado, 2 g L-1 NaCl	43,46 ± 5,17 c
Frito, 0 g L-1 NaCl	235,49 ± 2,52 a
Frito 2, g L-1 NaCl	226,35 ± 18,82 a
Nivel de significancia ³	
F	*
S	NS
FxS	*

¹/Los valores indican el promedio ± desviación estándar.

²/Letras minúsculas distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

³/NS $p \geq 0,05$; * $p < 0,05$