



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÀLAMO TEMAPACHE**

---

**TESIS PROFESIONAL**

**“ELABORACION Y CARACTERIZACION DE UN YOGURT  
A PARTIR DE MORINDA CITRIFOLIA COMO AGENTE  
FUNCIONAL”**

**PRESENTA**

**JACQUELINE MARIEL GONZALEZ CRUZ**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**M.B. ALEJANDRO CRUZ HERNANDEZ**

**CO-DIRECTOR DE TESIS:**

**LEANDRO CHAIRES MARTINEZ**

**XOYOTITLA, ALAMO TEMAPACHE, VER**



## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que de manera directa o indirecta, han colaborado en la realización de la presente tesis.

En especial quiero agradecer a mi director de tesis, M.B Alejandro Cruz Hernández, por brindarme la oportunidad y la confianza de trabajar con su guía, gracias por su tiempo, sus correcciones y el interés en hacer posible este trabajo, es un docente comprometido, con gran ética, preocupado por sus alumnos y su realización, y creo firmemente que esas son características de una persona con vocación, es usted un excelente ser humano.

Al Doctor Leandro Chaires Martínez, un maestro digno de admirar, dispuesto a ayudar, despejando dudas, mostrando su amplio conocimiento con paciencia, con métodos que en mi experiencia siempre me aseguraron el aprendizaje, todas sus clases fueron pases al conocimiento.

Y sobre todo al M.C Pascual Hernández Bautista, por todo el apoyo desde que lo conocí, por aceptar ser el director de muchos proyectos a lo largo de mi formación académica, uno de los mejores profesores que he conocido, un ejemplo a seguir como ser humano y como profesional, ha sido como, mi familia, siempre al pendiente y orgulloso de cada logro obtenido en este camino.

A mis compañeros de laboratorio, estudiantes de maestría, dispuestos a colaborar en todo momento.

## DEDICATORIA

Dentro de mi corto recorrido por la vida, me eh podido dar cuenta que hay muchas cosas para las que soy buena, encontré destrezas, virtudes, habilidades, dones, que jamás pensé tendría y otros se desarrollasen en mí, todo esto se lo debo a Dios. Aprendí que por más que disfrute trabajar sola, siempre obtendré un mejor resultado con ayuda, innumerables ocasiones quise rendirme, y en el desarrollo de esta tesis, pero son más los motivos para seguir, por ello quiero hacer la siguiente mención especial.

A mis padres por haberme inculcado los principios, valores y lo necesario para afrontar la vida, me enseñaron más de lo creen y por ello soy la persona fuerte y valiente de la actualidad, por mostrarme todas las caras que tiene el mundo, mi eterno agradecimiento y respeto, los llevo en mi corazón como se guarda un tesoro.

Familia, tías y hermanas, que siempre han sido una parte importante y fundamental en mí, son alegría, risas, fiesta, pero también son un hombro donde descansar cuando así lo eh necesitado, gracias.

A mis amigos, que supieron ser otra familia para mí en el aula, fuimos sin duda el mejor equipo en estos 5 años, unidos como hermanos, por todos esos momentos gratos y otros no tanto, que siempre voy a recordar como pieza clave de mi formación no solo académica si no personal, todos y cada uno de ustedes son personas valiosas.

Mi motivador y mi compañero en esta vida, sé que este y muchos trabajos más han sido escritos por mí, pero en su desarrollo tú los has padecido conmigo, me has visto crecer, me has visto soñar, llorar, reír, en fin, cada una de mis facetas las sabes, por mi has hecho más de lo que dijiste que podías, y quizá no lo sepas pero eh aprendido mucho de ti, has sabido trasmitirme tu fortaleza, tu bondad, tu gentileza ya que no suelo ser muy amable y/o paciente, tu valentía, tu forma de manejar la presión, eres un ejemplo para mí, te admiro profundamente, como puede existir una persona así de maravillosa, con la capacidad de hacerme desear hacer las cosas mejor, gracias por esa osmosis de resiliencia, estoy convencida que si eres un Ángel, yo quiero ser como tú.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
MARCO TEORICO .....	2
1.-Definición de leche .....	2
1.1.-Propiedades nutritivas .....	2
1.2.- Productos lácteos .....	3
1.3.-Bacterias Acido lácticas .....	4
1.3.2 Streptococcus thermophilus. ....	4
1.3.3 Lactobacillus bulgaricus.....	4
1.3.4 Fermentación.....	4
1.3.5 Propiedades nutritivas del yogurt.....	5
1.4 Morinda Citrifolia .....	5
1.4.1 Características de la fruta .....	5
1.4.2 Origen y clasificación.....	6
1.4.3 Clasificación.....	6
1.4.4 Características Botánicas.....	6
1.4.5 Beneficios de Morinda Citrifolia.....	7
1.4.6 Componentes principales .....	7
1.4.7 El papel de la Morinda Citrifolia contra los efectos de la diabetes. ....	7
1.5 Diabetes.....	8
1.5.1 tipos de diabetes .....	8
1.6 Antioxidantes .....	9
1.6.1 Radicales libres .....	10
1.6.2 Estrés oxidativo.....	10
1.6.3 Los antioxidantes y la calidad de vida de pacientes diabéticos.....	10
II.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
III.-JUSTIFICACION .....	12
IV.-HIPOTESIS .....	13
V-OBJETIVOS .....	13
Objetivo general .....	13
Objetivos Particulares: .....	13
VI.- METODOLOGIA.....	14
6.1.-Material Biológico .....	14

6.2.-Diseño experimental .....	14
6.3.-Elaboración de pulpa de noni.....	14
6.3.1.-Selección de materia prima.....	15
6.3.2.-Lavado .....	15
6.3.3.-Pelado.....	15
6.3.4.- Despulpado .....	16
6.3.5.- Pasteurización .....	16
6.3.6.-Enfriamiento .....	16
6.4.1.-Acondicionamiento de la leche .....	17
6.4.2.-Pasteurización .....	17
6.4.3.- Siembra del cultivo .....	18
6.4.4.-Incubación.....	18
6.4.5.-Enfriamiento .....	18
6.4.6.-Mezcla.....	18
6.5.-Análisis fisicoquímicos.....	19
6.5.1 PH.....	19
6.5.2 Porcentaje de acidez.....	19
6.5.3-Determinacion de color.....	19
6.6.-Análisis sensorial .....	19
6.7.-Análisis microbiológicos .....	20
6.8.- Determinación de actividad antioxidante.....	21
VII.-RESULTADOS .....	22
7.1.-Características Fisicoquímicas.....	22
7.2.-Determinacion de color.....	22
7.3.- Análisis Microbiológicos .....	23
7.4.-Análisis sensorial .....	24
7.5.-Actividad antioxidante .....	25
7.6.-Información nutrimental .....	26
CONCLUSIÓN .....	27
BIBLIOGRAFIA.....	28

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla I.- Componentes de la leche .....	2
Componentes .....	2
Porcentaje .....	2
Tabla 2 -Formulaciones .....	14
Tabla 3- Valores promedio .....	22
Tabla 4- Determinación de color. ....	23
Tabla 5- Resultados UFC .....	24
Tabla 6.- Información Nutrimental.....	26

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 2.- Pulpa de noni .....	15
Figura 3. Diagrama de flujo, elaboración de yogurt de plátano .....	17
Figura 4.- Análisis sensorial .....	25
Figura 5.- Actividad antioxidante .....	26

## INTRODUCCIÓN

El yogurt es un producto fermentado elaborado a partir de leche entera, en el cual toman acciones las bacterias ácido lácticas, transformando los azúcares en ácido láctico principalmente y pequeñas cantidades de productos secundarios como compuestos carbonílicos, ácidos grasos volátiles, aminoácidos y alcoholes, como consecuencia de la acidificación del medio por las bacterias ácido lácticas, las proteínas de la leche se coagulan y precipitan, dando lugar a un producto con sabor, aroma y textura característico, el cual es apreciado por su alto contenido de proteínas que ayuda a mejorar la digestión del organismo por los cambios ocurridos en las proteínas de la leche. Actualmente en nuestro medio se consume yogurt por sus saludables beneficios y por sus propiedades organolépticas agradables de esta forma se ha convertido en uno de los alimentos lácteos más apetecidos del mundo gracias a la variedad de sabores y presentaciones que existen en el mercado. En la actualidad son varios los tipos de yogurt que se procesan, como, por ejemplo: yogurt natural, sin adición de aromas, sabores y azúcares; yogurt azucarado al que se le agregan azúcares comestibles como la sacarosa; yogurt con edulcorantes calóricos y no calóricos y yogurt con frutas, zumos y pulpas, también existen en el mercado yogures de distintas consistencias: líquido, batido y semisólido. El yogurt se conoce desde la antigüedad. Su método de fabricación se conservó como tradición en los pueblos nómadas, que se cree fueron los primeros en conocerlo. Su tecnología tradicional se transmitió por vía oral en varias culturas, y el nombre proviene del turco “yogurut” y del búlgaro “yaourt”.



## MARCO TEORICO

### 1.-Definición de leche

La leche es un producto que se obtiene de las secreciones de las glándulas mamarias de las vacas, sin calostro, y debe ser sometido a tratamientos térmicos que garanticen la inocuidad del producto (NOM-155-SCFI-2012), además, es considerado un alimento básico en la alimentación humana, por su contenido en nutrientes y la calidad nutricional, así mismo, el aporte energético (Fernández et al., 2015).

#### 1.1.-Propiedades nutritivas

La leche ha sido considerada como un alimento completo, por que proporciona un elevado contenido de nutrientes, además, aporta proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas. (McCance and Widdowson's.,2015). A continuación, se muestran los componentes de la leche (Tabla 1), principalmente por 87.5% de agua y 12.5% de sólidos (Mahuat, 2004).

**Tabla I.- Componentes de la leche**

Componentes	Porcentaje
<b>Agua</b>	87,5 %
<b>Lactosa</b>	4,8 %
<b>Grasa</b>	4,00 %
<b>Proteína</b>	3.50 %
<b>Sales minerales</b>	0.70
<b>Total</b>	100%

Las proteínas de la vaca son fácilmente digeribles, ya que aportan aminoácidos, estas proteínas pueden ser absorbidas a través de la mucosa intestinal, para efectos de actividad a nivel gastrointestinal (Birgisdottir et al., 2002). Además, las vitaminas de la leche de vaca son liposolubles e hidrosolubles como la vitamina B12, riboflavina (vitamina B2), vitamina A, niacina y piridoxina (vitamina B1) (Michaelsen et al., 2007).

## 1.2.- Productos lácteos

Existen diferentes tipos de productos donde la materia prima es la leche, por ejemplo, la leche descrema se fabrica a partir de la grasa entera, depende de la diferencia de las densidades entre glóbulos de la grasa y la fase acuosa (Tremblay A, Gilbert, 2009).

La leche en polvo es otro de los productos lácteos, esta consiste en eliminar el agua por acción de aire caliente, donde el contenido de grasa esta entre el 12 y 14% y puede denominarse leche semidescremada (Casanueva, 2001). Por otra parte, los productos lácteos fermentados son obtenidos de leche pasteurizada, entera, parcialmente o descremada con acción de microorganismos vivos (Sailas, et al, 2009), también existen otros elaborados con enzimas (renina) coagulando la caseína (Lummela, et al., 2009)., así como también sueros de leche mediante coagulantes de origen animal, vegetal o microbiano, por la adición de ácidos orgánicos o minerales de grado alimenticio o por acidificación por intercambio iónico hasta alcanzar el punto isoelectrico de la caseína (Marques, GA., 2006), las grasas juegan un papel importante en el desarrollo de productos lácteos tales como la crema, a base de una fracción determinada de grasa y solidos no grasos de la leche (Marques, GA., 2006), la mantequilla es obtenida de grasa de leche o grasa de crema al formar una emulsión, esta se pasteuriza para la inhibición de las lipasas, se somete a maduración, fermentación (por *Lactococcus lactis*, *Streptococcus diacetylactis*, *Streptococcus heterofermentativos* y *Leuconostoc spp*) o acidificación, batido o amasado (Mirmiran, 2005), cuando se sustituye la grasa butírica por la grasa vegetal recibe el nombre de margarina. En el mercado de los lácteos lideran productos como los helados que son elaborados por congelación con agitación de una mezcla pasteurizada, incluyendo frutas (Zemel MB., 2009)., el yogurt de acuerdo al Codex Alimentarius producto fermentado de bacterias como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* también incluye en sus ingredientes frutas.

### **1.3.-Bacterias Acido lácticas**

Las bacterias acido lácticas se caracterizan por la producción de ácido láctico de la fermentación de azúcares como glucosa y lactosa (Velásquez., et al,2005). Los géneros representativos de las BAL se denominan: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Bifidobacterium* y *Pediococcus*. Con excepción de *Bifidobacterium*, todos son aeróbicos (Mateos, 2002).

#### **1.3.2 Streptococcus thermophilus.**

Esta cepa pertenece al grupo de las BAL y es una de las más usadas en la industria láctea para producción de queso y yogurt, es termófila, se desarrolla a 37-40°C de temperatura, pero puede resistir 50°C e incluso 65°C por media (Vadeboncoeur, M.,2004).

#### **1.3.3 Lactobacillus bulgaricus**

Especie de bacteria que pertenece al grupo de bacilos lácticos, homofermentativa. Se desarrolla entre 42 y 45°C, produce disminución del pH, con rendimiento de 2.7 % de ácido láctico, es proteolítica y produce hidrolasas que liberan proteínas, (Stamatova, MK; 2007).

#### **1.3.4 Fermentación**

En la fermentación láctica las bacterias ácido lácticas utilizan la glucosa proveniente del proceso celular para obtener energía y tener como producto metabólico el ácido láctico y la liberación de péptidos. Antes de ser consumida, la leche fermentada modifica la estructura de las proteínas que facilita la liberación de péptidos durante la digestión (Reyes, 2008).

Las bacterias lácticas han sido cultivos importantes en la industria láctica impidiendo el crecimiento de otros microorganismos que disminuyen el pH del medio (Solano, 2006). En el proceso de fermentación se debe alcanzar una temperatura de incubación de 42°C a 45°C, para que actúe la bacteria *S. thermophilus* el proceso de fermentación láctica acidificando el medio limitadamente y que el pH descienda hasta 5 por otra parte, la bacteria y

*Lactobacillus* spp actúa disminuyendo el pH hasta llegar a 4.0; el proceso del yogurt finaliza cuando el pH se encuentra entre 4.2 y 4.5 con el aroma típico, dado por la presencia del acetaldehído, acetona, diacetilo y etanol (Reyes, 2008)

Durante la fermentación que es el proceso de la elaboración de yogurt, los nutrientes de la leche que se usa no cambian, el contenido nutritivo que posee la totalidad de alimentos fermentados está reflejado en las características nutritivas que está presente ya sea leche entera, descremada o pasteurizada. Mediante la fermentación se puede disminuir o aumentar la cantidad de nutrientes, en el caso del yogurt los aminoácidos y proteínas pueden variar dependiendo con qué tipo de leche fue elaborado ya sea con leche de vaca u oveja (Trum, 2003).

### **1.3.5 Propiedades nutritivas del yogurt**

El yogurt contiene múltiples micronutrientes, incluyendo diversos minerales y vitaminas como Ca, sodio (Na), fósforo (P), magnesio (Mg), zinc (Zn), iodo (I), potasio (K), vitamina A, vitamina D, vitaminas del complejo B, principalmente B2, B3 y B12. Las vitaminas que destacan principalmente en el yogurt entero son la vitamina A y la vitamina D, vitamina E y la vitamina K. Muchos neurólogos opinan que el yogurt es más digestible que la leche dulce. Lo que sí es cierto es que muchas personas que no toman leche pueden tomar yogurt (Farran., et al, 2004).

## **1.4 Morinda Citrifolia**

El noni es el nombre como se le conoce a la fruta *Morinda citrifolia*. La fruta madura es de aproximadamente el mismo tamaño que una papa, y tiene un color amarillo que se transforma en blanco al madurar (Sánchez, 2006).

### **1.4.1 Características de la fruta**

*Morinda* del latín *morus* por la similaridad de su fruto con una *Morinda* por su procedencia de la India; *Citrifolis*, por tener hojas parecidas a las de un cítrico. Mide entre 15 y 25 cm de

forma elípticas a ovadas; margen entero a ondulado; con estípulas. Tiene un sabor amargo, no huele muy bien, sin embargo, es utilizado generalmente como Suplemento Dietético alimenticio por sus bondades nutricionales. (Sánchez, 2006).

#### **1.4.2 Origen y clasificación**

*Morinda citrifolia* Linn. originaria de la Polinesia, Malasia, Australia, India y el Sudeste de Asia, pero se ha extendido a casi todas las regiones del mundo (Prieto, et al.,2000).

#### **1.4.3 Clasificación**

Nombre científico: *Morinda Citrifolia*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Gentianales

Familia: Rubiaceae

Subfamilia: Rubioideae

#### **1.4.4 Características Botánicas**

La planta del Noni es un árbol pequeño de hojas perennes que crece en regiones costeras abiertas al nivel del mar y en áreas boscosas hasta aproximadamente unos 400 m sobre el nivel del mar, pudiendo desarrollarse a menudo en terrenos de origen volcánico. Se identifica por su tronco recto, grandes hojas elípticas de color verde brillante, y sus flores tubulares blancas, y su distintivo fruto amarillo de forma ovoide, semejante a la granada. Este fruto puede llegar a crecer hasta unos 12 cm o más y presenta una superficie abultada cubierta por secciones de forma poligonal. Las semillas que son triangulares y de color castaño rojizo, tienen una bolsita de aire en su extremo la cual les permite flotar y esto podría explicar en parte, la amplia distribución de la planta a lo largo de las islas de Polinesias. No se considera que la *Morinda citrifolia* esté en peligro de extinción en su hábitat actual y también recibe,

entre otros, los nombres populares de Mora de la India, Ruibarbo del Caribe, Pino Salvaje y Hog Apple o Manzana de Cerdos. (Nelson SC, 2003).

#### **1.4.5 Beneficios de Morinda Citrifolia.**

El Noni aumenta las defensas del cuerpo. Un cuerpo con buenas defensas puede combatir diversos tipos de enfermedades. Contiene componentes que pueden ayudar al cuerpo humano a regenerarse celularmente y a incrementar las defensas del mismo, de manera natural. La mayoría de nosotros vivimos vidas sedentarias y de estrés. Los efectos del envejecimiento empiezan a surtir efecto a temprana edad. Muchas personas han reportado distintos beneficios que el noni ha causado en su salud. Es gran anticancerígeno. Estudios recientes demuestran que el zumo de noni previene la formación de aductos de ADN, es decir, la unión del ADN a sustancias químicas, lo que causaría células cancerígenas. Los antioxidantes del noni, sobre todo los lignanos, reducen el deterioro del colesterol, lo que previene la arteriosclerosis. Además, ayudan a regular el azúcar en sangre y la tensión arterial. (Bernal, 2004).

#### **1.4.6 Componentes principales**

Se han identificado varios componentes principales en el Noni entre los que se encuentran el ácido octoanoico, potasio, vitamina C, terpenoides, alcaloides, antraquinonas tales como el nordamnacantal, la morindona, la rubiadina, la rubiadina-1-metil éter y el glicósido de antraquinona. Entre sus componentes también se incluyen el betasitosterol, el caroteno, la vitamina A, ácido linoleico, alizarina, aminoácidos, acubina, L-asperulósido, ácido caproico, ácido caprílico, ácido ursólico, rutina y una posible proxeronina (Levand O, 1979).

#### **1.4.7 El papel de la Morinda Citrifolia contra los efectos de la diabetes.**

En el año 2007 se realizó un estudio con ratas diabéticas para evaluar la cicatrización de heridas recibiendo jugo de M. citrifolia, los animales se dividieron en 5 grupos: en el grupo 1, las ratas sirvieron como controles normales, mientras que los animales en los grupos

2 y 3, sirvieron como controles para diabéticos y animales diabéticos experimentales respectivamente. Todos los grupos fueron sometidos a anestesia, posteriormente se realizó una completa escisión de la herida de espesor (área circular de 300mm<sup>2</sup> y 2mm de profundidad). A los animales del grupo 3 se les administró el jugo de la fruta *M. citrifolia* (100ml/kg de peso corporal) en agua potable durante 10 días. La curación fue evaluada por la tasa de contracción de la herida, el tiempo hasta la epitelización completa, peso de tejido de granulación y contenido de hidroxiprolina. Se tomaron mediciones del área de la herida en los días 1, 5 y 11, al igual que muestras de sangre de forma simultánea para la medición de la glucosa. El tejido de granulación que se había formado sobre la herida fue extirpado en el día 11, y fue procesado para análisis histológico y bioquímico. Los resultados obtenidos del área de la herida del grupo tratado con *M. citrifolia* se redujo en un 73% en comparación con los controles de la diabetes (63%), además observaron aumentos significativos en el peso del tejido de granulación y

el contenido de hidroxiprolina. Este estudio demuestra que el jugo de la fruta *M. citrifolia* reduce significativamente los niveles de glucosa en la sangre y acelera la cicatrización de heridas en ratas diabéticas (Nayak, et al., 2007)

## **1.5 Diabetes**

La Diabetes Mellitus es una enfermedad metabólica y crónica, no transmisible y de etiología multifactorial, producida por defectos en la secreción y/o acción de la insulina.

### **1.5.1 tipos de diabetes**

La diabetes tipo 1, llamada también juvenil o insulino dependiente, ocurre cuando el páncreas no produce una cantidad suficiente de insulina (la hormona que procesa la glucosa). A menudo la diabetes tipo 1 se presenta en la infancia o la adolescencia y requiere tratamiento con insulina durante toda la vida.

La diabetes tipo 2, llamada también la diabetes del adulto es mucho más frecuente (por cada caso de diabetes tipo 1, existen 9 casos de diabetes tipo 2). En el caso de la diabetes tipo 2

existe una reducción en la eficacia de la insulina para procesar la glucosa (esta reducción se denomina insulin-resistencia) debido a la presencia de obesidad abdominal. Por este motivo se está comenzando a ver la aparición de diabetes tipo 2 en adolescentes obesos. Cuando la diabetes tipo 2 está evolucionada (al cabo de 10-15 años), existe también una reducción en la producción de insulina por parte del páncreas.

Existen otros tipos de diabetes más infrecuentes, como por ejemplo los defectos genéticos en la producción de insulina, los defectos genéticos en la acción de la insulina o los defectos causados por enfermedades del páncreas ya sea inducida por medicamentos (después de un trasplante) o por una destrucción de las células del páncreas (fibrosis quística o pancreatitis crónica). Finalmente, la diabetes gestacional (diabetes que se diagnostica durante el embarazo) no es claramente una enfermedad persistente, aunque las mujeres embarazadas requieren un buen control de la glucosa para evitar complicaciones durante el embarazo y el parto.

Las personas con antecedentes familiares de diabetes también tienen más riesgo de desarrollar diabetes.

## **1.6 Antioxidantes**

Los antioxidantes son compuestos químicos que el cuerpo humano utiliza para eliminar radicales libres, que son sustancias químicas muy reactivas que introducen oxígeno en las células y producen la oxidación de sus diferentes partes, alteraciones en el ADN y cambios diversos que aceleran el envejecimiento del cuerpo. Lo anterior se debe a que el oxígeno, aunque es imprescindible para la vida, es también un elemento químico muy reactivo. El propio cuerpo genera radicales libres para su propio uso (control de musculatura, eliminación de bacterias, regulación de la actividad de los órganos, etc.), pero al mismo tiempo genera antioxidantes para eliminar los radicales libres sobrantes, ya que estas sustancias son muy agresivas (Laguna,2006).



### **1.6.1 Radicales libres**

Un radical libre es aquella figura química que tiene en su estructura uno o más electrones no apareados. Es altamente reactiva y clave para formar otros radicales libres en cadena, además por la vida media que es de microsegundos, ocurre una rápida propagación con moléculas aledañas y mayor daño potencial. De hecho, un radical libre puede afectar 1 millón de moléculas durante la reacción en cadena (Núñez A, 2011).

### **1.6.2 Estrés oxidativo**

Asociado a la función antioxidante se considera el proceso de óxido-reducción que remite a dos momentos básicos:

a) oxidación que implica pérdida de electrones de hidrógeno con la ganancia de oxígeno en la molécula,

b) reducción que significa ganancia de electrones de hidrógeno con la pérdida de oxígeno. Así el oxidante se reduce al reaccionar con aquella molécula que oxida. Este proceso es cotidiano en el organismo humano y representa el conocido par óxido-reductor o balance redóx (Quintanar, 2009).

### **1.6.3 Los antioxidantes y la calidad de vida de pacientes diabéticos**

Los antioxidantes de la dieta juegan un papel importante en la defensa frente al envejecimiento y frente a las enfermedades crónicas como la diabetes mellitus, el cáncer y la enfermedad cardiovascular. Estas sustancias inactivan los radicales libres implicados en el estrés oxidativo e impiden su propagación. La suplementación con antioxidantes naturales podría tener un efecto beneficioso por mejorar la morbimortalidad de los pacientes diabéticos<sup>7,8</sup>, de tal forma que podrían prevenir y retrasar el desarrollo de las complicaciones crónicas de la diabetes<sup>9</sup>. Sin embargo, los resultados obtenidos con estas sustancias en los diferentes estudios de intervención han sido controvertidos. El objetivo de esta revisión ha

sido analizar la evidencia científica disponible en relación al papel de diversos antioxidantes (vitamina E, vitamina C, betacaroteno, selenio, entre otros) en la diabetes mellitus (Ceriello Testa,2009.)

## **II.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La ingesta de alimentos funcionales y/o propiedades bioactivas que mejoren o fortalezcan la salud está incrementándose, el mercado prebiótico como el yogurt, se encuentra en crecimiento mundial, sin embargo, se desconoce una formulación del extracto *Morinda citrifolia* (validado científicamente por aportar beneficios a personas con enfermedades como cáncer y diabetes) que reduzca radicales libres.

## **III.-JUSTIFICACION**

La presente investigación se justifica en virtud de la importancia que tiene la industria láctea en México, ya que esta representa la tercera actividad más importante para la industria de alimentos, su demanda crece notablemente año con año, y la variedad de productos con ella, sin embargo ante este imponente mercado, México continúa importando yogurt de otros países, a pesar de ser uno de los principales productores de leche a nivel mundial, por ello la presente investigación tiene como objetivo implementar y desarrollar una formulación para la elaboración de un yogurt funcional, a base de *Morinda citrifolia* la cual goza de validación científica.

#### **IV.-HIPOTESIS**

Se logrará obtener un yogurt con extracto *Morinda citrifolia* con capacidad reductora de radicales libres.

#### **V-OBJETIVOS**

##### **Objetivo general**

Desarrollar y caracterizar una formulación de un yogurt con extractos de *Morinda citrifolia* y evaluar su actividad antioxidante

##### **Objetivos Particulares:**

- Desarrollar un diseño experimental para la elaboración de un yogurt con extractos de *morinda citrifolia*
- Analziar los parámetros fisicoquímicos de las formulaciones de yogurt con extractos de *morinda citrifolia*
- *Realizar ensayos de microbiológicos* de las formulaciones de yogurt con extractos de *morinda citrifolia*
- Determinar la actividad antioxidante de las formulaciones de yogurt con extractos de *morinda citrifolia*

## VI.- METODOLOGIA

### 6.1.-Material Biológico

Se obtuvo *Morinda citrifolia* y leche bronca en el mercado de Potrero de Llano, y se llevó al centro de Investigación de Alimentos y Ambiental (CIAA) para su proceso. En el Caso de las bacterias, estas provinieron de la empresa Alcatraz SA de CV.

### 6.2.-Diseño experimental

Se realizaron 3 formulaciones (Tabla 2) donde se les llamo F1, F2 y F3. La leche, las bacterias permanecieron contantes, no así para el noni y la stevia, donde la F1 fue de 20 y 5 %, para F2 de 15 y 10% y F3 de 10 y 15 % respectivamente. Una vez realizadas las formulaciones se analizaron las características fisicoquímicas, color, microbiología, análisis sensoriales y se compararon con un yogur comercial.

**Tabla 2 -Formulaciones**

COMPONENTE	F1	F2	F3
Leche (%)	74.8	74.8	74.8
Noni (%)	20	15	10
Stevia (%)	5	10	15
Bacterias (%)	0.2	0.2	0.2
Total (%)	100	100	100

### 6.3.-Elaboración de pulpa de noni

En la elaboración de la pulpa de noni se llevó acabo como se muestra en la Figura 2.

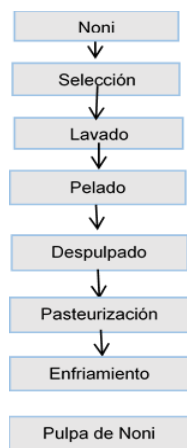


Figura 2.- Pulpa de noni

### **6.3.1.-Selección de materia prima**

Se seleccionaron los frutos que se encuentren en buen estado, enteros y secos; sin presencia de manchas, ataque de plagas, rupturas o golpes.

### **6.3.2.-Lavado**

El Noni se lavó con agua potable para eliminar microorganismos y suciedad, este proceso evita el riesgo de contaminación cruzada existente al momento del realizar el proceso de pelado de la fruta.

### **6.3.3.-Pelado**

Este proceso es una operación que consiste en separar, de forma manual, la corteza que cubre la totalidad de la fruta y se inspecciona si estas tienen partes dañadas para preceder a retirarlas y mantener la calidad de la fruta, para lo cual, los operarios deben haber realizado un lavado previo de sus manos además de una desinfección de las mismas.

#### **6.3.4.- Despulpado**

Consiste en separar las semillas de la fruta, se utilizará el extractor Power Juicer que contiene una hoja de acero quirúrgico inoxidable que genera 3600 RPM (revoluciones por minuto), para que el despulpado sea rápido y eficaz.

#### **6.3.5.- Pasteurización**

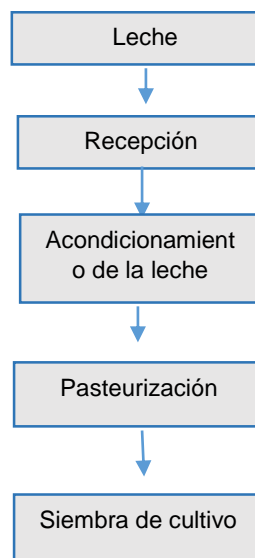
Se procederá a colocar en agua, a temperatura de ebullición, la pulpa por un tiempo de 5 minutos (Pinchinat et al. 1986; Izurieta, 2011; Formoso, 1992).

#### **6.3.6.-Enfriamiento**

La pulpa se enfriará hasta la temperatura de 20°C y se mezclará con el yogurt para evitar que el coágulo se rompa y haya sinéresis (Reyes, 2008).

#### **6.4.- Elaboración del yogurt**

Para la elaboración del yogurt se siguió la Figura 2



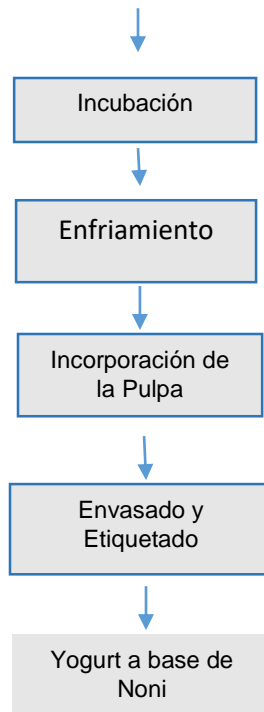


Figura 3. Diagrama de flujo, elaboración de yogurt de plátano

#### **6.4.1.-Acondicionamiento de la leche**

El estabilizante que se utilizara para la elaboración de yogurt es goma guar, la cual se añadirá en un 2% del total de la mezcla de leche a 50°C de temperatura con el fin de facilitar su disolución.

#### **6.4.2.-Pasteurización**

La leche debe ser sometida a un tratamiento térmico cuya temperatura alcance los 85°C por un tiempo de 10 minutos, con el fin de que haya una mayor capacidad de retener agua, asegurar que los microorganismos patógenos sean destruidos sin afectar las propiedades físicoquímicas de la leche, que se produzca la desnaturalización de las proteínas de suero de la leche teniendo una mayor interacción de la caseína B- lactoglobulina que da una textura



más viscosa y evita que haya una separación del suero durante su almacenamiento (Reyes, 2008; Cruz et al. 2010., Tamine 1991).

#### **6.4.3.- Siembra del cultivo**

El cultivo DVS que contiene las bacterias *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* se debe añadir a una temperatura de 45°C, en una proporción de 4g de cultivo por cada 100 litros de leche, este proceso se lo debe realizar con asepsia para evitar que se contamine (HANSEN, 2003; Cangahuamin, 2008; Belaunzarán, 2010).

#### **6.4.4.-Incubación**

En la fase de incubación la leche se mantiene reposada dentro de un envase hermético por un tiempo de 4 a 5 horas aproximadamente manteniendo una temperatura de 45 a 46°C para que actúe el *Streptococcus Thermophilus* y el *lactobacillus bulgaricus* para que tenga lugar la fermentación (Cabeza, 2006; Hansen, 2003).

#### **6.4.5.-Enfriamiento**

Este proceso se realizó cuando el yogurt obtuvo 4.4 de pH y se debe romper el coágulo procurando que se lo realice de manera lenta, con sutileza y se baja la temperatura hasta 20°C (Reyes, 2008.; Cabeza, 2006).

#### **6.4.6.-Mezcla**

Al llegar a una temperatura de 20°C en el yogurt se añadió la pulpa de noni, mezclando suavemente para evitar el rompimiento del coágulo, al finalizar con el procedimiento se envasará el producto final.

## **6.5.-Análisis fisicoquímicos**

### **6.5.1 PH**

Para la determinación de pH se tomaron 10 mL de cada formulación y se midieron con un pH-metro a 20°C por triplicado.

### **6.5.2 Porcentaje de acidez**

En el caso de la acidez, se tomaron 50 mL en un matraz Erlenmeyer de 150 mL, a la cual se le añadió 3 gotas de fenolftaleína al 1% y se tituló con NaOH al 0,1 N hasta que este cambie de color a rosado, el resultado es expresado en porcentaje de ácido láctico mediante la siguiente ecuación. Según la NORMA oficial mexicana NOM-155-SCFI-2012 dice que la acidez del yogurt va desde 0.5 % hasta 1.5 %.

$$\%acidex = \frac{mL\ gastados * N * 0.090 * 100}{V}$$

### **6.5.3-Determinacion de color**

Se tomaron 10 mL de cada formulación y fueron untados en una caja Petri de 10 cm de diámetro, en la superficie de la muestra se le colocó plástico adherente y fueron leídas con ayuda de un colorímetro (PRECISE COLORIMETER-HP200), previamente calibrado.

## **6.6.-Análisis sensorial**

Las formulaciones se analizaron mediante un análisis sensorial aplicando un método afectivo con escala hedónica pictográfica de cinco puntos, donde; 5: me gusta mucho; 4: me gusta moderadamente; 3: no me gusta ni me disgusta; 2: me disgusta moderadamente; 1: me disgusta mucho.

En este análisis se midieron como atributos el color, olor, sabor y apariencia (Figura 3). La prueba se llevó a cabo con 15 jueces no entrenados con edades entre 20 y 25 años. Estas formulaciones fueron presentadas a los jueces en vasos desechables codificados con números aleatorios antes mencionados, se distribuyeron de manera aleatoria para disminuir el error sistemático y otros tipos de errores que pueden influir en la respuesta del jurado. Entre las formulaciones, cada juez debía ingerir agua purificada de marca comercial para enjuagar su paladar, con la finalidad de seleccionar la formulación con mayor agrado.

### **6.7.-Análisis microbiológicos**

Para la siembra de bacterias mesófilos aerobias, se utilizó Agar para Métodos Estándar. Se sembraron por duplicado cada una de las diluciones, como marca la NOM-092-SSA1-1994 de bienes y servicios, en su apartado sobre “Método para la cuenta de Bacterias Aerobias en placa”. El fundamento de la técnica consiste, en contar las colonias que se desarrollan en Agar para Métodos Estándar usando el siguiente procedimiento:

1. Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que la inoculación, la adición de medio de cultivo y homogenización, se puedan realizar cómoda y libremente.
2. Marcar las cajas en sus tapas con los datos pertinentes previamente a su inoculación y correr por duplicado.
3. Después de inocular las diluciones de las muestras preparadas según la NOM-110-SSA1-1994, en las cajas Petri, agregar de 12 a 15 mL del medio preparado.
4. Mezclarlo mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal, hasta lograr una completa incorporación del inóculo en el medio; Cuidar que el medio no moje la cubierta de las cajas.
5. Dejar solidificar las cajas con el medio.
6. Incluir una caja sin inóculo por cada lote de medio y diluyente preparado como testigo de esterilidad.

7. El tiempo transcurrido desde el momento en que la muestra se incorpora al diluyente hasta que finalmente se adiciona el medio de cultivo a las cajas, no debe exceder de 20 min.

8. Incubar las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo) durante  $48 \pm 1$  h, temperatura de incubación de  $35 \pm 2$  °C. 9. Con la ayuda del contador de colonias, se obtiene el conteo total de mesófilos aerobios existentes en la muestra.

### **6.8.- Determinación de actividad antioxidante**

La cuantificación de la actividad antioxidante por ABTS (ácido 2,2'-azino-bis [3-etilbenzotiazolin]-6-sulfónico), se realizó por el método descrito por Re *et al.*, (1999), con algunas modificaciones de Li *et al.* (2008). Se preparó ABTS 7 mM en persulfato de potasio 2.45 mM, con agua desionizada, la cual se dejó reposar 16 h en oscuridad a temperatura ambiente, posteriormente se diluyó con metanol hasta obtener una absorbancia de  $0.7 \pm 0.05$  leyendo a 740 nm. A 900  $\mu$ L de muestra se le adicionaron 100  $\mu$ L del reactivo ABTS, y se leyeron a 740 nm durante 5 min, tomando lectura cada minuto.

El % de actividad se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\% = [(AO - AF) / AO] \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde AO y AF son los valores de absorbancia del blanco (solución de DPPH en alcohol) y la muestra (solución de DPPH más antioxidante disueltos en alcohol) respectivamente.

## VII.-RESULTADOS

### 7.1.-Características Físicoquímicas

En la Tabla 3 se observan los valores promedio de las características físicoquímicas de los diferentes tratamientos de yogurt. De acuerdo al análisis de varianza no se apreciaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los valores de acidez y pH entre las formulaciones. De acuerdo a Serafeimidou et al., (2012) los yogures con extractos de frutas tienen un pH entre 4.19 a 4.64 y un % de acidez de 0.92 a 1.3, por otra parte Mataragas et al., (2011) evaluó el pH de formulaciones de yogurt con frutas y reporto de 3.9 a 4.30, estos valores son similares a los obtenidos en las formulaciones con extracto de noni en cuanto a pH, no así para la acidez, ya que los valores resultaron bajos. El bajo porcentaje de acidez pudiera deberse a que un porcentaje de las bacterias ácido lácticas estuvieran muertas (Lubbers et al., 2004).

**Tabla 3- Valores promedio**

<b>Formulación</b>	<b>pH</b>	<b>% Acidez</b>
<b>CONTROL</b>	4.38±0.034 <sup>a</sup>	0.399±0.018 <sup>a</sup>
<b>Y1</b>	4.34±0.005 <sup>a</sup>	0.465±0.755 <sup>a</sup>
<b>Y2</b>	4.35±0.0057 <sup>a</sup>	0.471±0.018 <sup>a</sup>
<b>Y3</b>	4.25±0.0057 <sup>b</sup>	0.484±0.018 <sup>a</sup>

### 7.2.-Determinacion de color

El color puede ser evaluado mediante la determinación del índice de color IC\* donde L, a, y b son los parámetros del sistema color CIELAB. El parámetro L proporciona un valor de la Luminancia o brillo de la muestra. El parámetro a\* indica la zona de variación entre el rojo y el verde del espectro. El parámetro b \*se refiere a la zona de variación entre el amarillo y el azul del espectro Color (L\*).

Los resultados de las formulaciones del yogurt oscilan de 65.866 a 91.113 en cuanto a L\*, que puede presentar valores de 0 (oscuro) a 100 (claro), lo que indica que estas muestras están en un índice claro, sin embargo, presentan diferencias significativas con respecto al control ( $P < 0.05$ ) mediante Tukey.

En cuanto al parámetro a\* donde valores positivos indican rojo y valores negativos indican verde, en estos resultados los valores son negativos por lo que tienden al color verde, siendo Y3 en más pronunciado con respecto al comercial, cabe mencionar que existen diferencias significativas entre todas las formulaciones con una  $P < 0.05$  mediante el test de Tukey. Para b\* los valores positivos indican amarillo y valores negativos indican azul, las muestras presentan valores en un rango entre 0.0563 a 1.573, por lo su tonalidad es ligeramente amarilla. Barkallah et al. (2017) presentaron valores de a\* y b\* menores en los yogures enriquecidos con *S. platensis* al 0,25%, comparados con sus controles. Zare et al. (2011) indicaron valores similares en yogures enriquecidos con harina de lentejas, que obtuvieron una ligereza menor, menos verdor y tonalidad amarilla. Se observó que existe mayor diferencia de color en las muestras de yogurt con 0% de grasa láctea, datos similares a los mostrados en la investigación.

**Tabla 4- Determinación de color.**

Formulación	L	a*	b*
Control	91.113±1.55 <sup>a</sup>	-0.611±0.321 <sup>a</sup>	1.573±0.209 <sup>a</sup>
Y1	73.273±2.355 <sup>b</sup>	-2.666±0.407 <sup>b</sup>	1.393±0.292 <sup>a</sup>
Y2	74.443±0.315 <sup>b</sup>	-4.606±0.075 <sup>c</sup>	1.473±0.191 <sup>a</sup>
Y3	65.866±2.575 <sup>c</sup>	-5.333±0.01 <sup>d</sup>	0.563±0.364 <sup>b</sup>

### 7.3.- Análisis Microbiológicos

La determinación se realizó mediante el Numero más probable (NMP-TABLA 4) de coliformes fecales totales. Los datos fueron negativos en el yogurt comercial y la formulación 1 no así para la Y2, con 2 UFC y 1.5 para Y3. Según la NMX-F-444-1983 los organismos coliformes presentes máximos son de 10 UFC/g de yogurt. Los organismos coliformes forman parte de un grupo heterogéneo del habita intestinal del rumiante; razón por lo cual, una vez realizado el producto de deben verificar estos parámetros. Sin embargo, el contenido de UFC se ve reflejado por las BPM (Cota, 2002)

**Tabla 5- Resultados UFC**

<b>Formulación</b>	<b>UFC (NMP/g)</b>
Comercial	0
Y1	0
Y2	1
Y3	1.5

NMP=Numero más probable

#### **7.4.-Análisis sensorial**

Los atributos evaluados en el análisis sensorial (Figura 3), revelaron que el color en Y1 fue mejor percibido por los panelistas, seguido por Y2 y Y3, lo mismo se observó en el aspecto, olor y sabor a dulce. Los resultados se presentan (Figura 6), mediante un gráfico de Telaraña de Bernstein (Radar) que incluye la comparación de los diferentes atributos entre las formulaciones con una escala de cinco puntos.

De acuerdo al grafico de la telaraña se determinó que la Y1 es la mejor, esto por los atributos elegidos por los panelistas. De igual modo Wittig de Penna et al. (2005) encontraron buena aceptación de un yogurt batido de fresa en cuanto al olor, dulzor y apariencia del producto, por ser natural y agradable. Igualmente, Rincón et al. (2005) encontraron buena apariencia global del yogurt líquido semidescremado al compararlo con las marcas comerciales. Además, Berruga et al. (2007) mencionaron que los yogures de leche de oveja pueden ser incorporados en el mercado nacional, por presentar buena apariencia global, debido a que no presentaron diferencias con los yogures de leche de vaca. El color del yogurt según González (2002) y Wittig de Penna et al. (2005) resulta ser uniforme y natural.

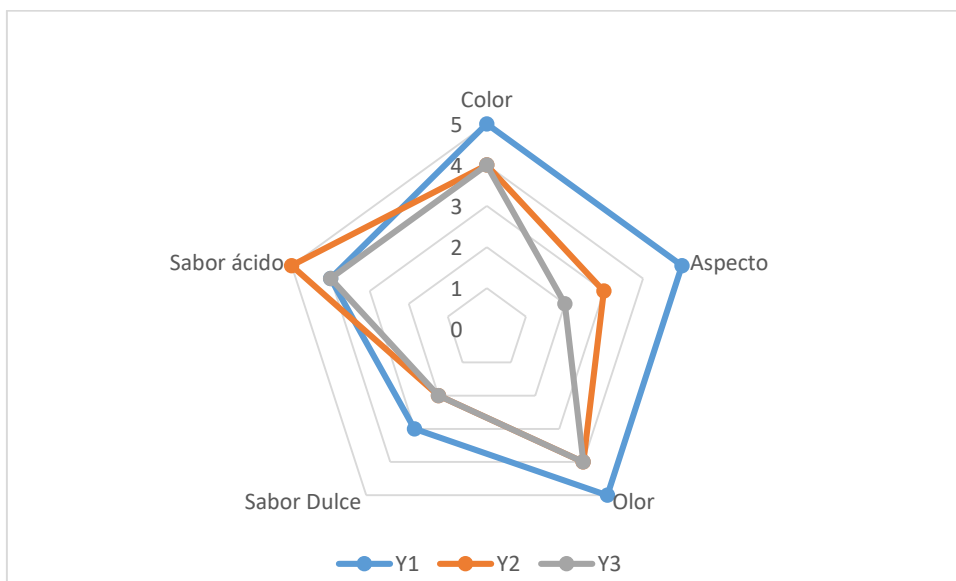


Figura 4.- Análisis sensorial

### 7.5.-Actividad antioxidante

Se analizó la actividad antioxidante de las formulaciones del yogur (Figura 4) con los extractos del noni, La Y1 fue la que obtuvo mayor % de captación de radicales libres, cuando el extracto es de 20% en su formulación, en el caso de las formulaciones restantes y el control no presentaron diferencias significativas, esto mediante la prueba de Tukey a un  $p=95\%$ . Además, se observa una correlación de disminución de la captación de radicales libres con respecto a la concentración de noni. En un reporte de Barra (2019) indicó que la actividad antioxidante es del noni es de 81.54%. Esto porque posee en composición una gran cantidad de fenoles y flavonoides.

En un análisis de yogurt con extracto de noni (Quezada 2019), pero con extractos de Kiwi al 5, 10 y 15 % evaluaron la Captación de Radicales libres obteniendo 57.81% en la concentración de 15% de extracto kiwi. Arrieta y Meza, (2013), reportaron 100% de la actividad antioxidante de un yogurt con 150 mg/L de aceite esencial de flor de Jamaica.



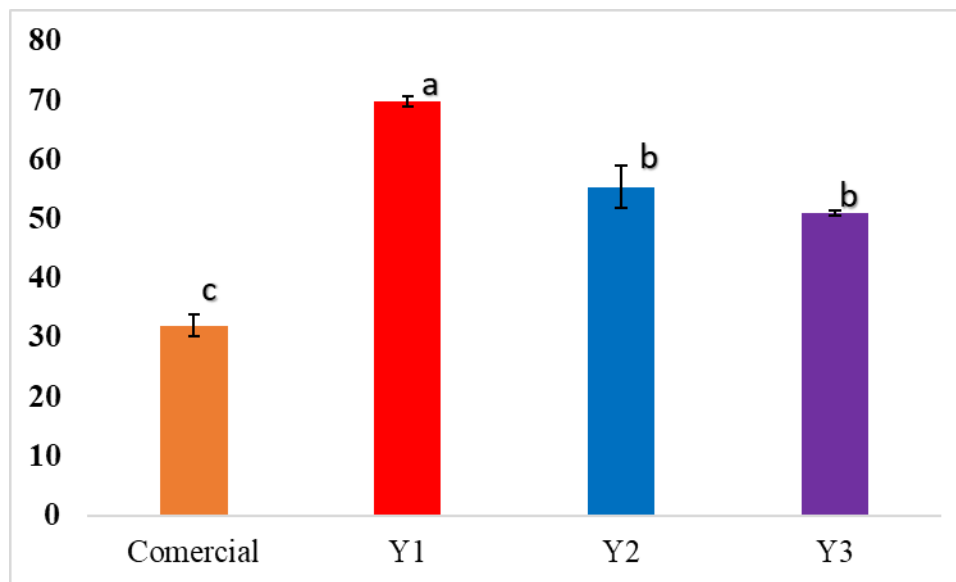


Figura 5.- Actividad antioxidante

### 7.6.-Información nutrimental

Una vez elegida la mejor formulación, se mandó a realizar los análisis de la tabla nutrimental, y se observó que contiene 2.5 g de carbohidratos, esto por la adición de Stevia. Lo que hace al yogurt bajo carbohidratos, no así, para proteínas, Según la norma NOM-181- SCFI-2010 establece un mínimo de proteínas de 2.9, y en esta información nutrimental arroja 6.6 g, esto pudiera deberse al contenido de noni, y aporta no solo actividad antioxidante, si no también proteínas. Un reporte similar (Marcani, 2020) indicó que al adicionar Chia a un yogurt, el contenido de proteínas incremento a 7.5 g mientras que el control fue de 4.5 g.

**Tabla 6.- Información Nutrimental**

<b>Tamaño de la porción (g)</b>	<b>250</b>
Porciones por envase	1
Contenido Energético (Kj)	256.6
Proteína (g)	6.6
Lípidos (grasas-g)	3.0
Carbohidratos (g)	2.5
Fibra dietética (g)	0.2
Minerales (g)	27.3

## **CONCLUSIÓN**

De acuerdo a los análisis de las formulaciones de yogurt con adición de extractos de Noni. Se logró obtener un yogurt con captación de radicales libres, además, de estar dentro de los parámetros de calidad. Por lo tanto, se puede decir que las formulaciones tienen la capacidad de ser un producto funcional, sin embargo, Y1 fue el mejor. Con estos análisis se da un acercamiento a la producción a escala para su comercialización.

## BIBLIOGRAFIA

**Alimentarius**, PCF sobre NAC del C. 2000. Codex alimentarius: leche y productos lácteos. s.l.,

**Arrieta, L.** (2001). Evaluación Microbiológica de la leche y los productos lácteos producidos en cuatro expendios de la zona Metropolitana de Morelia. Tesis de pregrado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

**Barkallah, M.;** Dammak, M.; Louati, I.; Hentati, F.; Hadrich, B.; Mechichi, T.; Abdelkafi, 2017. Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. *LWT - Food Science and Technology*. 84:323-30.

**Barra Flores, Juanita Corazon.** (2019). Actividad antioxidante, polifenoles totales y Vitamina C del zumo de noni (*Morinda citrifolia* L.) obtenido por prensado neumático provenientes de la provincia de Satipo. UV de los Andes

**Belaunzarán, M.** (2010). Desarrollo y caracterización de yogurt firme elaborado con leche ovina. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina

**Berruga, M. I.;** M. P. Molina; M. Román y A. Molina. 2007. Características del yogur de oveja según el tipo de fermento lácteo. *SEOC*. p 37-40.

**Birgisdottir BE,** Hill JP, Harris DP, Thorsdottir I. Variation in consumption of cow milk proteins and lower incidence of Type 1 diabetes in Iceland vs the other 4 Nordic countries. *Diabetes Nutr Metab* 2002; 15:240-245.

**Cabeza, E.** (2006). Bacterias ácido – lácticas (BAL): Aplicaciones como cultivos estárter para la industria láctea y cárnica. Recuperado el 15 de septiembre del 2011, de la Universidad de Pamplona: [http://unipamplona.academia.edu/EnriqueAlfonsoCabezaHerrera/Papers/1035046/Bacterias\\_acidolacticas\\_BAL\\_aplicaciones\\_como\\_cultivos\\_estarter\\_para\\_la\\_industria\\_lactea\\_y\\_carnica](http://unipamplona.academia.edu/EnriqueAlfonsoCabezaHerrera/Papers/1035046/Bacterias_acidolacticas_BAL_aplicaciones_como_cultivos_estarter_para_la_industria_lactea_y_carnica).

**Cangahuamin, D.** (2008). Estudio para la creación de una microempresa de productos lácteos de la Hacienda “El Rosario” ubicada en el cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha. Escuela Politécnica del Ejército. Tesis de pregrado. Escuela Politécnica del Ejército. Ecuador.

**Casanueva E.** Nutrición de la mujer adulta. En: Nutriología médica. 2ª. Ed. México: Editorial Médica Panamericana, 2001:122-149.

**Ceriello A,** Testa R. Antioxidant anti-inflammatory treatment in type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2009; 32: S32-6.

**Codex Alimentarius,** Codex Stan 243-2003 Norma del Codex para Leches Fermentadas, adoptada en 2003.

**Cota J. R.** (2002). Evaluación de ñla calidad sanitaria del yogut expedido en ciudad obregón sojнора. Tesis. ITS

**Cruz, J., González, J., Rosales, J., Baeza, M., Calderón, M., Ramírez, C., Herrera, S.** (2010). Estudio de factibilidad técnica de un yogurt enriquecido con vitamina A encapsulada por medio de almidones modificados. Recuperado el 1 de Octubre del 2011, de la Universidad de Guanajuato: <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CE8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.respyn.uanl.mx%2Fespeciales%2F2010%2Fee-092010%2Fdocumentos%2Flacteos%2FLA123.pdf&ei=j0cWULacIleq84IDYDg&usg=AFQjCNE9077chzdLsC3mHgspk85U8IsUqg> AT-

**Dawson-Hughes B** Invierte en tus huesos. Bone Appétit. El papel de la comida y la nutrición en construir y mantener huesos fuertes. International Osteoporosis Foundation, 2006

**De Santiago S,** Halhali A, Frenk S, Bourges H. Calcio y fósforo. En: Bourges R. H, Casanueva E, Rosado JL. (eds). Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bases fisiológicas. Tomo 2. México: Editorial Médica Panamericana, 2008:215-230

**Documento de Consenso:** importancia nutricional y metabólica de la leche Elena Fernández Fernández<sup>1</sup> , José Alfredo Martínez Hernández<sup>2</sup> , Venancio Martínez Suárez<sup>3</sup> , José Manuel Moreno Villares<sup>4</sup> , Luis Rodolfo Collado Yurrita<sup>5</sup> , Marta Hernández Cabria<sup>6</sup> y Francisco Javier Morán Rey<sup>7</sup> Nutr Hosp. 2015;31(1):92-101 ISSN 0212-1611 • CODEN NUHOEQ S.V.R. 318.

**Farran A**, Zamora R, Cervera P. Tablas de Composición de Alimentos Del CESNID. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona-Mc Graw Hill Interamericana; 2004

**Fennema**, O. R. 1996. Química de los alimentos. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.

**Finglas PM**, Roe MA, Pinchen HM, Berry R, Church SM, Dodhia SK et al. McCance and Widdowson's The Composition of Foods, Seventh summary edition. Cambridge: Royal Society of Chemistry. 2015

**Food & Agriculture Org.**, 144. Foods Standards Agency. McCance and Widdowson's The Composition of Foods Sixth Summary Edition. Cambridge: Royal Society of Chemistry; 2002.

**Foster, S.** 2002. Poder de la planta de noni en Polinesia. Mejor nutrición 64(2): 36-40.

**Gil, A.** (2010). Composición y calidad nutritiva de los alimentos (2da ed.). España: Editorial Medica Panamericana.

**Gómez, J.** (1999). Métodos de control de acidez en yogur. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

**González Crespo, J.** 2002. Calidad sensorial del queso de cabra. Alimentaria 331: 54-55

**HANSEN.** (2003). Yo-flex FD-DVS YF-L811 de la Casa Comercial Hansen, compuesto de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subespecie *bulgaricus*.

**Huang R**, Wang K, Hu J. Effect of Probiotics on Depression: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Nutrients. 2016;8(8):483. Published 2016 Aug 6.

**Knekt P**, Reunanen A, Jarvinen R, Seppanen R, Heliovaara M, Aromma A. Antioxidant vitamin intake and coronary mortality in a longitudinal population study. *Am J Epidemiol* 1994; 139: 1180-9.

**Laguna, J.**, Piña, E., Martínez, F., Pardo, J. y Riveros, H. (2006). *Bioquímica de Laguna*. México: El Manual Moderno.

**Levand O**, Lar son HO. Some chemical constituents of *Morinda citrifolia*. *Planta Med* 1979; 36:186-7

**Lubbers S**, Decourcelle N, Vallet N, Guichard E. Flavor release and rheology behaviour of strawberry fatfree stirred yogurt during storage. *J Agr Food Chem*. 2004 May 19; 52 (10): 3077- 3082.

**Lummela N**, Kekkonen RA, Jauhiainen T, Pilvi TK, Tuure T, Järvenpää S, Eriksson JG, Korpela R. Effects of a fibre-enriched milk drink on insulin and glucose levels in healthy subjects. *Nutr J*. 2009 Oct 1; 8:45.

**M. Mataragas**, V. Dimitriou, P.N. Skandamis, E.H. Drosinos, Quantifying the spoilage and shelf-life of yoghurt with fruits, *Food Microbiology*, Volume 28, Issue 3, 2011, Pages 611-616, ISSN 0740-0020,

**Månsson**, Helena Lindmark. "Fatty acids in bovine milk fat." *Food & nutrition research* vol. 52 (2008): 10

**Marcani Gutierrez**. (2020). *Elaboración de yogurt fortificado a base de diferentes concentraciones de chía (Salvia hispánica L.)* Universidad mayor de San Andres

**Marques-Vidal P**, Goncalves A, Dias CM: Milk intake is inversely related to obesity in men and in young women: data from the Portuguese Health Interview Survey 1998-1999. *Int J Obes* 2006, 30:88-93

**Mateos, J.A.** (2002). Aspectos Básicos de la Tecnología de las Leches Fermentadas. En Alimentos Funcionales. Probióticos. [R.M. Ortega, A. Marcos, J. Aranceta, J.A. Mateos, A.M. Requejo, L. Serra.] Ed. Médica Panamericana. Cap. 6

**Matrix Health Products**, Inc. Noni Juice: Morinda citrifolia. (en línea). Estados Unidos de América. Consultado 5 set. 2002. Disponible en [http://www.earthsbounty.com/navigation/index\\_pages/noni\\_index.htm](http://www.earthsbounty.com/navigation/index_pages/noni_index.htm)

**Michaelsen KF**, Hoppe C, Lauritzen L, Molgaard C. Whole cow's milk: why, what and when?. Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program 2007; 60:201-216.

**Michaelsen KF**, Hoppe C, Lauritzen L, Molgaard C. Whole cow's milk: why, what and when?. Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program 2007; 60:201-216

**Michel Mahaut**, 2004, Productos lácteos industriales. Ed.: Acribia. S.A, Zaragoza - España. p. 38-42.

**Mirmiran P**, Esmailzadeh A, Azizi F: Dairy consumption and body mass index: an inverse relationship. Int J Obes 2005, 29:115-121.

**Nayak BS**, Isitor GS, Maxwell A, et. al. Wound-healing activity of Morinda citrifolia fruit juice on diabetes-induced rats. J Wound Care [Internet]. 2007 feb. [citado 24 mar. 2017]. 16(2):83-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17319624>.

**Nelson SC**. Morinda citrifolia L. University of Hawai'i at Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources, 2003.

**Núñez**, A. Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: retos y oportunidades. Rev Cubana Salud Pública. 2011; 37 (supl.): 644-60

**Peng y, Horne D.** y Lucey J, 2009. Impacto de la pre acidificación de la leche y tiempo de fermentación en las propiedades del yogurt. Journal of dairy Science, vol. 92, año 7, Julio 2009, p. 2977-2990

**Pinchinat, A., Figueroa, R.,** Ramírez, L. (1986). Seminario taller sobre producción de plátano en la Selva peruana, Perú: Inipia.

**Prieto S, González JA,** Molina J, Dieguez R, Garrido G, Gamiotea D, et al. Contribución a una terapéutica natural en el tratamiento antiviral. Rev Latinoam Quím 2000;28:108.

**Quezada Camacho., R.,P.** (2019). Capacidad Antioxidante del yogurt natural suplementado con *Actinidina deliciosa* (Kiwi) en 2, 2- definil-1- pictrilhidrazilo. Universidad Nacional de **Trujillo**. Tesis de licenciatura

**Quigley EM.** Probiotics in Irritable Bowel Syndrome: The Science and the Evidence. J Clin Gastroenterol. 2015 Nov-Dec;49 Suppl 1:S60-4. doi: 10.1097/MCG.0000000000000348. PMID: 26447967

**Quintanar, M.,** Calderón, J. La capacidad antioxidante total. Bases y Aplicaciones. Rev Educación Bioq. 2009; 28 (3):89-101.

**Reyes, C.** (2008) Propuesta para tecnificar la producción artesanal de yogurt probiotico. Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

**Rincón, F.; A.** Oberto y G. León de Pinto. 2005. Funcionalidad de la goma de *Enterolobium cyclocarpum* en la preparación de yogurt líquido semi-descremado. Revista Científica (FCV-LUZ) 15 (1): 83-87.

**Rojas, R.** (2009). Perfil de péptidos bioactivos durante la fermentación de leche por *Lactobacillus casei* y *Streptococcus thermophilus*. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

**Rojas, W, Chacón, A.** y Pineda, M. Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. Agronomía mesoamericana 18(2): 221-237. 2007. ISSN: 1021-7444.

**Ross JA y Kasum CM:** Dietary flavonoids: Bioavailability, metabolic effects, and safety. Annu Rev Nutr, 2002, 22:19-34.

**Sailas B, Friedrich S.** Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits. Nutr Metab 2009, 6: 36.



**Santos Moreno**, Armando 2007, Leche y sus derivados Ed. Trillas, México. Trillas, Ed. reimp. 2007. México. p. 11-27.

**Scheter, S.** 1999. Nonu—Nature's true adaptogen from the South Pacific. *Total Health* 21(2): 40-41

**Stahl W**, Ale-Agha N y Polidori MC: Non-antioxidant properties of carotenoids. *Biol Chem*, 2002, 383:553-558

**Stamatova I**, Meurman JH, Kari K, Tervahartiala T, Sorsa T, Baltadjieva M. Safety issues of *Lactobacillus bulgaricus* with respect to human gelatinases in vitro. *FEMS Immunol Med Microbiol.* 2007; 51(1):194-200

**Tamine, A. &amp. Robinson, R.**, (1991). Yogur ciencia y tecnología. Acribia Zaragoza.

**Tremblay A, Gilbert JA.** Milk products, insulin resistance syndrome and type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr* 2009; 28 (Suppl 1): 91S-102S

**Trum, B.** (2003). Yogur y Kéfir. Madrid. EDAF, S.A.

**URREGO VELÁSQUEZ, M. C, CADAVID ROJAS, L. A.** Efecto sobre la calidad microbiológica, sensorial y reológica, de la aplicación de tres diferentes niveles de ácido láctico en un corte de carne de res (Huevo de Solomo). Trabajo de grado Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín - Colombia, pp. 72. 2005

**Vadeboncoeur C.**, & Moineau, S (2004). The relevance of genetic analysis to dairy bacteria: building upon our heritage. *Microbial cell factories*, 3(1), 15.

**Voet, D., Voet, J., Pratt, C.** (2007) Fundamentos de bioquímica: La vida a nivel molecular. Madrid, España. Editorial medica Panamericana.

**Wittig de Penna, E.; A. Cúria, S. Calderón, L. López, R. Fuenzalida y G. Hough.** 2005. Un estudio transcultural de yogurt batido de fresa: aceptabilidad con consumidores versus calidad sensorial con paneles entrenados. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 55 (1): 77-85.

**Youdim KA**, McDonald J, Kalt W y Joseph JA: Potential role of dietary flavonoids in reducing microvascular endothelium vulnerability to oxidative and inflammatory insults (small star, filled). *J Nutr Biochem*, 2002, 13:282-288

**Zare, F.; Boye, J.I.; ORSAT, V.; CHAMPAGNE, C.; SIMPSON, B.K.** 2011. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. *Food Res. Internal*. 44(8):2482-88. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.002>

**Zemel MB.** Proposed role of calcium and dairy food components in weight management and metabolic health. *Phys Sportsmed*. 2009; 37: 29-39.

Zivkovic AM, Barile D. Bovine milk as a source of functional oligosaccharides for improving human health. *Adv Nutr* 2011; 2:284-289