



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

Efecto en el Índice Glicémico por Adición de Yacon (*Smallanthus  
Sonchifolius*) en la Formulación de Pan de Trigo.

**AUTORA**

PACHAY GONZALEZ THALIA LILIBEL

**TUTOR**

ALDO EDUARDO MENDOZA GONZALEZ

**LUGAR**

MANTA – MANABI – ECUADOR

2019

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**TESIS DE GRADO**

Efecto en el Índice Glicémico por Adición de Yacon (*Smallanthus Sonchifolius*) en la  
Formulación de Pan de Trigo.

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias  
Agropecuarias como requisito para obtener el Título de **INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

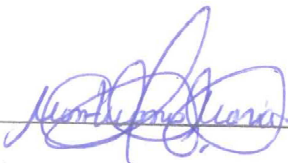
Aprobado por el tribunal:

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**



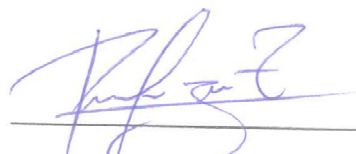
Ing. Mirabella Lucas Ormaza Mg.

**Presidente**



Ing. María Mantuano Cusme Mg.

**Miembro**



Ing. Roy Barre Zambrano Mg.

**Miembro**

## DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Thalía Lilibel Pachay González declaro que la presente Tesis "**Efecto en el Índice Glicémico por Adición de Yacon (*Smallanthus Sonchifolius*) en la Formulación de Pan de Trigo**", es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



---

Thalía Lilibel Pachay González

### CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad ciencias Agropecuaria de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total 400 horas, bajo la modalidad de titulación, cuyo tema del proyecto **"Efecto en el Índice Glicémico por Adición de Yacon (*Smallanthus Sonchifolius*) en la Formulación de Pan de Trigo"** es el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde a la señorita Thalía Lilibel Pachay González estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, período académico 2019-2020.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lo certifico,



ING. ALDO EDUARDO MENDOZA GONZALEZ Mg. Sc.

Docente Tutor

## **AGRADECIMIENTO DEL ESTUDIANTE**

La presente tesis se la dedico a Dios por bendecirme y darme las fuerzas, y sabiduría para cumplir esta meta en mi vida, a mi maravillosa familia por brindarme siempre el apoyo necesario dándome un ejemplo de motivación humildad y sacrificio.

A mis padres Clara Angela González García y Gabriel Jacob Pachay Vélez por apoyarme moral y económicamente para alcanzar este objetivo tan anhelado en mi vida, por sus consejos llenos de amor y su sacrificio por sobre todo por mostrarme el camino hacia la superación.

Le agradezco a la institución en la que me forme Facultad de Ciencias Agropecuarias de la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí al Ing. Aldo Mendoza tutor de tesis y a la buena predisposición del Dr. Santacruz por impartirme sus conocimientos por la orientación.

**Thalía Pachay**

## **DEDICATORIA DEL ESTUDIANTE**

El presente trabajo investigativo se lo dedico primordialmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos mas deseados.

A mi familia maravillosa a mis amados padres Clara Angela González García, Pachay Vélez Gabriel Jacob por su sacrificio, por confiar en mi y siempre ser los promotores de mis sueños, muchas gracias por todos los valores consejos y principios inculcados.

Así mismo quiero expresar mi gratitud a mis amigos especialmente quienes me abrieron las puertas e impartieron sus conocimientos acompañándome a lo largo de esta etapa con su apoyo moral.

**Thalía Pachay**

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto del índice glicémico en pan de trigo con diferentes niveles de harina yacon ( *Smallanthus Sonchifolius*) al 90 % harina de trigo -10 % harina de yacon ; 85%harina de trigo -15 % harina de yacon; 80% harina de trigo -20 % harina de yacon ; 75% harina de trigo -25 % harina de yacon ; 70% harina de trigo -30 % harina de yacon, la evaluación del índice glicémico se aplicó el método de medición continua de glucosa en cinco personas sanas voluntarias las cuales consumían el producto en ayunas por 25 días Dando un resultado poco significativo o diferente a los niveles de glucosa post- ingesta de un pan de trigo al pan de las formulaciones elaboradas. Se les evaluó la azúcar total contenida en el yacon el cual tuvo un porcentaje de 8.8.%

### Palabras claves:

Índice glicémico, yacón, *Smallanthus Sonchifolius*

## SUMMARY

The objective of this research was to study the effect of the glycemic index on wheat bread with different levels of yacon flour (*Smallanthus Sonchifolius*) at 90% wheat flour -10% yacon flour; 85% wheat flour -15% yacon flour; 80% wheat flour -20% yacon flour; 75% wheat flour -25% yacon flour; 70% wheat flour -30% yacon flour, the glycemic index evaluation was applied the method of continuous glucose measurement in five healthy volunteers who consumed the product on an empty stomach for 25 days Giving an insignificant or different result to the post-intake glucose levels of a wheat bread to the bread of the formulations made. They were evaluated for the total sugar contained in the yacon which had a percentage of 8.8.%

**Key words:** Glycemic index, yacon, *Smallanthus Sonchifolius*



## INDICE

### CAPITULO I

INTRODUCCION.....	1
1.1 MARCO TEORICO.....	1
1.1.1 INDICE GLUCEMICO .....	1
1.1.2 DIABETES MELLITUS.....	1
1.1.3 YACÓN (SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS).....	3
1.1.4 LUGARES DE PRODUCCION EN ECUADOR.....	4
1.1.5 PROPIEDADES QUIMICAS DEL YACON.....	4
1.1.6 FRUCTOOLIGOSACARIDOS.....	5
1.1.7 PAN DE TRIGO .....	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
1.3 JUSTIFICACION .....	10
1.4 HIPOTESIS PLANTEADA .....	12
1.5 OBJETIVOS .....	13
1.5.1 Objetivo general.....	13
1.5.2 Objetivos Específicos.....	13

### CAPITULO II

METODOLOGIA.....	14
2.1 UBICACIÓN .....	14
2.2 VARIABLES DE ESTUDIO.....	14
2.3 FACTORES EN ESTUDIO .....	15
2.4 TRATAMIENTO EN ESTUDIO.....	16
2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	16
2.6 DELINIAMIENTO EXPERIMENTAL.....	17
2.7 ANALISIS ESTADISTICO .....	17
2.8 MATERIALES Y METODOS .....	17
2.8.1 ELABORACIÓN DE HARINA DE YACÓN.....	17

2.8.2	DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE PAN A BASE DE TRIGO Y YACON .....	19
2.8.3	DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO.....	20
2.8.4	METODO INDICE GLICEMICO.....	21
2.9	Método de azúcares totales .....	24
CAPITULO III		
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
	CONCLUSION.....	33
	RECOMENDACIÓN .....	34
	BIBLIOGRAFIA.....	
	ANEXOS.....	40

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°.</b> 1 Tratamientos .....	16
<b>Cuadro N°.</b> 2 Diseño experimental ADEVA .....	17
<b>Cuadro N°.</b> 3. Formulaciones de harinas para la elaboración de pan de trigo y yacón .....	20
<b>Cuadro N°.</b> 4 Datos de glucosa post-ingestión de las diferentes formulaciones de pan; panelista 1 .....	42
<b>Cuadro N°.</b> 5 Datos de glucosa post-ingestión de las diferentes formulaciones de pan; panelista 2 .....	
<b>Cuadro N°.</b> 6 Datos de glucosa post-ingestión de las diferentes formulaciones de pan; panelista 3 .....	43
<b>Cuadro N°.</b> 7 Datos de glucosa post-ingestión de las diferentes formulaciones de pan; panelista 4 .....	43
<b>Cuadro N°.</b> 8 Datos de glucosa sanguínea post-ingestión de las diferentes formulaciones de pan; panelista 5 .....	44

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N.1</b> Análisis de varianza (TIEMPO 0).....	27
<b>Tabla N. 2</b> Análisis de varianza (TIEMPO 15).....	27
<b>Tabla N. 3</b> Análisis de varianza (TIEMPO 30).....	28
<b>Tabla N. 4</b> Análisis de varianza (TIEMPO 45).....	28
<b>Tabla N. 5</b> Análisis de varianza (TIEMPO 60).....	29
<b>Tabla N. 6</b> Análisis de varianza (TIEMPO 90).....	29
<b>Tabla N.7</b> Análisis de varianza (TIEMPO 120).....	30
<b>Tabla N. 8</b> Análisis de varianza (TIEMPO 180).....	30

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico N. 1</b> Recepción de la materia prima.....	39
<b>Grafico N. 2</b> Troceado de la materia prima.....	40
<b>Gráfico N. 3</b> Almacenamiento de la materia prima.....	39
<b>Grafico N. 4</b> Secado de la materia prima.....	40
<b>Gráfico N.5</b> Tomade la muestra glucosa .....	39
<b>Grafico N.6</b> Toma de la muestra glucosa .....	41
<b>Gráfico N.7</b> Toma de la muestra glucosa.....	40
<b>Grafico N.8</b> Toma de la muestra glucosa.....	41
<b>Gráfico N.9</b> Resultados de análisis de azucares totales.....	45

# **CAPITULO I INTRODUCCIÓN**

## **1.1 MARCO TEÓRICO**

### **1.1.1 Índice Glucémico**

El índice glucémico (IG) es una medida de la rapidez con la que un alimento puede elevar su nivel de azúcar (glucosa) en la sangre, Según Aguirre et al., (2006) argumenta que diabetes tipo 2 es un desorden del metabolismo de sustratos donde la dieta juega un papel crítico en mantener niveles de glucosa estables. La cantidad y tipo de carbohidratos son los principales determinantes de la glucosa. El índice glucémico es reconocido como un parámetro para determinar el impacto agudo de los carbohidratos de un alimento en la glucosa. Así, alimentos de alto índice glucémico promueven un aumento de la glicemia, y lo opuesto sucede con los de bajo índice glucémico.

Actualmente uno de los debates sobre la dieta en el tratamiento de la diabetes tipo 2 es el tipo de CHO. El cual está estrechamente relacionado con los cambios glucémicos, que podrían conducir a beneficios y mejoras en los parámetros metabólicos de los pacientes. De acuerdo con las recomendaciones de la Asociación Americana de Diabetes, la terapia nutricional es muy importante en la prevención y tratamiento de la DM2 (Diabetes mellitus) con el objeto de controlar los niveles de glucosa en sangre (Agüero et al, 2012).

### **1.1.2 Diabetes Mellitus**

La Diabetes Mellitus (DM), constituye uno de los principales problemas de salud pública en el mundo debido a su elevada prevalencia, dado que puede afectar a personas de cualquier edad, sexo, clase social y área geográfica, así como su elevada morbimortalidad y costo sanitario .Algunos países, especialmente en desarrollo, están siendo testigos de un importante aumento de nuevos casos de

Diabetes tipo 1, en cambio la Diabetes tipo 2, es un problema emergente a nivel mundial (Sánchez y Rojas; 2016)

De acuerdo a, Yumiguano (2012) en las últimas décadas se ha producido un extraordinario aumento de los casos de diabetes Mellitus en el mundo entero y por ende de sus complicaciones. Se estima que cada 15 años se está duplicando la población de diabéticos, causando un impacto negativo para la calidad de la salud mundial; con severas repercusiones personales, familiares y sociales. Al escuchar oír la palabra diabetes mellitus somos conscientes de que este trastorno se define por si solo el cual es el responsable de provocar la elevación de la glucosa plasmática en ayuno, son alteraciones metabólicas de carbohidratos grasas y proteínas, con insuficiencia de insulina y resistente a esta.

La serie de repercusiones metabólicas y funcionales sobre los carbohidratos, grasas y proteínas, debido a defectos de la secreción, acción insulínica o ambos procesos a nivel de los tejidos dianas, provocando complicaciones tanto micro y macrovasculares devastadoras, convirtiéndose en un problema de salud pública, por su alta prevalencia tanto a nivel mundial como en Ecuador, ocupando una de las primeras causas de morbilidad a nivel nacional.

Según Sandoval , (2012) La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es un desorden metabólico crónico que se caracteriza por una alteración de la secreción de insulina por parte de las células  $\beta$  del páncreas y/o de la actividad de esta hormona en su principal órgano blanco (la musculatura estriada) y cuya manifestación principal es un estado crónico de hiperglicemia, el que producirá daño tanto a corto como a largo plazo en múltiples órganos y sistemas, en especial en los sistemas cardiovascular y neurológico.

Para, Guamán y Villamar (2016) Esta enfermedad en Ecuador se encuentra dentro de las primeras causas de mortalidad, llegando a ocupar el segundo lugar en el 2014 con 6,9% del total, lo que representa una tasa de 27,46 por 100.000

habitantes, dado datos informativos del INEC. La Sociedad Ecuatoriana de Pie Diabético (SEPID) señala que en el Ecuador durante la última década ha presentado un incremento considerable de casos de pie diabéticos, (Yugcha, 2018)

De acuerdo a la OMS en el Ecuador, en el año 2014 el Instituto Nacional de Estadística y Censos reportó como segunda causa de mortalidad general a la diabetes mellitus, situándose además como la primera causa de mortalidad en la población femenina y la tercera en la población masculina. Hoy en día, la realidad no es distinta a lo expuesto, ya que, debido al ritmo de vida de las personas, el surgimiento de grandes cadenas de comida rápida y el prominente nivel de sedentarismo y estrés, las ECV en el ámbito laboral son evidentes, disminuyendo el desempeño de los trabajadores y generando grandes gastos para las empresas y el país.

Según estudios realizado por García, (2017) Manabí es la provincia que posee altas cifras de casos de pacientes diabéticos. De acuerdo a las modificaciones metabólicas de los nutrientes, la inactividad física, falta de adherencia al tratamiento conlleva al control metabólico inadecuado en los pacientes.

### **1.1.3 Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)**

*Smallanthus sonchifolius*, conocido como yacón, pertenece a la familia de las compuestas o asteráceas y crece en forma silvestre en las laderas húmedas de los Andes, desde América Central hasta el Noroeste Argentino. Actualmente, tanto las hojas como las raíces son utilizadas empíricamente en la zona del altiplano por personas que padecen de trastornos digestivos, renales y diabetes (Sánchez y Susana 2007).

Según Muñoz et al. (2006) el yacón es conocido como Jícama en Venezuela, Colombia y parte de Ecuador. Es una planta promisoriosa en los tiempos modernos ya que la demanda de azúcares emulsionantes no dañinos para el organismo



humano está creciendo continuamente por dos razones, el afán de no subir de peso y los millones de seres humanos que sufren de diabetes y no pueden consumir sacarosa. Los habitantes andinos lo comen y consideran como una fruta, con bajo nivel energético, jugoso y de sabor dulce. Las raíces y las hojas son usadas para la diabetes, desórdenes digestivos y desórdenes renales

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una planta nativa de Sudamérica que en su raíz almacena los carbohidratos en forma de (polímeros de fructosa), los cuales son reconocidos como fibra dietética y prebiótico (Panta,.2013). En la actualidad se considera que para que el tubérculo de yacón pueda ejercer su efecto prebiótico, un producto con fibra soluble debe contener a lo menos 1.5 g por porción y el nivel mínimo de ingestión debería ser 3 g por día, con un máximo aconsejado de 30 g al día. En efecto, la única limitación para la incorporación de estos compuestos en los alimentos es la tolerancia gastrointestinal, ya que el consumo de cantidades elevadas puede producir meteorismo, borborismo, sensación de distensión abdominal, dolor abdominal y deposiciones blandas que pueden llegar hasta la diarrea (Gotteland y Brunser.,2006).

#### **1.1.4 Lugares de producción en Ecuador**

Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja, y otros lugares de la sierra. (Pazmiño, 2014)

#### **1.1.5 Propiedades Químicas del Yacon**

Según Valderrama, (2003) El yacon es una de las raíces reservantes comestibles con mayor contenido de agua. Según diversos autores entre 83 y 90 % del peso fresco de las raíces es agua. En términos generales, los carbohidratos representan alrededor del 90% del peso seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre 50 y 70 % son fructooligosacáridos (FOS).

El resto de carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructosa y glucosa. Las raíces reservantes acumulan, además, cantidades importantes de potasio, compuestos polis fenólicos, entre otros. (Biopat .2015) Los fructooligosacáridos (FOS) contenidos en la raíz del yacon pueden comportarse como prebióticos al mejorar el balance de la microflora intestinal y al promover el crecimiento de organismos prebióticos. (Lock et, al ;2005)

#### **1.1.6 Fructooligosacáridos**

De acuerdo a Guevara et al., (2015) Los fructooligosacáridos (FOS) son carbohidratos que consisten en una cadena de unidades de fructosa con una unidad de glucosa terminal unidas por enlace glucosídico  $\beta(2\rightarrow1)$ , característica que los define como oligosacáridos no digeribles, que hace que no puedan ser degradados por las enzimas digestivas humanas. Por otro lado, debido a que el consumo de FOS no eleva el nivel de glucosa en la sangre puede ser incluido en la dieta de los diabéticos. Industrialmente los FOS se obtienen a partir de la hidrólisis de la inulina, un polisacárido que está presente en cantidades importantes en las raíces de la achicoria o por procesos sintéticos a partir de la sacarosa, la cual es sometida a transfructosilación con  $\beta$ - fructofuranosidasa.

Varios estudios realizados por Barragán (2017), muestran que el consumo de fructooligosacáridos produce una reducción importante en los niveles de azúcar y grasas en la sangre, inhibiendo la lipogénesis hepática, los riesgos de arterioesclerosis, en algunos casos normalizando la presión arterial y mejorando el metabolismo de las personas que sufren problemas cardiovasculares, diabetes y colesterol alto.

#### **1.1.7 Pan de trigo**

El pan es un producto de consumo masivo que ha acompañado la evolución del hombre. Se lo ha elaborado de diversas maneras: sin levadura, blanco, negro, primeramente, de un modo artesanal y luego con maquinarias. Independientemente

del tipo de elaboración, integra desde la antigüedad la mesa de la mayoría de los hogares, ya sea para acompañar las comidas o como único alimento. (Sánchez, 2008) Por otra parte, los carbohidratos presentes en el pan de trigo blanco son fácilmente digeribles, lo cual produce una rápida y alta respuesta glicémica e insulinemia, además aportan un elevado contenido energético y relativamente baja sensación de saciedad. (Montero et al; 2015)

La velocidad de digestión de los carbohidratos afecta a la absorción de la glucosa y ello conlleva que sean necesarios poner en marcha con rapidez y eficacia los mecanismos metabólicos reguladores de la glicemia postprandial y la respuesta lipémica. En cambio, la presencia de otros componentes de los alimentos puede jugar un papel importante en la modulación de la glucosa en sangre, fundamentalmente debido a una digestión y absorción más lenta de los glúcidos, que ayuda a mantener los niveles normales de glucosa en sangre. (Montero et al; 2015)

Este factor se ha identificado como relevante en la prevención de algunas enfermedades crónicas. Por lo tanto, la incorporación de ingredientes funcionales, por ejemplo, con una mayor cantidad de fibra, es una estrategia interesante para mejorar la respuesta glicémica ocasionada por el consumo de pan, lo cual cobra una especial relevancia en el diseño de dietas para diabéticos destinadas a mejorar el control metabólico de la glicemia. (Montero et al; 2015)

El trigo es uno de los cereales más importantes a nivel mundial por la superficie sembrada y cosechada, porque es base de alimentación en muchos países y por ser considerado por la FAO como uno de los cultivos básicos por aportar aminoácidos esenciales al ser humano (Vásquez et al, 2016).

Gamiño (2013) de acuerdo a su experiencia nos habla acerca del maíz, se puede consumir en las más variadas preparaciones, según las costumbres de los países,

e incluso de regiones en éstos, lo mismo se puede aseverar del trigo, que, una vez transformado en harina, se puede utilizar principalmente para la fabricación de pan, galletas, pasteles, tortillas, pastas para sopas y otros productos. Uno de los elementos nutritivos más importantes, es la proteína, misma que se encuentra contenida en el gluten, el cual facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, necesarias para la panificación.

Según Moreno (2001) aduce que el trigo constituye la base de las industrias panadera y formadora; es un alimento energético y aporta vitaminas a los organismos humano y animal.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad hay una gran demanda y oferta por generar productos alimenticios que tengan un efecto positivo en la salud no solo cumpliendo su peculiar efecto de saciar el hambre si no también evitar enfermarnos aumentando nuestra calidad de vida.

Es así que los hábitos alimenticios han ido mejorando buscando intercambiar cierto tipo de alimentos por alternativas saludables. Cada vez son más demandadas la elaboración de alimentos con un bajo índice glucémico enfocándose en personas con problemas de salud y personas que deseen mejorar su calidad de vida a través de los alimentos que consumen. Una de las alternativas preventivas presentadas y con respaldo científico es el yacon.

La falta de conocimiento sobre los beneficios del yacon en Ecuador ha generado que las personas dejen de consumirlo y se deje en el olvido su cultivo desmereciendo el lugar que podría tener en nuestra alimentación y contribuir a personas con problemas de glucosa alto y colesterol, esto se debe a la alta cantidad de oligofructosa inulina o fructo-oligosacarina, ya que estas no son metabolizadas por el cuerpo humano, es allí donde es recomendable para personas con este tipo de problemas de salud afirma (Quillupanqui, 2016).

Esta planta es multipropósito, tiene propiedades alimenticias y medicinales; por su sabor dulce y alto contenido de agua, y medicinales porque al presentar fructooligosacáridos (FOS), azúcares que no pueden ser fácilmente digeridos, evitando que suba el nivel de azúcar en la sangre, por lo que puede ser consumido por personas que padecen de diabetes como buena alternativa (Jiménez, 2011).

La evidencia científica disponible sustenta el reconocimiento de los (fructooligosacáridos) FOS como fibra dietética y como prebióticos. Un prebiótico se define como un alimento no digerible que afecta favorablemente la salud del hospedero (es decir, del consumidor) al estimular selectivamente la proliferación de

un grupo de bacterias benéficas en el tracto digestivo, mejorando así el balance intestinal (Condori *et al.*, 2016).

El yacón tiene varias cualidades que justifican su estudio, ya que puede ser potencialmente utilizado en la alimentación, industria, medicina, como controlador de la erosión de los suelos en los sistemas de producción y como forraje para el ganado. (Condori *et al.*, 2016). La finalidad de esta investigación es desarrollar un pan con beneficio al consumo humano en el cual están englobadas personas con diabetes que es muy común en el siglo XXI, deportistas y personas que requieran cuidar de su vitalidad.

### 1.3 JUSTIFICACION

En Ecuador el estado de salud nutricional atraviesa por problemas bien conocidos. En el país, cada vez hay más obesos y diabéticos debido al cambio del hábito alimenticio de su población, así lo reflejan las estadísticas del Ministerio de Salud afirma (Zambrano, 2014). Los alimentos funcionales se han convertido en una gran alternativa por sus características beneficiosas sobre todo porque tienen una inteligencia nutricional siendo capaz de minorizar el riesgo de adquirir enfermedades. Según Lamos et., al (2017) cuando se habla de un alimento funcional quiere decir que este aporta los nutrientes básicos y que cuenta con uno o más componentes diferenciados que mejoran las funciones fisiológicas del organismo que lo consuma.

Al referirnos a prebióticos estamos hablando de un alimento funcional también. El término prebiótico se refiere a los ingredientes de los alimentos no digeribles que producen efectos beneficiosos sobre saludable el huésped estimulando selectivamente el crecimiento y/o actividad de un tipo o de un número limitado de bacterias en el colon. Conjuntamente, hay que destacar que sólo se ha demostrado que existe evidencia científica, en cuanto a las propiedades anteriormente nombradas, para “la inulina, fructooligosacáridos (FOS) (futer y molero; 2007)

Según López (2007), El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una raíz tuberosa de origen andino que posee un alto contenido de fructooligosacáridos (FOS), los mejores prebióticos conocidos. Los extractos acuosos de las hojas tienen la capacidad de reducir los niveles de glucosa en la sangre. Poseen compuestos químicos, que todavía no han podido ser aislados, tienen la propiedad de actuar reduciendo los niveles de glucosa en la sangre de ratas en las que han desarrollado diabetes en forma artificial. Estos resultados dan apoyo experimental al uso del té de yacón de la infusión de hojas de yacón.

Esta tesis pretende desarrollar un pan con sustitución parcial de harina de trigo por harina de yacon. A tal fin que este pueda reducir el índice de glucosa en la sangre siendo un pan saludable para el consumo, apto para público con el ánimo de realizar un alimento que no solo cumpla con la función nutricional si no también que prevenga el riesgo de contraer enfermedades.



#### **1.4 HIPOTESIS PLANTEADA**

- La ingesta de pan de trigo con incorporación de harina de yacón reducirá el índice glucémico.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

- Estudiar el efecto en el índice glicémico por adición de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la formulación de pan de trigo

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar pan utilizando harina de trigo con diferentes concentraciones de harina de yacon y determinar su incidencia glucémica en los pacientes luego de su consumo
- Cuantificar los azucares totales presentes en el yacón

## **CAPITULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **1.6 UBICACIÓN**

El presente trabajo de investigación se lo ejecuto en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) en el laboratorio de Ciencias de alimentos de la facultad de Ciencia Agropecuarias que se sitúa a 0°, 40", 0" de latitud este respectivamente.

En el departamento de ciencias de alimentos y tecnología (DECAB) perteneciente a la Escuela Politécnica Nacional de Quito situado en la calle ladrón de Guevara E11-253.

#### **1.7 VARIABLES DE ESTUDIO**

##### **1.7.1 Variables independientes**

- ✓ Concentración de harina de trigo y harina de yacón

##### **1.7.2 Variables dependientes**

- ✓ Índice glucémico

## 1.8 FACTORES EN ESTUDIO

El experimento fue de tipo unifactorial con diferentes concentraciones de yacón en el pan de trigo como se detalla a continuación

### Porcentajes de harinas

- ✓ **H1** 70% Harina de trigo + 30 % harina de yacon
- ✓ **H2** 75% Harina de trigo + 25 % harina de yacon
- ✓ **H3** 80% Harina de trigo + 20 % harina de yacon
- ✓ **H4** 85% Harina de trigo + 15 % harina de yacon
- ✓ **H5** 90% Harina de trigo +10 % harina de yacon

### Formula para la elaboración de 5 panes

Harina	115 g.	57.79 %
Agua	69.05 g.	34.69 %
Sal	2.3 g.	1.16%
Levadura	2.3 g.	1.16%
Manteca	10.5 g.	5.20%
Total		100%

Elaborado por: Thalía Pachay 2019

## 1.9 TRATAMIENTO EN ESTUDIO

Para determinar si el índice glucémico se altero al agregar yacón al pan de trigo se necesitó la participación de 5 personas las cuales ingirieron el producto elaborado con 5 diferentes formulaciones (harina de trigo-harina de yacón) durante 5 sesiones por un reposo de 5 días cada sesión.

Con la interacción de los factores en estudio se obtuvieron los tratamientos que se detallan en el siguiente cuadro:

**Cuadro N°. 1** Tratamientos

N°	CODIFICACIÓN	TRATAMIENTOS
1.	H1	70 % Harina de trigo - 30 % Harina de yacón
2.	H2	75 % Harina de trigo - 25 % Harina de yacón
3.	H3	80 % Harina de trigo - 20 % Harina de yacón
4.	H4	85 % Harina de trigo -15 % Harina de yacón
5.	H5	90% Harina de trigo - 10% Harina de yacón

Elaborado por: Thalía Pachay 2019

## 1.10 DISEÑO EXPERIMENTAL

En el estudio se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo unifactorial con 5 dosis comprendidas en harina de trigo y harina de yacón (70%-30%; 75% - 25%; 80% - 20%; 85%- 15%; 90 – 10%). Se utilizo la metodología de O'Donnell para la elaboración de pan de artesanal (Mesas y Alegre.,2002)

El tratamiento de los datos se los realizo con el paquete estadístico (Infostat, Versión Profesional 2018).

## 1.11 DELINIAMIENTO EXPERIMENTAL

Cuadro N°. 2 Diseño experimental ADEVA

FUENTE DE VARIACION	G. DE LIBERTAD
TRATAMIENTOS	4
ERROR	16
TOTALES	19

Elaborado por: Thalía Pachay 2019

## 1.12 ANALISIS ESTADISTICO

En la investigación las variables del ADEVA se sometieron a la prueba de significancia del test de Tukey al 0.05% para los tratamientos. Se realizó el coeficiente de variación para observar la variabilidad de los datos en relación con la varianza utilizando el paquete estadístico Infostat versión profesional 2018.

## 1.13 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 1.13.1 ELABORACIÓN DE HARINA DE YACÓN

Se procedió a un lavado de la materia prima (yacón) por aspersion, con abundante cantidad de agua corriente cepillo con el fin de eliminar impurezas, sustancias extrañas y restos de materia orgánica (tierra, hojas, insectos) presente en el vegetal, y a un pelado manual bajo agua corriente.

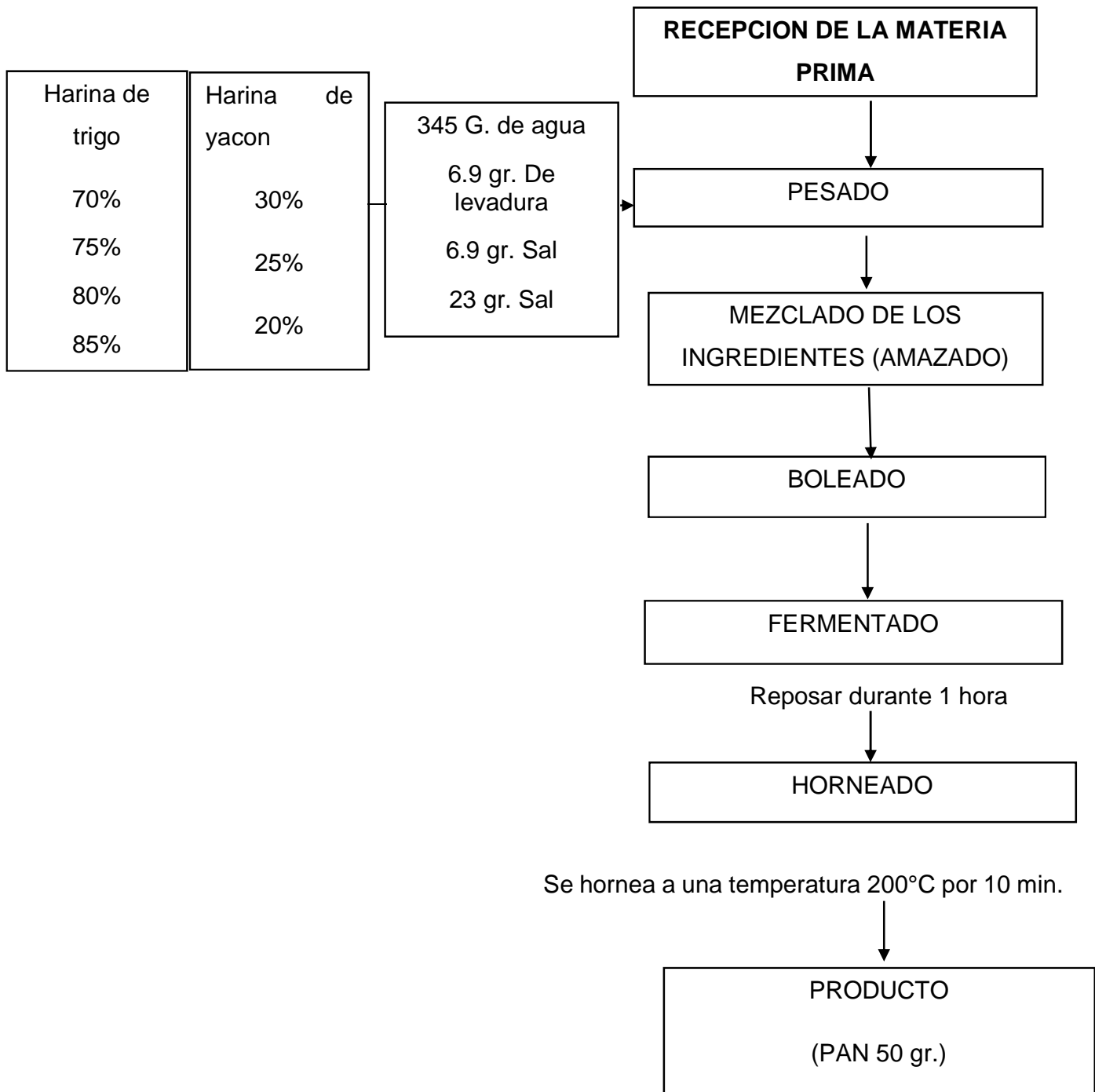
Las raíces fueron cortadas manualmente con cuchillo, de manera transversal, en rodajas de aproximadamente 0,3cm de espesor y se trataron con una solución de  $\text{CaCl}_2$  al 1% por un tiempo de 30 minutos; este compuesto, por tratarse de una sal, promueve una competencia entre los tejidos del vegetal y los iones salinos por la

molécula de agua, lo que consecuentemente lleva a la remoción de agua del producto provocando la compactación de los tejidos.

El yacón cortado fue acondicionado en bandejas metálicas y secado en estufa con corriente de aire, marca Jonomex (con aire forzado y sistema de regulación de temperatura de 0 - 200°C) durante 24 horas, a una temperatura de  $70,0 \pm 5, 0^{\circ}\text{C}$ . El producto resultante fue separado en dos partes, una de ellas se conservó como hojuelas de yacón, mientras que la otra porción se destinó a molienda.

Esta última se llevó a cabo en un molinillo a hélice, a los fines de reducir el tamaño de las partículas, hasta obtener una granulometría mesh 60. Los obtenidos fueron envasados en bolsas herméticas de polietileno de baja densidad, impermeables al vapor de agua y almacenados en un ambiente seco (Clinis *et al.*, 2013).

### 1.13.2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE PAN A BASE DE TRIGO Y YACON



Elaborado por: Thalía Pachay 201



### 1.13.3 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO

Para la elaboración del pan de harina de trigo con harina de yacon en diferentes porcentajes se usó la siguiente metodología:

Recepción de la materia prima: Se recibió la materia prima e insumos cumpliendo con los requisitos de elaboración.

Se pesó la harina de trigo y la harina de yacon de acuerdo a la dosificación estipulada en la metodología

**Cuadro N°.3.** Formulaciones de harinas para la elaboración de pan de trigo y yacon

<b>Harina de trigo //Harina de yacon (Porcentajes)</b>	<b>Harina de trigo (g.)</b>	<b>Harina de Yacon (g.)</b>
70% -30%	16	7
75%-25%	17	6
80%-20%	18	5
85%-15%	19	4
90%-10%	20	3

. **Elaborado por:** Thalía Pachay 2019

Se pesaron los diferentes ingredientes para la elaboración de 5 panes 3 litros de agua, 6.9 g. de sal, 6,9 g. de levadura, 12 g. de azúcar solo se variaron las diferentes concentraciones de harina.

Amasado: Se mezclaron todos los ingredientes hasta que se formó una masa homogénea

Boleado: Se procedió a darle la forma al pan en forma de bolita (boleado) y se pesó para llegar a producto final un pan de 50 g.

Fermentado: Se reposa la masa durante una hora, para que esta tome volumen a temperatura ambiente.

Cocción- Hornado: La masa continuó inflándose hasta que se alcanzaron los 50° C. Internamente se forma la miga y a medida que aumenta la temperatura, la corteza se endurece y adquiere un tono dorado., temperatura final de horneado son 200° C.durante 10 min.

#### **1.13.4 METODO INDICE GLICEMICO**

Las evaluaciones de glicemia fueron receptadas de individuos jóvenes de una edad promedio de 19 a 25 años con un índice de masa corporal (IMC) sano comprendidos en (18-24.9), que asistían a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en horarios matutinos.

Se pidió la colaboración de 5 estudiantes a los cuales se le solicito asistir los días de prueba en horario matutino. Voluntarios 5 (1 mujer, 4 hombres). El sitio en donde se realizó la prueba de los panes en diferentes porcentajes y el pan blanco, pasando 5 días por 6 sesiones, en donde se tomaron 6 muestras.

Se calculó el área bajo la curva que corresponden a los incrementos de glucemia.

#### **Materiales y Equipos**

- ACCU-CHEK Performa Nano
- Tiras reactivas Accu-Chek Active
- Lancetas Accu-Chek Active
- Dispositivo de punción Accu-Chek Sofclicx
- Guantes desechables
- Alcohol antiséptico

- Mandil
- Muestras de panes en diferentes porcentajes (50 gr.)
- Muestra de pan blanco (50 g)
- Vaso de agua de 250 ml
- Platos desechables
- Servilletas
- Refrigerios

### **Protocolo para panelistas**

Se cito a los panelistas a las 7 am momento en el cual se procedió a tomar la primera muestra de sangre periférica para cuantificar el nivel de glucosa en ayunas (t0).

Cada panelista recibió una porción del alimento bajo estudio, correspondiente a 50 g de carbohidratos disponibles.

Los panelistas fueron instruidos para que ingirieran la totalidad de la porción ofrecida en un plazo de 15 minutos, y solo se le permitió 1 vaso de agua (250 ml) como acompañante.

A los 30 min. se inició la ingestión tomamos la segunda muestra de sangre (t30). Este procedimiento se repitió a los diferentes tiempos (45, 60, 90, 120 y 180 min.).

Una vez acumuladas las diferentes muestras de sangre, se realizó a la cuantificación de glucosa plasmática.

### **Procedimiento de la toma de glucemia**

Usar la vestimenta adecuada (mandil), aclarar las manos con agua, colocar los guantes y usar guantes antisépticos.

Separamos la tira reactiva Accu Chek Performa del envase y lo cerramos herméticamente. Insertamos la tira reactiva dentro del medidor. Estas tirillas están

diseñadas específicamente para detectar cualquier daño, influencia externa, humedad o muestra insuficiente de sangre, evitando que los datos de glucemia se alteren.

Insertamos la tira dentro de la ranura del medidor de glucosa Accu Chek Performa, el cual se enciende automáticamente aparece un código.

Cuando el medidor solicite la muestra de sangre apoye el dispositivo de punción contra la yema del dedo y presione el botón de disparar.

Acercamos la gota de sangre hacia el dispositivo en la tira reactiva dejamos caer la gota de sangre.

El medidor de glucosa automáticamente dará el resultado de la toma de muestra de glucosa sanguínea en el tiempo determinado.

Después de observar el resultado de la prueba tomamos la tirilla con mucho cuidado y la desecharmos.

Para extraer la lanceta, extraemos la tapa del dispositivo de punción accionamos el eyector de desechar en un recipiente a prueba de perforación.

## **1.14 Método de azúcares totales**

### **Materiales y equipos**

El siguiente análisis fue realizado en laboratorios LASA en la Ciudad de Quito ubicado Av. de la Prensa N 53 -113 y Gonzalo Gallo. Por medio del método Dr. George W. Latimer Jr. Official methods of análisis of AOAC international, 21edition. 2019.

Official Method AOAC 980.13 (31.5.04). Fructosa, glucosa, lactosa, maltosa y sacarosa en leche chocolatada.

Official Method AOAC 982.14 (32.2.07). Fructosa, glucosa, maltosa y sacarosa en cereal

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados de respuesta glucémica post-ingestión de pan elaborado de harina de trigo con diferentes concentraciones de harina de yacon

Para el desarrollo de este estudio se realizaron cinco formulaciones de pan de trigo con diferentes concentraciones en ocho tomas de tiempo de glucosa post-ingestión de harina de yacón en el cual pudimos observar el comportamiento de glucosa en cada panelista que formo parte del estudio, comprendidos en un grupo de personas de edad 19 a 25 años con un índice de masa corporal sano (IMC) (18 -24.9).

Con base a los resultados obtenidos, pudimos observar que la respuesta glicémica en cuanto a los panes de acuerdo a los tiempos (t0, t15, t30, t45, t60, t90, t120) según las concentraciones (90%-t-10% y) (85% t-15%y) (80%t-20%y) (75% t-25% y) y(70%t-30%y) son estadísticamente iguales como se muestra en las tablas. En cuanto al tiempo (t180) se pudo observar una respuesta glicémica significativa en las concentraciones (90% T- 10 % Y) (80 T%-20% Y) (75% T -25% Y) en comparación a la concentración (100% T) en este tiempo. **(TABLA 8)**

Según (Quintero et al,2015) en su estudio realizado con el tema “efectos de panes integrales con amaranto (*Amaranthus dubius* Mart; ex Tell;) sobre la respuesta glicémica” sugiere un mayor contenido de fibra insoluble en nuestro pan ya que esto reduce el apetito, y por consiguiente la ingesta de alimentos y mejora la respuesta glicémica, todo esto podría estar relacionado con la regulación de la absorción de fibra por tanto, esto puede evitar variaciones bruscas de los niveles de glucosa en sangre, mejorando de esta manera la respuesta metabólica ante el consumo de carbohidratos, lo cual es sumamente importante en las personas diabéticas.

En otros estudios realizados por (Vázquez et al, 2016) con las hojas y raíz del yacón corroboran que los resultados de su estudio, han demostrado que existe una disminución en los niveles de glucosa en sangre, esto se debe a los fructooligosacáridos del extracto de la raíz del yacón que podría ayudar a los pacientes con diabetes. Se encontró también que la administración de 300g de raíz fresca de yacón por vía oral, reduce la respuesta glicémica postprandial en sujetos sanos en el grupo tratado con yacón de acuerdo a su investigación.

En el estudio de Bobadilla “Evaluación sobre el efecto de la inulina en la glucosa de pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2” se observó disminución de glucosa en los pacientes diabéticos después de la ingesta del té de yacón a las dosis recomendadas. Por otro lado, Volpato administró extracto acuoso de las hojas de yacón a ratas diabéticas, donde demostrando que el extracto reduce los niveles de glucosa en sangre y reportaron además que no alteró los niveles de glucosa sanguínea en los animales con glicemia normal. (Gordillo, 2009)

En las investigaciones mencionadas anteriormente ha influido el nivel de glucosa en la sangre después de la ingesta de yacón, ellos nombran mucho el seguimiento en la alimentación, también se debe de estimar la forma de preparación al momento de ser consumida ya que los estudios que se realizaron anteriormente fueron preparados en té, néctares y de manera fresca al momento de consumirse, ciertamente se pudo observar una diferencia significativa en el tiempo (t180) en las concentraciones (90% T- 10 % Y) (80 T%-20% Y) (75% T -25% Y) es el último tiempo de toma de glucosa sanguínea post-ingestión pudimos presenciar que no es tan elevado a diferencia de toma de glucosa de pan (100% T) pero aun así no cumple con las perspectivas esperadas en el estudio realizado . **(TABLA 8)**.

**To.**

**Tabla N.1** Análisis de varianza (TIEMPO 0)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,96513**

*Error: 51,0000 gl: 24*

<u>CONCENTRACIONES</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
30	93,00	5	3,19	A
15	93,00	5	3,19	A
20	93,60	5	3,19	A
10	93,80	5	3,19	A
25	94,40	5	3,19	A
100	98,20	5	3,19	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Thalía Pachay 2019

**To. 15**

**Tabla N. 2** Análisis de varianza (TIEMPO 15)

<u>CONCENTRACIONES</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
30	94,20	5	4,60	A
10	97,60	5	4,60	A
15	101,20	5	4,60	A
20	102,00	5	4,60	A
100	102,40	5	4,60	A
25	108,20	5	4,60	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Thalía Pachay 2019



**To .30**

**Tabla N. 3** Análisis de varianza (TIEMPO 30)

CONCENTRACIONES Medias n E.E.

30	105,40	5	5,59	A
100	105,60	5	5,59	A
10	107,20	5	5,59	A
25	110,20	5	5,59	A
15	112,20	5	5,59	A
20	115,00	5	5,59	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Thalía Pachay 2019

**To. 45**

**Tabla N. 4** Análisis de varianza (TIEMPO 45)

100	111,20	5	6,18	A
10	112,40	5	6,18	A
25	117,00	5	6,18	A
15	126,20	5	6,18	A
20	128,00	5	6,18	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Thalía Pachay 2019

**To. 60****Tabla N. 5** Análisis de varianza (TIEMPO 60)

<u>CONCENTRACIONES</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
25	105,00	5	4,65	A
30	105,40	5	4,65	A
15	113,80	5	4,65	A
100	114,00	5	4,65	A
10	114,40	5	4,65	A
20	119,00	5	4,65	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Thalía Pachay 2019

**To. 90****Tabla N. 6** Análisis de varianza (TIEMPO 90)

<u>CONCENTRACIONES</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
15	98,60	5	5,76	A
25	98,80	5	5,76	A
100	100,40	5	5,76	A
30	100,60	5	5,76	A
20	107,80	5	5,76	A
10	111,80	5	5,76	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Thalía Pachay 2019

**To. 120****Tabla N.7** Análisis de varianza (TIEMPO 120)

CONCENTRACIONES	Medias	n	E.E.	
15	91,60	5	2,96	A
30	93,00	5	2,96	A
10	96,40	5	2,96	A
25	98,80	5	2,96	A
20	99,80	5	2,96	A
100	100,00	5	2,96	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Thalía Pachay 2019

**To. 180****Tabla N. 8** Análisis de varianza (TIEMPO 180)

CONCENTRACIONES	Medias	n	E.E.	
30	89,20	5	3,24	A
15	90,60	5	3,24	A
20	93,40	5	3,24	A B
10	94,80	5	3,24	A B
25	95,80	5	3,24	A B
100	107,25	4	3,62	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Thalía Pachay 2019

### 3.1 RESULTADOS DE AZUCARES TOTALES DEL YACON

En el análisis del yacon proveniente de Ecuador de la ciudad de Cotacachi realizado por el laboratorio Lasa presento un 8,8% en 100 gramos de muestra, en cuanto al contenido de azucares totales. (**GRAFICO 9**)

De acuerdo a una investigación realizada por (Ludeña et al; 2004) en su estudio Efecto normoglicemiante del tubérculo y la hoja del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en pacientes diabéticos Tipo 2 en los resultados de azucares totales obtenidos de 100 gramos de muestra, expuesta al ambiente mediante el método de hidrolisis en caliente obtuvieron un 14,21 %. En su estudio realizado en sus panelistas recibieron la muestra de yacon en tres presentaciones (fresco, liofilizado, en forma de té).

En los cuales en sus diferentes presentaciones se obtuvo una disminución de glucosa sin llegar a los valores normales. Con respecto a nuestra investigación realizada pudimos presenciar una disminución de glucosa al igual que en la investigación del autor ya nombrado (Ludeña et al; 2004), también hay que rescatar que la manera de ingesta del yacon fue de una manera diferente a nuestra investigación.

En otro estudio realizado por Coronado 2013 con el tema Elaboración de la harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probióticas en donde se realizó un análisis de azucares totales al yacon obtuvieron un resultado de 87,03 % en el cual el mismo autor aduce.

Que el yacón 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 oligofruktanos, 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 cultivo, la época de siembra, la cosecha, el tiempo y temperatura de post cosecha, entre otros.

A este tipo de factores se debe nuestra variación de azúcares totales de acuerdo al contenido de yacón con el cual realizamos nuestro estudio con el estudio de (Coronado 2013).

Con respecto a una investigación realizada por (Guevara et al 2015) con el tema optimización del proceso de extracción de los fructooligosacáridos de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en donde también se efectuó un análisis de azúcares totales aportan que las variaciones influyentes se deben a diferencias en el estado de madurez y zona geográfica de procedencia como concluyó Chirinos. Otro aspecto a considerar es la perfectibilidad de esta raíz; estudios han demostrado que luego de la cosecha las raíces empiezan un rápido proceso de cambio en la composición química: los FOS son hidrolizados en azúcares simples por la acción de la enzima fructanohidrolasa, que los convierte en fructosa, sacarosa y glucosa

## 2 CONCLUSION

En base al estudio realizado se concluye que la respuesta de glucemia postprandial de los panes de trigo con diferente concentración de yacon en los tiempos (t0, t15, t30, t45, t60, t90, t120) concentraciones de yacon (90-% t10% y) (85% t-15%y) (80%t-20%y) (75% t-25% y) y (70%t-30%y) no disminuye la glucemia en la sangre en participantes sanos , en el tiempo 180 en las concentraciones (90% T- 10 % Y) (80 T%-20% Y) (75% T -25% Y) se encontró una diferencia significativa a diferencia pan convencional constituido con 100% harina de trigo siendo cada paciente su propio testigo .

El yacón presento un contenido de azucares totales de 8.8%, esto se debe a las características de procedencia del yacon y tanto a su almacenamiento debido a que el análisis no se realizó en el tubérculo de manera fresco.

### **3 RECOMENDACIÓN**

En base al estudio realizado que el consumo del tubérculo de yacon como apoyo nutricional y control glucémico esto debe estar complementado con la mejora de la calidad de su alimentación y aumento de actividad física.

Se recomienda la realización de un estudio a largo plazo, con un mayor número de participantes, asegurando que los pacientes cumplan un tratamiento habitual para poder determinar si tuvo influencia sus hábitos tanto alimenticios como su actividad física.

Fomentar el conocimiento del tubérculo de las propiedades beneficios y usos del yacon (*Smallanthus sonchifolius*).

Se puede recomendar la realización de un estudio con control glucémico, en productos elaborados en diferentes presentaciones a base del tubérculo de yacon

## 4 BIBLIOGRAFIA

1. Agüero Duran S., Carrasco Piña E & M. Araya Pérez. 2012. Alimentación y diabetes. Revista Scielo. Vol.27. No.4. Santiago de Chile. Consultado del 19 dic. 2018. formato (PDF). Consultado 5 de May. 2019.
2. Aguirre P. Galgani, Carolina; F., Díaz José; b. 2006. Determinación del índice glicémico del alimento nutridiabético destinado a diabéticos tipo 2. Revista chilena de investigación. vol. 33 Santiago de Chile. Consultado del 19 dic. 2018. Consultado 5 de May. 2019.
3. Arias L. D.; Montaña D., L., N; Velasco S., M., A., & Martínez G., J. 2019. Alimentos funcionales: avance de la aplicación en agroindustria. Revista ternura, 22 (57). Formato (PDF).
4. Barragán Mejía M; 2017. Formulación y elaboración de productos de panadería con yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) como edulcorante para la población con deficiencia en el metabolismo de los disacáridos. Revista especializada de ingeniería. Vol11 N1. Colombia Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF).
5. Biopat Comisión Nacional contra la biopiratería. 2015. Yacón. (En línea). Revista Biopat N4. Perú Consultado 2 de Agos. Formato (PDF)
6. Clinis Valdez, A; Margalef, M; Gómez, M., 2013. Formulación de barra dietética funcional prebiótica a partir de harina de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). (En línea). Revista Scielo. Vol31. N 142. Argentina. Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF).
7. Condori J; Bosque H; Trigo R; Mercado G; Aruquipa R; Huaycho. 2016. Conocimientos tradicionales en yacón o aricoma (*Smallanthus sonchifolius*) en comunidades Mocomomo, Corico e Irupana de la Paz. (En línea). Revista Scielo. Vol. 3. No 2 (152-165). Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF).
8. Erika García Vélez A. (2017). Influencia del nivel de conocimientos del paciente y su familia en el control metabólico de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 que acuden a los centros de salud de la parroquia Eloy Alfaro de Manta. (En línea). tesis de grado. obtención al título medicina familiar. Formato (pdf). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ec. Consultado 5 de May. 2019.
9. G. Fuster Olivera e I. Molero González. 2007. Prebióticos y probióticos en la práctica clínica (En línea). Revista Scielo. Vol 22. España. Consultado el 28 de jun. de 2018. Formato (PDF).



10. Gamiño Ramos F. 2013. Maíz, trigo y arroz Los cereales que alimentan al mundo. Revista ciencia a tu alcance. Universidad autónoma de nueva León. México. Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF).
11. Gordillo Rocha Clotilde Gloria. (2009). Efecto hipoglicemiante del extracto acuoso de las hojas de *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2 (En línea). Tesis de grado. Obtención al grado académico en Magíster en Recursos Vegetales y Terapéuticos. Universidad nacional mayor de santos marcos. Perú. Consultado 5 de sep. de 2019.
12. Gotteland, M y Brunser, O. 2006. Efecto de un yogurt con inulina sobre la función intestinal de sujetos sanos o constipados. Revista Scielo. Vol. .33. N 33. Santiago de Chile. Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF).
13. Guamán Barbecho J; Villamar Ortiz L. (2016). Uso de los estándares de cuidado médico de la asociación americana de diabetes 2014, para el control metabólico de diabetes mellitus tipo 2, a ser realizado en el centro de salud no 2 las casas del distrito 17d05, durante el 2015. (En línea). Tesis de grado. obtención del título de especialista en medicina familiar y comunitaria. Formato (PDF). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ec. Consultado 5 de May. 2019.
14. Guevara Inga, Marianela, Betalleluz Pallardel, Indira, Kina Noborikawa, Melissa, & Campos Gutiérrez, David. (2015). Optimización del proceso de extracción de los fructooligosacáridos de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*). Revista de la Sociedad Química del Perú, 81(3), 263-272. Recuperado en 05 de julio de 2019.
15. Jiménez Rodríguez M. 2011. Propuesta cultivo y aprovechamiento del yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) en Colombia. (En línea). Tesis de grado. Obtención al título de Biología. Universidad Pontificia Javeriana. Bogotá. Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF)
16. Lock, O; Rojas, R; .2005. Química y farmacología de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. (Yacón). (En línea). Revista Química. Universidad Peruana castellano Heredia. Perú. Consultado el 2 de Agos. 2019. Formato (PDF).
17. López Torres Diana Lizeht. (2007). Valorización de la raíz de yacón: Obtención de un jarabe rico en fructooligosacáridos (En línea). Universidad Pontificia Bolivariana Investigación y desarrollo. N7(93). Consultado el 28 de jun. de 2019. Formato (PDF).
18. Ludeña Alfaro; Ugarte Rejavinsky; Padilla Ivan. 2004. Efecto normoglicemiante del tubérculo y hoja de yacón de (*Smallanthus sonchifolius*) en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2 (En línea). Revista horizonte médico. España. Consultado 5 de sep. de 2019

19. Mesas J. M.; Alegre M. 2002. El pan y su proceso de elaboración. Revista Ciencia y tecnología alimentaria. Vol. 3. N5. Pp 307-313. Mexico Consultado el 28 de jun. de 2019. Formato (PDF).
20. Montero Quintero C; Moreno-Rojas R, Alí Molina E, Máximo Segundo C y Urdaneta Sánchez A .2015. Efecto del consumo de panes integrales con amaranto (*Amaranthus dubius*) sobre la respuesta glicémica y parámetros bioquímicos en ratas Sprague dawley. Revista nutrición hospitalaria. Venezuela. Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF).
21. Moreno, Irene; Ramírez, A.; Plana, R.; Iglesias, I. 2001. El cultivo del trigo. algunos resultados de su producción en Cuba. Revista cultivos tropicales. Vol. 22. No. 4, pp. 55-67. Cuba. Consultado 19 dic. 2018. formato (pdf).
22. Muñoz J.; Blanco Ana; M. Servan T; Alvarado Karin. 2006. Evaluación del contenido nutricional de yacon procedente de sus principales zonas producción nacional. Universidad de San Martín de Porres. Editorial Horizonte Medico. Vol. 6. No. pp. 69-73.
23. Panta Coronado Ángel 2013. Elaboración de harina de yacon (*Smallanthus Sonchifolius*) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probióticas. (En línea). Tesis de grado. Químico farmacéutico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Consultado 24 de jul. 2019. Formato (PDF).
24. Pazmiño Zambrano Felipe. 2014. Aprovechamiento de los principios activos del yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) para la elaboración de yogurt rico en FOS (fructooligosacáridos). Tesis de grado. Obtención al título de Ingeniero Químico. Universidad de Guayaquil. Ec. Consultado el 2 de Agos. 2019. Formato (PDF).
25. Quillupanqui S. 2016. Análisis de investigación de Yacon o Jícama fruto andino ecuatoriano a la gastronomía. (En línea). Tesis de grado. Tecnólogo en alimentos y bebidas. UDLA. Ec. Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF).
26. Sánchez H.D. 2008. Estudio del efecto de acciones químicas y biológicas sobre la masa panaria. Tesis de grado. Químico farmacéutico. Universidad Nacional del Litoral. Ec. Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF).
27. Sánchez Rizo M; Rojas Sandoval K; (2016). Comportamiento clínico-epidemiológico de la diabetes mellitus, en niños y adolescentes atendidos en consulta externa, hospital Manuel de Jesús Rivera. (En línea). Tesis de grado. Título de médico y cirujano general. Formato (PDF). Universidad nacional autónoma de nicaragua unan-managua. Managua. Consultado 5 de May. 2019.
28. Sánchez S. y Susana, G 2007. Yacon: Un potencial de producto natural para el tratamiento de la diabetes. Universidad de Santiago de Chile. Editorial

Boletín Latinoamericano del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas.  
Vol. 6. No5 2007, pp 162-164.

29. Tamayo Monserrat G. 2017. Efecto del consumo de jícama sobre los parámetros lipídicos en pacientes diabéticos tipo 2 en el centro de salud “los rosales” en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, periodo abril-junio 2017”. Tesis de grado. Obtención al título de nutrióloga. Universidad Nacional del Ecuador. Ec. Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF).
30. Valderrama M Seminario J, & I Manrique. 2003. El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú, 60 p. Consultado el 28 de jun. de 2019. Formato (PDF).
31. Vargas Trávez A. (2018). Identificación de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en miembros de la policía nacional de la unidad de control de tránsito y seguridad vial de la ciudad de Quito. (En línea). Tesis de grado. Obtención al título bioquímica clínica. Formato (PDF). Universidad Central del Ecuador. Ec. Consultado. 5 de May. 2019.
32. Vásquez Mejía A; Guerrero Zulueta D; Morales Palacios F. 2016. Efecto hipoglucemiante del consumo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en ratones diabéticos tipo 2 inducidos con aloxano. (En línea). Revista Científica de Ciencias de la Salud. Consultado el 28 de jun. de 2019. Formato (PDF).
33. Vásquez Ramírez J; Hortelano Santa Rosa R; Mir Villaseñor E; Herrera López E; Cruz Martínez E; Rangel Espitia R. 2016. Evaluación de variedades y líneas uniformes de trigo harinero de temporal en Valles Altos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.7.No. 3. México. Consultado 19 dic. 2018. Formato (PDF).
34. Yugcha Chicaiza E. (2018). Programa educativo sobre factores de riesgo de pie diabético por el uso inadecuado de calzado entre los pacientes del club de diabéticos del centro de salud Morete Puyo. (En línea). Tesis de grado. Obtención del título Licenciado en enfermería. Formato PDF. Universidad Regional Autónoma de los Andes “uniandes”. Ec. Consultado 5 de May. 2019.
35. Yumiguano Moposita C. (2012). Factores en la adhesión al tratamiento farmacológico y no farmacológico en pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2. (En línea). Tesis de grado. Título de médico y cirujano general. Formato (PDF). Universidad Regional Autónoma de los Ángeles. Ec. Consultado 5 de May. 2019.
36. Zambrano Pérez Soraya. 2014. Alimentos funcionales ajustados a la necesidad alimentaria ecuatoriana y técnicas óptimas para el procesamiento

(En línea). Revista la técnica. Consultado el 28 de jun. de 2019.Formato (PDF).

## 5 ANEXOS



**Gráfico N. 1** Recepción de la materia prima



**Grafico N. 2** Troceado de la materia prima



**Gráfico N. 3** Almacenamiento de la materia prima



**Grafico N. 4** Secado de la materia prima



**Gráfico N. 5** Toma de la muestra glucosa



**Grafico N. 6** Toma de la muestra glucosa



**Gráfico N.7** Toma de la muestra glucosa



**Grafico N.8** Toma de la muestra glucosa

**Cuadro N°. 4** Datos de glucosa post-ingestión de las diferentes formulaciones de pan; panelista 1

ANA CAROLINA ALVIA SANTANA		EDAD: 23 Años			IMC = 22 NORMAL	
PANELISTA 1(FEMENINO)						
TIEMPO	GLICEMIA%TRIGO	GLICEMIA PANT90%-Y10%	GLICEMIA PANT 80%-20%	GLICEMIA PANT85%-Y15%	GLICEMIA PANT75%-Y25%	GLICEMIA PAN T70%-Y30%
0	104	94	93	87	90	95
15	96	103	98	98	92	92
30	99	111	97	92	100	105
45	101	97	107	95	122	104
60	113	110	114	106	109	104
90	94	134	94	84	99	110
120	106	109	92	82	100	97
180	117	96	90	79	93	96

Elaborado por: Thalía Pachay 2019

**Cuadro N°. 5** Datos de glucosa post-ingestión de las diferentes formulaciones de pan; panelista 2

ALVARO BLADIMIR FLORES HOLGUIN		EDAD: 24 AÑOS			IMC = 20 NORMAL	
PANELISTA 2 (MASCULINO)						
TIEMPO	GLICEMIA %TRIGO	GLICEMIA PANT90%-Y10%	GLICEMIA PANT 80%-Y20%	GLICEMIA PANT85%-Y15%	GLICEMIA PANT75%-Y25%	GLICEMIA PAN T70%-Y30%
0	97 ml/dl	93 ml/dl	97 ml/dl	87 ml/dl	80 ml/dl	96 ml/dl
15	102 ml/dl	101 ml/dl	103 ml/dl	88 ml/dl	88 ml/dl	90 ml/dl
30	97 ml/dl	103 ml/dl	112 ml/dl	102 ml/dl	93 ml/dl	95 ml/dl
45	104 ml/dl	108 ml/dl	134 ml/dl	111 ml/dl	114 ml/dl	104 ml/dl
60	105 ml/dl	93 ml/dl	123 ml/dl	101 ml/dl	110 ml/dl	105 ml/dl
90	97 ml/dl	86 ml/dl	112 ml/dl	96 ml/dl	87 ml/dl	107 ml/dl
120	99 ml/dl	82 ml/dl	99 ml/dl	93 ml/dl	92 ml/dl	98 ml/dl
180	103 ml/dl	80 ml/dl	93 ml/dl	89 ml/dl	90 ml/dl	95 ml/dl

Elaborado por: Thalía Pachay 2019

**Cuadro N°. 6** Datos de glucosa post-ingestión de las diferentes formulaciones de pan; panelista 3

PEDRO FERNANDO CADENA CRUZ		EDAD: 19 AÑOS		IMC = 22 NORMAL		
PANELISTA 3 (MASCULINO)						
TIEMPO	GLICEMIA 100%TRIGO	GLICEMIA PANT90%-Y10%	GLICEMIA PAN T 80%-20%	GLICEMIA PAN T85%-Y15%	GLICEMIA PAN T75%-Y25%	GLUCEMI A P T70%-Y30%
0	95 ml/dl	99 ml/dl	91 ml/dl	105 ml/dl	95 ml/dl	96 ml/dl
15	105 ml/dl	94 ml/dl	110 ml/dl	121 ml/dl	128 ml/dl	101 ml/dl
30	112 ml/dl	118 ml/dl	133 ml/dl	142 ml/dl	121 ml/dl	114 ml/dl
45	107 ml/dl	130 ml/dl	127 ml/dl	155 ml/dl	117 ml/dl	122 ml/dl
60	112 ml/dl	129 ml/dl	108 ml/dl	117 ml/dl	93 ml/dl	110 ml/dl
90	98 ml/dl	126 ml/dl	106 ml/dl	93 ml/dl	106 ml/dl	92 ml/dl
120	100 ml/dl	96 ml/dl	103 ml/dl	90 ml/dl	106 ml/dl	90 ml/dl
180	105 ml/dl	94 ml/dl	96 ml/dl	103 ml/dl	106 ml/dl	85 ml/dl

*Elaborado por:* Thalía Pachay 2019

**Cuadro N°. 7** Datos de glucosa post-ingestión de las diferentes formulaciones de pan; panelista 4

PABLO MEDRANO		EDAD: 23 AÑOS		IMC = 23 NORMAL		
PANELISTA 5 (MASCULINO)						
TIEMPO	GLICEMIA 100%TRIGO	GLICEMIA PANT90%-Y10%	GLICEMIA PAN T 80%-20%	GLICEMIA PAN T85%-Y15%	GLICEMIA PAN T75%-Y25%	GLUCEMI A P T70%-Y30%
0	97 ml/dl	94 ml/dl	92 ml/dl	91 ml/dl	116 ml/dl	83 ml/dl
15	108 ml/dl	103 ml/dl	97 ml/dl	98 ml/dl	110 ml/dl	95 ml/dl
30	112 ml/dl	111 ml/dl	110 ml/dl	113 ml/dl	116 ml/dl	115 ml/dl
45	128 ml/dl	97 ml/dl	137 ml/dl	132 ml/dl	115 ml/dl	114 ml/dl
60	126 ml/dl	110 ml/dl	120 ml/dl	105 ml/dl	102 ml/dl	105 ml/dl
90	118 ml/dl	134 ml/dl	113 ml/dl	98 ml/dl	102 ml/dl	83 ml/dl
120	92 ml/dl	109 ml/dl	98 ml/dl	92 ml/dl	99 ml/dl	86 ml/dl
180	104 ml/dl	92 ml/dl	90 ml/dl	85 ml/dl	95 ml/dl	80 ml/dl

*Elaborado por:* Thalía Pachay 2019



**Cuadro N°. 8** Datos de glucosa sanguínea post-ingestión de las diferentes formulaciones de pan; panelista 5

JOSHUA STEVEN LUCAS PACHAY		EDAD: 23 AÑOS		IMC = 22 NORMAL		
PANELISTA 4 (MASCULINO)						
TIEMPO	GLICEMIA 100%TRIGO	GLICEMIA PANT90%-Y10%	GLICEMIA PAN T 80%- 20%	GLICEMIA PAN T85%- Y15%	GLICEMIA PAN T75%- Y25%	GLICEMIA PAN T70%- Y30%
0	98 ml/dl	86 ml/dl	95 ml/dl	95 ml/dl	91 ml/dl	95 ml/dl
15	101 ml/dl	82 ml/dl	102 ml/dl	101 ml/dl	123 ml/dl	93 ml/dl
30	108 ml/dl	92 ml/dl	123 ml/dl	112 ml/dl	121 ml/dl	98 ml/dl
45	116 ml/dl	99 ml/dl	135 ml/dl	138 ml/dl	117 ml/dl	105 ml/dl
60	114 ml/dl	114 ml/dl	130 ml/dl	140 ml/dl	111 ml/dl	103 ml/dl
90	95 ml/dl	105 ml/dl	114 ml/dl	122 ml/dl	100 ml/dl	111 ml/dl
120	103 ml/dl	96 ml/dl	107 ml/dl	101 ml/dl	97 ml/dl	94 ml/dl
180	100 ml/dl	92 ml/dl	98 ml/dl	97 ml/dl	95 ml/dl	90 ml/dl

**Elaborado por:** Thalía Pachay 2019

**INFORME DE RESULTADOS**

INF.LASA-04-09-29-0035  
ORDEN DE TRABAJO No. 0425-19

DATOS DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: PACTAY GONZALEZ		DIRECCIÓN: LA EPOCA - MANTA	
DUEÑO: LILIBEL		TIPO DE MUESTRA: ALMÉRICO	PROVENIENCIA: MANTA
TELÉFONO/FAX: 098580029		CÓDIGO FISCAL: 01	
IDENTIFICACIÓN: YACON			

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR SOLICITANTE:	FECHA DE MUESTREO:	INGRESO AL LABORATORIO: 23/08/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 23/08-04/09/2019	FECHA DE ENTREGA: 04/09/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Uno (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 14098-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (n=3)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AZÚCARES TOTALES	%	8,8	N.A.	HPLC

N.A.: No Aplica

  
Dr. Marco Quijano Bustos  
GERENTE DEL LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe por escrito o digitalmente.  
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a lo que nos es enviado o muestra por el laboratorio.  
Cuando se realicen análisis de confiabilidad y aplican, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarado por el análisis respectivo.  
El laboratorio se compromete con la imparcialidad y confiabilidad de la información y los resultados de acuerdo a una cadena regular de aceptación de la política relativa al riesgo y declarada en www.laboratoriolasa.com

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfono: 2469- 814 / 2269-012  
Jmas Ignacio Pareja OES-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287  
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador



**Gráfico N. 9** Resultados de análisis de azúcares totales