



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

PROGRAMA DE FORMACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

APOYO A LA PARTICIPACIÓN

INFORME TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

Septiembre 2005



CONTENIDO DEL INFORME TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

1. Antecedentes Generales de la Propuesta (no más de 2 páginas)

Nombre: Ana María Estévez Alliende

Código: FIA-FP-L-2004-1-A-032

Postulante: Ana María Estévez Alliende

Entidad Patrocinante Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile

Lugar de Formación (País, Región, Ciudad, Localidad): Chaves, Portugal

Tipo o Modalidad de Formación (curso, pasantía, seminario, entre otros): Congreso

Fecha de realización (Inicio y término) 18 a 29 de octubre 2004

Justificación y Objetivos de la Propuesta

Objetivo General

Participar en el III International Chestnut Symposium (Chaves, Portugal) que reunirá a los especialistas más destacados del mundo en la producción, conservación y procesamiento de castañas

Objetivos Específicos

Objetivo 1. Presentar a la comunidad científica parte de los resultados de una investigación sobre el efecto de las condiciones de postcosecha sobre la calidad del fruto de castaña para la elaboración de "marrón glacé".

Objetivo 2. Actualizar los conocimientos sobre producción, conservación y procesamiento de castañas

Objetivo 3. Crear vínculos con especialistas de Portugal, España y otros países (como Turquía e Italia) que permitan realizar intercambio de información.

Objetivo 4. Conocer los avances desarrollados en la Universidad de Vigo en la industrialización de la castaña.

Objetivo 5. Hacer transferencia al medio nacional de los conocimientos desarrollados y adquiridos en las investigaciones realizadas y en la asistencia al III International Chestnut Congress.

Resultados e Impactos Esperados

2. Breve Resumen de los Resultados: describir si se lograron adquirir los conocimientos, experiencias e impactos esperados a través de la participación del postulante en la actividad programada (no más de 2 páginas).

Los resultados esperados de la actividad planteados en los objetivos se cumplieron completamente como se indican en forma detallada en el punto 4 de este informe. El viaje, tanto a Portugal, como a España e Italia permitió tener una visión de la orientación que se da a los castaños en Europa. En general se subsidia el tener los árboles y no hay una orientación comercial de lo huertos ni de su producción. La situación es muy diferente en Estados Unidos, Australia y China (por las conversaciones sostenidas con especialistas de esos países) donde se pretende hacer explotaciones industriales de los huertos de castaños. Frente a estas realidades tan diferentes, sería conveniente estudiar la situación del manejo de este rubro en Chile

3. Itinerario de Trabajo Realizado: presentación de acuerdo al siguiente cuadro:

Fecha	Actividad	Objetivo	Lugar
20-23/10/04	Participación en III International Chestnut Congress	1,2,3	Chaves, Portugal
25-26/10/04	Visita al laboratorio del profesor Lorenzo Pastrana especialista en procesamiento de castaña de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Vigo.	2,4	Orense, (Galicia), España
27-29/10/04	Visita a la Universidad de Teramo y a la Universidad de la Tuscia- Viterbo para intercambiar experiencias con los Profesores Giampiero Sacchetti y Fabio Mencarelli, en procesamiento y postcosecha de castaña, respectivamente (no estaban considerados en la propuesta inicial)	2,4	Teramo, Italia Viterbo, Italia
20-29/10/04	Observación de productos derivados de la castaña en venta en el mercado de Portugal, España e Italia	2	Chaves, Portugal Orense, España Roma, Italia
19/05/05	Actividad de difusión	5	Temuco, Chile

4. Resultados Obtenidos: descripción detallada de los conocimientos y/o adiestramientos adquiridos. Explicar el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos, de acuerdo a los resultados obtenidos. Incorporar en este punto fotografías relevantes que contribuyan a describir las actividades realizadas.

1º Asistencia al III International Chestnut Congress efectuado en Chaves, Portugal entre el 20 y 23 de octubre de 2004.



2° Durante el congreso se expuso en forma oral el trabajo: “Marrón Glacé” quality affected by storage conditions of chestnut fruit de los autores, Ana María Estévez, Antonio Lizana y María Ximena González. Se adjunta impreso de la presentación.

3° Además, se envió el trabajo *in extenso* para ser considerado para publicación en el número de Acta Horticulturae correspondiente al congreso. Se adjunta copia

4° Se pudo mantener conversaciones sobre las tendencias, problemas y nuevos estudios, en cuanto al mejor aprovechamiento de la castaña como recurso alimenticio. Un resumen de estas experiencias, se dio a conocer en la actividad de difusión realizada el 19 de mayo del 2005.

Un breve resumen de la problemática actual es:

Tipos de Consumo y Procesamiento

El principal tipo de consumo es casero, ya sea cocido o tostado, asociado al invierno y a las fiestas de fin de año.

En Portugal, los frutos se venden al detalle para consumo doméstico, con un mínimo grado de selección y gran heterogeneidad. La producción de primer nivel se exporta a Italia principalmente para la elaboración de harinas y purés.

En España, Galicia es la principal región productora y procesadora. El consumo principal es casero, cocido, tostado y como productos de repostería. Existen dos industrias familiares que procesan las castañas, produciendo “marrons glacé”, castañas en almíbar, puré azucarado y otros productos derivados, en diferentes formatos y calidades. La distribución va a tiendas especializadas ya que no son productos de consumo masivo.

Investigaciones en curso

Se está trabajando en aspectos relacionados con el aumento del período de conservación postcosecha (Universidad de la Tuscia, Italia); uso del almidón de la castaña para la obtención de jarabe concentrado de glucosa y licores (Universidad de Vigo); desarrollo de nuevos productos procesados como productos de desayuno y deshidratados osmóticamente (Universidad de Teramo); optimización del secado de castañas (Universidad de Santiago de Compostela).

De lo conversado se puede concluir que existen dos tendencias diferentes en el cultivo de la castaña europea.

Por una parte, está el sistema europeo en que se realiza en pequeñas propiedades, con tecnologías tradicionales y bajos rendimientos.

Por otra parte, Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos están iniciando su producción con inversión en tecnología y considerando el cultivo como un negocio que debe ser sustentable.

Además en este concierto mundial, China y Corea están emergiendo como grandes productores de *Castanea mollissima*, a lo cual están dedicando gran atención, invirtiendo en investigación y tecnología. Ellos esperan, dentro de pocos años, posicionarse como líderes del mercado mundial.



Como principales desafíos para la próxima década se plantean:

- Mejorar y mantener el germoplasma.
- Resolver problemas de patología del cultivo.
- Desarrollar tecnologías de manejo de huertos.
- Recuperar árboles antiguos como monumentos naturales.
- Mejorar y desarrollar nuevos métodos de almacenamiento postcosecha
- Desarrollar nuevos métodos de procesamiento que permitan diversificar y aumentar el consumo.

5° Se visitó el laboratorio del Dr. Lorenzo Pastrana, (pastrana@uvigo.es) en el cual se mantuvo una sesión de trabajo intercambiando experiencias en el procesamiento de castañas. El grupo está trabajando en la hidrólisis enzimática del almidón de castaña para la producción de jarabes concentrados de glucosa; y en la elaboración de licores a partir de harina de castaña.

6° Se visitó el laboratorio del profesor Fabio Mencarelli en la Università degli Studi della Tuscia (mencarel@unitus.it) y un huerto y planta procesadora de castañas frescas en Viterbo (no estaba contemplado en la propuesta inicial)

7° Se participó en actividad de difusión organizada por el FIA (Señor Guillermo Rioja) realizada en Temuco el 19 de mayo de 2005 con el tema "Conservación, postcosecha y transformación agroindustrial de la castaña";

5. Aplicabilidad: explicar la situación actual del rubro en Chile (región), compararla con la tendencias y perspectivas en el país (región) visitado y explicar la posible incorporación de los conocimientos adquiridos, en el corto, mediano o largo plazo, los procesos de adaptación necesarios, las zonas potenciales y los apoyos tanto técnicos como financieros necesarios para hacer posible su incorporación en nuestro país (región).

Como ya se dijo, en Europa, existe un subsidio para la mantención de los árboles de castaños, ya sean estos asilados o en huertos. Hay una tendencia a rescatar árboles muy antiguos que tienen un valor estético principalmente. La industrialización en Portugal es nula y solamente existe en Galicia (España) y en Florencia (Italia), localidad que en este viaje no se visitó.

Desde un punto de vista de la orientación económica que tienen los países visitados, me parece que la situación no es replicable en Chile; la orientación de nuestra agricultura es más semejante a la de países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos en los que el cultivo debe ser sustentable económicamente.

En cuanto a los tratamientos de conservación y transformación de los frutos, sería interesante investigar algunos de los procesos observados en particular el curado, tanto en las condiciones en que se realiza, como en el impacto que tiene sobre la calidad de los frutos; también es muy interesante lo que están haciendo los profesores Sacchetti (Teramo, Italia) y Pastrana (Orense, España) en la búsqueda de nuevas alternativas de industrialización (productos de desayuno e



hidrolizados). Sin embargo, la investigación en esos tópicos en Chile, puede encontrar algunas dificultades, como el disponer de materia prima homogénea (prácticamente no existen huertos de injertación) y el contar con financiamiento para hacerlo, ya que no hay todavía un respaldo de la empresa privada para ello.

6. Contactos Establecidos: presentación de los antecedentes de los contactos establecidos durante el desarrollo de la propuesta (profesionales, investigadores, empresas, etc.), de acuerdo al siguiente cuadro:

6.1 Vinculación con Investigadores y Productores chilenos.

Se tomó contacto con :

Susana Benedetti, INFOR (sbenedet@infor.cl)

Jean Paul Joublan

Francisco Vidal, productor (fco.vidal@cowal.cl)

Se intercambiaron experiencias en el ámbito de desempeño de cada uno, se analizaron los diversos problemas existentes en el país para la producción comercial de castañas y se conversó sobre la conveniencia de formar en Chile un grupo sobre innovación y difusión en castañas.

6.2 Vinculación con Investigadores y Productores de otros países

Se tomó contacto con diversos participantes en el congreso:

Afonso martins; Universidade de Trás-os- Montes e AltoDouro, Portugal (amartins@utad.pt)

Giancarlo Bounous, Università degli Studi di Torino, Italia (giancarlo.bounous@unito.it)

Giampiero Sacchetti Università degli Studi di Teramo, Italia (ssacchetti@unite.it)

Elvio Bellini, Università di Firenze, Italia (elvio.bellini@unifi.it)

Stephanos Diamandis, National Agricultural Research Foundation, Grecia (diamandi@fri.gr)

Marco Conedera, Swiss Federal Institute for Forest, Suiza (marco.conedera@wsl.ch)

Sandra Anagnostakis, The Connecticut Agricultural Experimental Station, EEUU

(sandra.anagnostakis@po.state.ct.us)

Stephen Morris, Sydney Postharvest Laboratory, Australia (scmorris@yahoo.com)

Jane Casey, The Australian Chestnut Company (jane@cheznuts.com.au)

7. Detección de nuevas oportunidades y aspectos que quedan por abordar: señalar aquellas iniciativas detectadas en la actividad de formación, que significan un aporte para el rubro en el marco de los objetivos de la propuesta, como por ejemplo la posibilidad de realizar nuevos cursos, participar en ferias y establecer posibles contactos o convenios. Indicar además, en función de los resultados obtenidos, los aspectos y vacíos tecnológicos que aún quedan por abordar para la modernización del rubro.

Pienso, que si la explotación de la castaña se ve como un recurso potencial para el país habría que hacer acciones al menos en tres niveles:

- Crear una red de especialistas y productores que trabajen juntos en un a misma orientación de explotación.



- Disponer de fondos para hacer investigación de adaptación o de innovación en los diversos aspectos de postcosecha y transformación agroindustrial (doy por descontado los estudios en aspectos productivos y fitosanitarios por que no son de mi especialidad).
- Realizar actividades de fomento del consumo y eventual exportación de castaña en fresco y productos derivados de ellas.

8. Resultados adicionales: capacidades adquiridas por el participante o entidad patrocinante, como por ejemplo, formación de una organización, incorporación (compra) de alguna maquinaria, desarrollo de un proyecto, firma de un convenio, etc.

9. Material Recopilado: junto con el informe técnico se debe entregar un set de todo el material recopilado durante la actividad de formación (escrito y audiovisual) ordenado de acuerdo al cuadro que se presenta a continuación (deben señalarse aquí las fotografías incorporadas en el punto 4):

Se entregó en la presentación de la actividad de difusión

10. Aspectos Administrativos

10.1. Organización previa al inicio de la actividad de formación

a. Apoyo de la Entidad Patrocinante

☒ bueno ☐ regular ☐ malo
(Justificar)

b. Información recibida por parte de FIA para realizar la Postulación

☒ detallada ☐ aceptable ☐ deficiente
(Justificar)

c. Sistema de Postulación al Programa de Formación de FIA

☒ adecuado ☐ aceptable ☐ deficiente
(Justificar)

d. Apoyo de FIA en la realización de los trámites de viaje (pasajes, seguros, otros)

☒ bueno ☐ regular ☐ malo
(Justificar)

e. Recomendaciones (señalar aquellas recomendaciones que puedan aportar a mejorar los aspectos administrativos antes indicados)



10.2. Organización durante la actividad (indicar con cruces)

Ítem	Bueno	Regular	Malo
Recepción en país o región de destino según lo programado	x		
Cumplimiento de reserva en hoteles	x		
Cumplimiento del programa y horarios según lo establecido por la entidad organizadora	x		
Facilidad en el acceso al transporte	x		
Estimación de los costos programados para toda la actividad	x		

11. Programa de Actividades de Difusión

Se realizó una actividad de difusión organizada por el FIA el 19 de mayo de 2005 en Temuco; la presentación de la ponencia, en la cual hay fotos de los distintos procesos y condiciones observadas, quedó en poder del señor Guillermo Rioja. Se editó un Disco Compacto con la presentaciones. Se adjunta además el impreso con la presentación ppt. Además en diciembre de 2004, se hizo llegar a la Señora Soledad Hidalgo un escrito preliminar que podría constituirse en una publicación de difusión si el FIA lo considera adecuado.

11.3. Indicar si se entregó algún material a los asistentes, qué material, o si se exhibió video, data show, entre otros, según que el cuadro que se presenta a continuación. La copia del material entregado y/o exhibido se deberá adjuntar al presente informe en forma impresa y en un medio magnético (disquet o disco compacto).

No dispongo de esa información con certeza; entiendo que el FIA distribuyó un Disco Compacto con las presentaciones

11.4. Se deberán registrar los antecedentes de todos los asistentes que participaron en todas las actividades de difusión realizadas.

Esta información está en poder del FIA

INFORME DE ACTIVIDADES

Portugal y España
Ana María Estévez A.

Objetivo 1. Presentar a la comunidad científica parte de los resultados de una investigación sobre el efecto de las condiciones de postcosecha sobre la calidad del fruto de castaña para la elaboración de “marrón glacé”.

1º Asistencia al III International Chestnut Congress efectuado en Chaves, Portugal entre el 20 y 23 de octubre de 2004.

2º Durante el congreso se expuso en forma oral el trabajo: “Marrón Glacé” quality affected by storage conditions of chestnut fruit de los autores, Ana María Estévez, Antonio Lizana y María Ximena González. Se adjunta impreso de la presentación.

3º Además, se envió el trabajo *in extenso* para ser considerado para publicación en el número de Acta Horticulturae correspondiente al congreso. Se adjunta copia de escrito.

Objetivo 2. Actualizar los conocimientos sobre producción, conservación y procesamiento de castañas

Se pudo mantener conversaciones sobre las tendencias, problemas y nuevos estudios, en cuanto al mejor aprovechamiento de la castaña como recurso alimenticio. Un resumen de estas experiencias está en el borrador de publicación de difusión que se adjunta; además, se planea darlas a conocer en una charla o seminario.

Un breve resumen de la problemática actual es:

Tipos de Consumo y Procesamiento

El principal tipo de consumo es casero, ya sea cocido o tostado, asociado al invierno y a las fiestas de fin de año.

En Portugal, los frutos se venden al detalle para consumo doméstico, con un mínimo grado de selección y gran heterogeneidad. La producción de primer nivel se exporta a Italia principalmente para la elaboración de harinas y purés.

En España, Galicia es la principal región productora y procesadora. El consumo principal es casero, cocido, tostado y como productos de repostería. Existen dos industrias familiares que procesan las castañas, produciendo marrons glacé, castañas en almíbar, puré azucarado y otros productos derivados, en diferentes formatos y calidades. La distribución va a tiendas especializadas ya que no son productos de consumo masivo.

Investigaciones en curso

Se está trabajando en aspectos relacionados con el aumento del período de conservación postcosecha (Universidad de la Tuschia, Italia); uso del almidón de la castaña para la obtención de jarabe concentrado de glucosa y licores (Universidad de Vigo); desarrollo de nuevos productos procesados como productos de desayuno y deshidratados osmóticamente

(Universidad de Teramo); optimización del secado de castañas (Universidad de Santiago de Compostela).

Objetivo 3. Crear vínculos con especialistas de Portugal, España y otros países (como Turquía e Italia) que permitan realizar intercambio de información.

1º Vinculación con Investigadores y Productores chilenos.

Se tomó contacto con :

Susana Benedetti, INFOR

Jean Paul Joublan

Francisco Vidal, productor

Se intercambiaron experiencias en el ámbito de desempeño de cada uno, se analizaron los diversos problemas existentes en el país para la producción comercial de castañas y se conversó sobre la conveniencia de formar en Chile un grupo sobre innovación y difusión en castañas.

2º Vinculación con Investigadores y Productores de otros países

Se tomó contacto con diversos participantes en el congreso:

Afonso Martins; Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

Giancarlo Bounous, Università degli Studi di Torino, Italia

Giampiero Sacchetti Università degli Studi di Teramo, Italia

Elvio Bellini, Università di Firenze, Italia

Marco Conedera, Swiss Federal Institute for Forest, Suiza

Sandra Anagnostakis, The Connecticut Agricultural Experimental Station, EEUU

Stephen Morris, Sydney Postharvest Laboratory, Australia

Jane Casey, The Australian Chestnut Company

De lo conversado se puede concluir que existen dos tendencias diferentes en el cultivo de la castaña europea.

Por una parte, está el sistema europeo en que se realiza en pequeñas propiedades, con tecnologías tradicionales y bajos rendimientos.

Por otra parte, Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos están iniciando su producción con inversión en tecnología y considerando el cultivo como un negocio que debe ser sustentable.

Además en este concierto mundial, China y Corea están emergiendo como grandes productores de *Castanea mollissima*, a lo cual están dedicando gran atención, invirtiendo en investigación y tecnología. Ellos esperan, dentro de pocos años, posicionarse como líderes del mercado mundial.

Como principales desafíos para la próxima década se plantean:

- Mejorar y mantener el germoplasma.
- Resolver problemas de patología del cultivo.
- Desarrollar tecnologías de manejo de huertos.
- Recuperar árboles antiguos como monumentos naturales.
- Mejorar y desarrollar nuevos métodos de almacenamiento postcosecha
- Desarrollar nuevos métodos de procesamiento que permitan diversificar y aumentar el consumo.

Objetivo 4. Conocer los avances desarrollados en la Universidad de Vigo en la industrialización de la castaña.

Se visitó el laboratorio del Dr. Lorenzo Pastrana, en el cual se mantuvo una sesión de trabajo intercambiando experiencias en el procesamiento de castañas. El grupo está trabajando en la hidrólisis enzimática del almidón de castaña para la producción de jarabes concentrados de glucosa; y en la elaboración de licores a partir de harina de castaña.

Objetivo 5. Hacer transferencia al medio nacional de los conocimientos desarrollados y adquiridos en las investigaciones realizadas y en la asistencia al III International Chestnut Congress.

Se adjunta publicación de difusión y está pendiente charla a organizar en conjunto con FIA

Santiago, diciembre 2004.

**Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Agronómicas**

**“Marron Glacé” Quality Affected by
Storage Conditions of the
Chestnut Fruit**

Ana María Estévez

**Chaves, Portugal
October 2004**

- **The main industrial use of fresh chestnuts is for the elaboration of “marrón glacé”.**
- **Chestnuts are susceptible to loose quality during storage if appropriate conditions are not provided.**
- **Inadequate storage conditions cause biochemical changes responsables of decreasing in quality for processing.**
- **As a consequence, the “marrón glacé” industry is seasonal dependent.**

OBJECTIVE

- To evaluate the effect of different storage conditions on the quality of "marrón glacé" in order to extend the suitability of the fruit for processing.

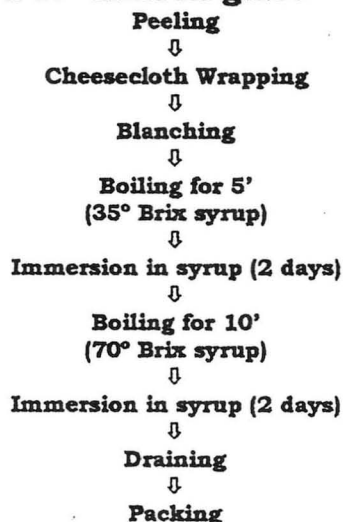


MATERIAL AND METHODS

- Fruits of Marron Doré chestnut cultivar
- Harvested in early autumn
- Stored during eight months at 0°C
- Six different conditions:
 - 0.03% CO₂/21%O₂ (CA/C);
 - 10% CO₂/5%O₂ (CA/10-5);
 - 20% CO₂/5%O₂ (CA/20-5);
 - Cryovac bags: impermeable to CO₂, O₂ and semipermeable to water vapour (BK);
 - Cryovac bags: impermeable to CO₂, O₂ and water vapour (BB4);
 - Net plastic bags under conventional storage conditions (C).

Material and Methods..

- Every two months, fruits from each treatment were elaborated as "marrón glacé"



Material and Methods..

The following analysis were performed after each "marrón glacé" elaboration:

- Water activity (Aw), soluble solids, pH and texture.
- Sensory evaluation of quality (colour, texture, sweetness, astringency, flavour and overall appearance) and acceptance by a trained panel composed by 12 judges using the scoring method.
- The experiment was done using a completely randomized design with five replications for each treatment.

Results and Discussion...

Physical and Chemical Characteristics..

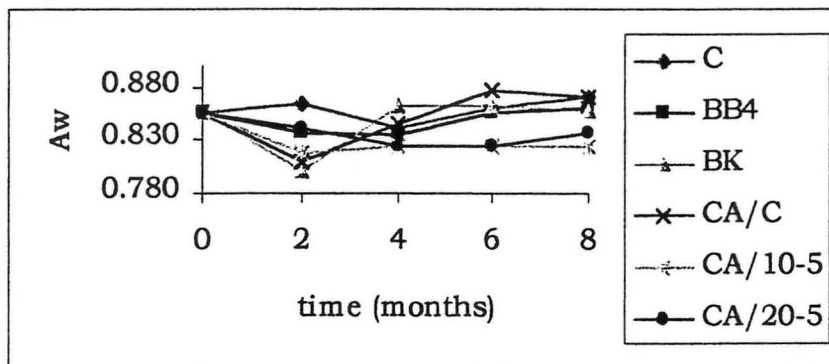
Aw

- Aw values of "marrón glacé" elaborated with chestnut kept in net bags (C) and under standard controlled atmosphere (AC/C) increased during the storage time.
- Chestnuts coming from controlled (AC/10-5 and AC/20-5) and modified atmosphere (BB4 and BK) showed Aw values very similar to the initial ones.

RESULTS AND DISCUSSION

Physical and Chemical Characteristics

Aw



Results and Discussion...

Physical and Chemical Characteristics..

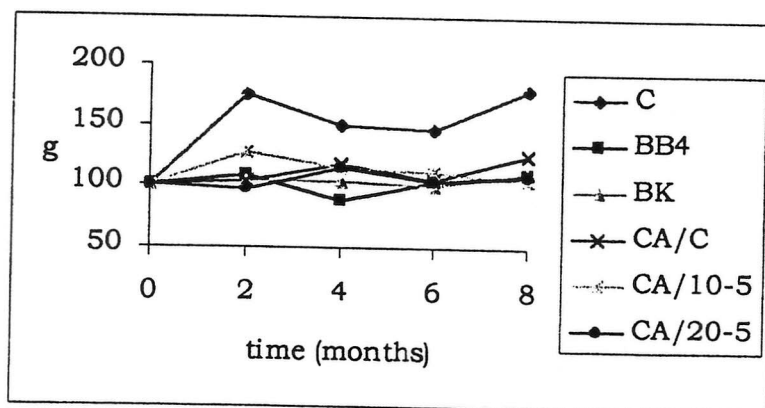
Texture

- Chestnut kept in net bags (C) and under conventional controlled atmosphere (AC/C) rendered "marrón glacé" that harden as storage time goes by.
- Chestnuts stored under controlled and modified atmosphere maintained a soft texture during the whole conservation period.

Results and Discussion...

Physical and Chemical Characteristics..

Texture



Results and Discussion...

Physical and Chemical Characteristics..

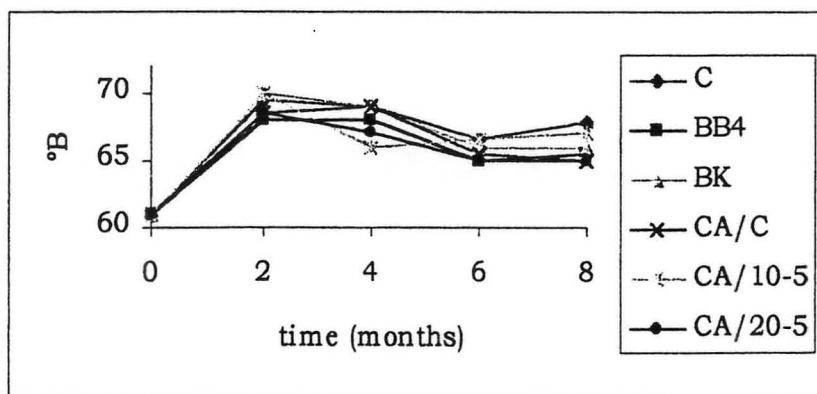
Soluble Solids

- All the candied fruits showed high amounts of soluble solids.
- Some of the storing conditions caused an increase of soluble solids in the elaborated fruit (C and BK) which is in agreement with the increasing in total sugars observed in the fruits during storage.
- Soluble solids showed a similar trend that A_w values.

Results and Discussion...

Physical and Chemical Characteristics..

Soluble Solids



Results and Discussion...

Physical and Chemical Characteristics..

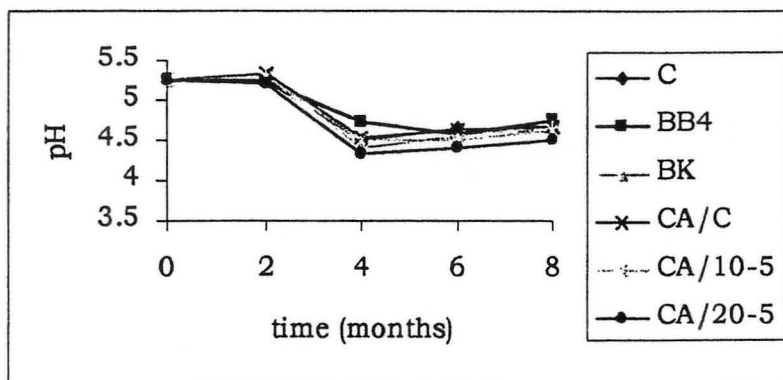
pH

- It was observed a slow decreasing during the storage time in all treatments without significant differences among them.
- Decreasing in pH was not detected by the sensory panel as a change in the acidity probably due to the high sweetness of the product

Results and Discussion...

Physical and Chemical Characteristics..

pH



RESULTS AND DISCUSSION....

Sensory Evaluation....

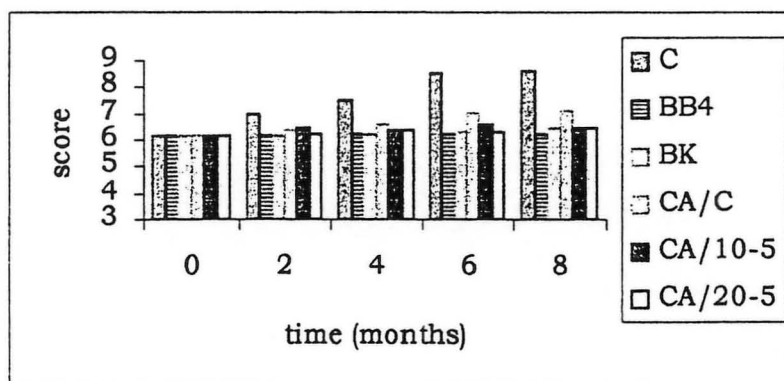
Colour

- Chestnut from the first date of analysis showed a "normal" colour, which was going darker in treatments C and AC/C.
- Colour was kept with a good scoring until the last date of analysis in BB4 and AC/10-5 treatments.

Results and Discussion...

Sensory Evaluation

Colour



Results and Discussion

Sensory Evaluation

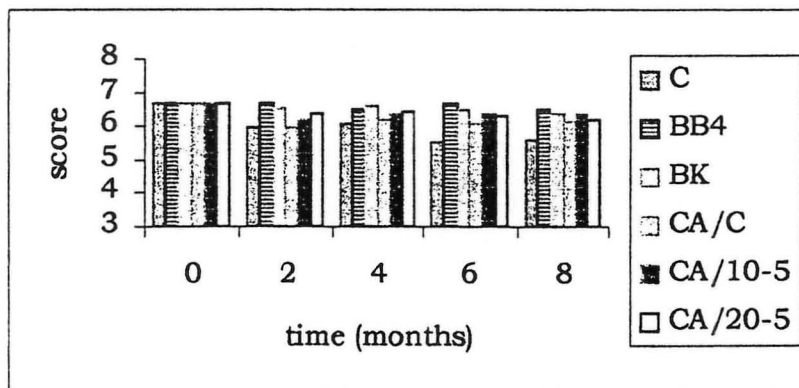
Appearance

- “Marrón glacé” got a high score at the beginning of the experiment.
- The high appearance was kept during the 8 month of storage time in BB4 and AC/10-5 treatments.
- Chesnuts stored in net bags produced “marrón glacé” with bad appearance .
- Appearance scoring of “marrón clacé” was highly related to their colour.

Results and Discussion...

Sensory Evaluation..

Appearance



Results and Discussion...

Sensory Evaluation..

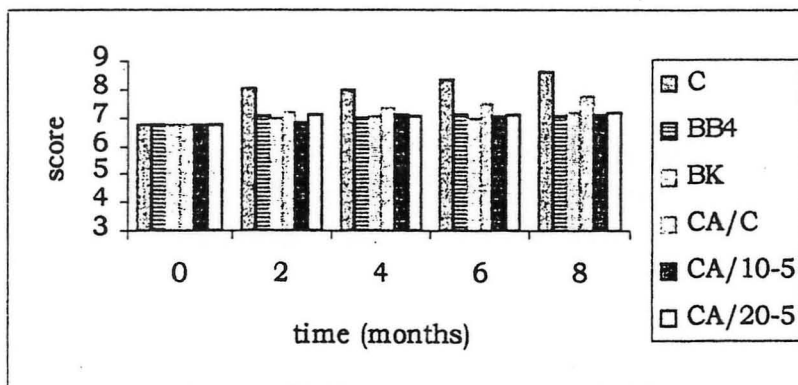
Texture

- Fruits from treatments C and AC/C got higher scoring for texture which means that they were getting harder as the storage progressed.
- The observed hardening of the texture is probably due to a higher water loss and to changes produced in the starch molecule.
- Both sensory and instrumental texture showed the same tendency in all treatments.

RESULTS AND DISCUSSION...

Sensory Evaluation..

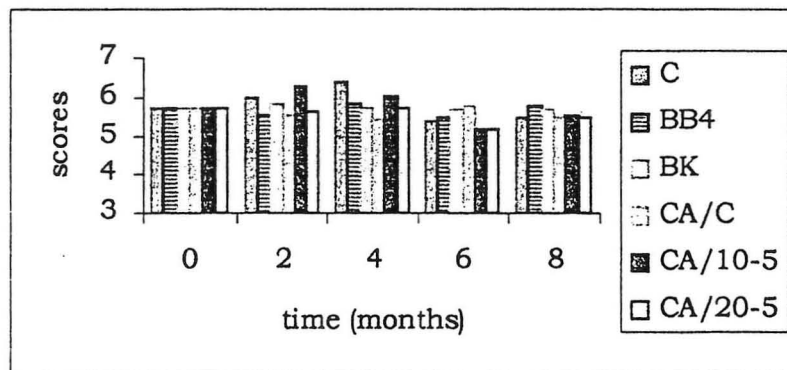
Texture



Results and Discussion...

Sensory Evaluation..

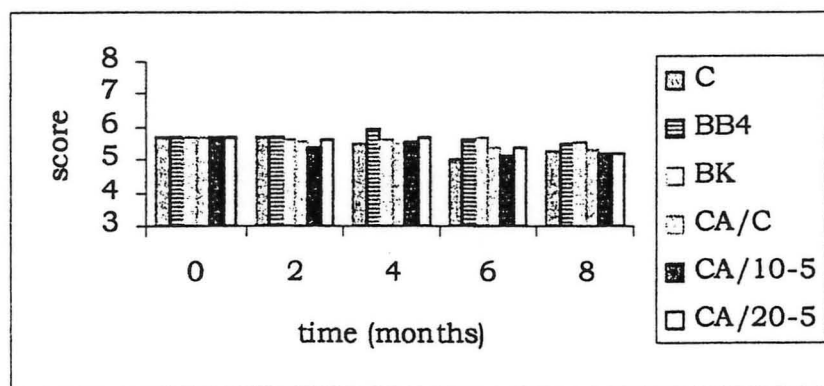
Sweetness



Results and Discussion...

Sensory Evaluation..

Flavour



Results and Discussion...

Sensory Evaluation..

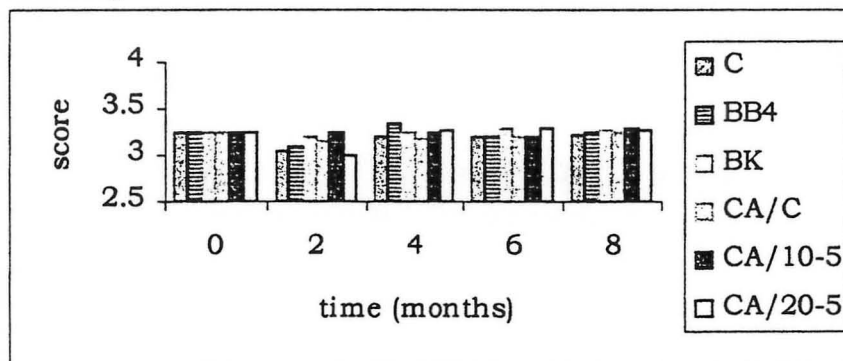
Sweetness and Flavour

- Treatments C and AC/C had slight less sweetness after sixth month of fruit storage; probably they had a lower capacity of sugar uptake inside the fruit tissue.
- Both parameters had good scoring and did not show significant differences among treatments in any of the dates of analysis.

Results and Discussion...

Sensory Evaluation..

Acidity



Results and Discussion...

Sensory Evaluation..

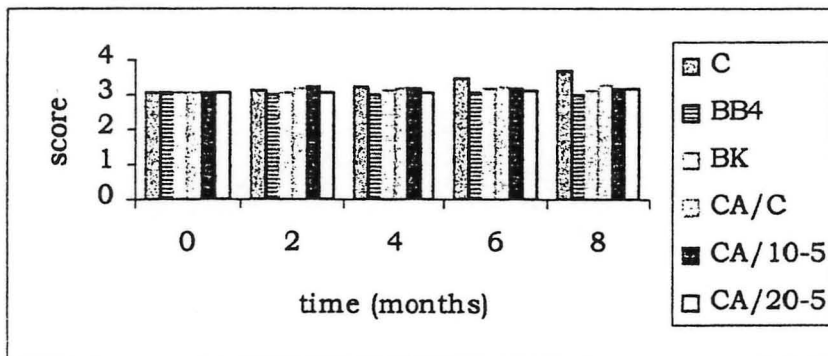
Acidity and Astringency

- Both parameters did not show differences among treatments nor among dates of analysis.
- High sweetness of "marrón glacé" interfere with the sensory perception acidity and astringency.

Results and Discussion...

Sensory Evaluation..

Astringency



Results and Discussion...

Sensory Evaluation..

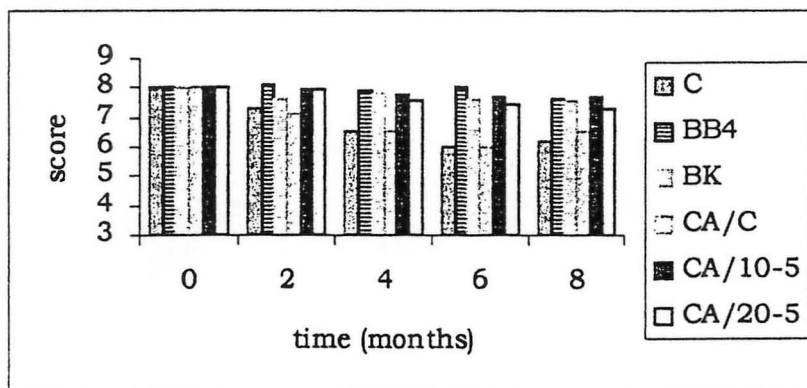
Acceptance

- “Marrón glacé” acceptance was affected by storage conditions of chestnuts.
- Fruits stored in C and AC/C conditions obtained the lowest acceptance.
- BB4 and AC/10-5 had the highest ones (“I like very much”).
- Acceptance of “chestnut” was related to colour, texture and sweetness.

Results and Discussion...

Sensory Evaluation..

Acceptance



CONCLUSIONS

- **Treatments that showed the best product quality at the end of the storage period were CA/10-5 and Cryovac BB4 bags (impermeable to gases and water vapour).**
- **Low oxygen concentration during storage seems to delay the starch conversion into sugars induced by low temperatures, which decreases the chestnut quality for "marrón glacé" processing.**
- **Results obtained allow "marrón glacé" processing during eight month after fruit harvest, without altering the quality of end product.**

"Marrón Glacé" Quality Affected by Storage Conditions of the Chestnut Fruit

A.M. Estévez, L.A. Lizana and M.X. González

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santa Rosa 11315, Santiago Chile. aestevez@uchile.cl

Abstract

Chestnut fruit conventionally stored, loose quality by dehydration, hardening and/or mold development, affecting its processing suitability for "marrón glacé". In this research, quality of "marrón glacé" prepared with fresh fruits stored during eight months at 0°C and 95% RH, under six different conditions were evaluated: Controlled Atmosphere with three gas concentrations: 0.03%CO₂/21%O₂ (CA/C), 10%CO₂/5%O₂ (CA/10-5) and 20%CO₂/5%O₂ (CA/20-5); Modified Atmosphere in two types of bags: Cryovac BK and BB4 and 800gr plastic net bag in conventional storage. Every two months, "marrón glacé" were prepared by fruit peeling, cheesecloth wrapping, blanching, 5 min boiling in 35°B syrup, immersion in syrup for two days, boiling in 70° B syrup, immersion in syrup for two days, draining and packing. Texture, pH, soluble solids and water activity was measured; sensory quality and acceptability was evaluated by a trained panel. Soluble solids increased in all treatments from 61.0 to 66.5°B, being the highest one, the treatment CA/10-5. Reducing sugars of the fruits showed the same tendency during the eighth month of storage. Control fruits stored in net bags showed an increased hardening of the pulp, lowering its quality; opposite, treatment CA/10-5 was able to keep suitable quality texture until the end of the storage period. Texture difference was also detected by the panel. Treatments that showed the best product quality at the end of the storage period were CA/10-5 followed by Cryovac BB4 bags (impermeable to gases and water vapor). Results allowed "marrón glacé" processing during eight month after fruit harvest without altering the quality of end product.

INTRODUCTION

Chestnut fruits are dry fruits containing between 45 and 50% of moisture (Türk and Erýp, 1998; Demiate et al., 2001; Koyuncu et al., 2004). The major component in chestnuts are carbohydrates, mainly starch (ranging from 40g/100g to 80g/100g d.m.b) (Loewe et al., 1994; Demiate et al., 2001, De la Montaña et al., 2004), followed by sucrose (ranging from 6.5 to 19.5 g/100g), (Senter et al., 1994; Bernardez et al., 2004). According to Bernardez et al., 2004 and De la Montaña et al., 2004) reducing sugars (fructose and glucose) content is very low (from 0.04 to 0.58 g/100g). Chestnuts are used mainly for human seasonal fresh consumption. Among the industrial uses of chestnuts, the main one is the elaboration of "marrón glacé" (Guyer, 2001, López et al., 2004). Other manufactured products are, chestnut flour for use as extrusion ingredient, confectioneries covered with chocolate, roasted nuts, and nuts preserved in sucrose syrup (Pinnavaia et al., 1995; Guyer, 2001; Pinnavaia et al., 1999; Sacchetti and Pinnavaia, 1999; Sacchetti et al., 2003; Kuyuncu et al., 2004).

Because of their high amount of water and starch, chestnuts are susceptible to loose quality during storage if appropriate conditions are not provided. When stored under conventional conditions, because of the special structure of the testa, loss of water from

the nut is very fast in dry environments. When kept at low temperatures and high relative humidity, they underwent mold development (Türk, and Erýp. 1998). In foods rich in starch, like fresh potatoes, storage under standard atmosphere at 3°C produces in a short time (one month) an undesirable accumulation of sucrose and hexoses due to starch hydrolysis, and synthesis of sucrose by the action of sucrose phosphate synthase (Parkin, and Schwobe, 1990; Lefort et al., 2003). Resulting reducing sugars interact with aminoacids and other organic compounds promoting, during subsequent heating, browning reactions (Lefort et al., 2003). Moreover, inadequate storage conditions cause biochemical changes responsible of decreasing in quality for processing (Türk, and Erýp. 1998). Because the knowledge of changes occurred during postharvest of this nut is not well documented, the "marrón Glacé" industry is seasonal dependent (Loewe et al., 1994). Since chestnut quality for processing is affected by postharvest conditions of the fruits, the aim of this research was to evaluate the effect of different storage conditions on the quality of "marrón glacé" in order to extend the fruit suitability for processing.

MATERIAL AND METHODS

Fruits of Marron Doré chestnut cultivar, were harvested in early autumn and stored during eight months at 0°C under six different conditions: Three of them were controlled atmospheres (95%RH) with the following gas concentrations: 0.03%CO₂/21%O₂ (CA/C); 10% CO₂/5%O₂ (CA/10-5), and 20%CO₂/5%O₂ (CA/20-5); two of them were modified atmosphere in two types of bags, Cryovac BKTM (impermeable to CO₂, O₂ and semipermeable to water vapour) and Cryovac BB4TM (impermeable to CO₂, O₂ and water vapour); and chestnuts stored in net plastic bags under conventional conditions (C).

Every two months, during the storage time, fruits from each treatment were elaborated as "marrón glacé". They were prepared according the following flow sheet: fruit peeling, cheese cloth wrapping, blanching in boiling water during 10 minutes for starch gelatinization, boiling during five minutes in 35°B sucrose syrup, immersion during two days in 35°B sucrose syrup to allow sugar infusion in the fruit tissues, boiling during 10 minutes in 70°B sucrose syrup, immersion during two days in 70°B sucrose syrup to increase the sugar content inside the fruit, draining, and packing of the candied fruits in aluminium paper.

Immediately after each "marrón glacé" elaboration, there were measured their water activity (Aw), soluble solids, pH and texture (with a Voland Texture Analyser). Sensory evaluation of "marrón glacé" quality (colour, texture, sweetness, astringency, flavour, overall appearance and acceptance was conducted by trained panel composed by 12 judges using the scoring method.(Watts et al., 1989).

The experiment was done using a completely random design with five replications for each treatments.

RESULTS AND DISCUSSION

Physical and Chemical Characteristics

1. Water Activity. Aw values of "marrón glacé" elaborated with chestnut kept in net bags (C) and under standard controlled atmosphere (AC/C) increased during the storage time (Figure 1). This behaviour could be due to the higher sugar content observed (in the first part of the experiment) in the chestnuts of these two treatments. Also, in the control chestnuts (C) it was observed a large water loss which is associated to conversion of starch into sugars (Senter et al., 1994). Lefort et al., (2003) indicate that a long-term

storage at low temperature results in a high rate of starch breakdown into sugars (sucrose and hexoses). According to Sacchetti et al. (2004) high sugar content limits the starch gelatinization capacity during heating, affecting its water uptake ability. On the other hand, "marrón glacé" prepared with chestnuts coming from controlled (AC/10-5 and AC/20-5) and modified atmosphere showed A_w values very similar to the initial ones, until the end of the storage period, probably due to a lower hexoses availability. Parkin and Schwobe (1990) found that in potatoes stored at low O_2 atmosphere (3%), the conversion rate of sucrose into hexoses was delayed significantly. The A_w values found in all treatments are in the range of safety for bacteria development, but not for the growth of some molds and yeasts.

2. Texture. Chestnut kept in net bags (C) and under conventional controlled atmosphere (AC/C) rendered "marrón glacé" that harden as storage time goes by (Figure 2). They showed significant differences with "marrón glacé" coming from chestnuts stored under controlled and modified atmosphere which maintain a soft texture during the whole conservation period. Softening upon cooking in starchy material is caused by starch gelatinization which allows a high water uptake. Extent of starch gelatinization depend on several factor, such as, molecular composition, molecular structure, resistant starch content, development of chemical reactions. According to Pizzoferrato et al. (1999) chestnut starch has a molecular pattern similar to those highly resistant to digestion. Also, Türk and Erýp (1998) pointed out, that storage at low temperature induces biochemical changes in starch which might be related to hardening of "marrón glacé".

3. Soluble solids. All the candied fruits show high amount of soluble solids (Figure 3). Some of the storing conditions caused an increase of soluble solids in the elaborated fruit (C and BK) which is in agreement with the increasing in total sugars observed in the fruits during storage. Soluble solids showed a similar trend that A_w values.

4. pH. It was observed a slow decreasing during the storage time in all treatments without significant differences among them. Decreasing in pH was not detected by the sensory panel as a change in the acidity probably due to the high sweetness of the product.

Sensory Evaluation

5. Colour. Chestnut from the first date of analysis showed a "normal" colour, which was going darker in treatments C and AC/C; those treatments had higher amounts of reducing sugars as result of starch breakdown. Heating of chestnut catalyses the Maillard reaction resulting in the development of brown colour (Künsch et al., 2001)). Colour was kept with a good scoring until the last date of analysis in BB4 and AC/10-5 treatments (Figure 4).

6. Appearance. "Marrón glacé" got a high score at the beginning of the experiment. The high appearance was kept during the storage time in BB4 and AC/10-5 treatments. Chesnuts stored in net bags produced "marrón glacé" with very bad appearance (Figure 5). Appearance scoring of "marrón clacé" was highly related to their colour.

7. Texture. Treatments C and AC/C got higher scoring for texture which means that they were getting harder as the storage passed through. The observed texture is probably due to a higher water loss and to changes produced in the starch molecule. Maillard reaction

induces changes in the glycosidic chain of starch, which result in a decreasing of digestibility of starch and probably in an increasing of fruit hardening (Senter et al., 1994). In general, sensory texture showed the same tendency as the instrumental one in all treatments (Figure 6).

8. Sweetness and Flavor. Treatments C and AC/C had slight less sweetness after sixth month of fruit storage; probably they had a lower capacity of sugar uptake inside the fruit tissue. Both parameters had good scoring and did not show significant differences among treatments in any of the dates of analysis.

9. Acidity and Astringency. Both parameters did not show differences among treatments nor among dates of analysis. High sweetness of "marrón glacé" interfere with the sensory perception acidity and astringency.

10. Acceptance. "Marrón glacé" acceptance was affected by storage conditions of chestnuts. Fruits stored in C and AC/C conditions obtained the lowest acceptance (Figure 7). On the other hand, BB4 and AC/10-5 had the highest ones ("I like very much"). Acceptance of "chestnut" is related to colour, texture and sweetness.

Conclusion

Treatments that showed the best product quality at the end of the storage period were CA/10-5 and Cryovac BB4 bags (impermeable to gases and water vapor). Low oxygen concentration during storage seems to delay the starch conversion into sugars induced by low temperatures, which decreases the chestnut quality for "marrón glacé" processing. Results obtained allow "marrón glacé" processing during eight month after fruit harvest, without altering the quality of end product.

Literature Cited

- Bernardez, M., Miguelez, J. Queijeiro, J. and Queijeiro, J. 2004. HPLC determination of sugars in varieties of chestnut fruits from Galicia (Spain). J. Food Composition and Analysis 17(1):63-67.
- De la Montaña, J., Míguez-Bernardez, M. and Garcia, JM. 2004. Composition of varieties of chestnuts from Galicia (Spain). Food Chem. 84 (3): 401-404.
- Demiate, IM. Oetterer, M. and Wosiacki, G. 2001. Characterization of chestnut (*Castanea sativa* Mill) starch for industrial utilization. Brazilian Archives of Biology and Technology 44(1): 69-78.
- Guyer, D. 2001. Going nuts in Italy. Agricultural Engineering Newsletter. April/May. Michigan State University (USA) 3p.
- Koyuncu, T., Serdina, U. and Tosun, I. 2004. Drying characteristics and energy requirements for dehydration of chestnut (*Castanea sativa*, Mill). J. Food Engineering 62(2): 165-168.
- Künsch, U. Schärer, H. Patrian, B. Hurter, J. Codenera, M., Sassella, A. Jermini, M. and Jelmini, G. 1999. Quality Assessment of Chestnut Fruit. Acta Hort. (ISHS) 494:119-128.
- Künsch, U. Schärer, H. Patrian, B. Höhn, E. Codenera, M., Sassella, A. Jermini, M. and Jelmini, G. 2001. Effects of roasting on chemical composition and quality of different chestnut (*Castanea sativa* Mill) varieties. J.Sci. Food and Agric. 81:1106-1112.

- Lefort, JF, Durance, TD. and Upadhyaya, MK. 2003. Effect of tuber storage and cultivar on the quality of vacuum microwave-dried potato chips. *J. Food Sci.* 68 (2): 690-696.
- Loewe.V. Neuenschwander, A. and Alvear,C. 1994. El castaño en Chile: un cultivo frutoforestal promisorio. INFOR, santiago, Chile, 61p.
- López. C. Torrado, A., Fuciños, P., Guerra, N. And Pastrana, L. 2004. Enzymatic Hydrolysis of Chestnut Puree: Process Optimization using Mixtures of α -Amylase and Glucoamylase. *J. Agric.Food Chem.*52(10): 2907-2914.
- Parkin, KL. And Schwobe, MA. 1990. Effect of Low Temperature and Modified Atmosphere on Sugar Accumulation and Chip Color in Potatoes (*Solanum tuberosum*). *J. Food Sci* 55(5): 1341-1344.
- Pinnavaia, G., Pizzirani, S. and Papotto, E. 1995. Study of the production feasibility on an extruded chestnut flour product. *Industrie alimentari* 34 (341): 977.
- Pinnavaia, G., Sacchetti, G., Chavez-Lopez, C. and Romani, S. 1999. Study of product feasibility of preserved chestnuts under low sugar content syrup. *Acta Hort. (ISHS)* 494: 111-118.
- Pizzoferrato, L.,Rotilio, G. and Paci, M. 1999. Modification of structure and digestibility of chestnut starch upon cooking: a solid state ^{13}C MAS NMR and enzyme degradation study. *J. Agric. Food Chem.* 47: 4060-4063.
- Sacchetti, G. and Pinnavaia, G. 1999 A ready-to-eat chestnut chestnut flour based cereal breakfast cereal. Production and optimization. *Acta Hort. (ISHS)* 494: 61-68.
- Sacchetti, G. Pinnavaia, G., Guidolin, E. And Dalla Rosa, M. 2004. Effects of extrusion temperature and feed composition on the functional, physical and sensory properties of chestnuts and rice-flour based sanck-like product. *Food Res. International* 37 (5): 527-534.
- Senter, S., Payne, J. Miller, G. and Anagnostakis, S. 1994. Comparison of total lipids, fatty acids, sugar and nonvolatile organic acids in nuts from four *Castanea* species. *J. Sci. Food and Agric.*65: 223-227.
- Türk, R. and Erýp. A. 1998. The chestnut in modified atmosphere. *Acta Hort. (ISHS)* 464:535.
- Watts, BM., Ylimaki, GL., Jeffery, LE. and Elias, LG. 1989. Basic sensory methods for food evaluation. Ed. International Development Research Center, Ottawa, Canada. 160p.

Figures

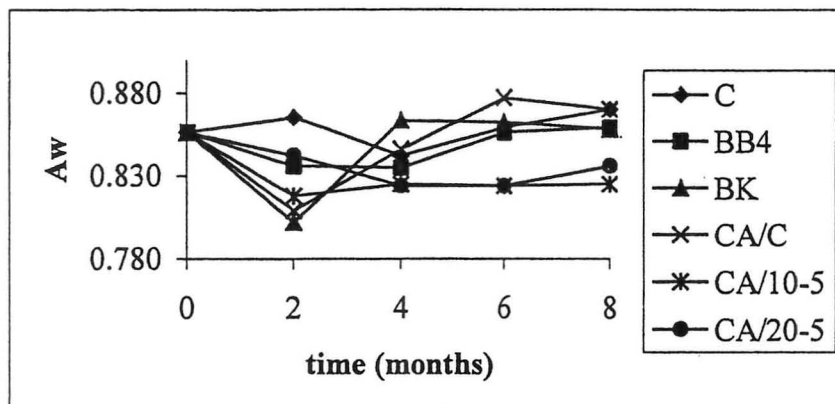


Figure 1. Evolution of "marrón glacé" A_w , during different conditions of chestnut storage

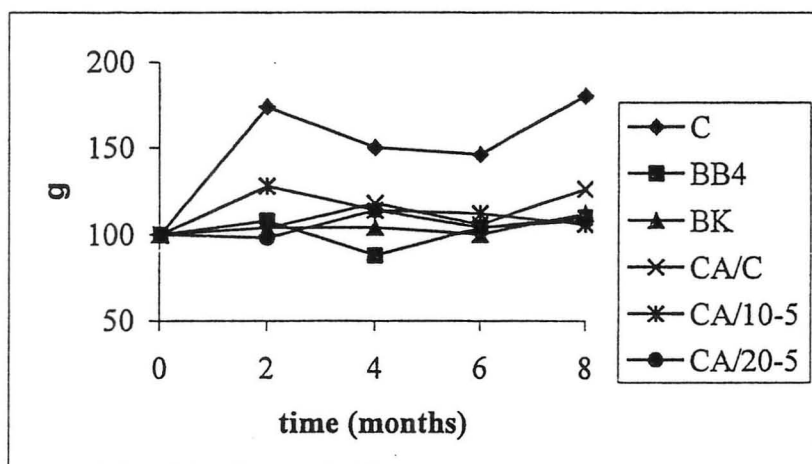


Figure 2 Changes in "marrón glacé" texture, during different conditions of chestnut storage

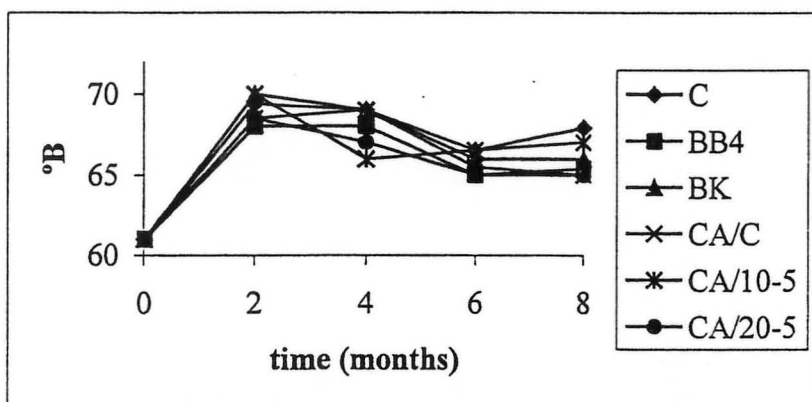


Figure 3. Evolution of "marrón glacé" soluble solids, during different conditions of chestnut storage

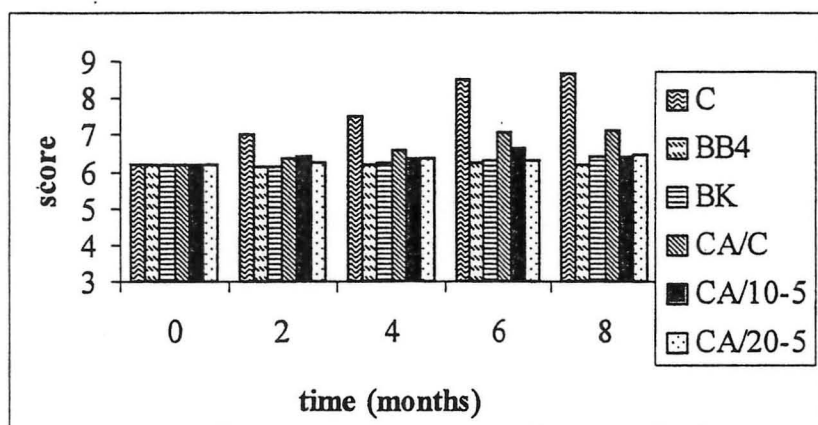


Figure 4. Sensory colour of "marrón glacé" prepared with chestnut stored under different conditions

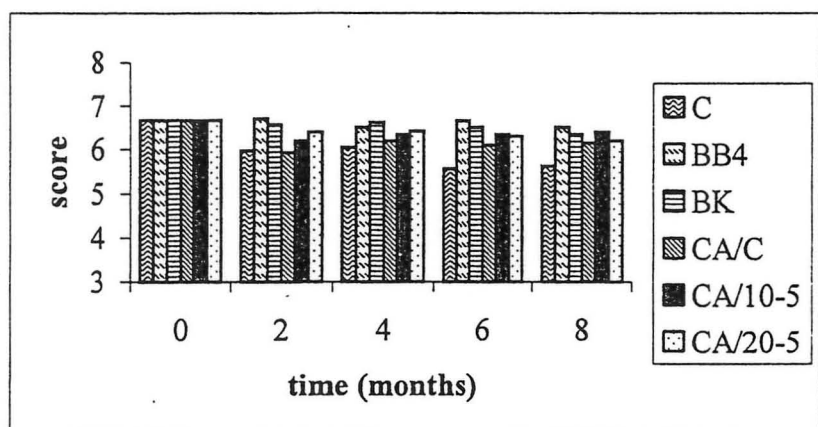


Figure 5. Sensory appearance of "marrón glacé" prepared with chestnut stored under different conditions

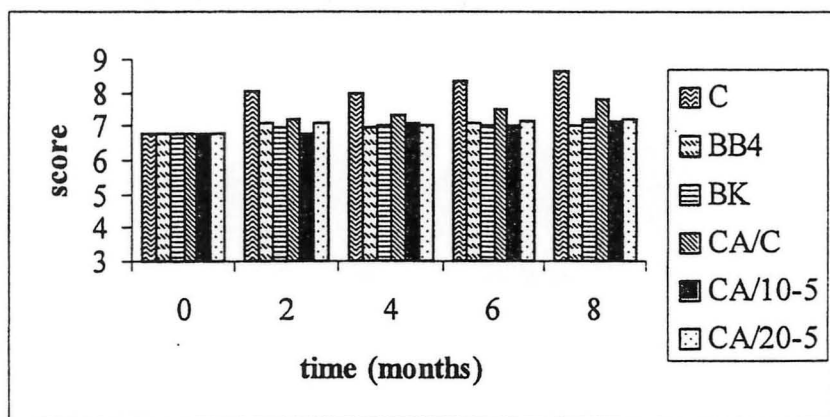


Figure 6. Sensory texture of "marrón glacé" prepared with chestnut stored under different conditions

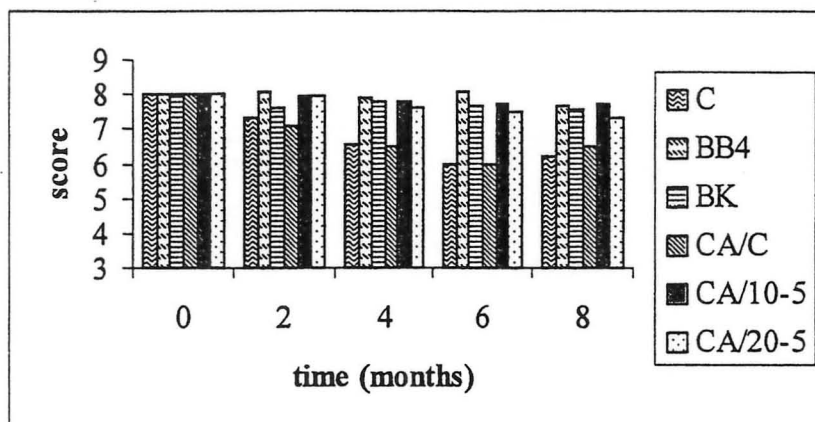


Figure 7. Sensory acceptance of "marrón glacé" prepared with chestnut stored under different conditions

CASTAÑAS: CONSERVACIÓN POSTCOSECHA Y TRANSFORMACIÓN AGROINDUSTRIAL

Ana María Estévez A.

Departamento de Agroindustria y Enología, Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. aestev@uchile.cl

Antecedentes Generales

La castaña forma parte del grupo de los frutos tipo nuez o frutos secos. Sin embargo, al momento de la cosecha contiene entre 45 y 50% de humedad. Esta nuez tiene una atractiva composición química que le confiere un interesante potencial de transformación agroindustrial. Está compuesta principalmente por hidratos de carbono, los que son en buena medida, responsables de su aporte calórico; entre ellos, destaca el almidón (40 a 80 g/100g de materia seca) y la sacarosa (6,5 a 19,5 g/100g de materia seca), la que le confiere un suave dulzor y cuyo contenido es considerado como uno de los principales parámetros de calidad. Su contenido de proteínas es bajo (6,3 g/100g de materia seca), las que se caracterizan por su buen equilibrio aminoacídico. Tiene un bajo contenido de lípidos (3,1 g/100g de materia seca), lo que la diferencia de otros frutos tipo nuez y le da estabilidad frente a la rancidez oxidativa. Entre los minerales, es importante destacar su alto contenido de potasio y su bajo aporte de sodio.

El fruto de castaña está formado por una cúpula o invólucro espinoso que se abre en cuatro valvas al momento de la maduración. En su interior se encuentran 2 a 3 semillas dicotiledóneas. Las semillas o nueces carnosas, están rodeadas por la cáscara, constituida por una cubierta externa (pericarpio) de color pardo rojizo brillante y por un tegumento interior (testa) pubescente de color rojo, que en algunas variedades se interna notoriamente entre los lóbulos de los cotiledones (variedades tabicadas), dificultando su pelado. La cáscara de la castaña es rica en taninos que se usan en la curtiembre de cueros.

Las variedades de castañas se diferencian según el número de nueces que tengan al interior de la cúpula. Las que tienen de 2 a 3 nueces por fruto se denominan castañas y generalmente son de tamaño más pequeño; las que tienen 1 semilla por fruto se conocen como marrones y en ellas, normalmente las nueces son de gran tamaño. Por otra parte, se distinguen variedades tabicadas, en las que el tegumento penetra profundamente en los cotiledones y no tabicadas, en las cuales el tegumento sólo rodea a los cotiledones.

Las castañas se clasifican de acuerdo a su tamaño en:

Grandes (AAA), que tienen menos de 60 unidades por kilo y su diámetro es mayor a 30mm.

Medianas (AA), con 61 a 80 unidades por kilo y diámetros de 26 a 28mm.

Pequeñas (A), con 80 a 100 unidades por kilo y diámetros inferiores a 25 mm.

Muy pequeñas (B) con más de 100 unidades por kilo.

En general, se prefieren nueces con pulpa (cotiledones) de color amarillo claro o levemente marrón y textura firme y crocante semejante a la de una zanahoria. La pulpa luego de la cocción debe ser suave y dulce, con aroma típico, lo que está dado en gran parte por el tipo de molécula de almidón presente y por el contenido de sacarosa. Dada la dificultad que presenta el pelado, se buscan variedades no tabicadas y fáciles de pelar. El tamaño de la nuez es importante según el destino que tenga el producto; para purés y harinas se prefieren las de tamaño pequeño y de menor valor comercial. Para productos elaborados enteros (confitados, conservas y congelados) y para el consumo fresco (doméstico) se utilizan los tamaños mayores.

Conservación postcosecha

Debido a su alto contenido de humedad, la castaña es susceptible de perder calidad durante el almacenamiento. Esta característica ha condicionado un consumo que muestra una marcada estacionalidad invernal; por ejemplo, en Europa, donde el consumo por persona es uno de los más altos del mundo, está muy asociado a las fiestas navideñas. Durante el almacenamiento, si el ambiente es seco, se pierde rápidamente humedad a través de la cáscara, deshidratándose los cotiledones. Por otra parte, si se mantiene en refrigeración y con alta humedad relativa es frecuente la brotación y el desarrollo de hongos, especialmente del género *Phomosis*. Además, en esas condiciones se producen reacciones bioquímicas adversas que afectan la calidad del fruto para su posterior transformación agroindustrial. Entre ellas, es importante mencionar, cambios en la molécula de almidón y la acumulación indeseable de azúcares reductores producto de la hidrólisis del almidón. Durante los tratamientos térmicos los azúcares reductores pueden interactuar con las proteínas y aminoácidos en reacciones de pardeamiento no enzimático.

La conservación postcosecha de las castañas es indispensable, no sólo para prolongar la disponibilidad de nueces de buena calidad para el consumo fresco, sino que también para entregar a la agroindustria, materia prima de adecuadas características tecnológicas durante un período de al menos 8 a 10 meses.

Por lo anterior, se han propuesto diversas técnicas para mantener la calidad postcosecha de las castañas, tanto para consumo en fresco, como para industrialización. Entre ellas, se pueden mencionar:

- Conservación en frío y alta humedad relativa (entre 1 a 3°C y 90 a 95% HR) en atmósfera convencional; este sistema permite mantener la calidad de las nueces por un período máximo de tres meses.
- Conservación en atmósfera controlada (entre 0 y 3°C y 95% HR). La composición de la atmósfera varía entre 10 y 40% de CO₂ y entre 2 y 5% de O₂. Los mejores resultados obtenidos en Chile, corresponden a atmósferas de 10% de CO₂ y 5% de O₂, las que permiten mantener durante 8 meses el contenido de humedad de las nueces (cercano al 50%), inhibir el desarrollo de hongos y disminuir la transformación de almidón en

azúcares reductores. Las nueces al final del período de almacenamiento presentan una buena calidad sensorial, tanto cocidas, como en "marrón glacé".

- Conservación en atmósfera modificada. Se han realizado diversos intentos para conservar castañas en bolsas de materiales plásticos. En Turquía se estudió el uso de bolsas de polietileno de baja densidad (entre 50 y 100 μm de espesor) y de polipropileno (80 μm de espesor) para el almacenamiento de castañas con 45 % de humedad, durante 12 meses a 0°C y 85% de humedad relativa. Sólo las bolsas de polipropileno fueron efectivas en disminuir la incidencia del desarrollo de hongos y la pérdida de humedad por un período de seis meses. En Australia, se estudió la combinación de tratamientos con sanitizantes (cloro y ácido peracético), ozono y bolsas plásticas para la conservación de castañas a 1°C. El uso de ozono aparece como promisorio para el control de hongos externos en envases plásticos sellados.

En Chile se han obtenido muy buenos resultados, equivalentes a los de atmósfera controlada en la mantención de la calidad de las nueces por 8 meses, utilizando bolsas "Cryovac® BB4" (impermeables a los gases y al vapor de agua). Este tipo de almacenamiento tiene la ventaja de su menor costo en comparación con la mantención en atmósferas controladas.

- Curado. En algunos países de Europa se acostumbra practicar un "curado" de la nuez posterior a la cosecha para prolongar su vida postcosecha. Este proceso consiste en una inmersión de las castañas en agua a 18-20°C por 5 a 8 días para permitir el desarrollo de una fermentación láctica que disminuye el pH de 6 a 4,5. Posteriormente, las castañas se dejan secar en lugares ventilados y se envasan en bolsas de malla. La disminución del pH y probablemente la migración de taninos desde la cáscara al interior de la nuez, retrasan el desarrollo de microorganismos, permitiendo una conservación por 6 meses. El proceso causa un leve oscurecimiento y cambio de sabor de los cotiledones.

Consumo de castañas

La forma de consumo principal de las castañas, aun cuando ha disminuido en la última década, es cocidas o tostadas, durante los meses de invierno. Tanto en la cocción como en el tostado, se produce una gelatinización del almidón de magnitud variable dependiente de la cantidad de agua que haya en el medio y del tipo de molécula de almidón; esto proporciona la textura y sabor adecuados a las castañas, por lo cual, es muy importante que el almidón esté en un estado susceptible de gelatinizarse. Para este tipo de consumo, reciben mejor precio las nueces de mayor tamaño, no tabicadas y de sabor dulce. Durante el tostado se pierde peso en un rango de 23 a 30 % quedando niveles de almidón de 25 a 35 g/100g y de sacarosa de 5 a 10 g/100g. Con este tratamiento térmico se desarrollan compuestos volátiles del tipo de los monoterpenos y derivados de hidrocarburos responsables del aroma típico de este producto.

Posibilidades Agroindustriales

Con el propósito de dar mayor valor a las castañas y aumentar su consumo, existen diversos productos que se pueden elaborar a partir de ellas. Muchos de ellos están basados en el consumo tradicional, con innovaciones en la condiciones de proceso y algunos son producto de investigaciones recientes en nuevas tecnologías. En general, en el procesamiento de castañas se pueden distinguir aquellos productos en que se trata la nuez entera (conservas, glaceados y congelados) y en los que se disminuye de tamaño (harinas, purés, migas, hidrolizados y almidón).

En la mayoría de los procesos, la operación inicial es el pelado de las castañas. La elección del método de pelado depende del tipo de producto que se desee obtener, ya que algunos de ellos pueden cambiar parcialmente las características físicas y/o químicas de la nuez. Entre los más utilizados se pueden mencionar:

- Pelado manual. Generalmente, se corta la cáscara en cruz en uno de los costados de la nuez; en este estado la nuez se puede enfriar a 0°C, someterse a precocción por 20 minutos o calentarse en ambiente seco a 150°C, con el propósito de facilitar la separación de la cáscara de los cotiledones. Con este sistema se retira completa la cáscara (pericarpio y testa) y la nuez se daña poco, sin embargo es un proceso muy lento.
- Pelado por calor. Con este método, se quema la cáscara con temperaturas muy altas (800°C) la que se separa luego por fricción y se retira por aspiración. Es necesario regular muy bien el tratamiento para reducir el quemado superficial de las nueces.
- Pelado químico. Consiste en un tratamiento con hidróxido de sodio (14-18%) para la remoción de la cubierta exterior y luego con ácido perclórico o nítrico para destruir el tegumento interior. Las nueces se lavan posteriormente con abundante agua y se dejan secar en lugares ventilados. El principal inconveniente de este método es el alto uso de productos químicos.
- Pelado por cambio de presión. Las nueces se introducen en una cámara a presión con alta temperatura. El calentamiento deshidrata la cáscara y bajo ella se crea una fina película de agua calentada que se vaporiza instantáneamente al liberar la presión de la cámara, causando una remoción explosiva de la cáscara. Es un método eficaz y limpio.

Procesamiento de la nuez entera

Estos procesos requieren de nueces bien formadas, sin daños y bien peladas (sin restos de cubierta externa o tegumento interno). Entre ellos se encuentran:

- Conservas (en almíbar). Las castañas crudas y peladas, se ponen en envases de vidrio o de hojalata y se cubren con almíbar de sacarosa de 42-50° Brix a 80-90°C. Para la producción de conservas "light" se usan almíbares de 30° Brix con adición de ácido cítrico. Los envases cerrados se someten a esterilización comercial (121°C) por 40 minutos.

- "Marrón Glacé". Corresponden a las nueces confitadas. Se obtienen por la inmersión sucesiva de nueces peladas y precocidas en almíbares de concentraciones crecientes desde 45°Brix hasta 75°Brix. En cada almíbar se cuecen por 15 a 20 minutos y se dejan reposar en esta solución azucarada por 24 a 48 horas. Cuando la difusión del azúcar al interior de los cotiledones se ha completado, se deja escurrir el almíbar, se secan en lugares ventilados y se envasan en forma individual o de a 3 castañas generalmente en papeles de aluminio.

- Congelados. Se realiza congelado de los frutos enteros, ya sea crudos, cocidos, tostados o en medio azucarado. Deben conservarse a -18°C con lo que puede conseguir una duración de 18 a 24 meses.

- Envasado al vacío: Recientemente se ha aplicado un envasado tipo "sous vide" que considera el envasado al vacío de castañas cocidas en bolsas estables al calor. Por el pH de la nuez es necesario realizar un proceso muy cuidadoso que garantice su inocuidad.

Procesamiento con disminución de tamaño

A este tipo de elaboración se destinan normalmente las nueces de pequeño tamaño o las partidas.

- Harinas. Pueden obtenerse por secado con aire caliente (45 a 65°C y velocidades de 1,8 a 2,7 m/seg) de los frutos pelados hasta contenidos de humedad residual de 8 a 10 %. Luego los frutos secos se muelen en molinos de martillo o de rodillos y se tamizan para separar las partículas gruesas. Estas harinas se suelen re-hidratar con vapor lo que provoca ciertos cambios (como pérdida de forma de los gránulos) en el comportamiento del almidón.

También se pueden producir harinas precocidas, para lo cual, se cuecen las castañas con cáscara, se pelan manualmente y se deshidratan en condiciones similares a las antes mencionadas. Últimamente, se han producido harinas "integrales" que incorporan el tegumento interior lo cual les da una coloración pardo-rojiza y un mayor aporte de fibra. Las harinas se utilizan como ingredientes en la elaboración de diversos productos como galletas, helados, postres y sopas. Dada la ausencia de gluten las harinas son una buena alternativa para las personas celíacas.

- Purés. Se elaboran con harina de castañas o con castañas cocidas, molidas en molino coloidal y tamizadas a 60 a 100µm. La pulpa obtenida se concentra hasta 35-60°B mediante evaporación y adición de azúcar (sacarosa o mezclas sacarosa/glucosa) en concentraciones de 20% o superiores. El color obtenido en las pulpas depende del tratamiento térmico aplicado y del contenido de azúcares reductores que tenga la mezcla. Las pulpas se envasan en frascos de vidrio o en envases de hojalata y se tratan térmicamente como las castañas en conserva. Los purés se usan en la elaboración de postres, helados y yogurt.

- Migas. Corresponden a pequeños trozos (400-600mm) de castañas precocidas, que pueden estar deshidratadas o congeladas. Su uso principal es en repostería

- Hidrolizados y licores. Se refiere a la obtención de jarabes concentrados de glucosa por la hidrólisis enzimática con α -amilasa y glucoamilasa del almidón de un puré de castaña. Se obtiene un jarabe dulce y aromático que se fermenta y luego se destila hasta niveles de 30 a 50° de alcohol.

- Almidón. Dado el alto contenido de almidón que tienen las castañas, es posible su extracción para uso comercial. Para ello, se debe moler la nuez pelada, en seco o por molienda húmeda en molino coloidal. El producto obtenido, se tamiza para extraer las impurezas gruesas y la fibra, se suspende en agua para obtener la precipitación del almidón por decantación o centrifugación y se trata con solución diluida de hidróxido de sodio para favorecer la purificación. El almidón obtenido tiene un contenido de amilosa entre 24 y 30%, gránulos de tamaño pequeño y con propiedades reológicas intermedias entre almidón de maíz y de tapioca.

- Productos de desayuno. Se han desarrollado productos de desayuno extruidos (120-140°C) con incorporación de niveles entre 20 y 40 % de harina de castaña. Los productos obtenidos se caracterizan por ser dilatados y tostados, y han mostrado buenas características de absorción y mantención de agua, de solubilidad y textura.

En síntesis, las posibilidades de transformación agroindustrial de la castaña son amplias y de variado espectro y pueden ir apareciendo nuevas oportunidades, con el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías. Es necesario conocer para cada una de ellas, cuales son las características físicas y químicas de la nuez más apropiadas, para identificar las variedades que pueden satisfacerlas de mejor manera. A la vez, es importante saber como varían dichas características durante el período postcosecha, de manera que la agroindustria pueda contar con materia prima de buena calidad por al menos 8 meses al año, especialmente en el caso de aquellos productos de corta vida útil.

Referencias.

- Bernardez, M., Miguelez, J. Queijeiro, J. and Queijeiro, J. 2004. HPLC determination of sugars in varieties of chestnut fruits from Galicia (Spain). J. Food Composition and Analysis 17(1):63-67.
- De la Montaña, J., Miguez-Bernardez, M. and Garcia, JM. 2004. Composition of varieties of chestnuts from Galicia (Spain). Food Chem. 84 (3): 401-404.
- Demiate, IM. Oetterer, M. and Wosiacki, G. 2001. Characterization of chestnut (*Castanea sativa* Mill) starch for industrial utilization. Brazilian Archives of Biology and Technology 44(1): 69-78.
- Díaz, L. 1997 Rendimiento y caracterización de almidón de frutos de castaño (*Castanea sativa* Mill) y araucaria (*Araucaria araucana* ((Mol) K. Koch). Memoria Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

- Koyuncu, T., Serdina, U. and Tosun, I. 2004. Drying characteristics and energy requirements for dehydration of chestnut (*Castanea sativa*, Mill). J. Food Engineering 62(2): 165-168.
- Künsch, U. Schärer, H. Patrian, B. Hurter, J. Codenera, M., Sassella, A. Jermini, M. and Jelmini, G. 1999. Quality Assessment of Chestnut Fruit. Acta Hort. (ISHS) 494:119-128.
- Künsch, U. Schärer, H. Patrian, B. Höhn, E. Codenera, M., Sassella, A. Jermini, M. and Jelmini, G. 2001. Effects of roasting on chemical composition and quality of different chestnut (*Castanea sativa* Mill) varieties. J.Sci. Food and Agric. 81:1106-1112.
- López, C. Torrado, A., Fuciños, P., Guerra, N. And Pastrana, L. 2004. Enzymatic Hydrolysis of Chestnut Puree: Process Optimization using Mixtures of α -Amylase and Glucoamylase. J. Agric.Food Chem.52(10): 2907-2914.
- Pinnavaia, G., Pizzirani, S. and Papotto, E. 1995. Study of the production feasibility on an extruded chestnut flour product. Industrie alimentari 34 (341): 977.
- Pinnavaia, G., Sacchetti, G., Chavez-Lopez, C. and Romani, S. 1999. Study of product feasibility of preserved chestnuts under low sugar content syrup. Acta Hort. (ISHS) 494: 111-118.
- Pizzoferrato, L., Rotilio, G. and Paci, M. 1999. Modification of structure and digestibility of chestnut starch upon cooking: a solid state ^{13}C MAS NMR and enzyme degradation study. J. Agric. Food Chem. 47: 4060-4063.
- Sacchetti, G. and Pinnavaia, G. 1999 A ready-to-eat chestnut chestnut flour based cereal breakfast cereal. Production and optimization. Acta Hort. (ISHS) 494: 61-68.
- Sacchetti, G. Pinnavaia, G., Guidolin, E. And Dalla Rosa, M. 2004. Effects of extrusion temperature and feed composition on the functional, physical and sensory properties of chestnuts and rice-flour based snack-like product. Food Res. International 37 (5): 527-534.
- Senter, S., Payne, J. Miller, G. and Anagnostakis, S. 1994. Comparison of total lipids, fatty acids, sugar and nonvolatile organic acids in nuts from four *Castanea* species. J. Sci. Food and Agric.65: 223-227.
- Türk, R. and Erýp. A. 1998. The chestnut in modified atmosphere. Acta Hort. (ISHS) 464:535.