



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención**

**“SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL  
YOGURT TIPO III”**

**AUTOR: Darío Xavier Morales Durán**

**DIRECTOR: Ing. César Enrique Vayas Machado Ms.C**

**ASESOR: Ing. Fredy Patricio Erazo Rodríguez Ms.C**

**Riobamba – Ecuador**

**2018**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Darío Xavier Morales Durán, declaro que el presente Trabajo de Titulación “SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III” es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como Autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos presentes en este Trabajo de Titulación.

Riobamba, 17 de Mayo de 2018.

---

Darío Xavier Morales Durán.

C.I.: 060373798-2

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Enrique Cesar Vayas Machado Ms.C  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Ing, Fredy Patricio Erazo Rodríguez Ms.C  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 11 de Mayo de 2018.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias Dios por la oportunidad de llegar a esta nueva meta en mi vida, a la carrera de Industrias Pecuarias por recibirme en sus aulas, a mis profesores por la enseñanza impartida, a mis compañeros por tantos momentos y experiencias adquiridas.

Al Dr. Iván Flores, por sus consejos que de mucha ayuda fueron durante mi vida personal y de mi carrera.

Dra. Sandrita López muchas gracias por el apoyo desinteresado y brindado durante la elaboración del proyecto de tesis, gracias por la enseñanza impartida durante la ejecución de mi trabajo de titulación.

Ing. Enrique Vayas gracias por la ayuda brindada y apoyo durante la ejecución del proyecto de investigación, al Ingeniero Fredy Erazo, muchas gracias por el apoyo desinteresado durante la ejecución de mi proyecto de investigación.

## DEDICATORIA

Gracias a Dios por la vida, por tantos momentos y minutos de oportunidades, gracias a mis padres, Mamá Fanny y mi Viejito de mi alma César, por haberme traído a este mundo con tantos anhelos y muchos sueños, desde el cielo me supieron guiar e iluminar mi camino, este triunfo es gracias a ustedes.

Anita y Fabián mis padres de crianza que con su tiempo y dedicación forjaron en mi un soñador y trabajador de mis sueños, Darwin, José este triunfo es para ustedes en recompensa de tantas adversidades que hemos pasado juntos.

Mariela mi esposa Dios le pague por todo el apoyo, por el amor entregado, por tu tiempo y dedicación, Anthony mi hijo querido mi mayor orgullo, mi cómplice este regalo es especialmente para ti en agradecimiento y recompensa por tu sacrificio y apoyo hacia mi persona en el alcance de este gran logro para mí, TE AMO MUCHO hijo querido, este triunfo es para ustedes en muestra al eterno amor que les tengo a ustedes mi familia.

Darío Xavier

## CONTENIDO

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE GRAFICOS	xi
LISTA DE ANEXOS	xiii
I. INTRODUCCIÓN	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA	17
A. GENERALIDADES DEL YOGURT	17
B. PROPIEDADES NUTRITIVAS	20
C. LA JÍCAMA	23
D. COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL	24
E. REQUERIMIENTOS MEDIO AMBIENTALES	26
F. PROPIEDADES Y USOS DE LA PLANTA	28
G. EDULCORANTES	29
III. MATERIALES Y MÉTODOS	35
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DE EXPERIMENTO	35
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	36
C. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES	36
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	39
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	40
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	41
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	42
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
A. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.	48
B. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.	60
C. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD A LOS 20 DÍAS Y A LOS 30 DÍAS MICROBIOLÓGICO DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.	60

D. ANÁLISIS SENSORIAL DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.	64
E. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.	70
V. CONCLUSIONES	73
VI. RECOMENDACIONES	75
VII. LITERATURA CITADA	76

## RESUMEN

En el laboratorio de Procesamiento de Alimentos, en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se realizó la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III, en diferentes porcentajes (50, 75, 100 %) frente a un tratamiento control, los mismos que se analizaron bajo un Diseño completamente al Azar, y la separación de medias según Tukey ( $P < 0,05$ ), de esta manera se puede demostrar que la utilización del 100 % de jarabe de jícama permitió registrar 3.68 % de proteína, 0,00 % de grasa, 0,80 % de cenizas, 13,07 % de sólidos totales, 0,78 % de acidez, 1,16 g/ml de densidad, 4,77 de pH, 8,39 % de azúcares totales, 5,00 % de azúcares reductores y 3,30 % azúcares no reductores.

En cuanto a la valoración microbiológica se reportó ausencia en Coliformes totales, *Escherichia coli*, Mohos y Levaduras, a diferencia del microorganismo *Aerobios mesofilos* y *Lactobacillus* ya que su presencia fue relativamente baja, manteniéndose dentro de los límites exigidos por la Norma INEN 2395:2009, siendo el yogur considerado apta para el consumo humano.

En las características organolépticas la adición del jarabe de jícama influyó en el color, sabor, olor, acidez, dulzor, viscosidad y en el registro de la valoración organoléptica total se obtuvo el 19,80 % de aceptación para el tratamiento III. Por otra parte, el análisis económico señala que al emplear el 50 % de jarabe de jícama se obtiene un menor costo de producción de 1,02 dólares/L, con una rentabilidad del 70 % (B/C 1,71). Se recomienda elaborar yogurt tipo III usando el tratamiento 50 % de jarabe de jícama, por sus réditos económicos, y elaborar yogurt tipo III con 100 % de jarabe de jícama puesto que presenta mejores características nutritivas.



## ABSTRACT

In the Food Processing Laboratory, of the Faculty of Livestock Sciences in the Escuela Politécnica de Chimborazo, sugar substitution for jicama syrup was carried out in yogurt type III, in different percentages (50, 75, 100% ) compared to a control treatment, the ones that were analysed under a completely random design, and the separation of measurements according to Tukey ( $P < 0.05$ ), in this way; it can be demonstrated that the use of 100% jicama syrup allowed to register of 3.68% protein, 0.00% fat, 0.80% ashes, 13.07% total solids, 0.78% acidity, 1.16 g/ml density, 4.77 pH, 8.39% total sugars, 5.00% reducing sugars and 3.30% of non-reducing sugars. Regarding the microbiological assessment, it was reported an absence in total coliforms, *Escherichia coli*, molds and yeasts; unlike the Mesophilic Aerobic microorganism and *Lactobacillus* since its presence was relatively low, staying within the limits required by the INEN Standard 2395: 2009, being the yogurt considered suitable for human consumption. In the organoleptic characteristics, the addition of jicama syrup influenced the colour, taste, smell, acidity, sweetness, viscosity and in the record of the total organoleptic evaluation the 19.80% acceptance for treatment III was obtained. On the other hand, the economic analysis indicates that when using 50% jicama syrup, a lower production cost of 1.02 dollars/L is obtained, with a profitability of 70% (B/C 1.71). It is recommended to make yogurt type III using the treatment 50% of jicama syrup, for their economic benefits, and to elaborate type III yogurt with 100% jicama syrup since it has better nutritional characteristics.

**LISTA DE CUADROS**

N°	Pag
1. Composición química del yogurt	21
2. Composición química proximal de la raíz de jícama.	25
3. Contenido de minerales de la raíz de jícama.	25
4. Contenido de carbohidratos de la raíz de jícama.	26
5. Clasificación y características de los endulzantes	34
6. Esquema de experimento	40
7. Esquema del adeva	42
8. Sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III	47
9. Análisis bromatológico del yogur utilizando jarabe de jícama	50
10. Análisis microbiológico del yogur utilizando jarabe de jícama	62
11. Análisis de estabilidad microbiológico del yogur utilizando jarabe de jícama	63
12. Análisis económico de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III.	72

## LISTA DE GRAFICOS

N°		Pag.
1.	Comportamiento de la proteína en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.	49
2.	Comportamiento de cenizas en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III	51
3.	Comportamiento de solidos totales en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.	52
4.	Comportamiento de la acidez en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.	53
5.	Comportamiento de la densidad en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.	54
6.	Comportamiento del pH en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.	56
7.	Comportamiento de los azúcares totales en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.	57
8.	Comportamiento de los azúcares reductores en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.	58
9.	Comportamiento de los azúcares no reductores en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.	59
10.	Valoración organoléptica del atributo color (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III	64
11.	Valoración organoléptica del atributo olor (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III	65
12.	Valoración organoléptica del atributo sabor (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III	66
13.	Valoración organoléptica del atributo dulzor (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III	67
14.	Valoración organoléptica del atributo acidez (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III	68
5.	Valoración organoléptica del atributo viscosidad (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III	69

16. Valoración organoléptica total (sobre 20 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 70

## LISTA DE ANEXOS

1. Reporte de los resultados del análisis bromatológicos de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 2
2. Análisis estadístico del contenido de proteína de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 2
3. Análisis estadístico del contenido de cenizas de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 3
4. Análisis estadístico del contenido de sólidos totales de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 4
5. Análisis estadístico del contenido de acidez de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 5
6. Análisis estadístico del contenido de la Densidad de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 6
7. Análisis estadístico del contenido de pH de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 7
8. Análisis estadístico del contenido de Azúcares Totales de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 8
9. Análisis estadístico del contenido de Azúcares Reductores de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 9
10. Análisis estadístico del contenido de Azúcares No Reductores de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 10
11. Reporte de los resultados del análisis microbiológicos de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 2
12. Reporte de los resultados del análisis de estabilidad a los 20 días de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III 3
13. Reporte de los resultados del análisis de estabilidad a los 30 días de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III. 4
14. Resultados del análisis sensorial de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III. 5
15. Resultado experimental de la variable color de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III. 2

16. Resultado experimental de la variable olor de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III. 3
17. Resultado experimental de la variable sabor de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III. 4
18. Resultado experimental de la variable dulzor de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III. 5
19. Resultado experimental de la variable acidez de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III. 6
20. Resultado experimental de la variable viscosidad de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III. 7

## **I. INTRODUCCIÓN**

La Jícama (*Smallanthus sonchifolia*) es una planta que desde sus orígenes se ha cultivado en la región andina. En Ecuador esta especie se cultiva en climas templados y desde los 2100 a los 3000 metros sobre el nivel del mar, a lo largo del callejón Andino especialmente en Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. Crece en un amplio rango de suelos, pero se tiene mejores rendimientos en suelos ricos y bien drenados. Es cultivada especialmente por sus raíces tuberosas las cuales con una asepsia adecuada pueden ser comestibles, la planta es una enredadera que crece 4 a 5 m, y al igual que sus raíces las hojas presentan beneficios para la salud al consumirlas. En su exterior es amarillo, y en su interior es blanco cremoso, de textura quebradiza parecida a la de una papa cruda o de una pera, además su sabor es dulce y almidonado (ORTIZ, 2014).

En el campo ecuatoriano se siembran numerosas variedades frutales que poseen altas propiedades nutricionales y curativas entre las cuales está la jícama. Esta raíz de frutos tuberosos pertenece al grupo de las leguminosas. Se siembra en la región interandina del Ecuador y por la falta de información muy pocas personas conocen su valor benéfico como un producto alimenticio para la salud humana. Se la conoce también con el nombre de pelenga, yacón, pipilenga, o nabo mexicano. Esta planta originaria de México, fue llevada hacia Indonesia, y Centroamérica, y luego a la América del Sur, a países como Perú y Ecuador para de esta manera adaptarse a la variedad de suelos y climas de nuestro país (Reyes, 2013).

El azúcar tradicional y otro tipo de edulcorantes no pueden ser considerados enemigos absolutos de las personas con enfermedades silenciosas como es la diabetes puesto que también deben incluirse en el plan de alimentación. La jícama es un recurso muy prometedor para la dieta y medicina, debido a que constituye una alternativa muy positiva para los pacientes diabéticos, enfermedad de alta incidencia en el Ecuador. Las estadísticas señalan que 500.000 ecuatorianos mayores de 40 años padecen de diabetes mellitus tipo 2 (ORTIZ, 2014).

La elaboración del yogurt tipo III endulzado con el edulcorante natural a base del jarabe de Jícama permitirá que se realice nuevas investigaciones en favor de la

salud de las personas, puesto que estudios realizados, afirman que posee un alto porcentaje de fructooligosacaridos en la raíz de dicho tubérculo. De esta manera se puede estudiar el efecto de este edulcorante natural en derivados lácteos, y el efecto positivo en el organismo humano lo cual podrá dar origen a nuevos alimentos utilizando dicho edulcorante natural.

La Jícama (*Smallanthus sonchifolia*) es un tubérculo con un alto valor nutricional y muy rico en azúcares que tienen fructanos que corresponden a los azúcares no calóricos o más conocidos como fructooligosacaridos (FOS), los cuales constan de fructosas unidas entre sí, siendo esta unión la que establece la resistencia de los FOS a la hidrólisis, tanto en el estómago, al igual que en el intestino humano por lo que pasan al colon sin ser degradados. Debido a estas características se procederá a reemplazar en un cien por ciento el azúcar convencional en la elaboración de yogurt tipo III, lo cual disminuirá los costos de producción de una manera considerable haciéndola muy accesible para todas las personas.

Por lo presentado anteriormente se han planteado los siguientes objetivos.

- Evaluar la sustitución del azúcar convencional por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III.
- Sustituir diferentes niveles de azúcar en jarabe por el jarabe de jícama (50, 75, 100 %).
- Realizar los Análisis Fisicoquímicos, Microbiológicos y Organolépticos.
- Determinar la vida de anaquel del producto.(20,30 días)
- Establecer la rentabilidad del producto mediante el indicador beneficio - costo.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. GENERALIDADES DEL YOGURT

#### 1. Definición

El yogurt es un producto lácteo fermentado que resulta de la acción de dos bacterias termófilas: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. La bacteria *Streptococcus thermophilus* es una bacteria láctica que actúa en forma óptima a una temperatura entre 42 y 50°C proporcionando una acidez característica propia de yogurt. La bacteria *Lactobacillus bulgaricus* es una bacteria láctica que a diferencia de la primera que inversamente se reproduce a temperaturas entre 37 y 42°C y es la que se encarga de otorgar el aroma característico del yogurt.

Existen varias hipótesis acerca de la textura final del yogurt, ya que este puede ser aflanado o con aspecto gelatinoso, también puede ser líquido o llamado también bebible (FAO, 2010).

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), define que el yogur es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas. *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias ácido lácticas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; cada una de estas bacterias deben ser asequibles y activas desde su inicio y durante toda la vida del producto. Puede ser o no adicionado ingredientes y aditivos indicados en esta norma (INEN, 2009).

La leche fermentada es un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, que puede haber sido elaborado a partir de productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en la composición, por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoeléctrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración

mínima. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables, (CODEX, 2003).

## **2. Historia del yogurt**

La historia del yogurt viene desde hace miles de años atrás, según comentan el primer proceso de leche acidificada ocurrió accidentalmente por los nómadas del oriente. La leche se acidificaba y coagulaba por las altas temperaturas y por acción de microorganismos.

A fines del siglo XIX, con la llegada de la industria lechera en los países occidentales se empezó a incursionar en la producción de los subproductos lácteos fermentados. El yogurt es un alimento de fácil digestibilidad puesto que la caseína principal proteína de la leche es parcialmente hidrolizada en el proceso de fermentación, por tanto el organismo lo asemeja con mayor facilidad.

En cambio la lactosa que es el azúcar de la leche es transformada en ácido láctico, esta acidez beneficia el proceso de una flora intestinal benéfica que destruye los componentes de la putrefacción presentes al interior del intestino humano. En aquellas personas cuyo sistema digestivo carece de la enzima lactasa, la lactosa no es descompuesta en azúcares más simples. Estas personas no pueden beber leche sin embargo pueden tomar yogurt, en el cual la lactosa ha sido desdoblada por las enzimas bacterianas (ALTAMIRANO, 2011).

## **3. Clasificación**

La clasificación del yogurt se da por sus diferentes características que pueden ser por el método de elaboración, el contenido de grasa, y por su sabor (ALTAMIRANO, 2011).

### **a. Por el método de elaboración**

- Líquido

Es el producto en el cual el proceso de inoculación de la leche pasteurizada, se la produce en tanques de incubación, produciéndose en los tanques la coagulación, para luego batirla y envasarla en estado líquido. Las características finales del producto van a depender del extracto seco de la leche, la intensidad y duración del proceso de precalentamiento, la adición de preservantes, la velocidad y el grado de acidificación y las condiciones de refrigeración entre otras.

- Batido

Es el producto aquel que se realiza el proceso de inoculación de la leche pasteurizada, en tanques de incubación, produciéndose en estos tanques la coagulación para luego el producto final proceder a batirlo y envasarlo en estado medio líquido.

- Coagulado o aflanado

Es el proceso en el cual el producto de la leche pasteurizada es envasado en el mismo instante en el que se realiza la inoculación, produciéndose así la coagulación en el mismo envase.

#### **b. Por el contenido de grasa**

- Entero (Tipo I)

Es aquella que no ha sufrido modificación alguna en la leche. El nivel de grasa contribuye con la viscosidad, textura y apariencias del producto, favorece el desarrollo del aroma y ayuda a evitar la sinéresis. Con un contenido graso de 2,7 – 3 %.

- Semidescremado (Tipo II)

Es aquella característica principal es tener un contenido de grasa de 2.0 a 1%.

- Descremado (Tipo III)

Es el producto aquel obtenido de la extracción total de la materia grasa de la leche cruda entera. El yogurt descremado es consumido especialmente por personas con problemas de obesidad, problemas hepáticos, hipertensos y arterioscleróticos, aunque al igual que la leche, la cantidad de grasas que tiene este yogurt es muy escasa, y su contenido de materia grasa no deberá excederse más de 0,5 g/100 g.

### **c. Por el sabor**

- Natural

Es aquel producto al que no se le añade ninguna clase de saborizante, pectina, fruta, azúcares ni colorantes, permitiendo según la Norma INEN 2395:2009 solo la adición de estabilizadores y conservadores.

- Frutado

Según la norma autoriza a que se le agregue fruta procesada en pulpa o trozos y aditivos. Según estudios las frutas secas son una muy buena fuente de energía, las cuales otorgan el más alto porcentaje de calorías. La mezcla de yogurt con frutas secas le transformaría al producto final con un elevado poder energético, además de ser un producto con propiedades óptimas para una buena digestión.

- Saborizado

El yogurt saborizado es aquel que contiene saborizantes naturales o artificiales y otros aditivos y conservantes permitidos por la norma sanitaria. El yogurt se lo consume frío, con azúcar o miel, es un producto apto para ser diferentes tipos de combinaciones con la variedad de productos existentes en el mercado.

## **B. PROPIEDADES NUTRITIVAS**

El yogurt es un producto que en el siglo XX se hizo muy popular por sus características nutritivas. Según estudios realizados a los pobladores de los

pueblos balcánicos llamo la atención su longevidad, entre aquellos investigadores como Metchnikoff, que gracias a sus estudios pudieron concluir que esas bondades eran gracias al efecto de las bacterias del yogurt sobre la flora intestinal (ALTAMIRANO, 2011).

Los organismos vivos presentes en el alimento transforman la principal azúcar de la leche lactosa en ácido láctico, siendo un componente principal que impide el desarrollo de bacterias perjudiciales en el intestino derivadas de la descomposición de los alimentos.

Este investigador también halló interesantes propiedades nutritivas derivadas de su gran cantidad de vitaminas del grupo B.

La acción del producto sobre el sistema digestivo se convierte en una auténtica defensa natural contra todo tipo de infecciones y enfermedades. Además, reduce el colesterol y permite absorber las grasas mucho más fácilmente, además de equilibrar el intestino, controlando los posibles casos de diarrea y estreñimiento.

También minimiza los efectos negativos de los antibióticos y protege el estómago de la erosión que producen ciertos medicamentos. Hoy en día existen muchas variedades de yogur (ALTAMIRANO, 2011).

La minuciosa producción mediante tanques de leche pasteurizada y homogenizada permite darle a la leche las condiciones necesarias para que se forme las bacterias que permiten que se forme este producto único.

Los ingredientes y el modo de elaboración determinan los tipos de yogur: líquidos, cremosos, desnatados, con frutas, etcétera (ALTAMIRANO, 2011).

A continuación, en el cuadro 1 se detalla el valor nutricional del yogur por cada 100 ml:

#### Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL YOGURT

El yogur es un producto que constituye una buena fuente de Calcio, Magnesio y Fosforo, que son los minerales más importantes para nuestros huesos, lo curioso de estos minerales están en mayor cantidad en el yogur que en la misma leche. Es

como si los microorganismos que fermentan la leche para convertirla en yogur además de hacerla digestiva nos aumenta la cantidad de minerales. El yogur disminuye la porción de colesterol que contiene la leche antes de la fermentación.

<b>Determinación</b>	<b>Yogurt con base en leche</b>
Humedad	85.1
Cenizas	0.7
Proteína	6.3
Extracto etéreo	1.0
Hidratos de carbono	6.9
pH	4.2
Acidez (g ác. Láctico/100g)	1.7
Sólidos (%)	12
Viscosidad (cps)	5.500
Energía (Kcal/100g)	64.6
(Kj/100g)	274.3

Fuente: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid>

## **1. Ventajas del consumo de yogur**

Según, (Mejia, 2006), afirma que el consumo de yogur presenta los siguientes beneficios:

El consumo de yogur intensifica la retención de fosforo, calcio, hierro en comparación con la leche también cabe destacar su participación en la disminución de problemas alérgicos.

La ingesta diaria de yogur puede mejorar la calidad de vida y el sistema inmune de pacientes afectados de cáncer (sobre todo de colon), osteoporosis, patología cardiovascular, anorexia, alcoholismo e infecciones.

La ingestión de este producto es recomendable en todas las edades. Para la mayor parte de lactantes intolerantes a las leches constituye un magnifico alimento, pues

la reducción moderada de su contenido de lactosa, en comparación con la leche, lo hace más apropiado para los pacientes con deficiencia de lactasa.

Generar tolerancia a la lactosa este pasa a ser un punto de gran importancia, las bacterias ácido lácteas contiene lactasa, (enzima que digiere la lactosa).

Reduce valores de colesterol sanguíneo: diferentes estudios demuestran que el consumo de yogur desnatado baja los niveles de colesterol en la sangre, en consecuencia este alimento debe formar parte de la dieta de aquellas personas que presentan riesgo cardiovascular.

Gran fuente de calcio: las pérdidas diarias de este mineral en nuestro organismo deben ser respuestas a través de la dieta diaria. El calcio presente en el yogur se ha disuelto en el ácido láctico, haciéndose así más absorbible para nuestro sistema digestivo y para su fácil paso posterior a todo nuestro cuerpo.

### **C. LA JÍCAMA**

La jícama o yacón es una raíz originaria del páramo andino, que ha pasado desapercibida en el mercado urbano por casi 500 años. El género *Smallanthus*, presenta en total 21 especies, todas americanas, que se distribuyen desde el sur de Colombia hasta el noroeste de la Argentina (ALVARADO, 2009).

La jícama es un arbusto nativo de los Andes, domesticada por la población prehispánica que formó parte en la época del Tahuantinsuyo, y en la actualidad muy conocida por la población indígena y campesina en especial en las regiones interandinas de los países en donde se cultiva dicho tubérculo, por el dulzor de sus raíces engrosadas que se consumen como “fruta” fresca, o después de exponerla al sol por unos días para aumentar su dulzura (Suquilanda, 2006)

Se asegura que el primer registro escrito sobre la Jícama data de 1615, cuando el cronista mestizo Guamán Poma de Ayala lo anexó en una lista de 55 plantas nativas de los Andes. En 1653 el sacerdote y cronista español Bernabé Cobo se expresó de la jícama como “una fruta agradable que se consume fresca, y que tiene un

sabor mejorado al exponerla al sol y su duración es larga hasta varios días después de ser cosechada y sin perder sus características iniciales.

Algunos autores y especialistas afirman que el término “yacón” es español, pero según el diccionario Quichua, yacón proviene del vocablo Ilaqum o yacu, que significa agua, aguachento o insípido. A diferencia de la gran extensa variedad de los tubérculos o raíces tuberosas, la jícama no es necesario llevarla a cocción para ser consumida y lo común es hacerlo como producto crudo ya que sus características similares a una manzana permite que sea consumida de esta forma (ALVARADO, 2009).

#### **D. COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL**

Según el Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP en su investigación desarrollada acerca del tubérculo las cuales resalto sus bondades como endulzantes sano y natural, además concluyó que esta raíz contiene un alto poder medicinal y alimenticio al contener bajas calorías a diferencia de otras raíces.

Los componentes más significativos de este tubérculo aparte del agua son los azúcares que a diferencia de otras raíces estos almacenan en forma de oligosacáridos, y es un azúcar especial que endulza pero que no produce calorías y son absorbidos por el cuerpo humano en forma de glucosa.

Las raíces de la jícama son comestibles, al igual que sus hojas que pueden ser ingeridas en forma de tisanas o procesadas industrialmente en estado fresco, en la fabricación de jugos para diabéticos y jarabes con alto contenido de fructooligosacáridos (UNALM, 2015).

La raíz de la jícama, contiene de 85 a 90% de agua; vitamina C, calcio, fósforo, potasio, hierro y trazas de proteína y lípidos. Su sabor dulce proviene de la oligofructosa inulina (carbohidrato que por medio de la cocción se transforma en fructosa, también llamado fructo-oligosacarina), que no es metabolizada por el organismo humano y resulta ideal para consumo de los diabéticos, porque pasara directamente al colon sin ser hidrolizada (Suquilanda, 2006).



Entre el 85 y 90% en peso fresco de las raíces, se encuentra en forma de agua. A diferencia de la gran mayoría de tubérculos comestibles, los mismos que presentan un alto de contenido de almidón, la jícama almacena sus carbohidratos en forma de fructooligosacáridos (FOS) y azúcares comunes (fructosa, glucosa y sacarosa), y no en forma de almidón (Manrique, 2003).

### 1. Composición química proximal de la raíz de Jícama

En el cuadro 2, se describe la composición química proximal de la jícama en 100g.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DE LA RAÍZ DE JÍCAMA.

Parámetro	(%)
PROTEINA	3.73
EXTRACTO ETÉREO	0.62
HUMEDAD	89.21
CENIZAS	3.73
FIBRA	5.52

Fuente: BALDEON, M. Memorias. Taller de Chocho o Tarwi y los Ácidos Grasos Esenciales. INIAP. CRS.PATH. Canadá. Ecuador, Quito. 2003.

En el cuadro 3 se describe el contenido de minerales de la raíz de jícama.

Cuadro 3. CONTENIDO DE MINERALES DE LA RAÍZ DE JÍCAMA.

Macroelementos	%	Microelementos	Ppm
Calcio	0.14	Cobre	8.00
Magnesio	0.12	Hierro	87.00
Sodio	0.06	Magnesio	18.00
Potasio	1.34	Zinc	36.00
Fosforo	0.08	Yodo	0.013

Fuente: BALDEON, M. Memorias. Taller de Chocho o Tarwi y los Ácidos Grasos Esenciales. INIAP.CRS.PATH. Canadá. Ecuador, Quito. 2003.

En el cuadro 4, se describe el contenido de carbohidratos de la raíz de la jícama, que a diferencia de otras raíces y tubérculos que almacenan sus carbohidratos en forma de almidón, la jícama los conserva principalmente en forma de fructooligosacáridos (GF2 -GF4) y azúcares tipo Inulina (GF5-GF9).

Cuadro 4. CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS DE LA RAÍZ DE JÍCAMA.

Carbohidratos	%
Carbohidratos Totales	85.55
Almidón	0.83
Azúcares totales	21.77
Inulina	13.50
Azúcares reductores	12.78

Fuente: BALDEON, M. Memorias. Taller de Chocho o Tarwi y los Ácidos Grasos Esenciales. INIAP. CRS.PATH. Canadá. Ecuador, Quito. 2003.

## E. REQUERIMIENTOS MEDIO AMBIENTALES

### 1. Cosecha y manejo post-cosecha

El promedio de madurez de la raíces es entre 6 a 10 meses, dependiendo de la zona donde esta se cultive, por lo general en las zonas bajas se cosecha en un tiempo más corto. Los expertos en la cosecha de la planta dicen que el momento ideal para su explotación es observando si en la tierra existe rajaduras y si la planta presenta una coloración amarillenta, quiere decir que son síntomas de que la planta está lista para ser recogida (ORTIZ, 2014).

Al momento de ser cosechada la planta se lo realiza manualmente con la ayuda de un azadón, puesto que este proceso hay que realizarlo con mucho cuidado debido a la delicadeza de las raíces que se pueden romper fácilmente, para luego ser separadas del tallo central, esta acción hay que hacerla de manera escalonada ya que ante la posibilidad de no existir las condiciones óptimas de almacenamiento la jícama puede permanecer fresca durante un periodo máximo de 8 días, en cambio

en el campo puede permanecer fresca durante varias semanas y además conservando su sabor característico (ORTIZ, 2014).

Para el consumo de las raíces e incrementar sus niveles de dulzura a partir de la hidrólisis de los oligofructanos a azúcares comunes (glucosa, sacarosa, fructosa) en un porcentaje mayor al de sus iniciales al momento de su cosecha se las expone al sol en un periodo mínimo de 3 a 8 días.

El almacenamiento de los tubérculos en cuartos fríos a una temperatura optima, secos y en una oscuridad completa, mantienen sus características iniciales y mantienen sus niveles de calidad por varios meses (ORTIZ, 2014).

## **2. Rendimiento**

La característica importante de la jícama es su productividad muy alta, existen reportes en donde indican que el rendimiento de la jícama esta entre 28 a 100 toneladas por hectárea cosechada, y alrededor de 23 unidades por cada raíz de este tubérculo (ORTIZ, 2014).

## **3. Ventajas y desventajas del cultivo de la jícama desde el punto de vista agrícola**

### **a. Ventajas**

- Se adapta a cualquier tipo de suelos.
- No requiere una alta inversión en relación con los rendimientos e ingresos.
- Controla las malezas.
- Mejora el suelo para el próximo cultivo.
- Casi no tiene problemas de plagas.
- Presenta una buena tolerancia a la sequía.

## **b. Desventajas**

- No es muy conocida por la población nacional.
- No es un tubérculo comercial
- Las semillas no dan una buena germinación.
- El tiempo de cosecha es de alrededor de 9 meses. (FARTIL, 2013)

## **F. PROPIEDADES Y USOS DE LA PLANTA**

Por tener unos porcentajes muy altos de inulina, el consumo de la jícama, es muy recomendable para las personas que por su genética padecen la enfermedad del diabetes, así como para aquellas que no desean subir de peso.

A la jícama se la consume en forma cruda como fruta refrescante en la época calurosa, se consume la parte interior blanca que es jugosa y de sabor moderadamente dulce a bien dulce, así como su consumo en forma de verdura, en sopas o como ensalada agregándole sal y limón. También se la puede consumir cocinada u horneada (Suquilanda, 2006).

Las partes utilizables de la Jícama son las hojas que contienen entre un 11 a 18% de proteína y por ser muy apetitosas son utilizadas como forraje para animales de pastoreo y cuyes, los campesinos de Cajamarca (Perú) consideran que las hojas tienen efecto en el mejoramiento del pelo de los animales. Mientras que en los países del Japón y Brasil las hojas son utilizadas para elaborar té que según estudios realizados ayuda a controlar la presión arterial alta, la cual evidentemente está relacionada principalmente con altos niveles de colesterol, además el té de hojas tiene propiedades antioxidantes y anti-estrés (Ortiz, 2014).

Las raíces son aprovechadas como alimento en estado fresco, soleado, sancochado, horneado o procesado industrialmente; como refresco, alcohol, chancaca o panela y principalmente como fuente natural de azúcar dietética. En estado fresco, las raíces se consumen como fruta sola o acompañada con otras frutas en forma de ensalada; la cáscara tiene un sabor no muy agradable, por el cual los tubérculos se pelan antes de comerlos.

Por su contenido alto contenido de azúcares y minerales se la considera como un re hidratante natural, por tener esas bondades los campesinos lo usan para las caminatas largas; en Bolivia es valorada como rejuvenecedor de la piel, mientras que en Cajamarca es utilizada como un antirraquítico (Ortiz, 2014).

En los Andes, los tubérculos son continuamente expuestos al sol de 3 a 8 días, tiempo en el cual los fructanos se hidrolizan a azúcares comunes y se incrementa el grado de dulzura; sin embargo desde el punto de vista farmacológico las raíces ya no presentan efecto hipoglucemiante (Jaime, 2001).

En los últimos tiempos la jícama aunque no es muy explotada ni conocida ha adquirido una gran importancia para la industria alimentaria ya que por sus grandiosas propiedades nutricionales especialmente un alto porcentaje de inulina (componente de la fructuosa, que no es metabolizado por el organismo humano), la cual saludablemente puede sustituir a la sacarosa que es el componente del azúcar de mesa y principal componente que afecta la salud humana por producir diabetes, que en los últimos tiempos se ha transformado en una enfermedad con una alta tasa de mortalidad en el mundo para toda la humanidad, sin restricción de edad ni género.

## **G. EDULCORANTES**

### **1. Definición**

Es un aditivo para los alimentos que tiene un sabor dulce pero que proporciona menos calorías que el azúcar común, por lo que se les llama “sustitutos de azúcar”

Existen edulcorantes naturales y artificiales. Cada uno de ellos tiene sus propias características y ventajas.

Un edulcorante es una sustancia natural o química que se adiciona a un alimento con la finalidad de obtener en él un sabor dulce. Los hay de dos tipos:

### **a. Edulcorante calórico**

Proporciona 4 kcal/g y como ejemplo podemos mencionar a la sacarosa, la fructosa, la glucosa, y la lactosa.

### **b. Edulcorante no calórico (ENC)**

Aporta menos de 1 kcal/g como en el caso del acesulfame K, la sucralosa, y el aspartame. Para cada uno de ellos se ha establecido una ingesta diaria admisible (IDA) expresada en mg/kg de peso corporal (Gonzales Andrea, Mexico 2017).

## **2. Historia**

En el siglo XVII el azúcar fue calificado como el principal responsable de provocar un gran número de enfermedades que lentamente iban quebrantando la salud de los humanos, surgiendo así la necesidad de encontrar un sustituto del azúcar de los alimentos. Asociado a esto se presentó una escasez significativa de azúcar durante la Segunda Guerra Mundial y un cambio en la percepción de la estética de la figura femenina a una más esbelta lo que llevo animar a las mujeres a recurrir a sustitutos artificiales los cuales al reemplazar el dulce del azúcar debían proporcionar las mismas características organolépticas en los alimentos (Gonzales Andrea, Mexico 2017).

El ser humano desde su nacimiento está inclinado a reconocer y preferir los sabores dulces y en algunos casos repudiar el sabor amargo. Estas adaptaciones fisiológicas sirvieron de gran ayuda a los primeros humanos a distinguir entre plantas comestibles potencialmente dañinas y potencialmente nutritivas. A partir de nuestro nacimiento el primer alimento que ingiere el ser humano es la leche materna con un sabor dulce, éste se debe en gran medida, al 7,2 % de lactosa azúcar propia de la leche que contiene (Gonzales Andrea, Mexico 2017).

Diferentes investigaciones demuestran que, durante la etapa de la infancia, permanece una fuerte elección por el sabor dulce, que a medida que va pasando

el tiempo va disminuyendo al final de la adolescencia y en la edad adulta. Es de tomar en cuenta que durante el siglo XX, muchos aspectos de la vida diaria de las personas en general han ido en disminución y hasta menos exigentes en su rutina en cuanto a su actividad física, lo que ha tenido como resultado que las personas consuman muchas más calorías de las que se queman transformándose en este en primer motivo de incidencia del sobrepeso y la obesidad, que tienen consecuencias perjudiciales en la salud y que se sigue suponiendo en un desafío hoy en día (Gonzales Andrea, Mexico 2017).

En este contexto, y dado el deseo innato del ser humano por el sabor dulce, el consumo de alimentos y bebidas con edulcorantes bajos en calorías pueden representar un aporte útil a la dieta.

Los edulcorantes no calóricos, también conocidos en el mercado como sustitutos del azúcar, son sustancias que se utilizan en reemplazo de la sacarosa compuesto principal del azúcar convencional, para de esta forma endulzar bebidas y alimentos de una forma menos perjudicial para la salud, y al ser más dulces que la misma azúcar se requiere porciones menores de estos para obtener el mismo nivel dulzor.

### **3. Edulcorantes no calóricos**

Los edulcorantes no calóricos constituyen una muy buena alternativa para consumo de azúcares sanos y libres de compuestos que afecten la salud en mayor porcentaje. Por sí solos no son materiales para el control de peso. Al iniciar su consumo de igual forma debe iniciar una dieta balanceada incluyendo un estilo de vida saludable y físicamente activa (VELASCO, 2017).

Su principal función de los edulcorantes no calóricos es proporcionar el muy agradable sabor a dulce sin que exista un aporte energético. La inocuidad de cada uno de los compuestos son seguros y aprobados, constantemente se realizan estudios de comprobación y posibles afectaciones y buenos resultados en nuevos estudios que se realizan periódicamente. Debido a que en el mercado no existe un edulcorante perfecto cada vez más se están haciendo estudios conjuntamente con

la variedad para de esta manera tratar de desarrollar un edulcorante no calórico que sea muy agradable para el consumidor (VELASCO, 2017).

#### **4. Clasificación edulcorantes no calóricos**

Según (Gonzales Andrea, Mexico 2017), menciona en sus estudios que los edulcorantes no nutritivos y que son de mayor aceptación por el consumidor en la actualidad podemos enlistar los siguientes:

##### **a. El aspartame (NUTRASWEET®)**

Se menciona que el poder de endulzante es 180 veces mayor que la sacarosa. Este edulcorante se lo utiliza en bebidas, cereales, gomas de mascar. Al estar expuesto a altas temperaturas es muy inestable perdiendo de manera significativa su propiedad edulcorante, por lo cual es recomendado no utilizarlo en el procesamiento de alimentos. Varios estudios se le han asociado con la aparición de migrañas y hasta cuadros diarreicos, pero existen también más de 200 estudios que demuestran una muy buena seguridad al consumirlo (Gonzales Andrea, Mexico 2017).

Los alimentos y bebidas que en su composición contienen aspartame, incluye una contraindicación preventivo sobre el contenido de fenilalanina como parte de la información necesaria para las personas que padecen fenilcetonuria y que no deben consumirlo. Su ingesta diaria aceptable es de 0-40 mg/Kg, el contenido de aspartame por sobre es de 35 mg y el número de sobres para alcanzar ingesta diaria aceptable en un adulto promedio de 68 kg es de 78.

Las instituciones que avalan su uso son la FDA, el comité mixto de FAO y OMS (Food and agricultura organization y Organización Mundial de la Salud respectivamente) y la COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios), entre otras (Gonzales Andrea, Mexico 2017).



## **b. La stevia**

Son hierbas y arbustos de la familia del girasol (*Asteraceae*), nativa de regiones subtropicales y tropicales de América del Sur y América Central. La especie *Stevia rebaudiana* Bertoni, conocida comúnmente como dulce hoja, o, simplemente, *Stevia*, es ampliamente cultivada por sus hojas dulces. Como un sustituto del azúcar, la *Stevia* tiene un sabor más lento al comienzo y una duración más larga que la de azúcar, aunque algunos de sus extractos pueden tener un sabor amargo o como gusto a *Glycyrrhiza glabra* en altas concentraciones (MUÑOZ., 2010).

Con sus extractos, que tienen hasta 300 veces el dulzor del azúcar, *Stevia* ha llamado la atención con la creciente demanda de bajos carbohidratos y alimentos bajos de azúcar en la alimentación alternativa. La investigación médica también ha demostrado los posibles beneficios de la *Stevia* en el tratamiento de la obesidad y la hipertensión arterial porque tiene un efecto insignificante en la glucosa en la sangre, (MUÑOZ., 2010).

La *Stevia* es una planta saludable radica, en que sus hojas poseen una sustancia denominada esteviósido, lo que las hace que sean de 10 a 30 veces más dulces que el azúcar. Está constituida por una mezcla de por lo menos ocho glucósidos diterpénicos que purificado es entre 100 hasta 300 veces más dulce que la sacarosa y que por sus características físico-químicas y toxicológicas permite su inclusión en la dieta humana para ser utilizada como un edulcorante dietético natural, sin efectos colaterales (PITCHFORD, 2015).

## **c. Sucralosa**

Edulcorante artificial descubierto en 1976, compuesto de 1,6 dicloro – 1,6 dideoxy -  $\beta$ - D- fructofurano-sil – 4 - cloro – 4 deoxy -  $\alpha$ D – galactopiranosido, obtenido por la halogenación selectiva de la molécula de sacarosa. Es entre 500 a 700 veces más dulce que el azúcar, no contiene aporte energético, es muy soluble en agua y (Samuel Duran, 2013).

Es un sólido cristalino no higroscópico, producido por clorinación selectiva de la molécula de sacarosa. La sucralosa es estable a temperaturas elevadas y de esta manera puede usarse en productos cocidos. A pH ácido o en bebidas carbonatadas es más estable que los edulcorantes anteriormente mencionados, se hidroliza muy lentamente a monosacárido, no interactúa con los componentes del alimento y no deja sabor amargo, dejando un perfil tiempo intensidad similar a la sacarosa (GIANNUZZ, 2010).

## 5. Clasificación y características de los endulzantes

Según (Samuel Duran, 2013), asegura que los edulcorantes naturales tienen su propio porcentaje de dulzor, tal cual lo describe en el cuadro 5

**Cuadro 5. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ENDULZANTES**

<b>Edulcorante</b>	<b>Dulzor</b>	<b>Utilización en la industria</b>	<b>Características</b>	<b>Ingesta Diaria Admisible (IDA)</b>
Estevia	300	Productos horneados, bebidas no alcohólicas y edulcorante de mesa	Estevia aumenta la sensibilidad a la insulina y la tolerancia a la glucosa en los seres humanos	4 mg/kg peso corporal (expresados como esteviol).
Aspartamo	180 200	Goma de mascar, bebidas carbonatadas, jugos en polvo, yogur y leche, café y té instantáneo, y edulcorante de mesa	Los efectos secundarios comunes reportados por el consumo de aspartame incluyen mareos, dolores de cabeza, problemas intestinales y los cambios del estado de ánimo.	50 mg / kg de peso corporal, tanto para adultos y niños*40 mg/Kg peso
Sucralosa	600	Alimentos y bebidas en general, edulcorante de mesa	La sucralosa es muy estable y es capaz de retener su dulzor cuando se somete a alta temperatura y acidez.	15 mg/ kg de peso corporal al día

Fuente: Samuel Durán 2013

## **6. Beneficios de la utilización de edulcorantes**

Según, ([www.epsa.net](http://www.epsa.net)), afirma que los edulcorantes acalóricos o bajos en calorías pueden comercializarse como productos beneficiosos para la salud puesto que ayudan muy favorablemente:

- Permiten mantener o perder peso, ya que ayuda a equilibrar la ingesta de calorías con las consumidas.
- Muchos de ellos son aptos para ser usados por diabéticos.
- No interactúan con las bacterias bucales y evitan las caries.
- Su baja higroscopicidad permite un mejor control de la humedad.
- Pueden ser estables en medios ácidos, alcalinos, y muchos de ellos lo son a las variaciones térmicas.

## **7. Desventajas de la utilización de edulcorantes**

En estudios realizados por (MADISON, 2014), afirma que el consumo de edulcorantes según las características que estos tienen sus desventajas que son:

- El uso en dosis altas de fructuosa puede elevar los niveles de colesterol.
- El aspartamo puede causar dolores de cabeza y mareos.
- En algunos casos causa convulsiones.
- Enfermedades coronarias, síndrome cardio metabólico, enfermedades renales crónicas.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DE EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se realizó en la Planta de Producción de Lácteos ubicada en la Estación Experimental de Tunshi, al igual que en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología Animal, en el Laboratorio de

Bromatología y Nutrición Animal, y en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1 ½ de la panamericana Sur en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

La duración con la que se contó para la realización del presente estudio experimental fue de 60 días (2 meses), tiempo en el cual se realizaron los diferentes análisis como: microbiológicos, bromatológicos y organolépticos del producto elaborado.

## **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Para el trabajo investigativo se desarrollaron 12 unidades experimentales con un tamaño de 5 lts por cada unidad, de las que se tomaron muestras de 300 ml por repetición, con el propósito de realizar los respectivos análisis.

## **C. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones utilizadas fueron los siguientes:

### **1. Instalaciones**

- Área de procesamiento de lácteos.
- Área de refrigeración.
- Área de catación del Laboratorio de Helados y Conservas.
- Laboratorio de Microbiología y Parasitología Animal.
- Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal.
- Oficina.
- Bodega.
- Baños y vestidores.

## **2. Obtención del Jarabe de Jícama**

### **a. Equipos**

- Licuadora.
- Extractor de jugos.
- Congelador.
- Cocina industrial.

### **b. Materiales**

- Ollas de aluminio.
- Bandejas plásticas.
- Jarras plásticas.
- Paletas de madera.
- Toallas de cocina.
- Tamizador.
- Envases de vidrio.

### **c. Materia prima**

- Jícama

## **3. Elaboración del Yogurt**

### **a. Equipos**

- Olla yogurtera.
- Descremadora.
- Balanza analítica.
- Cámara de frío.

**b. Materiales**

- Envases.
- Mesa de acero inoxidable.
- Jarra de plástico.
- Tina de enjuague de envases.
- Materiales de protección personal (mandil, botas, guantes, mascarilla, cofia).

**c. Ingredientes**

- Leche descremada.
- Cultivo de fermento yomix.
- Azúcar.

**4. Equipos y materiales de laboratorio**

- Estufa.
- Autoclave.
- Desecador.
- Deshidratador.
- Cabina de flujo laminar.
- Centrifuga.
- Balanza analítica.
- pH-metro.
- Acidómetro.
- Butiro metro.
- Matraces.
- Balón aforado.
- Balón volumétrico.
- Cocina.
- Pipeteador.
- Pipetas.
- Mechero de bunsen.

- Tubos de ensayo.
- Placas Petri film.

#### **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se evaluó las características del yogur tipo III con Jarabe de Jícama en diferentes niveles (50, 75,100 %) con el propósito de compararlas con un tratamiento testigo (0% de Jarabe de Jícama), por lo que se contó con 4 tratamientos experimentales, cada uno con 3 repeticiones y un tamaño de la unidad experimental de 5 litros.

La descripción de los tratamientos que se llevó a cabo en la investigación fue la siguiente:

- T0: Yogurt tipo III + jarabe de azúcar (Testigo).
- T1: Yogurt tipo III + 50 % de jarabe de jícama y 50 % de jarabe de azúcar.
- T2: Yogurt tipo III + 75 % de jarabe de jícama y 25 % de jarabe de azúcar.
- T3: Yogurt tipo III + 100 % de jarabe de jícama.

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar (D.C.A), mientras que para su análisis respectivo se empleó el siguiente modelo lineal aditivo.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto de los tratamientos

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

#### **1. Esquema del experimento**

El esquema del experimento desarrollado en la investigación se describe en el (cuadro 6).

## Cuadro 6. ESQUEMA DE EXPERMIENTO

Tratamiento	Codificación	T.U.E	Repetición	Prod/Tratam
Yogurt tipo III + jarabe azúcar	T0	5 Lts.	3	15 Lts.
Yogurt tipo III + 50% j. jícama	T1	5 Lts.	3	15 Lts.
Yogurt tipo III + 75% j. jícama	T2	5 Lts.	3	15 Lts.
Yogurt tipo III + 100% j. jícama	T3	5 Lts.	3	15 Lts.
TOTAL				60 Lts.

T.U.E\*: Tamaño de la Unidad Experimental.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales consideradas fueron:

### 1. Variables Físico-químicas

- pH
- Acidez, %
- Grasa, %
- Proteína, %
- Densidad g/ml
- Solidos totales, %
- Cenizas, %
- Azucares Reductores, %
- Azucares no Reductores, %
- Azucares Totales, %

### 2. Valoración Microbiológica

- Echericha coli, UFC/ml.
- Coliformes totales, UFC/ml.
- Aerobios mesófilos, UFC/ml.
- Mohos – Levaduras, UFC/ml.



- Lactobacillus, UFC/ml.

### **3. Análisis sensorial**

- Olor, puntos.
- Color, puntos.
- Sabor, puntos.
- Dulzor, puntos.
- Acidez, puntos.
- Viscosidad, puntos.

### **4. Análisis de estabilidad**

- Tiempo en días, 20 días, 30 días.
- Acidez.

### **5. Análisis Económico**

- Beneficio/Costo.

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Para los resultados experimentales del producto en estudio se realizó los siguientes análisis estadísticos.

- Análisis de varianza ADEVA para las diferencias en las variables del análisis físico químico.
- Separación de medias mediante Tukey al nivel de Significancia  $P < 0.05$ .
- Para la valorización de las características organolépticas, se utilizó la prueba de Rating Test.
- Análisis de regresión al mejor ajuste de la curva

El esquema del análisis de varianza (ADEVA) desarrollado se describe en el (cuadro 7).

Cuadro 7. ESQUEMA DEL ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	11
Tratamientos	3
Error Experimental	8

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Proceso para la elaboración del jarabe de jícama

Según (MINA, 2016), manifiesta que el proceso de obtención del jarabe debe hacerse en condiciones inocuas y que su producto final brinde la seguridad alimentaria exigida por la norma, para lo cual el siguiente diagrama de proceso de obtención del jarabe de Jícama describe cada una de las operaciones a seguir:

#### a. Recepción materia prima

Luego de la recolección de los tubérculos se traslada a la planta de procesamiento de alimentos.

#### b. Selección materia prima

Se realiza una caracterización física basada en forma y tamaño de los tubérculos para su fácil procesamiento.

#### c. Lavado y Desinfección

El lavado se lo hace con abundante agua, y mucho mejor con un cepillo suave el cual facilita la remoción de tierra que se encuentra adherida a los tubérculos de jícama (*Smallanthus sonchifolius*).

La desinfección se la realizó con una solución de hipoclorito de sodio al 0.1 %, en la cual se mantuvo el producto sumergido por 10 minutos.

**d. Pesado**

Se pesó en una balanza con indicador en gramos, con el fin de obtener datos reales para posteriormente realizar el cálculo del rendimiento y los costos del producto final.

**e. Pelado**

El pelado de los tubérculos se lo hizo manualmente con un pelador doméstico de papas. Se colocaron inmediatamente en agua potable para retardar el pardeamiento de las mismas.

**f. Extracción del jugo**

Para la extracción del jugo se utilizó un extractor doméstico.

**g. Filtración del jugo**

Luego de obtener el jugo se observó pequeños residuos los cuales son eliminados con la ayuda de un cedazo, con diámetro pequeño.

**h. Evaporación**

Se procede a someter el jugo a fuego a una temperatura constante de 60° C por tiempo de 40 minutos.

Se puede mirar que se produce abundante espuma y algunos azúcares se empiezan a cristalizarse.

**i. Filtración del prejarabe**

La filtración se la hizo con un cedazo de diámetro pequeño, el prejarabe tiene (53° Brix).

**j. Concentración final**

Una vez filtrado el prejarabe se sometió nuevamente al fuego por un tiempo de 15 minutos a una temperatura 60° C, para evitar así que se caramelize, hasta llegar así a los 64 ° Brix.

### **k. Filtración del jarabe**

La filtración se la realizo con un cedazo de diámetro de pequeño.

## **2. Proceso para la elaboración del yogurt tipo III**

### **1. Recepción de leche**

Se recibe la leche, se realiza las pruebas físico-químicas las cuales determinaran la aceptación o el rechazo del producto.

### **2. Descremado de leche**

Con la ayuda de la descremadora se procede a extraer el 100 % de la grasa existente en la materia prima inicial.

### **3. Pasteurización**

La pasteurización permite una mezcla libre de microorganismos patógenos, ayuda a disolver y combinar los ingredientes, mejora el sabor y la calidad de almacenamiento, a la vez permite que el producto sea uniforme. Para esta operación se recomienda el uso de una marmita en donde se coloca la mezcla que deberá ser llevada a una temperatura de 85° C durante unos 30 minutos. Con el uso de esta temperatura y tiempo se busca la coagulación de las proteínas del suero, pues en estas condiciones contribuyen a la estabilidad del cuerpo del producto, (Alais, 1998).

### **4. Enfriamiento 1**

Con el fin de que el producto tenga una temperatura adecuada al añadirle el cultivo se debe enfriar hasta una temperatura de 40 – 45° C. Para esta operación se recomienda que se haga lo más higiénicamente con el fin de no contaminar la mezcla además de hacerlo rápido, (Alais, 1998).

## **5. Inoculación**

Se utiliza para inocular entre 2 a 3 % de cultivo formado por partes iguales de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Se debe mezclar muy bien al agregar el cultivo y procurando extremar las medidas higiénicas con el fin de evitar una contaminación, (Alais, 1998).

## **6. Incubación**

La mezcla con el cultivo se debe incubar a 45° C durante 3 – 4 horas, tiempo en el que el yogur debe adquirir un pH aproximadamente de 4,6 – 4,7. En un principio el pH (comúnmente de 6.8) es favorable para *Streptococcus thermophilus* que se desarrolla más rápido produciendo ácido fórmico y dióxido de carbono, bajando así el pH hasta 5 aproximadamente. De este modo se estimula el crecimiento del *Lactobacillus bulgaricus*. Al mismo tiempo, el desarrollo del *Lactobacillus bulgaricus* favorece el crecimiento del *Streptococcus thermophilus* por la producción de nutrientes como ácido láctico, péptidos y aminoácidos, (Alais, 1998).

## **7. Batido**

Para esta operación se recomienda el uso de una mezcladora o con algún utensilio en forma manual. Con este paso también se persigue que el yogur se enfríe para que no entre demasiado caliente a la cámara de refrigeración, (Alais, 1998).

## **8. Envasado**

Después de que el producto es batido deberá ser colocado en los envases los que se distribuirá según se desee, (Alais, 1998)

## **9. Almacenamiento**

Después de ser envasado se lo lleva a cámaras frigoríficas en donde se mantendrá a 5°C, donde se mantendrá hasta su venta, (Alais, 1998).

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

En el producto final se aplicaron varios análisis de laboratorio con el objetivo de identificar cada uno de sus valores en cuanto a su contenido nutricional, microbiológico y organoléptico de cada uno de los tratamientos ejecutados, esto con el propósito de identificar y comparar cada uno de ellos entre sí, cuál de los tratamientos reporto mejores resultados.

### **1. Valoración Físico Químicos**

Se tomara muestras de 300 ml con la finalidad de proceder a los respectivos análisis del producto terminado el cual se determinara los parámetros: Proteína, Grasa, Cenizas, Solidos totales, Acidez, Densidad, Ph, Azucares Reductores, Azucares no Reductores, Azucares Totales.

### **2. Valoración microbiológica**

La valoración microbiológica del producto se determina mediante el análisis de una muestra mínima de 300 ml de producto el cual por medio de un análisis exhaustivo se determinara la calidad del producto terminado y la no presencia de microorganismos presentes en el producto como son: Echerichia coli (UFC/ml), Coliformes totales (UFC/ml), Aerobios mesófilos (UFC/ml), Mohos – Levaduras (UFC/ml), Lactobacillus (UFC/ml).

### **3. Valoración organoléptica**

Se realizará tomando diferentes parámetros o aspectos como: color, sabor, olor, dulzor, acidez, viscosidad, y valorizándolos sobre 5 puntos cada uno de los parámetros, que va desde 1 “muy fuerte” hasta 5 como “muy débil”. Los resultados obtenidos ayudaran a determinar el nivel de aceptación de los consumidores. (Anzaldúa, A. 1994). Para este análisis se contó con la colaboración de 40 jueces no entrenados escogidos aleatoriamente, en los que participaron estudiantes de la

Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para la correspondiente degustación se les presento a cada uno de los panelistas cuatro muestras diferentes previamente codificadas con códigos aleatorios, esto con el fin de identificar el mejor tratamiento en la correspondiente tabulación de datos. Previo a la degustación en cada panel se colocó agua, servilletas, una hoja de respuestas.

Los atributos analizados en esta investigación se evaluaron en base a la descripción que se muestra en el (cuadro 8).

Cuadro 8. SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

Descripción	Valoración
Muy débil	5
Débil	4
Normal	3
Fuerte	2
Muy fuerte	1

#### **4. Valoración de análisis de estabilidad**

El análisis de estabilidad se lo realizara a una muestra de 300 gr, el cual por medio de un análisis de Echerichia coli (UFC/ml), Coliformes totales (UFC/ml), Aerobios mesófilos (UFC/ml), Mohos – Levaduras (UFC/ml), Lactobacillus (UFC/ml), que será determinado a los 20 días y el próximo análisis se lo realizara a los 30 días, el cual ayudara a determinar el tiempo de vida útil del producto.

#### **5. Análisis económico**

Para el análisis económico se evaluará las variables de producción como el beneficio/ costo del producto elaborado y el costo de producción. Por lo tanto el beneficio/costo se obtendrá dividiendo los ingresos totales para los egresos,

mientras tanto para el costo de producción sumará todos los gastos de producción del yogur y el jarabe de jícama y se lo dividirá para la cantidad total de cada uno de los tratamientos.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.**

Las características físico-químicas de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III, se describe en el (cuadro 9).

###### **1. Porcentaje de Proteína**

De acuerdo a la separación de medias el contenido de proteína en el yogurt presento diferencias significativas, por resultado de la adición de los distintos niveles de jarabe de jícama, notándose el valor más alto de proteína de 3,81 % en el T0, al utilizar el 100 % de azúcar convencional, no obstante el porcentaje más bajo se evidenció en el T3 con el 3,68 %.

En cuanto, el análisis de regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa que indica, que a medida que se aumenta los niveles de jícama la proteína va disminuyendo en menos 0,042 % registrando un coeficiente de determinación del 81 % que quiere decir que el porcentaje de proteína depende de un 81 % de los niveles de jícama, como se muestra en el (grafico 1).

Según lo manifestado por (Christiane Mileib Vasconcelos, Septiembre 2012), asegura que el contenido de proteína en las raíces tiene unas concentraciones muy bajas. De igual forma (Chanalata, 2015), asegura que el contenido de proteína del yogurt elaborado con *Psidium guajava* (guayaba) registró 3.07 % de proteína, valor ligeramente inferior al encontrado en el presente estudio.

Este valor demostrado en el tratamiento 3 que contiene jarabe de jícama se debe a que las raíces del tubérculo no tienen mucho valor proteico, y esto tendrá



influencia en la variable proteína en el uso de la jícama como ingrediente en la elaboración del yogur descremado.

De igual manera debe indicarse que los valores obtenidos en cada uno de los tratamientos están dentro de los límites establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, por lo que este producto tiene los parámetros permitidos por la NTE INEN 2395, y por el CODEX STAN 243-2003, que aseguran la calidad óptima e inocua del producto.

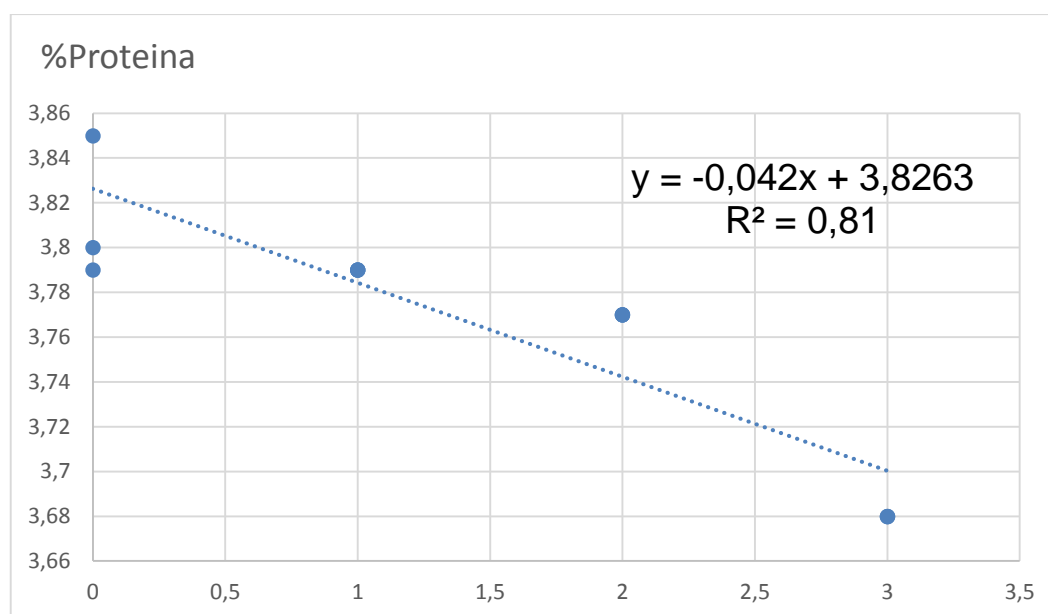


Gráfico 1. Comportamiento de la proteína en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III

### 1. Porcentaje de grasa

Al hacer la correspondiente determinación de la grasa podemos observar que registro un porcentaje de 0,00 %, ya que la principal característica de la materia prima para la elaboración del yogur tipo III, es que la leche sea descremada en su totalidad y según (INEN, 2009) que rige la legislación ecuatoriana asegura que el yogur tipo III debe presentar un 0.5 % como máximo en el producto final, de esta manera se está demostrando que el producto cumple con lo que se afirma en dicha norma.

Cuadro 9. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR UTILIZANDO JARABE DE JÍCAMA

Análisis Físico-Químicas									
Variables	Trat.							E.E.	Prob.
	T0	T1	T2	T3					
Proteína	3,81 a	3,79	ab	3,77 b	3,68	c	0,01	3,84E-05	
Grasa	0,00 a	0,00	a	0,00 a	0,00	a	0,00	0,00	
Cenizas	0,80 c	0,83	c	0,91 b	1,02	a	0,01	3,25E-06	
Solidos totales	20,11 a	17,87	b	14,89 c	13,07	d	0,30	8,46E-07	
Acidez	0,88 ab	0,91	a	0,77 bc	0,78	c	0,02	3,19E-03	
Densidad	1,17 a	1,18	a	1,16 b	1,16	b	0,00	6,19E-04	
Ph	4,37 c	4,53	b	4,55 b	4,77	a	0,01	4,57E-08	
A. Totales	15,89 a	13,23	b	10,00 c	8,39	d	0,30	4,31E-07	
A. Reduct.	3,93 d	4,10	c	4,34 b	5,00	a	0,01	1,27E-11	
A. No Reduct	4,89 a	4,11	c	4,17 b	3,30	d	0,14	2,67E-04	

## 2. Porcentaje de cenizas

De acuerdo a la separación de medias podemos afirmar que el contenido de cenizas presento diferencias significativas, notándose el valor más alto de cenizas de 1,02 % en el T3, al utilizar el 100 % de jarabe de jícama, no obstante el porcentaje más bajo se evidencio en el T0 con el 0,80 %.

En lo que respecta al análisis de regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa, que a medida que se aumenta los niveles de jícama las cenizas van aumentando en un 0,073 %, registrando un coeficiente de determinación del 92 %, que quiere decir que el porcentaje de cenizas depende de 92 % de los niveles de jícama, como se demuestra en el (grafico 2).

Según (<http://revista.consumer.es>, 2002), afirma que el porcentaje de cenizas, indica el contenido en minerales fue del 0,87 %, siendo el mineral más importante en el yogur el calcio. Los valores demostrados en el los tratamientos que se utilizó jarabe de jícama mostraron un alto porcentaje de cenizas se debe a que la jícama contiene un alto contenido de minerales haciendo que esto aumente su porcentaje y aumente la calidad nutritiva del yogur descremado.

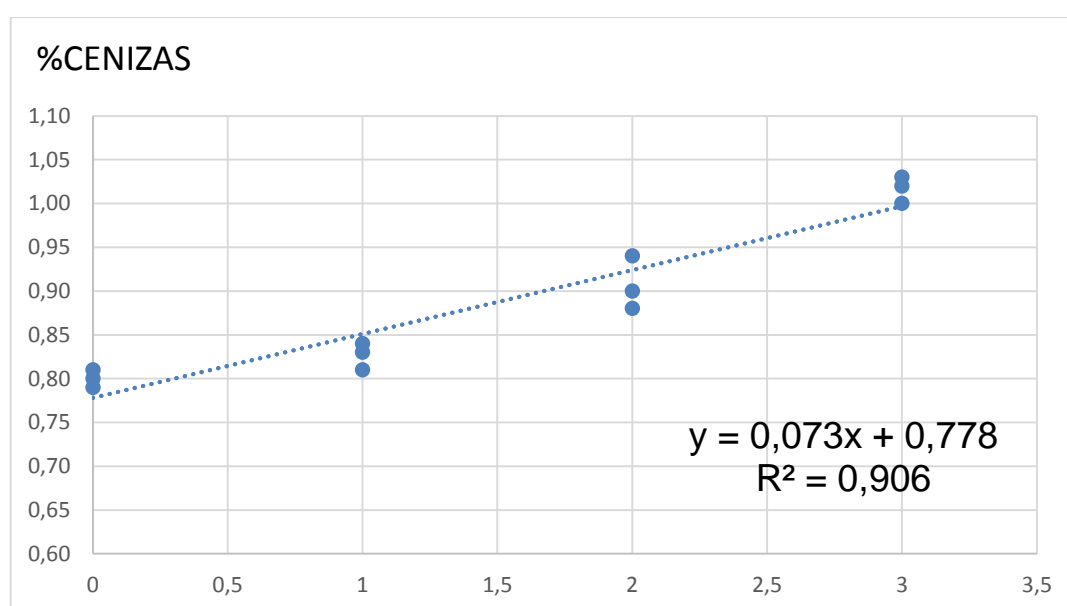


Gráfico 2. Comportamiento de cenizas en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III

### 3. Porcentaje de Sólidos Totales

De acuerdo a la separación de medias podemos afirmar que el contenido de sólidos totales presento diferencias significativas, notándose el valor más alto de sólidos totales de 20.11 % en el T0, al utilizar el 100 % de azúcar convencional, no obstante el porcentaje más bajo se evidencio en el T3 con el 13.07 %.

En lo que refiere al análisis de regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa, que a medida que se aumenta los niveles de jícama los sólidos totales va disminuyendo en menos 2.40 % registrando un coeficiente de determinación del 96 % que quiere decir que el porcentaje de sólidos totales depende de un 96 % de los niveles de jícama, tal como se muestra en el (grafico 3).

Según (Víctor Vásquez-Villalobos, 2015), manifiesta que los cambios de porcentajes en los productos descremados con respecto a los que no han sido extraídos su grasa se deben netamente al proceso de descremado, ya que la grasa es un componente principal de los sólidos totales de la leche que disminuye el valor de densidad.

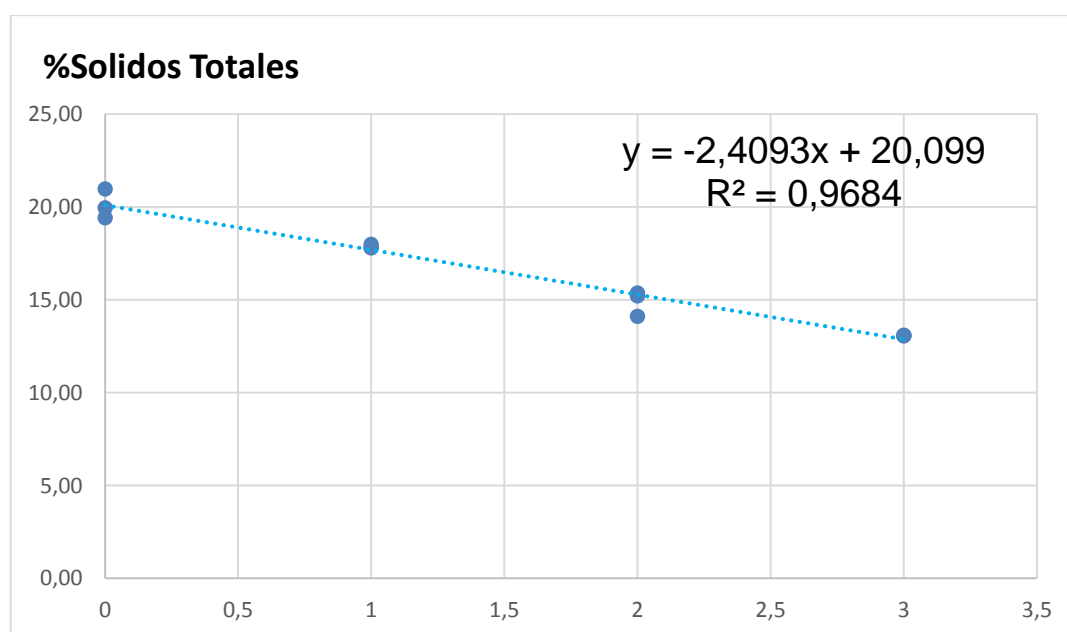


Gráfico 3. . Comportamiento de solidos totales en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.

#### 4. Porcentaje de Acidez

De acuerdo a la separación de medias el T1 registra un valor de 0.91 % de acidez lo cual difiere significativamente del resto de tratamientos, registrando el T3 con un valor de 0.78 % siendo este el valor más bajo.

En lo que refiere al análisis de regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa, que a medida que se aumenta los niveles de jícama la acidez va disminuyendo en menos 0,042 % registrando un coeficiente de determinación del 49 % que quiere decir que el porcentaje de acidez depende de un 49 % de los niveles de jícama, tal como se muestra en el (grafico 4).

Este porcentaje demuestra que la jícama posee en su estructura un alto contenido de inulina el cual reduce el tiempo de incubación, afirmando lo dicho por (Apolinario, y otros, 2014), quienes mencionan que la adición de inulina reduce significativamente el tiempo de fermentación, aumentando el crecimiento de la biomasa y los niveles de ácido láctico en el yogur, esto se debe a que la inulina es un prebiótico.

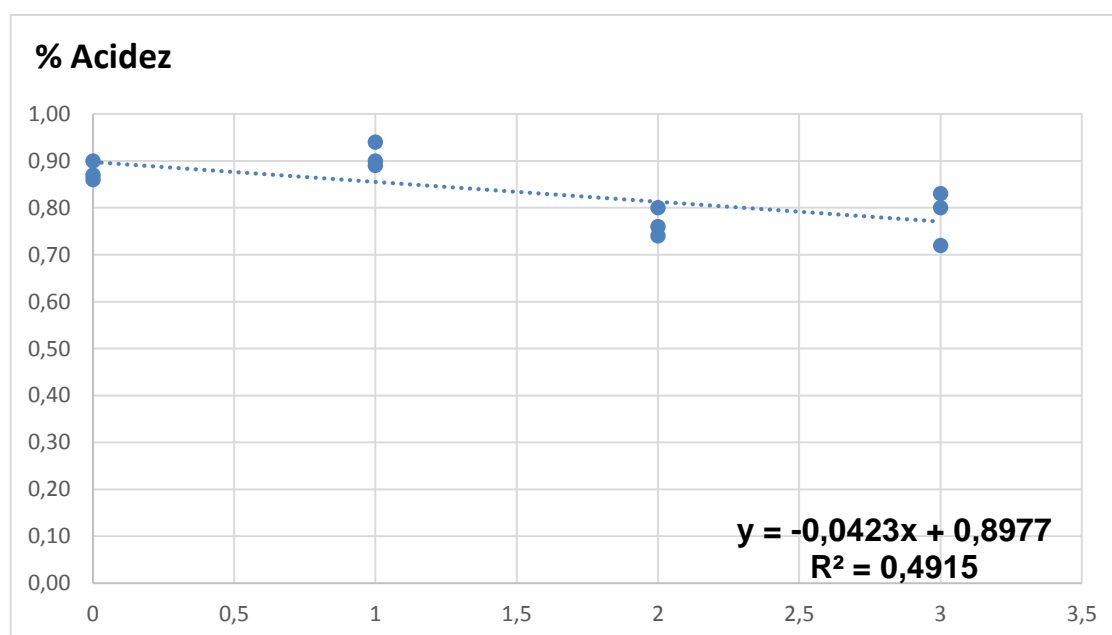


Gráfico 4. Comportamiento de la acidez en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.

## 5. Porcentaje de densidad

De acuerdo a la separación de medias el T3 registra un valor de 1,16 g/ml de densidad lo cual difiere significativamente del resto de tratamientos, registrando el T1 con un valor de 1,18 g/ml siendo este el valor más alto.

En lo que respecta al análisis de regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa, que a medida que se aumenta los niveles de jarabe de jícama la densidad va disminuyendo en menos 0,006 % registrando un coeficiente de determinación del 42 % que quiere decir que el porcentaje de densidad depende de un 42% de los niveles de jarabe de jícama, tal como se muestra en el (grafico 5).

La densidad del yogur en el cual se adiciono jarabe de jícama en los diferentes niveles presenta diferencias no muy significativas en relación a los valores reportados por (Morales, 2000), esto se debe a que el yogur no contiene solidos totales en un alto porcentaje.

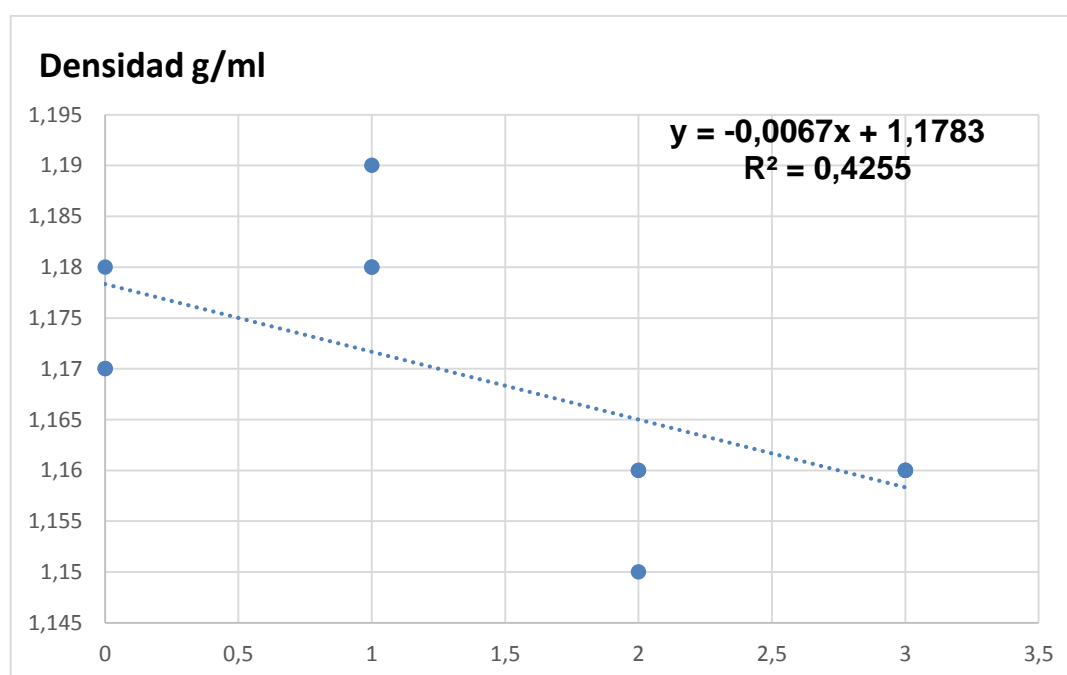


Gráfico 5. Comportamiento de la densidad en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.

## **6. Determinación del pH**

De acuerdo a la separación de medias podemos afirmar que el pH presento diferencias significativas, observándose el valor más alto del pH de 4,77 en el T3, al utilizar el 100 % de jarabe de jícama, el porcentaje más bajo se evidencio en el T0 con el 4,37.

En el análisis de regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa, que a medida que se aumenta los niveles de jarabe de jícama el pH va aumentando en un 0,1213 %, registrando un coeficiente de determinación del 90%, que quiere decir que el porcentaje del pH depende del 90 % de los niveles de jícama, como se muestra en el (grafico 6).

Según (Morales, 2000), el yogur debe poseer un pH de 4,20 siendo este el óptimo para un producto acido; coincidiendo numéricamente con el valor reportado por (García, 2008) quien asegura que el porcentaje del yogur es de 4,20.

Según (Hassan, 2010), mencionan que la reducción de pH en el yogur puede ser por la degradación de la lactosa en ácido láctico, esta disminución de pH durante el almacenamiento se ve reflejada en la acidificación.

El valor de pH del producto final con jarabe de jícama reportados en el presente trabajo avalan el potencial acido que contiene y que se ajustan numéricamente aunque no son iguales puesto que tienen unos valores relativamente por encima de los reportados por (Morales, 2000) y por (García, 2008) quienes afirman para que un producto sea considerado acido debería tener un pH de 4,20, y de esta manera también implicaría el que se añada algún otro ingrediente e influya en el cambio de la acidez y por ende cambien el pH. De igual manera la reducción del pH en el yogur puede ser debido a la degradación de la lactosa en ácido láctico, disminuyendo así el pH durante el almacenamiento.

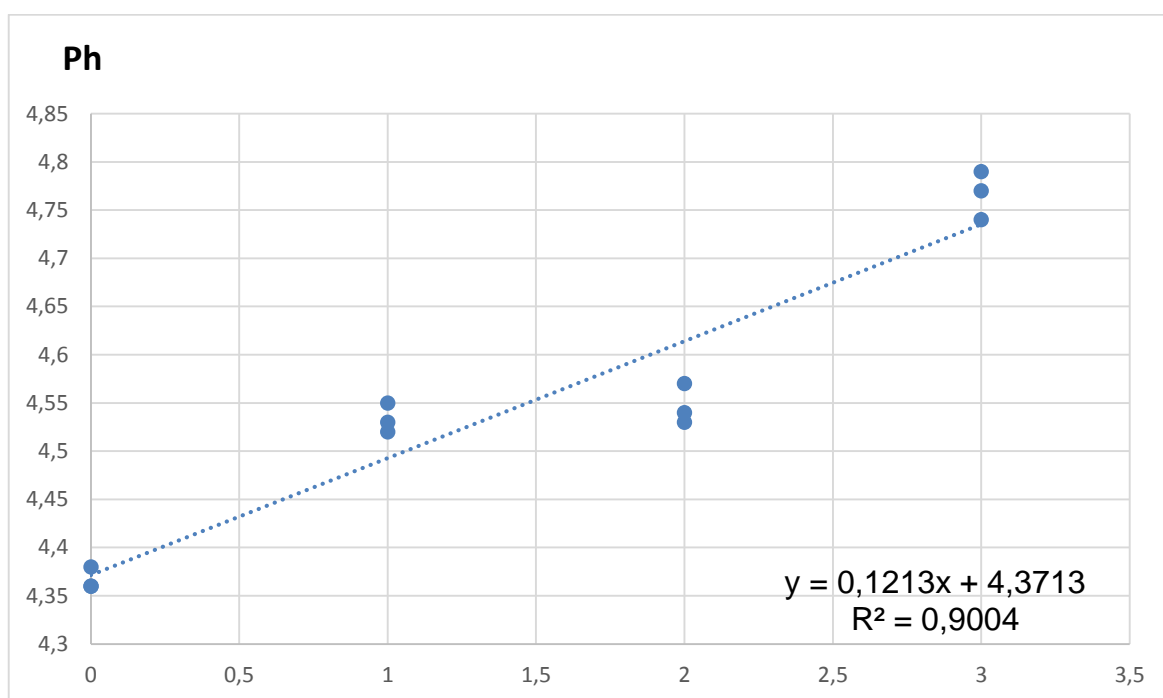


Gráfico 6. Comportamiento del pH en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.

## 7. Porcentaje de Azúcares totales

Según la separación de medias se puede afirmar que el contenido de azúcares totales presento diferencias significativas, notándose el valor más alto de azúcares de 15,89 % en el T0, al utilizar el 100 % de azúcar convencional, no obstante el porcentaje más bajo se evidencio en el T3 con el 8,39 %.

En lo que respecta al análisis de regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa, que a medida que se aumenta los niveles de jarabe de jícama los azucars van aumentando en un 2,67 %, registrando un coeficiente de determinación del 96 %, que quiere decir que el porcentaje de azúcares totales depende de 96 % de los niveles de jícama, como se demuestra en el (grafico 7).

Según lo que argumentan, (AGUDELO, ORTEGA, & HOYOS, 2010), afirman que el tiempo de fermentación es un factor en el cual influye para la disminución de azúcares totales.

El yogurt elaborado con jarabe de jícama es bajo en azúcares, por lo tanto el presente trabajo coincide por lo expresado por los autores que argumentan que la



disminución de los azúcares totales tiene que ver con el tiempo de fermentación del yogur, siendo este un producto apto para el consumo humano por la mínima cantidad de azúcares presente en el producto final.

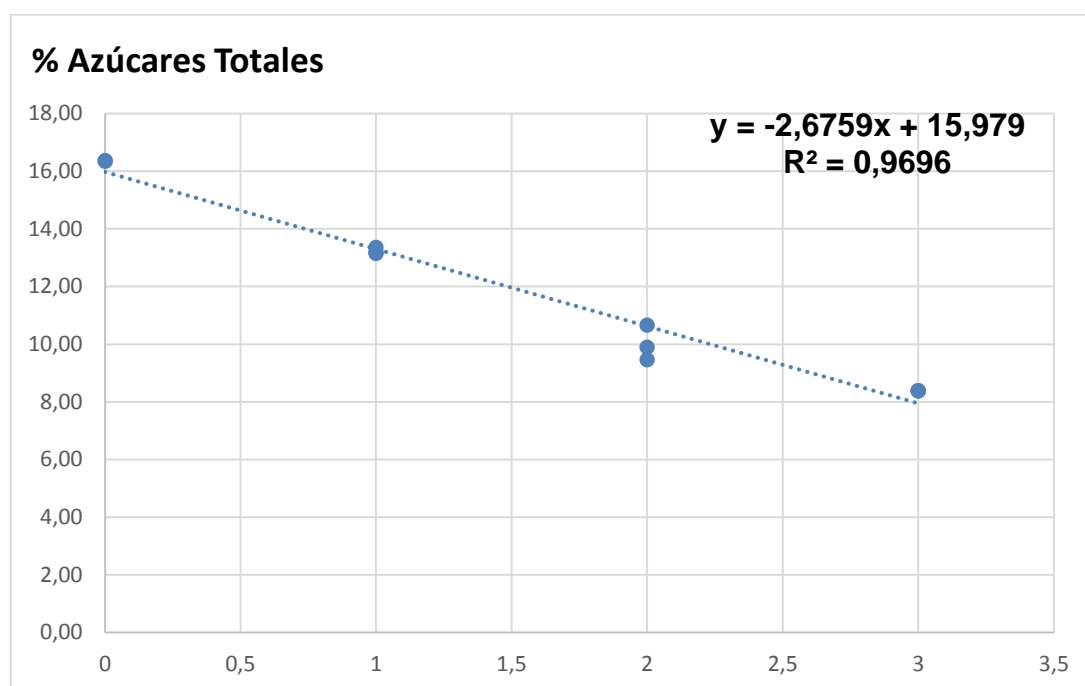


Gráfico 7. Comportamiento de los azúcares totales en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.

## **8. Porcentaje de azúcares reductores**

En la separación de medias se asegura que el contenido de azúcares reductores presente diferencias significativas, notándose el valor más alto de azúcares reductores de 3,93 % en el T0, al utilizar el 100 % de azúcar convencional, algo muy diferente se evidencia en el T3 con un 5,00 % que es el porcentaje más bajo. En lo que se refiere al análisis de regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativas, que a medida que se aumenta los niveles de jarabe de jícama los azúcares reductores van aumentando en un 0,35 %, registrando un coeficiente de determinación del 90 %, que quiere decir que el porcentaje de azúcares reductores depende del 99 % de los niveles de jícama, como se demuestra en el (grafico 8).

Según (CONDE, 2002), argumentan que la jícama es considerado como una fuente rica de carbohidratos ya que esto representa alrededor del 90 % de su peso seco

de los cuales entre 50 y 70 % son oligofructanos, el resto está conformado por unidades de sacarosa, fructosa y glucosa, sin embargo la composición relativa de los diferentes azúcares varían significativamente debido a diferentes factores como son el cultivó, la época de siembra, la cosecha, el tiempo y temperatura de post cosecha.

La cantidad de azúcares reductores se ven reflejados en los resultados en el presente trabajo, puesto que a medida que se aumentan los niveles de jarabe de jícama teniendo en su estructura el componente principal fructosa, los azúcares reductores van en aumento mientras que los azúcares no reductores van disminuyendo, y dicho porcentaje va a ser variable según el tiempo de madurez del tubérculo.

Esto se debe a que el tubérculo fueron expuestos al sol, durante 8 días, los cuales hicieron perder la humedad y los azúcares concentraron.

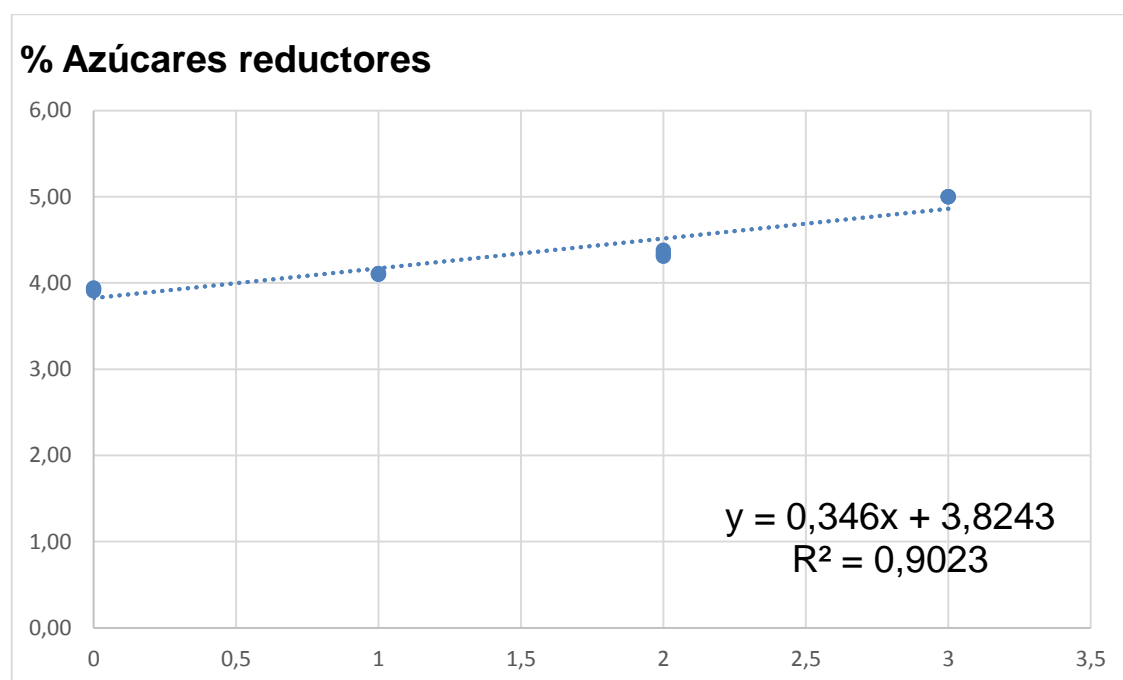


Gráfico 8. Comportamiento de los azúcares reductores en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.

## 9. Porcentaje de azúcares no reductores

En la separación de medias se puede asegurar que el contenido de azúcares no reductores presento diferencias significativas, notándose el valor más alto en el T0 de 4,89 %, al utilizar el 100 % de azúcar convencional, algo muy diferente se evidencia en el T3 con un 3,30 % que es el porcentaje más bajo al utilizar jarabe de jícama.

En lo que se refiere al análisis de regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativas, que a medida que se aumenta los niveles de jarabe de jícama los azúcares no reductores van disminuyendo en un -0,4707 %, registrando un coeficiente de determinación del 78 %, que quiere decir que el porcentaje de azúcares no reductores depende de 78 % de los niveles de jícama, como se demuestra en el (grafico 9).

La cantidad de azúcares no reductores se ven reflejados en los resultados obtenidos en el presente trabajo, puesto que a medida que se aumentan los niveles de azúcar en el yogur, los azúcares no reductores van en aumento en proporción a los niveles de sacarosa, mientras que los azúcares reductores van disminuyendo.

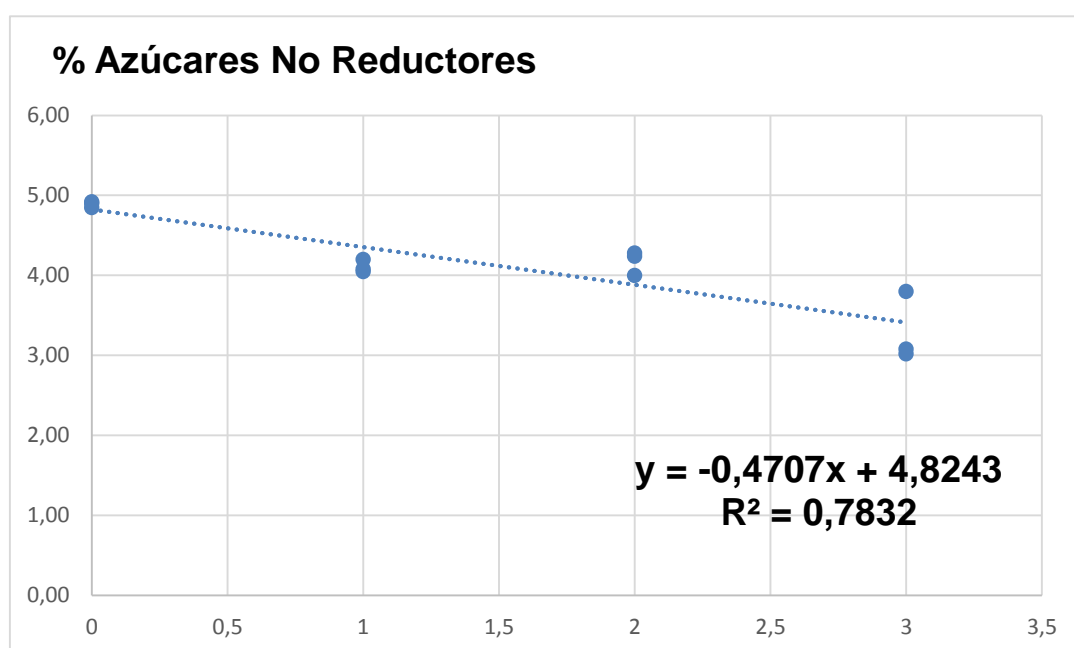


Gráfico 9. Comportamiento de los azúcares no reductores en la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogur tipo III.

## **B. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.**

Al realizar el análisis microbiológico del yogur se pudo observar la ausencia de coliformes totales, *Escherichia coli*, Mohos y Levaduras, como se muestra en el (cuadro 10). A diferencia de la presencia de aerobios mesofilos que se evidencio en los distintos tratamientos, notándose que no existe diferencias significativas, por efecto de la inclusión de los diferentes niveles de jarabe de jícama por cuanto las cantidades oscilaron entre los valores de  $8.40E2$  UFC/m en el T1 y  $8.45E2$  UFC/ml en el T2, que se hallaron en las muestras de yogur con jarabe de jícama en los distintos niveles, notándose numéricamente que existen diferencias, esto debe ser a los distintos factores del ambiente de proceso y que estas bacterias se encuentran en el medioambiente como el agua el aire.

De igual manera se evidencio los resultados obtenidos en *Lactobacillus* que en los diferentes tratamientos se pudo mirar numéricamente el valor de  $9,50E7$  UFC/ml.

Los porcentajes reportados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN N. , 2015), en la Norma INEN NTE 9, el cual menciona que los valores permitidos para que una muestra sea aceptada y tenga la inocuidad requerida para Aerobios Mesofilos debe estar dentro de un rango mínimo  $2 \times 10E4$  UFC/ml; y los valores reportados por la Norma INEN 2395 para que una muestra este dentro de lo exigido por dicha norma para *Lactobacillus* es de  $10E7$  UFC/ml, demostrando de esta manera que los resultados obtenidos en el trabajo cumplen con los requisitos sanitarios establecidos y es apto para el consumo humano.

## **C. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD A LOS 20 DÍAS Y A LOS 30 DÍAS MICROBIOLÓGICO DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.**

### **1. Análisis de estabilidad a los 20 días**

Al evaluar el análisis de estabilidad a los 20 días se pudo evidenciar la ausencia de coliformes totales, *Escherichia coli*, Mohos y Levaduras, como se muestra en el (cuadro 11). De igual forma se pudo verificar el crecimiento de aerobios mesofilos fue de  $9.00E2$  UFC/ml para el T3 y de *Lactobacillus* con valores que son de

10E7UFC/ml respectivamente, valores que están dentro de la norma que exige la legislación ecuatoriana, (INEN, 2009) para que esta sea un alimento inocuo y garantizado para el consumo humano.

## **2. Análisis de estabilidad a los 30 días**

Al evaluar el análisis de estabilidad realizado a los 30 días se pudo observar la ausencia de coliformes totales, *Escherichia coli*, y en lo que se considera al crecimiento de moho, levaduras, acidez, lactobacillus, y aerobios mesofilos existió un crecimiento que sobrepasa los rangos establecidos por la Norma INEN, por lo que el producto al ser analizado a los 30 días no cumple con las normas establecidas por la legislación ecuatoriana.

Cuadro 10. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGUR UTILIZANDO JARABE DE JÍCAMA

Análisis Microbiológico						
Variables	Trat.				E.E.	Prob.
	T0	T1	T2	T3		
E. Coli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coliformes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mohos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Levaduras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aerobios	935,00	848,33	871,33	945,00	15,65	0,01
Lactobacillus	97000000,00	96333333,33	95666666,67	96666666,67	408248,29	0,20

Cuadro 11. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICO DEL YOGUR UTILIZANDO JARABE DE JÍCAMA

<b>Análisis de Estabilidad Microbiológico (20 días)</b>						
Variables	Trat.				E.E.	Prob.
	T0	T1	T2	T3		
E. Coli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Coliformes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Mohos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Levaduras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Aerobios	918,33	901,67	946,67	946,33	13,97	0,13
Acidez	0,90	0,90	0,90	0,90	0,00	1,00
Lactobacillus	100000000	100000000	100000000	100000000	0,00	1,00
<b>Análisis de Estabilidad Microbiológico (30 días)</b>						
E. Coli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Coliformes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Mohos	708,33	757,67	743,33	776,33	14,57	0,06
Levaduras	718,33	735,00	749,33	745,67	20,62	0,72
Aerobios	9343,33	9256,67	9566,67	9730,00	136,57	0,14
Acidez	1,21	1,25	1,27	1,27	0,04	0,75
Lactobacillus	1500000000	1500000000	1500000000	1500000000	0	1

## D. ANÁLISIS SENSORIAL DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

Los resultados en cuanto al análisis sensorial se presentan en el (cuadro 12).

### 1. Color (Puntos)

En la variable color se pudo evidenciar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por efecto de la adición de diferentes porcentajes de jarabe de jícama, siendo 3,08/5 del tratamiento 1 la puntuación más alta que corresponde a muy fuerte mientras que 2,70 del tratamiento 3 fue la más baja correspondiente a débil como se indica en el (grafico 10).

Esto se debe a que el jarabe de jícama al mezclarse con el yogur descremado no va a influir en el color, ya que el color es natural y el estudio del presente trabajo no coincide lo dicho por (Sacon, 2004), quien afirma que el fenómeno de alteración del color en el producto final se debería estrictamente al uso de saborizantes artificial en una forma inadecuada, ya que los saborizantes se dosifican en pequeñas cantidades puesto que poseen un gran poder de coloración por lo que se debe utilizar un colorante artificial autorizado.

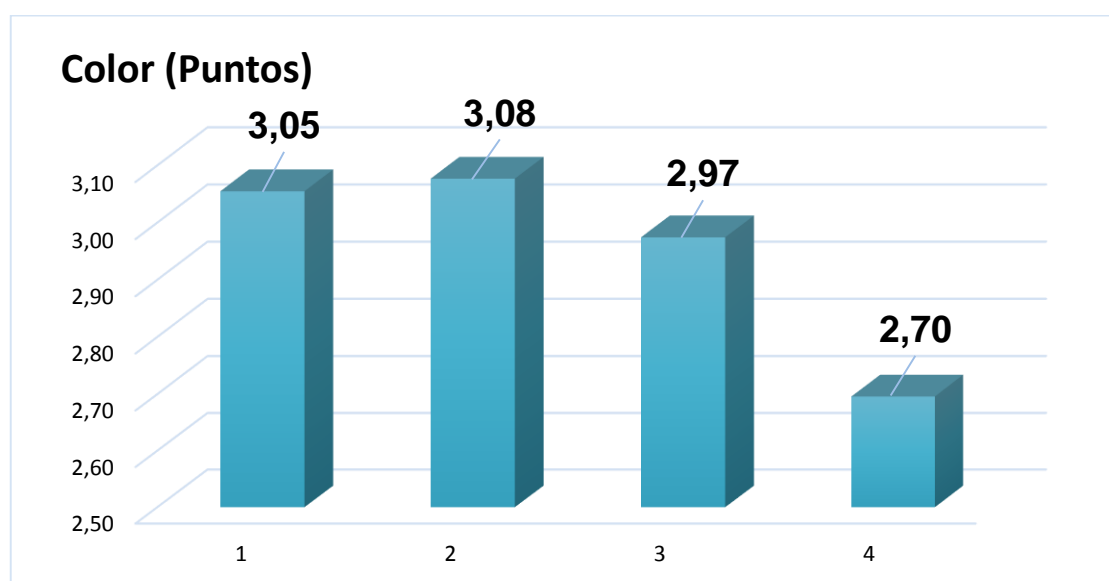


Gráfico 10. Valoración organoléptica del atributo color (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III



## 2. Olor (Puntos)

Se pudo demostrar en la variable olor que no existe diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, por efecto de la adición de diferentes porcentajes de jarabe de jícama, siendo el puntaje más alto en el tratamiento 3 con un valor de 3,40 que corresponde a muy fuerte mientras que el tratamiento 2 evidencio el puntaje menos bajo que es de 3,13 correspondiente a débil como se indica en el (grafico 11).

Según (Mejia, 2006), asegura que los productos lácteos tiene mayor aceptabilidad cuando se les añade un saborizante, siempre tomando en cuenta lo que exige la Norma (INEN, 2009), en la cual asegura que el yogur debe presentar un olor característico a fresco y sin ninguna muestra de rancidez. Por lo tanto podemos asegurar que el producto final de nuestra investigación cumple con los requisitos requeridos por el Instituto de Normalización ecuatoriano en lo que respecta a la variable Olor, siendo este un olor específico a yogur no tan fuerte, pero sí muy agradable.

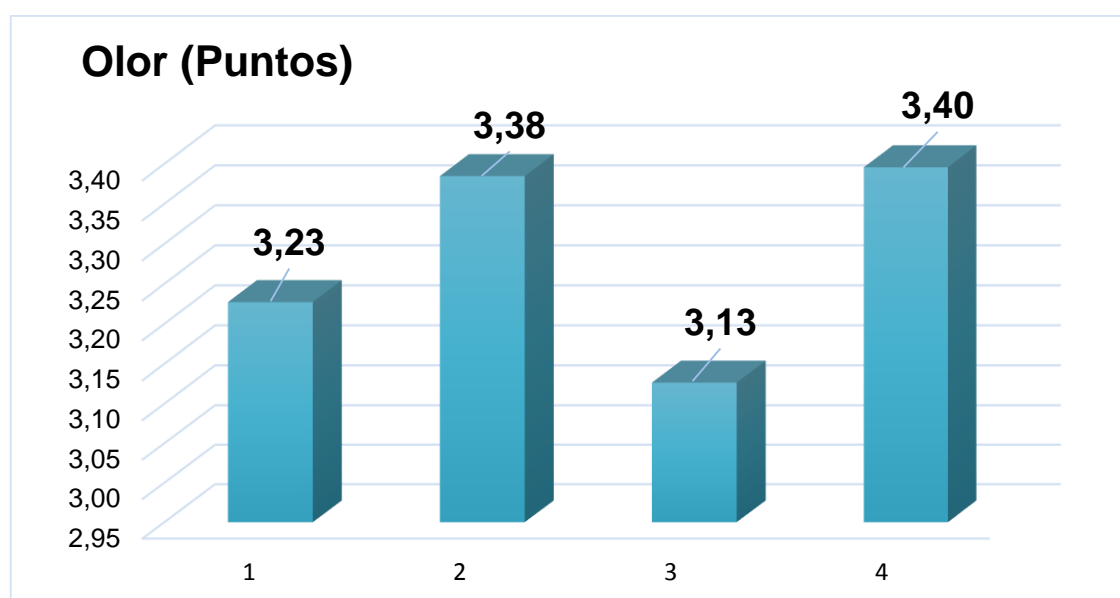


Gráfico 11. Valoración organoléptica del atributo olor (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III

### 3. Sabor (Puntos)

Al evaluar la variable sabor se pudo notar que no existió diferencias significativas entre los tratamientos, por efecto de la inclusión de jarabe de jícama en diferentes porcentajes, siendo el puntaje más alto 3,69 para el tratamiento 3 que corresponde a muy fuerte mientras que el valor de 2,63 fue el valor más bajo para el tratamiento testigo correspondiente a débil como se indica en el (gráfico 12).

Según lo manifestado por (Jacome, 2016) en sus estudios realizados afirma que el sabor es expresado por la percepción de los catadores, debe tener un sabor dentro de los valores normales al utilizar un saborizante tal cual como lo expresa la Norma (INEN, 2009), quien afirma que el porcentaje de saborizante no debe excederse en cantidades a las permitidas y que el sabor debe ser característico a yogur saborizado, por lo que por los valores dados por los catadores del presente trabajo están dentro de los rangos requeridos para que sea un producto aceptable para el consumo humano.

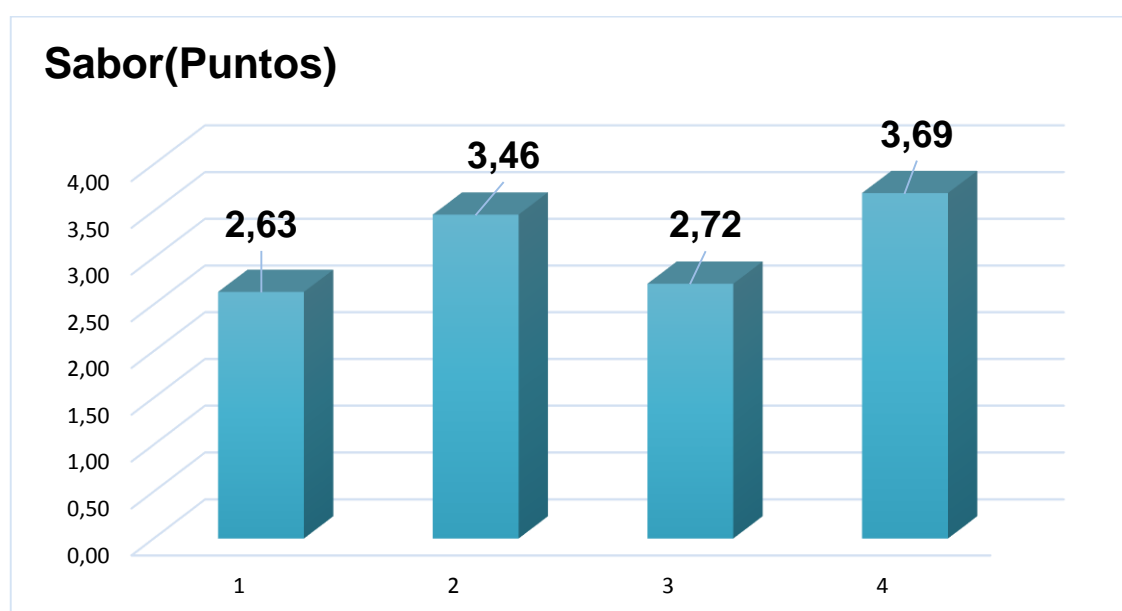


Gráfico 12. Valoración organoléptica del atributo sabor (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III

#### 4. Dulzor (Puntos)

La variable dulzor no mostro diferencias significativas entre los tratamientos, por efecto de la adición del jarabe de jícama en diferentes niveles, siendo el porcentaje más alto para el tratamiento 3 con un valor de 4,26 que fue el más alto en cambio para el tratamiento 2 se reportó un valor de 2,65 siendo este el mas bajo tal cual como se demuestra en el (gráfico 13). Esto se debe a que el nivel de dulzor de la jícama tiene una alta concentración en su estructura y al ser combinado con la lactosa del yogur su nivel de dulzor aumenta naturalmente.

Coincidiendo con lo que afirma (Ana Zielinski, 2013), en su trabajo en donde afirma que la lactosa, el azúcar de la leche, es la que le otorga su dulzor característico y juega un rol importante en la elaboración de productos lácteos acidificados, siendo en este caso el yogur.

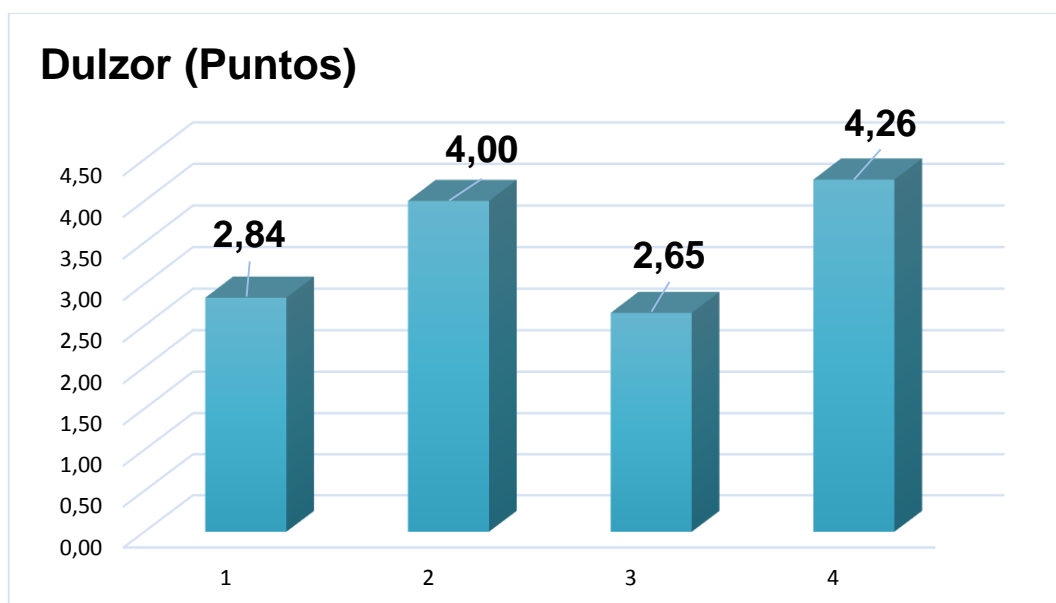


Gráfico 13. Valoración organoléptica del atributo dulzor (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III

#### 5. Acidez (Puntos)

La acidez del yogur no mostro diferencias significativas entre los tratamientos, que por efecto de la adición de jarabe de jícama en diferentes niveles, se obtuvo los siguientes valores estadísticamente valorados que son 3,20 para el tratamiento 2 siendo este es más alto, y para el tratamiento testigo y con el valor más bajo de 2,96 tal cual como se muestra en el (gráfico 14).

En donde se demuestra que los niveles de acidez son valores aceptables por los catadores en los diferentes tratamientos que contienen jarabe de jícama, así como lo asegura (CONDE, 2002) quien afirma que luego de obtener el producto final el yogur es almacenado durante este tiempo se produce la maduración del yogur, los microorganismos siguen actuando por lo que el pH desciende y la acidez se incrementa, en este proceso los microorganismos productores de la acidez característica del yogur resisten valores de pH bajos, de esta manera podemos asegurar que la acidez del producto final del presente trabajo es la ideal y aceptada por los catadores.

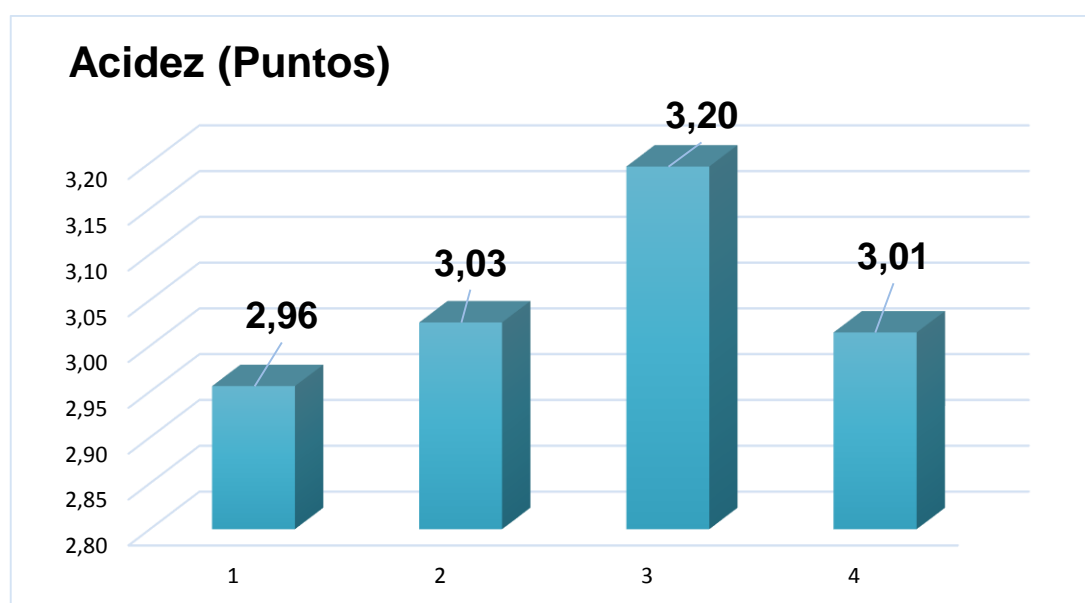


Gráfico 14. Valoración organoléptica del atributo acidez (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III

## 6. Viscosidad (Puntos)

La variable de viscosidad no mostro diferencias significativas entre los tratamientos por efecto de la adición del jarabe de jícama en diferentes niveles, siendo el porcentaje más alto para el tratamiento 2 con un valor de 3,20 y con un valor de 2,96 para el tratamiento testigo siendo este el valor menor entre todos los tratamientos tal como se muestra en el (gráfico 15).

La coagulación se logra inoculando cultivos iniciadores a la leche, es decir bacterias lácticas, las cuales se encargaran de transformar la lactosa en ácido láctico cuando el pH llega a su valor isoelectrico aumenta su viscosidad, por lo que se obtiene

productos más espesos, con texturas de gel, tal como el yogur con las características y estableciendo un balance delicado en la precipitación, por lo cual podemos afirmar que el producto final que contiene niveles de jarabe de jícama es el tratamiento aceptado por los catadores.

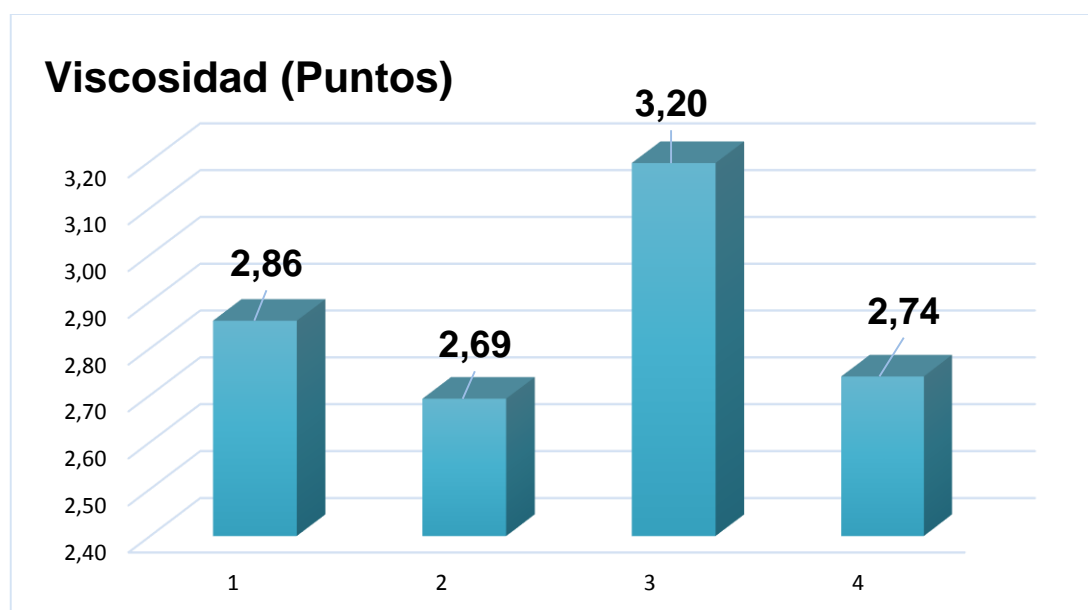


Gráfico 15. Valoración organoléptica del atributo viscosidad (sobre 5 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III

## **7. Características organolépticas totales**

La valoración de las características organolépticas del yogur descremado presento diferencias significativas por efecto de los diferentes niveles de jarabe de jícama, entre los tratamientos, presentando puntuaciones entre 19,80 y 17,57 puntos sobre 20 que toman la descripción de muy bueno, que corresponden a los tratamientos 3 que se adiciono 100% de jarabe de jícama y el tratamiento 1 que se agregó el 50% de jarabe de jícama, respectivamente como se indica en el (gráfico 16).

Lo que permite establecer que el empleo de jarabe de jícama en el yogur descremado existen cambios significativos en la aceptación por parte de los consumidores del producto como su color, olor, sabor, dulzor, acidez, viscosidad son los atributos que influyen en la decisión del consumidor al momento de elegir un producto.

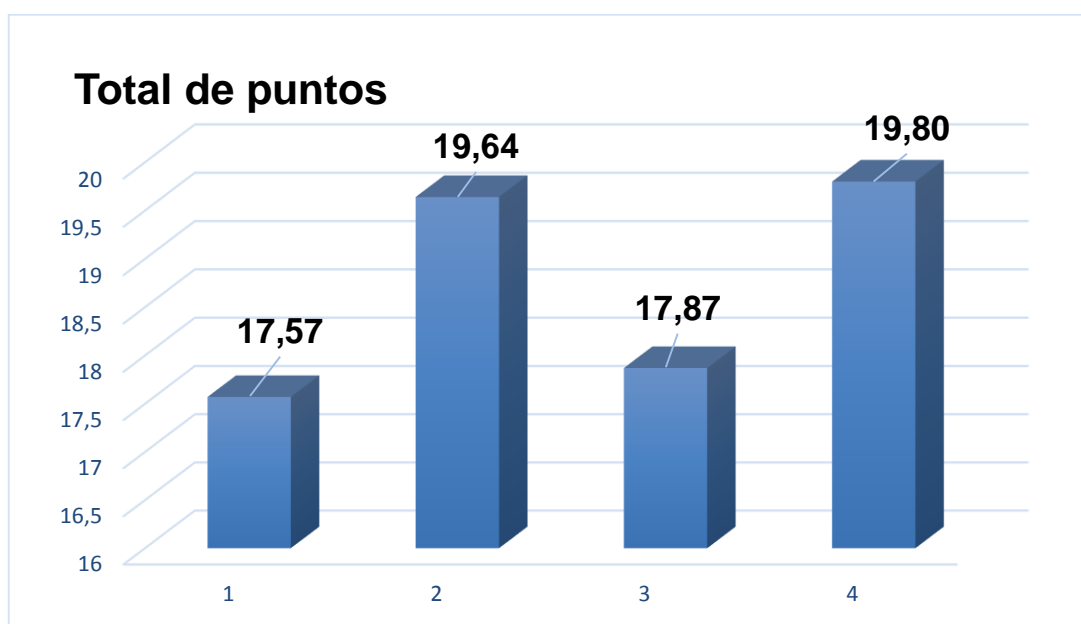


Gráfico 16. Valoración organoléptica total (sobre 20 puntos) sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III

## E. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

### 1. Costo de Producción

Al realizar el análisis económico de la sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III, se pudo determinar que el mayor costo de producción por litro de producto se observó en el tratamiento control con un costo de 1,10 usd a diferencia del tratamiento 1 en donde se evidenció un costo de 1,02 USD, como se aprecia en el (cuadro 12). Resultado que se le atribuye a la sustitución de los diferentes porcentajes de jarabe de jícama, el mismo que representa un ahorro de 0,08 centavos de dólar por cada litro de yogur producido entre el tratamiento control frente al tratamiento 1, considerando que el empleo de esta materia prima aporta una mayor calidad nutritiva al producto final.

### 2. Beneficio/Costo

Al analizar el beneficio/costo se evidencio que la mejor rentabilidad presento el tratamiento 1 con un 70 %, es decir por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de 0,70 centavos de dólar registrando un B/C de 1,02 USD, a diferencia de utilizar

el tratamiento control ya que se obtuvo un B/C de 1,10 USD el mismo q refleja una utilidad de 0,50 centavos por ende una rentabilidad del 50 % como se indica en el (cuadro 12). Por tanto gracias a este estudio queda comprobado que resulta más rentable producir yogur con edulcorante de jarabe de jícama.

Cuadro 12. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

Descripción	Análisis Económico				
	COSTO/LITRO DOLARES	Tratamientos.			
		T0	T1	T2	T3
Leche Cruda	0,42	4,20	4,20	4,20	4,20
Fermento	3,25	0,35	0,35	0,35	0,35
Jícama	3,00	0,00	0,75	1,00	1,25
Envases	0,30	1,50	1,50	1,50	1,50
Azúcar Blanco	2,00	1,50	0,00	0,00	0,00
Mano de obra	13,00	3,25	3,25	3,25	3,25
Gas	1,60	0,16	0,16	0,16	0,16
<b>EGRESOS</b>					
<b>TOTALES</b>		10,96	10,21	10,46	10,71
Yogur /Litro Costo		10,00	10,00	10,00	10,00
Producción/Litro		1,10	1,02	1,04	1,07
Precio de venta usd/Litro		1,75	1,75	1,75	1,75
<b>INGRESOS</b>		17,50	17,50	17,50	17,50
<b>BENEFICIO/COSTO</b>		1,60	1,71	1,67	1,63



## V. CONCLUSIONES

- Se evaluó la sustitución de azúcar por jarabe de jícama en yogur tipo III; por lo cual, se determinó que el uso de la jícama como edulcorante natural es muy importante porque aporta mejores beneficios sobre las características organolépticas y su composición bromatológica.
- Durante esta investigación, al evaluar la sustitución parcial y total del azúcar convencional por el jarabe de jícama, se pudo establecer que las muestras del tratamiento III que contenían un 100 % de jarabe de jícama presentó características aceptables organolépticamente; en cuanto a las características bromatológicas, presentó valores que se ajustan a las normas INEN de igual forma se presentó en las características microbiológicas, siendo este un alimento seguro para la salud y consumo humano.
- A través de los análisis Físicos - Químicos, Microbiológicos y Organolépticos del yogur tipo III, sustituyendo el azúcar convencional por el jarabe de jícama en diferentes niveles se determinó la ausencia de *E. coli*, *Coliformes* totales, mohos y levaduras, en todos los tratamientos evidenciando que existió una correcta manipulación del alimento, en cuanto al análisis bromatológico, se evidenció que el parámetro que se resaltó fue el de los de azúcares reductores con un 5 % para el tratamiento III, en donde se pudo determinar que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.
- Al evaluar los análisis de estabilidad del producto, a los 20 días los resultados que reportaron fueron aceptables y están dentro de los rangos permitidos por la norma INEN; en cambio, al verificar los resultados del análisis microbiológicos realizados a los 30 días se pudo evidenciar que los resultados están fuera de los rangos permitidos por la norma INEN, y no cumplen por lo establecido para que sea un producto apto para el consumo humano.

- Al emplear el 50 % de jarabe de jícama en la elaboración de yogur tipo III, se obtuvo el menor costo de producción de 10,21 usd, obteniendo un B/C de 1,71 usd frente a los otros tratamientos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- El yogur descremado y endulzado con jarabe de jícama es natural sin conservantes ni estabilizantes químicos es por tal motivo que el tiempo de caducidad es de 20 días máximo; pero si se desea alargar el tiempo de vida útil del producto se puede utilizar un conservante químico autorizado y en dosis recomendadas para evitar la proliferación de bacterias que deterioran el producto final durante el periodo de vida de anaquel.
- Comparando por medio de los diferentes análisis de laboratorio sobre la eficacia del jarabe de jícama como sustituto del azúcar convencional, se podría utilizar como sustituto en la elaboración de otros productos alimenticios como jugos y otros tipos de bebidas frescas.
- Realizar otras investigaciones para comprobar la eficacia del producto no solo como jarabes sustitutos, sino también como alimentos nutritivos, conservas, y poder aprovechar sus bondades nutritivas.
- Dar a conocer la presente investigación a instituciones gubernamentales para incentivar la masificación de la producción del tubérculo, y de esta manera aprovechar las bondades nutricionales del producto.

## VII. LITERATURA CITADA

- Alais, C. (1998). Ciencia de la Leche. En *Ciencia de la Leche*. España-Zaragoza: Edit Reverte.
- ALTAMIRANO, M. L. (2011). *ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE YOGURT CON ZAPALLO ENDULZADO CON STEVIA PARA PACIENTES DIABÉTICAS*. Riobamba.
- ALVARADO, J. (2009). *Principios de Ingeniería Aplicada a Ali*. Ambato - Ecuador: División de Artes Gráficas.
- Ana Zielinski, A. T. (2013). Apoyo al Trabajo Popular. En *Productos Lácteos*. San Martín: Departamento Imprenta del INTI.
- Apolinario, A., Lima, B., Macedo, N., Pessoa, A., Converti, A., & Silva, J. (2014). Review Inulin-type fructans: A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology. 368-378.
- Aportela, A. (2003). Estudio de las propiedades físicas, químicas y sensoriales. *UDLA*.
- Chanalata, V. (2015). *Utilización de pulpa de la Psidium guajava nativa (guayaba) en la elaboración de yogurt tipo I. TESIS DE GRADO, RIOBAMBA - ECUADOR*.
- Christiane Mileib Vasconcelos, V. P. (Septiembre 2012). Yogur bajo en calorías añadido con harina de yacón: desarrollo y evaluación físico-química. *Revista Scielo*, 65-71.
- CODEX. (2003). *CODEX STAN 243*.
- CONDE, J. C. (2002). "Caracterización del tubérculo de yacon (*Smallanthus sonchifolia*).
- FAO. (2010). PROCESADOS DE LACTEOS. *PRODAR*.
- FARTIL, A. (2013). *Proyectos preliminares para plantas industriales*.
- García, L. (2008). *ESPOCH*.
- GIANNUZZ, L. (2010). *Edulcorantes Naturales y Sintéticos: Aplicaciones y Aspectos Toxicológicos*. Argentina.
- Gonzales Andrea, G. I. (Mexico 2017). EDULCORANTES NO CALÓRICOS, ¿UN DULCE RIESGO? *Congreso Estudiantil de Investigación del SI*, 4-12.

- Hassan, A. a. (2010). Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physiochemical analysis during storage. *African Journal of Biotechnology*.
- <http://revista.consumer.es>. (2002). YOGURES DESNATADOS. *REVISTA CONSUMER*.
- INEN. (2009). 2395.
- INEN, N. (2015). INEN 9. *NTE INEN*.
- INIAP. (2002). Raíces y Tubérculos andinos: alimentos de ayer para la gente de hoy. Quito-Ecuador.
- INIAP. (2007). JÍCAMA RAÍZ ANDINA CON PROPIEDADES NUTRACEÚTICAS. 1.
- Jacome, H. (2016). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL YOGUR TIPO II CON LA UTILIZACIÓN DE GEL DE LINAZA COMO ESTABILIZANTE NATURAL. *ESPOCH*.
- Jaime, L. (2001). Effect of Storage on Fructan and Fructooligosaccharide of Onion (*Allium cepa*L). *American Chemical Society.*, 20-35.
- MADISON, J. (2014). COSTA RICA.
- Manrique, I. e. (2003). *Jarabe de yacòn: principios y procesamiento*. Lima-Peru.
- MANRIQUE, I., PÀRRAGA, A., & HERMANN, M. (2003). *Jarabe de yacòn: principios y procesamiento*. Lima-Peru.
- Martinez, S. (2016). EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD Y EL COLOR DEL YOGURT BATIDO CON.
- Mejia, V. (2006). Extracción de gel de Opuntia Ficus para la elaboración de yogur dietoteriaterico. *Tesis de Grado Facultad Ciencias Pecuarias*.
- MINA, K. P. (2016). TULCAN ECUADOR.
- MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA ARGENTINA. (2016). ALIMENTOS ARGENTINOS. 1-4.
- Morales, J. (2000). Elaboración de un yogur con base en una mezcla de leche y grabanzo. *Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubiran* .
- MUÑOZ., M. L. (2010). *Los Alimentos y sus Nutrientes. Tabla de Valor*. Mexico DF: Mc Graw Hil.
- Ortiz, M. (2014). "DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA. Riobamba: ESPOCH.
- ORTIZ, M. (2014). "DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA. Riobamba: ESPOCH.
- PITCHFORD, P. (2015). *Sanando con alimentos integrales*. Madrid España.

- Reyes, J. A. (2013). LA FRUTA DE JÍCAMA UNA ALTERNATIVA DE NUTRICIÓN Y SALUD. *Revista Científica YACHANA*, Vol. 2, No. 2, 2013, , 219 – 223.
- Sacon, P. (2004). EFECTO DE CUATRO NIVELES DE ESTABILIZANTE PARA LA COAGULACION DE YOGUR PERSA. *ESPOCH*.
- Samuel Duran, K. C. (2013). Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. *Chil Nutr Vol. 40*, 310.
- Suquilanda, M. (2006). Producción organica de cultivos andinos. *FAO*.
- TsereNankamai, D. L. (2016). EVALUACIÓN DEL YOGURT TIPO I CON ALMÍBAR DE LA CÁSCARA Y PULPA DE *Hylocereus Triangularis* (PITAHAYA).
- UNALM, (. N. (2015). *Programa de Investigación y Proyección Social en Raíces y Tuberosas*. Peru.
- VELASCO, A. (2017). Análisis de la evidencia disponible. *Med Int Méx*, 61-83.
- Víctor Vásquez-Villalobos, V. A. (2015). Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogur de leche descremada de cabra frutado con mango y platano en pruebas aceleradas. *Scientia Agropecuaria*, 5-8.
- www.epsa.net. (s.f.). *Edulcorantes*. Madrid - España.



**ANEXOS**





Anexo. 1 REPORTE DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

Trat.	Rep.	Proteína %	Grasa %	Cenizas %	Solidos totales %	Acidez	Densidad %	Ph	A. Totales %	A. Reduct. %	A. No Reduct %
T0	1	3,80	0,00	0,79	19,42	0,86	1,17	4,36	14,94	5,00	5,00
T1	1	3,79	0,00	0,84	17,99	0,89	1,18	4,52	13,36	4,10	4,10
T2	1	3,77	0,00	0,88	14,11	0,74	1,16	4,53	9,46	4,31	4,31
T3	1	3,68	0,00	1,00	13,07	0,72	1,16	4,74	8,39	3,91	3,91
T0	2	3,79	0,00	0,80	19,95	0,87	1,18	4,36	16,37	5,00	5,00
T1	2	3,79	0,00	0,83	17,80	0,90	1,19	4,53	13,19	4,11	4,11
T2	2	3,77	0,00	0,90	15,20	0,76	1,15	4,54	9,89	4,34	4,34
T3	2	3,68	0,00	1,02	13,05	0,80	1,16	4,77	8,39	3,93	3,93
T0	3	3,85	0,00	0,81	20,96	0,90	1,17	4,38	16,35	5,00	5,00
T1	3	3,79	0,00	0,81	17,81	0,94	1,18	4,55	13,15	4,10	4,10
T2	3	3,77	0,00	0,94	15,37	0,80	1,16	4,57	10,66	4,38	4,38
T3	3	3,68	0,00	1,03	13,09	0,83	1,16	4,79	8,39	3,94	3,94



Anexo. 2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	11	0,03			
Trat.	3	0,03	0,01	39,48	0,00004
Error	8	0,00	0,000258		
CV %			0,43		

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY P < 0,05**

Tratamiento	Media	Grupo
T0	3,81	a
T1	3,79	ab
T2	3,77	b
T3	3,68	c

**C. REGRESIÓN**

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,9
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,81
R <sup>2</sup> ajustado	0,791
Error típico	0,024913
Observaciones	12

Anexo 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE CENIZAS DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	11	0,09			
Trat.	3	0,09	0,03	75,76	0,00000
Error	8	0,00	0,00		
CV %			2,18		
Media			0,89		

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY P < 0,05**

Trat.	Media	Grupo
T0	0,80	c
T1	0,83	c
T2	0,91	b
T3	1,02	a

**C. REGRESIÓN**

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,95185908
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,9060357
R <sup>2</sup> ajustado	0,89663927
Error típico	0,02879236
Observaciones	12

Anexo. 4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total		11	89,92			
Trat.		3	87,74	29,25	107,19	0,00000
Error		8	2,18	0,27		
CV %				3,17		
Media				16,49		

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY P < 0,05**

Trat.	Media	Grupo
T0	20,11	a
T1	17,87	b
T2	14,89	c
T3	13,07	d

**C. REGRESIÓN**

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,98405187
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,96835809
R <sup>2</sup> ajustado	0,9651939
Error típico	0,53340354
Observaciones	12

Anexo. 5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE ACIDEZ DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total		11	0,05			
Trat.		3	0,04	0,01	11,09	0,00319
Error		8	0,01	0,00		
CV %				4,36		
Media				0,83		

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY P < 0,05**

Trat.	Media	Grupo
T0	0,88	ab
T1	0,91	a
T2	0,77	bc
T3	0,78	c

**C. REGRESIÓN**

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,7010799
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,49151303
R <sup>2</sup> ajustado	0,44066433
Error típico	0,05273519
Observaciones	12

Anexo. 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE LA DENSIDAD DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total		11	0,00			
Trat.		3	0,00	0,00	18,22	0,00062
Error		8	0,00	0,00		
CV %				0,43		
Media			1,17			

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY P < 0,05**

Trat.	Media	Grupo
T0	1,17	a
T1	1,18	a
T2	1,16	b
T3	1,16	b

**C. REGRESIÓN**

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,65232807
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,42553191
R <sup>2</sup> ajustado	0,36808511
Error típico	0,00948683
Observaciones	12



Anexo. 7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE PH DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total		11	0,25			
Trat.		3	0,24	0,08	225,49	0,00000
Error		8	0,00	0,00		
CV %				0,42		
Media			4,55			

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY P < 0,05**

Trat.	Media	Grupo
T0	4,37	c
T1	4,53	b
T2	4,55	b
T3	4,77	a

**C. REGRESIÓN**

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,94886952
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,90035336
R <sup>2</sup> ajustado	0,89038869
Error típico	0,04943683
Observaciones	12

Anexo. 8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE AZÚCARES TOTALES DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	11	102,87			
Trat.	3	100,76	33,59	127,43	0,00000
Error	8	2,11	0,26		
CV %			4,32		
Media			11,88		

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY P < 0,05**

Trat.	Media	Grupo
T0	15,89	a
T1	13,23	b
T2	10,00	c
T3	8,39	d

**C. REGRESIÓN**

Estadísticas de la regresión	
Coficiente de correlación múltiple	0,98214132
Coficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,96460157
R <sup>2</sup> ajustado	0,96106173
Error típico	0,60344069
Observaciones	12

Anexo. 9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE AZÚCARES REDUCTORES DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total		11	1,99		
Trat.		3	1,99	0,66	1766,46
Error		8	0,00	0,00	0,00000
CV %			0,45		
Media			4,34		

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY P < 0,05**

Trat.	Media	Grupo
T0	5,00	a
T1	4,10	c
T2	4,34	b
T3	3,93	d

**C. REGRESIÓN**

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,81809975
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,6692872
R <sup>2</sup> ajustado	0,63621592
Error típico	0,25655539
Observaciones	12

Anexo. 10, ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE AZÚCARES NO REDUCTORES DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total		11	5,18		
Trat.		3	5,16	1,72	800,13
Error		8	0,02	0,00	
CV %				1,15	
Media			4,04		

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY P < 0,05**

Trat.	Media	Grupo
T0	3,03	d
T1	4,04	c
T2	4,24	b
T3	4,86	a

**C. REGRESIÓN**

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,96447167
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,93020561
R <sup>2</sup> ajustado	0,92322617
Error típico	0,19010523
Observaciones	12



Anexo. 11. REPORTE DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

Trat.	Rep.	E. Coli	Coliformes	Mohos	Levaduras	Aerobios	Lactobacillus
T0	1	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00E+02	9,70E+07
T1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	8,50E+02	9,70E+07
T2	1	0,00	0,00	0,00	0,00	8,45E+02	9,50E+07
T3	1	0,00	0,00	0,00	0,00	9,35E+02	9,60E+07
T0	2	0,00	0,00	0,00	0,00	9,50E+02	9,70E+07
T1	2	0,00	0,00	0,00	0,00	8,55E+02	9,50E+07
T2	2	0,00	0,00	0,00	0,00	8,49E+02	9,60E+07
T3	2	0,00	0,00	0,00	0,00	9,40E+02	9,70E+07
T0	3	0,00	0,00	0,00	0,00	9,55E+02	9,70E+07
T1	3	0,00	0,00	0,00	0,00	8,40E+02	9,70E+07
T2	3	0,00	0,00	0,00	0,00	9,20E+02	9,60E+07
T3	3	0,00	0,00	0,00	0,00	9,60E+02	9,70E+07

Anexo. 12. REPORTE DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD A LOS 20 DÍAS DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III

<b>ANALISIS ESTABILIDAD 20 DÍAS</b>								
Trat.	Rep.	E. Coli	Coliformes	Mohos	Levaduras	Aerobios	Acidez	Lactobacillus
T0	1	0,00	0,00	0,00	0,00	9,30E+02	0,90	1,00E+08
T1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	9,10E+02	0,90	1,00E+08
T2	1	0,00	0,00	0,00	0,00	9,60E+02	0,90	1,00E+08
T3	1	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00E+02	0,90	1,00E+08
T0	2	0,00	0,00	0,00	0,00	9,15E+02	0,90	1,00E+08
T1	2	0,00	0,00	0,00	0,00	8,95E+02	0,90	1,00E+08
T2	2	0,00	0,00	0,00	0,00	9,20E+02	0,90	1,00E+08
T3	2	0,00	0,00	0,00	0,00	9,64E+02	0,90	1,00E+08
T0	3	0,00	0,00	0,00	0,00	9,10E+02	0,91	1,00E+08
T1	3	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00E+02	0,91	1,00E+08
T2	3	0,00	0,00	0,00	0,00	9,60E+02	0,91	1,00E+08
T3	3	0,00	0,00	0,00	0,00	9,75E+02	0,91	1,00E+08

Anexo. 13. REPORTE DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD A LOS 30 DÍAS DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

<b>ANALISIS ESTABILIDAD 30 DÍAS</b>								
Trat.	Rep.	E. Coli	Coliformes	Mohos	Levaduras	Aerobios	Acidez	Lactobacillus
T0	1	0,00	0,00	7,00E+02	7,30E+02	9,47E+03	1,15	1,50E+09
T1	1	0,00	0,00	7,10E+02	7,10E+02	9,38E+03	1,20	1,50E+09
T2	1	0,00	0,00	7,50E+02	7,68E+02	9,78E+03	1,22	1,50E+09
T3	1	0,00	0,00	7,90E+02	7,00E+02	9,39E+03	1,24	1,50E+09
T0	2	0,00	0,00	7,15E+02	7,15E+02	9,30E+03	1,16	1,50E+09
T1	2	0,00	0,00	7,95E+02	7,95E+02	9,10E+03	1,32	1,50E+09
T2	2	0,00	0,00	7,20E+02	7,20E+02	9,20E+03	1,32	1,50E+09
T3	2	0,00	0,00	7,64E+02	7,62E+02	9,85E+03	1,35	1,50E+09
T0	3	0,00	0,00	7,10E+02	7,10E+02	9,26E+03	1,32	1,50E+09
T1	3	0,00	0,00	7,68E+02	7,00E+02	9,29E+03	1,22	1,50E+09
T2	3	0,00	0,00	7,60E+02	7,60E+02	9,72E+03	1,26	1,50E+09
T3	3	0,00	0,00	7,75E+02	7,75E+02	9,95E+03	1,21	1,50E+09



Anexo. 14. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS (5 PUNTOS)								
Trat.	Rep.	Color Puntos	Olor Puntos	Sabor Puntos	Dulzor Puntos	Acidez Puntos	Viscosidad Puntos	
T0	1	2,31	2,54	1,62	2,08	2,15	2,08	
T1	1	2,15	2,23	2,15	3,00	1,62	1,54	
T2	1	1,92	2,08	1,77	1,77	2,23	2,23	
T3	1	1,54	2,31	1,85	2,92	1,46	1,38	
T0	2	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
T1	2	3,00	3,54	3,77	4,00	3,08	2,62	
T2	2	3,00	3,23	2,54	2,62	3,00	3,00	
T3	2	2,69	3,31	4,23	4,85	3,15	2,69	
T0	3	3,86	4,14	3,29	3,43	3,71	3,50	
T1	3	4,08	4,38	4,46	5,00	4,38	3,92	
T2	3	4,00	4,07	3,86	3,57	4,36	4,36	
T3	3	3,86	4,57	5,00	5,00	4,43	4,14	

Anexo. 15. RESULTADO EXPERIMENTAL DE LA VARIABLE COLOR DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Trat.	Rep.		
	I	II	III
T0	2,31	3,00	3,86
T1	2,15	3,00	4,08
T2	1,92	3,00	4,00
T3	1,54	2,69	3,86

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	11	8,19			
Trat.	3	0,28	0,09	0,09	0,96163
Error	8	7,91	0,99		
CV %			33,70		
Media			2,95		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Trat.	Media	Grupo
T0	3,05	a
T1	3,08	a
T2	2,97	a
T3	2,70	a

Anexo. 16. RESULTADO EXPERIMENTAL DE LA VARIABLE OLOR DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Trat.	Rep.		
	I	II	III
T0	2,54	3,00	4,14
T1	2,23	3,54	4,38
T2	2,08	3,23	4,07
T3	2,31	3,31	4,57

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	11	8,45			
Trat.	3	0,15	0,05	0,05	0,98468
Error	8	8,30	1,04		
CV %			31,02		
Media			3,28		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Trat.	Media	Grupo
T0	3,23	a
T1	3,38	a
T2	3,13	a
T3	3,40	a

Anexo. 17. RESULTADO EXPERIMENTAL DE LA VARIABLE SABOR DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Trat.	Rep.		
	I	II	III
T0	1,62	3,00	3,29
T1	2,15	3,77	4,46
T2	1,77	2,54	3,86
T3	1,85	4,23	5,00

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	11	14,56			
Trat.	3	2,52	0,84	0,56	0,65761
Error	8	12,04	1,50		
CV %			39,23		
Media			3,13		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Trat.	Media	Grupo
T0	2,63	a
T1	3,46	a
T2	2,72	a
T3	3,69	a

Anexo. 18. RESULTADO EXPERIMENTAL DE LA VARIABLE DULZOR DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Trat.	Rep.		
	I	II	III
T0	2,08	3,00	3,43
T1	3,00	4,00	5,00
T2	1,77	2,62	3,57
T3	2,92	4,85	5,00

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	11	13,16			
Trat.	3	5,90	1,97	2,17	0,16978
Error	8	7,26	0,91		
CV %			27,72		
Media			3,44		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Trat.	Media	Grupo
T0	2,84	a
T1	4,00	a
T2	2,65	a
T3	4,26	a

Anexo. 19. RESULTADO EXPERIMENTAL DE LA VARIABLE ACIDEZ DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Trat.	Rep.		
	I	II	III
T0	2,15	3,00	3,71
T1	1,62	3,08	4,38
T2	2,23	3,00	4,36
T3	1,46	3,15	4,43

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	11	11,90			
Trat.	3	0,10	0,03	0,02	0,99532
Error	8	11,81	1,48		
CV %			39,86		
Media			3,05		

### A. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Trat.	Media	Grupo
T0	2,96	a
T1	3,03	a
T2	3,20	a
T3	3,01	a

Anexo. 20. RESULTADO EXPERIMENTAL DE LA VARIABLE VISCOSIDAD DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III.

### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Trat.	Rep.		
	I	II	III
T0	2,08	3,00	3,50
T1	1,54	2,62	3,92
T2	2,23	3,00	4,36
T3	1,38	2,69	4,14

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	11	10,48			
Trat.	3	0,46	0,15	0,12	0,94352
Error	8	10,02	1,25		
CV %			38,97		
Media			2,87		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Trat.	Media	Grupo
T0	2,86	a
T1	2,69	a
T2	3,20	a
T3	2,74	a