

**Medición de textura de queso crema Zamorano  
con los texturómetros Brookfield CT3 e Instron  
4444**

**Andre Luis Ordóñez Macías**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2012

ZAMORANO  
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Medición de textura de queso crema Zamorano con los texturómetros Brookfield CT3 e Instron 4444**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Andre Luis Ordóñez Macías**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2012

## RESUMEN

Ordoñez Macías A.L. 2012. Medición de textura de queso crema Zamorano con los texturómetros Brookfield CT3 e Instron 4444. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 20 p.

El queso crema Zamorano no cuenta con un método con mejor precisión específico para su análisis de textura. El objetivo de este trabajo fue determinar un método para la medición de textura del queso crema Zamorano. Se utilizaron los equipos Brookfield CT3 e Instron 4444 midiendo fuerza (N) y trabajo (J) de corte y compresión (40%) a un bloque de queso con dimensiones de 2 cm x 2cm x 3 cm utilizando los acoples de cizalla (Warner Bratzler) y los yunques de compresión para cada equipo a velocidades de 2mm/S y 3mm/S. Se evaluó un arreglo factorial 2 (texturómetros) x2 (acoples) x2 (velocidades) mediante diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con un total de 8 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados del ANDEVA señalan que la mayor diferencia entre equipos está en el uso de los acoples de compresión, brindándonos resultados mayores para el Brookfield CT3 con un promedio de 44.75 N y un coeficiente de variación menor de 5.04% y el Instron 4444 resultados de 14.37N y 19.16% (CV), que para corte de queso las medias de fuerza aplicada (N) no mostraron diferencia significativas entre equipos. Las velocidades no influyeron en los resultados finales de fuerza (N) y el equipo adecuado para realizar la caracterización textural del queso crema Zamorano es el Brookfield CT3 con el acople de corte a la velocidad de 2mm/s. Se recomienda que en estudios posteriores se evalúe la exactitud del método comparando con materiales de referencia.

**Palabras claves:** Análisis textural, cizalla, compresión.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadros y anexos.....	v
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>2</b>
<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>4 CONCLUSIONES.....</b>	<b>12</b>
<b>5 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>6 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>14</b>
<b>7 ANEXOS.....</b>	<b>16</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Tratamientos evaluados en el análisis de textura de queso crema Zamorano.....	3
2.	Lotes y fechas de elaboración del queso crema Zamorano. ....	3
3.	Acoples utilizados por equipos para el análisis de textura del queso crema. ....	4
4.	Datos del análisis ANDEVA para la fuerza aplicada. ....	8
5.	ANDEVA de Coeficientes de variación para los datos de fuerza aplicada. ....	8
6.	Medias de la fuerza aplicada (N) para comprimir a 40% y cortar al 100%. ....	9
7.	Diferencias de coeficientes de variación (%) en las fuerzas (N) aplicadas. ....	9
8.	Datos del análisis ANDEVA para el trabajo aplicado en corte y compresion. ....	10
9.	ANDEVA Coeficientes de variación en trabajo aplicado en corte y compresión. ....	10
10.	Medias del trabajo aplicado (J) para comprimir a 40% y cortar al 100%. ....	10
11.	Coeficientes de variación (%) en el trabajo (J) aplicado al queso entre equipo. ....	11
Figuras		Página
1.	Parámetros del análisis de compresión del queso fresco Zamorano en el Brookfield CT3 con la sonda TA25/100. ....	4
2.	Parámetros del análisis de corte de queso fresco Zamorano en el Brookfield CT3 con la sonda TA-SBA.....	5
3.	Parámetros para los análisis de corte y compresión en el Instron 4444 .....	6
4.	Parámetros para el análisis de compresión en Instron 4444.....	6
5.	Parámetros para el análisis de corte en Instron 4444 .....	7

Anexos	Página
1. Toma de muestra del queso crema Zamorano.....	16
2. Acople de corte Warner Bratzler TA-SBA.....	16
3. Acople de compresión Yunque TA25/1000 -50.8mmO/-20mm L.....	17
4. Acople de compresión Yunque 57mm O/ (Instron 4444).....	17
5. Acople Warner Bratzler (Instron4444).....	17
6. Análisis de corte y compresión de queso con texturómetro Instron 4444.....	18
7. Análisis de corte de queso con texturómetro Brookfield CT3.....	18
8. Curva de compresión para el Brookfield CT3 con acople TA25/1000.....	19
9. Curva de corte para el Brookfield CT3 con acople TA-SBA.....	19
10. Curva de compresión para Instron 4444 con acople Yunque 57mm O/.....	20
11. Curva de corte para Instron 4444 con acople Compression Warner Bratzler Crosshead Speed.....	20

## 1. INTRODUCCIÓN

La textura puede definirse como el conjunto de los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto que son perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos (Rosenthal 2001). Las características de textura y color son criterios de gran importancia para analizar la evolución de la calidad de los quesos (Lebecque y Laguet 2001). Por esta razón, existe una gran gama de equipos que pueden identificar los diferentes atributos texturales de los alimentos. En términos generales, la dureza es la fuerza necesaria para provocar una cierta deformación en el queso, constituyendo el pico máximo de fuerza durante la primera compresión (Chacón y Pineda 2009). Para poder realizar estos análisis hay equipos como el Brookfield CT3 y el Instron 4444, que en conjunto con sus acoples, pueden simular las acciones a la cual es sometido el alimento durante la preparación y masticación dándonos a conocer parámetros como fuerza realizada (N), distancia a la máxima fuerza (m) y trabajo a la máxima fuerza (J).

El Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) posee dos texturómetros, que se encuentran equipados con diferentes celdas de carga siendo la del Instron de 2Kn y la del Brookfield CT3 de 4500gF (0.044Kn) las cuales miden la fuerza aplicada por el equipo mediante una galga extensiométrica que se deforma y convierte la deformación en señales eléctricas, las cuales son cuantificadas en Newtons. Las celdas de carga tienen diferentes resoluciones de detección, por ejemplo el Brookfield CT3 detecta cada 0.5N mientras que la del Instron es de 20N.

El queso crema es un producto fresco obtenido por la coagulación enzimática, desuerado y madurado a base de leche. La fuerza que se suele utilizar al cortar un queso con un cuchillo o al comprimirlo con la boca, va a estar ligada a la dureza del mismo. Por esta razón, se debe realizar un procesamiento adecuado de la leche para que el producto final brinde cualidades que satisfagan al cliente cada vez que lo consuma. Debido a que la textura es un factor muy importante en la selección y preferencia de los alimentos, y además es reconocida como el mayor atributo de su calidad, por encima de la apariencia, el sabor, el olor y la composición nutricional (Osorio *et al.* 2004).

Los objetivos del estudio fueron:

- Determinar el equipo adecuado para la medición de textura en queso Crema Zamorano entre los texturómetros Brookfield CT3 e Instron 4444.
- Establecer un método de medición de textura para el queso Crema Zamorano.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización del estudio.** El estudio se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano que está localizado en el departamento de Francisco Morazán, 28 Km. al este de Tegucigalpa, Honduras.

### **Materiales.**

- Queso crema Zamorano

### **Equipos.**

- Texturómetro Brookfield CT3
  - Yunque TA25/1000 -50.8mmO/-20mm L
  - Guillotina, Warner Bratzler TA-SBA
- Texturómetro Instron Serie 4400 modelo 4444
  - Yunque 57mm O/
  - Guillotina, Compression Warner Bratzler Crosshead Speed

### **Utensilios.**

- Cuchillo
- Pie de Rey
- Termómetro
- Molde de metal cuadrado de 2cm x 2cm x 3cm

**Diseño experimental.** Se evaluó un arreglo factorial 2 (texturómetros) x 2 (acoples) x 2 (velocidades) mediante diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con un total de 8 tratamientos y 4 repeticiones. Para el análisis estadístico se utilizó un Andeva y separación de medias por LSMEANS. Los resultados fueron analizados con el programa “Statistical Analysis System” (SAS® versión 9.1)

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el análisis de textura de queso crema Zamorano.

	Brookfield		Instron	
	Compresión	Corte	Compresión	Corte
Velocidad 1	T1	T2	T3	T4
Velocidad 2	T5	T6	T7	T8
T1: Brookfield Compresión 2mm/s		T5: Brookfield Compresión 3mm/s		
T2: Brookfield Corte 2mm/s		T6: Brookfield Corte 3mm/s		
T3: Instron Compresión 2mm/s		T7: Instron Compresión 3mm/s		
T4: Instron Corte 2mm/s		T8: Instron Corte 3mm/s		

**Elaboración de los quesos.** El queso crema evaluado fue procesado en la planta de Lácteos de Zamorano (Cuadro 2).

Cuadro 2. Lotes y fechas de elaboración del queso crema Zamorano.

Lote	Fecha de Elaboración
4	05/09/2012
5	07/09/2012
6	11/09/2012
7	14/09/2012

**Toma de la muestra de queso.** Los quesos estuvieron en refrigeración (4°C), previo al corte pasaron a un cuarto climatizado hasta equilibrarse a 21°C. Se utilizó un molde de 2cm x 2cm x 3cm para cortar cuadrados de la parte del medio del queso de modo que las muestras fueran homogéneas en sus dimensiones y composición. Posteriormente, se procedió a cortar las partes cercanas a la corteza que son las más duras para obtener un largo de 3 cm, el coeficiente de variación de la muestra fue de 0.5 mm.

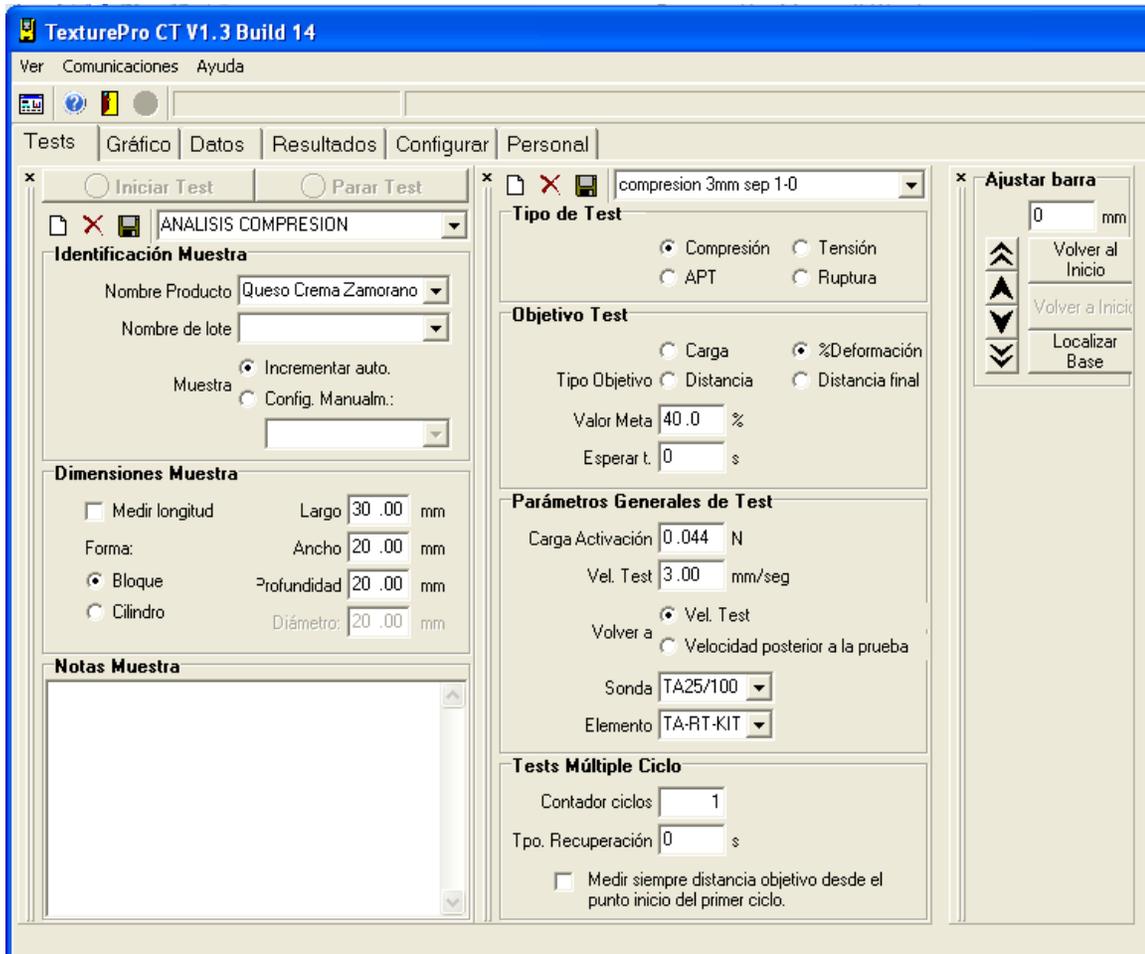


Figura 1. Parámetros del análisis de compresión del queso fresco Zamorano en el Brookfield CT3 con la sonda TA25/100.

**Medición de la textura.** Un total de cuatro lotes de queso crema Zamorano fueron analizadas en este experimento. Se utilizaron dos texturómetros Brookfield CT3 e Instron 4444 con dos sondas por equipo como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Acoples utilizados por equipos para el análisis de textura del queso crema.

	Brookfield	Instron
Corte	Warner Bratzler TA-SBA	Compression Warner Bratzler
Compresión	Yunque TA25/1000 - 50.8mmO/-20mm L	Crosshead Speed Yunque 57mm O/ 50.8mmO/-20mm L

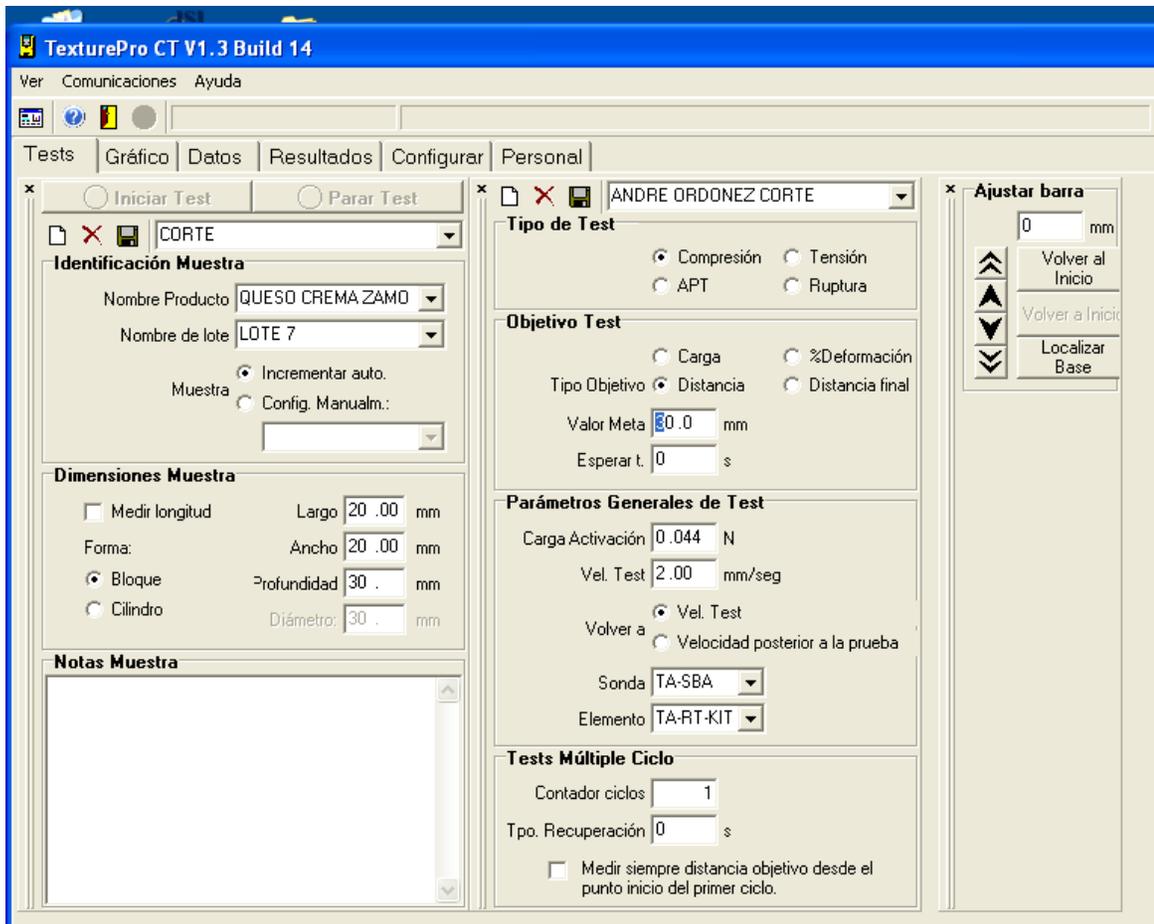


Figura 2. Parámetros del análisis de corte de queso fresco Zamorano en el Brookfield CT3 con la sonda TA-SBA.

Se obtuvieron 160 muestras rectangulares de 2cm x 2cm x 3cm (Figura 2) con la ayuda de un molde y un cuchillo de acero inoxidable. La mitad de las muestras se destinaron para compresión y la otra mitad para corte. La muestra se comprimió y cortó a una velocidad de 2mm/s según Liu *et al.* (2007) y 3mm/s con un grado de compresión del 40% y un corte del 100%. Midiendo los parámetros de fuerza realizada(N), distancia ala máxima fuerza (m) y trabajo a la máxima fuerza (J).

Para el análisis de compresión se utilizó una altura de queso de 3cm y el valor meta de 40% o 12 mm ilustrados en la figura 1, mientras que para el análisis de corte la altura fue de 2cm y un valor meta de 30 mm ilustrado en la figura 2 para el Brookfield.

La carga de activación y el umbral de carga (Figura 3) es el límite inferior al cual el equipo empieza a detectar la fuerza. El valor meta fue establecido en 30mm debido a el grosor del queso fue de 20mm y este aseguro el corte por completo.

Aplicación de ensayo de materiales Series IX de INSTRON - V

**Límites**

**Detección de rotura**

Tras periodo de tiempo

Umbral de carga

Nivel mín carga  kN

Periodo tiempo

**Límites especiales**

Activar límites especiales

Tipo límite

Valor límite  %

Umbral de carga  kN

Mantener durante

**Acción de la cruceta**

Acción

**Límites absolutos**

Nivel máx carga  kN

Extensión máx  mm

**Controlar límite**

Definir límite de método en la consola  
(Sólo si los límites de la consola son menos restrictivos que los del método)

Controlar límites del método mediante software  
(Los límites de la consola siguen activos)

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 3. Parámetros para los análisis de corte y compresión en el Instron 4444

En la Figura 3 y 4 se establecieron los límites que el equipo utilizó en el análisis de compresión, la extensión máxima del equipo fue de 82 mm debido a que el yunque se encontraba a 100mm de la base del Instron 4444. Por lo tanto, no avanzó más de los 12mm (40%) al momento de la detección del queso en compresión. Para el análisis de corte en queso crema los parámetros se detallan en el cuadro 5.

Series IX - Editor de métodos

**Tabla de dimensiones**

Dimensión	Valor predet	Método de	Límites	Límite inferior	Límite superior
Anchura	<input type="text" value="20.00000"/> mm	<input type="text" value="Predeterm."/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="N/D"/>	<input type="text" value="N/D"/>
Espesor	<input type="text" value="30.00000"/> mm	<input type="text" value="Predeterm."/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="N/D"/>	<input type="text" value="N/D"/>
Dist inicial probeta	<input type="text" value="70.00000"/> mm	<input type="text" value="Predeterm."/>			
Distancia del plato	<input type="text" value="100.0000"/> mm				

**Información sobre la muestra**

Forma geométr.

Tipo

Entrada datos

Tipo de fijaciones

**Etiqueta**

Activar

Texto

Entrada

**MAP**

Número de lecturas

Sonda dual

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 4. Parámetros para el análisis de compresión en Instron 4444

fotos de metodo de compresion - Microsoft Word

Tabla de dimensiones						Aceptar
Dimensión	Valor predet	Método de	Límites	Límite inferior	Límite superior	Cancelar
Anchura	20.00000 mm	Manual	<input type="checkbox"/>			Ayuda
Espesor	20.00000 mm	Manual	<input type="checkbox"/>			
Dist inicial probeta	195.0000 mm	Predeterm.				
Distancia del plato	165.0000 mm					

Información sobre la muestra		Etiqueta		MAP	
Forma geométr.	Rectangular	<input type="checkbox"/> Activar		Número de lecturas	
Tipo	ASTM	Texto			
Entrada datos	Antes del ensa	Entrada		<input type="checkbox"/> Sonda dual	
Tipo de fijaciones					

Figura 5. Parámetros para el análisis de corte en Instron 4444

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Fuerza aplicada al queso crema Zamorano.** Al aplicar los análisis de compresión y corte se pudo observar que en los resultados de fuerza se encontraron diferencias entre texturómetros y acoples, estas se debieron a que la precisión del Instron es menor a la del Brookfield en el uso de los acoples de compresión. La diferencia es menor entre acoples para el Instron debido a que los valores de compresión y corte fueron muy parecidos dándonos valores entre 7.5 y 14.6 N los cuales mostraron diferencia significativa. Sin embargo, la diferencia de acoples entre equipos es mucho mas significativa (Cuadro 4). Motivo por el cual existieron diferencia en los coeficientes de variación (Cuadro 5). Esta diferencia fue dada por parte de los análisis de compresión, a las velocidades de 2 y 3mm/s como lo reveló la prueba de LSMEANS (Cuadro 6) la misma que dio a conocer que en los análisis de corte no existieron diferencias significativas a ninguna velocidad. Se pudo ver que existieron variaciones en los resultados de fuerza entre repeticiones, debido a que el queso presentó un coeficiente de variación entre 10 y 28% en los lotes para cada análisis. Las propiedades texturales del queso se ven afectadas por su composición físico-química siendo importante el contenido de grasa, de proteína y de humedad (Osorio *et al.* 2004). Aunque también influye la tecnología de procesamiento. Por otra parte, el queso presenta una estructura compleja con diferencias aun dentro de una misma variedad de queso, vinculadas a factores de composición y cambios durante la maduración (Juan *et al.* 2007). Por esta razón, se escogió un BCA.

Cuadro 4. Datos del análisis ANDEVA para la fuerza aplicada.

Fuente	Valor F	Pr>F
Texturómetros	263.3	<.0001
Acople	100.5	<.0001
Texturómetros*Acople	201.3	<.0001
Repetición	3.18	0.0453

Cuadro 5. ANDEVA de Coeficientes de variación para los datos de fuerza aplicada.

Fuente	Valor F	Pr>F
Texturómetros	7.36	0.0131
Acople	2.94	0.1009
Velocidad	1.98	0.1700
Texturómetro-Acople	4.28	0.0500

Cuadro 6. Medias de la fuerza aplicada (N) para comprimir a 40% y cortar al 100%.

Texturómetro	Corte		Compresión	
	2mm/s	3mm/s	2mm/s	3mm/s
Instron 4444	11.87 <sup>aW</sup>	14.67 <sup>aW</sup>	7.58 <sup>aX</sup>	8.55 <sup>aX</sup>
Brookfield CT3	14.37 <sup>aW</sup>	17.27 <sup>aW</sup>	44.77 <sup>bX</sup>	47.45 <sup>bX</sup>

<sup>ab</sup> Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes y letras mayúsculas en filas (P<0.05).

Según Naranjo (2008), la fuerza de corte del queso crema con un acople de guillotina “Compression Warner Bratzler Crosshead Speed” es de 9 Newtons. Por otra parte Tunick (1991) concretó que la fuerza para comprimir un queso al 75% con un contenido alto en grasa (25%) y humedad (47%) es de 51N estos datos revelaron que el Instron 4444 no acertó con los promedios de fuerza en estudios de compresión de quesos mostrando valores muy por debajo de los esperados para quesos frescos Álvarez *et al.* (2003) (Cuadro 6). La precisión fue significativa en el Instron siendo inferior a la del Brookfield (Cuadro 7).

Cuadro 7. Diferencias de coeficientes de variación (%) en las fuerzas (N) aplicadas.

Texturómetro	Corte		Compresión	
	2mm/s	3mm/s	2mm/s	3mm/s
Instron 4444	6.35 <sup>aW</sup>	5.3 <sup>bW</sup>	19.16 <sup>aY</sup>	10.55 <sup>aY</sup>
Brookfield CT3	4.57 <sup>aW</sup>	4 <sup>bW</sup>	5.04 <sup>bY</sup>	1.85 <sup>bY</sup>

<sup>ab</sup> Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columna son significativamente diferentes y letras mayúsculas en filas (P<0.05).

La variable velocidad no fue un factor influyente en los resultados de los equipos, debido a que los datos del análisis estadístico revelaron que las medias no mostraron diferencia significativa entre equipos.

**Trabajo aplicado al queso crema Zamorano.** El trabajo que fue aplicado por el Instron y por el Brookfield fue diferente entre ellos (Cuadro 8). Por ejemplo, en el caso de corte a 3mm/s la mayor fuerza aplicada varió entre los 15mm a 20mm, en cambio en el Brookfield las mayores fuerzas reportadas fueron a la distancia de 19-20mm, resultados de estas distancias causaron las diferencias en los coeficientes de variación (Cuadro 9) el promedio de estos valores de trabajo se muestran en el cuadro 10, los cuales mostraron diferencias significativas entre equipo por la razón anteriormente mencionada a pesar de que las cuchillas de corte fueron muy parecidas en dimensiones.

Cuadro 8. Datos del análisis ANDEVA para el trabajo aplicado para corte y compresión

Fuente	Valor F	Pr>F
Texturómetros	165.53	<.0001
Acople	11.22	0.0027
Texturómetros*Acople	59.01	<.0001

Por otro lado, el trabajo que se necesitó para comprimir el queso al 40% fue mayor en el Brookfield que en el Instron. Esto se debe a que el acople del Instron es diferente en peso y diámetro el cual influyó en los resultados (Cuadro 10).

Cuadro 9. ANDEVA Coeficientes de variación en el trabajo aplicado en corte y compresión.

Fuente	Valor F	Pr>F
Texturómetros	6.71	0.0160
Acople	1.03	0.3217
Velocidad	2.14	0.1587
Texturómetros*Acople	5.17	0.0322

Cuadro 10. Medias del trabajo aplicado (J) para comprimir a 40% y cortar al 100%.

Texturómetro	Corte		Compresión	
	2mm/s	3mm/s	2mm/s	3mm/s
Instron 4444	0.19 <sup>aW</sup>	0.178 <sup>aW</sup>	0.07 <sup>aX</sup>	0.08 <sup>aX</sup>
Brookfield CT3	0.27 <sup>aW</sup>	0.33 <sup>bW</sup>	0.54 <sup>bX</sup>	0.55 <sup>bX</sup>

<sup>ab</sup> Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes y letras mayúsculas en filas (P<0.05).

La diferencia en trabajo aplicado para corte se debe a que la fuerza de la matriz del queso no es homogénea y existen partes más duras que otras a diferentes distancias. Los equipos contaban con diferentes celdas de carga, la del Instron fue de 2Kn mientras que la del Brookfield fue de 0.044Kn. Se pudo ver que la resolución de detección del Brookfield es más precisa, mientras que el del Instron tiene una menor resolución. Esto se debe a que el Instron 4444 fue creado para realizar pruebas de materiales de construcción o plásticos, entre otros los cuales necesitan fuerzas más altas que las que usarían en un alimento.

Según Brookfield engineering (2012), el CT3 puede calcular a través de los datos de compresión y tracción un número de propiedades físicas que han demostrado ser altamente correlacionada con la evaluación sensorial de alimentos y otros productos de consumo.

Los coeficientes de variación del Brookfield para compresión fueron menores que los del Instron, mostrando diferencia significativa entre equipos. Sin embargo, los coeficientes de variación del análisis de corte no mostraron diferencias entre equipos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Coeficientes de variación (%) en el trabajo (J) aplicado al queso entre equipo.

Texturómetro	Corte		Compresión	
	2mm/s	3mm/s	2mm/s	3mm/s
Instron 4444	9.57 <sup>aW</sup>	3.95 <sup>aW</sup>	22.06 <sup>aX</sup>	10.4 <sup>aX</sup>
Brookfield CT3	5.22 <sup>aW</sup>	6.45 <sup>aW</sup>	2.42 <sup>bX</sup>	1.82 <sup>aX</sup>

<sup>ab</sup> Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes y letras mayúsculas en filas (P<0.05).

## 4. CONCLUSIONES

- El texturómetro más preciso para el método de textura del queso crema Zamorano fue el Brookfield CT3 con el acople de compresión a la velocidad de 2mm/s debido a su bajo coeficiente de variación.
- Los análisis de fuerza en corte pudieron medirse con el Brookfield CT3 o el Instron 4444 sin diferencia de resultados.
- Las velocidades no tuvieron efecto alguno en los resultados de fuerza de compresión y corte en los equipos Brookfield CT3 e Instron 4444.
- El queso crema Zamorano mostró variaciones significativas de textura entre lotes.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Analizar las causas de los cambios en textura que presentan los lotes de queso crema Zamorano.
- Medir la exactitud del método utilizando materiales certificados de referencia.
- Realizar estudios similares con todos los productos Zamoranos para definir métodos estándares.
- Comparar los análisis de textura con análisis sensoriales del queso para comprobar si los panelistas detectan diferencias.

## 6. LITERATURA CITADA

Álvarez, S., V, Rodríguez., A, Argüello., M, Ruiz y M, Fresno. 2003. Análisis del perfil de textura instrumental en quesos de cabra palmera en relación al tipo de dieta suministrada. España. Unidad de Producción Animal, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. 4 p.

Juan, B., J. Trujillo., V. Guami., M. Buffa y V. Ferragut. 2007. Rheological, textural and sensory characteristics of high-pressure treated semi-hard ewe's milk cheeses. *International Dairy Journal*. Vol. 17, Issue 3, Pages 248-254, March 2007.

Lebecque, A y M. Laguet. 2001. Delineation of the texture of Salers cheese by sensory analysis and physical methods. France, *Dairy Science and Technology*, Vol. 81, Issue 5, Pages 609-624, October 2008.

Liu, H., X. Xu y S. Guo. 2007. Comparison of full fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis. *International Journal of Food Science & Technology*, Vol. 43, Issue 9, pages 1581–1592, September 2008.

Naranjo Bravo, N.J. 2008. Efecto de la presión de homogenización de la leche en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 41 p.

Osorio, J., H. Ciro y L. Mejía. 2004. Caracterización Textural y Fisicoquímica del queso Edam. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, Vol. 57, numero 1, 2004 Universidad Nacional de Colombia. 12 p.

Rosenthal, A., 2001. Textura de los alimentos. Medida y percepción. Clasificación reológica de alimentos y técnicas instrumentales para su estudio. Primera edición. 312 p.

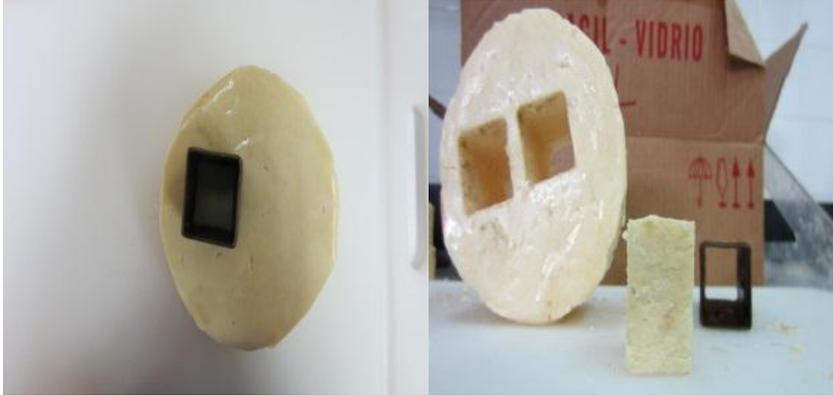
Santini, Z., D. Alsina., R. Athaus., C. Meidarni., M. Freyre y Díaz, J. 2007. Evaluación de la textura en quesos de oveja. Aplicaciones del análisis factorial discriminante. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*, Vol. 5-6, no. 1-2, Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Veterinarias.

Texturómetro Brookfield CT3. 2012. Consultado 29 septiembre 2012. Disponible en: <http://www.brookfieldengineering.com/products/texture-analysis/ct3.asp>.

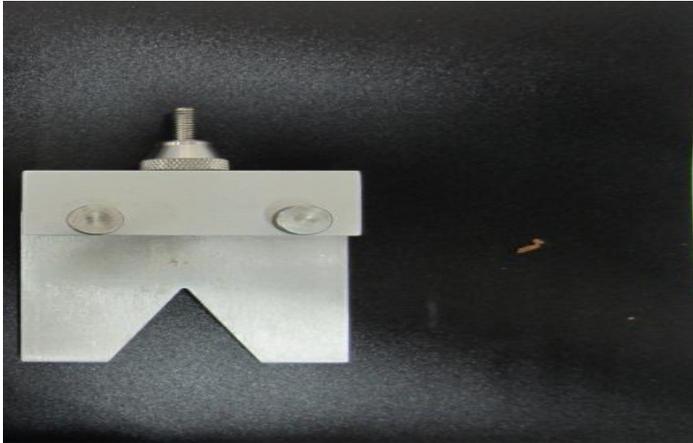
Tunick, M., K. Mackey., W. Smith y H. Holsinger., 1991. Effect of composition and storage on the texture of Mozzarella cheese. Philadelphia, U.S Department of Agriculture. 9 p.

Valencia-García, F., Millán Cardona, L., Restrepo Morales, C., Jaramillo Garcés, Y., 2007.Efecto de sustitutos de grasa en propiedades sensoriales y texturales del queso crema. Revista Lasallista de Investigación, año/vol.4, numero 001. Antioquia, Colombia.

## 7. ANEXOS



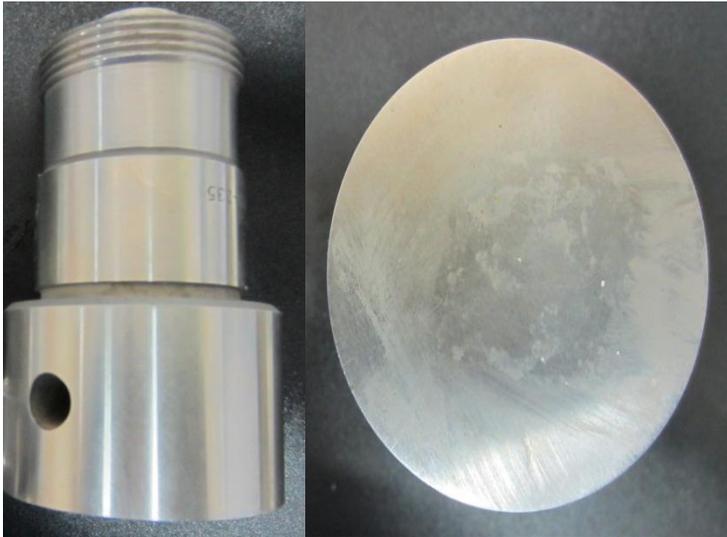
Anexo 1. Toma de muestra del queso crema Zamorano.



Anexo 2. Acople de corte Warner Bratzler TA-SBA.



Anexo 3. Acople de compresión Yunque TA25/1000 -50.8mmO/-20mm L



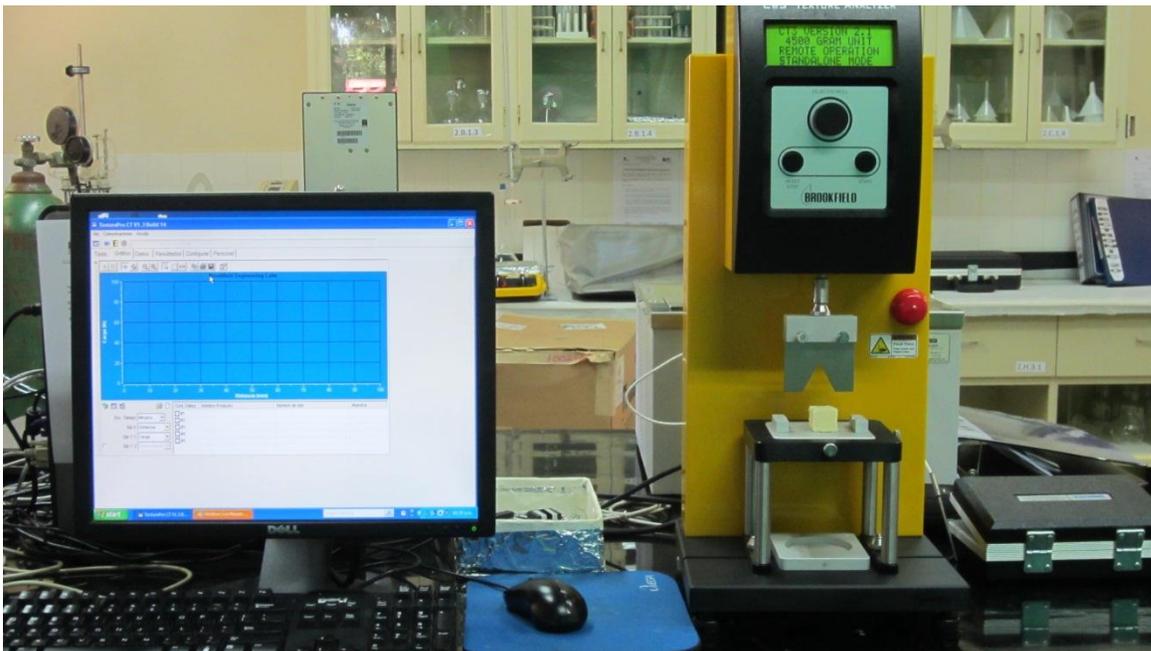
Anexo 4. Acople de compresión Yunque 57mm O/ (Instron 4444)



Anexo 5. Acople Warner Bratzler (Instron4444)

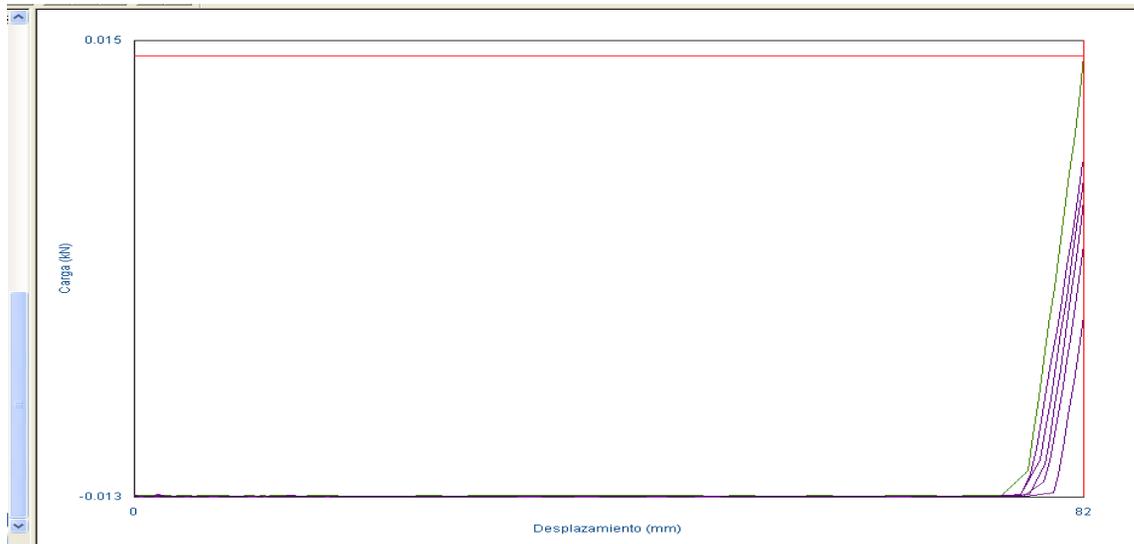


Anexo 6. Análisis de corte y compresión de queso con texturómetro Instron 4444.

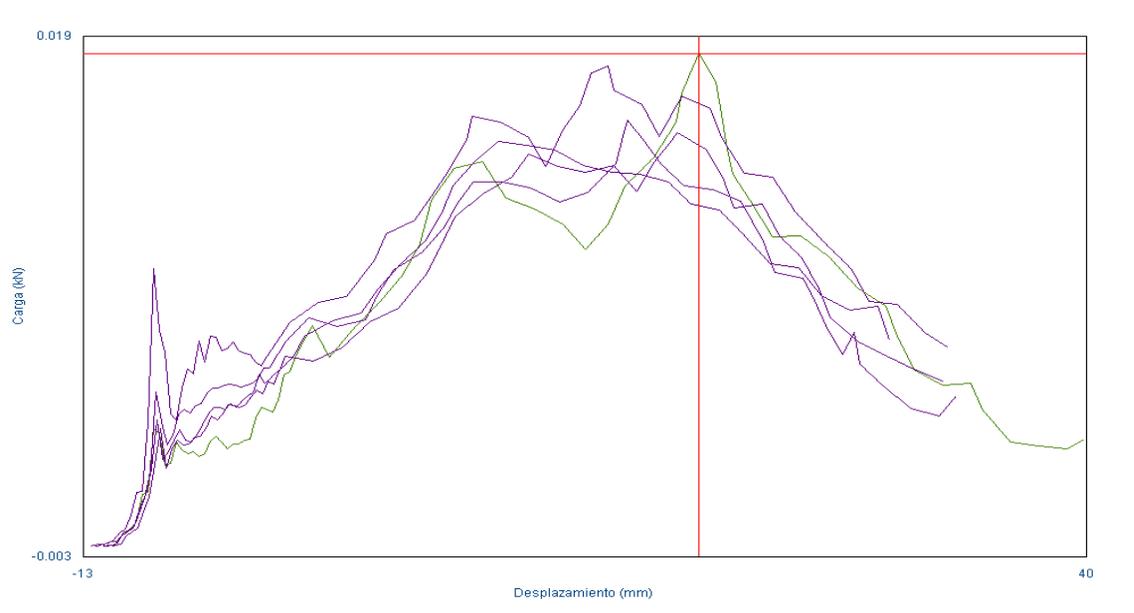


Anexo 7. Análisis de corte de queso con texturómetro Brookfield CT3





Anexo 10. Curva de compresión para Instron 4444 con acople Yunque 57mm O/



Anexo 11. Curva de corte para Instron 4444 con acople Compression Warner Bratzler Crosshead Speed