

# DETERMINACION ONLINE DEL TIEMPO DE COAGULACIÓN (OPTIGRAPH)

E. Ramos <sup>(1)</sup>, I. Nieto <sup>(1)</sup>, J. Karlen <sup>(1)</sup>

eramos@inti.gob.ar

<sup>(1)</sup> Departamento Valorización de subproductos. SOTA.

Palabras Clave: coagulación, leche, cuajada, OPTIGRAPH.

## **INTRODUCCIÓN**

La coagulación enzimática de la leche es una etapa fundamental en la elaboración de queso, consiste en la floculación de las micelas de caseína, que forman un gel compacto. Para realizar esta floculación se recurre a la acidificación láctea y a la adición de enzimas como cuajo (quimosina). El tiempo de coagulación está determinado por la cantidad de iones de calcio libres y de la acidez de la leche. La efectividad del cuajo depende de la temperatura, la concentración del sustrato (la leche), concentración de calcio y la acidez.

Estas variables, en algunos casos sin contar con datos reales o concentraciones ajustadas, provoca que empresas lácteas, especialmente pymes no logren eficientizar sus procesos productivos logrando un rendimiento de producto final.

Para abordar este estudio se utilizará un equipo de medición óptica que se miden en el infrarrojo cercano como lo es el OPTIGRAPH. El dispositivo utiliza para la lectura un haz de luz en el infrarrojo donde un sensor al otro lado de la muestra detecta la luz absorbida a medida que se coagula la muestra de leche. Su control *online* tiene por objeto la determinación del tiempo de coagulación, la velocidad de crecimiento de la firmeza y el apropiado tiempo de corte de la cuajada

Ajustando las variables (pH, temperatura, tipo de coagulantes) en el equipo permitirá ajustar estos parámetros para luego ser transferidos a la industria.

## **OBJETIVOS**

Evaluar la aptitud coagulativa de la leche cruda bovina descremada (una con conservante bronopol) con agregado de dos (2) marcas de coagulantes en concentraciones diferentes

## **DESARROLLO**

Para medir el tiempo de coagulación (R), velocidad de agregación de la cuajada (Vagreg) y la firmeza a los 20 y 30 min (a20, a30), fueron evaluados con el equipo Optigraph

Se colocaron las muestras de leche (10 ml) en cada una de las 10 cubetas y donde una vez preparado el equipo se adicionaron 40 µl de cada uno de los coagulantes. Temperatura de coagulación 35 °C

Se utilizaron muestras de leche cruda descremada de origen bovino con y sin conservante. El conservante utilizado es bronopol. Estas muestras de leche utilizadas provienen de pool de silo consolidado de empresa, con una composición fisicoquímica promedio determinado por equipo milkoscan: 0,11% materia grasa, 3,61% proteína, 9,20% solidos totales, 4,92% lactosa, 8,54% solidos no grasos, 6,6 pH

Los coagulantes utilizados fueron los siguientes:

**Coagulante 1:** *ULTRA QUIMOSINA*, producido a partir de la fermentación de una cepa de *Rhizomucor miehei*,

**Coagulante 2:** quimosina, por fermentación sumergida sobre un sustrato vegetal con *Aspergillus niger* var. *Awamori*

Los coagulantes fueron diluidos con agua bidestilada en 5 concentraciones: 1%,2%, 4%, 8% y 12%

Se colocaron en las primeras 5 celdas, 5 muestras de leche cruda con el agregado de coagulante 1 en 5 concentraciones diferentes; en las 5 celdas siguientes se agregaron 5 muestras de leche con el coagulante 2 en 5 concentraciones diferentes.

Este ensayo se realizó por duplicado para las leches sin conservantes y por cuatuplicado para las leches con conservantes



Figura 1 y 2: disposición de las cubetas en equipo OPTIGRAPH.

Una vez colocada las muestras en el equipo OPTIGRAPH, con su correspondiente agregado de coagulante, se comienza la corrida de la coagulación. La misma tiene una duración entre 45 a 55 minutos. Estos datos se setean en el equipo antes de iniciar la corrida.

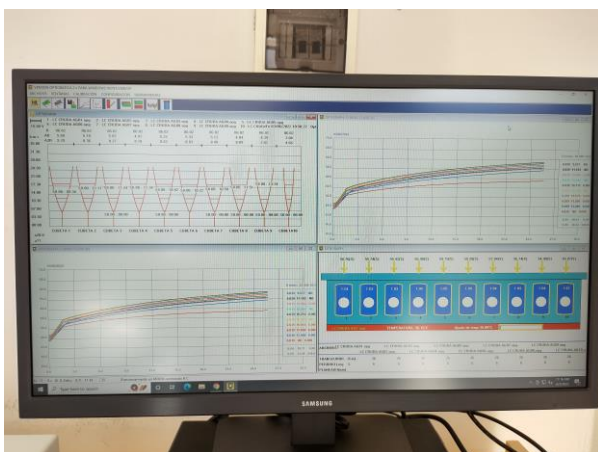


Figura 3: modelos gráficos de visualización de la coagulación.

## RESULTADOS

Finalizado el ensayo se registran los valores obtenidos diferenciados por tipo de leche cruda con y sin conservante.

El análisis de varianza del tiempo de inicio de coagulación  $R(\text{min})$ , utilizando la prueba LSD Fisher  $\alpha=0,05$ , arroja que no existen diferencias significativas entre el uso de diferentes coagulantes y el tipo de leche con y sin conservante.

De igual modo, la variable firmeza de cuajada a 20 y a 30 minutos, utilizando la prueba de LSD Fisher  $\alpha=0,05$ , arroja que no existen evidencias significativas respecto al uso de diferentes coagulantes, pero si existen diferencias significativas entre el tipo de leche a utilizar ( $p \leq 0,05$ )

Con respecto a la variable velocidad de agregación, se observan diferencias significativas tanto con la aplicación de los diferentes coagulantes como para el tipo de leche utilizada ( $p \leq 0,05$ ).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Estos resultados preliminares demuestran en primer lugar la versatilidad del equipo OPTIGRAPH para medir tiempo inicial de coagulación, firmeza de la cuajada, velocidad de agregación, y otros parámetros que se encuentran en estudio.

Los resultados obtenidos, son positivos en esta primera instancia y teniendo en cuenta la cantidad de muestras utilizada. En función de esto, se podría decir que se ajustó la concentración adecuada de coagulante para utilizar y para obtener resultados reproducibles.

Se prevé continuar ensayando, aumentando el n de muestras, analizar diferentes tipos de leche cruda, pasteurizada, concentradas, con agregado de aditivos como Ca u otros que esta utilizando la industria láctea para aumentar el rendimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonafede Mauro, "Estudio de parámetros tecnológicos en leche de cabra obtenida bajo condiciones de estrés térmico por frío", tesis de Maestría en Calidad de alimentos de origen animal. UAB, España, 2016.
- Castillo, M1, F.A. Payne2, R. González1, M.B. López1, J. Laencina1, "DETERMINACIÓN ON-LINE DEL TIEMPO DE COAGULACIÓN EN LECHE DE CABRA MEDIANTE DISPERSIÓN DE RADIACIÓN NIR", Murcia España. AN. VET. (MURCIA) 19: 23-36 (2003)
- González Cocaro, Ignacio Ramón Rabaquino, Lucia Rodríguez Muniz, Gastón, "Uso de Optigraph para estimar capacidad coagulativa de leche de vaca en un rodeo comercial", tesis de grado, 2017, Editorial UDELAR, Montevideo, Uruguay.