



## EFFECTO DE TIPOS DE ESTABILIZANTES Y PORCENTAJES DE GRASA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE UN YOGUR

### EFFECT OF TYPES OF STABILIZERS AND FAT PERCENTAGES ON THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF A YOGURT

*Ricardo Ramón Montesdeoca Párraga<sup>1</sup>*  
*Karen Johana Piloso Chávez<sup>2</sup>*  
*Carlos German Véliz Pinargote<sup>3</sup>*  
*Cristhian Wagner Álcivar Giler<sup>4</sup>*

*(Recibido/received: 17-agosto-2020; aceptado/accepted: 24-octubre-2020)*

**RESUMEN:** En la presente investigación se evaluó las características fisicoquímicas de un yogur elaborado con 3 niveles de grasa, usando dos tipos de estabilizante. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) bifactorial en 2x3. Factor A: Tipos de estabilizantes, 2 g/L de CC-729 y 30 g/L de Inulina; Factor B: Leche al 1%, 2,5% y 4% de grasa, que originaron seis tratamientos; además, se incluyó un testigo (Leche entera + gelatina sin sabor), se realizaron tres repeticiones resultando 21 unidades experimentales de 1000g. Las variables fisicoquímicas como sinéresis, viscosidad, pH, acidez y °Brix, fueron evaluados mediante un análisis de varianza en comparación al testigo mediante la prueba de significancia de Dunnett, dando como resultado en el factor A incidencia sobre todas las variables de pH con 4,07 y la acidez con 0,837%, una viscosidad dinámica de 10,398 Pa.s, los °Brix de 16,37 y la Inulina (30g/L) presentó mejores resultados en obtener menor porcentaje de sinéresis con un promedio de 2,42%, contrastando con el factor B que no presentó diferencias significativas sobre ninguna variable.

**PALABRAS CLAVE:** Inulina, leche, sinéresis, viscosidad, acidez.

<sup>1</sup> Carrera de Agroindustria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 vía Calceta – Morro – El Limón Sector La Pastora, Calceta, Manabí, Ecuador. e/mail: [ricardomontesdeoca1982@gmail.com](mailto:ricardomontesdeoca1982@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6116-9975>

<sup>2</sup> Carrera de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 vía Calceta – Morro – El Limón Sector La Pastora, Calceta, Manabí, Ecuador. e/mail: [karempi29@gmail.com](mailto:karempi29@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6155-3552>

<sup>3</sup> Carrera de Agroindustria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 vía Calceta – Morro – El Limón Sector La Pastora, Calceta, Manabí, Ecuador. e/mail: [velizpinargote@hotmail.com](mailto:velizpinargote@hotmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3895-3259>

<sup>4</sup> Carrera de Agroindustria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 vía Calceta – Morro – El Limón Sector La Pastora, Calceta, Manabí, Ecuador. e/mail: [criwag2270@gmail.com](mailto:criwag2270@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1827-6622>

**ABSTRACT:** In the present investigation, the physicochemical characteristics of a yogurt made with 3 levels of fat, using two types of stabilizer, were evaluated. A 2x3 bifactorial completely randomized design (DCA) was used. Factor A: Types of stabilizers, 2 g / L of CC-729 and 30 g / L of Inulin; Factor B: 1%, 2.5% and 4% fat milk, which originated six treatments; In addition, a control was included (whole milk + unflavored gelatin), three repetitions were carried out, resulting in 21 experimental units of 1000g. The physicochemical variables such as syneresis, viscosity, pH, acidity and ° Brix, were evaluated by means of an analysis of variance compared to the control by means of Dunnett's test of significance, resulting in factor A incidence on all the pH variables with 4 .07 and acidity with 0.837%, a dynamic viscosity of 10.398 Pa.s, °Brix of 16.37 and Inulin (30g / L) presented better results in obtaining a lower percentage of syneresis with an average of 2.42%, contrasting with factor B, which did not present significant differences on any variable.

**KEYWORDS:** Inulin, milk, syneresis, viscosity, acidity.

## INTRODUCCIÓN

Según Rojas, *et al.*, (2015) la industria de productos lácteos es uno de los sectores más importantes de la economía de muchos países y entorno a ella se ha desarrollado una tecnología completa y novedosa. El yogur es un producto lácteo resultante de la fermentación láctica elaborado con leche entera, semidescremada o descremada, obtenida mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que son responsables de las transformaciones metabólicas en los carbohidratos, las proteínas y los lípidos, que conducen al desarrollo de su sabor y viscosidad.

López (2011) manifiesta que la transformación más importante es la fermentación láctica que utiliza la lactosa de la leche como sustrato, por otra parte Gómez y Mejía (2005) expresan que la grasa como componente principal de la leche se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos, cuyos diámetros pueden variar de 0.1 a 0.22 micrones que se encuentran rodeados de una capa de fosfolípidos que evitan que la grasa se aglutine y pueda separarse de la parte acuosa.

Ramírez y Vélez (2009) explican que los estabilizantes incluyen compuestos como almidón, carragenina, garrofin, goma xantana, goma guar, pectina, inulina, entre otros; y son aditivos que mantienen las propiedades físicas de los alimentos, conservando la homogeneidad de los productos e impidiendo la separación de los diferentes ingredientes que componen su fórmula, mientras que, para (Kirk-Othmer, 2012). usualmente, tienen la propiedad de formar soluciones coloidales denominadas "hidrocoloides", que poseen la capacidad en solución de incrementar la viscosidad y/o de formar geles. Ante lo expuesto la evaluación de las características físicoquímicas en un yogur con diferentes niveles de grasas y dos tipos de estabilizantes con un diseño estadístico completamente al azar con arreglo bifactorial.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar las características fisicoquímicas de un yogur, bajo el efecto de dos estabilizantes ((CC-729 / Inulina) con diferentes porcentajes de grasa 1% 2.5% 4% como testigo (Leche entera + gelatina sin sabor).

## METODOLOGÍA

La investigación se realizó en el Taller de Procesos Lácteos y en el Laboratorio de Bromatología de la Carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, ubicada en el sitio el Limón, ciudad de Calceta cabecera cantonal del cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador.

*Materia prima, tipos de estabilizante, grasa de la leche*

En el estudio sus respectivos niveles tipos de estabilizante, grasa de la leche fueron:

### **Factor A: Tipos de estabilizante**

**a1:** 2 g/L de estabilizante CC-729, **a2:** 30 g/L de estabilizante Inulina

### **Factor B: Porcentaje de grasa de la leche**

**b1=**1%, **b2=** 2,5%, **b3=** 4%

### *Tratamientos*

Como resultado de la combinación de los niveles de cada factor se establecieron seis tratamientos con tres repeticiones, los mismos se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos

Tratamientos	Códigos	Descripción
1	T1	2 g/L de estabilizante CC-729 con 1% grasa de leche
2	T2	2 g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% grasa de leche
3	T3	2 g/L de estabilizante CC-729 con 4% grasa de leche
4	T4	30 g/L de estabilizante Inulina con 1% grasa de leche
5	T5	30 g/L de estabilizante Inulina con 2,5% grasa de leche
6	T6	30 g/L de estabilizante Inulina con 4% grasa de leche
Testigo	T	Yogur elaborado con leche entera + Gelatina sin sabor

### *Diseño experimental*

El diseño que se aplicó en la presente investigación fue de un diseño completamente al Azar (DCA) de dos factores A x B con un total de seis tratamientos.

### *Descripción del experimento*

Para la obtención del yogur, se aplicó el siguiente diagrama de proceso (Figura 1).

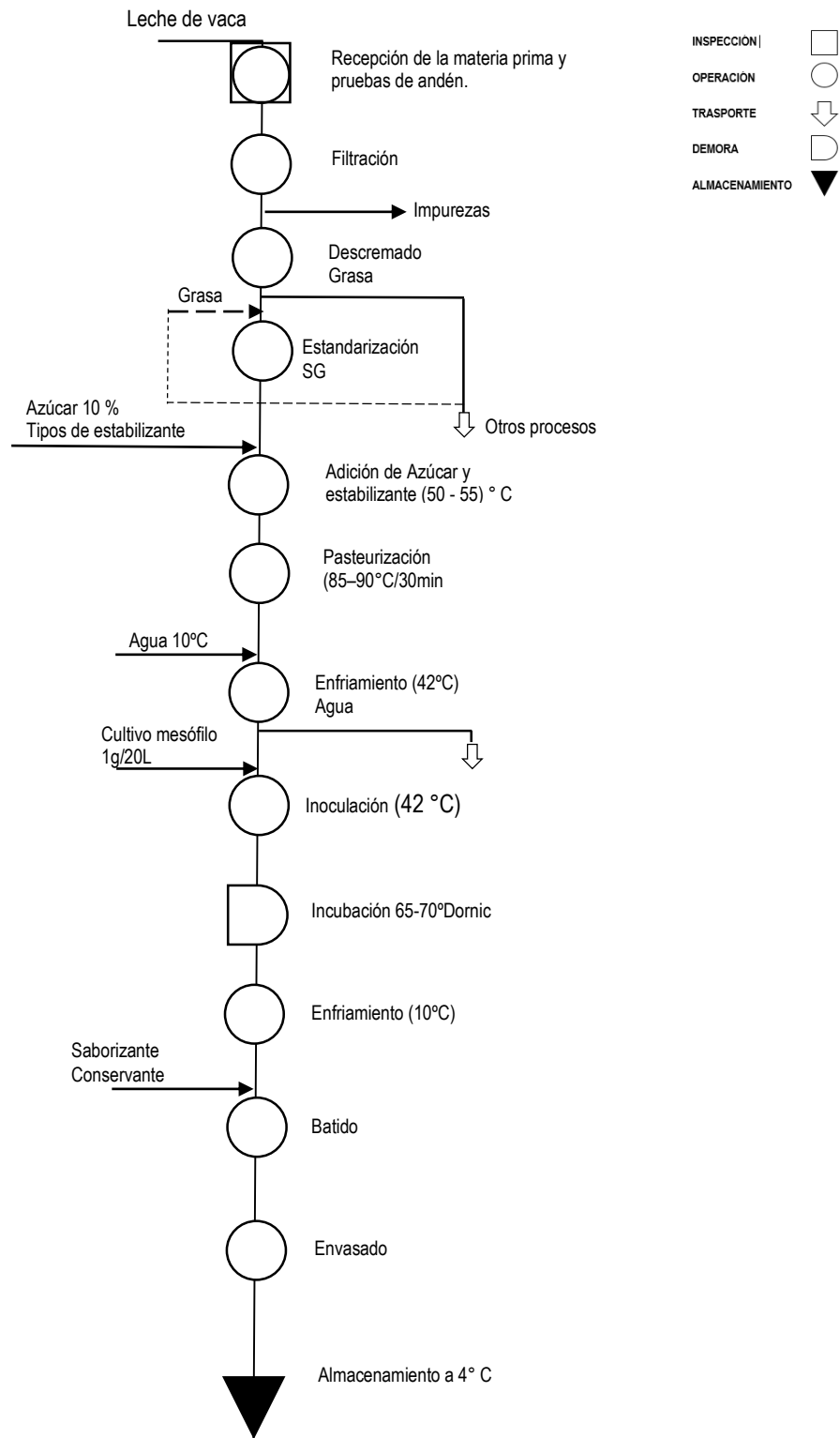


Figura 1. Diagrama de proceso para la obtención de yogur

### *Descripción del proceso*

El proceso de elaboración inició con la recepción de la materia prima en colectores de acero inoxidable, la misma que inmediatamente se le realizaron los análisis de control como densidad, acidez, prueba de alcohol, contenido de grasa NTE INEN0009 (INEN 2008), utilizando un tamiz se procedió a filtrar la leche para eliminar impurezas, se le agregó la grasa dependiendo el tratamiento (1-2.5-4 %) 40 °C – 45°C, luego agregando la mezcla de sacarosa (azúcar) y estabilizante, cuando se obtuvo temperaturas entre 50 °C – 55°C, se agregó el 10 % de azúcar con relación a la leche a procesar, luego se pasteurizó la mezcla realizada donde. Esta pasteurización fue LTLT a 85°C - 90°C manteniéndola por 30 minutos, se procedió al choque térmico en el tanque enchaquetado hasta alcanzar una temperatura de 42 °C con la finalidad de proceder a agregar el fermento (1g/20L de cultivo YF-L 811), esta temperatura se la mantuvo por un periodo de 3 a 5 horas aproximadamente, tomando lecturas de acidez hasta alcanzar los 65-70 °Dornic. Se enfrió el yogur a una temperatura de 10 °C, después de 24 horas se efectúa el batido como se muestra en la figura 1, luego se envasó el producto terminado en envases de polipropileno almacenándolo a una temperatura de 4 °C.

### *Análisis fisicoquímicos*

Los análisis fisicoquímicos se efectuaron en el día 21 de almacenamiento del producto, para poder evaluar su comportamiento fisicoquímico.

#### *Sinéresis*

Se determinó por el método de centrifuga expuesto por Macedo y Vélez (2015), cuyo objetivo es acelerar la separación del suero y del gel. La metodología consistió en colocar 10g de la muestra a 5°C en un tubo de ensayo, para luego ser sometido a 5000 rpm durante 10 minutos en la centrifuga Clay Adams modelo Compact II Centrifuge. El líquido sobrenadante se extrajo con una pipeta y se pesó, para aplicar la siguiente fórmula:

$$\%sinéresis=(P_{suero}) (100)P_{muestra}$$

#### *°Brix*

Se realizó con un refractómetro BOECO modelo 32195, se colocaron tres gotas de las muestras en la superficie del prisma, se esperó unos segundos hasta que el valor se estabilizó para realizar la respectiva lectura.

#### *pH*

El valor de pH fue obtenido introduciendo en el yogur el electrodo de un potenciómetro Martini modelo Mi 105.

#### *Acidez*

La determinación de la acidez titulable se llevó a cabo tomando 9 mL de yogur, luego se adicionó cuatro gotas de fenolftaleína y se procedió a titular con hidróxido de sodio de normalidad conocida (N = 0.1). El ácido láctico predomina en el yogur con un Meqq de 0,09. Se aplicó la siguiente ecuación:

$$\%acidez=Cons\ de\ NaOH* M\ eqq*Conc\ (NaOH)stra\ x100$$

### *Viscosidad*

Para medir la viscosidad se empleó el Texturometro Shimadzu EZ-LX en conjunto con el Software TRAPEXIUM X, para lo cual se utilizaron 150 mL de las muestras a una temperatura entre 4-8°C. El equipo usa diferentes placas de compresión basadas en la viscosidad de la muestra, para luego mostrar los datos en el software.

Con el fin de presentar una adecuada estadística descriptiva por medio de gráficos que mostraran en la investigación se convirtió la unidad de viscosidad de centipoise (Cps) a Pascal-segundo (Pa.s).

### *Análisis estadístico*

Los resultados obtenidos mediante análisis fisicoquímicos, se analizaron mediante la prueba de normalidad de los residuos mediante el contraste de Shapiro-Wilk, como se distribuyó de forma normal se procedió a analizar la homocedasticidad utilizando el contraste de Levene, ajustándose a dichos supuestos, por lo cual se procedió a realizar un Análisis de Varianza (ANOVA) de dos factores AxB. Posteriormente se realizó un análisis de varianza en comparación a un testigo mediante la prueba de significancia de Dunnett. Los datos que no cumplieron los supuestos del ANOVA fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. El análisis de los datos se realizó por medio del programa de estadístico SPSS Versión 21.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### *Caracterización de la materia prima*

Como parámetros de control se realizaron pruebas físico-químicas a la materia prima (leche de vaca), los cuales se presentan en tabla 2.

Tabla 2. Análisis físico-químico de la materia prima

<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>
Prueba de Alcohol	Negativa
Densidad	1029 (kg/m <sup>3</sup> )
Acidez	0,15%
pH	6,5
Lípidos	4%
Proteínas	3,96%
Cenizas	0,73%
Sólidos totales	13,21%
Agua	86,79%

Fuente: Laboratorio Bromatología ESPAM MFL

### *Medias de los parámetros fisicoquímicos del yogur y análisis estadístico*

En la tabla 3, se presentan los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos del yogur con distintos tipos de estabilizante y porcentaje de grasa de la leche (CC-729 / Inulina) con diferentes porcentajes de grasa 1% 2.5% 4% como testigo (Leche entera + gelatina sin sabor), donde no se muestran diferencias significativas para la prueba de Dunnet  $p < 0.05$ , mientras que si se evidencian diferencias para la prueba de Kruskal Wallis entre los tratamientos y el testigo.

Tabla 3. Resultados de las variables fisicoquímicas del yogur

Tratamientos	Variables				
	Sinéresis (%)	Viscosidad (Pa.s)	pH	Acidez (%)	°Brix
T1	11,49±0,60g	3,554±0,375a	4,14±0,050NS	0,791±0,033NS	13,37±0,153b
T2	10,06±0,111f	5,759±0,200b	4,15±0,047NS	0,789±0,032NS	13,23±0,208a
T3	7,56±0,310e	7,674±0,217d	4,12±0,015NS	0,809±0,010NS	13,80±0,200c
T4	3,88±0,130d	8,070±0,124e	4,07±0,012NS	0,837±0,008NS	16,10±0,100e
T5	2,67±0,194b	9,779±0,172f	4,09±0,036NS	0,826±0,024NS	16,23±0,251f
T6	0,70±0,986a	10,398±0,048g	4,11±0,015NS	0,811±0,010NS	16,37±0,321g
T	3,07±0,568c	6,123±0,115c	4,08±0,015	0,831±0,010	14,30±0,458d
CV	0,07	2,44	0,66	2,23	1,64
Kruskall Wallis	19,64	19,64			18,03
Dunnet			0,072	0,071	

Los datos corresponden al promedio de las variables fisicoquímicas ± desviación estándar.

\*= Diferencias significativas (Dunnet  $p < 0.05$ ), NS = No significativo.

a, b, c, d, e, f y g difieren estadísticamente según Kruskal-Wallis al 5% de probabilidades de error.

#### *Incidencia de los factores en estudio sobre las variables fisicoquímicas*

##### *Incidencia del Factor A*

Los resultados del análisis de varianza (tabla 4) determinaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el factor A (Tipos de estabilizantes) sobre las variables pH y acidez, siendo la primera variable en la que se observó la mayor incidencia de este factor.

Tabla 4. ANOVA factorial para pH y acidez

Origen	Variable	SC	GL	CM	F	Sig.
Factor_A	pH	0,008	1	0,008	7,605	0,017
	Acidez	0,004	1	0,004	7,642	0,017
Factor_B	pH	0,000	2	0,000	0,140	0,871
	Acidez	0,000	2	6,506E-005	0,132	0,877
Factor_A *	pH	0,004	2	0,002	1,680	0,227
Factor_B	Acidez	0,002	2	0,001	1,676	0,228
Error	pH	0,013	12	0,001		
	Acidez	0,006	12	0,000		
Total	pH	0,026	17			
	Acidez	0,011	17			

SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de Libertad, CM: Cuadrado de Medias, F: Fisher, Sig: Significancia

En el análisis estadístico de Kruskal Wallis mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para las variables sinéresis, viscosidad y °brix (tabla 5).

Tabla 5. Resultados de la prueba kruskal wallis para sinéresis, viscosidad y °brix.

	Estadístico	Factor A	Factor B	Interacció n	Tratamientos
SINÉRESIS	Chi-cuadrado	9,97	0,27	14,65	19,64
	gl	1	2	5	6
	Sig. asintótica	0,0016	0,8725	0,012	0,0032
VISCOSIDAD	Chi-cuadrado	9,97	0,27	14,65	19,64
	gl	1	2	5	6
	Sig. asintótica	0,0016	0,8725	0,0120	0,0032
°BRIX	Chi-cuadrado	7,67	-7,73	9,16	18,03
	gl	1	2	5	6
	Sig. asintótica	0,0055	1,000	0,1013	0,0060

La mayor influencia de este factor fue evidenciada en la sinéresis tal como se muestra en la figura 2, el nivel a2 (30g/L de Inulina) presentó un menor porcentaje de sinéresis con un promedio de 2,42%.

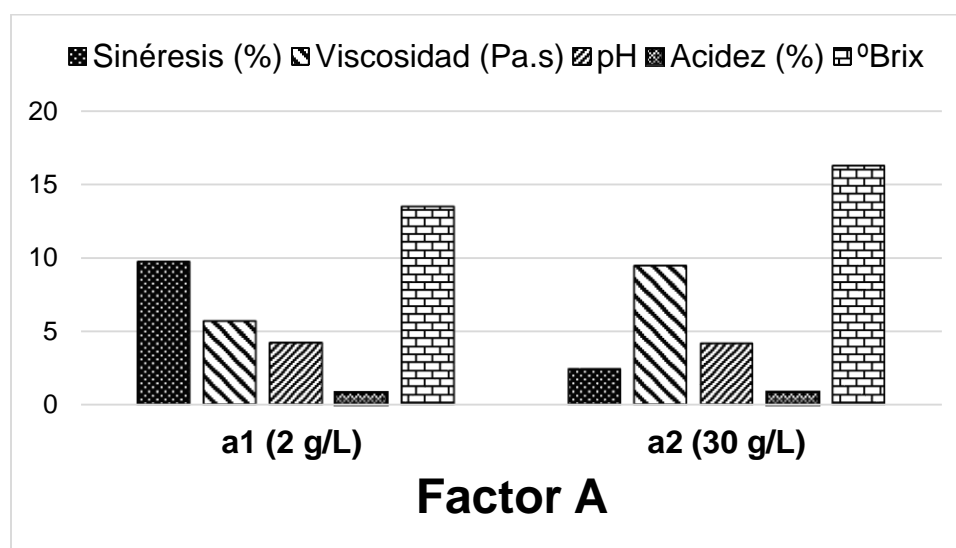


Figura 2. Incidencia del factor A sobre las variables fisicoquímicas en estudio.

#### Incidencia del Factor B

En el factor B (porcentaje de grasa de la leche: 1%, 2,5% y 4%) no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para todas las variables fisicoquímicas evaluadas en esta investigación (sinéresis, viscosidad, pH, acidez y °brix) (ver la tabla 4 y 5).



Tal como se observa en la figura 3, el porcentaje de grasa que presenta menor grado de sinéresis en el yogur fue el nivel que contiene 4% de grasa.

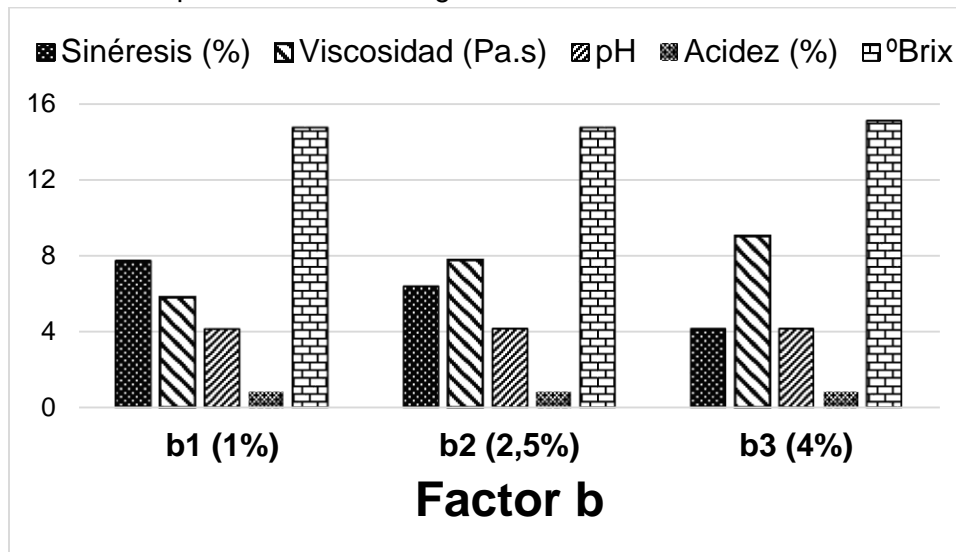


Figura 3. Incidencia del factor B sobre las variables fisicoquímicas en estudio

#### *Variables fisicoquímicas del yogur*

##### *Sinéresis*

Los resultados de esta variable fisicoquímica muestran variaciones significativas de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis al 5% de probabilidades de error (ver tabla 5), cuyos valores oscilan entre 0,70 y 11,49%. Los datos encontrados en esta investigación se asemejan a los presentados por Rojas, Chacón & Pineda (2007) quienes reportan valores que van desde los 0,5 a 12,5% en el día 21 de almacenamiento en percha a una temperatura entre 4-8°C, mismos que son corroborados por Araya (2013) quien obtuvo resultados de sinéresis para el día 21 de almacenamiento inferiores a 14%. No obstante, contrastan con Cárdenas *et al.* (2013) al presentar en su estudio valores de sinéresis que superan el 40%.

Se mostró una clara tendencia a incrementarse la sinéresis (ver figura 3) al disminuirse el contenido de grasa, cuyo fenómeno es similar al mostrado por Aguirre (2002) quien describe una disminución de la sinéresis entre mayor es el nivel de grasa, es así que se obtuvo un valor de 0,70% en esta variable al utilizar leche con un contenido de 4% de grasa empleando inulina como estabilizante y un valor promedio de 3,88% en el caso de leche con un contenido de 1% de grasa empleando el mismo estabilizante. Manejando la mismas dosis de grasa descritas con anterioridad pero utilizando el estabilizante CC-729, se obtuvieron valores superiores que van de 7,56% a 11,49%, afirmando lo descrito por Bot, Erle, Vreeker & Agterof (2004) donde detallan que la inulina tiene como propiedades ser un sustituto de la grasa ya que se le atribuye la capacidad de formar micro cristales que interaccionan entre sí formando pequeños agregados que atrapan gran cantidad de agua, evitando la separación del láctosuero de la bebida láctea fermentada.

Por otro parte en comparación con el testigo ver figura 4, el T5 (30 g/L de estabilizante Inulina con 2,5% grasa de leche) obtuvo valores de sinéresis similares y T6 (30 g/L de estabilizante Inulina con 4% grasa de leche) diferencian la disminución de la sinéresis aumentando su calidad, a diferencia del T1 (2 g/L de estabilizante CC-729 con 1% grasa de leche), T2 (2 g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% grasa de leche) y T3 (2 g/L de estabilizante CC-729 con 4% grasa de leche), demostrando que estos tratamientos se encuentran fuera de lo que establece la norma INEN 2395 (2011) para las leches fermentadas, donde se menciona que la presencia de suero lácteo debe ser inexistente, es decir que este factor influye sobre la variable sinéresis y no alcanzar los estándares de calidad del yogur.

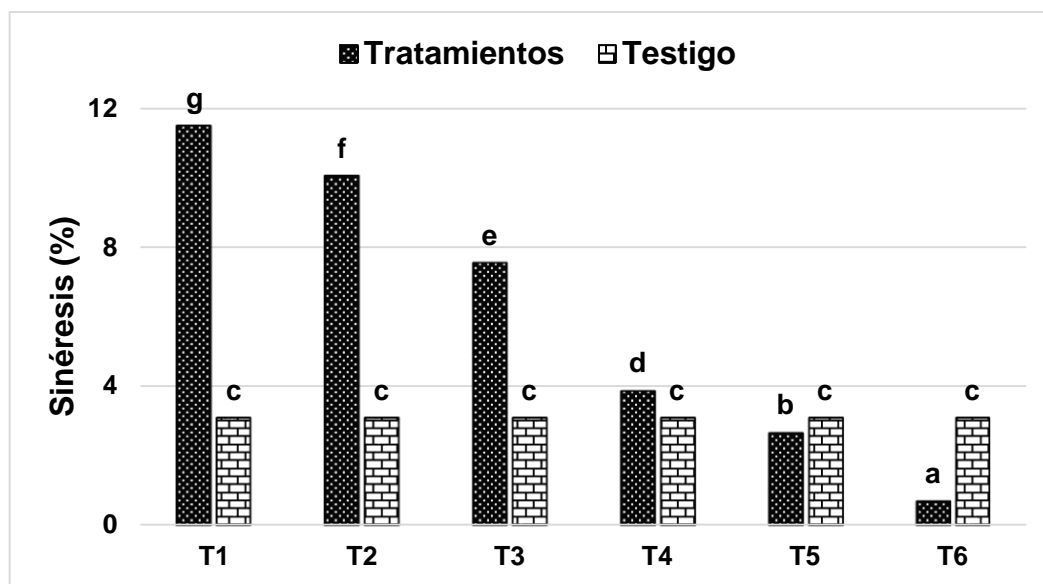


Figura 4. Comparación de la sinéresis de los tratamientos con relación al testigo

#### Viscosidad

Se determinaron diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Kruskal- Wallis al 5% de error (ver tabla 5), en donde se obtuvieron valores que oscilaron entre 3,554 a 10,398Pa.s. Los valores encontrados están dentro de lo definido por los investigadores Ruiz & Ramírez (2009) donde muestran un rango para un yogur con leche pasteurizada + Cultivo estándar que inicia en 3,200 Pa.s y alcanza la mayor viscosidad en 11,717Pa.s, mismo que son corroborados por Sánchez, Enriquez & Castro (2012) quien obtuvo resultados equivalentes a 1,556-10,781Pa.s. A diferencia de lo que presentan Castro et al., (2007), que manifiestan que para el día 21 de almacenamiento la viscosidad en su estudio se encontró entre 11,000-20,000 Pa.s, un rango mayor a lo obtenido en esta investigación, demostrando que estos tratamientos se encuentran dentro de los parámetros de calidad del yogur, lo que establece la norma INEN 2395 (2011) para las leches fermentadas dando como resultado la calidad del yogur donde se los tipos de estabilizantes y % de grasa, encapsulan el agua, dando que la presencia de suero lácteo debe ser inexistente, es decir que influye la viscosidad sobre los estándares de calidad del yogur. La viscosidad incrementó al aumentar el contenido de grasa de la leche en conjunto con el tipo

de estabilizante inulina, tal como se muestra en la tabla 5, la interacción de estos factores tiene diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis al 5% de error, es decir existe diferencias entre los tratamientos. El menor valor de viscosidad fue de 3,554 Pa.s perteneciente al tratamiento T1 (2g/L de estabilizante CC-729 con 1% de grasa de leche) y la mayor de 10,398Pa.s para el T6 (30g/L de estabilizante inulina con 4% de grasa). Esto se ratifica con los datos obtenidos por Ruiz *et al.*, (2009) quienes alcanzaron la mayor viscosidad en su investigación con los tratamientos que incluían inulina en su formulación 12,000 Pa.s, esto se debe según Hernández & Jiménez (2010) a que la Inulina forma micro cristales que atrapan agua incrementando la viscosidad del yogur, a diferencia de otros hidratos de carbono.

En comparación con el testigo (figura 5) los tratamientos que tuvieron mayor similitud fueron los que incluían en su formulación el estabilizante CC-729, el testigo presentó una viscosidad de 6,123Pa.s, valor muy cercano al del tratamiento T2 (2g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% de grasa de leche) con 5,759Pa.s y al T3 (2g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% de grasa de leche) con 7,674Pa.s. A diferencia del estabilizante CC-729, los tratamientos que incluyeron inulina presentaron viscosidades superiores a los 8,00Pa.s, dando como resultado estándares de calidad del yogur evaluado con relación al testigo comercial.

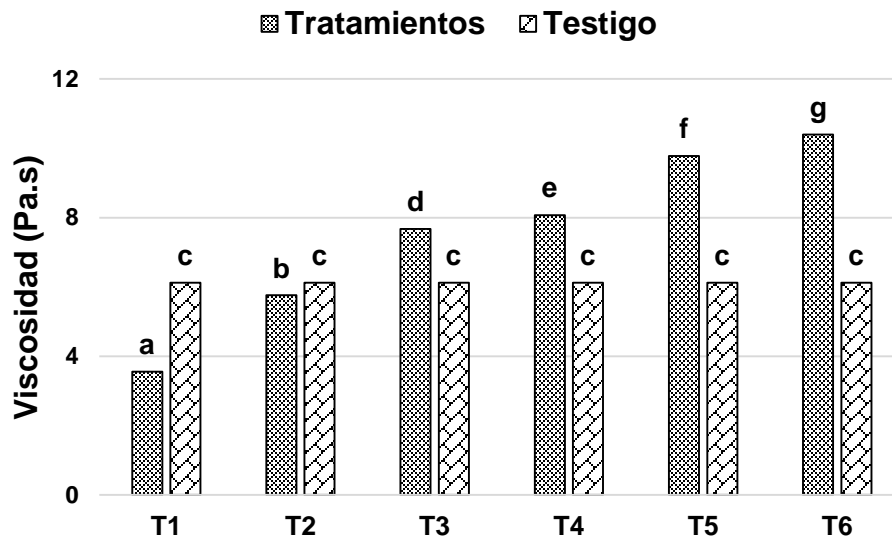


Figura 5. Comparación de la viscosidad de los tratamientos con relación al testigo

### pH

Mediante el análisis de varianza se estableció que no existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos (ver tabla 6). Mediante el análisis se definió que el tratamiento con menor pH fue el T4 (30g/L de estabilizante inulina con 1% de grasa de leche) cuyo promedio fue de 4,07, mientras que el T2 (2g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% de grasa de leche) alcanzó el nivel más alto correspondiente a 4,15. Similares resultados obtuvieron Zambrano & Zambrano (2013) quienes utilizaron varios tipos de estabilizantes comerciales y suero lácteo en su investigación, determinaron valores de 4,03 a 4,17.

Tabla 6. ANOVA para tratamientos con la inclusión del testigo

Origen	Variable	SC	gl	CM	F	Sig.
Tratamientos	pH	0,015	6	0,002	2,519	0,072
	Acidez	0,007	6	0,001	2,531	0,071
Error	pH	0,014	14	0,001		
	Acidez	0,006	14	0,000		
Total corregida	pH	0,029	20			
	Acidez	0,013	20			

En un estudio sobre sustitución parcial de la leche de vaca por leche de cabra, mediante análisis fisicoquímicos Castro *et al.*, (2007) reportaron valores más altos para el pH en el día 21 de almacenamiento, registrando datos que fluctuaron entre 4,2 a 4,4. Por su parte Huerta (2015) encontró un promedio de 3,8 en un yogur elaborado con leche entera y con adición de sacarosa. Los resultados obtenidos (ver figura 6) coinciden con lo indicado por Schimidt, Pereira, Anjos & Lucas (2012) que señalan que el rango de pH entre 4,0 y 4,4 se considera más cercano al ideal para yogur elaborado con leche de vaca, ya que el producto en este intervalo de pH no presenta un sabor demasiado amargo o agrio y mejora la producción de aroma que caracteriza a este producto, dando como resultado estándares de calidad descritos el Codex Alimentarius en su norma Codex Stan 243:2003 para las leches fermentadas, detalla que el yogur debe tener un porcentaje mínimo de acidez equivalente a 0,6%, haciendo la comparación con su pH 4,2 a 4,4 estando en su rango promedio, además cabe recalcar que los valores presentados en esta investigación cumplen con este requisito con relación al testigo comercial.

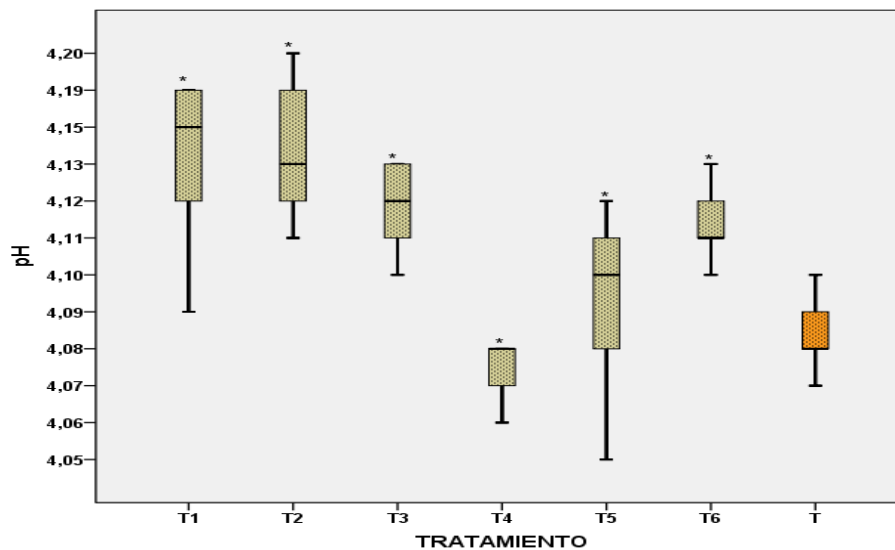


Figura 6. Comparación del pH de los tratamientos con relación al testigo

### Acidez

El análisis de varianza no determinó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos (ver tabla 6), los valores oscilaron entre 0,789 y 0,837%. Los resultados difieren al estudio de Ruiz *et al.*, (2009) quienes reportaron en el yogur a base de leche pasteurizada más cultivo láctico convencional una acidez equivalente a 1,35 (expresada como ácido láctico) para el día 21 de almacenamiento. No obstante, se encuentra dentro del rango presentado por Huerta (2015) quien en su investigación mostró un promedio por encima de 0,76%. De igual forma el Codex Alimentarius en su norma Codex Stan 243:2003 detalla que el yogur debe tener un porcentaje mínimo de acidez equivalente a 0,6%, además cabe recalcar que los valores presentados en esta investigación cumplen con este requisito.

La fermentación láctica es un proceso bioquímico de gran complejidad, donde las bacterias ácido lácticas toman los carbohidratos para generar ácido láctico como principal producto Ramírez *et al.*, (2011). Los datos muestran un mayor promedio de acidez para los tratamientos en los cuales se empleó inulina como estabilizante, esto se debe según Villalobos (2006) a que la inulina está compuesta principalmente por fructosa y glucosa en menor proporción, por lo cual es considerada como Prebiótico, donde Hernández *et al.*, (2010) lo definen como ingredientes no digeribles que estimulan el crecimiento de los probióticos, dando como resultado un incremento de la producción de ácido láctico y por ende el aumento de la acidez.

La acidez en comparación con el testigo (ver figura 7) no mostró diferencias significativas mediante la realización del ANOVA (ver tabla 6) los datos se ilustran en el grafico 6, evidenciando que el T2 (2g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% de grasa) obtuvo el menor porcentaje de acidez con un promedio de 0,789%, mientras que el valor más alto correspondió al T4 (30g/L de estabilizante inulina con 1% de grasa) con 0,837%.

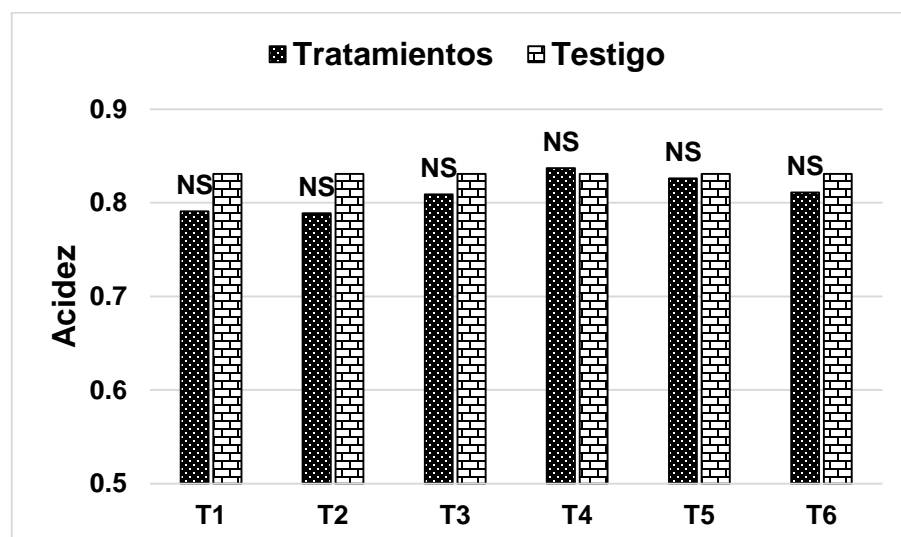


Figura 7. Comparación de la acidez con los tratamientos con relación al testigo

### °Brix

Se determinaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para los tratamientos (ver tabla 5). Los datos obtenidos fluctuaron entre 13,23-16,37°Brix, por lo consiguiente concuerdan con Macedo & Véliz (2015) quienes establecieron las propiedades de flujo y fisicoquímicas de un yogur asentado, obteniendo como resultado valores promedio entre 12,4-18,0°Brix. Ramírez & Ruiz (2014) detallan que el yogur tiende a tener valores que oscilan entre 13-15°Brix, así mismo describe que la adición de fibras tiende a incrementar este valor y es así como presentan valores superiores a 16°Brix en un yogur con 2% de inulina y valores promedio de 17,25°Brix con un 5% de inulina.

Al contrastar las medias de los tratamientos en comparación con el testigo (figura 8) el T1 (2g/L de estabilizante CC-729 con 1% de grasa de leche), T2 (2g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% de grasa de leche) y T3 (2g/L de estabilizante CC-729 con 4% de grasa de leche) presentaron valores inferiores al testigo que tuvo una media de 14,3°Brix, a diferencia de los T4 (30g/L de estabilizante inulina con 1% de grasa de leche) T5 (30g/L de estabilizante inulina con 2,5% de grasa de leche) T6 (30g/L de estabilizante Inulina con 4% de grasa de leche) que mostraron rangos superiores a 16°Brix, y es así como Villalobos (2006) pone de manifiesto que la inulina posee un sabor neutro y ligeramente dulce, detallando que esto se debe a que este Fructo-oligosacarido presenta dulzuras equivalentes al 10% correspondiente a la sacarosa, presentando la tendencia a incrementar los °Brix en productos agroalimentarios. De igual forma lo detalla que el yogur debe tener un porcentaje mínimo de 15 °Brix a según lo declarado en el testigo comercial, además cabe recalcar que los valores presentados en esta investigación cumplen con este requisito de calidad.

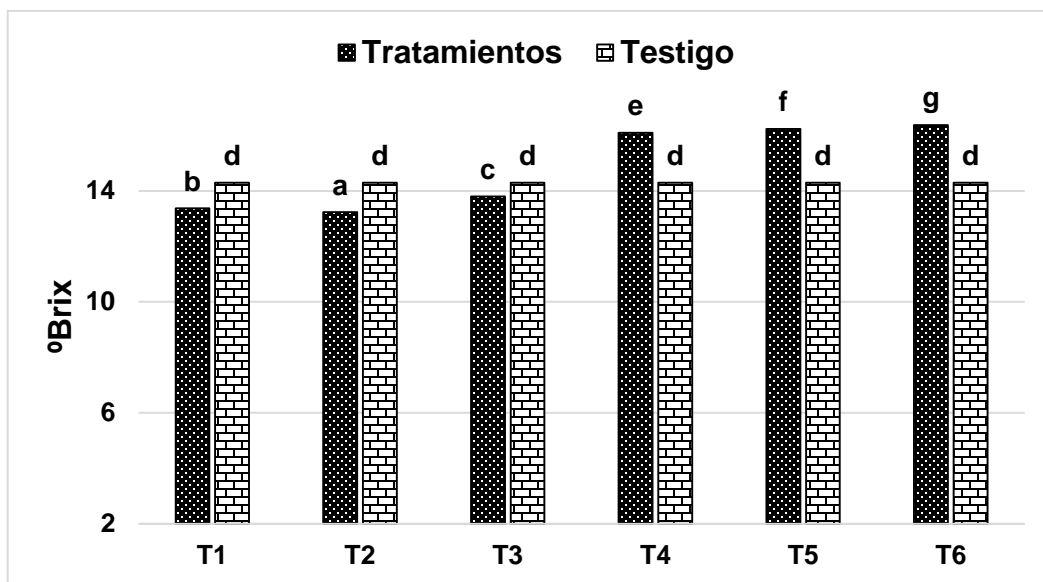


Figura 8. Comparación del °brix con los tratamientos con relación al testigo

## CONCLUSIONES

Dónde se utilizó inulina 30g/L se alcanzó los menores valores de sinéresis del producto final, con un porcentaje de grasa del 4 % presentó el menor grado de sinéresis y mayor viscosidad en el yogur, resultando que los tipos de estabilizante (factor A) tengan incidencia altamente significativa sobre todas las variables, reafirmando que este factor influye sobre la variable sinéresis y viscosidad.

Mientras que el factor B no presentó diferencias significativas sobre ninguna variable, definiéndose como la mejor característica fisicoquímica del yogur en el tratamiento T5 (30g/L de estabilizante, Inulina con 2,5% de grasa de leche), reafirmando que este factor no influye sobre el comportamiento del pH y acidez, a diferencia de los °Brix que provoca una diferencia más marcada en los atributos del yogur.

Por lo tanto, se define como la mejor variante en la calidad del yogur evaluado el tratamiento T5 (30g/L de estabilizante Inulina con 2,5% de grasa).

## REFERENCIAS

- Aguirre, S. (2002). *Evaluación del efecto de la adición de calcio y reducción del nivel de grasa en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogurt* (Doctoral dissertation, Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas-Puebla).
- Bot, A., Erle, U., Vreeker, R., & Agterof, W. G. (2004). Influence of crystallisation conditions on the large deformation rheology of inulin gels. *Food hydrocolloids*, 18(4), 547-556.
- Cárdenas, A., Alvites, H., Valladares, G., Obregón, J., & Vásquez-Villalobos, V. (2013). Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides. *Agroindustrial Science*, 3(1), 35-40.
- Gómez, D. A. A., & Mejía, O. B. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de investigación*, 2(1), 38-42.
- Hernández-Carranza, P., & Jiménez-Munguía, M. T. (2010). Propiedades funcionales y aplicaciones industriales de los fructo-oligosacáridos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 4(1), 1-8.
- Huertas, R. A. P. (2015). Evaluación de adición de carambolo, stevia e inulina en yogur. *Cultura Científica*, (13), 58-67.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). NTE INEN 2395:2011, Leches fermentadas. Consultado el 5 de Diciembre del 2020. <http://www.normalizacion.gob.ec/>
- Kirk-Othmer y Kirk-Othmer. (2012). *Kirk-Othmer Chemical Technology of Cosmetics*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- López Durán, M. A. (2011). Evaluación de la calidad del yogurt elaborado artesanalmente en el Municipio de Ixhuacán de los Reyes, Veracruz, México.

- Macedo y Ramírez, R. C., & Véliz-Ruíz, J. F. (2015). Propiedades fisicoquímicas y de flujo de un yogur asentado enriquecido con microcápsulas que contienen ácidos grasos omega 3. *Información tecnológica*, 26(5), 87-96.
- Matheus, A. R., & Rivera, J. R. Elaboración de yogurt firme bajo en calorías con inulina y harina de guayaba (*Psidium guajava* L.) como saborizante.
- RAMIREZ RAMIREZ, J. C., ROSAS ULLOA, P. E. T. R. A., VELAZQUEZ GONZALEZ, M. Y., ULLOA, J. A., & ARCE ROMERO, F. R. A. N. C. I. S. C. O. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. CONACYT.
- Ramírez-Suomi, M. O., & Véliz-Ruiz, J. F. (2009). Efecto de la incorporación de estabilizantes en la viscosidad de bebidas lácteas no fermentadas.
- Rojas, A. M., Montaña, L. P., & Bastidas, M. J. (2015). Producción de ácido láctico a partir del lactosuero utilizando *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. *Revista Colombiana de Química*, 44(3), 5-10.
- Rojas-Castro, W. N., Chacón-Villalobos, A., & Pineda-Castro, M. L. (2007). Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. *Agronomía Mesoamericana*, 18(2), 221-237.
- Ruiz Rivera, J. A., & Ramírez Matheus, A. O. (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(2), 223-242.
- Sánchez, J., Enriquez, D., & Castro, P. (2012). Efecto de la concentración de sólidos totales de la leche entera y tipo de cultivo comercial en las características reológicas del yogurt natural tipo batido. *Agroindustrial Science*, 2(2), 173-180.
- Schmidt, C. A. P., Pereira, C., Anjos, G. D., & Lucas, S. D. M. (2012). Formulação e avaliação sensorial hedônica de iogurte com polpa de acerola. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia*.
- Villalobos, A. C. (2006). Perspectivas agroindustriales actuales de los oligofruetosacáridos (FOS). *Agronomía mesoamericana*, 265-286.
- Zambrano Arias, C. G., & Zambrano Zambrano, J. R. (2013). *Bebida láctea fermentada utilizando lactosuero como sustituto parcial de leche y diferentes estabilizantes comerciales* (Bachelor's thesis, Calceta: Espam).



## SEMBLANZA DE AUTORES



**Ricardo Ramón Montesdeoca Párraga:** Ingeniero Agroindustrial con Maestría en Procesamiento de Alimentos y doctorante del Doctorado en Ciencias Agrarias, Profesor Titular Investigador en la Carrera de Agroindustrias de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” distintivo en: Ciencia y tecnología de la leche y sus derivados.



**Karen Johana Piloso Chávez:** Ingeniera Comercial con Maestría en Marketing de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo, doctorante del Doctorado en Ciencias Agrarias. Docente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria MFL y participante en proyecto de investigación orientado a la línea de Desarrollo e Innovación en el sector agropecuario: Profesora en la Carrera de Administración de Empresas de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”



**Carlos German Veliz Pinargote:** Ingeniero Agroindustrial graduado en el año 2018 de la Escuela Superior Politécnica de Manabí “Manuel Félix López”. Director de investigación, gestión y desarrollo de “Productos Gaia”.



**Cristhian Wagner Alcivar Giler:** Ingeniero Agroindustrial graduado en el año 2018 de la Escuela Superior Politécnica de Manabí “Manuel Félix López”. Director de investigación, gestión y desarrollo de “Productos Gaia”.