

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y
SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS,
REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

Mayte Rosandry Vergara Maldonado.
Numero de ORCID 0000-0001-8289-7269
Contacto Email: mrosandry25@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó la influencia del WPC 80 sobre las propiedades del yogurt batido natural mediante análisis físico-químicos, reológicos y sensoriales. Los objetivos Específicos fueron: Elaborar yogures con 5 niveles diferentes de sustitución de leche con WPC 80, evaluar las siguientes propiedades del yogurt batido, mediante el uso de pruebas de laboratorio: propiedades fisicoquímicas: control de acidez, determinación de pH, densidad y humedad, propiedades reológicas: sinéresis y viscosidad, propiedades sensoriales: evaluación sensorial mediante el empleo de panelistas semi-entrenados. Se elaboraron, durante tres semanas consecutivas cinco mezclas de yogurt batido natural con ajuste de sólidos totales a diferentes concentraciones de WPC 80 y leche en polvo identificadas como T1, T2, T3, T4 y T5. Se realizaron análisis físico-químicos: acidez, según lo señalado por López Malo (2000) citado por Díaz, *et al* (2004) pH con pH metrobasic20, humedad por desecación en balanza de humedad, densidad calculada según la relación masa - volumen y grasa según el método de Gerber modificado. Los análisis reológicos que se realizaron fueron: sinéresis según una modificación del método descrito por Díaz, *et al* (2004) y la viscosidad utilizando el viscosímetro de BROKFIELD. Las características organolépticas (color, aspecto, olor, cuerpo, textura y sabor) se determinaron aplicando una encuesta a un grupo de panelistas semi-entrenados para la degustación del yogurt batido natural, utilizando una escala de 1 a 5 totalmente descriptiva. Para las características físico- químicas y reológicas no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. En las características organolépticas, estas diferencias se especifican con debida claridad en el apartado correspondiente.

Palabras claves: yogurt, análisis físicos-químicos, reológicos y sensoriales.

“Influence of WPC 80 on the Physical-Chemical Properties, Rheological and Sensory OfYogurt Bats”

Vergara, M. (2008). Experimental National University of the Táchira San Cristóbal, Venezuela.

SUMMARY

We evaluated the influence of WPC 80 on the properties of natural yogurt beaten by physical and chemical analysis, rheological and sensory. For this purpose was developed for three consecutive weeks five blends of natural yogurt smoothie with adjustable total solids with different concentrations of WPC 80 and milk powder identified as T1, T2, T3, T4 and T5. Analyses physical-chemical: acidity, as reported by Lopez Malo (2000) cited by Diaz, et al (2004) pH metrobasic20 pH, moisture on drying in balance of moisture, density calculated as the ratio mass - volume and fat according to the method of Gerber changed. The analyses were conducted rheological that were syneresis as an amendment to the method described by Diaz, et al (2004) and the viscosity of using the viscosímetro BROKFIELD. Organoleptic properties (color, appearance, aroma, body, texture and flavor) were determined by applying asurvey to a group of semi-trained panelists for the tasting of natural yogurt shake, using a scale of 1 to 5 totally descriptive. For the physical-chemical and rheological there were no significant differences between treatments. In the organoleptic characteristics are observed variability in the frequency of data for each of the treatments. Overall in the T1 (100% powdered milk), introduced a color intermediate not so white, with no syneresis, interimsniff fresh, not so viscous body to intermediate, smooth texture and taste something fresh to intermediate. For T2 (75% powdered milk + 25% WPC 80) was found a color, appearanceand flavor intermediate; smelling not so lactic to intermediate, weak and texture that ranged from smooth intermediate. As for the T3 (50% powdered milk + 50% WPC 80) there was not so white color, almost without syneresis, smell and taste intermediate, weak and smooth texture. In the T4 (25% powdered milk + 75% wpc 80), found a not-so-white color, without syneresis, smelling not so lactic, weak body, smooth texture and flavor intermediate; finally in the T5 (100% WPC 80), was a color and smell intermediate, almost without syneresis,weak bodied, smooth texture and taste something fresh.

Passwords: yogurt, physical-chemical analysis, rheological and sensory

“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”

INTRODUCCIÓN

El término yogurt es según autores el producto que se obtiene a partir de la fermentación de la leche, es por ello que citando varios autores, sus definiciones coinciden, para ello vamos a realizar un recuento de lo que algunos de ellos aseguran es yogurt: es la leche fermentada que resulta del desarrollo de dos especies de bacterias lácticas en forma simultánea. La fermentación se efectúa a una temperatura entre 40 y 45°C, y de ahí resultan el sabor ácido y el aroma característico del producto; el ácido producido por las bacterias lácticas provoca también que la leche se coagule y por lo tanto que el yogurt adquiera su firmeza típica (García, 2006).

El yogurt, como producto que se obtiene a partir de la fermentación de la leche, debe contener los microorganismos propios de la fermentación: *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, y estar presentes en una cantidad mínima de 10.000.000 de colonias por gramo o mililitro. La materia prima la leche, que puede ser pasteurizada, concentrada pasteurizada, total o parcialmente desnatada pasteurizada, concentrada pasteurizada total o parcialmente desnatada, y mezcla de dos o más de estos productos. En su composición, el yogurt puede ser de diferentes tipos: natural, azucarado, edulcorado, con fruta, zumos, otros productos, y aromatizado (Hidalgo, 2001).

Desde el punto de vista nutricional el yogurt es un excelente producto alimenticio de alto valor biológico, presenta un considerable enriquecimiento del patrimonio vitamínico, en especial de las vitaminas del complejo B, además de la presencia de ácido láctico que aumenta la disponibilidad de micro elementos, como el calcio y fósforo (Mendoza, 2007).

El proceso tecnológico para la obtención de yogurt es sencillo y accesible económicamente, se requiere de un conjunto de equipos y utensilios básicos, que conjuntamente con el cumplimiento de normas de sanidad e higiene son indispensables para la producción de un alimento seguro y de óptima calidad (Mendoza, 2007).

El lactosuero es la fase acuosa separada de la cuajada en el proceso de elaboración del queso y representa el 80 - 90 % del volumen total de la leche que entra en el proceso y contiene alrededor de 50% de los nutrientes de la leche original: proteínas solubles, lactosa, grasa, vitaminas y sales minerales. El lactosuero es considerado un problema para la industria quesera por su alto poder contaminante ya que contiene de 42 -52 g/l de lactosa representando este el 70% del contenido total del conjunto de sólidos presentes (Padín y Díaz, 2006).

Cerca del 20% de las proteínas de la leche pertenecen a un grupo denominado proteínas de suero. Existen cuatro principales grupos de proteínas de suero: β - lactoalbúmina (β -Lg) 50%, σ -lactoalbúmina (σ -La) en un 20%, suero albúmina 5% e inmunoglobulinas (Ig) 10% (NZMP, 2002).

Los concentrados de proteína de suero de leche, conocidas por sus siglas en inglés como WPC80 (whey protein concentrate), no son más que polvos finos, amorfos (sin forma alguna), homogéneos; elaborados a partir de suero de leche dulce y fresco, el cual es secado por atomización que resulta apto para fórmulas proteicas, dietéticas e infantiles. Son ideales para sustituir en alto porcentaje la leche en una gran variedad de productos lácteos.

Como objetivo de esta investigación se estudiará el efecto del WPC80 sobre el yogurt batido con el propósito de definir su dosificación óptima y reducir el uso de la leche en polvo entera, para esto se analizarán las propiedades físico-químicas, reológicas y sensoriales del yogurt a los fines de estudiar las diferencias entre tratamientos.

MARCO TEÓRICO

1.1. Leche: se define leche como el producto integro, normal y fresco obtenido del ordeño higiénico o ininterrumpido de vacas sanas (COVENIN 903-1993).

Es la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenidos mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinados al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior (CODEX STAN 206-1999).

1.1.1. Composición de la leche: la leche se sintetiza fundamentalmente en la glándula mamaria, pero una gran parte de sus constituyentes proviene del suero de la sangre. Su composición química es muy compleja y completa tal como se muestra en la Tabla 1, la concentración de los diferentes componentes varía en función de la especie animal, la raza, la genética animal, la alimentación, el número de ordeños diarios, edad, etc (Wattiaux, 2006).

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y
SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

Tabla 1. Composición de la leche (por cada 100 gramos)

Componente	Cantidad (%)
Agua	88
Lactosa	4.7
Proteínas	3.2
Grasas	3.4
Sales Minerales	0.7
Vitaminas	A,B,D,E

Fuente: (Wattiaux, 2006).

1.1.2. Proteínas de la leche: existen varios tipos de proteínas en la leche y principalmente son divididas en caseínas y proteínas de suero, donde la división se basa en el método de separación usado para obtenerlas. Del 100% de las proteínas lácteas, aproximadamente 80% se compone por caseína, estas se precipitan por la acción del cuajo y del ácido que forman parte del queso; las proteínas del suero. Se encuentran predominantemente en solución en el líquido que es separado de la cuajada durante la elaboración del queso (NZMP, 2002).

Finalmente hay otro tipo de proteínas que no deben descartarse: las lipo-proteínas, asociadas con la membrana que recubre los glóbulos de grasa y las enzimas, que se encuentran de manera natural en la leche (NZMP, 2002).

1.1.3. Proteína del suero de la leche: las proteínas del suero de la leche son una mezcla de las proteínas que se encuentran naturalmente en la leche. El lactosuero contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8% de la materia grasa y cerca del 95 % de la lactosa, por lo menos el 50 % en peso de los nutrientes de la leche se quedan en el lactosuero (Ávila, *et al.*, 2000).

Las principales proteínas del suero de la leche son la beta-lactoglobulina y la alfa-lactoalbúmina. Las proteínas del suero de la leche tienen uno de los mayores índices de aminoácidos corregidos por la capacidad de digerir las proteínas y se digieren mucho más rápidamente que otras proteínas, como la caseína (Sevilla, 2004).

Las proteínas del suero o lactosuero son un subproducto de la separación de la cuajada de la leche durante el proceso de fabricación del queso y es considerado un problema para la industria quesera por su alto poder contaminante ya que contiene de 42 -52 g/l de lactosa (Padín y Díaz, 2006).

El suero de leche es simplemente una proteína de muy elevada calidad que es derivada de la leche. Aunque existen distintos tipos de proteína de leche, las que poseen mejor calidad son las que se obtienen por medio de procesos como el intercambio iónico y la microfiltración (Sevilla, 2004).

1.2. Productos derivados del suero de leche: el suero es un subproducto de la leche, el cual se obtiene durante la producción del queso o de la caseína. Con el desarrollo de nuevas tecnologías, el suero y sus fracciones se hicieron ingredientes alimenticios muy versátiles y altamente valorados en la actualidad (Amadeo, 2005).

Los fabricantes utilizan una serie de técnicas diferentes, que incluyen la ultrafiltración, cristalización, precipitación, osmosis inversa y otros métodos de separación física con vista a crear productos a partir del suero. En la Tabla 2 se presentan las propiedades funcionales y algunas aplicaciones que pueden tener algunos productos derivados del suero de leche (Amadeo, 2005).

Tabla 2. Productos derivados del suero de leche

Producto	Propiedades Funcionales	Aplicaciones
Suero de leche: El suero de dulce en polvo se obtiene secando suero fresco (derivado durante la fabricación de quesos como el cheddar y suizo) que ha sido pasteurizado y al que nada se le ha agregado como conservador.	• Una fuente económica de sólidos lácteos. • Un medio para aumentar el desarrollo de color durante el cocinado y homeado a temperaturas altas. • Un agente de flujo libre y fácil de dispersar en mezclas secas cuando se clasifica como un suero en polvo no higroscópico.	Productos lácteos, panificación, confitería y otros.
Suero parcialmente deslactosado: producido a través de la eliminación selectiva de lactosa por precipitación, filtración u otras técnicas de separación física.	• Cuando se desea un nivel más bajo de lactosa y más alto de proteínas además de un alto contenido de minerales.	Quesos procesados, salsas, productos cárnicos, otros diversos alimentos donde se desean las características de este tipo de suero.
Suero desmineralizado: las mismas técnicas empleadas en la producción del suero deslactosado, son usadas para eliminar parte de los minerales del suero.	• Una alternativa para el suero dulce en polvo, cuando se requiere un contenido más bajo de minerales, ceniza y un alto contenido de lactosa, se desean por razones nutricionales o de sabor.	Para productos lácteos, panificación, confitería, otros alimentos y productos alimenticios como: formulas parabebe.
Lactosa: la lactosa es removida del suero durante el proceso de concentración.	• Absorber y aumentar los sabores y absorber los colores. • Vehículo no aglutinante. • Reemplazar otros edulcorantes como una fuente de sólidos con baja intensidad de dulzura.	Confitería, productos lácteos, panificación, postres congelados, formulaciones infantiles, preparadas en polvo para bebidas y otros alimentos en polvo granulados, además de salsas.
WPL: es el aislado proteico del lactosuero obtenido por la eliminación de los componentes proteicos del suero.	• Presenta un contenido de proteínas no inferior al 90%. • Elevado valor nutritivo. • Gelificación. • Aeración. • Adición de grasa. • Emulsificación. • Retención de agua.	Usado en productos lácteos, panificación, confitería, embutidos, snacks, aperitivos y otros alimentos procesados.
WPC 34: es el concentrado de proteína de suero de leche obtenido por la eliminación de los componentes no proteicos del suero y de modo que al producto acabado en polvo contiene más de 34% de proteínas.	• Elevado contenido de proteínas. • Emulsificación. • Solubilidad. • Baja viscosidad. • Desarrollo de color y sabor. • Proteína soluble en soluciones ácidas.	Usado en productos lácteos, panificación, confitería snacks, chocolates, galletas y otros alimentos industrializados.
WPC 80: es el concentrado de proteína de suero de leche obtenido de modo análogo al WPC 34 y WPC 50, por medio de separación física.	• Absorción y retención de colores y sabores. • Oscurecimiento. • Retención de grasas. • Espuma y aeración. • Sabor. • Emulsificación.	Usados en productos lácteos, panificación, confitería, cárnicos industrializados, snacks, galletas y otros alimentos procesados o productos nutricionales.

Fuente: Amadeo, 2005.

“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”

Existen diferencias y similitudes en los mercados y productos de la industria de alimentos de Latino América. Los productos lácteos son populares en estos mercados y el costo de ingredientes es un tema importante. Las formulaciones para los productos lácteos pueden tener diferencias, pero los procesos son similares. Por consiguiente, se puede realizar con éxito la transferencia de tecnología de la fabricación de varios productos (Amadeo, 2005).

En general, la recomendación para la industria es adicionar suero de la leche a niveles aceptables y se sustituya de un tercio a la mitad de la leche en polvo por suero en polvo u otro derivado del suero. De esa forma las proteínas del suero de la leche contribuyen a rectificar la absorción de agua, al compararlo con la caseína. No resulta necesario ningún otro cambio en la fórmula ni en el proceso, cuando se efectúan esas sustituciones (Amadeo, 2005).

1.2.1. WPC 80 (Wey Protein Concentrate): tal como se indica en párrafos anteriores, es un producto especial con una concentración de 80% de proteínas del suero de leche con características nutricionales excelentes y se obtiene por un proceso especial de ultrafiltración que garantiza su calidad.

El WPC 80 es una fuente de proteínas ideal, sus características multifuncionales proveen varios atributos propios de la grasa y sus mayores funciones son la gelatinización, retención de agua, emulsificación, el aumento en la viscosidad y la adhesión (Jhonson, 2005). A continuación se presentan algunos usos, avances y la ficha técnica del WPC 80 en las Tablas 3 y 4:

Tabla 3. Usos y avances del suero WPC 80

Usos	Avances
Barras nutricionales	Dispersabilidad superior
RTD Bebidas deportivas	Soluble encima de una gama amplia de pH
Suplementos nutricionales	Una fuente nutricional superior

Fuente: Amadeo, 2005.

Tabla 4. Ficha técnica del WPC 80

	TIPO	ESPECIFICACION
Proteína (base seca)	80,5%	>80%
Proteína (base fresca)	76,5%	>76%
Lactosa	4,5%	< 7,0%
Humedad	5,0%	< 6,0%
Grasa	7,0%	< 9,0%
Ceniza	3,0%	<4,0%
pH	6,0-6,2	5,5-6,5
Conteo estándar por plato	<5000 CFU/g	<3000 CFU/g
Salmonela	Negativo	Negativo
Coliformes	<10/g	<10/g
Escherichia coli	<10/g	<10/g
Staphylococcus	<10/g	<10/g
Levadura y molde	<10/g	<30/g
Partículas quemadas	<7.5	<15
Color	Crema	-
Sabor	Blando	-

Fuente: Amadeo, 2005.

3.3 Yogurt: es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de las bacterias lácticas *Lactobacillus delbruckii* Subs. *Bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* Subs. *Thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias ácido lácticas que por su actividad le confieren las características al producto terminado, estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. Puede ser adicionado o no ingredientes y aditivos (COVENIN 2393-2001).

El yogurt, como producto que se obtiene a partir de la fermentación de la leche, debe contener los microorganismos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, vivos y en una cantidad mínima de 10.000.000 de colonias por gramo o mililitro. La materia prima la leche, que puede ser pasteurizada, concentrada pasteurizada, total o parcialmente desnatada pasteurizada, concentrada pasteurizada total o parcialmente desnatada, y mezcla de dos o más de estos productos (Hidalgo, 2001).

Desde el punto de vista nutricional el yogurt es igual a la leche pero por su fermentación presenta otras ventajas de digestibilidad, su sabor y consistencia varían de acuerdo con la calidad y el tipo de leche que se utilice para su producción e igualmente se le agrega fruta para cambiar su consistencia y aumentar su valor nutricional. Numerosos autores han demostrado que el consumo de yogurt regenera la flora intestinal mejorando el funcionamiento del

“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”

intestino con disminución de putrefacciones, constipaciones y el predominio de la flora bacteriana benéfica. Para que sucedan estos efectos benéficos, los microorganismos del yogurt deben estar vivos y ser abundantes en el producto final (Ludeña, 2006).

3.3.1 Valor nutritivo del yogurt: el yogurt es una buena fuente de calcio y fósforo que son los minerales más importantes para los huesos, lo curioso es que estos minerales están en mayor cantidad en el yogurt que en la leche. Es como si los microorganismos que fermentan la leche para convertirla en yogurt además de hacerla más digestiva nos aumentan la cantidad de algunos minerales, el yogurt disminuye la proporción de colesterol que contiene la leche antes de la fermentación (Mendoza, 2007).

3.3.2 Tipos de yogurt: según dice en su trabajo de investigación Ludeña (2006), existe la siguiente clasificación para el yogurt:

a. Por el contenido de materia **grasa**

- **Entero:** contenido de grasa mínimo 3%
- **Descremado:** contenido de grasa máximo 1%
- **Semidescremado:** contenido de grasa entre 1.0-2.9 %

b. Por el **gusto**

- **Yogurt tradicional natural:** es el yogurt que no tiene ningún agregado adicional, sólo los microorganismos típicos y sólidos de leche.
- **Yogurt azucarado:** es el yogurt anterior, con la única adición de azúcar como edulcorante, ya sea en su forma cristalizada o en jarabe.
- **Yogurt con frutas:** es el yogurt con la adición de azúcar como edulcorante, ya sea en su forma cristalizada o en jarabe y con la adición de pulpa de frutas.
- **Yogurt aromatizado:** es el yogurt con la adición de azúcar como edulcorante, ya sea en su forma cristalizada o en jarabe y con la adición de saborizantes permitidos por la legislación vigente.

c. Por la **textura**

- **Yogurt batido:** también conocido como “stirred yogurt” o coagulado en el tanque, es aquel yogurt que después de incubado, es batido para romper el coágulo, y proporcionarle una viscosidad y textura típica. El yogurt batido, normalmente tiene un contenido aproximado de sólidos totales de 14%, para lo cual será necesario adicionar leche en polvo a la leche o concentrarla.

- **Yogurt firme o aflanado:** llamado también “set yogurt”. El yogurt aflanado es aquel yogurt que, después de inoculado es envasado en los envases de venta e incubados, los cuales deberán ser manipulados y transportados con cuidado a fin de no romper el coágulo. Normalmente tienen más sólidos de leche que el yogurt batido, a fin de obtener un coágulo firme y no producir sinéresis, que es uno de los principales defectos de este tipo de yogurt.

- **Yogurt bebible o líquido:** también denominado “drink yogurt” (coagulado en tanque de baja viscosidad). Se consume como una bebida, razón por la cual se expende en envases en forma de botella. La baja viscosidad se obtiene porque el yogurt después de la incubación se somete a una homogeneización o movimiento mecánico fuerte que hace que la viscosidad se torne más fluida. La consistencia de un yogurt batido se caracteriza principalmente por su viscosidad después de batido, la viscosidad deseada se puede alcanzar mediante un cambio controlado de la estructura del coágulo, resultando un pre-arreglo de la estructura grasa-caseína. La cuajada requiere un batido y enfriamiento parcial antes del envasado; este proceso consiste de dos etapas, primero el gel es cortado (roto) y parcialmente enfriado (20-30 °C) y luego el gel es aislado y envasado (NZMP, 2002).

3.3.3. Elaboración de yogurt batido: según dice Mendoza en su trabajo realizado en el año 2007, el yogurt batido a nivel industrial se elabora de la siguiente manera:

a. Recepción de la leche cruda: es un punto donde deben realizarse verificaciones inmediatas de la calidad acordadas de la leche cruda.

b. Filtración: se realiza la filtración de la leche para evitar el ingreso de partículas gruesas al proceso.

c. Estandarización y preparación de la mezcla: se regula el contenido de grasas y sólidos no grasos y se regula el contenido de extracto seco mediante el agregado de leche en polvo.

d. Pasteurización: se calienta el yogurt por un procedimiento de pasteurización autorizado. Para que el yogurt adquiriera su típica consistencia no sólo es importante que tenga lugar la coagulación ácida, sino que también se ha de producir la desnaturalización de las proteínas del suero, en especial de la β -lactoglobulina, esto se produce a temperaturas aproximadas a 75 °C, consiguiéndose los mejores resultados de consistencia (en las leches fermentadas) a una temperatura entre 85 y 95 °C. El tratamiento térmico óptimo consiste en calentar a 90 °C y mantener esta temperatura durante 15 minutos.

“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”

Esta combinación temperatura/tiempo también se emplea en la preparación del cultivo y es muy habitual en los procedimientos discontinuos de fabricación de yogurt. En los procedimientos de fabricación continua se suele mantener esta temperatura de 95/96 °C sólo durante un tiempo de 5 minutos con el fin de conseguir un mejor aprovechamiento tecnológico de la instalación.

Las proteínas desnaturalizadas del suero, por el contrario, limitan la sinéresis del coágulo y reducen por tanto la exudación de suero. Es un punto crítico de control, pues es el punto donde se eliminan todos los microorganismos patógenos siendo indispensable para asegurar la calidad sanitaria e inocuidad del producto.

d. Primer enfriamiento: asegura la temperatura óptima de inoculación, permitiendo la supervivencia de las bacterias del inóculo. Como se mencionó, se enfría hasta la temperatura óptima de inoculación (42 - 45°C) o generalmente hasta unos grados por encima y luego se mezcla.

e. Inoculación: la cantidad de inóculo agregado determina el tiempo de fermentación y con ello la calidad del producto, como se dijo antes se buscan las características óptimas para el agregado de manera de obtener un producto de alta calidad en un menor tiempo, de 2 a 3% de cultivo, 42 y 45 °C, y un tiempo de incubación de 2 - 3 horas.

f. Incubación: el proceso de incubación se inicia con el inóculo de los fermentos. Se caracteriza por provocarse, en el proceso de fermentación láctica, la coagulación de la caseína de la leche. El proceso de formación del gel se produce unido a modificaciones de la viscosidad y es especialmente sensible a las influencias mecánicas. En este proceso se intenta siempre conseguir una viscosidad elevada para impedir que el gel pierda suero por exudación y para que adquiera su típica consistencia. Se desarrolla de forma óptima cuando la leche permanece en reposo total durante la fermentación.

g. Homogeneización: en la práctica de la elaboración de yogurt se homogeneiza muchas veces la leche higienizada al objeto de impedir la formación de nata y mejorar el sabor y la consistencia del producto.

La homogeneización reduce el tamaño de los glóbulos grasos, pero aumenta el volumen de las partículas de caseína. A consecuencia de esto se produce un menor acercamiento entre las partículas, en el proceso de coagulación, lo que se traduce en la formación de un coágulo más blando.

h. Segundo enfriamiento: el enfriamiento se ha de realizar con la mayor brusquedad posible para evitar que el yogurt siga acidificándose en más de 0,3 pH. Se ha de alcanzar, como mucho en 1,5-2,0 horas, una temperatura de 15°C. Este requisito es fácil de cumplir cuando se elabora yogurt batido o yogurt para beber, por poderse realizar, en estos casos, la refrigeración empleando cambiadores de placas. El yogurt batido y el yogurt para beber se pueden enfriar rápidamente, una vez incubados, en cambiadores de placas, realizándose esta refrigeración de una forma energéticamente más rentables.

i. Homogeneización para generar el batido: en la homogeneización se rompe por agitación el coágulo formado en la etapa previa y se agregan edulcorantes, estabilizantes, zumos de frutas, según corresponda la variedad del producto.

j. Envasado: se controla el cerrado hermético del envase para mantener la inocuidad del producto. Se debe controlar que el envase y la atmósfera durante el envasado sean estériles. En el producto batido se envasa luego de elaborado el producto.

k. Cámara refrigerada y conservación: es un punto crítico de control, ya que la refrigeración adecuada y a la vez la conservación de la cadena de frío aseguran la calidad sanitaria desde el fin de la producción hasta las manos del consumidor. El yogurt elaborado bajo condiciones normales de producción se conserva, a temperaturas de almacenamiento $\leq 8^{\circ}\text{C}$, por un tiempo aproximado de una semana.

3.3.4. Requisitos físico-químicos y criterios microbiológicos del yogurt: Se muestran en las Tablas 6 y 7

Tabla 6. Requisitos físicos y químicos del yogurt

Característica tipo	yogurt		Yogurt semidescremado		Yogurt descremado		Método de ensayo
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
Grasa (% p/p).	3,2	-	1	< 3,2	-	< 1	COVENIN 931
Sólidos no grasos de leche (%p/p).	10*	-	10*	-	10*	-	COVENIN 932**
Acidez (%ácido láctico)	0,7		0,7	-	0,7	-	COVENIN 658

NOTA: cuando se trate de yogurt con frutas, el análisis que se realice sobre la mezcla, los valores de grasa y sólidos no grasos serán el 70% de los mínimos y máximos establecidos para cada clasificación.

*De los cuales 3% son proteína, según la norma Venezolana COVENIN 370.

** Se aplica en el caso de yogurt natural, para los yogures con adiciones se debe realizar la determinación individual de proteína, lactosa (véase método AOAC 906: 03 **B 44.1.15) y sales minerales.

Fuente: Comisión Venezolana de Normas Industriales (2393-2001).

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y
SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

Tabla 7. Criterios microbiológicos

Requisitos	n	c	Limite		Método de ensayo
			m	M	
Mohos (ufc/g) *					
Yogurt sin agregado	5	5	10,0	1,0x10	COVENIN 1337
Yogurt con agregado	2	2	1,0x10	1,0x10	
Levaduras (ufc/g)					
Yogurt sin agregado	5	5	10,0	1,0x10	
Yogurt con agregado frutas y hortalizas	2	2	1,0x10	1,0x10	COVENIN 1337
Yogurt con otro agregado	2	2	10,0	1,0x10	
Coniformes (NMP/G)*	5	2	4,0	11,0	COVENIN 1104
<i>Listeria monocytogenes</i> en 25 g (*)	5	0	0	-	COVENIN 3718
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g) **	5	1	1,0x10	1,0x10	COVENIN 1292
Donde:					

n= número de muestras del lote

c= número de muestras defectuosasm= límite mínimo

M= límite máximo

* Requisito microbiológico recomendado (véase COVENIN 409)

** Requisito microbiológico obligatorio (véase COVENIN 409)

Fuente: Comisión Venezolana de Normas Industriales (2393-2001).

3.3.5. Aditivos permitidos en yogurt: según la Norma COVENIN 2393-2001, los aditivos presentes a continuación en la Tabla 8, son los permitidos actualmente para la elaboración de cualquier tipo de yogurt:

Tabla 8. Aditivos alimentarios

Clasificación	Aditivo	Dosis recomendada
Colorantes (artificiales)	Altura red (rojo N°40) Azul brillante (azul N° 1)Índigo carmín (azul N° 2)Tartazina (amarillo N° 6)	
Colorantes (naturales)	Carotenos alfa, beta y gamma	
	Apocarotenos	
	Cúrcuma	
	Onoto	
	Remolacha (botaina)	
	Uva (enocianina) Cantaxantina	BPF
	Carmin clorofila	
	Color caramelo	
	Carbón vegetal	
Edulcorantes (nutritivos)	Aspartame	
	Sorbitol	
	Xilitol	
	Manitol	Máx. 2,5 %
Edulcorantes (no nutritivos)	Acesulfame de potasio (Acasulfamek)	BPF
	Sacarina de sodio	Máx. 12 mg/ 30 ml de producto
	Sacarina de potasio	reconstituida.
	Sucralosa	
	Ciclamato de sodio	BPF
Ciclamato de potasio		
Espesantes	Carboxi-metil-celulosa	
	Metil-celulosa	
	Carboxi-metil-celulosa de sodio	
	Hidroxi-propilen-metil celulosa	
	Hidroxipropil celulosa	BPF
	Carragenina y sus sales	
	Gomas arábica	Máx. 1%
	Guar	Máx. 0,5%
	Xantica o xantano	BPF
	Tragacanto	Máx. 0,1%
	Gatti	Máx. 0,1%
	Karaya	Máx. 0,02%
	Algaborro	Máx. 0,5%
	Alginato de mono sodio	Máx. 1% en el productoreconstituido
	Alginato de potasio	Máx. 0,01% en el productoreconstituido
	Pectinas	
	Almidones y almidones pre gelatinizados	
		BPF
Saborizantes y aromatizantes	Sabor natural	
	Sabor parecido al naturalSabor artificial	

“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”

BPF: Buenas prácticas de fabricación.

NOTA: la presencia de los conservadores tales como ácido sórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio; ácido benzoico y sus sales en cantidad no mayor 120 mg/Kg. solos o en mezcla en el producto final, que proceden exclusivamente de las frutas o productos a base de frutas, por efecto de transferencia y por el proceso biológico del cultivo lácteo.

Fuente: Comisión Venezolana de Normas Industriales (2393-2001).

3.4. Análisis sensorial: La evaluación sensorial es una herramienta importante para establecer la vida útil de los alimentos. Su eficacia radica en el hecho que los cambios que experimenta el producto se traducen en modificaciones de uno o más parámetros sensoriales, provocando el deterioro del mismo, lo que se traduce en una disminución de su aceptabilidad hasta llegar en el caso extremo de un rechazo de ese alimento. De ahí la importancia en contar con metodología que facilite la estimación en forma real de la vida útil que pueda tener el alimento. Son muchas las iniciativas que se han propuesto con este fin (Wittig *et al*, 2005).

Los análisis descriptivos se refieren a la descripción del conjunto de propiedades organolépticas del producto abordándolas a través de todas las vías sensoriales: vista, audición, tacto en boca y en la mano, olfato y gusto (Faría y Yotsuyanagi, 2002).

Las pruebas de perfil son pruebas usadas para describir con precisión uno o más productos. En la descripción de un producto alimenticio se utilizan en general varios criterios que deben responder a las características de pertinencia, precisión y discriminación, estos son los descriptores. La prueba de perfil consiste en realizar en una misma industria una serie de pruebas con una escala para cada descriptor, estas serán apreciadas en el orden de cada aparición de los estímulos (aspecto, olor, textura, sabor y sabor residual). Las muestras pueden presentarse una detrás de otra o simultáneamente, en cuyo caso la anotación se hace por comparación entre productos (Fernández, 2001).

Un descriptor es un término que asocia el sujeto a un elemento de la percepción del producto. Dicho término deberá definirse desde un punto de vista físico y sensorial, así como deberá establecerse la técnica de su evaluación. El descriptor ha de tener unas propiedades tales que pueda someterse a una evaluación mediante una escala de intensidad (Faría y Yotsuyanagi, 2002).

3.5 Antecedentes

Klagges (1984), elaboró un yogurt batido con concentrado proteico de suero obtenido por ultrafiltración esto debido a la problemática que enfrenta la industria del yogurt encuan to a producción y mantenimiento de un producto con óptimas características de este tipo, la industria se ve obligada al empleo de leche recombinada para la elaboración de leche fluida y derivados lácteos especialmente en aquellos países donde la producción no satisface sus requerimientos. Artículo publicado por la Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Biblioteca Central del INIA K63 1984.

Perea y Paz en 1999, definieron una formulación y tecnología para obtener un producto tipo yogurt de coágulo, con aporte mínimo de 3,0% de proteínas, a partir de pasta de soya, suero, cultivos lácticos, azúcar y aromatizantes. Se caracterizaron los principales índices de calidad y económicos del producto, comparándose con los correspondientes de un yogurt de soya que se fabrica en Cuba. El análisis sensorial fue realizado por un panel entrenado. Universidad Politécnica de Valencia España.

Palanca (2003), realizó el estudio sobre la optimización del proceso industrial de elaboración de yogurt firme empleando proteínas séricas como sólidos lácteos de enriquecimiento. Para llevar a cabo el estudio se seleccionaron tres proteínas lácteas de enriquecimiento (PLE) diferentes y los tres productos fueron sometidos a una caracterización fisicoquímica y análisis sensorial por un panel de expertos.

Castillo *et al* (2004), estudiaron el efecto estabilizante y gelificante que sobre las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogurt semidescremado firme tiene la adición de pectina, con el propósito de definir la dosificación óptima. A tal efecto se prepararon muestras de yogurt con diferentes concentraciones de pectina y todas las muestras se sometieron a la determinación de sus propiedades físicas, y químicas más importantes; se midió la sinéresis mediante la cantidad de suero liberado por centrifugación, la firmeza del coágulo mediante la penetración de un cono utilizando un penetrómetro marca Forney y la viscosidad utilizando un viscosímetro Brookfield. Además se hizo una evaluación de las principales características organolépticas del yogurt por cinco (5) panelistas semientrenados. Artículo publicado en la Revista de la Facultad de Farmacia vol. 46(2).

Díaz *et al* (2004), evaluaron el efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogurt, por lo que elaboraron un yogurt batido y firme para calcular el efecto de la disminución de grasa y la incorporación de fibra en sus propiedades fisico-químicas. Se fabricaron yogures con tres niveles de grasa y cuatro niveles de salvado de trigo a los que se le realizaron diversos análisis fisicoquímicos, reológicos y sensoriales durante tres semanas de almacenamiento este artículo se encuentra publicado en la Revista Mexicana de Ingeniería Química vol. 3. (287-305)

Así mismo, Hernández (2004), señaló los métodos de evaluación fisicoquímica, reológicas y sensoriales aplicados a un yogurt bajo en grasa enriquecido con fibra y calcio usando diferentes niveles de grasa y adición de fuente proteica usando linaza. Se observó el efecto en cada una de las propiedades fisicoquímicas de los yogures elaborados tales como: pH, humedad, acidez, densidad, comportamiento reológico y sinéresis. Artículo publicado por la Universidad de las Américas Puebla México.

Además, Wittig *et al* (2005), realizaron un estudio transcultural de yogurt batido de fresa evaluando su aceptabilidad con consumidores versus calidad sensorial con paneles entrenados con el fin de estimar el punto de corte, para luego ser empleado en un estudio de vida útil de yogurt batido de fresa relacionándose los parámetros de calidad sensorial, determinados con el panel entrenado, y la aceptabilidad, determinada con consumidores. Para ello se empleó la metodología de punto de corte utilizando la valoración de calidad

“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”

mediante el método de Karlsruhe. Estudios preliminares realizados a 42° C indicaron que los parámetros de calidad más sensibles al deterioro por efecto del almacenamiento eran: pH, acidez titulable, viscosidad y la calidad sensorial. En cada caso se determinó el punto de corte que representa el puntaje de calidad sensorial a partir del cual el consumidor comienza a percibir un cambio en el producto, en relación al producto fresco y también se calculó el porcentaje de rechazo en función a ese punto de corte.

Finalmente en investigaciones realizadas por Mendoza (2007), muestra las técnicas básicas para la elaboración de yogurt batido y provocar el interés hacia la obtención de productos de la leche mediante métodos sencillos y aplicables para la preparación de este producto a partir de la leche entera, total o parcial descremada, por fermentación provocada por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*; texto publicado por el Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco de México.

METODOLOGÍA

4.1 Elaboración del yogurt batido

Se siguió el método empleado en el Laboratorio de Industria de la Leche de la UNET (Figura 2), utilizando leche fluida pasteurizada recombinada marca Indosa y leche en polvo marca Klim de Nextlé® y Wpc 80 de Suministros Qualitas C.A. para normalizar el extracto seco total a 15%.

Los cálculos para el ajuste del extracto seco se realizaron por medio del cuadrado de PEARSON en base al contenido de sólidos totales de la leche fluida pasteurizada recombinada y los sólidos totales de la leche en polvo. Luego de obtenida la cantidad de leche en polvo necesaria para el ajuste, se procedió a sustituirla por WPC 80, según se muestra en la Tabla 9 para obtener cinco tratamientos.

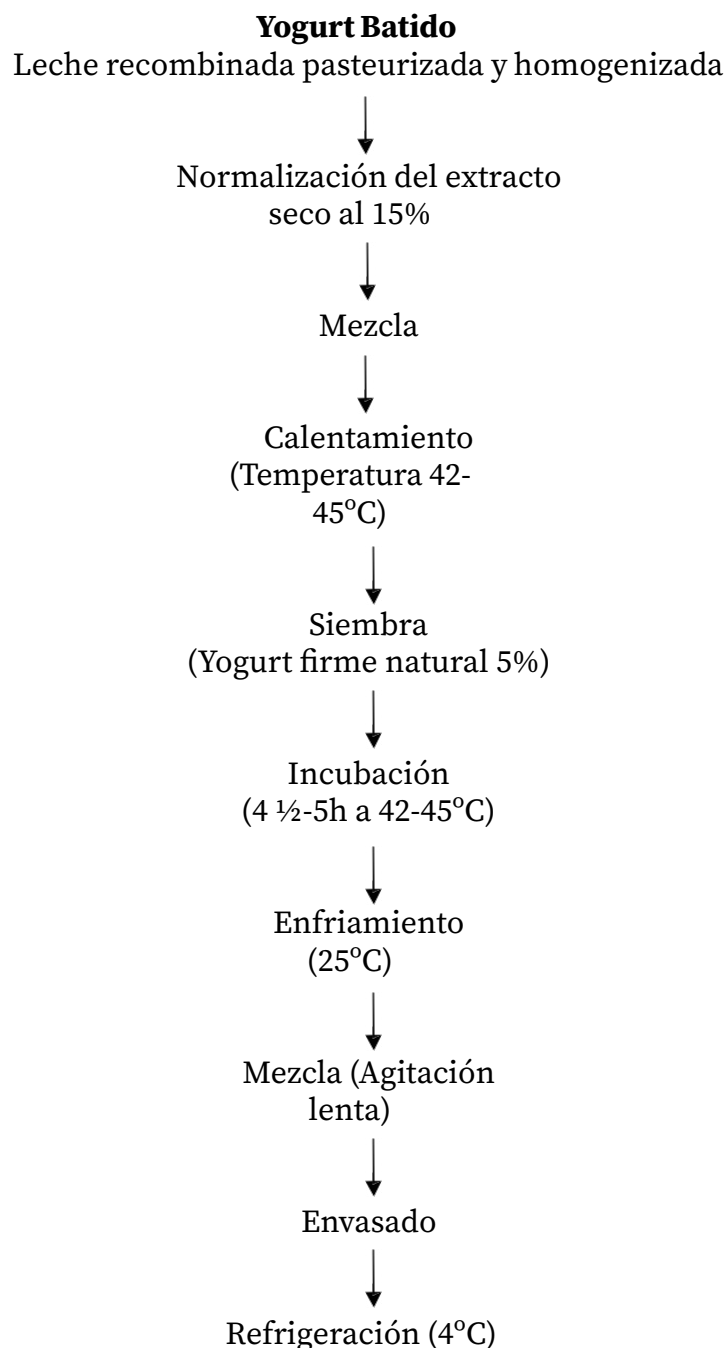
Tabla 9. Tratamientos de fabricación del yogurt batido utilizados durante la fase experimental

Trata- miento	% de WPC 80	% Leche en polvo
1	0	100
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	100	0

La leche se inoculó 5% de un yogurt firme natural de marca reconocida, en base al volumen de leche y sólidos adicionados.

El yogurt fué endulzado con 47g de azúcar de caña para cada 400 ml de yogurt batido natural, sólo para la evaluación sensorial con la finalidad de facilitar la degustación por parte del panel evaluador.

Todo el proceso se realizó aplicando las buenas prácticas de manufactura (BPM) y registrándose en detalle todos los parámetros de fabricación para cada tratamiento en una ficha como la que se muestra en la Figura 3.



“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”

Figura 2. Fabricación del yogurt. Método del Laboratorio de Industria de la Leche.
Fuente: Datos propios.

Ficha de Fabricación de Yogurt			
Información:	Fecha:	Hora:	
Volumen:	MG LECHE:	Proteína:	
EST LECHE:	ESM LECHE:	Acidez:	pH:
Estandarización:	Leche:	WPC80:	Hora:
Sólidos añadidos:			
MG:	Proteína:	Lactosa:	
Calentamiento:			Hora:
T ^o /t:	T ^a final:		
Adición cultivos:			Hora:
Tipo de cultivos:	Tipo de siembra:		
Coagulación:			
Hora:	Temperatura:		
Agitación y enfriamiento:		Fecha:	Hora:
Envasado:		Hora:	
pH:	Acidez:	Humedad:	
Densidad:	Grasa:	Sinéresis:	
Viscosidad:	EST:	Hora:	

Figura 3. Ficha de fabricación del yogurt batido.

4.2 Análisis realizado:

Se aplicaron una serie de pruebas al yogurt batido natural pasadas 48 horas desde su fabricación, esto consistió en análisis físico-químicos, reológicos y sensoriales los cuales se llevaron a cabo de la siguiente manera:

4.2.1. Análisis físico-químico.

a. Acidez: la determinación de acidez se realizó según el método empleado por López Malo citado por Díaz, J. *et al* (2004). El método consiste en añadir a la muestra el volumen necesario de una solución alcalina valorada para alcanzar el punto de viraje con un indicador que en este caso es fenolftaleína que cambió la solución incolora a un color rosado.

b.

Materiales: cilindro graduado de 50 mL y 10 mL, pipeta volumétrica 10 mL, beaker de 50 mL, bureta graduada, soporte universal, pinza para buretas, frasco lavador con agua destilada y termómetro.

Reactivos: fenolftaleína e hidróxido de sodio 0,1N.

Procedimiento: la acidez se calculó en muestras de yogurt de 10g los cuales fueron colocados en un cilindro graduado de 50 mL donde se completó dicha medida con agua destilada, luego se extrajeron 10 mL de esa mezcla y se les adicionó 3 gotas de fenolftaleína, se procedió a titular con hidróxido de sodio (NaOH) de normalidad conocida (0,1 N) hasta que se logró un color rosa pálido y se tomó lectura de la cantidad de NaOH gastado (Anexo 1.1).

Expresión de resultados: los resultados obtenidos de este análisis se expresaron como ml de NaOH 0.1 N/ 100 ml de leche, mediante el uso de la siguiente expresión matemática:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V \text{ gastado} \times N \text{ del NaOH} \times 0.09 \text{ meq (ácido láctico)}}{10} \times 100 \text{ g de muestra}$$

V= Volúmen de Hidróxido de sodio 0,1 N en mL. N= Normalidad del Hidróxido de sodio.

c. Determinación de pH: el valor del pH fué obtenido mediante la utilización de un pHmetro de marca Crisón Cat. N° 52-02. El principio de este método se basa en que al introducir en la muestra una celda electrolítica compuesta por dos electrodos, se desarrolla un voltaje que es proporcional a la concentración de iones de hidrógeno de la solución, el cual se expresó en unidades de pH.

Materiales: beakers de 50 mL, pHmetro, agua destilada y papel absorbente.

Reactivos: solución tampon pH=4 y pH=7.

Procedimiento: el valor de pH se obtuvo al tomar una muestra debidamente homogeneizada la cual se colocó en un beaker y se verificó su temperatura (20°C), luego se introdujeron los electrodos del pHmetro calibrado dentro de la muestra y se tomó lectura directamente en la escala del aparato (Anexo 1.2).

c. Humedad: se llevó a cabo mediante el método de desecación con balanza de humedad. Este método se basa en la determinación del porcentaje de humedad mediante el uso de una balanza de humedad marca Ohaus modelo N° 6010, de 10 gramos de capacidad, voltaje de 115v y poder de 375 w, que tiene acoplado una fuente de rayos infrarojos que proporciona el calor necesario para desecar la muestra.

Materiales: balanza de humedad marca Ohaus, platillos de aluminio, pipeta de 10 mL y una espátula.

Procedimiento: se colocó un platillo de aluminio en la balanza y se taró para luego pesar 10 g. de yogurt extendido uniformemente, se establecieron las condiciones de tiempo y temperatura de secado (30 minutos a 8 wats). Transcurrido ese tiempo se determinó el porcentaje de humedad de la muestra leyendo directamente en la escala de la balanza (Anexo 1.3).

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y
SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

Expresión de resultados: los resultados se expresaron como % de humedad.

d. Densidad: se determinó según una relación masa-volumen. El método se basa en la determinación de la densidad del yogurt a través de una técnica normalizada, donde la muestra se pesó en un cilindro graduado de volumen conocido, el cual fue tarado previamente.

Materiales: cilindro graduado de 100 mL, balanza analítica y termómetro.

Procedimiento: se taró un cilindro graduado de 100 mL, luego se agregó la muestra de yogurt a 15°C dentro del mismo hasta que enrasar al volumen del cilindro y se determinó el peso del yogurt (Anexo 1.4).

Expresión de resultados: los resultados se expresaron en gramos/mL. Se aplicó la fórmula: $D = M/V$.

D= Densidad de la muestra.

M= Masa de la muestra en gramos.

V= Volumen de la muestra en mL.

e. Determinación de Grasa: para la determinación del porcentaje de grasa se utilizó el método de Gerber modificado (determinación de materia grasa para yogurt), este método se basa en la solubilidad de todos los componentes de la muestra, a excepción de la grasa y otras sustancias lipídicas en el ácido sulfúrico, que por formación de un ester con el alcohol amílico, permitió la emulsión y previene la carbonización de la grasa (COVENIN 1053- 1982).

Materiales: butirómetro de Gerber graduado de 0 a 40%, tapones de caucho y copitas de vidrio para butirómetros, medidor de ácido sulfúrico, medidor de alcohol amílico y centrífuga de Gerber.

Reactivos: alcohol amílico y ácido sulfúrico de 1,52 de densidad.

Procedimiento: se pesaron 5 g. de yogurt directamente en la copita de vidrio, luego fue introducida en el butirómetro de Gerber, se añadió ácido sulfúrico hasta llegar a la marca de “0” del butirómetro y se llevó a baño de María a 65°C por 10 minutos. Pasado el tiempo se añadió 1 mL de alcohol amílico y se mezcló, luego de mezclar se centrifugó por 5 minutos. Finalmente se leyó el porcentaje de grasa directamente en la escala graduada del butirómetro (Anexo 1.5).

Expresión de resultados: el contenido de grasa de la muestra se expresó como % p/p.

4.2.2. Propiedades reológicas:

a. Sinéresis: se determinó mediante una modificación del método empleado por Díaz *et al*, 2004. Utilizando una centrífuga de Gerber tipo R8 serial N° 8201002, voltaje de 110 v, 1300 rpm y poder de 15 w.

Materiales: centrífuga de Gerber y tubos de ensayo.

Procedimiento: se tomaron 10 mL de muestra preparada y se colocaron en los tubos de ensayo para centrifugarlos durante 20 minutos a 500 rpm en la centrífuga de Gerber. Pasado el tiempo estipulado se procedió a tomar lectura del volúmen de sobrenadante (Anexo 1.6).

Expresión de resultados: una vez obtenido el volúmen del sobrenadante se calculó el porcentaje de sinéresis (v/v) mediante la relación del volúmen del sobrenadante y el volúmen de la muestra.

b. Viscosidad: fué determinada según el método rotacional mediante el uso de un viscosímetro de BROOKFIELD modelo RVF serial N° 114300, voltaje de 115 v, frecuencia de 60Hz y poder de 3,5w.

Materiales: viscosímetro de BROOKFIELD, agujas de viscosímetro, vaso de precipitado de 600 mL y un termómetro.

Procedimiento: se colocaron 600 mL de la muestra en un vaso de precipitado con el mismo volúmen y se procedió a introducir la aguja número LV-3 para viscosímetro dentro de la muestra de yogurt, se tomaron mediciones de viscosidad y torque a 20 rpm luego de haber pasado 1 minuto de giro de la aguja dentro de la muestra (Anexo 1.7 y 5).

La viscosidad absoluta de la muestra se obtuvo multiplicando la lectura obtenida en la escala del viscosímetro luego de haber pasado el tiempo establecido, por un factor según el número de aguja usada y la velocidad aplicada (rpm), tal como se observa en la Tabla 10.

Tabla 10. Factor para viscosidad absoluta.

	N° de Aguja						
	1	2	3	4	5	6	7
2	50	200	500	1000	2000	5000	20000
rpm 4	25	100	250	500	1000	2500	10000
10	10	40	100	200	400	1000	4000
20	5	20	50	100	200	500	2000

Fuente: Manual de operaciones para viscosímetro RVT.

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y
SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

Expresión de resultados: la viscosidad se expresó en centipoise (CPS) y se aplicó la siguiente fórmula:

- Viscosidad= Lectura de la escala x Factor.

4.2.3. Evaluación sensorial: se inició con un entrenamiento una vez seleccionados los candidatos que conformaron el panel de evaluación sensorial, fueron entrenados. Esta fase de entrenamiento le permitió al sujeto:

- a. Aprender a evaluar el yogurt batido.
- b. Familiarizarse con la prueba.
- c. Familiarizarse con las muestras, lo que implica:
- d. Emitir juicios previamente cualitativos y cuantitativos sin tener en cuenta sus preferencias.
- e. Mejorar su repetitividad en las intensidades dadas a cada característica y compararlas con el resto del grupo panelista.

El entrenamiento se realizó en una sesión de 1 hora y se orientó hacia la descripción de tres tipos de yogurt (firme, batido y líquido). Se llevó a cabo una formación teórica, según como se indica en un trabajo realizado por la Universidad de Santiago de Compostela en España, titulado Iniciación al Análisis Sensorial de los Alimentos (2001); donde se expusieron los atributos del yogurt, así como de algunas recomendaciones:

- ✓ No fumar, consumir café o chicle justo antes de la degustación.
- ✓ Evitar el empleo de colonias y perfumes.
- ✓ No utilizar pintura labial.
- ✓ Ser puntual.
- ✓ No estar embarazada.
- ✓ Conservar el grupo.

Para detectar el grado de aceptación de yogurt elaborado, se contó con un panel de 6 jueces semi-entrenados quienes evaluaron mediante una encuesta (Figura 4) las principales características organolépticas que se juzgaron en el control de calidad del yogurt: aspecto, color, cuerpo, textura, olor y sabor.

Nombre:
Ficha de Evaluación para Yogurt Batido.

Fecha:

A continuación se presentan 5 muestras de yogurt batido. Evaluar según los descriptores propuestos a continuación:

		Cód.	1	2	3	4	5
Color: Color de la superficie del yogurt.	1. Blanco	A					
		B					
		C					
		D					
	5. Amarillento.	E					
Aspecto: separación del suero superficial.	1. Sin sinéresis.	A					
		B					
		C					
		D					
	5. Sinéresis.	E					
Olor: efluvio liberado por el yogurt. (Nube gaseosa aromática).	1. Láctico acidificado.	A					
		B					
		C					
		D					
	5. Fresco.	E					
Cuerpo: resistencia a la deformación por medio de unacucharilla.	1. Viscoso	A					
		B					
		C					
		D					
	5. Débil.	E					
Textura: sensación bucal percibida como cremosa.	1. Lisa.	A					
		B					
		C					
		D					
	5. Granulosa.	E					
Sabor: sensación percibida en la lengua.	1. Láctico acidificado.	A					
		B					
		C					
		D					
	5. Láctico fresco.	E					

Figura 4. Ficha de evaluación para yogurt batido.

4.3. Análisis estadístico:

4.3.1. Análisis estadístico para la caracterización funcional y físico-química del yogurt.

a. Comparación descriptiva: el promedio de los valores obtenidos en esta investigación para la caracterización físico-química del yogurt, se procesaron aplicando estadística descriptiva, específicamente medidas de tendencia central como: media, mediana y moda así como también medidas de dispersión: desviación estándar, varianza y coeficiente de variación, utilizando el paquete estadístico Statgraphisc Plus Versión 5.1 tal como se observa en las Tablas 11, 12, 13, 14 y 15; además de presentarse un resumen de los promedios para cada parámetro evaluado (Figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11).

El promedio de los resultados de la prueba sensorial efectuada mediante la encuesta para determinar las características organolépticas del yogurt batido natural, se procesaron a través de la estadística descriptiva por medio de tablas de frecuencia relativa (Anexo 9) y correlaciones de Spearman (Tabla 16), para los pares de variables que cuando resulten menor a 0,05 se dice que la correlación es significativa entre el par de variables a un nivel de confianza de 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Estadística descriptiva de los parámetros físico-químicos del yogurt batido natural.

En las Tablas 11, 12, 13, 14 y 15 se presentan cada uno de los estadísticos seleccionados para representar los datos de grupos de variables para el análisis físico-químico del yogurt batido natural. Los valores individuales de cada uno de los tratamientos evaluados se presentan en el Anexo 3.

En el T1 compuesto por 100% leche en polvo entera (Tabla 11), se observó que las medias para acidez (1,22%), humedad (87,3 %) y grasa (4,17%); por lo tanto cumplen con la norma COVENIN 2393-2001, la cual establece valores de (mín. 0,7% acidez, < 87.8% humedad y mín. 3.2% para grasa). La media para densidad fue de (1,04 g/mL), en cuanto pH (4,60), sinéresis (12%) y viscosidad (291,667 CPS).

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que existe homogeneidad para las variables: pH, humedad, densidad y viscosidad debido a que sus coeficientes de variación son menores al 20%.

Tabla 11. Estadística descriptiva para la determinación de acidez, pH, humedad, densidad, grasa, sinéresis y viscosidad; en el yogurt batido natural correspondiente al tratamiento 1.

Variables	Media	Mediana	Moda	Desviación	Varianza	CV
	Estándart					
Acidez (%)	1,22	1,35	-	0,48	0,23	39,78
pH	4,60	4,72	-	0,49	0,24	10,55
Humedad (%)	87,33	87,0	87,0	0,58	0,33	0,66
Densidad (g/mL)	1,04	1,03	-	0,03	0,0007	2,63
Tratamiento 1 Grasa (%)	4,17	4,0	-	1,26	1,58	30,19
Sinéresis (%)	12	15	15	5,19	27	43,30
Viscosidad (CPS)	291,667	300,0	300,0	14,43	208,33	4,95

Fuente: Cálculos propios.

CV= Coheficiente devariación.

En el T2 (25% leche en polvo y 75% de WPC 80), se observó una media para acidez de (1,067%), humedad de (87,17%) y grasa de (3,83%), lo que indica que todas las variables cumplen con COVENIN 2393-2001, ya que los límites establecidos por la norma son (mín. 0.7% para acidez, < 87.8% humedad y >3.2% para grasa). En cuanto a las demás características evaluadas se obtuvieron valores medios de: pH (4,55), densidad (1.02 g/mL), sinéresis (25%) y viscosidad (180 CPS); tal como se muestra en la Tabla 12.

En cuanto a la homogeneidad de los resultados obtenidos para este tratamiento, se puede decir que: pH, humedad, densidad y grasa son homogéneos debido a que sus coeficientes de variación son menores al 20%.

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y
SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

Tabla 12. Estadística descriptiva para la determinación de acidez, pH, humedad, densidad, grasa, sinéresis y viscosidad; en el yogurt batido natural correspondiente al tratamiento 2.

Variables	Media	Mediana	Moda	Desviación Estándart	Varianza	CV
Acidez (%)	1,067	1,13	-	0,23	0,05	21,71
pH	4,55	4,73	-	0,37	0,13	8,09
Humedad (%)	87,17	87,0	-	0,76	0,58	0,88
Densidad (g/mL)	1,02	1,02	-	0,008	0,0001	0,80
Grasa (%)	3,83	4,0	-	0,76	0,58	19,92
Sinéresis (%)	25	28	-	8,89	79	35,55

Tratamiento 2

Fuente: Cálculos propios. CV= Coheficiente de variación.

En la Tabla 13 se observan los valores de los promedios para el T3 (50% WPC 80 y 50% leche en polvo), donde se observó que para acidez, humedad y grasa (1,17%; 87,67%; y 4,33 % respectivamente) se encuentran debidamente dentro del rango permitido por COVENIN 2393-2001, ya que la norma exige cumplir con los valores de (mín. 0.7% para acidez, < 87.8% humedad y >3.2% para grasa).

Al observar la Tabla 13, se puede evidenciar que los coeficientes de variación para las variables: acidez, pH, humedad y densidad son menores al 20%, por lo tanto son homogéneas.

Tabla 13. Estadística descriptiva para la determinación de acidez, pH, humedad, densidad, grasa, sinéresis y viscosidad; en el yogurt batido natural correspondiente al tratamiento 3.

Variables	Media	Medi- ana	Moda	Desvia- ción	Varian- za	CV
				Estánd- art		
Acidez (%)	1,17	1,17	-	0,18	0,03	15,38
pH	4,53	4,68	4,68	0,26	0,07	5,74
Humedad (%)	87,67	88,0	88,0	0,58	0,33	0,66
Densidad(g/mL)	1,02	1,03	-	0,009	0,0001	0,94
Grasa						
Tratamiento 3	4,33	3,5	3,5	1,44	2,08	33,31
Sinéresis (%)	26	25	-	6,56	43	25,22
Viscosidad(CPS)	225,0	100,0	100,0	216,51	46875,0	96,23

Fuente: Cálculos propios. CV= Coheficiente de variación.

En la Tabla 14 se observa los valores medios para acidez (1,11%), humedad de (87%) y grasa (3,9%), correspondientes al T4 (75% leche en polvo y 25% WPC 80). Los valores cumplen con el rango permitido por COVENIN 2393-2001, ya que la norma establece valores para acidez

mín. 0.7%, 87.8% de humedad y mín. 3.2% de grasa.

Luego de observar la Tabla 14 se puede decir que existe una homogeneidad en el conjunto de datos presentados para las variables: acidez, pH, humedad, densidad y grasa; ya que el coeficiente de variación es menor del 20% para cada una de ellas.

Tabla 14. Estadística descriptiva para la determinación de acidez, pH, humedad, densidad, grasa, sinéresis y viscosidad; en el yogurt batido natural correspondiente al tratamiento 4.

Variables	Media	Mediana	Moda	Desviación	Varianza	CV
				Estándart		
Acidez (%)	1,11	1,04	-	0,13	0,02	11,71
pH	4,54	4,64	-	0,25	0,07	5,62
Humedad	87,33	87,0	87,0	0,57	0,33	0,66
(%)						
Densidad(g/mL)	1,02	1,01	-	0,01	0,0001	1,02
Grasa (%)	3,9	4,0	4,0	0,17	0,03	4,44
Tratamiento 4						
Sinéresis (%)	25,33	21	-	8,39	70	33,10
Viscosidad(CPS)	233,33	200,0	-	152,75	23333,3	65,47

Fuente: Cálculos propios. CV= Coeficiente de variación.

Igualmente en la Tabla 15 se observan los parámetros de acidez, humedad y grasa para el T5 (100% WPC 80), donde al igual que en los tratamientos anteriores se observó que estos parámetros cumplen con COVENIN 2393-2001, ya que los valores obtenidos fueron: acidez (1,29%), humedad (86,16%) y grasa (5,3%), por lo tanto todos los factores cumplen con lo que exige la norma (mín. 07% acidez, < 87,8% humedad y >3,2% grasa).

En el T5 se observó homogeneidad para las variables: pH, humedad, densidad y sinéresis ya que sus coeficientes de variación no superan el 20%.

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y
SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

Tabla 15. Estadística descriptiva para la determinación de acidez, pH, humedad, densidad, grasa, sinéresis y viscosidad; en el yogurt batido natural correspondiente al tratamiento 5.

	Variables	Media	Mediana	Moda	Desviación Estándart	Varianza	CV
Tratamiento 5	Acidez (%)	1,29	1,35	-	0,27	0,07	21,31
	pH	4,51	4,65	-	0,28	0,079	6,22
	Humedad (%)	86,16	86,0	86,0	0,29	0,08	0,33
	Densidad (g/mL)	1,02	1,03	-	0,01	0,0002	1,40
	Grasa (%)	5,33	5,0	-	2,02	4,08	37,89
	Sinéresis (%)	25,33	26	-	5,03	25,33	19,87
	Viscosidad (CPS)	255,0	160,0	-	237,22	56275,0	93,03

Fuente: Cálculos propios.
CV= Coeficiente de variación.

En el análisis comparativo de los resultados se enfatizó en el cálculo de valores promedios obtenidos de todos los datos recopilados durante la fase experimental para cada uno de los tratamientos tal como se observa en el Anexo 3 y 4, así como el empleo de la norma COVENIN 2392-2001, para realizar comparaciones tomando en cuenta si la misma se cumplía o no.

Es necesario acotar que las variables acidez, humedad y grasa fueron referidas en base a los parámetros definidos por COVENIN 2393-2001. Estos registros se usaron como valores normales en esta evaluación a fin de poder realizar comparaciones entre ellos y los datos recopilados durante la fase experimental.

En las Figuras 5, 6, 7, 8, 9,10 y 11 se muestran los valores promedios de pH, acidez, humedad, densidad, grasa, sinéresis y viscosidad en muestras de yogurt batido natural fabricado en el Laboratorio de Industrias de la Leche de la UNET bajo el nombre de T1, T2, T3, T4 y T5; elaborados durante tres semanas consecutivas.

En la figura 5 se observa el valor de las medias para acidez en cada uno de los tratamientos, encontrándose un rango que va desde 1,07% a 1,29%. Al realizar comparaciones de estos resultados con lo que establece COVENIN 2393-2001, se encontró que todos los tratamientos cumplen con el límite establecido por la norma, donde se piden valores ($>0,7\%$) de acidez en yogures. El valor de la acidez puede variar de un tratamiento a otro debido al contenido de glucosa en la mezcla, ya que según el artículo de Industria Alimenticia (2004), vol. 15 N° 5; se dice que alrededor del 20 al 30% de la lactosa en la base del yogurt, se divide en glucosa y galactosa, donde la glucosa se convierte en ácido láctico durante la fermentación del yogurt.

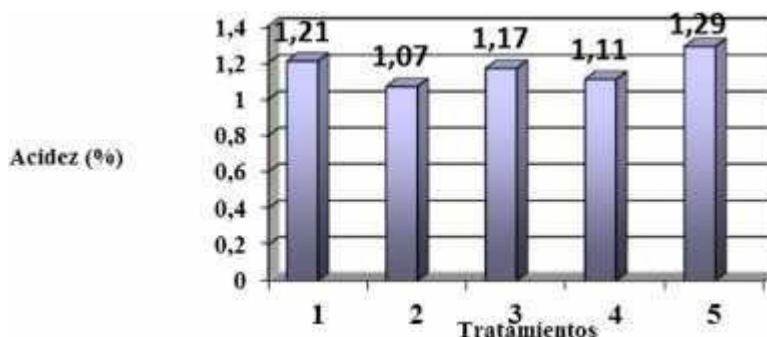


Figura 5. Valores promedio de acidez en cada tratamiento.

Al medir los promedios totales de pH (Figura 6), en las muestras de yogurt batido natural para cada uno de los tratamientos se observaron rangos de 4,6 a 4,51 de pH, donde el más ácido fué el T1(100% leche en polvo) y el menos ácido el T5 (100% WPC 80). Según el artículo de Industria Alimenticia (2004), vol. 15 N° 5, el valor de pH en los yogures es consistentemente mayor y la acidez es consistentemente menor, cuando el suero dulce reemplaza 25% y 50% de los sólidos de la leche en una base de yogurt, lo cual se puede observar en el T3 (50% WPC 80 y 50% leche en polvo) un pH= 4,53 y una acidez= 1,17%; mientras que en el T4 (75% leche en polvo y 25% WPC 80) pH= 4,54 y acidez= 1,11%.

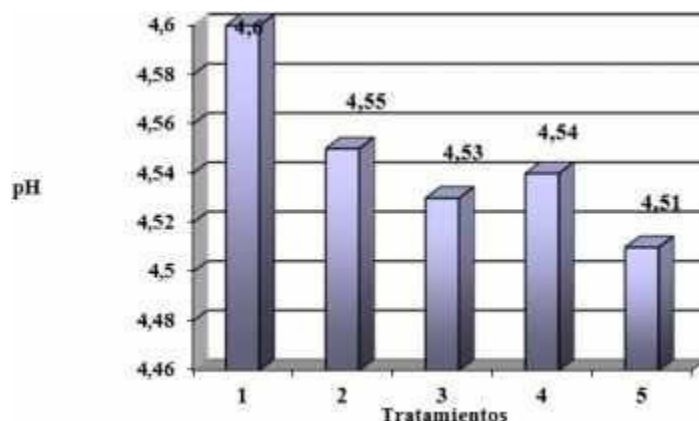


Figura 6. Valores promedio de pH en cada tratamiento.

Al observar la humedad en los tratamientos se encontraron valores que van de 86,23 a 87,67% de humedad, lo que indica que cumple con el rango establecido por COVENIN 2393-2001, (humedad < 87,8%) en yogurt. El T3 (50% WPC 80 y 50% leche en polvo), fué el que presentó mayor humedad (87,67%) y el T5 (100% WPC 80) menor humedad (86,23%), tal como se observa en la Figura 7.

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y
SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

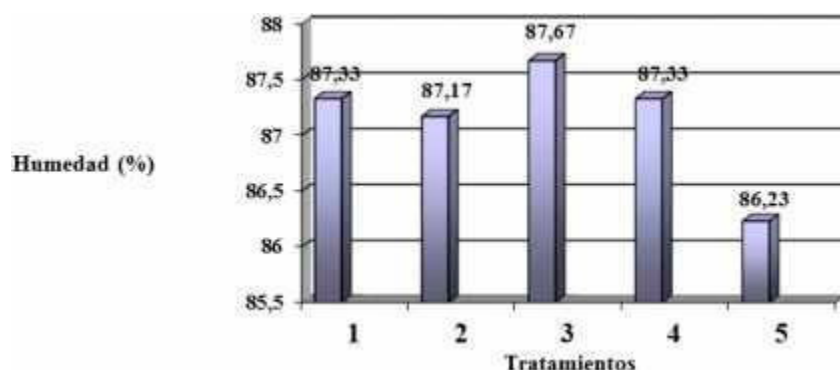


Figura 7. Valores promedio de humedad en cada tratamiento.

El resultado obtenido para la densidad osciló en valores que fueron de 1,02 g/mL hasta 1,036 g/mL; donde el T3 (50% WPC 80 y 50% leche en polvo) fué el menos denso (1,02 g/mL) y el T1 (100% leche en polvo) presentó mayor densidad (1,036 g/mL). Tal como se observa en la Figura 8.

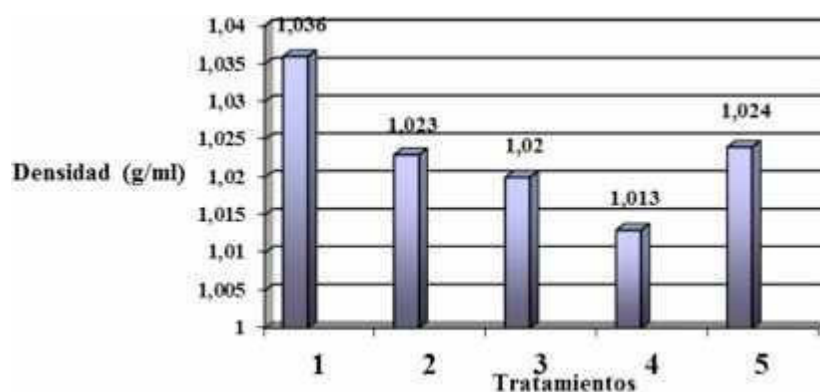


Figura 8. Valores promedio de densidad en cada tratamiento.

En la Figura 9 se presentan los promedios para grasa y se observó que los valores en cada tratamiento se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma COVENIN 2393-2001, la cual dice que para grasa debe ser $>3,2\%$ en yogures y los rangos encontrados fueron de 3,83% a 5,33%, siendo el T2 (25% leche en polvo y 75% WPC 80) el menor y el T5 (100% WPC 80) el mayor.

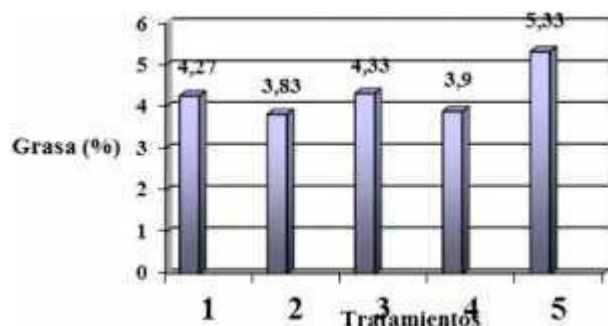


Figura N° 9. Valores promedio de grasa en cada tratamiento.

En la figura 10 se muestran los valores de sinéresis para cada tratamiento donde T1 (100% leche en polvo), fué el que presentó menor grado y T3 (50% leche en polvo + 50% WPC 80), el mayor. Según el artículo de Industria Alimenticia (2004), vol. 15 N° 5; se dice que uno de los beneficios más significativos de los concentrados de proteína de suero es su efecto de separación o sinéresis durante el almacenaje o vida de anaquel del yogurt, por lo cual al comparar esto con los resultados obtenidos se pueden explicar las diferencias encontradas entre en tratamiento 1 (100% leche en polvo) y los demás tratamientos (entre un 25% a 100% de WPC 80 agregado).

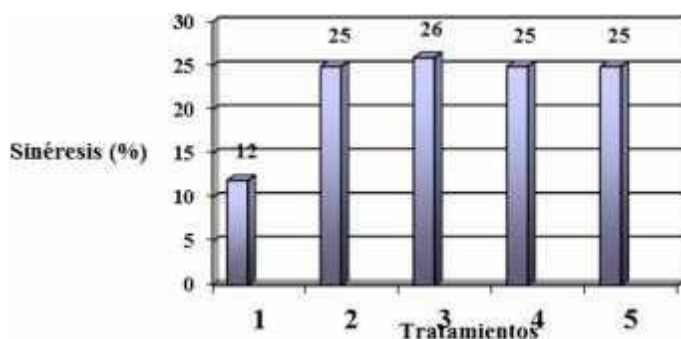


Figura N° 10. Valores promedio de sinéresis en cada tratamiento.

Para la viscosidad se observó un yogurt más viscoso (T1= 291,67 CPS) y un yogurt menos viscoso (T2= 180 CPS). Según el artículo de Industria Alimenticia (2004), vol. 15 N° 5; se dice que cuando los yogures fortificados con concentrados de proteína de suero se tratan correctamente al calor, tienen mayor viscosidad y capacidad para retener agua.

“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”

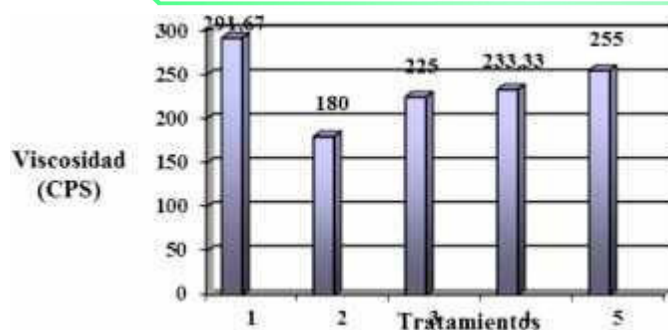


Figura N° 11. Valores promedio de viscosidad en cada tratamiento.

5.2. Estadística descriptiva para la evaluación sensorial del yogurt batido natural.

Para la discusión de estos resultados se han utilizado tablas de frecuencia relativa, las cuales se presentan a continuación representadas por las Figuras 12, 13, 14, 15, 16, y 17 según el tratamiento (ver Anexo 10) de acuerdo a las encuestas aplicadas a cada uno de los seis panelistas semi-entrenados (ver Anexo 5), donde se evaluaron las características: color, olor, textura, sabor, aspecto y cuerpo de cada uno de los yogures fabricados.

En la Figura 12 se observa el resultado para color de cada tratamiento, donde los panelistas opinaron que T1 (100% leche en polvo), estuvo entre un color no tan blanco a intermedio, T2 (25% leche en polvo y 75% WPC 80) y T5 (100% WPC 80), color intermedio, T3 (50% leche en polvo y 50% WPC 80), y T4 (75% leche en polvo y 25% WPC 80), de color no tan blanco.

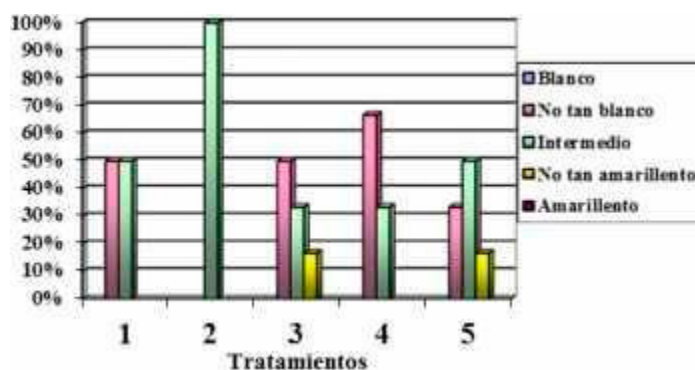


Figura 12. Distribución de frecuencias según el color conseguido en el yogurt batido natural para cada uno de los tratamientos (durante las tres semanas evaluadas).

Para el aspecto se observó que el tratamiento 1(100% leche en polvo), y T4 (75% leche en polvo y 25% WPC 80), no presentaron sinéresis, T2 (25% leche en polvo y 75% WPC 80) con un aspecto casi sin sinéresis a intermedio, mientras que los T3 (50% leche en polvo y 50% WPC 80), y T5 (100% WPC 80), casi no presentaron sinéresis (Figura 13).

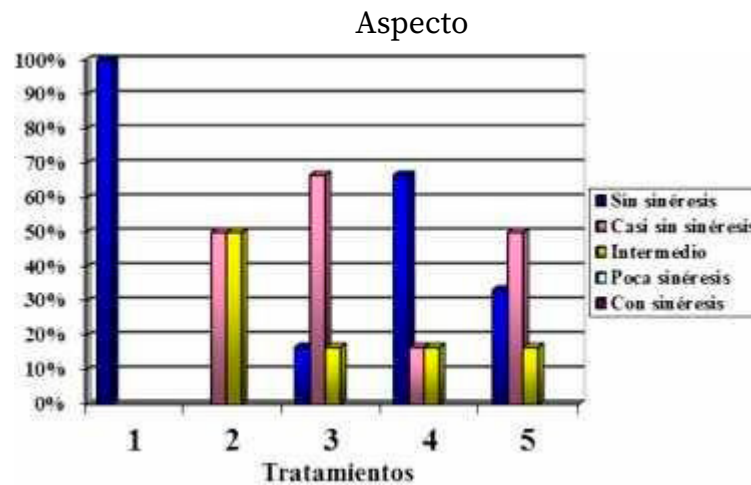


Figura 13. Distribución de frecuencias según el aspecto conseguido en el yogurt batido natural para cada uno de los tratamientos (durante las tres semanas evaluadas).

En la Figura 14 se encuentran los resultados de la encuesta para el olor de cada yogurt, donde T1 (100% leche en polvo), presentó un olor que fué desde algo fresco a intermedio, T2 (25% leche en polvo y 75% WPC 80), con un olor no tan láctico acidificado a intermedio, mientras que para los T3 (50% leche en polvo y 50% WPC 80) y 5 (100% WPC 80) de olor intermedio y finalmente el T4 (75% leche en polvo y 25% WPC 80), presentó un olor no tan láctico acidificado.

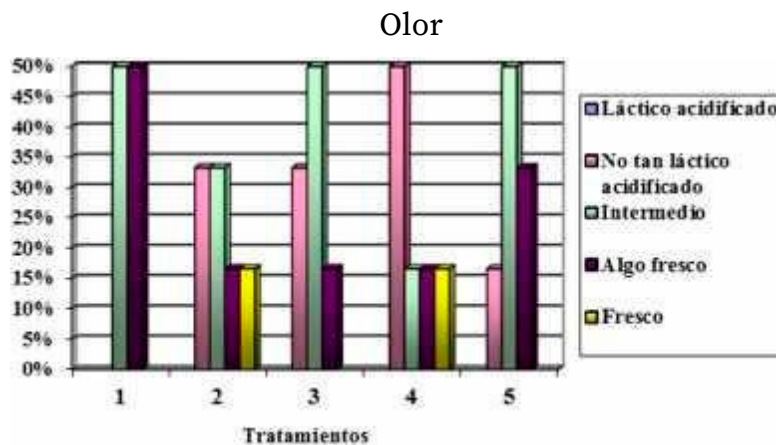


Figura 14. Distribución de frecuencias según el olor conseguido en el yogurt batido natural para cada uno de los tratamientos (durante las tres semanas evaluadas).

En la Figura 15 se observa el resultado para la característica cuerpo para cada uno de los tratamientos, donde el panel entrenado opinó que sólo en T1 (100% leche en polvo), fué de no tan viscoso a intermedio, mientras que todos los demás tratamientos fueron débiles.

“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”

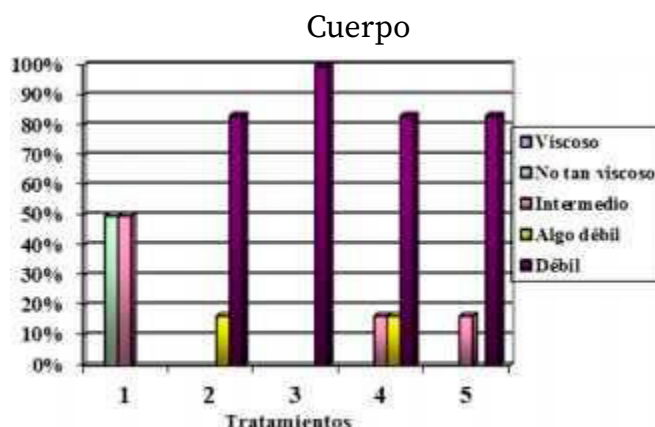


Figura 15. Distribución de frecuencias según el cuerpo conseguido en el yogurt batido natural para cada uno de los tratamientos (durante las tres semanas evaluadas).

Al evaluar la textura de los yogures se observó que: T1, T3, T4 y T5 presentaron textura lisa con más del 50%, tal como se observa en la Figura 16, sólo el T2 obtuvo una textura que varió de lisa a intermedia. Según el artículo de Industria Alimenticia (2004), vol. 15 N° 5; se dice que se ven algunas diferencias en la textura de los yogures preparados con diferentes concentrados de proteína de suero al 80%, siendo relativamente mínimas.

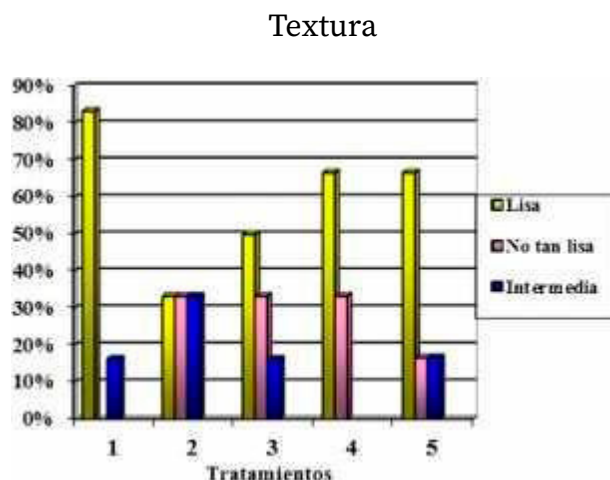


Figura 16. Distribución de frecuencias según la textura conseguida en el yogurt batido natural para cada uno de los tratamientos (durante las tres semanas evaluadas)

Para la característica sabor (Figura 17), se encontró que T1 (100% leche en polvo), fué de un sabor intermedio hasta algo fresco, T5 (100% WPC 80), presentó sabor algo fresco, mientras que los demás tratamientos tuvieron sabor intermedio.

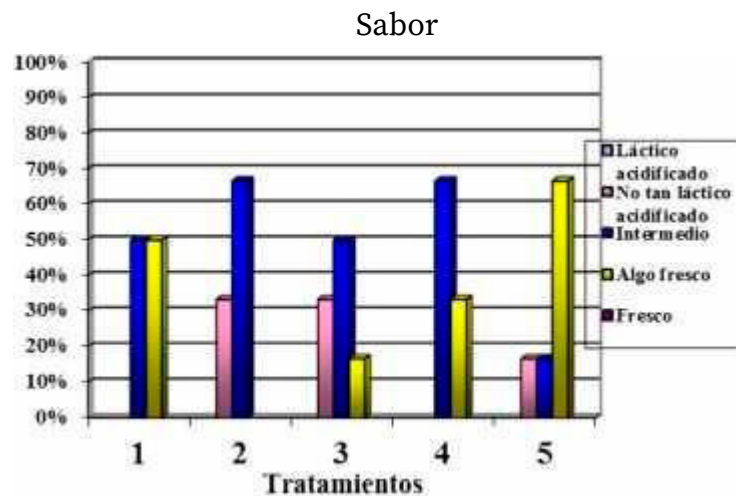


Figura 17. Distribución de frecuencias según el sabor conseguido en el yogurt batido natural para cada uno de los tratamientos (durante las tres semanas evaluadas).

a. Matriz de correlaciones por rangos de Spearman para los pares de variables organolépticas.

En la Tabla 11, se presenta una matriz de correlación donde el rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1 y miden la fuerza de la asociación entre las variables; donde el primer valor de cada celda representa la correlación de Spearman y el segundo valor el de la significación estadística, que cuando resulte menor a 0,05 se dice que la correlación es significativa o altamente significativa entre el par de variables a un nivel de confianza del 95% desde el punto de vista estadístico.

En contraste con las correlaciones de Pearson más comunes, los coeficientes de Spearman se calculan a partir de los rangos de los valores en lugar de los valores en sí mismos. En consecuencia, son menos sensibles a los valores atípicos que los coeficientes de Pearson.

Al observar la Tabla 16 se puede decir que hay una correlación altamente significativa por debajo de 0,05 para los siguientes pares de variables: color y sabor (al aumentar el valor de una variable, también aumenta el valor de la otra variable).

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y
SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

Tabla 16. Matriz de correlaciones de Spearman aplicadas a las características organolépticas a cada uno de los tratamientos (durante las tres semanas evaluadas).

Sabor	Aspecto	Color	Olor	Cuerpo	Textura
Sabor	-0,2705	-0,3739	0,1606	-0,1160	-0,2648
0,1453	0,0441	0,3872	0,5324	0,1538	
Aspecto	-0,2705	0,2663	-0,1483	0,1580	0,1483
	0,1453	0,1515	0,4244	0,3947	0,4245
Color	-0,3739	0,2663	-0,0795	-0,1220	0,2574
0,0441	0,1515	0,6687	0,5111	0,1657	
Olor	0,1606	-0,1483	-0,0795	-0,2147	-0,3134
0,3872	0,4244	0,6687	0,2476	0,0915	
Cuerpo	-0,1160	0,1580	-0,1220	-0,2147	0,0815
	0,5324	0,3947	0,5111	0,2476	0,6608
Textura	-0,2648	0,1483	0,2574	-0,3134	0,0815
0,1538	0,4245	0,1657	0,0915	0,6608	

Fuente: Análisis de multivariantes.

CONCLUSIONES

Los valores promedio de acidez se encontraron entre 1,07% a 1,29% de ácido láctico, que al ser comparados con los parámetros COVENIN 2393-01, se observó que todos los tratamientos cumplen con lo establecido por la norma (mín. 0,7%).

Para los rangos promedio de grasa (3,83% a 5,33%) y humedad (86,23% a 87,67%) de todos los tratamientos, están dentro de los límites permitidos por COVENIN 2393 (2001), la cual establece que la grasa en yogurt debe estar en valores por encima de 3,2% y la humedad debe ser < 87,8%.

En la variable densidad, los valores promedio obtenidos en las muestras de yogurt natural durante las tres semanas evaluadas para esta investigación, estuvieron dentro de un rango de 1,02 g/ml hasta 1,036 g/ml.

Los valores promedio para la variable pH en las muestras del yogurt batido natural se encontraron en un rango de 4,6 a 4,51, donde el tratamiento con pH más ácido fue el T1 (100% leche en polvo) y el más básico fue el T5 compuesto por 100% WPC 80.

Al medir los promedios totales para la variable sinéresis encontramos que la misma estuvo entre 12% a 26%, donde los tratamientos compuestos por leche en polvo y/o WPC 80, presentaron mayor grado de sinéresis.

La variable viscosidad estuvo entre un rango comprendido desde 180 CPS hasta 291,67 CPS, siendo el T1 (100% leche en polvo), el más viscoso.

En los análisis físico-químicos realizados al yogurt batido natural, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos elaborados durante tres semanas consecutivas, posiblemente esto se debe a que todas las muestras se fabricaron con productos del mismo tipo, marca y origen.

En cuanto a las características organolépticas para cada yogurt batido natural se encontraron diferencias entre los tratamientos, esto debido a que cada uno estuvo compuesto por diferentes mezclas de los ingredientes utilizados para su fabricación, donde:

- El tratamiento 1 (100% leche en polvo), presentó un color de intermedio a no tan blanco, sin sinéresis, de olor intermedio a fresco, de cuerpo no tan viscoso a intermedio, textura lisa y sabor algo fresco a intermedio.
- Para el tratamiento 2 (25% leche en polvo + 75% WPC 80) se encontró un color, aspecto y sabor intermedio; de olor no tan láctico a intermedio, débil y de textura que varió de lisa a intermedia.
- En cuanto al tratamiento 3 (50% leche en polvo + 50% WPC 80) se consiguió un color no tan blanco, casi sin sinéresis, de olor y sabor intermedio, débil y textura lisa.
- El tratamiento 4 (75% leche en polvo + 25% WPC 80), se halló un color no tan blanco, sin sinéresis, de olor no tan láctico, cuerpo débil, textura lisa y sabor intermedio.
- En el tratamiento 5 (100% WPC 80), se tuvo un color y olor intermedio, casi sin sinéresis, de cuerpo débil, textura lisa y un sabor algo fresco.

**“INFLUENCIA DEL WPC 80 SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS Y
SENSORIALES DEL YOGURT BATIDO”**

BIBLIOGRAFÍA

Amadeo, S. (2005). U.S Dairy Export Council. [online]. [Citado el 8 de Noviembre de 2007]. Disponible en: [www.cavilac.org/.../Documentos/IIIForoVenezolano delaleche/ USDEC%20 %20 U.S%20Dairy%20Export%20Council.pdf](http://www.cavilac.org/.../Documentos/IIIForoVenezolano%20delaleche/USDEC%20%20U.S%20Dairy%20Export%20Council.pdf).

Ávila, R. ; Cárdenas, A y Medina, A (2000). Tratamiento del Lactosuero Utilizando la Técnica de Electrodiálisis. Artículo publicado en la Revista Interciencia Vol. 25 Nro. 2.

Brookfield (1999). Manual de operaciones para viscosímetro RVT. Brookfield Engineering Laboratorios, INC. Impreso en USA.

Castillo M., Borregales C., y Sánchez M. (2004) Influencia de la pectina sobre las propiedades reológicas del yogur. Revista de la Facultad de Farmacia; vol. 46(2) p. 33-37. Universidad de los Andes Mérida, Venezuela.

Comisión Venezolana de Normas Industriales. “LECHE FLUIDA DETERMINACIÓN DE GRASA MÉTODO DE GERBER 1053”. Publicación de FONDONORMA. Ministerio de Fomento. Caracas. Año 1982.

Comisión Venezolana de Normas Industriales. “LECHE CRUDA 903”. Publicación de FONDONORMA. Ministerio de Fomento. Caracas. Año 1993.

Comisión Venezolana de Normas Industriales. “YHOGURT 2393”. Publicación de FONDONORMA. Ministerio de Fomento. Caracas. Año 2001.

Díaz, B., Sosa, M., y Vélez, J. (2004). Efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogurt. Revista Mexicana de Ingeniería Química; vol. 3 N° 003 p. 287-3c5. UNIVERSIDAD Autónoma Metropolitana- Iztapalapa.

Faría, E., y Yotsuyanagi, K. (2002). Técnicas de análisis sensorial. Instituto de Tecnología de Alimentos. Núcleo de Análisis Físicos, Sensoriales y Estadísticos, Campinas, Brasil Primera Edición.

Fernández, M. (2001). Iniciación al análisis sensorial de los alimentos. Aula de Productos Lácteos. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo España Pág. 22.

García, L. y Olmo V. Proceso de Elaboración del Yogur. Instituto de Ciencias de Educación de la Universidad de Catalunya. Brasil, [online]. jul. 1987. [citado 30 Noviembre 2007]. Disponible en la World Wide Web: <http://www-ice.upc.es/documents/eso/aliments/HTML/lacteo-5.html>.

García G. Mariano. (2006) Leches Fermentadas como Vehículos de Prebióticos. Archivos de Investigación Pediátrica Departamento de Biotecnología Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México.

Hernández Carranza, P. (2004). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas de yogurt bajo en grasa enriquecido con fibra y calcio de yogurt. Tesis Maestría. Ciencia de Alimentos. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla.

Hidalgo, J. La Seguridad de Llamarse Yogurt. Diario de la Seguridad Alimentaria. [online]. jun. 2001. [citado 12 Noviembre 2007]. Disponible en la World Wide Web: [http://www.consumaseguridad.Com/web/es/normativa _ legal / 2001/06/05/197](http://www.consumaseguridad.Com/web/es/normativa_legal/2001/06/05/197).

Industria Alimenticia (2004). Ingredientes al día: Fortaleciendo las Cualidades del Yogurt. Stagnito Communications Inc. Volúmen 15 N° 5.

Johnson, B. (2005). Los concentrados de proteína de suero y sus aplicaciones en productos bajos en grasa. [online]. [citado 12 Noviembre 2007]. Disponible en la World Wide Web:

www.Alimentariaonline.Com/apadmin/img/upload/MLC01_WPCBAJAENGRASA_L.pdf

Klagges, M., (1984). Elaboración de yogurt batido con concentrado proteico de suero obtenido por ultrafiltración. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, (INIA), Chile Disponible en la Biblioteca Central del INIA K63.

Ludeña, F. (2006). Apoyo Técnico en la Transferencia de Tecnologías Limpias en una Empresa del Sector Agroindustrial (Lácteos). Proyecto OEA: Programa Horizontal de Tecnologías Limpias y Energías Renovables, Perú.

Mendoza, Lázaro. Proceso de Elaboración de Yogurt Batido. Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco. [online]. Mayo. 2007. [citado 30 Noviembre 2007]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.Textoscientíficos.com/alimentos/yogurt>.

Norma general del Codex Alimentarius para el uso de términos lecheros “Codex Stan 206” página 1 año 1999.

NZMP. Aplicación de Proteínas Lácteas en Productos Fermentados. Seminario de Yogurt. Maracay, Venezuela año 2002.

Padín, C., y Díaz, M. Efecto de la concentración inicial del lactosuero sobre la fermentación alcohólica con *Kluyveromyces fragilis*. Rev. Soc. Ven. Microbiol. [online]. jun. 2006, vol.26, no.1 [citado 17 Enero 2008], p.35-41. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131525562006000100008&lng=pt&nrm=iso>. ISSN1315-2556.

Palanca, O., (2003). Optimización de un proceso industrial de elaboración de yogur firme con proteínas séricas como sólidos lácteos de enriquecimiento. Universidad Autónoma de Madrid, Centro de Ciencias [online]. [citado 12 Noviembre 2007]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.cibernetia.com>

/tesis_es/CIENCIAS_TECNOLOGICAS/TECNOLOGIA _DE_LOS_ALIMENTOS
/ELABORACION _DE_ALIMENTOS/1.

Perea, J. y Paz M., (1999). Desarrollo de un yogurt de soya con adición de suero de quesería. Revista de tecnología e higiene de los alimentos, ISSN 0300-5755, N° 338 pág. 49-52.

Sevilla, A. (2004). Suero de Leche. (Documento en Línea). Disponible en: www.bionic.com.mx/suero-leche-whey-protein-i-41.html. [citado 10 Diciembre 2007].

Wattiaux, M. Composición de la Leche y Valor Nutricional. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. [online]. sep.2006... [citado 10 Diciembre 2007]. Universidad de Wisconsin-Madison. Disponible en la World Wide Web: <http://WWW.babcock.wisc.edu/downloads/de/19.es>.

Wittig, E., Curia, A., Calderón, S., *et al.* Un estudio transcultural de yogurt batido de fresa: aceptabilidad con consumidores versus calidad sensorial con paneles entrenados. ALAN. [Online]. Jan. 2005, vol.55, no.1 [citado 21 Enero 2008], pag.77-85. Disponible en la World Wide Web: http://www.scielo.org.ve/scielophp?script=sci_arttext&pid=S0004-06222005000100011&lng=pt&nrm=iso >ISSN 0004-0622.