



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**Sustitución de almidón de achira (*Canna edulis*) por una mezcla  
de almidones de papa (*Solanum tuberosum*) y yuca (*Manihot  
esculenta*) para la elaboración de quesadillas**

**Gabriela Eufemia Cobo Quintana**

**Stalin Santacruz, Ph.D., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito  
para la obtención del título de Ingeniero en Alimentos

Quito, mayo de 2014

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Sustitución de almidón de achira (*Canna edulis*) por una mezcla  
de almidones de papa (*Solanum tuberosum*) y yuca (*Manihot  
esculenta*) para la elaboración de quesadillas**

**Gabriela Eufemia Cobo Quintana**

Stalin Santacruz, Ph.D.

Director de Tesis .....

Javier Garrido, MSc.

Coordinador de Ing. en Alimentos .....

Lucía Ramirez, Ph.D.

Miembro del Comité de Tesis .....

Francisco Carvajal, Ph.D.

Miembro del Comité de Tesis .....

Mario Caviedes, Ph.D.

Miembro del Comité de Tesis .....

Ximena Córdova, Ph.D.

Decana de la Escuela de Ingeniería

Colegio de Ciencias e Ingeniería .....

Quito, mayo de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Nombre: Gabriela Eufemia Cobo Quintana

C. I.: 1715901292

Fecha: Quito, mayo de 2014

## DEDICATORIA

A mi Dios, Jehová quién ha permitido cumplir mis sueños y anhelos, quién de su mano me ha guiado en este tiempo, me ha dado fortaleza y sabiduría para seguir adelante sin desfallecer. Gracias mi Dios por tu infinito amor.

A mi Madre por su dedicación, por su incondicional apoyo, sus sabios consejos y sobre todo por su infinito amor. Quién ha sido el pilar fundamental en todo lo que soy, en mi educación y a lo largo de mi vida.

Al Chef Jorge Gallegos "*El Tío*", por sus sabios consejos y por su apoyo incondicional. Por haberme ayudado a comprender que el trabajo de toda una vida y una familia debe continuar.

A mis profesores, compañeros y amigos quienes formaron parte de la etapa más especial de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director de Tesis Ph.D. Stalin Santacruz quién con su conocimiento y experiencia ha sido de gran ayuda para el desarrollo de esta investigación.

A Ph.D. Lorena Sciarini, quién a pesar de la distancia, compartió su conocimiento para el desarrollo de esta investigación.

Al personal del Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos, LACONAL de la Universidad Técnica de Ambato (UTA), en especial a los Ingenieros Marcelo Soria, Giovanni Freire y Gladys Risueño por abrirme las puertas y darme las facilidades para el desarrollo de esta investigación.

A Ph.D. Mario Caviedes quién ha aportado a ésta investigación.

Al Ing. Julio Sánchez Otero, quién compartió sus conocimientos para el desarrollo de esta investigación.

A todas las personas del CCRA por el apoyo incondicional, en especial a la Rev. Patricia Rivadeneira y a la Dra. Ruth Gavilanes.

Al Ing. Juan Carlos Nuñez por su colaboración y ayuda incondicional.

## RESUMEN

La quesadilla es un producto de origen español y su base es el postre árabe llamado almojábana. Con la conquista española, el producto llega a América y se adapta a los ingredientes nativos. En Ecuador se conoce como quesadilla a un postre tradicional elaborado a base de queso fresco, azúcar y una mezcla de harinas y almidones. Debido que uno de sus ingredientes, el almidón de achira (*Canna edulis*) es de disponibilidad limitada, se decidió estudiar la posibilidad de sustitución de este almidón por una mezcla de almidones de papa (*Solanum tuberosum*) y yuca (*Manihot esculenta*).

Con el objetivo de obtener un producto de similares características al elaborado con almidón de *C. edulis*, se desarrolló un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial aumentado  $3^2+1$  (9 tratamientos y un testigo). Los factores de estudio fueron la combinación de almidones y el tiempo de reposo de la masa, cada uno con tres niveles. La combinación de almidones no influyó significativamente en las características de las quesadillas a diferencia del tiempo de reposo. Tiempos más largos de reposo dieron como resultado quesadillas con valores elevados de dureza y masticabilidad con menor volumen específico. A mayor porcentaje de almidón de *M. esculenta* se obtiene quesadillas con valores bajos de masticabilidad y dureza. A mayor porcentaje de almidón de *S. tuberosum* se obtiene quesadillas con valores altos de dureza. El tamaño de alvéolo fue afectado por la cantidad de almidón de *M. esculenta*, a mayor porcentaje de almidón, mayor tamaño de alvéolo. De acuerdo con los resultados de textura instrumental y análisis físicos se determinó que la quesadilla con la combinación de almidones 25% *S. tuberosum* y 75% *M. esculenta* con 20 horas de reposo fue la más similar a la elaborada con almidón de achira. Sensorialmente se encontró que si existe diferencia ( $p < 0,01$ ), entre la quesadilla elaborada con (combinación 25% *S. tuberosum* / 75% *M. esculenta* - 20h reposo) y la quesadilla elaborada con almidón de *C. edulis*. Lo cual demostró que un cambio en la formulación no es posible porque su diferencia es perceptible para el consumidor.

**Palabras Clave:** Quesadilla, Almidón de *C. edulis*, Almidón de *S. tuberosum*, Almidón de *M. esculenta*

## ABSTRACT

The quesadilla is a Spanish product and its origin is the Arabic dessert called almojábana. The product arrived to America with the Spanish conquest and adapted to the local ingredients. In Ecuador, quesadilla is known as a traditional dessert made from fresh cheese, sugar and a mixture of flours and starches. Because of limited availability of canna starch (*Canna edulis*) one of the main ingredients, it was decided to consider replacing starch by a mixture of starches from potato (*Solanum tuberosum*) and cassava (*Manihot esculenta*).

In order to obtain a similar product made from the starch of *C. edulis*, a completely randomized design with factorial increased arrangement  $3^2 + 1$  (9 treatments and 1 control) was designed. The factors studied were the combination of starches and resting time of the dough, each with three levels. The starches combination did not significantly influence the characteristics of the quesadillas. Longer resting times given as a result quesadillas with high hardness and chewiness and lower specific volume. A higher percentage of *M. esculenta* starch given as a result quesadillas with low hardness and chewiness values. A higher percentage of *S. tuberosum* starch given as a result quesadillas with high hardness values. A higher percentage of *M. esculenta* starch, increased the alveolus size. According to the results of instrumental texture and physical analysis, was determined that the quesadilla with the combination of 25 % potato starch and 75 % cassava starch and 20 hours of resting time, was best treatment. The sensory evaluation showed that there is a difference ( $p < 0.01$ ) between the quesadilla made with (combined 25 % potato starch / cassava 75 % starch - 20h resting time) and quesadilla made with *C. edulis* starch. Which showed that a change in the formulation is not possible because the difference is perceptible by the consumer.

**Keywords:** Quesadilla, *C. edulis* starch, *S. tuberosum* starch, *M. esculenta* starch.



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
1.1	GENERAL .....	13
1.2	ESPECÍFICOS .....	13
<b>2</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>REVISION DE LA LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
3.1	GENERALIDADES .....	14
3.2	ALMIDÓN DE <i>CANNA EDULIS</i> .....	15
3.3	ALMIDÓN DE <i>SOLANUM TUBEROSUM</i> .....	17
3.4	ALMIDÓN DE <i>MANIHOT ESCULENTA</i> .....	18
<b>4</b>	<b>MATERIALES</b> .....	<b>20</b>
4.1	SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA .....	20
<b>5</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>21</b>
5.1	ELABORACIÓN DE QUESADILLAS .....	21
5.2	ANÁLISIS DE TEXTURA INSTRUMENTAL.....	23
5.2.1	<i>Dureza</i> .....	24
5.2.2	<i>Masticabilidad:</i> .....	24
5.2.3	<i>Elasticidad</i> .....	24
5.3	ANÁLISIS FÍSICOS .....	25
5.3.1	<i>Volumen específico</i> .....	25
5.3.2	<i>Estructura de miga</i> .....	25
<b>6</b>	<b>DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>EVALUACIÓN SENSORIAL</b> .....	<b>28</b>

7.1 PRUEBA TRIANGULAR.....	28
<b>8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
8.1 ANÁLISIS DE TEXTURA INSTRUMENTAL (TPA) .....	29
8.1.1 Dureza .....	29
8.1.2 Masticabilidad .....	31
8.1.3 Elasticidad.....	33
8.2 ANÁLISIS FÍSICOS .....	34
8.2.1 Volumen específico.....	34
8.2.2 Estructura de miga.....	36
8.3 PONDERACIÓN DE VARIABLES .....	39
<b>9 EVALUACIÓN SENSORIAL .....</b>	<b>40</b>
9.1 PRUEBA TRIANGULAR .....	40
<b>10 CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>11 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>12 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>45</b>
<b>13 ANEXOS.....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Ingredientes utilizados para a elaboración de quesadillas y sus respectivos proveedores.....	20
<b>Tabla 2.</b> Combinaciones porcentuales de los almidones <i>S. tuberosum</i> y <i>M. esculenta</i> utilizados.....	21
<b>Tabla 3.</b> Formulación de quesadillas.....	22
<b>Tabla 4.</b> Tratamientos y factores .....	27
<b>Tabla 5.</b> Anova - Variable Dureza.....	29
<b>Tabla 6.</b> Comparación de Medias – Variable Dureza .....	30
<b>Tabla 7.</b> Anova - Variable Masticabilidad.....	31
<b>Tabla 8.</b> Comparación de Medias- Variable Masticabilidad.....	32
<b>Tabla 9.</b> Anova - Variable Elasticidad .....	33
<b>Tabla 10.</b> Anova - Variable Volumen Específico.....	34
<b>Tabla 11.</b> Comparación de Medias- Variable Volumen Específico.....	35
<b>Tabla 12.</b> Anova - Variable Tamaño de Alveolo .....	36
<b>Tabla 13.</b> Comparación de Medias- Tamaño de Alveolo.....	37
<b>Tabla 14.</b> Anova - Variable Número de alveolos/mm <sup>2</sup> .....	38
<b>Tabla 15.</b> Anova – Variable Área de Alveolos .....	38
<b>Tabla 17.</b> Ponderación de variables .....	39
<b>Tabla 18.</b> Ponderación de variables para cada tratamiento analizado.....	40
<b>Tabla 19.</b> Resultados de Prueba Triangular*.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Curva característica de Análisis de Perfil de Textura (TPA).....	25
<b>Figura 2.</b> Resultados Prueba Triangular.....	42

# 1 OBJETIVOS

## 1.1 General

Evaluar las características sensoriales y físicas de las quesadillas elaboradas con mezclas de almidones de *S. tuberosum* y *M. esculenta*.

## 1.2 Específicos

1. Evaluar el efecto del tiempo de reposo de las masas en textura del producto obtenido.
2. Encontrar una alternativa económica para la elaboración de quesadillas, tradicionalmente producidas a partir de almidón de *C. edulis*.
3. Estudiar el uso de mezcla de almidones de *S. tuberosum* y *M. esculenta* evaluando los atributos de textura por análisis instrumental de quesadillas mediante cuantificación de su elasticidad, masticabilidad y dureza.
4. Analizar las características físicas como son la estructura de miga y el volumen específico de las quesadillas elaboradas.
5. Evaluar la respuesta de los consumidores mediante el análisis sensorial.

## 2 JUSTIFICACIÓN

Debido al alto costo y poca disponibilidad del almidón de *C. edulis*, se ha elegido estudiar la posibilidad de reemplazo por una mezcla de almidones de *S. tuberosum* y *M. esculenta* en la elaboración de quesadillas.

La meta es obtener una mezcla de almidones que permita tener un producto con características sensoriales similares al del elaborado con almidón de *C. edulis* y que adicionalmente sea de más bajo costo.

## 3 REVISION DE LA LITERATURA

### 3.1 Generalidades

La quesadilla es un producto de sal comúnmente asociado a la tradicional comida mexicana. En el Ecuador se conoce como quesadilla a un postre tradicional que es elaborado a base de queso y una mezcla de harinas y almidones nativos que junto al azúcar dan un resultado muy peculiar.

Alrededor del mundo, existen varios productos que poseen el mismo nombre pero varían de acuerdo a los ingredientes regionales. Originalmente la quesadilla es un producto español, específicamente de la Isla del Hierro (Islas Canarias). Su receta base fue la del postre árabe llamado almojábana, el cual es elaborado a base de queso fresco y harina de trigo (Real Academia Española, 2001). Debido a la influencia del pueblo árabe en la región y conjuntamente con la alta producción

lechera se desarrolló este producto en la isla, el mismo que llega a América en uno de los viajes de Colón.

En América y dependiendo de la ruta de los conquistadores, empieza la receta a tomar variantes de acuerdo a los ingredientes de la región sin dejar de lado el ingrediente principal que es el queso fresco. Es así como Colombia y Venezuela poseen recetas de bollos y panes muy parecidos a la receta originaria de las Islas Canarias (Romero, 1996). En el Ecuador, en Quito específicamente este producto es parte de los dulces tradicionales de la ciudad.

Se conoce por fuentes propias, que en la ciudad de Quito este producto se elabora desde los años 1900 y cada familia las fabricaba añadiéndole su toque personal, es así como se hicieron conocidas. Hoy en día son elaboradas por algunas panaderías, siendo las más conocidas las quesadillas de Panadería y Pastelería “San Juan” por elaborar este dulce con la misma receta desde hace 78 años utilizando el almidón de achira (*Canna edulis*).

### **3.2 Almidón de *Canna edulis***

El almidón de achira (*Canna edulis*), uno de los principales ingredientes de la quesadilla. Se obtiene del procesamiento de los rizomas almidonosos de la planta. Según León (1987), la *C.edulis* es una planta originaria de los trópicos americanos, pero como indican Caicedo, Rozo y Bonilla (2000) la especie usada para la extracción de almidón se desarrolla en las regiones tropicales y

subtropicales del mundo. En el continente asiático se reportan cultivos en Vietnam (30.000 has), Tailandia e India; en Oceanía como en Australia y Polinesia; en el Congo Belga de África, y en la América tropical se cultiva en Perú, Ecuador, Bolivia, Brasil, Venezuela y Colombia (Caicedo, Rozo y Rengifo, 2003).

Este almidón se caracteriza por tener un tamaño del gránulo grande, cuyo diámetro va de 35-101 micras (Santacruz, S. *et al*, 2003) , en comparación al *M.esculenta* que tiene un diámetro promedio de 20 micras (Barrera *et al.*, 2004). Posee una variedad de minerales como zinc, sodio, potasio, magnesio, calcio, hierro, calcio y fósforo, siendo de este último las cantidades más altas reportadas en comparación con otros almidones; las que le otorgan a este almidón propiedades funcionales, tecnológicas y nutricionales importantes (Pérez y Lares, 2005). Su temperatura de gelatinización está entre los 59 y 72 °C (Pérez y Lares, 2005) y contenido de amilosa va desde 23,4 y 24,4% (Santacruz, S. *et al*, 2003) mientras que para Villacrés y Espín (1997) es del 26%.

Según Caicedo, Rozo y Bonilla (2000) durante los últimos años, el cultivo de *C. edulis* se viene extinguiendo en las zonas productoras por la dificultad que implican su procesamiento y las perspectivas económicas de otros cultivos, entre otras. De igual forma según Seminario (2004), es difícil comprender cómo este tubérculo fue un artículo alimenticio principal para los aborígenes debido a la poca eficiencia de la planta. El rendimiento promedio de rizomas por hectárea es de 33900 kg (Caicedo, 2000), lo cual demuestra una baja competitividad frente a cultivos más nutritivos, palatables y más productivos, como yuca y arracacha.



En Tungurahua, una de las regiones del Ecuador donde se siembra y procesa esta planta, según opiniones de los agricultores, *C. edulis* se volvió poco eficiente y rentable por ser un cultivo de ciclo largo a comparación del maíz que puede ser cosechado en apenas 6 meses. Adicionalmente la presencia de plagas afecta el rendimiento de los cultivos provocando altas pérdidas económicas (Caicedo, 2000).

Debido a esta problemática, cada vez se hace mas difícil conseguir este tipo de almidón y como lo menciona Caicedo (2000) en su libro, el precio del almidón de *C. edulis* es un 300% más alto frente al precio de la harina de trigo . Tomando en cuenta los datos del año 2013, el precio final de la tonelada de harina de trigo fue de US \$800 (Moderna Alimentos, 2012), mientras que para el almidón de *C. edulis* el precio por tonelada fue US \$3300 (Comunicación personal).

Por las razones anteriormente citadas se desea averiguar la posibilidad de sustituir el almidón de *C. edulis* por una mezcla de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y yuca (*Manihot esculenta*).

### **3.3 Almidón de *Solanum tuberosum***

Se decidió utilizar el almidón de *S. tuberosum*, debido que presenta características similares al almidón *C. edulis*. Su tamaño de granulo está entre 1 y 110 micras (Singh *et al.*, 2003) y su contenido de amilosa va desde el 16 al 24 % (Jane, Maningat y Wonsagonsup, 2010; Lisińska y Leszczyński, 1989). Posee, al

igual que el de *C. edulis*, una baja temperatura de gelatinización (entre 56 y 67 °C) (Lindebom *et al.*, 2004) .

Aunque este almidón es altamente usado en la industria papelera, es una opción muy conveniente en la industria alimenticia (Motalvo, 1984), su costo es 56% menos que el de *C. edulis*, US \$1460 por tonelada.

### **3.4 Almidón de *Manihot esculenta***

De igual forma, se decidió utilizar el almidón de *M. esculenta* por los resultados positivos que se han obtenido con los productos de panificación, teniendo en consideración que los estudios han sido realizados con almidón fermentado de *M. esculenta*. Como indica Figueroa (1991) el almidón agrio de *M. esculenta*, debido a su proceso de elaboración, adquiere características de sabor, textura, olor y expansión que son muy deseables en el horneado en los productos de panificación. Como lo indica Dufour *et al* (1996), la fermentación causa modificaciones substanciales dentro de las características físico químicas y organolépticas del almidón, lo que le da al almidón su potencial panificador.

Muchos de los productos como pan de bono en Colombia, pan de queso en Brasil, utilizan este almidón dentro de sus ingredientes principales, los mismos que analizando sus formulaciones son muy parecidas a la receta de la quesadillas por lo que se resolvió probar una mezcla con este almidón. En el Ecuador, en Manabí específicamente, se produce almidón de yuca para la elaboración de pan,

la mayoría de su producción es para el consumo propio (Olmos, 2003). El almidón de *M. esculenta* posee un tamaño de gránulo entre 5 y 45 micras, un contenido de amilosa que varía entre el 14 y 19 % (Gunaratne y Hoover, 2002) y una temperatura de gelatinización entre 58 y 65°C (Alvis *et al*; 2008). Además de los antecedentes nombrados, se ha seleccionado este almidón por el bajo costo cuyo precio para el 2013 fue \$1200 por tonelada.

## 4 MATERIALES

### 4.1 Selección de materia prima

Los ingredientes utilizados en la preparación de quesadillas, se adquirieron a proveedores locales directos (Tabla 1).

**Tabla 1. Ingredientes utilizados para a elaboración de quesadillas y sus respectivos proveedores.**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>PROVEEDOR</b>
<b>HARINA DE TRIGO*</b>	<b>MODERNA ALIMENTOS</b>
<b>ALMIDÓN DE <i>C. EDULIS</i>*</b>	<b>PRODUCTOR ARTESANAL</b>
<b>ALMIDÓN DE <i>S. TUBEROSUM</i>*</b>	<b>QUÍMICA SUIZA INDUSTRIAL DEL ECUADOR</b>
<b>ALMIDÓN DE <i>M. ESCULENTA</i>*</b>	<b>INDUMAÍZ DEL ECUADOR</b>
<b>HUEVOS FRESCOS</b>	<b>GRUPO ORO</b>
<b>QUESO FRESCO*</b>	<b>PRODUCTOR ARTESANAL</b>
<b>AZÚCAR BLANCA GRANULADA*</b>	<b>MOLINERA MANTA</b>
<b>LECHE ENTERA*</b>	<b>PASTEURIZADORA QUITO</b>
<b>POLVO DE HORNEAR*</b>	<b>ABCALSA ECUADOR</b>

\* Las Especificaciones Técnicas o Tablas de Información Nutricional se detallan en el Anexo 1.

## 5 METODOLOGÍA

### 5.1 Elaboración de quesadillas

La primera etapa para la elaboración de las quesadillas consistió en la preparación de las combinaciones de almidones de *S. tuberosum* y *M. esculenta*, como se muestra en la Tabla 2, para el estudio se realizó un kilo de cada combinación.

**Tabla 2. Combinaciones porcentuales de los almidones *S. tuberosum* y *M. esculenta* utilizados.**

<b>COMBINACIÓN</b>	<b>% ALMIDÓN DE <i>S. TUBEROSUM</i></b>	<b>% ALMIDÓN DE <i>M. ESCULENTA</i></b>
1	25	75
2	35	65
3	45	55

Posteriormente se elaboraron las quesadillas utilizando la formulación de la Tabla 3, los mismos que fueron calculado en función del total de harina.

**Tabla 3. Formulación de quesadillas.**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>%</b>
HARINA DE TRIGO	100
ALMIDÓN O MEZCLA DE ALMIDONES	100
AZÚCAR GRANULADA	120
QUESO FRESCO	160
POLVO DE HORNEAR	4
HUEVOS	100
LECHE ENTERA LÍQUIDA	40

Se realizó todo el proceso de mezclado en Batidora Kitchen-Aid Professional 600. Primero, se batió los huevos a velocidad 10 por 5 minutos. Luego, se cremó el queso con el azúcar a velocidad 2 por 4 minutos. Posteriormente, se mezcló en velocidad 1 por 2 minutos el batido, el cremado, la harina, la mezcla almidones *S. tuberosum* y *M. esculenta* y el polvo de hornear. En el caso del control, se utilizó almidón de *C. edulis*, que es la receta original en lugar de la combinación de almidones. El reposo de la masa fue de acuerdo al diseño experimental (10-15-20 horas) a una temperatura aproximada de 16°C. Al finalizar esta etapa se añadió la leche y se realizó un mezclado manual para obtener una masa con mayor fluidez que facilite la dosificación. La dosificación se realizó en moldes de silicona para muffins en los que se colocó 70g de masa para obtener un producto luego del horneado de 60g de peso, considerando una pérdida del 15 al 20% de peso en el horneado (Lampaya, 2009). El horneado se realizó en un equipo de convección

forzada a una temperatura 220°C por 12 minutos. El envasado se realizó cuando el producto alcanzó una temperatura de 20°C en empaques de polipropileno bi-orientado.

## **5.2 Análisis de Textura Instrumental**

El método de análisis del perfil de textura fue realizado en base al método propuesto por Steffolani (2010). Se utilizó un Texturómetro CT3 ( Brookfield, Middleboro, USA) bajo las siguientes condiciones: celda de compresión de 25 kg, velocidad del cabezal: 100 mm/min, deformación máxima: 40%, diámetro del émbolo de penetración: 25 mm.

Para el análisis de textura de miga se utilizó un cronograma de trabajo en el cual de acuerdo a sus tiempos de reposo, cada pieza fue envasada 3 horas después del horneado. Posteriormente, fueron empacadas en bolsas de polipropileno bi-orientado y almacenadas a 20 °C. Todas las muestras fueron analizadas 24 horas después del horneado. Por cada tratamiento se realizaron tres repeticiones y de cada pieza se tomó la parte central. De la misma y utilizando un cuchillo eléctrico (Oster 2619) y un calibrador digital (Radioshack 6400192) se obtuvo una rodaja de 25 mm de espesor, 52 mm de alto y 62 mm de ancho. El centro de cada rodaja de muestra se sometió a dos ciclos de compresión - descompresión para obtener la curva de TPA (Análisis de Perfil de Textura). Curva a partir de la cual se obtuvieron tres parámetros texturales calculados por el software del Texturómetro:

### **5.2.1 Dureza**

Es la fuerza máxima que tiene lugar, en cualquier tiempo, durante el primer ciclo de compresión (Bourne,1978). Definida de igual forma como la fuerza necesaria para comprimir una rodaja de pan hasta un 40% del espesor original (Método 74-09, AACC Internacional 2000). En el caso de la miga, se obtuvo para el primer ciclo, un solo pico que coincidió con la dureza o firmeza de la misma (Figura 1). En este estudio las unidades fueron gramos fuerza.

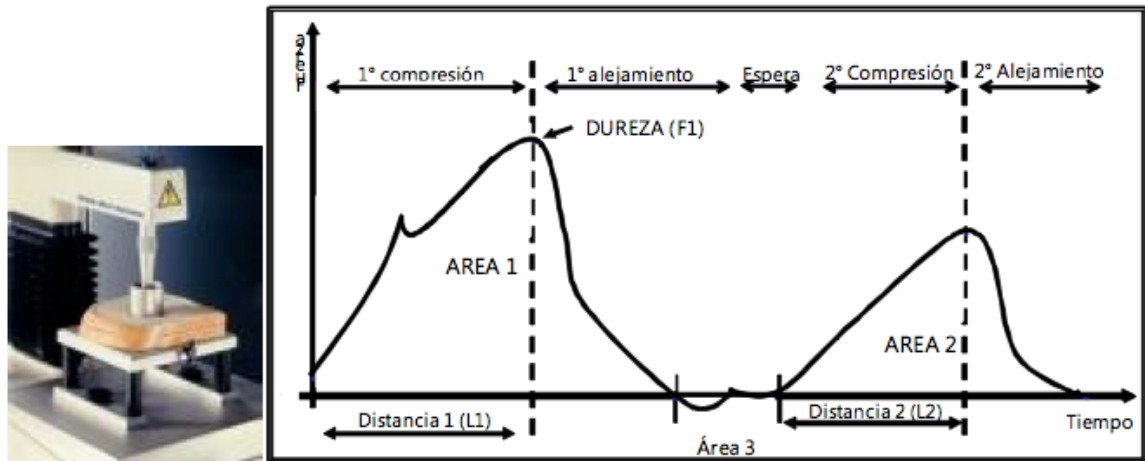
### **5.2.2 Masticabilidad:**

Sensorialmente se define como la fuerza requerida para desintegrar un alimento sólido hasta que esté listo para ser deglutido (Civille y Szczesniak 1973). Se determina como el producto de firmeza x cohesividad (definida como el cociente entre  $A2/A1$ ) x elasticidad (Figura 1) . La unidad de medida de esta variable son los mJ.

### **5.2.3 Elasticidad**

Es la capacidad que tiene un producto de recuperar su altura o forma original luego de ser sometido a una deformación. Se define específicamente como la altura que el alimento recupera durante el lapso transcurrido entre el final de la primera mordida y el comienzo de la segunda (Bourne, 1978). Su forma de cálculo se la puede ver en la Figura 1. Sus unidades son de distancia, para este estudio se utilizaron milímetros.





**Figura 1.** Curva característica de Análisis de Perfil de Textura (TPA). **F1** (Pico máximo de la primera compresión) = Dureza o Firmeza. **A2/A1** (Área 2 / Área 1) = Cohesividad. **L2/L1** (Distancia 2 / Distancia 1) = Elasticidad. **F1 x A2/A1 x L2/L1** (Dureza x cohesividad x elasticidad) = Masticabilidad.

### 5.3 Análisis Físicos

#### 5.3.1 Volumen específico.

El volumen de cada pieza fue determinado mediante el desplazamiento de pellets de polipropileno (Método 10-05, AACC Internacional 2000), a las 24 horas del horneado. El volumen específico se obtuvo dividiendo el volumen de la muestra por su peso. Se realizaron tres mediciones por cada tratamiento.

#### 5.3.2 Estructura de miga

Se utilizó el método usado por Sciarini (2011) Anexo 2, donde se evalúa:

- **Área media de objeto, Am (Tamaño promedio de alvéolos):** número de pixeles que hacen al objeto multiplicado por el área de un pixel. En este estudio se estableció que los alvéolos son los objetos.

- **Número de objetos (alvéolos), H (Numero alvéolos/mm<sup>2</sup>):** cantidad de alvéolos en la masa cocida.
- **Área porcentual, A% (Área total de alvéolos):** es una medida del tamaño del objeto con respecto al área de medida. Relación entre el área de los alvéolos y el área total tomada.

## 6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para este estudio se utilizó un diseño completamente al azar con un modelo factorial aumentado  $3^2+1$ . El diseño corresponde a la combinación de dos factores con tres niveles dentro de cada factor y un testigo. Se realizaron tres repeticiones dando un total 30 unidades experimentales. Se analizó el efecto del de los porcentajes de la mezcla de almidones *M. esculenta* y *S. tuberosum* y el tiempo de reposo sobre la calidad del producto final. Las variables analizadas fueron, dureza, elasticidad, masticabilidad, volumen específico, número de alvéolos/mm<sup>2</sup>, tamaño promedio de alvéolos y % de área ocupada por alvéolos. Los tratamientos y combinaciones se muestran en la Tabla 4.

La sustitución de almidón de *C. edulis* por las combinaciones *S. tuberosum* - *M. esculenta* fueron seleccionadas en estudios preliminares, donde se comprobó que una sustitución de un porcentaje mayor o igual al 60% de almidón de *S. tuberosum* da como resultado un producto con poca humedad y elasticidad. Mientras que en el caso del almidón de *M. esculenta* un porcentaje mayor o igual al 80% cambia las características originales del producto como son sabor y estructura, debido que se obtuvo un producto muy elástico.

Los datos fueron procesados en el Programa Estadístico IBM SPSS Statistics 20

y la prueba de comparación de medias utilizada fue Tukey con un nivel de significación de significación del 5%.

**Tabla 4.** Tratamientos y factores

<b>COMBINACIÓN DE ALMIDONES <i>S. TUBEROSUM- M. ESCULENTA</i> (%)</b>	<b>TIEMPO DE REPOSO DE LA MASA (H)</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>
25/75	10	A
	15	B
	20	C
35/65	10	D
	15	E
	20	F
45/55	10	G
	15	H
	20	I
<b>ALMIDÓN DE ACHIRA</b>	16	<b>CONTROL</b>

## 7 EVALUACIÓN SENSORIAL

### 7.1 Prueba Triangular

Con el mejor tratamiento obtenido del análisis estadístico de textura instrumental y análisis físico, se realizó una Prueba Triangular, la cual determina si existe diferencia perceptible entre dos prototipos. En esta prueba se presenta al juez tres muestras de forma simultánea, en donde dos de ellas son iguales y una es diferente, esta última será la muestra control. Posteriormente, se solicita al juez identificar la muestra diferente (Espinosa, 2007).

Para este procedimiento se utilizó la Norma ISO 4120:2004: Análisis Sensorial- Metodología- Prueba Triángulo. La prueba se realizó orientada para determinar diferencia. Para seleccionar el número de jueces, la Norma pide establecer tres parámetros, el valor  $\alpha$ , el valor  $\beta$  y el  $Pd$  %. Se elige: un valor  $\alpha$  de 0,01, debido a que indica una moderada evidencia de que la diferencia es aparente. Un  $Pd$  de 50%, es decir que el 50% de la población puede detectar diferencia y un valor  $\beta$  de 0,05 porque que permite indicar que los resultados de prueba tendrán un 95% de confianza. Con estos parámetros se determina el número de evaluadores  $n=35$  necesarios para la prueba, siendo 19 el número mínimo de respuestas necesarias para concluir que existe diferencia perceptible entre las muestras.

El formato de la prueba triangular utilizada y las combinaciones posibles, se encuentran en el Anexo 3. Para este estudio se utilizó una aleatorización de número comprendidos entre 100 y 999 para que cada juez posea códigos diferentes y de esta forma minimizar el error.

## 8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Análisis de Textura Instrumental (TPA)

#### 8.1.1 Dureza

Dentro de esta variable existió diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 5), el factor combinación de almidones no tuvo diferencia significativa, es decir no influenció el porcentaje de mezcla de almidón de *S. tuberosum* y *M. esculenta* usado en los tratamientos. En cuanto al factor tiempo de reposo, se encontró una diferencia significativa. El tiempo de reposo de las masas pudo tener influencia debido al proceso de fermentación que se da.

**Tabla 5. Anova - Variable Dureza**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>TRATAMIENTOS</b>	202,645	9	22,516	9,003	0,000*
<b>ALMIDONES</b>	2,521	2	1,260	0,565	0,578
<b>TIEMPO</b>	71,877	2	35,939	16,102	0,000*
<b>ALMIDONES * TIEMPO</b>	24,013	4	6,003	2,690	0,064
<b>TESTIGO VS RESTO</b>	104,234	1	104,234	41,665	0,000*
<b>EE</b>	50,021	20	2,501		
<b>Total</b>	252,666	29			

\* Estadísticamente significativo ( $\leq 0,05$ )

Los microorganismos responsables de este proceso, en este producto son las bacterias lácticas, por el tipo queso utilizado. En el caso del *pão de queijo* se ha demostrado que la variedad del queso a emplearse, constituye un gran factor de variación en las características del producto final (Pereira, 1998), por esto se considera que muchas de las propiedades de la quesadilla como textura y sabor dependen del tipo de queso y el tiempo de fermentación.

Estadísticamente, los tratamientos óptimos para esta variable, son los que forman parte del Subconjunto 1 (Tabla 6) porque poseen mayor significación estadística, pero este estudio busca el tratamiento más parecido al tratamiento Control (100% *C. edulis* – 16h), en este acaso el tratamiento más cercano es el C (25% *S. tuberosum* / 75% *M. esculenta* - 20h) porque se encuentra en el mismo rango. El factor tiempo de reposo fue determinante para el tratamiento C para alcanzar la dureza deseada quizás porque posee un alto porcentaje de almidón de *M. esculenta* y este almidón se caracteriza por dar productos con bajos valores de dureza (Cueto, *et al*, 2011),. El factor tiempo de reposo si influyó en la dureza dando valores bajos a medida que el nivel del factor aumenta.

**Tabla 6. Comparación de Medias – Variable Dureza**

HSD de Tukey

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A	3	14.7400		
G	3	15.6700		
B	3	16.1467		
D	3	16.5133		
H	3	17.6567	17.6567	
E	3	18.6233	18.6233	
I	3	18.7000	18.7000	
F	3	18.9067	18.9067	
C	3		21.2933	21.2933
CONTROL	3			23.7967
Sig.		,093	,196	,646

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

### 8.1.2 Masticabilidad

En esta variable, se encontró que existe diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 7), no existe diferencia significativa para ninguno de los factores, esto es combinación de almidones como tiempo de reposo. Sus interacciones tampoco mostraron diferencia significativa, pero en la comparación Testigo vs Resto se encontró diferencia significativa. Para determinar que tratamientos difieren del tratamiento Control, se realizó la comparación de medias.

**Tabla 7. Anova - Variable Masticabilidad**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>TRATAMIENTOS</b>	1116,510	9	124,057	4,734	0,002*
<b>ALMIDONES</b>	166,294	2	83,147	3,217	0,064
<b>TIEMPO</b>	90,187	2	45,094	1,745	0,203
<b>ALMIDONES * TIEMPO</b>	299,868	4	74,967	2,901	0,051
<b>TESTIGO VS RESTO</b>	560,151	1	560,151	21,376	0,000*
<b>EE</b>	524,080	20	26,204		
<b>Total</b>	1640,590	29			

\* Estadísticamente significativo ( $\leq 0,05$ )

Los valores de este parámetro están altamente relacionados a la tendencia de los valores de dureza.. A mayor porcentaje de almidón de *M. esculenta* en la formulación, se obtuvo quesadillas con valores más bajos de dureza y masticabilidad (ver Anexo 4 descriptivos de cada variable) , es decir que se requiere menor fuerza de compresión entre los molares. En productos de panadería deben evitarse valores elevados de masticabilidad porque se necesita mayor esfuerzo al masticar (Correa, 2012), pero de acuerdo a nuestro estudio, los tratamientos deseados son aquellos que poseen valores altos de masticabilidad, como el del tratamiento Control. Estadísticamente existen cuatro tratamientos que

comparten el rango del tratamiento Control (Tabla 8), el tratamiento C (25% *S. tuberosum* / 75% *M. esculenta* - 20h), el D (35% *S. tuberosum* / 65% *M. esculenta* - 10h), el E (35% *S. tuberosum* / 65% *M. esculenta* - 15h) y el F (35% *S. tuberosum* / 65% *M. esculenta* - 20h).

Resultados muy similares a este estudio se obtuvieron en un estudio de cakes donde se reemplaza harina de yuca por harina de trigo (Cueto & Pérez, 2010 ).

**Tabla 8. Comparación de Medias- Variable Masticabilidad**

HSD de Tukey

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
<b>G</b>	3	41.0333		
<b>B</b>	3	42.2667	42.2667	
<b>H</b>	3	43.7000	43.7000	
<b>I</b>	3	44.6667	44.6667	
<b>A</b>	3	44.9333	44.9333	
<b>F</b>	3	46.4333	46.4333	46.4333
<b>E</b>	3	48.7333	48.7333	48.7333
<b>D</b>	3	51.3000	51.3000	51.3000
<b>C</b>	3		56.3000	56.3000
<b>CONTROL</b>	3			61.0000
<b>Sig.</b>		,346	,072	,056

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.



### 8.1.3 Elasticidad

La variable elasticidad (Tabla 9) a diferencia de las otras, no mostró diferencia estadísticamente significativa ( $P \leq 0,05$ ). Es importante analizar que a mayor nivel del factor tiempo de reposo los valores de elasticidad disminuyen. Por otra parte, el factor combinación de almidones no posee la misma tendencia que el factor tiempo, no existe diferencia estadísticamente significativa con la combinación de almidones utilizada.

**Tabla 9. Anova - Variable Elasticidad**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>TRATAMIENTOS</b>	5,874	9	0,653	1,423	0,243
<b>ALMIDONES</b>	1,338	2	0,669	1,863	0,184
<b>TIEMPO</b>	3,253	2	1,626	4,530	0,025*
<b>ALMIDONES * TIEMPO</b>	1,261	4	0,315	0,878	0,496
<b>TESTIGO VS RESTO</b>	0,022	1	0,022	0,048	0,829
<b>EE</b>	9,172	20	0,459		
<b>Total</b>	15,046	29			

\* Estadísticamente significativo ( $\leq 0,05$ )

Además, se encontró que los prototipos cuyas masas tuvieron tiempos de reposo más largos 15 y 20 horas, presentaron valores bajos de elasticidad que indican que tuvieron menor capacidad para recuperar su forma original que los prototipos elaborados con tiempos de reposo de 10 horas. En comparación al tratamiento Control, los mejores tratamientos son los que poseen valores bajos de elasticidad que son los de tiempos de reposo más largos 15 y 20 horas.

## 8.2 Análisis Físicos

### 8.2.1 Volumen específico

El volumen específico se expresa por la relación entre el volumen y el peso del producto después de horneado (Pizzinatto, 1993). Este parámetro mostró una diferencia altamente significativa ( $P \leq 0,05$ ). Dentro de esta variable se observa que el factor tiempo de reposo tuvo incidencia significativa en los resultados (Tabla 10). A pesar de que el factor combinación de almidones no es estadísticamente significativo, a medida que su nivel aumenta, disminuye el volumen específico.

**Tabla 10. Anova - Variable Volumen Específico**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>TRATAMIENTOS</b>	0,935	9	0,104	5,454	0,001*
<b>ALMIDONES</b>	0,047	2	0,024	1,257	0,308
<b>TIEMPO</b>	0,432	2	0,216	11,497	0,001*
<b>ALMIDONES * TIEMPO</b>	0,210	4	0,053	2,798	0,057
<b>TESTIGO VS RESTO</b>	0,246	1	0,246	12,947	0,002*
<b>EE</b>	0,381	20	0,019		
<b>Total</b>	1,316	29			

\* Estadísticamente significativo ( $\leq 0,05$ )

Se pudo observar que el reemplazo del almidón de *C. edulis* por la mezcla de almidones *S. tuberosum* y *M. esculenta*, dió como resultado quesadillas con volúmenes específicos más altos. El volumen específico se utiliza como indicador de la esponjosidad (Sciarini, 2011), y mientras más alto sea su valor es mejor. De acuerdo a la Tabla 11, los tratamientos que estadísticamente son los óptimos son los se encuentran dentro del Subconjunto 3 por su alta significación estadística,

pero este estudio busca un tratamiento similar al tratamiento Control, por eso se considera a los tratamientos dentro del Subconjunto 1 como los mejores tratamientos. Hay que considerar que el volumen específico del tratamiento Control es el más bajo, pero en el caso de las quesadillas es lo que se desea obtener. En el caso del pan, un producto con bajo volumen es poco atractivo para los consumidores. Para las quesadillas al tener una formulación muy similar a la del *pão de queijo*, debido al alto contenido de macromoléculas como almidón (almidón), grasa (queso) y proteína (huevos), posee una masa pesada, es decir mayor densidad y menor volumen específico (Zavareze, Storck & Pereira, 2009).

**Tabla 11. Comparación de Medias- Variable Volumen Específico**

HSD de Tukey

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
CONTROL	3	1.7453		
I	3	1.8117		
C	3	1.9530	1.9530	
E	3	1.9577	1.9577	
F	3	1.9680	1.9680	1.9680
B	3	1.9940	1.9940	1.9940
A	3	2.0217	2.0217	2.0217
H	3	2.0900	2.0900	2.0900
D	3		2.2610	2.2610
G	3			2.3637
Sig.		,127	,225	,053

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

### 8.2.2 Estructura de miga

En lo referente a la estructura de miga, la variable tamaño de alvéolo (Tabla 12), presentó diferencia significativa en la interacción factor combinación de almidones y factor tiempo de reposo . El tratamiento con valor más alto fue el D (35% *S. tuberosum* / 65% *M. esculenta* – 10 h). En este tipo de productos con alta cantidad de macromoléculas, no se produce una miga homogénea como resultado hay un producto horneado con bajos volúmenes específicos, alveolos grandes y de textura abierta (Esteller & Lannes, 2005).

**Tabla 12. Anova - Variable Tamaño de Alveolo**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>TRATAMIENTOS</b>	35,335	9	3,926	2,514	0,041*
<b>ALMIDONES</b>	1,469	2	0,735	0,434	0,655
<b>TIEMPO</b>	4,480	2	2,240	1,323	0,291
<b>ALMIDONES * TIEMPO</b>	29,072	4	7,268	4,292	0,013*
<b>TESTIGO VS RESTO</b>	0,314	1	0,314	0,201	0,658
<b>EE</b>	31,235	20	1,562		
<b>Total</b>	66,570	29			

\* Estadísticamente significativo ( $\leq 0,05$ )

De acuerdo a la Tabla 13, los tratamientos del Subconjunto 2 son los que comparten el mismo rango del tratamiento Control, con una significación estadística mayor que el Subconjunto 1.

**Tabla 13. Comparación de Medias- Tamaño de Alveolo**

HSD de Tukey

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
E	3	1,7500	
B	3	2,0267	2,0267
G	3	2,4700	2,4700
I	3	2,4833	2,4833
CONTROL	3	2,7300	2,7300
F	3	2,7500	2,7500
A	3	2,7800	2,7800
C	3	3,6000	3,6000
H	3	4,1667	4,1667
D	3		5,6133
Sig.		,392	,053

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

En dos estudios anteriores, se demostró que el aumento del porcentaje de almidón de *M. esculenta* aumenta el tamaño promedio de alveolo (Cueto *et al*, 2011), en este estudio no se evidenció tal resultado posiblemente porque los otros ingredientes utilizados influyeron en las características del producto final.

Las variables número de alveolos/mm<sup>2</sup> y área de alveolos, Tablas 14 y 15 respectivamente, no presentaron diferencias estadísticamente significativas ni en sus factores ni en las interacciones, pero cabe mencionar que analizando los valores, a medida que el tamaño de alveolo aumenta disminuye el número de alveolos por mm<sup>2</sup> y por consiguiente aumenta el área.

Se esperaba que estas variables de medición, fueran de gran ayuda para determinar el tratamiento más parecido al tratamiento Control pero debido a las

diferencias encontradas en la estructura de la miga, es necesario profundizar en este tema y evaluar el contenido de agua en cada una de las formulaciones, porque dependiendo de las características del almidón y de la cantidad utilizada varia la absorción de la masa.

**Tabla 14. Anova - Variable Número de alveolos/mm<sup>2</sup>**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>TRATAMIENTOS</b>	0,008	9	0,001	1,601	0,182
<b>ALMIDONES</b>	0,000	2	0,000	0,167	0,848
<b>TIEMPO</b>	0,001	2	0,001	0,827	0,453
<b>ALMIDONES * TIEMPO</b>	0,006	4	0,002	2,604	0,071
<b>TESTIGO VS RESTO</b>	0,001	1	0,001	0,100	0,755
<b>EE</b>	0,012	20	0,001		
<b>Total</b>	0,020	29			

**Tabla 15. Anova – Variable Área de Alveolos**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>TRATAMIENTOS</b>	1392,334	9	154,704	2,177	0,071
<b>ALMIDONES</b>	28,549	2	14,275	0,182	0,835
<b>TIEMPO</b>	293,074	2	146,537	1,872	0,182
<b>ALMIDONES * TIEMPO</b>	946,257	4	236,564	3,023	0,045
<b>TESTIGO VS RESTO</b>	124,454	1	124,454	1,752	0,201
<b>EE</b>	1420,945	20	71,047		
<b>Total</b>	2813,279	29			

### 8.3 Ponderación de Variables

Con el objeto de obtener el tratamiento de mejores características se realizó una ponderación de variables con los valores asignados de acuerdo a la tabla 17.

**Tabla 16.** Ponderación de variables

<b>VARIABLE</b>	<b>VALOR</b>
<b>TAMAÑO DE CELDA</b>	<b>1</b>
<b>VOLUMEN ESPECÍFICO</b>	<b>2</b>
<b>DUREZA</b>	<b>3</b>
<b>MASTICABILIDAD</b>	<b>4</b>

Se asignó a Masticabilidad el mayor grado de importancia 4 debido que es la característica del TPA más considerada en un producto horneado (Correa, 2012). La masticabilidad es un complejo atributo a ser medido debido que influyen la salivación, cizalla, desgarró y penetración. A Dureza se le asignó el valor de 3 porque la dureza de la quesadilla es muy importante dependiendo del tipo y la cantidad de almidón utilizado. En estudios preliminares donde se analizó los porcentajes de sustitución de la mezcla de almidón de *S. tuberosum* y *M. esculenta*, en las siguientes proporciones respectivamente 25/75, 50/50 y 75/25; se obtuvo problemas con contenidos de almidón de *S. tuberosum* mayor al 50%, dando como resultado productos con dificultad para masticar y con mucha dureza. Al volumen específico se le asignó un valor de 2 debido que a diferencia del pan la quesadilla es más compacta y porque esta variable está relacionada inversamente con la dureza (Correa, 2012). Finalmente al tamaño de celda se le

asignó el valor de 1 debido que este atributo se relaciona más con la formulación, además que al ser productos con altos contenidos de almidones, grasa y proteínas sus alveolos suelen ser grandes e irregulares (Pereira, 2004).

**Tabla 17. Ponderación de variables para cada tratamiento analizado**

VARIABLE		TRATAMIENTOS								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
TAMAÑO DE CELDA	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
VOLUMEN ESPECÍFICO	2	2	2	2	0	2	2	0	2	2
DUREZA	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0
MASTICABILIDAD	4	0	0	4	4	4	4	0	0	0
SUMATORIA		3	3	10	5	6	7	1	3	3

El tratamiento C que tiene una combinación de 25% *S. tuberosum* y 75% *M. esculenta* con 20 horas de reposo, obtuvo una calificación de 10 puntos (Tabla 18), por lo que se le consideró como el mejor tratamiento. Con esta mezcla de almidones se logró reducir el costo destinado para el almidón en un 58%.

## 9 EVALUACIÓN SENSORIAL

### 9.1 Prueba triangular

El objetivo de la prueba aplicada era determinar si el prototipo C tiene las mismas características que el tratamiento Control. Un total de 22 de 35 evaluadores



identificó correctamente la muestra impar en la prueba (Tabla 19). El máximo discriminante permitido era de 19 jueces, pero en este caso el discriminante fue de 22 jueces. De acuerdo a los comentarios de los evaluadores, se pudo encontrar que la textura era similar pero el sabor de la muestra fue diferente.

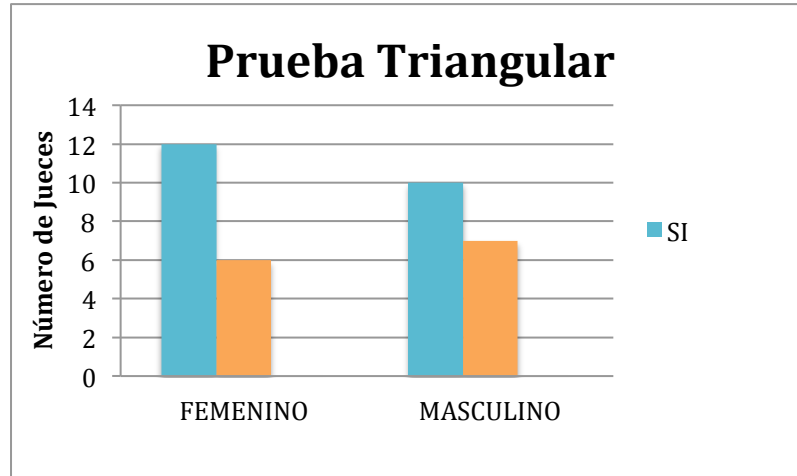
Cabe resaltar que según la Figura 2, las mujeres fueron más discriminantes que los varones. Es importante destacar que según los comentarios ellas encontraron diferencia

en el sabor más que en la textura. Los varones por el contrario emitieron pocos comentarios al respecto.

**Tabla 18.** Resultados de Prueba Triangular\*

	NUMERO DE JUECES
<b>ACIERTOS</b>	<b>22</b>
<b>DISCRIMINANTE MÁXIMO</b>	<b>19</b>
<b>TOTAL DE JUECES</b>	<b>35</b>

\* Probabilidad del 1%



**Figura 2.** Resultados Prueba Triangular

## 10 CONCLUSIONES

Se encontró que el uso de una mezcla de almidones de *S. tuberosum* y *M. esculenta* para la elaboración de quesadillas, modificó las características propias del producto que es elaborado con almidón de *C. edulis*.

El tiempo de reposo de las masas tuvo un efecto altamente significativo en la dureza de los prototipos, a mayor tiempo de reposo mayor dureza. De igual manera el volumen específico se vio afectado por el tiempo de reposo, a medida que aumenta el tiempo de reposo disminuye el volumen específico de las quesadillas.

El tratamiento con la mezcla de almidones 25 % *S. tuberosum* y 75 % *M. esculenta*) con un tiempo de reposo de veinte horas, fue considerado como la mejor alternativa para la elaboración de quesadillas con un costo más bajo.

Los resultados de textura instrumental cuyos parámetros de medición fueron elasticidad, masticabilidad y dureza; no presentaron diferencia estadísticamente significativa en cuanto al factor combinación de almidones ni a la interacción con el factor tiempo de reposo.

Al analizar las características físicas de las quesadillas, se encontró en lo que respecta a volumen específico, que a medida que aumenta tanto el porcentaje de almidón de *S. tuberosum* en la formulación y el tiempo de la masa se obtiene menor volumen específico, lo cual indica que las muestras con mayores tiempos de reposo pierden su capacidad de retención de aire y por lo tanto el producto horneado tiene poca esponjosidad.

El análisis de miga no reveló diferencia en relación al tratamiento Control a excepción del tamaño de alveolo, el cual mostró que la interacción de los factores tanto combinación de almidones y tiempo de reposo influyen de manera significativa en el producto final, a razón de esto ocho de los nueve tratamientos se encuentra en el nivel significativo del tratamiento Control.

Se evaluó la respuesta de los consumidores mediante análisis sensorial utilizando el tratamiento Control y el tratamiento con una combinación de almidones de 25 % *S. tuberosum* y 75 % *M. esculenta* con un tiempo de reposo de veinte horas. Se encontró que los consumidores detectan diferencia entre el tratamiento y el control, dentro de las sugerencias se indicó que la diferencia fue en sabor.

A pesar que la combinación de almidones no es un factor significativo dentro de los resultados de los estudios, es un factor importante.

## **11 RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar un estudio reológico más a fondo de la combinación de estas mezclas de almidones. Sería importante contar con características de cada mezcla para realizar un balance de ingredientes que permita obtener productos con un estándar de calidad.

Un estudio del IAA, ISA y Poder de hinchamiento de cada mezcla de almidones ayudaría a mejorar la textura final del producto. Valores bajos de elasticidad como los obtenidos en este estudio, están relacionados a la baja humedad de los prototipos, característica que no es deseada en este tipo de productos.

## 12 BIBLIOGRAFÍA

Alvis, A., Vélez, C., Villada, H., & Rada-Mendoza, M. (2008). Análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas. *Información Tecnológica*, 19(1), pp. 19-28.

Barrera, V., Tapia, C., & Monteros, A. (Eds.). (2004). *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Quito- Lima, Ecuador- Perú: INIAP-CIP.

BeMiller, J., & Whistler, R. *Starch: Chemistry and Technology*. (3rd ed.). Burlington, United States: Elsevier.

Bourne, MC. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32(7), pp. 62-66.

Caicedo, G., Rozo, L., & Rengifo, G. (2003). *La Achira: Alternativa agroindustrial para áreas de economía campesina*. Bogotá, Colombia: CORPOICA.

Caicedo, G., Rozo, L., & Bonilla, U. (2000) . *La achira su producción y beneficio*. Ibagué, Colombia: CORPOICA.

Civille, G., Szczesniak, A.S. Guidelines to Training a Texture Profile Panel. *Journal of Texture Studies*, 4(2), pp. 204-223.

Correa, M. (2012). *Efecto de celulosas modificadas y pectinas sobre la microestructura y atributos de la calidad de la masa panaria* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.

Cueto, D. & Pérez, E. (2010). Proximate composition and rheological properties of a cake mix elaborated using composite flour wheat: cassava. *International Journal of Food Science*, 6, pp. 1-9.

Cueto, D., Pérez, E., Borneo, R., & Ribotta, P. (2011). Efecto de la adición de harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) sobre las características sensoriales, reológicas y físicas de tortas y panquecas. *Revista de la Facultad de Agronomía UCV*, 37(2), pp. 64-74.

Dufour, D., Larssonneur, S., Alarcón, F., Brabet, C., & Chuzel, G. (1996). Improving the bread-making potential of cassava sour starch. *Cassava Flour and Starch* (pp. 133-144). Cali, Colombia: CIAT.

Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria.

Esteller, M. & Lannes, S. (2005). Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos da sbCTA*, 25(4), pp. 802-806.

FAO. (2006). *Producción Cultivos Primarios*. FAOSTAT.

Figueroa, C. (1991). *Fermentación del almidón de yuca* (Tesis de Pregrado). Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Gelinas, P., Roy, G. & Guillet, M. (1999). Relative effects of ingredients on cake staling based on an accelerated shelf-life test. *Journal of Food Science*, 64, pp. 937-940.

Gunaratne, A., & Hoover, R. (2002). Effect of heat-moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. *Carbohydrate Polymers*, 49(4), pp. 425-437.

Jane, J., Chen, Y., Lee, L., McPherson, A., Wong, K., Radosavljevic, M., & Kasemsuwan, T. (1999). Effects of Amylopectin Branch Chain Length and Amylose Content on the Gelatinization and Pasting Properties of Starch. *Cereal Chemistry*, 76 (5), pp. 629-637.

Jane, Jay-lin; Clodualdo C. Maningat y Rungtiwa Wongsagonsup. (2010). Starch characterization, variety and application. *Industrial Crops and Uses* (pp. 207-235). Chippenham, England: CAB.

Lampaya, R. (2009). Amasado del Pan. *Curso de Molinería* (pp. 17-24). Valladolid, España: Maxtor.

León, Jorge. Botánica de los cultivos tropicales. Segunda edición. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1987.

Lindeboom, N., Chang, P., & Tyler, R. (2004). Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: A review. *Starch – Stärke*, 56 (3-4), pp. 88-89.

Lisińska, G., & Leszczyński, W. (1989). *Potato Science and Technology*. Belfast, Northern Ireland: Elsevier Science, 1989.

Montalvo, A. (1984). *Cultivo y mejoramiento de la papa*. San José, Costa Rica: IICA.

Olmos, J. (2003, Mayo 4). Pan de yuca, bocaditos de ricos y pobres. *El Universo*. Recuperado de <http://www.eluniverso.com/2003/05/04/0001/12/7489C6B88CEA4359893F045CF6172BE9.html>

Pereira A.J.G. (1998) . *Factores que afetam a qualidade do pão de quiejo*. Belo Horizonte, Brazil: CETEC.

Pérez, E., & y Lares, M. (2005). Chemical composition, mineral profile, and functional properties of Canna (*Canna edulis*) and Arrowroot (*Maranta spp.*) starches. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, pp.113-116.



Pineda, B. & Vasquez, L. (2010). Evaluación fisicoquímica y sensorial de pan suplementado con diferentes concentraciones de harina de papa. *XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Universidad de Guanajuato: Guanajuato, México.

Pizzinatto, A., Magno, C., & Campagnolli, D. (1993). *Avaliação tecnológica de produtos derivados da farinha de trigo (pão, macarrão, biscoitos)*. Campinas, Brazil: Centro de Tecnologia de Farinhas e Panificação; Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL).

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22<sup>a</sup> ed.). Madrid, España: Espasa Calpe.

Ribotta, P., Morcillo, M., & León, A. (1999). Efecto de distintos oxidantes sobre la calidad de panes elaborados por el método tradicional argentino. *Revista Agriscientia*, 6, pp.3-10.

Romeo, C. (1996). Almojábanas de Albarracín en la literatura de García Márquez. *Xiloca*, 9, pp. 43-49.

Santacruz, S., Koch, K., Svensson, E., Ruales, J., & Eliasson, A. (2002). Erratum to "Three underutilised sources of starch from the Andean region in Ecuador Part. I. Physico-chemical characterisation" [*Carbohydrate Polymers* 49 (2002) 63-70]. *Carbohydrate Polymers*. 51, pp.113.

Sciarini, L. (2011). *Estudio del efecto de diferentes aditivos sobre la calidad y la conservación de panes libres de gluten* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.

Seminario, J. (2004). Origen de las raíces andinas. *Raíces Andinas: Contribuciones al Conocimiento y a la Capacitación Conservación* (pp.1-38). Lima, Perú: CIP.

Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Singh S., N., & Singh, B. (2003). Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chemistry*, 81, pp. 219-231.

Sívoli, L., Pérez, E., Rodríguez, P. (2012). Análisis estructural del almidón nativo de yuca (*Manihot esculenta* C.) empleando técnicas morfométricas, químicas, térmicas y reológicas. *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad del Zulia*, 29, pp. 293-313.

Steffolani, M.E. (2010). *Efecto de las enzimas pentosanasa, glucosa oxidasa y transglutaminasa en productos de panificación* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.

Vargas , P. (2010). Obtención de almidón fermentado a partir de yuca (*Manihot esculenta crantz*) variedad valencia, factibilidad de uso en productos de panadería". *Revista Tecnología en Marcha*, 23(3), pp.15-23.

Villacrés, E., & Espín, S. (1999). Evaluación del rendimiento, características y propiedades del almidón de algunas raíces y tubérculos andinos. *Raíces y Tubérculos Andinos. Avances de Investigación* (25-35). Lima, Perú: CIP.

Zavareze, E., Storck, C. & Pereira, J. (2009). Elaboração de pão de queijo com substituição do amido de mandioca por amido de batata-doce (*Ipomoea batatas*) submetido a diferentes processos de secagem. *Brazilian Journal of Food Technology*, 12(1), pp.68-76.

## 13 ANEXOS

### ANEXO 1

#### FICHAS TÉCNICAS O INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LAS MATERIAS

#### PRIMAS

#### HARINA

**Producto:** Harina de Trigo Fortificada para Panificación

**Marca:** Galli Top – Moderna Alimentos S.A.

**Peso Neto:** 50 kg.

<b>Información Nutricional</b>	
Tamaño de la porción	100 g
Porciones por envase	500
<b>Cantidad por Porción</b>	
Energía (350 Calorías)	1467 KJ
Energía de la grasa (15 Calorías)	63 KJ
<b>% Valor Diario</b>	
<b>Grasa Total</b> 1,5 g	2%
Ácidos grasos saturado 0g	0%
Ácidos grasos trans 0g	
<b>Colesterol</b> 0mg	0%
<b>Sodio</b> 10 mg	0%
<b>Carbohidratos Totales</b> 73 g	24%
<b>Proteína</b> 12g	24%
* Los porcentajes de Valores diarios están basado en una dieta de 8380kJ (2000 kcal).	

**ALMIDÓN DE *C. EDULIS*****Producto:** Almidón de *C. edulis***Marca:** Productor Artesanal**Nº Certificado Análisis:** 14-075 LACONAL (UTA - Ambato, Ecuador)

<b>Ensayo</b>	<b>Método utilizado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
Cenizas	PE01-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 923.03	%	0,567
Proteína	PE03-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6,25)	0,638
Humedad	PE02-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 925.10	%	18,1
Grasa	PE13-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2003.06	%	0,040
Fibra dietética total	AOAC 985.29 ED 19, 2012	%	0,00
Carbohidratos Totales	Cálculo	%	80,7
Energía	Cálculo	Kcal/100g	327

**QUESO FRESCO****Producto:** Queso fresco**Marca:** Productor Artesanal**Nº Certificado Análisis:** 14-075 LACONAL (UTA - Ambato, Ecuador)

<b>Ensayo</b>	<b>Método utilizado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
Cenizas	PE05-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 930.30	%	1,71
Proteína	AOAC 991.2 Ed 19, 2012	%(Nx6,38)	19,5
Sólidos Totales	PE06-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 927.05	%	53,8
Grasa	AOAC 2000.18 Gerber. Ed 19, 2012	%	24,2
Carbohidratos Totales	Cálculo	%	8,39
Energía	Cálculo	Kcal/100g	329

**ALMIDÓN DE S. TUBEROSUM****Producto:** Almidón de *S. tuberosum***Proveedor:** Química Suiza Industrial del Ecuador S.A.**Peso Neto:** 25 kg.

**Meelunie B.V.**  
Vinoly Tower – 18th Floor  
Claude Debussylaan 40  
1082 MD Amsterdam  
Tel: 31-20-5306530  
Fax: 31-20-5306555  
E-Mail info@meelunie.nl

**meelunie**

**Certificate of Analysis**

<b>Reference numbers</b> Contract No. S133399 / 49579	<b>Buyer</b> Quimica Suiza Industrial del Ecuador OSI S.A. Calo Plaza Lasso no. 10- 640 Y Manuel Zambrano ECUADOR Phone: 593 2 3963 200
<b>Your ref.</b> 4501160088	
<b>Other references</b>	
H.S. Code 110813	
<b>Terms of payment</b> T/T within 60 days after B/L date to our USD account no. NL84ABNA0411021125, Swift ABNANL2A with ABN AMRO Bank, Amsterdam, The Netherlands.	<b>Transport information</b> m.v. "JPO CAPRICORNUS" or sub ETD 13-9-2013 From Rotterdam To Guayaquil
<b>Country of origin</b> The Netherlands	<b>Terms of delivery</b> CIF Guayaquil, (Incoterms 2010)

MARKS & NO	DESCRIPTION OF GOODS	WEIGHT
POTATO STARCH FOOD GRADE WINDMILL BRAND 25 KGS NET SUPPLIER MEELUNIE BV AMSTERDAM HOLLAND	3 x 20FT containers, each with 800 Windmill Brand multiply-4 paper bags of 25 kgs nett, Loose stowed.	<b>Nett weight</b> 60.000,00 kg  <b>Gross weight</b> 60.561,60 kg
COUNTRY OF ORIGIN: EU PROD. DATE: EXPIRY DATE: BATCH NO.: GUAYAQUIL - ECUADOR	POTATO STARCH Food Grade Windmill brand  R.U.C. 1792373255001	

We herewith certify the batch analysis details:

Batch no.	Production date	Expiry date	Remark
D3521627	27-8-2013	27-8-2016	

Quantity: 60.000,00 kg

Description	Unit	Text	Min	Max	Actual value
Appearance		white powder			
Taste & odour		neutral, bland and free from objectionable odours			
Moisture	%			20.5	19.4
pH			6	8	
Top viscosity	BU		1350		1460
Sulphur Dioxide (SO2)	mg/kg			10	
Total Plate Count	cfu/g			10000	
Yeasts & Moulds	cfu/g			500	
Coliforms	cfu/g			10	
E. coli		absent in 1 gram			
Salmonella		absent in 25 gram			

When a parameter is not mentioned or when no result is entered for a parameter, MEELUNIE B.V. certifies that the product contained in this shipment meets and conforms to all requirements of the agreed specification.

Amsterdam, 13-9-2013 Meelunie B.V.

Meelunie B.V., Vinoly Tower, 18th Floor, Claude Debussylaan 40, 1082 MD Amsterdam  
P.O. Box 10102, 1001 EC Amsterdam, The Netherlands, tel +31 20 53 06 530 fax +31 20 53 06 555, meelunie.com  
ABN AMRO Bank, Amsterdam, IBAN/Accountno. EUR NL09ABNA041.10.21.117, USD NL84ABNA041.10.21.125  
Rabobank, Utrecht, IBAN/Accountno. NL50RABO030.00.06.381, Chamber of Commerce 33037079, VAT-number NL001417770E01

**meelunie**

**ALMIDÓN DE *M. ESCULENTA*****Producto:** *Almidón de M. esculenta***Proveedor:** Indumaíz del Ecuador S.A.**Peso Neto:** 25 kg.

technical specifications

**Globe™ Native Tapioca Starch 046003  
(Food Grade)****Chemical and Physical Properties**

	<u>Min.</u>	<u>Max.</u>
Moisture, %	-	13.0
Starch Content, %	98.0	-
pH	5.0	7.0
SO <sub>2</sub> , ppm	-	100
Ash, %	-	0.1
Protein, %	-	0.3
Viscosity, B.U.	700	-
Fiber, ppm	-	500

**Packing**

25 Kg. Net in Paper Bag  
 25 Kg. Net in PP/PE Bag  
 50 Kg. Net in PP/PE Bag  
 500 Kg., 850 Kg., 1000 Kg. Tote

**Storage**

Store in dry place

**Shelf Life**

24 Months



**Corn Products Amardass (Thailand) Ltd.**  
 (An Affiliate of Corn Products International Inc. USA)  
 2034/112-113, 26<sup>th</sup> Floor, Ital Thai Tower, New Petchaburi Road,  
 Bangkok, Huay Kwang, Bangkok 10320, Thailand  
 Tel: (66) 2-716 0011 Fax: (66) 2-716 0626



This information is presented in good faith, but warranty as to accuracy is not given, nor is freedom from patent infringement to be inferred. It is offered solely for your consideration, investigation, and verification. Corn Products International, Inc. and Corn Products Amardass (Thailand) Ltd. Expressly disclaim all warranties expressed or implied, including but not limited to, warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. Technical data, which should not be constructed as being specifications, fall within the range of Corn Products and Corn Products Amardass (Thailand) Ltd.'s standard manufacturing practice. Product as received will vary within this range.

Globe™ is a registered trademark of Corn Products International, Inc.

## AZÚCAR

**Producto:** Azúcar Blanca Granulada

**Marca:** San Carlos- Molinera Manta

**Peso Neto:** 50 kg.

Azúcar Blanco



Parámetros	Requisito
Apariencia	Cristales blancos
Sabor	Libre de sabores extraños
Olor	Libre de olores extraños
Polarización	Mínimo 99.4°S
Humedad	Máximo 0.075%
Cenizas por conductividad	Máximo 0.1%
Azúcares reductores	Máximo 0.1%
Color	Máximo 350 U.I.
Materia insoluble en agua	Máximo 150 mg/kg
Flóculos	Máximo 0.14 uma
Mesófilos aerobios	Máximo $2 \times 10^2$ UFC/g
Coliformes totales	< 3 NMP/g
Mohos y levaduras	Máximo $1 \times 10^2$ UFC/g



**LECHE ENTERA****Producto:** Leche entera**Marca:** Vita Leche- Pasteurizadora Quito S.A.**Contenido Neto:** 1 Lt.



<b>Información Nutricional</b>	
Tamaño de la porción	240 ml
Porciones por envase	4 vasos
<b>Cantidad por Porción</b>	
Calorías	160
Calorías de la grasa	60
<b>% Valor Diario</b>	
<b>Grasa Total</b> 7 g	7%
Grasa Saturada 11g	4%
<b>Colesterol</b> 30g	10%
<b>Sodio</b> 125 g	5%
<b>Carbohidratos Totales</b> 12 g	4%
Fibra Dietética 0g	0%
Azúcares 9g	%
<b>Proteína</b> 7g	%
Calcio 30%	Hierro 0%
Vitamina A 10%	Vitamina C 4%
* Los porcentajes de Valores diarios están basado en una dieta de 8380kJ (2000 kcal).	

## POLVO DE HORNEAR

**Producto:** Polvo de Hornear Fleishman

**Marca:** Fleishman

**Peso Neto:** 5 kg.

	<b>ESPECIFICACION</b>	Código: EPTDU 26	
<b>POLVO DE HORNEAR FLEISCHMAN</b>			

### 2. DESCRIPCIÓN FÍSICA

Polvo de hornear Fleischmann es un agente gasificante de doble acción utilizado para la elaboración de productos de pastelería y panadería.

### 3. INGREDIENTES

- Bicarbonato de sodio
- Compuestos de fosfatos
- Almidón de maíz

### 4. ESPECIFICACIONES FÍSICOQUÍMICAS

ENSAYO	ESPECIFICACION	METODO
<b>Sensoriales</b>		
<b>Aspecto</b>	Polvo blanco. Libre de aglomerados o material extraño	<b>Visual</b>
<b>Color</b>		
<b>Físicoquímicos</b>		
<b>Humedad,</b>	3% máximo	<b>ICC – 2.02</b>
<b>CO2 Total</b>	16 mínimo	<b>ICC – 2.05</b>
<b>Microbiológicos</b>		
<b>Recuento de placas totales ufc/g</b>	<1000	
<b>Mohos y levaduras ufc/g</b>	< 50	
<b>Coliformes</b>	Negativo	

### 5. FORMA DE USO

- Se incorpora a la mezcla junto con los ingredientes secos.
- En la Costa se dosifica del 2% al 4% y en la Sierra del 1% al 3% sobre el peso de harina
- Se recomienda cernir el polvo de hornear dos o tres veces junto con la harina antes de incorporarla al batido.

### 6. VENTAJAS

- Su acción regulada ayuda a hacer pasteles de volumen excelente con gran textura; suave y aterciopelada.
- No perjudica ni resta sabor de huevos, margarina y esencias.
- No deja sabor amargo en los cakes.

<b>FECHA:</b>	<b>02-01-2014</b>	<b>Página 2 de 3</b>
---------------	-------------------	----------------------

## ANEXO 2

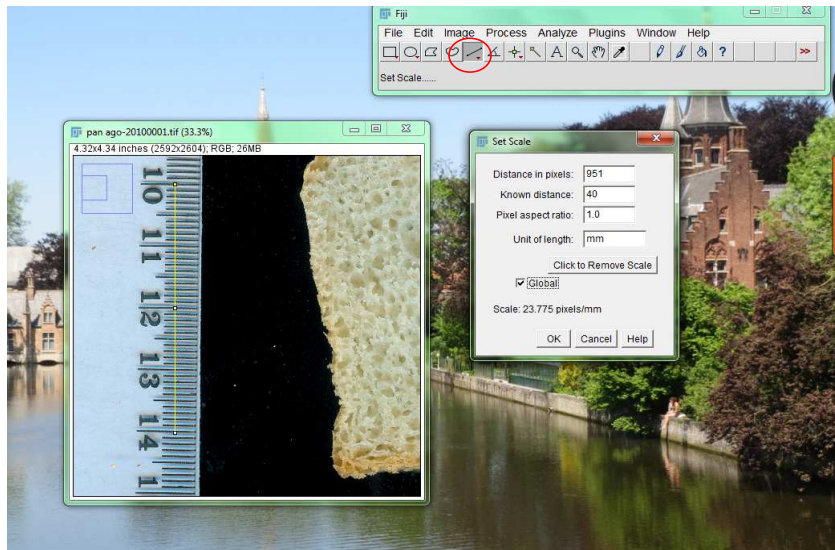
### METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE MIGA- SCIARINI (2011)

#### METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES

El análisis de imagen, en el caso en el que se trabaja con muestras de pan, tiene como finalidad obtener información objetiva de la estructura de la miga a partir de imágenes obtenidas de las diferentes muestras. Para ello, se emplea el programa *Fiji* (ImageJ) que nos permite dividir la miga en dos únicas fases nítidamente separadas: alvéolo y pared. A tal fin, el programa debe **binarizar** la imagen: transformarla en blanco (pared) y negro (alvéolos) (Nótese que se habla literalmente de blanco y negro, no de escala de grises). El primer paso consiste en transformar las imágenes a color en escala de grises (8-bits). A partir de esta imagen, Fiji nos entrega un histograma de frecuencias de cada uno de los 256 grises. Con el programa *Peakfit*, luego, se hace una deconvolución de ese histograma para obtener dos curvas gaussianas: una hacia los blancos, y la otra hacia los negros. El punto de intersección de esas curvas será introducido como umbral en Fiji para que éste considere que, por debajo de ese valor de gris, el pixel es negro, y por encima, es blanco.

#### Metodología:

1. Abrir *Fiji* (ImageJ)
2. Menú --> File --> Open --> Seleccionar la imagen a analizar
3. Hacer *zoom* sobre la regla de la imagen (que se usará como escala). Seleccionar en el menú el ícono de “selección lineal” y trazar una línea RECTA que abarque 4 cm.



4. Menú --> Analyze --> Set scale
5. Clickear (en el menú) el ícono “selección rectangular”
6. Seleccionar la miga del pan de la siguiente manera:



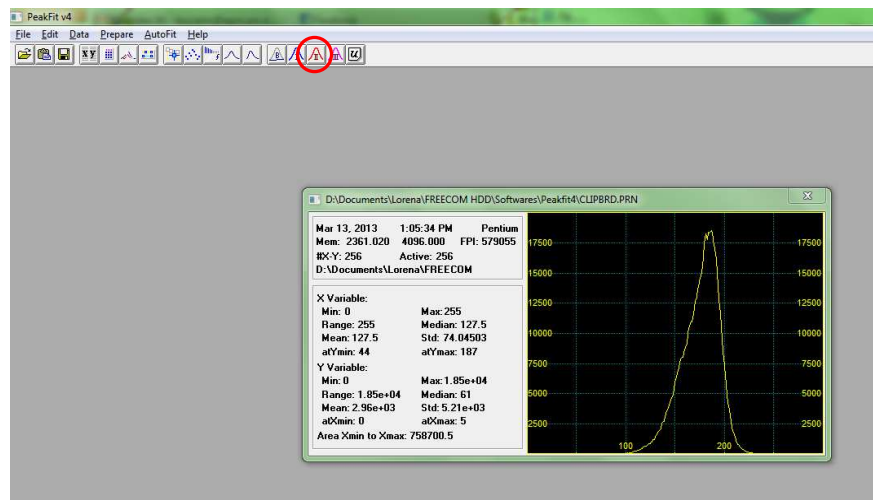
7. Menú --> Image --> Duplicate (dejar activa la ventana de la imagen duplicada)
8. Menú --> Image --> Type --> 8-bit
9. Menú --> Analyze --> Histogram. Se abre una ventana con el histograma. En esa ventana, hacer click sobre "List" y copiar esos datos
10. Abrir Peakfit

**En Peakfit:**

11. Hacer click (en el menú) sobre el ícono "Pegar" y dar ok

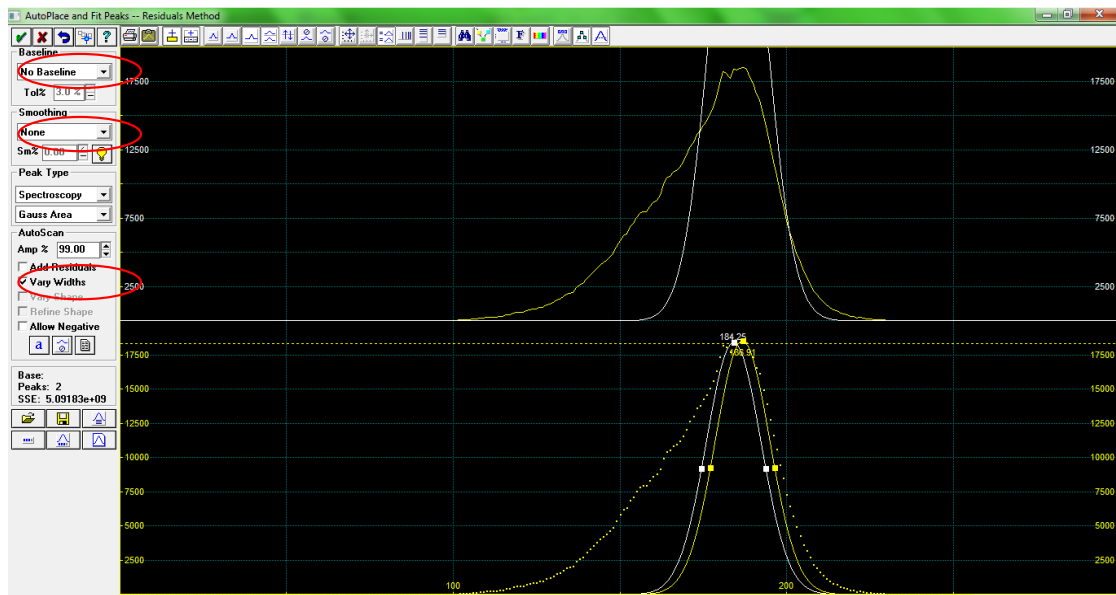


12. En el menú hacer click sobre el ícono que tiene una campana de Gauss y el I (*Automatic peak detection and fitting. Method I*)



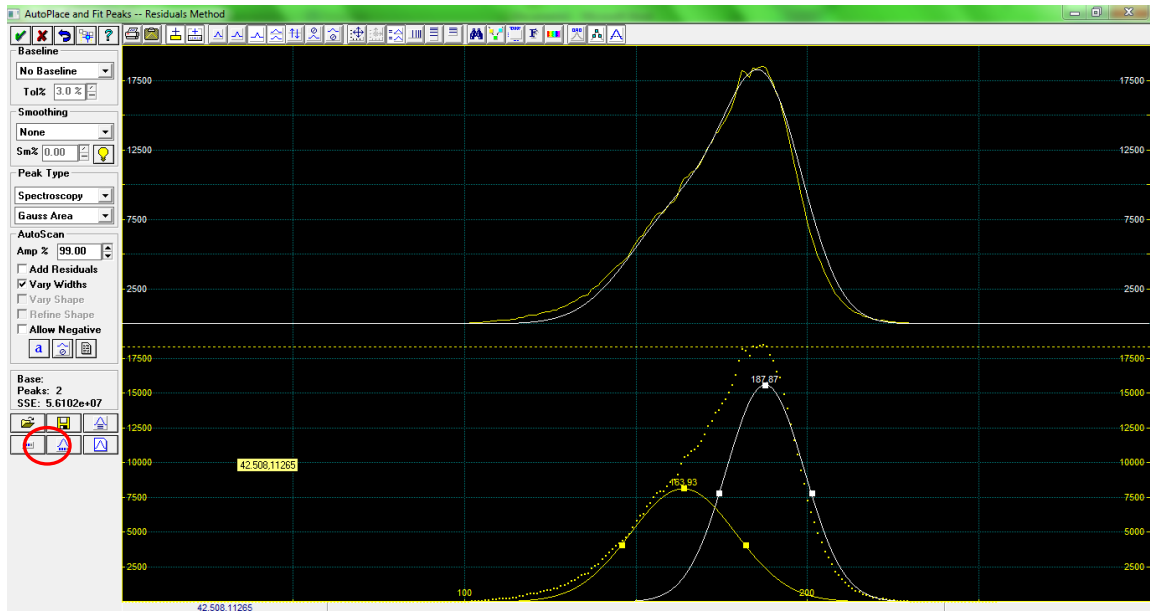
13. En la barra de la izquierda controlar:

- Baseline: No baseline
- Tildar la opción "Vary Width"

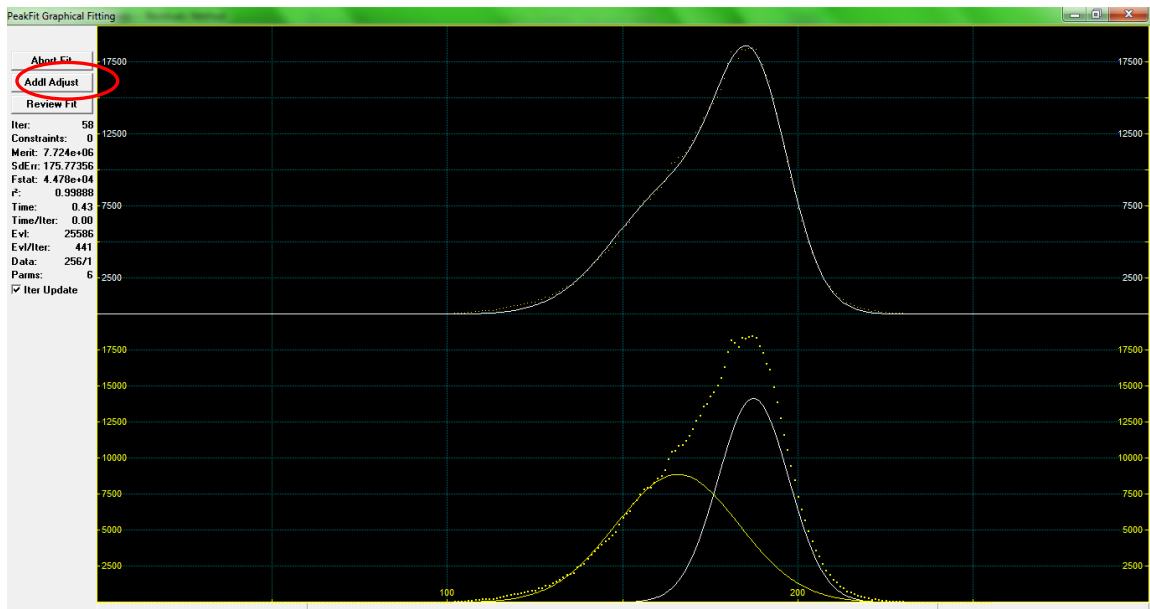


14. Deconvolucionar la curva empleando dos campanas de Gauss. Ambas curvas se ajustaran manualmente de modo que una quede hacia la derecha, y la otra hacia la izquierda (ver imagen abajo)

15. Luego, ajustar automáticamente presionando el siguiente ícono:



16. Dar Ok presionando sobre "Add Adjust"



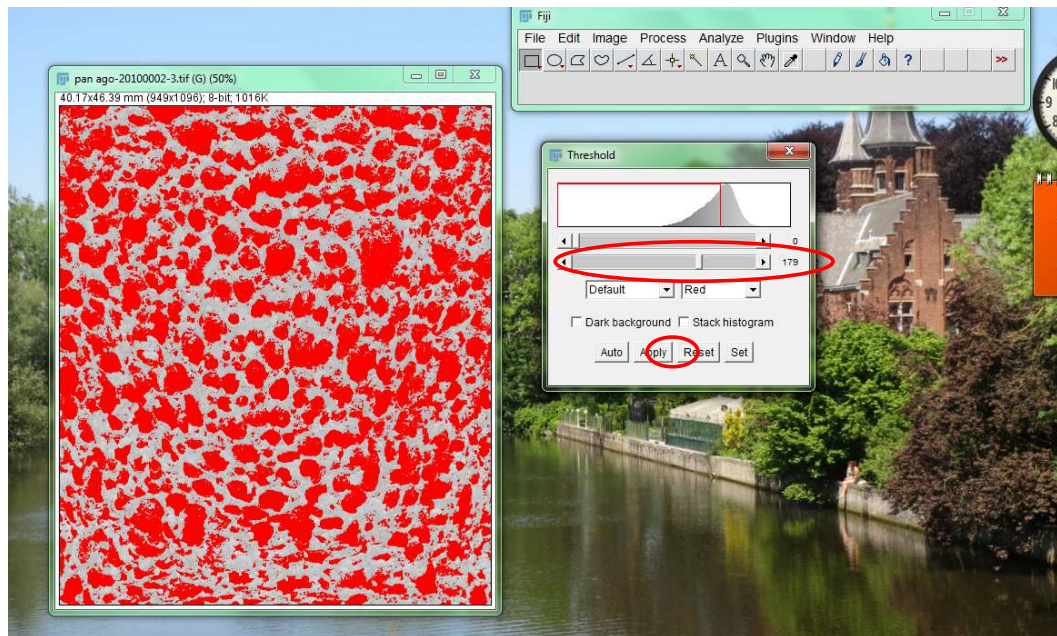
17. Repetir el ajuste hasta que el  $R^2$  sea constante (en general, el valor de  $R^2$  es mayor a 0.98)

18. Una vez finalizado el ajuste, situar el cursor en la intersección de las dos curvas y tomar el valor de x que muestra el programa. Ese será el valor que emplearemos en Fiji para realizar el *threshold* (umbral).

### En Fiji

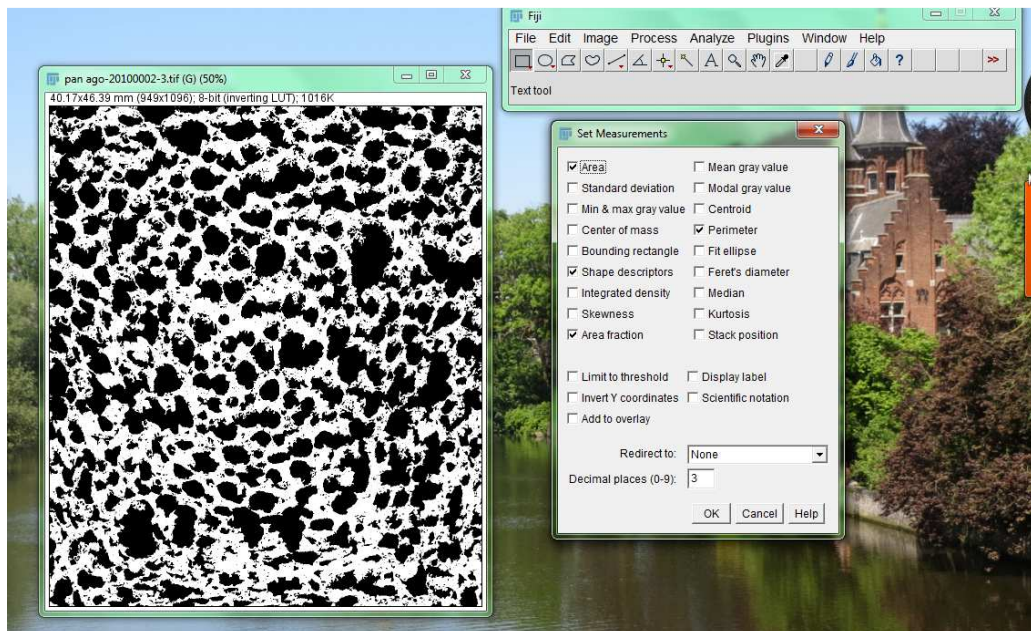
19. Menú --> Image --> Adjust --> Threshold



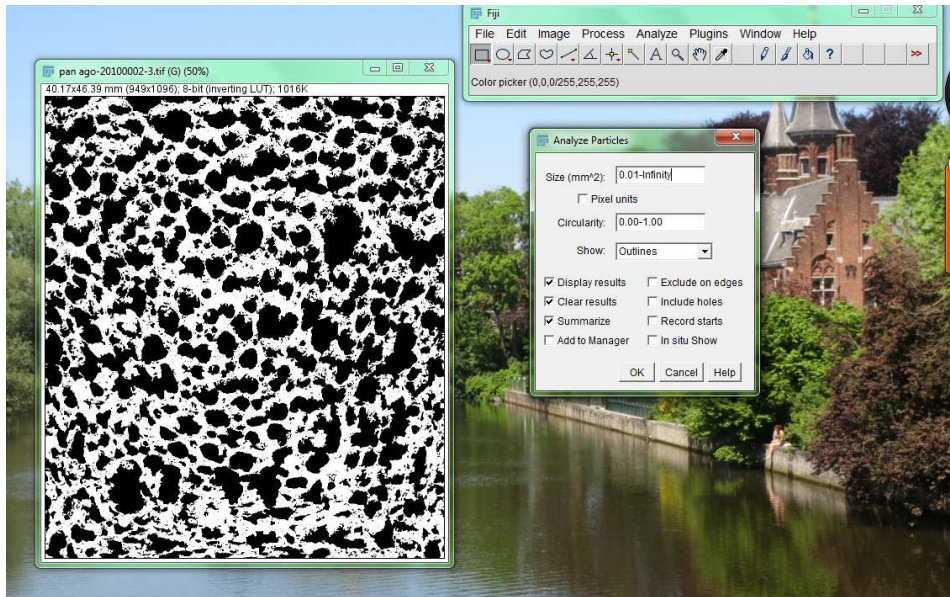


20. Menú --> Process --> Binary --> Fill Holes

21. Menú --> Analyze --> Set Measurements. Controlar que las siguientes opciones estén tildadas:



22. Una vez seteados estos parámetros, ir al Menú --> Analyze --> Analyze particles. Controlar que estén seteados los siguientes parámetros:



23. Dar ok. Se van a desplegar una serie de ventanas. Una de ellas es "Results", deben copiarse en un excel, al igual que los datos de la ventana "Summary".

Para el análisis de resultados se usan principalmente los datos extraídos de los resúmenes. Se informa: nº de celdas/mm<sup>2</sup> (o cm<sup>2</sup>), tamaño promedio de celdas, % de área ocupada por alvéolos y uniformidad [relación entre el número de alvéolos pequeños (0,15<x<2,00 mm<sup>2</sup>) y el número de alvéolos mayores (2,00< x<10,00 mm<sup>2</sup>)].

*NOTA: Para el cálculo de nº celdas/superficie, debe conocerse el área total que ha sido analizada. Cabe destacar que el "Área total" que entrega el programa (en la ventana de summary) es el área de alvéolos. Se sabe que esta área el x%, así que por regla de tres simple se calcula el 100%.*



## ANEXO 3

## FORMATO PARA LA PRUEBA TRIANGULAR- ESTUDIO SENSORIAL

65

Edad: \_\_\_\_\_

Género : F \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Instrucciones:

A continuación se presentan 3 muestras de quesadilla de las cuales dos son iguales y una diferente.

Pruébelas cuidadosamente de izquierda a derecha y encierre en un círculo la muestra diferente. Por favor beba agua entre una muestra y otra.

460

608

320

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Gracias

**METODOLOGÍA DE CODIFICACIÓN Y ORDEN PARA LA APLICACIÓN DE LA  
PRUEBA TRIÁNGULO**

**FECHA :** 24 y 26 de Marzo, 2014

**PRODUCTO:** Quesadillas

**IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS**

**Muestra 1** Control

**Muestra 2** Prototipo C3

Panelista	Código de la muestra					
1	1	460	1	608	2	320
2	1	403	2	455	1	418
3	2	453	1	891	1	294
4	2	558	2	816	1	853
5	2	996	1	136	2	921
6	1	196	2	991	2	552
7	1	607	1	532	2	193
8	1	858	2	212	1	551
9	2	298	1	122	1	454
10	2	526	2	605	1	580
11	2	687	1	796	2	937
12	1	316	2	629	2	250
13	1	756	1	985	2	962
14	1	977	2	470	1	707
15	2	343	1	833	1	287
16	2	450	2	668	1	363
17	2	332	1	297	2	576
18	1	522	2	563	2	461
19	1	877	1	347	2	354
20	1	318	2	659	1	995
21	2	199	1	168	1	505
22	2	586	2	632	1	935
23	2	286	1	212	2	935
24	1	152	2	431	2	418
25	1	869	1	780	2	358

Panelista	Código de la muestra					
26	1	563	2	115	1	474
27	2	887	1	888	1	646
28	2	202	2	888	1	338
29	2	582	1	419	2	705
30	1	393	2	640	2	573
31	1	835	1	855	2	864
32	1	613	2	220	1	482
33	2	859	1	654	1	672
34	2	839	2	971	1	323
35	2	460	1	702	2	499
36	1	605	2	303	2	582
37	1	232	1	770	2	432
38	1	336	2	442	1	560
39	2	626	1	995	1	425
40	2	393	2	183	1	933
41	2	773	1	227	2	222
42	1	468	2	784	2	258
43	1	680	1	539	2	547
44	1	282	2	496	1	673
45	2	567	1	711	1	409
46	2	804	2	933	1	359
47	2	884	1	298	2	260
48	1	719	2	183	2	826
49	1	858	1	561	2	626
50	1	985	2	330	1	258

Panelista	Código de la muestra					
51	2	733	1	902	1	823
52	2	585	2	537	1	752
53	2	330	1	500	2	404
54	1	703	2	598	2	640
55	1	160	1	675	2	547
56	1	801	2	494	1	631
57	2	612	1	272	1	163
58	2	238	2	756	1	573
59	2	827	1	202	2	489
60	1	119	2	469	2	216
61	1	819	1	252	2	248
62	1	913	2	457	1	538
63	2	468	1	561	1	170
64	2	679	2	951	1	488
65	2	220	1	650	2	555
66	1	696	2	447	2	571
67	1	446	1	374	2	304
68	1	870	2	246	1	484
69	2	788	1	391	1	570
70	2	758	2	576	1	607
71	2	402	1	789	2	748
72	1	579	2	927	2	651
73	1	963	1	575	2	910
74	1	751	2	714	1	954
75	2	152	1	661	1	360
76	2	738	2	205	1	173
77	2	825	1	308	2	154
78	1	877	2	228	2	893
79	1	207	1	160	2	780
80	1	871	2	779	1	188
81	2	232	1	278	1	236
82	2	744	2	539	1	506
83	2	602	1	109	2	453
84	1	407	2	873	2	833
85	1	575	1	185	2	489

Panelista	Código de la muestra					
86	1	974	2	678	1	738
87	2	403	1	358	1	897
88	2	520	2	307	1	876
89	2	670	1	870	2	447
90	1	157	2	807	2	360

## ANEXO 4

## ANALISIS DESCRIPTIVOS POR VARIABLE- PROGRAMA SPSS

## DUREZA

S	2,95
MEDIA	18,20
CV	8,70

## Descriptivos

## DUREZA

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
A	3	14.7400	1.81502	1.04790	10.2312	19.2488	12.92	16.55
B	3	16.1467	0.62963	0.36352	14.5826	17.7108	15.59	16.83
C	3	21.2933	1.03780	0.59918	18.7153	23.8714	20.64	22.49
D	3	16.5133	0.53799	0.31061	15.1769	17.8498	16.14	17.13
E	3	18.6233	2.57830	1.48858	12.2185	25.0282	16.36	21.43
F	3	18.9067	2.25256	1.30052	13.3110	24.5023	17.07	21.42
G	3	15.6700	0.94557	0.54592	13.3211	18.0189	14.58	16.27
H	3	17.6567	0.08083	0.04667	17.4559	17.8575	17.57	17.73
I	3	18.7000	1.55155	0.89579	14.8457	22.5543	17.74	20.49
CONTROL	3	23.7967	2.21893	1.28110	18.2845	29.3088	22.15	26.32
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>18.2047</b>	<b>2.95172</b>	<b>0.53891</b>	<b>17.1025</b>	<b>19.3069</b>	<b>12.92</b>	<b>26.32</b>

**MASTICABILIDAD**

<b>S</b>	<b>7,52</b>
<b>MEDIA</b>	<b>48,04</b>
<b>CV</b>	<b>10,66</b>

**Descriptivos**

## MASTICABILIDAD

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>A</b>	3	44.9333	5.23195	3.02067	31.9364	57.9302	39.40	49.80
<b>B</b>	3	42.2667	3.13741	1.81138	34.4729	50.0604	38.70	44.60
<b>C</b>	3	56.3000	3.27872	1.89297	48.1552	64.4448	53.30	59.80
<b>D</b>	3	51.3000	3.12250	1.80278	43.5433	59.0567	48.80	54.80
<b>E</b>	3	48.7333	2.79702	1.61486	41.7851	55.6815	46.60	51.90
<b>F</b>	3	46.4333	10.82882	6.25202	19.5331	73.3336	38.20	58.70
<b>G</b>	3	41.0333	5.32666	3.07535	27.8012	54.2655	34.90	44.50
<b>H</b>	3	43.7000	2.53574	1.46401	37.4009	49.9991	40.80	45.50
<b>I</b>	3	44.6667	3.87341	2.23632	35.0446	54.2888	41.30	48.90
<b>CONTROL</b>	3	61.0000	5.42494	3.13209	47.5237	74.4763	55.90	66.70
<b>Total</b>	30	48.0367	7.52144	1.37322	45.2281	50.8452	34.90	66.70

**ELASTICIDAD**

<b>S</b>	<b>0,71</b>
<b>MEDIA</b>	<b>7,64</b>
<b>CV</b>	<b>8,86</b>

**Descriptivos**

## ELASTICIDAD

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>A</b>	3	8.3233	.54537	.31487	6.9685	9.6781	7.79	8.88
<b>B</b>	3	7.7200	.23896	.13796	7.1264	8.3136	7.46	7.93
<b>C</b>	3	7.3100	.12767	.07371	6.9928	7.6272	7.20	7.45
<b>D</b>	3	8.5267	.27062	.15624	7.8544	9.1989	8.23	8.76
<b>E</b>	3	7.6700	.95640	.55218	5.2942	10.0458	6.81	8.70
<b>F</b>	3	7.2933	.83931	.48457	5.2084	9.3783	6.75	8.26
<b>G</b>	3	7.3333	.39323	.22703	6.3565	8.3102	6.89	7.64
<b>H</b>	3	7.6433	.61436	.35470	6.1172	9.1695	7.10	8.31
<b>I</b>	3	7.0333	.79739	.46037	5.0525	9.0142	6.50	7.95
<b>CONTROL</b>	3	7.5600	1.16396	.67201	4.6686	10.4514	6.80	8.90
<b>Total</b>	30	7.6413	.72029	.13151	7.3724	7.9103	6.50	8.90

**VOLUMEN ESPECÍFICO**

<b>S</b>	<b>0,21</b>
<b>MEDIA</b>	<b>2,02</b>
<b>CV</b>	<b>6,84</b>

**Descriptivos****VOLUMEN ESPECÍFICO**

	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación típica</b>	<b>Error típico</b>	<b>Intervalo de confianza para la media al 95%</b>		<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
					<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>		
<b>A</b>	3	2.0217	0.20636	0.11914	1.5090	2.5343	1.80	2.21
<b>B</b>	3	1.9940	0.06458	0.03729	1.8336	2.1544	1.94	2.06
<b>C</b>	3	1.9530	0.18379	0.10611	1.4965	2.4095	1.75	2.10
<b>D</b>	3	2.2610	0.06421	0.03707	2.1015	2.4205	2.20	2.33
<b>E</b>	3	1.9577	0.09122	0.05267	1.7311	2.1843	1.91	2.06
<b>F</b>	3	1.9680	0.04253	0.02456	1.8623	2.0737	1.94	2.02
<b>G</b>	3	2.3637	0.12388	0.07152	2.0559	2.6714	2.26	2.50
<b>H</b>	3	2.0900	0.19987	0.11540	1.5935	2.5865	1.91	2.30
<b>I</b>	3	1.8117	0.13778	0.07955	1.4694	2.1539	1.72	1.97
<b>CONTROL</b>	3	1.7453	0.14612	0.08436	1.3823	2.1083	1.59	1.88
<b>Total</b>	30	2.0166	0.21299	0.03889	1.9371	2.0961	1.59	2.50

**TAMAÑO DE ALVEOLO**

<b>S</b>	<b>1,51</b>
<b>MEDIA</b>	<b>3,04</b>
<b>CV</b>	<b>41,12</b>

**Descriptivos****TAMAÑO DE ALVEOLO**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>A</b>	3	2,7800	0,57689	0,33307	1,3469	4,2131	2,30	3,42
<b>B</b>	3	2,0267	0,16803	0,09701	1,6093	2,4441	1,88	2,21
<b>C</b>	3	3,6000	1,11337	0,64281	0,8342	6,3658	2,54	4,76
<b>D</b>	3	5,6133	1,57383	0,90865	1,7037	9,5229	4,54	7,42
<b>E</b>	3	1,7500	0,62000	0,35796	0,2098	3,2902	1,13	2,37
<b>F</b>	3	2,7500	0,47697	0,27538	1,5651	3,9349	2,30	3,25
<b>G</b>	3	2,4700	0,82164	0,47438	0,4289	4,5111	1,68	3,32
<b>H</b>	3	4,1667	3,13044	1,80736	-3,6098	11,9431	2,03	7,76
<b>I</b>	3	2,4833	0,27392	0,15815	1,8029	3,1638	2,24	2,78
<b>CONTROL</b>	3	2,7300	0,61506	0,35511	1,2021	4,2579	2,12	3,35
<b>Total</b>	30	3,0370	1,51510	0,27662	2,4713	3,6027	1,13	7,76



**N° ALVEOLOS / mm<sup>2</sup>**

<b>S</b>	<b>0,03</b>
<b>MEDIA</b>	<b>0,13</b>
<b>CV</b>	<b>17,93</b>

**Descriptivos**

N° ALVEOLOS /mm<sup>2</sup>

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>A</b>	3	0.1367	0.02517	0.01453	0.0742	0.1992	0.11	0.16
<b>B</b>	3	0.1500	0.01000	0.00577	0.1252	0.1748	0.14	0.16
<b>C</b>	3	0.1200	0.01732	0.01000	0.0770	0.1630	0.11	0.14
<b>D</b>	3	0.0967	0.01528	0.00882	0.0587	0.1346	0.08	0.11
<b>E</b>	3	0.1533	0.00577	0.00333	0.1390	0.1677	0.15	0.16
<b>F</b>	3	0.1367	0.02517	0.01453	0.0742	0.1992	0.11	0.16
<b>G</b>	3	0.1467	0.04041	0.02333	0.0463	0.2471	0.11	0.19
<b>H</b>	3	0.1200	0.04000	0.02309	0.0206	0.2194	0.08	0.16
<b>I</b>	3	0.1333	0.02082	0.01202	0.0816	0.1850	0.11	0.15
<b>CONTROL</b>	3	0.1167	0.01528	0.00882	0.0787	0.1546	0.10	0.13
<b>Total</b>	30	0.1310	0.02631	0.00480	0.1212	0.1408	0.08	0.19

## AREA PORCENTUAL DE ALVEOLOS

S	9,85
MEDIA	36,58
<b>CV</b>	<b>23,04</b>

### Descriptivos

#### AREA PORCENTUAL DE ALVEOLOS

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					A	3		
B	3	29.7900	0.44170	.25502	28.6928	30.8872	29.53	30.30
C	3	41.6133	7.64635	4.41462	22.6188	60.6079	36.47	50.40
D	3	51.2967	6.63332	3.82975	34.8186	67.7747	46.63	58.89
E	3	27.0500	9.06955	5.23631	4.5200	49.5800	18.39	36.48
F	3	37.6100	7.63889	4.41032	18.6339	56.5861	30.42	45.63
G	3	34.9100	10.35503	5.97848	9.1867	60.6333	26.82	46.58
H	3	42.4067	18.76100	10.83167	-4.1982	89.0116	31.56	64.07
I	3	33.4567	1.35769	.78387	30.0840	36.8294	31.89	34.29
CONTROL	3	30.4700	2.47847	1.43094	24.3131	36.6269	27.61	31.99
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>36.5803</b>	<b>9.84935</b>	<b>1.79824</b>	<b>32.9025</b>	<b>40.2581</b>	<b>18.39</b>	<b>64.07</b>