



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**CARRERA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA**

**Identificación de Alimentos Agresores y sus Efectos en  
la Concentración de Glucosa en Sangre**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

**Bioquímica Farmacéutica**

**Autora:** Villavicencio Torres, María Paula

**Director:** Sánchez Juárez, Aramis Azuri

LOJA

2023



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2023

## **Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular**

Loja, 09 de enero de 2023

Bioquímico Farmacéutico

Mgtr. Claudia Cruz Erazo

**Director de la carrera de Bioquímica y Farmacia**

Loja. -

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Integración Curricular denominado: "Identificación de Alimentos Agresores y sus Efectos en la Concentración de Glucosa en Sangre" realizado por María Paula Villavicencio Torres ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: Ph.D. Aramis Azuri Sanchez Juárez

C.I.: G30086537

Correo electrónico: [aasanchez11@utpl.edu.ec](mailto:aasanchez11@utpl.edu.ec)

### **Declaración de autoría y cesión de derechos**

Yo, María Paula Villavicencio Torres, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autora del Trabajo de Titulación denominado: "Identificación de Alimentos Agresores y sus Efectos en la Concentración de Glucosa en Sangre", de la carrera de Bioquímica y Farmacia, específicamente de los contenidos comprendidos en: marco teórico, metodología resultados y discusión, siendo Ph.D. Aramis Azuri Sanchez Juarez, director del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad", en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Autor: María Paula Villavicencio Torres

C.I.: 1106002494

Correo electrónico: Paula.047@hotmail.com

### **Dedicatoria**

Primero le agradezco a Dios ya que sin su bendición nada hubiera sido posible, así mismo, a mis padres y mis hermanos por siempre motivarme a continuar con mi carrera.

### **Agradecimiento**

Al Ph.D. Aramis Sánchez Juárez, por aceptarme como su alumna, por dirigir este trabajo de titulación y por hacer que este proceso sea más llevadero.

A las personas que fueron voluntarios en este estudio ya que sin ustedes no se podría llevar a cabo esta investigación y por aguantar todas las molestias ocasionadas.

## Índice de contenido

Carátula .....	I
Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular .....	II
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	III
Dedicatoria  .....	IV
Agradecimiento.....	V
Índice de contenido .....	VI
Resumen.....	1
Abstract .....	2
Introducción .....	3
Capítulo uno.....	4
Marco teórico .....	4
1.1 Alimentación Saludable.....	4
1.2 Macronutrientes .....	5
1.2.1 Lípidos.....	5
1.2.2 Proteínas.....	5
1.2.3 Carbohidratos.....	6
1.3 Índice Glucémico de los Alimentos .....	6
1.4 Diabetes.....	8
1.4.1 <i>Diabetes Mellitus tipo 1</i> .....	8
1.4.2 <i>Diabetes Mellitus tipo 2</i> .....	8
1.4.3 <i>Principales causas</i> .....	9

<b>1.4.4 Niveles de Glucosa en Sangre .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.5 Pruebas para medir la glucosa en sangre.....</b>	<b>10</b>
<b>1.5 Alimentación en el Ecuador .....</b>	<b>11</b>
<b>1.6 Mala nutrición en el Ecuador.....</b>	<b>12</b>
<b>1.7 Gastronomía Lojana.....</b>	<b>12</b>
<b>1.7.1 Repe Lojano .....</b>	<b>13</b>
<b>1.7.2 Fritada.....</b>	<b>13</b>
<b>1.7.3 Cuy asado.....</b>	<b>13</b>
<b>1.7.4 Seco de chivo.....</b>	<b>14</b>
<b>1.8 Gastronomía Lojana y su relación con los índices de glucemia .....</b>	<b>14</b>
<b>Capítulo dos .....</b>	<b>16</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Esquema metodológico .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Tamaño de muestra .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Requisitos del paciente .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.1 Análisis previo del paciente .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.2 Indicadores antropológicos .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.3 Criterios de Inclusión.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.4 Criterios de exclusión.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Proceso de preparación de alimentos.....</b>	<b>20</b>
<b>2.5 Prueba de glucosa en sangre en ayunas .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6 Prueba de glucosa en sangre postprandial.....</b>	<b>21</b>

<b>2.7 Técnicas e instrumentos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.8 Consideraciones éticas .....</b>	<b>21</b>
<b>Capítulo tres .....</b>	<b>23</b>
<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>23</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>31</b>
<b>Apéndice.....</b>	<b>34</b>
<b>Apéndice A. Consentimiento .....</b>	<b>34</b>

### Índice de tablas

<b>Tabla 1 IG promedio de diferentes alimentos .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla 2 Recopilación de carbohidratos más consumidos en la ciudad de Loja y su índice glucémico.....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 3 Ficha técnica de información de los pacientes .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 4 Cocción de los alimentos.....</b>	<b>20</b>

### Índice de figuras

<b>Figura 1 Metodología de desarrollo de investigación .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 2 Niveles de glucosa en ayunas.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 3 Niveles de glucosa en el nivel más alto para cada alimento.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 4 Curva de valores totales correspondientes al paciente 1 .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 5 Curva de valores totales correspondientes al paciente 2 .....</b>	<b>28</b>

## Resumen

El Índice Glucémico (IG) permite clasificar a los alimentos de acuerdo a la respuesta glucémica que provocan en los individuos y se emplea como herramienta en el manejo dietético y prevención de enfermedades como: diabetes, sobrepeso, obesidad, enfermedades cardiovasculares y dislipidemias. Los alimentos se clasifican en IG alto, medio y bajo, siendo estos últimos los recomendados en el tratamiento de las enfermedades mencionadas. El objetivo de este trabajo fue medir el nivel de glucosa en sangre de 3 alimentos seleccionados tras una evaluación de la gastronomía tanto del Ecuador como de la ciudad de Loja. Debido a que se llevó a cabo una prueba piloto fueron participes de esta investigación tres voluntarios a los cuales se les realizó una toma de muestra capilar para medir su glucosa cinco veces tras la ingesta de los tres alimentos a prueba. El arroz es el alimento que más eleva los niveles de glucosa en sangre llevándolos incluso fuera del rango normal de la glucemia tras la ingesta de un alimento, por tanto, se sugiere que se tenga precaución como alimento de consumo diario para niños o adultos sedentarios, con diabetes, sobrepeso u obesidad.

*Palabras clave:* glucosa, alimento.

### **Abstract**

The Glycemic Index (GI) allows to classify foods according to the glycemic response they provoke in individuals and is used as a tool in dietary management and prevention of diseases such as: diabetes, overweight, obesity, cardiovascular diseases and dyslipidemias. Foods are classified into high, medium and low GI, the latter being those recommended in the treatment of the aforementioned diseases. The objective of this work was to measure the blood glucose level of 3 selected foods after an evaluation of the gastronomy of both Ecuador and the city of Loja. Due to the fact that a pilot test was carried out, three volunteers participated in this investigation, to whom a capillary sample was taken to measure their glucose five times after ingesting the three tested foods. Rice is the food that raises blood glucose levels the most, taking them even outside the normal blood glucose range after eating a food, therefore, it is suggested that caution be exercised as a daily food for children or sedentary adults, with diabetes, overweight or obesity.

*Keywords: glucose, food.*

## Introducción

En este trabajo se describe y discute la alimentación en la ciudad de Loja y la razón por la que un elevado porcentaje de la población presentan enfermedades crónicas como la Diabetes que pueden estar relacionadas a que dentro de sus costumbres gastronómicas está el consumo diario alimentos que contienen un elevado índice glucémico.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue estudiar las variaciones de niveles de glucosa en sangre luego del consumo de los alimentos que representan un alto índice glucémico y que están dentro de su dieta diaria, así mismo, la importancia de este estudio radica en que muchas veces las personas que los consumen no tienen conocimiento de cómo alteran nuestro organismo luego de que son consumidos y por tanto no regulan su consumo o en mejores de los casos no los incorporan a su dieta.

Para el desarrollo de este trabajo se elaboró una prueba piloto que consistió en evaluar el nivel de glucosa en sangre de 3 personas sanas con la ayuda de un glucómetro digital a través de una toma de muestra capilar que nos permitió obtener resultados rápidos y con un rango de error mínimo del 10%. Se recurrió a este método debido a que es uno de los menos invasivos.

El trabajo se llevó a cabo en tres etapas, en cada una de ellas se evaluó un alimento por día esto debido a que se tomaban cinco muestras capilares, la primera se realizaba para conocer los niveles de glucosa mientras el sujeto se encontraba en ayuno y las 4 siguientes cada media hora después de que ingerían el alimento.

Al finalizar estas etapas se realizó un análisis de las curvas de glucosa obtenidas tras el procesamiento de datos recolectados.

## Capítulo uno

### Marco teórico

#### 1.1 Alimentación Saludable

La alimentación es necesaria para un nivel de vida adecuado por lo que en el año de 1948 fue declarado como un derecho de todos por la Declaración Universal de Derechos Humanos; alimentarse satisface necesidades biológicas, sociales y para algunas personas es la principal fuente de satisfacción humana (Velasquez, 2006). Existen múltiples fuentes de información científica que nos dan a conocer la relación estrecha que conforma la alimentación con el estado de salud de las personas ya sea para el mantenimiento de la salud o, por otra parte, en cómo afecta para el desarrollo de enfermedades crónicas.

Hoy en día las causas de mortalidad más frecuentes están relacionadas a diversos factores que pueden ser controlados por el ser humano como el sedentarismo, tabaquismo, alcoholismo y sobre todo la mala alimentación que puede llevar a cabo enfermedades como la diabetes, obesidad, la hipercolesterolemia e hipertensión arterial (INEN, 2011).

Según (Macias et al., 2012) los hábitos alimenticios también influyen a la hora de tener una buena alimentación y por ende un buen estado de salud, ya que no solo tiene que ver con el tipo de alimentos que se ingieran si no también el cómo, cuándo y dónde se come, a esto se le añade también las proporciones de cada uno de ellos.

Para mantener un buen estado de salud el ser humano debe mantener una alimentación equilibrada diariamente que contenga macronutrientes (proteínas, lípidos e hidratos de carbono) y micronutrientes (vitaminas y minerales) que son de vital importancia para el buen funcionamiento del organismo, la necesidad de estos nutrientes va a depender de los requerimientos nutricionales de cada persona que están relacionados con la edad (niño, adulto o anciano), sexo, la actividad física que se desarrolla diariamente, el estado de salud, entre otros (Valenzuela, 2017).

## **1.2 Macronutrientes**

### **1.2.1 Lípidos**

El consumo de lípidos o también conocidos comúnmente como grasas son esenciales dentro de la alimentación para tener una dieta saludable ya que ayudan a el organismo a obtener energía en forma de ATP, de igual forma son parte de la producción de sustancias como tromboxanos, leucotrienos y prostaglandinas, etc.; dentro de los principales alimentos que contienen grasas están: los aceites, embutidos, queso, pescado, mantequilla, etc., el porcentaje adecuado dentro de la dieta diaria es aproximadamente un 30% debido a que el exceso de los mismos podría con llevar a problemas de salud como alteraciones de la piel, retención de agua, colesterol elevado y alteraciones en la presión sanguínea (Carvajal, 2013).

Debido a que las grasas son parte importante de la alimentación es recomendable añadir a la dieta preferiblemente grasas insaturadas como las monoinsaturadas y poliinsaturadas, este tipo de grasas se puede encontrar en alimentos no procesados: productos de origen animal, frutos, vegetales, etc., mientras que las grasas saturadas y las grasas trans que se encuentran mayormente en productos procesados desde un punto de vista nutricional deben ser reemplazadas por carbohidratos complejos o preferiblemente eliminadas de la dieta diaria (Carrillo et al., 2011)

### **1.2.2 Proteínas**

Dentro de los tres principales macronutrientes tenemos también a las proteínas, que conforman aproximadamente el 17% de la masa corporal, estas moléculas son de gran significancia dentro de la alimentación, esto debido a que realizan la mayor parte de trabajo en las células, aportan aminoácidos para el crecimiento y participan en el mantenimiento de la proteína corporal, además son necesarias para la función, regulación y estructura de los órganos y tejidos, la deficiencia de estos aminoácidos podrían dar como resultado numerosas patologías como el retraso del crecimiento en el caso de los niños, sin embargo, en los adultos la falta de estos nutrientes podrían llegar a causar patologías mortales (Martinez et al., 2006). En la dieta de los seres humanos las proteínas pueden provenir de dos tipos de orígenes, por un lado se encuentran las de origen animal, que son proteínas de más alto valor biológico y

se consideran las más próximas a cumplir con la cantidad de aminoácidos esenciales que se debe consumir diariamente, en este grupo de proteínas se considera que los huevos y la leche de alta calidad; carnes blancas, carnes rojas y tejidos musculares son de menor calidad en comparación a las proteínas mencionadas anteriormente aunque en comparación a las proteínas vegetales estas son de mejor calidad; las proteínas vegetal como las obtenidas del frijol de soya son de mejor calidad que las que se pueda obtener de la mayoría de vegetales (González et al., 2007).

### **1.2.3 Carbohidratos**

Los carbohidratos a través de la formación de glucosa son la mayor fuente de energía inmediata que se puede obtener mediante la alimentación, además de ello cumplen funciones como la regulación y mantenimiento de los niveles normales de colesterol, glucosa y triglicéridos en sangre, evitan la formación de cuerpos cetónicos, previenen la obesidad debido a que la fibra vegetal al producir una sensación de llenura o saciedad en el ser humano, son parte de la membrana de los tejidos nerviosos y vasos sanguíneos, son parte de la formación de tejido conjuntivo, etc.; la hipoglucemia y la cetosis son las patologías más conocidas que se dan por la restricción o bajo consumo de carbohidratos (Mollinedo, 2014).

Las principales fuentes de las cuales podemos obtener estos nutrientes son las raíces comestibles, granos de cereales, miel, frutas, leche, etc.; entre los carbohidratos presentes en los alimentos más conocidos tenemos la fructosa, lactosa, sacarosa, almidón, glucosa, celulosa y su funcionalidad dentro del organismo va a depender de su estructura química (Ramírez, 2017). El consumo excesivo de hidratos de carbono se ha relacionado con problemas cardíacos, diabetes y cáncer. (Frost, 2016).

### **1.3 Índice Glucémico de los Alimentos**

El índice glucémico (IG) es la medida de cuánto y qué tan rápido un alimento en particular eleva los niveles de glucosa en sangre, en este caso nos referiremos particularmente a los carbohidratos a que son los alimentos con mayor porcentaje de glucosa.

Las respuestas glucémicas de los alimentos con carbohidratos son clasificados según el IG, según la cantidad de glucosa en un alimento, se le da una puntuación de hasta 100, los alimentos con un IG superior a 70 se consideran alimentos con un índice glucémico alto, entre 56 y 69 es un IG promedio y los alimentos con un IG de 55 o menos se consideran con un IG bajo (Tabla 1) (Kaur, 2016).

**Tabla 1**

*IG promedio de diferentes alimentos*

<b>Alimentos Ricos en carbohidratos</b>	<b>IG</b>	<b>Frutas y productos de frutas</b>	<b>IG</b>	<b>Verduras</b>	<b>IG</b>
Pan de trigo blanco	75±2	Sandía cruda	76±4	Papa hervida	78±4
Pan integral	74±2	Piña cruda	59±8	Papa instantanea	87±3
Pan de trigo sin levadura	70±5	Zumo de naranja	50±2	Zanahoria hervida	39±4
Maiz	52±2	Mango crudo	51±5	Camote Hervido	63±6
Arroz blanco hervido	73±4	Manzana cruda	36±2	Plátano verde	55±6
Arroz integral hervido	68±4	Mermelada de fresa	49±3	Calabaza Hervida	64±7

*Nota:* En esta tabla se observan los índices glucémicos de alimentos ricos en carbohidratos. Adoptado de The average GI of Common Foods Deriverd From Multiple Studies by Different Laboratories, por Kaur, 2016, Instituto Riddet e Instituto Massey de Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

El consumo de alimentos con un elevado índice glucémico afecta de distinta manera la salud de las personas, algunas de las patologías que son desarrolladas por este tipo de alimentos son consideradas como una epidemia a nivel mundial; enfermedades como la diabetes mellitus tipo II que representan un gran índice de mortalidad tanto a nivel mundial como residencial.

## **1.4 Diabetes**

La Diabetes Mellitus es una alteración metabólica caracterizada por niveles persistentes de glucosa en sangre elevados (hiperglucemia) como consecuencia de una alteración en secreción y/o acción de la insulina que es una hormona que fabrica el páncreas y que permite que las células utilicen la glucosa de la sangre como fuente de energía para la realización de las funciones biológicas del organismo (Lozano, 2006).

Existen varias causas patológicas que están relacionadas con el desarrollo de diabetes mellitus, sin embargo, hay dos categorías que son los más frecuentes. La diabetes mellitus tipo 1 que se caracteriza debido a que es causada por una deficiencia total en la secreción de insulina y que con frecuencia presenta una destrucción autoinmune de las células pancreáticas, la otra categoría conocida como diabetes mellitus tipo 2 es causada por una combinación de resistencia a la acción de la insulina y una inadecuada respuesta secretoria compensatoria (Lozano, 2006).

Según el MSP las principales causas de la aparición de esta patología en el Ecuador es el mal hábito alimenticio, particularmente, en la ciudad de Loja se estima que alrededor de 14 mil personas que representan el 5% de la población que padecen esta patología (MSP, 2017).

### **1.4.1 Diabetes Mellitus tipo 1**

La diabetes mellitus tipo 1 (DM1), conocida también como diabetes mellitus juvenil o diabetes mellitus insulino dependiente La diabetes mellitus es un trastorno de la homeostasis metabólica controlada por la insulina, que produce anomalías en el metabolismo de los carbohidratos y los lípidos. La DM1 (también llamada diabetes mellitus juvenil y diabetes mellitus insulino dependiente) es causada por una deficiencia absoluta de insulina, el resultado de una pérdida de las células beta del páncreas, productoras de insulina (Plotnick, 2018)

### **1.4.2 Diabetes Mellitus tipo 2**

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) se caracteriza por dos defectos subyacentes. La anomalía más temprana en un individuo que desarrolla diabetes mellitus tipo 2 es la

resistencia a la insulina, que inicialmente se compensa con un aumento en la secreción de insulina. Entonces se desarrolla DM2 debido a un defecto en la secreción de insulina que impide que dicha secreción se adapte a los requisitos aumentados impuestos por el estado de resistencia a la insulina (Plotnick, 2018).

### **1.4.3 Principales causas**

Esta patología crónica es una de las comunes a nivel mundial y continúa aumentando en número e importancia debido a que se presenta por múltiples causas, principalmente se da por la mala alimentación, por antecedentes familiares y reducción de la actividad física que causa la obesidad. Generalmente esta patología en su etapa inicial no produce síntomas, por lo que en la mayoría de los casos se detecta tardíamente lo que lleva a complicaciones de salud más graves como falla renal, ceguera, infarto del corazón, amputación de las extremidades inferiores y en muchos casos la muerte prematura (Hernández, 2013).

Según González et al., 2018 dentro de las principales causas de muerte de los pacientes que sufren de esta patología tenemos las bronconeumonías, la insuficiencia renal crónica, infartos de miocardio y los trastornos metabólicos agudos.

### **1.4.4 Niveles de Glucosa en Sangre**

Existen valores establecidos que nos permiten conocer cuando un paciente se encuentra con niveles normales o alterados de glucosa en sangre. Los valores de glucemia normales en ayunas según (Rojas et al., 2012) son menores a 99 mg/dL mientras que luego de una carga de glucosa los valores que oscilan entre los 140 mg/dL.

Los cambios en el metabolismo de la glucosa antes de la aparición de la diabetes se definen como:

- Glucosa alterada en ayunas (GAA): cuando está entre 100 mg/dL y 125 mg/dL.
- Intolerancia a la prueba de glucosa (ITG): dos horas después con valores que oscilan entre 140 y 199 mg/dL tras 75 gramos de carga de glucosa.

#### **1.4.5 Pruebas para medir la glucosa en sangre**

Estas pruebas son solicitadas por un médico con el fin de diagnosticar o prevenir enfermedades relacionadas a los niveles de glucosa e insulina en sangre y dependerán del estado y la disponibilidad del paciente:

- **Glucosa Plasmática en ayunas**

Para este análisis se necesita que el paciente se presente en ayunas (sin comer) durante un periodo de tiempo de 8 horas, generalmente se realiza esta toma de muestra por la mañana tras el ayuno de toda la noche mientras el paciente descansa. En cuanto a los valores de diagnóstico tenemos que los valores de azúcar en sangre en ayunas menores o iguales a 99mg/dl nos indican un valor normal, en cuanto a los valores que fluctúan alrededor de los de 100 a 125 mg/dl indican un paciente con prediabetes y los de 126 mg/dl o mayores indican que el paciente tiene diabetes (CDC, 2018).

- **Prueba de Tolerancia Oral a la Glucosa (PTGO)**

Esta prueba analiza la capacidad que tiene el organismo para asimilar y normalizar los niveles de glucosa en sangre durante un periodo de tiempo controlado. Esta prueba mide sus niveles de azúcar en la sangre antes y después de beber una solución glucosilada. Para realizar este análisis y medir los niveles de glucosa en sangre el paciente se debe presentar en ayuno nocturno, sin comer por al menos 8 o 12 horas para a continuación proceder a ingerir 75g de glucosa por vía oral en al menos 300ml de agua en un periodo de tiempo no mayor a 5 minutos y se controlarla los valores de glucosa en sangre luego de 60 min y 120 min. Los valores de glucosa en sangre menores o iguales a 140 mg/dl a los 120 min se consideran normales, los valores entre 140 a 199 mg/dl indican que el paciente tiene prediabetes y los de 200 mg/dl o mayores nos señalan que el paciente tiene diabetes (Ortiz, 2015).

- **Prueba mediante un Glucómetro**

El uso del glucómetro portátil o medidor de glucosa para controlar de manera periódica la concentración de glucosa en sangre es muy utilizada por personas con diabetes para la prevención y reducción de complicaciones. Los medidores de glucosa en sangre son

dispositivos que han mejorado en los últimos años gracias a la tecnología moderna. Se han encontrado niveles más bajos de hemoglobina glicosilada (HbA1c) en pacientes que controlan regularmente su azúcar en sangre. Ciertamente, las personas que padecen esta patología se sienten seguros al usar estos dispositivos, ya que pueden monitorear su nivel de azúcar en la sangre diariamente y llevar un autocontrol sobre su diabetes (González et al, 2018).

- **Prueba de A1c**

Es conocida también como prueba de hemoglobina A1c o HbA1c, es una prueba de sangre simple en el que se promedia los niveles de azúcar en sangre obtenidos durante 2 o 3 meses recurrentes anteriores. En este análisis se considera que los valores inferiores a 5.7% son de un paciente con valores normales, entre 5.7% y 6.4% son valores que muestran un paciente con prediabetes y finalmente los valores iguales o superiores a 6.5% nos indican que el paciente ya padece de diabetes (CDC, 2018).

## **1.5 Alimentación en el Ecuador**

El Ecuador está dividido geográficamente en cuatro regiones Costa, Sierra, Oriente y Galápagos cada una de estas regiones destaca por su gran variedad de platillos que representan la cultura y la diversidad de productos e ingredientes que varían según las condiciones naturales de cada región.

En la región costeña la gastronomía es muy variada, debido a su ubicación los platillos que se encuentran en esta zona están compuestos generalmente por productos de mar; el camarón, la tilapia, la trucha y la corvina son las proteínas más consumidas, asimismo los plátanos son un producto muy típico y se consumen ya sean verdes, maduros o guineos y constituyen en gran parte la dieta de los costeños, entre los principales platillos típicos de esta zona tenemos los patacones, el encebollado, el bolón, el arroz marinero, ceviche de pescado, etc. (Geparra, 2016).

El tipo de gastronomía que se encuentra en la región Amazónica del Ecuador al igual que las otras regiones también está ligada a las costumbres de sus habitantes y los productos que se consumen generalmente son provenientes de la caza o la pesca como la guanta,

pescado y guatusa que son las fuentes de proteínas más consumidas y son acompañadas por ingredientes de huerta fáciles de conseguir, entre ellos tenemos el plátano, el camote, papa china, los muyes, yuca, los yuyos y chontaduros; los principales platos típicos son el ayampaco, Maito de pescado, uchumanka, casabe de yuca, etc. (Salazar, 2021).

La región sierra está representada por una culinaria donde los granos como el maíz en sus diferentes variedades, el arroz, el trigo y la cebada son los principales constituyentes de sus platillos, además de ello carbohidratos como la papa y la yuca son los principales acompañantes de cada comida, dentro de las proteínas que se consumen con más frecuencia esta la carne de cerdo, la de res y el cuy; las principales platos típicos de esta zona son el hormado, el cuy asado, la fritada, llapingacho, caldo de gallina, etc.

### **1.6 Mala nutrición en el Ecuador**

Los problemas alimentarios en el Ecuador son un constante mal que persiste desde la niñez, esto se debe tanto al ambiente sociocultural como a la economía del país, la epidemiología de patologías como la diabetes, el sobrepeso, problemas cardiovasculares, cáncer, hipertensión, aumenta cada vez más por falta de una nutrición balanceada, además existen problemas sociales como el rendimiento laboral y escolar, cansancio, irritabilidad y enfermedades de salud mental (Lucero, 2020) Aunque la dieta por sí sola no puede ser un factor causal en la aparición de algunas enfermedades, se considera uno de los factores a tener en cuenta, tanto por el exceso de algunos nutrientes como por la deficiencia de otros según lo mencionado.

### **1.7 Gastronomía Lojana**

La gastronomía Lojana es muy diversa debido a su ubicación geográfica y su productividad, en esta zona sur del Ecuador podemos encontrar algunos platos típicos como la arveja con guineo, repe, sango, cuy asado, seco de chivo, gallina cuyada, cecina de cerdo, chanfaina, etc.

### **1.7.1 Repe Lojano**

El repe lojano o también conocido como “repe mestizo” es uno de los platos típicos más consumidos en la ciudad de Loja, este platillo consiste en una sopa que se prepara con guineo verde, cebolla, ajo, leche, quesillo y en algunas recetas se le agrega papa para dar más cremosidad. Existe una variación de este plato que incluye arvejas, sin embargo, este no es considerado como repe, aunque también es muy consumido en esta ciudad, cualquiera de estas sopas se suele acompañar con aguacate. Las porciones de este alimento pueden variar según el lugar donde se consuma y consta de alrededor de 320Kcal (Ministerio del Turismo, 2021).

### **1.7.2 Fritada**

La fritada es un platillo típico de la ciudad de Loja que generalmente se comercializa vía a la parroquia de Vilcabamba, es elaborado a base de carne frita de cerdo que usualmente va acompañada de yuca, aunque según las preferencias del consumidor también puede ser acompañada de mote, ensalada de tomate, choclo y maduro (Unigarro, 2010). Dentro de su información nutricional tenemos que por cada 100g de fritada sin acompañante existen 246kcal.

### **1.7.3 Cuy asado**

El cuy asado es un plato representativo que se consume en toda la Sierra Ecuatoriana generalmente en las celebraciones de pueblo, aunque también es muy común encontrar este platillo en diferentes restaurantes preparado de distintas maneras. En la ciudad de Loja en las parroquias rurales de Taquí, Chuquiribamba, Santiago y en la parte urbana de la ciudad de Loja en la parroquia el Valle es donde más se comercializa este platillo; el proceso de elaboración de este platillo depende mucho de las personas que lo preparen y generalmente viene acompañado con una hoja de lechuga, papas cocinadas bañadas en salsa de maní, ají y ensalada (Gallardo, 2013). El valor nutricional del cuy asado consta de 96 kcal por cada 100g.

#### 1.7.4 Seco de chivo

El chivo es un animal que se cría en bosques secos, en la ciudad de Loja se consume comúnmente el chivo al hueco o seco de chivo en zonas fronterizas como el cantón Zapotillo, este plato es un estofado condimentado que proviene de la carne de ese animal elaborado con chicha de maíz; su preparación en caso de ser chivo al hueco demanda un proceso de cocción más largo en relación al seco de chivo común que su cocción dura alrededor de 3 horas hasta que la carne se suavice y para servir se acompaña de una porción de arroz achotado, yuca o papas, y aguacate (Gallardo, 2013). Dentro de los valores nutricionales del chivo tenemos que constar de 122kcal por cada 100g.

#### 1.8 Gastronomía Lojana y su relación con los índices de glucemia

En el apartado 1.7 de este proyecto podemos observar los principales platillos de la ciudad de Loja, así como también cuales son los acompañantes de cada de ellos de forma tradicional, donde se puede examinar que la mayoría de las proteínas que se consumen son acompañadas por uno o dos carbohidratos al tiempo, es por ello que en la **Tabla 2** podremos observar una recopilación de estos carbohidratos y su índice glucémico según el valor mencionado en la **Tabla 1**.

**Tabla 2**

*Recopilación de carbohidratos más consumidos en la ciudad de Loja y su índice glucémico*

<b>Carbohidratos consumidos en la ciudad de Loja</b>	<b>Índice Glucémico</b>
Papa	78±4
Arroz	73±4
Plátano	55±6

De acuerdo con estos datos en la ciudad de Loja se consume alimentos con un alto IG, es por ello que en este proyecto se verá reflejado un estudio que nos permita verificar si estos alimentos que se consumen de manera regular afectan de manera significativa los

niveles de glucosa en sangre para determinar si las patologías que se presentan en esta población se deben a las costumbres alimenticias.

## Capítulo dos

### Metodología

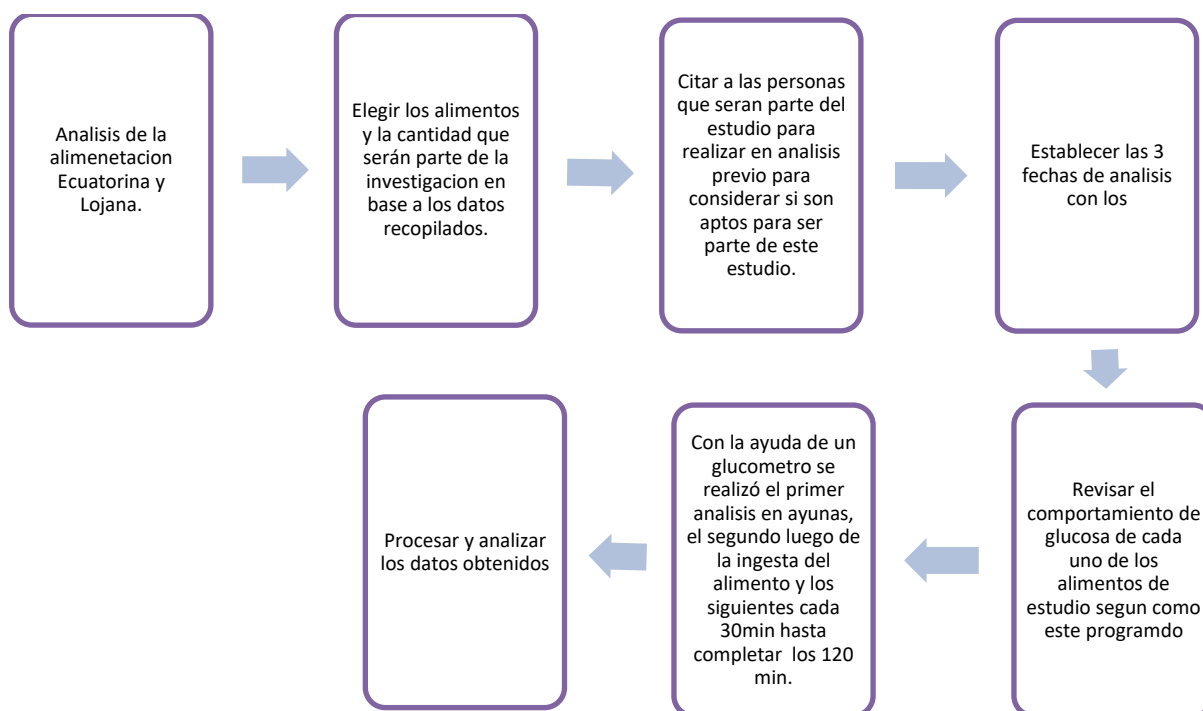
Las pruebas piloto que se elaboraron para esta investigación se realizaron en la UTPL y tiene como finalidad de estudiar el comportamiento de glucosa en sangre. El análisis se realiza mientras la persona voluntaria se encuentre en ayunas, esta deberá consumir la porción del alimento seleccionado. Esta prueba se realizó en un periodo estimado de 2 horas con la ayuda de un glucómetro digital de la marca Accu-Chek® Instant.

#### 2.1 Esquema metodológico

En el esquema metodológico (Figura 1) se representa el proceso que se llevó a cabo para para poder realizar esta investigación.

**Figura 1**

*Metodología de desarrollo de investigación*



## **2.2 Tamaño de muestra**

Considerando que esta prueba experimental se realiza por primera vez con el fin de obtener datos del comportamiento de la glucosa en sangre postprandial se opta por una prueba piloto a pequeña escala que puede ser útil para estudios a futuro y por tal motivo se está estudiando a 3 pacientes.

## **2.3 Requisitos del paciente**

La población de estudio estará conformada por jóvenes- adultos de la ciudad de Loja de ambos sexos con edades entre 20 y 30 años, esto debido a que se considera que las personas de ese rango de edad es más probable que aún no consuman medicamentos y tampoco presenten enfermedades, sin embargo, esto se corrobora antes del estudio.

### **2.3.1 Análisis previo del paciente**

Los individuos que van a ser parte de este estudio necesariamente se deben encontrar en ayunas, es decir que su nivel de glucosa en sangre se debe encontrar bajo ya que cualquier tipo de alimento ingerido con anterioridad puede elevar estos niveles y por lo tanto afectar los resultados que se puedan obtener, seguidamente son encuestados y analizados previamente para poder verificar que se encuentren aparentemente sanos (Tabla 3), para ello se debe realizar una serie de preguntas para conocer algunos aspectos tanto clínicos como de estilo de vida del paciente para saber si es apto para este estudio:

#### **Datos Clínicos:**

- ¿Problemas actuales? Padecimientos que presente en este momento.
- ¿Padece alguna enfermedad que haya sido diagnosticada?, ¿Cuáles?
- ¿Toma medicamentos actualmente?, ¿Cuáles? y Dosis.
- Cirugías en caso de que el paciente haya sido sometido a alguna.
- Antecedentes familiares de abuelos, padres y hermanos.
- En caso de que sea de sexo femenino es necesario saber si la paciente se encuentra embarazada o en estado de lactancia.

#### **Estilo de Vida:**

- ¿Actividad diaria? Asociado a la actividad que realiza diariamente
- ¿Realiza ejercicio? Especificar la frecuencia y duración.
- ¿Consume comida chatarra?
- ¿Consume tabaco?
- ¿Consume alcohol?

### **2.3.2 Indicadores antropológicos**

El IMC es un indicador simple donde se relaciona el peso y la talla, el cual nos permitirá identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos (Tabla 3). La forma de obtener los valores reales de IMC es dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m<sup>2</sup>). Según la OMS para saber si el paciente tiene sobrepeso el valor obtenido IMC debe ser igual o superior a 25 mientras que para la obesidad el IMC debe ser igual o superior.

- **Peso.** Registrar el peso del voluntario en kilogramos (kg)
- **Talla.** Registrar la estatura del voluntario en metros (m.).
- **IMC.** Como se mencionó anteriormente para obtener el IMC real se debe usar la siguiente formula:

$$IMC = \frac{Peso}{(Talla)^2}$$

### **2.3.3 Criterios de Inclusión**

- Personas de la ciudad de Loja que correspondan a una edad entre 20 y 30 años
- Personas con un índice de masa corporal dentro de los valores normales.
- Personas aparentemente sanas que no estén ingiriendo medicamentos que influyan el IG.
- Personas que no padezcan enfermedades como Diabetes Mellitus I o II, enfermedades cardiovasculares, cáncer de colon, Hipertensión arterial, etc.
- Personas de sexo femenino que no se encuentren en estado gestacional o de lactancia.

- Personas que no realicen deportes o actividad física diaria.

### 2.3.4 Criterios de exclusión

- Personas que lleven una dieta especial antes de las pruebas
- Personas que padezcan enfermedades como diabetes mellitus I O II, hipertensión arterial, cáncer, sobrepeso, etc.
- Mujeres que se encuentren en estado gestacional o de lactancia.
- Personas que practiquen deportes diariamente o que se mantengan físicamente activos.
- Personas que fumen, ingieran alcohol u estupefaciente.
- Personas que se encuentren con tratamiento farmacológico.
- Adultos mayores

**Tabla 3**

*Ficha técnica de información de los pacientes*

<b>Análisis previo del paciente</b>			
<b>DATOS</b>	<b>Paciente (1)</b>	<b>Paciente (2)</b>	<b>Paciente (3)</b>
<b>Edad</b>	22 años	23 años	24 años
<b>Sexo</b>	Masculino	Femenino	Femenino
<b>Índice de masa corporal (IMC)</b>	23.14 (Normal)	23.22 (Normal)	21.05 (Normal)
<b>Glucosa en ayunas.</b>	92 mg/dl	85 mg /dl	92 mg /dl
<b>Consumo de medicamentos.</b>	Ninguno	Ninguno	Ninguno
<b>Antecedentes diabéticos.</b>	No presenta	Primera generación (abuela materna)	Primera generación (abuelo materno).
<b>Actividad física</b>	Moderada	Moderada	Leve

<b>Vicios (tabaco, alcohol u estupefaciente)</b>	Ninguno	Ninguno	Ninguno
--	---------	---------	---------

## 2.4 Proceso de preparación de alimentos

Para este proyecto se utilizará tres alimentos con elevados índices glucémicos que son consumidos con regularidad en la población Loja como lo son:

- Papa (existen diferentes variedades de este alimento sin embargo en este caso se utiliza papa bolona)
- Plátano
- Arroz blanco

La preparación de estos alimentos es realizada luego de pesar la cantidad de 1kg de cada alimento y el proceso de cocción (Tabla 4) será de toda la porción elegida, esto para que el tiempo de cocción y la temperatura no varíe. Se raciona el alimento para los 3 individuos de estudio que recibirán 175g cada uno, porción promedio que se sirve en los restaurantes de la ciudad de Loja. Estos alimentos no llevan ninguna clase de condimento.

**Tabla 4**

*Cocción de los alimentos*

<b>Alimento</b>	<b>Temperatura de cocción (°C)</b>	<b>Tiempo de cocción (min)</b>
Arroz	90	35
Papa	100	40
Plátano	100	20

## 2.5 Prueba de glucosa en sangre en ayunas

La primera prueba de glucosa en sangre de los individuos de estudio se la realiza sin ingerir el alimento para obtener un valor inicial para la curva de concentración de glucosa en sangre y poder saber cómo varía al ingerir el alimento.

## **2.6 Prueba de glucosa en sangre postprandial**

La persona de prueba ingiere el alimento y a los 30min con un glucómetro digital se realiza la primera prueba, ya que se considera que es el tiempo en el que se considera que empieza la absorción de los alimentos, se realizan 4 pruebas cada media hora debido a que según (<https://www.medwave.cl/puestadia/congresos/603.html>) es el tiempo en el que el nivel de glucosa en sangre se vuelve a estabilizar luego de que empieza la absorción (este proceso se realiza con cada uno de los individuos que son parte de la investigación).

## **2.7 Técnicas e instrumentos**

Las todas muestras que se analizaron en este estudio fueron recolectadas en las instalaciones de la UTPL, específicamente en el laboratorio de física. En cuanto equipo que se utilizó para medir la glucosa en sangre fue de la marca Accu-Chek® Guide con sus instrumentos adicionales como lo son las lancetas y las tiras reactivas de la misma marca. Respecto a la técnica empleada que va a la par del equipo es la glucemia capilar, que se mide pinchando un dedo para extraer una gota de sangre, que luego se gotea sobre una tira reactiva y se analiza con un glucómetro.

## **2.8 Consideraciones éticas**

Antes de realizar cualquier tipo de prueba para esta investigación todos los participantes fueron informados oralmente y personalmente sobre el propósito del estudio y de cómo se llevaría a cabo el proceso. Todos los participantes tenían la oportunidad de otorgar o negarse a firmar el consentimiento (Apéndice A) de manera voluntaria y sin esperar ningún tipo de remuneración en caso de aceptar; los 3 voluntarios requeridos lo concedieron antes de realizarse las pruebas y además de ello tenían el conocimiento de que se podían retirar del estudio en cualquier momento si así lo deseaban. Todas las muestras fueron extraídas por la tesista responsable de esta investigación en un área apta del laboratorio de Física de la UTPL, con todo el equipo de bioseguridad necesario y bajo la supervisión del profesional a cargo, esto con el fin de garantizar la validez de los datos recolectados durante este proceso. La salud y la integridad de los pacientes no fue puesta en riesgo en ninguna

circunstancia debido a que las muestras obtenidas en la investigación se encontraban por debajo de los límites máximos permisibles y los productos utilizados son los que emplean generalmente los profesionales de la salud.

## Capítulo tres

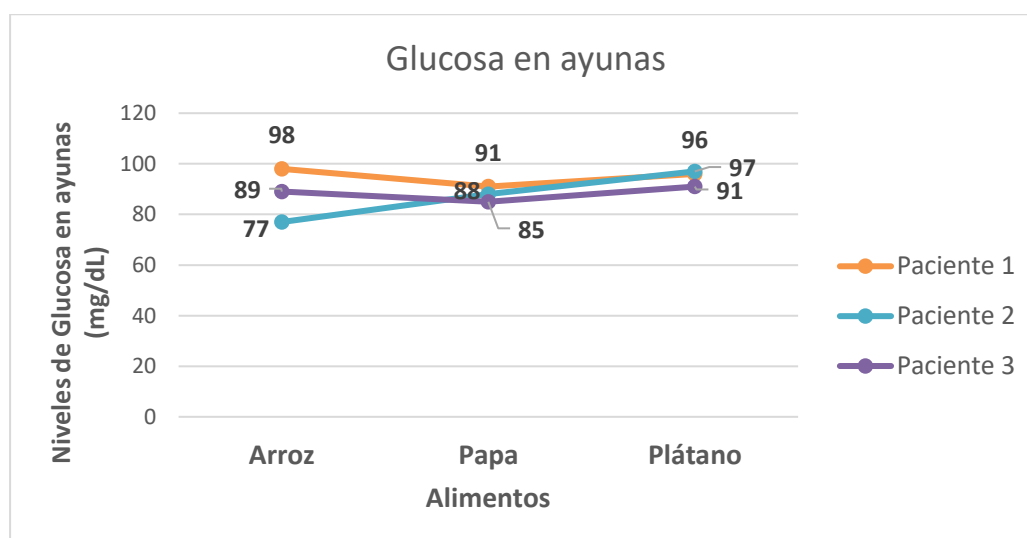
### Resultados y discusión

Durante el desarrollo de este capítulo se podrá observar los resultados obtenidos tras la evaluación de los 3 alimentos elegidos y las determinaciones de glucosa de cada una de las 45 (5 diarias por persona) muestras tomadas de los 3 voluntarios que fueron parte de este estudio, el 66.6% de los sujetos de estudio fueron de sexo femenino, el 33.3% de sexo masculino y el promedio de edad fue de 23 años. Cada uno aparentemente sano sin sobrepeso según el IMC obtenido y sin ninguna dependencia al alcohol, al tabaco o la comida chatarra, así mismo al constatar el nivel de glucosa en sangre en ayunas estos presentaron valores dentro del rango normal. En el test previo al análisis supieron manifestar que no existían antecedentes diabéticos relevantes y en cuanto a su actividad física era moderada.

Tras ser procesadas las muestras; los datos obtenidos por el glucómetro Accu-Chek® fueron procesados en el software de cálculo Excel y así mismo representados. Los niveles de glucosa durante el periodo de ayuno (Figura 2) de los pacientes oscilan entre los 60 y 100mg/dL que se conocen como valores normales, lo que nos indicó que los pacientes eran aptos para esta investigación.

**Figura 2**

*Niveles de glucosa en ayunas*

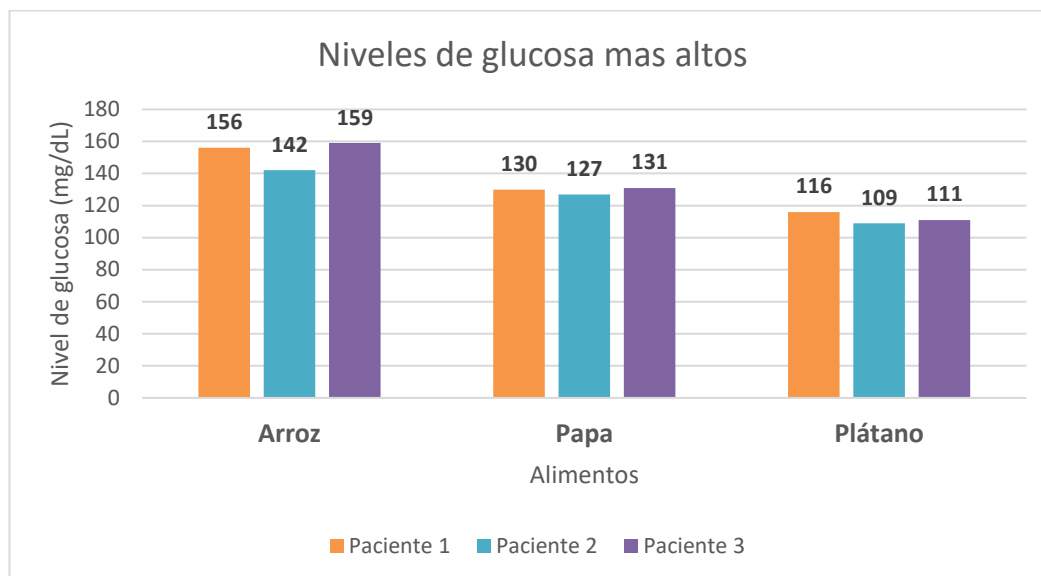


Al realizar una relación con los valores establecidos por la OMS de glucosa basal (70 a 100 mg/dL valores normales de glucosa en ayunas) y los niveles obtenidos en este estudio se reafirmó que en efecto los pacientes elegidos para este estudio podían continuar dentro de las pruebas de investigación. En comparación a los valores obtenidos y los valores preprandiales de glicemias sanguíneas mencionadas en una investigación “Bases médicas de la Diabetes mellitus” realizada en Guatemala por (Milián Rojas et al., 2012) se denota que los valores son óptimos, además de ello el autor recalca la importancia sobre tener unos valores normales preprandiales para estudios de esta índole, ante todo si estamos tratando pacientes normoglucémicos.

En cuanto a los valores generales de glucosa obtenidos tras la ingesta de los alimentos, se evidenció que algunos de los valores se encuentran sobre los 140 mg/dL estipulados por la OMS como valores normales postprandiales. El arroz representa los valores más altos de glucosa en sangre, siendo 159 mg/dL el valor más alto correspondiente al Paciente 3, seguido a este se encuentran los valores obtenidos tras la ingesta de papa, donde 131 mg/dL del mismo paciente es el valor más elevado en cuanto a este alimento. El incremento de estos valores se observó conjuntamente a los 30 min de que se ingiera el alimento mientras que al minuto 90 se observó cómo se volvían a estabilizar. También se observó que el plátano presentó una variabilidad muy leve en los valores máximos obtenidos tras su ingesta y que además de ello este se encontró muy por debajo del valor máximo posprandial (140mg/dL) establecido por la OMS. En cuanto al tiempo del pico máximo fue a los 30 minutos al igual que los otros 2 alimentos (Figura 3).

**Figura 3**

*Niveles de glucosa en el nivel más alto para cada alimento*



Las singularidades encontradas en cuanto a los valores elevados de glucosa en sangre tras la ingesta de arroz y papa, es posible que se deban a que estos alimentos son compuestos por almidones de absorción rápida, contextualizando el artículo elaborado por Miembros de la Academia de Ciencia de Morelos publicado por (Magallanes et al., 2017), donde se hace referencia que la digestión del almidón corresponde a su estructura y estos pueden ser almidones de digestión rápida (RDS), almidones de digestión lenta (SDS) y almidones de resistentes (RS); pues según lo que mencionan los autores los RDS son hidrolizados y absorbidos dentro de los primeros 20 min tras la ingesta del alimento que lo contenga, esto hace que los niveles de glucosa incrementen rápidamente en el torrente sanguíneo. Así mismo se debe mencionar que el consumo excesivo de alimentos con RDS acompañados de otras fuentes de azúcar simple hacen que el páncreas segregue de manera constante insulina, este excesivo trabajo realizado por este organismo podría provocar una resistencia a la insulina (diabetes tipo II) o en otra estancia el páncreas dejaría de producir insulina (diabetes tipo I). Además, basándonos en lo que se menciona en este estudio, este punto de vista podría considerarse como una de las razones del aumento significativo de los

niveles de glucosa en sangre solo dentro de los primeros 30 minutos luego de comer el alimento.

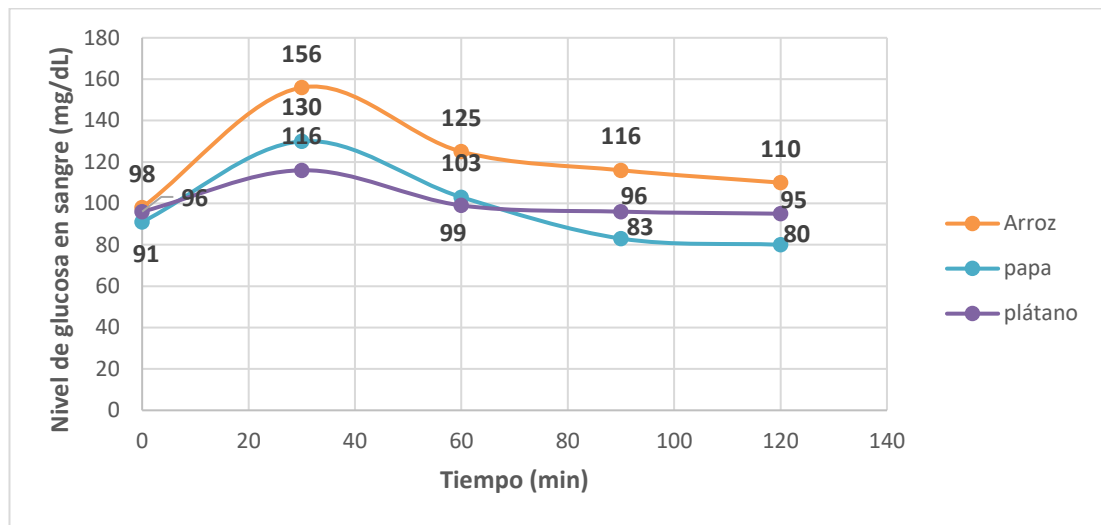
Por otro lado, en la Revista Boliviana de Química en una investigación realizada por (Azurduy, 2015) se menciona que el plátano a diferencia del arroz y la papa es un alimento con RS, esta característica se le da debido a que por su estructura este polisacárido permanece intacto durante la digestión donde no se hidroliza ni se absorbe y llega integro al colon donde las bacterias del microbiota lo consumen completamente. Haciendo referencia al estudio mencionado se deduce que el almidón del alimento (plátano) al no ser hidrolizado por las enzimas digestiva no se liberan moléculas de glucosa para ser absorbidas por el intestino delgado, razón por la cual los niveles de glucosa en sangre se elevan dentro de los parámetros normales y no se encuentran alteraciones significantes tras el consumo de este alimento.

Referente a los valores obtenidos individualmente de cada uno de los pacientes según los alimentos ingeridos, se refleja que cada sujeto incremento su nivel de glucosa en sangre a los 30 minutos tras la ingesta del alimento como se mencionó anteriormente y a partir de los 60 minutos estos valores disminuyen drásticamente casi hasta volver al nivel con el que inicio el paciente durante el ayuno.

El paciente (1) según la curva de relación nivel de glucosa/ tiempo presenta una evidencia significativa de aumento de glucosa en sangre donde se observa cómo se eleva la glucosa en sangre de su valor inicial 98 mg/dL a 156mg/dL (58 mg/dL) en el transcurso de 30 minutos. En cuanto a la papa y el plátano los valores se elevan en el mismo periodo de tiempo que el arroz, sin embargo, el incremento del nivel de glucosa no se aumenta de forma tan abrupta en referencia a sus valores iniciales, en el caso de la papa pasa de 96 mg/dL a 130 mg/dL (34 mg/dL) y el incremento de niveles del plátano van de 91 mg/dL a 116 mg/dL (25 mg/dL). Se observa también una particularidad en la curva que representa los valores de la papa y es que a diferencia de las curvas que representan al arroz y el plátano los valores de nivel de glucosa en sangre luego del minuto 60 descienden tanto que a las 2 horas el valor obtenido (80 mg/dL) se encuentra por debajo de inicial (96 mg/dL) (Figura 4).

**Figura 4**

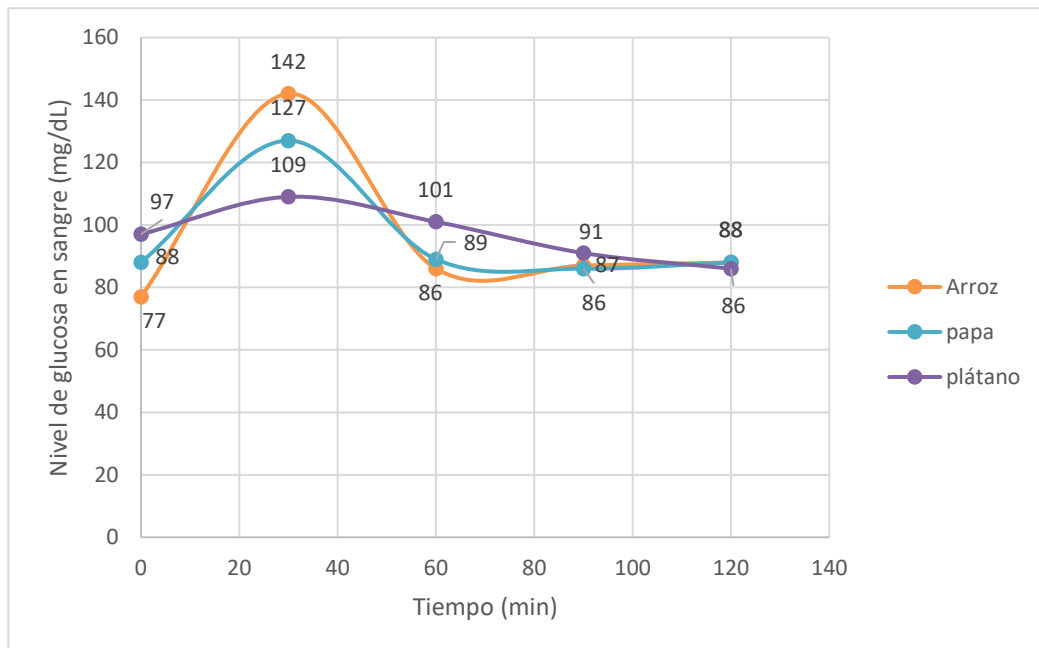
*Curva de valores totales correspondientes al paciente 1*



El paciente (2) presenta así mismo un aumento de glucosa en sangre al minuto 30 que corresponde a cada uno de los alimentos, respecto a las curvas de índice glucémico encontramos que el pico más elevado corresponde al arroz con 142 mg/dL aumentando un total de 65 mg/dL al valor inicial que corresponde a 77 mg/dL. Por otro lado, los picos obtenidos tras la ingesta de papa y plátano son de igual manera menos representativos en comparación con el arroz; la papa presenta en su valor máximo 127 mg/dL elevándose 39 mg/dL sobre el nivel de glucosa inicial que corresponde a 88 mg/dL; en cuanto al pico máximo de glucosa en sangre post pandrial obtenido por el plátano tenemos que es de 109 mg/dL, 32 mg/dL más que el valor inicial (77mg/dL). Se observa también que la curva que representa los niveles de glucosa del plátano durante el transcurso de las 2 horas que se realizó las pruebas no presentan valores demasiado significativos.

**Figura 5**

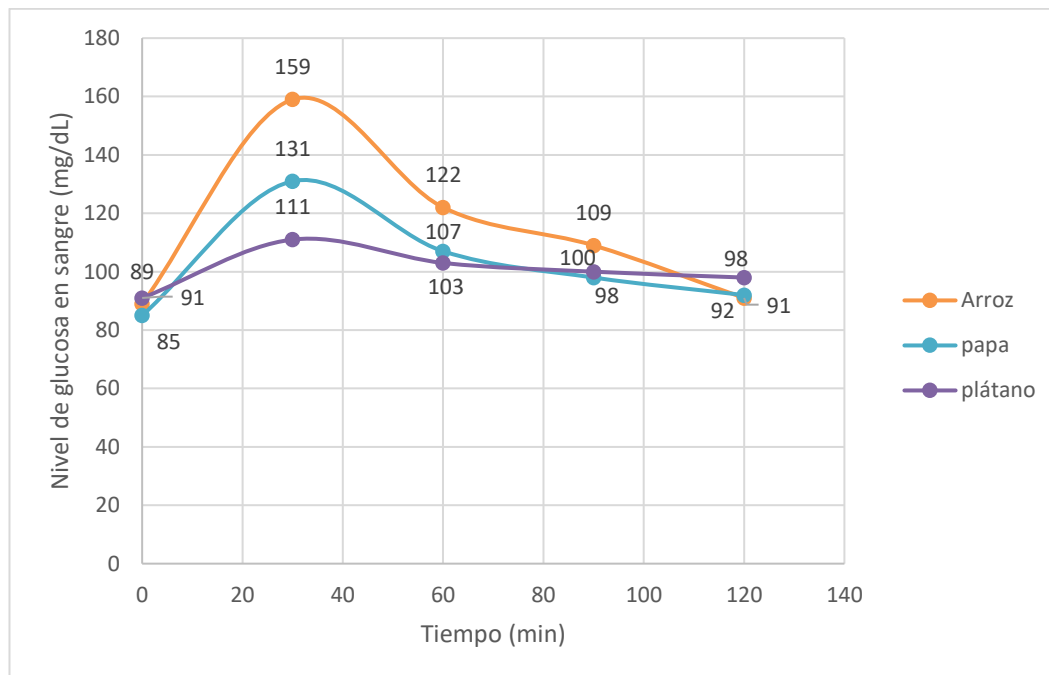
*Curva de valores totales correspondientes al paciente 2*



Referente al paciente (3) se continua con los mismos estándares que los pacientes anteriores donde se muestran los picos más altos de glucosa en sangre al minuto 30 en cada uno de los 3 alimentos de estudio; el pico máximo de 1 de los alimentos, correspondiente al arroz es el más significativo en comparación a los otros 2, esto debido al cambio repentino que presenta donde pasa de su valor inicial (89mg/dL) a su valor máximo (159mg/dL) en un corto periodo de tiempo (30min). En cuanto a los valores o picos máximos que se obtuvieron por la papa y el plátano son así mismo significativos sin embargo permanecen dentro de los valores normales de glucosa en sangre post pandrial; el cambio que refiere la papa es de 85 mg/dL a 131 mg/dL en el transcurso de los primeros 30 minutos elevando un total de 46 mg/dL el nivel de glucosa en sangre y en cuánto al plátano realiza un cambio de 91 mg/dL a 111 mg/dL elevando el nivel de glucosa en sangre un total de 20 mg/dL (Figura 5).

**Figura 6**

*Curva de valores totales correspondientes al paciente 3*



Es también necesario hacer hincapié que durante la investigación bibliográfica se encontró que el índice glucémico de la papa ( $78 \pm 4$ ) era mayor al del arroz ( $73 \pm 4$ ) y al del plátano ( $55 \pm 6$ ), sin embargo, como se manifestó anteriormente durante este estudio fue el arroz el alimento que mayores picos de glucosa presentó en los 3 pacientes que fueron evaluados.

Es también necesario hacer hincapié que durante la investigación bibliográfica se encontró que el índice glucémico de la papa era mayor al del arroz y al del plátano, sin embargo, como se manifestó anteriormente durante este estudio fue el arroz el alimento que mayores picos de glucosa presentó en los 3 pacientes que fueron evaluados.

## Conclusiones

Tras el análisis realizado a los datos de los valores obtenidos a partir de la ingesta de los alimentos aplicados a 3 sujetos sanos, se concluye: Cada alimento se comportó de manera distinta al ser asimilado por el organismo del sujeto, resultando en valores normales sin diferencias significativas para dos de los 3 alimentos, mientras que para uno de ellos si existió una diferencia significativa en cuanto a sus valores de glucosa, generando una curva notablemente elevada. En base a los promedios obtenidos a partir de la diferencia entre el valor inicial y el valor máximo de cada paciente, se determinó, que el arroz es el alimento que más aumenta el nivel de glucosa en sangre, con un promedio de 56,66 respectivamente, seguidos de la papa con un promedio de 32,33 y finalmente del plátano con un promedio de 17,33 posicionándose como el endulzante que tiene menor efecto en cuanto al aumento de glucosa.

El arroz es un carbohidrato de digestión rápida por lo que su absorción e hidrolisis se realizan en el intestino delgado directamente sin permitirle al organismo que realiza los procesos biológicos para convertirlo en energía por lo que se liberan en mayor cantidad moléculas de glucosa, la papa es un carbohidrato de digestión lenta que pasa por un proceso más extenso de absorción, por tratarse de un proceso lento donde los glúcidos se sueltan de forma paulatina, es lo que los hace tan convenientes para nuestra salud; al ser trabajados de esta forma, conseguimos que los niveles de azúcar de nuestra sangre se mantengan estables durante más tiempo. Y, en consecuencia, conseguimos que nuestro organismo se encuentre saciado durante más tiempo y evitamos desequilibrios súbitos en los niveles de glucosa. Por otro lado, el plátano es un carbohidrato que contiene almidón resistente, esta característica se le da debido a que por su estructura permanece intacto durante la digestión donde no se hidroliza ni se absorbe y llega íntegro al colon donde las bacterias del microbiota lo consumen completamente, al no ser hidrolizado por las enzimas digestiva no se liberan moléculas de glucosa para ser absorbidas por el intestino delgado, razón por la cual los niveles de glucosa en sangre se elevan dentro de los parámetros normales y no se encuentran alteraciones significantes tras el consumo de este alimento.

## Referencias

- Azurduy, V. S. (2015). *Cuantificación de Almidón Total y de Almidón Resistente en Harina de Plátano (Musa Cavendishi)* (Vol. 27 N°1). Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Bioquímica y Farmacia. Obtenido de <http://www.scribd.com/bolivianjournalofchemistry>
- Becerra Ángeles, M. E., Barrales, R., & Jaimes Ponce, J. M. (2019). *Glucómetro portátil de bajo costo*. Azcapotzalco: Revista Ingeniantes. Obtenido de <https://n9.cl/s7kck>
- Carrillo et al., C. (2011). *Dietary fats and cardiovascular health*. Valencia: Editorial semFYC. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656710004683?via%3Dihub>
- Carvajal, Á. (2013). *Manual de Nutrición y Dietética*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/manual-de-nutricion>
- CDC. (2018). *Diabetes tipo 1, diabetes tipo 2 y prediabetes*. USA: Centro Nacional para la Prevención de Enfermedades Crónicas y Promoción de la Salud, División de Diabetes Aplicada. Obtenido de <https://n9.cl/e90w7>
- Gallardo, C. (2013). *El sabor de mi Ecuador*. Quito: Ediecuatorial. Obtenido de <https://visorweb.utpl.edu.ec/reader/82091-el-sabor-de-mi-ecuador?location=6>
- GEPARRA. (2016). *Gastronomía de la Costa*. Obtenido de <https://geparra.wordpress.com/p1/>
- González et al., L. (2007). *Las Proteínas en la Nutrición*. Pachuca: RESPYN. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2007/spn072g.pdf>
- Gonzálezl et al, E. R. (2018). *Causes of death in diabetic patients from Havana City according to death certificates*. La Habana. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v24n1/mgi03108.pdf>
- Hernández, M. (7 de enero de 2013). Diabetes mellitus en México. El estado de la epidemia. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v55s2/v55s2a9.pdf>
- INEN. (2011). *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Rotulado Nutricional*. Quito: Servicio Ecuatoriano de Normalización .
- Lourdes Carrillo et al. (2011). *Dietary fats and cardiovascular health*. Valencia: Editorial semFYC. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656710004683?via%3Dihub>

- Lozano, J. (2006). *Diabetes mellitus*. J Esteva de Sagrera. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-diabetes-mellitus-13095504>
- Lucero, K. (2020). *Malnutrición, Un Problema Desde La Niñez*. Ambato: Revista Gestión. Obtenido de <https://n9.cl/i4p7s5>
- Macias et al., A. (2012). *Eating habits in school-age children and the health education paper*. México: Unidad Académica Profesional Nezahualcóyotl.
- Martinez et al., A. (2006). *Proteínas y péptidos en nutrición enteral*. Granada: Nutricion Hospitalaria. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original1.pdf>
- Milián Rojas, E. E., Aguirre Contreras, R. E., & Recinos Martínez, C. (2012). *Bases médicas de la Diabetes Mellitus*. Guatemala: Universidad de San Carlos. Obtenido de [https://www.usac.edu.gt/fdeo/biblio/apoyo/cuarto/diagnostico3/bases\\_medicas\\_diabetes\\_mellitus.pdf](https://www.usac.edu.gt/fdeo/biblio/apoyo/cuarto/diagnostico3/bases_medicas_diabetes_mellitus.pdf)
- Mollinedo, A. (2014). Carbohidratos. *Revista de Actualización Clínica*. Obtenido de [http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/raci/v41/v41\\_a02.pdf](http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/raci/v41/v41_a02.pdf)
- Ortiz Castro, L. (2015). *DIAGNÓSTICO DE DIABETES GESTACIONAL A PARTIR DE LA PRUEBA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA*. Guatemala: Universidad de San Carlos. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/35291436.pdf>
- Perla A. Magallanes-Cruz, P. C. (2017). *Starch Structure Influences Its Digestibility*. Morelos: Journal of food science. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6677110>
- Plotnick, L. (2018). *Diabetes mellitus tipo 1 en pediatría*. *Pediatría en revisión*. doi:<https://doi.org/10.1542/pir.29-11-374>
- Ramírez, J. (2017). *Importancia de los carbohidratos en la industria alimentaria*. Estado de Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. doi:<https://doi.org/10.29057/icbi.v5i8.2048>
- Rojas de P., E., Molina, R., & Rodríguez, C. (2012). *Ddefinición, Clasificación y Diagnóstico de la Diabetes Mellitus*. Mérida, Venezuela: Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3755/375540232003.pdf>
- Salazar, A. Y. (2021). *La Geolocalización eeen la Conica Local de la Región*. Ambato. Obtenido de <https://n9.cl/lah97>
- Turismo, M. d. (2021). *Repe lojano: la insignia culinaria del Sur del Ecuador*. Quito: Gobierno de la República del Ecuador. Obtenido de <https://n9.cl/97j7n>

Unigarro Solarte, C. (2010). *Patrimonio Cultural Alimentario*. Quito: Ministerio de Cultura. Obtenido de <https://n9.cl/azogq4>

Valenzuela, R. (2017). *Nutrientes esenciales para un adecuado desarrollo mental y optimo crecimiento*. Lima: Sociedad Peruana de Nutricion . Obtenido de <https://labuenanutricion.com/wp-content/uploads/2018/07/Boleti%CC%81n-La-Buena-Nutricio%CC%81n-09.pdf>

Velasquez, G. (2006). *Fundamentos de Alimetacion Saludable*. Antioquia: Universidad de Antioquia.

## Apéndice

Se incluye de acuerdo al orden citado en el cuerpo del Trabajo de Titulación (TT).

### Apéndice A. Consentimiento

El siguiente proyecto de investigación “Identificación de Alimentos Agresores y sus Efectos en la Concentración de Glucosa en Sangre” perteneciente al trabajo de Titulación de la Srta. María Paula Villavicencio Torres para conseguir su título como Bioquímica Farmacéutica y tiene como objetivo general determinar el Índice Glucémico (IG) de alimentos que son altamente consumidos en la ciudad de Loja. Para valorar que los pacientes no se encuentren con sobrepeso serán previamente pesados y medidos para conocer su índice de masa corporal, además de ello se tomara en cuenta que los pacientes no tengan ninguna enfermedad catastrófica o que ingieran medicamentos que puedan afectar los resultados de este estudio. Una vez que el voluntario haya cubierto los criterios de inclusión, se le pedirá firmar esta carta y se le citará para la realización de la prueba. La respuesta glucémica será monitoreada mediante la extracción de una muestra capilar y medida con la ayuda de un glucómetro digital. La prueba se realizará en tres etapas (3 días diferentes) para conocer el comportamiento de la glucosa en sangre tras ingerir cada uno de los alimentos designados (papa, arroz y plátano) a cada voluntario se le realizarán 5 punciones capilares (una, para saber si puede participar como voluntario y 4 durante la prueba 1 cada 30min). El día de la prueba, el voluntario deberá cubrir ciertas características: tener al menos 10 horas de ayuno, no haber ingerido leguminosas o alcohol la noche previa a la prueba y no haber realizado ejercicio físico antes de la prueba. Durante la prueba permanecerá en reposo y en cuanto al consumo de alimentos, solamente estará permitido beber agua. Al inicio de cada etapa se tomará una muestra capilar de sangre con el voluntario en ayuno, después se le dará el alimento y el voluntario tendrá de 10 a 12 minutos para consumirlo. Una vez que el voluntario haya iniciado a consumir el alimento, se medirá el tiempo para tomar las siguientes muestras a los 30, 60, 90 y 120 minutos.

Las muestras serán tomadas por la persona a cargo de este estudio y bajo supervisión de un profesional, además, se llevará a cabo todos los requisitos de bioseguridad con los que cuenta el laboratorio.

*He leído lo antes expuesto y recibido la explicación correspondiente, estoy consciente de que los procedimientos y pruebas para lograr el objetivo mencionado consisten en la toma de muestras de*

*sangre mediante una muestra capilar. Entiendo que de este estudio se derivará el conocimiento preciso del índice glucémico de cada uno de los alimentos que consume la ciudadanía Loja.*

*Es de mi conocimiento que soy libre de aceptar o rechazar participar en este estudio.*

Acepto ( ) No Acepto ( ) Firma: \_\_\_\_\_

Coordinador de Tesis: PhD. Aramis Azuri Sánchez Juárez. Firma: \_\_\_\_\_

Investigador solicitante: Srta. María Paula Villavicencio Torres. Firma: \_\_\_\_\_

## Anexos

### Anexo 1

#### Consentimiento paciente 1



El siguiente proyecto de investigación “Identificación de Alimentos Agresores y sus Efectos en la Concentración de Glucosa en Sangre” perteneciente al trabajo de Titulación de la Srta. María Paula Villavicencio Torres para conseguir su título como Bioquímica Farmacéutica y tiene como objetivo general determinar el Índice Glucémico (IG) de alimentos que son altamente consumidos en la ciudad de Loja. Para valorar que los pacientes no se encuentren con sobrepeso serán previamente pesados y medidos para conocer su índice de masa corporal, además de ello se tomara en cuenta que los pacientes no tengan ninguna enfermedad catastrófica o que ingieran medicamentos que puedan afectar los resultados de este estudio. Una vez que el voluntario haya cubierto los criterios de inclusión, se le pedirá firmar esta carta y se le citará para la realización de la prueba. La respuesta glucémica será monitoreada mediante la extracción de una muestra capilar y medida con la ayuda de un glucómetro digital. La prueba se realizará en tres etapas (3 días diferentes) para conocer el comportamiento de la glucosa en sangre tras ingerir cada uno de los alimentos designados (papa, arroz y plátano) a cada voluntario se le realizarán 5 punciones capilares (una, para saber si puede participar como voluntario y 4 durante la prueba 1 cada 30min). El día de la prueba, el voluntario deberá cubrir ciertas características: tener al menos 10 horas de ayuno, no haber ingerido leguminosas o alcohol la noche previa a la prueba y no haber realizado ejercicio físico antes de la prueba. Durante la prueba permanecerá en reposo y en cuanto al consumo de alimentos, solamente estará permitido beber agua. Al inicio de cada etapa se tomará una muestra capilar de sangre con el voluntario en ayuno, después se le dará el alimento y el voluntario tendrá de 10 a 12 minutos para consumirlo. Una vez que el voluntario haya iniciado a consumir el alimento, se medirá el tiempo para tomar las siguientes muestras a los 30, 60, 90 y 120 minutos.

Las muestras serán tomadas por la persona a cargo de este estudio y bajo supervisión de un profesional, además, se llevará a cabo todos los requisitos de bioseguridad con los que cuenta el laboratorio.

He leído lo antes expuesto y recibido la explicación correspondiente, estoy consciente de que los procedimientos y pruebas para lograr el objetivo mencionado consisten en la toma de muestras de sangre mediante una muestra capilar. Entiendo que de este estudio se derivará el conocimiento preciso del índice glucémico de cada uno de los alimentos que consume la ciudadanía Lojana.

Es de mi conocimiento que soy libre de aceptar o rechazar participar en este estudio.

Acepto (X) No Acepto ( ) Firma: \_\_\_\_\_

Coordinador de Tesis: Ph.D. Aramis Azuri Sánchez Juárez

Firma: \_\_\_\_\_

Investigador solicitante: Srta. María Paula Villavicencio Torres.

Firma: \_\_\_\_\_

## Anexo 2

### Consentimiento paciente 2

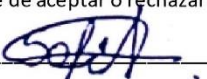


El siguiente proyecto de investigación "Identificación de Alimentos Agresores y sus Efectos en la Concentración de Glucosa en Sangre" perteneciente al trabajo de Titulación de la Srta. María Paula Villavicencio Torres para conseguir su título como Bioquímica Farmacéutica y tiene como objetivo general determinar el Índice Glucémico (IG) de alimentos que son altamente consumidos en la ciudad de Loja. Para valorar que los pacientes no se encuentren con sobrepeso serán previamente pesados y medidos para conocer su índice de masa corporal, además de ello se tomara en cuenta que los pacientes no tengan ninguna enfermedad catastrófica o que ingieran medicamentos que puedan afectar los resultados de este estudio. Una vez que el voluntario haya cubierto los criterios de inclusión, se le pedirá firmar esta carta y se le citará para la realización de la prueba. La respuesta glucémica será monitoreada mediante la extracción de una muestra capilar y medida con la ayuda de un glucómetro digital. La prueba se realizará en tres etapas (3 días diferentes) para conocer el comportamiento de la glucosa en sangre tras ingerir cada uno de los alimentos designados (papa, arroz y plátano) a cada voluntario se le realizarán 5 punciones capilares (una, para saber si puede participar como voluntario y 4 durante la prueba 1 cada 30min). El día de la prueba, el voluntario deberá cubrir ciertas características: tener al menos 10 horas de ayuno, no haber ingerido leguminosas o alcohol la noche previa a la prueba y no haber realizado ejercicio físico antes de la prueba. Durante la prueba permanecerá en reposo y en cuanto al consumo de alimentos, solamente estará permitido beber agua. Al inicio de cada etapa se tomará una muestra capilar de sangre con el voluntario en ayuno, después se le dará el alimento y el voluntario tendrá de 10 a 12 minutos para consumirlo. Una vez que el voluntario haya iniciado a consumir el alimento, se medirá el tiempo para tomar las siguientes muestras a los 30, 60, 90 y 120 minutos.

Las muestras serán tomadas por la persona a cargo de este estudio y bajo supervisión de un profesional, además, se llevará a cabo todos los requisitos de bioseguridad con los que cuenta el laboratorio.

He leído lo antes expuesto y recibido la explicación correspondiente, estoy consciente de que los procedimientos y pruebas para lograr el objetivo mencionado consisten en la toma de muestras de sangre mediante una muestra capilar. Entiendo que de este estudio se derivará el conocimiento preciso del índice glucémico de cada uno de los alimentos que consume la ciudadanía Loja.

Es de mi conocimiento que soy libre de aceptar o rechazar participar en este estudio.

Acepto (X) No Acepto ( ) Firma: 

Coordinador de Tesis: PhD. Aramis Azuri Sánchez Juárez Firma: 

Investigador solicitante: Srta. María Paula Villavicencio Torres. Firma: 

## Anexo 3

### Consentimiento paciente 3



El siguiente proyecto de investigación "Identificación de Alimentos Agresores y sus Efectos en la Concentración de Glucosa en Sangre" perteneciente al trabajo de Titulación de la Srta. María Paula Villavicencio Torres para conseguir su título como Bioquímica Farmacéutica y tiene como objetivo general determinar el Índice Glucémico (IG) de alimentos que son altamente consumidos en la ciudad de Loja. Para valorar que los pacientes no se encuentren con sobrepeso serán previamente pesados y medidos para conocer su índice de masa corporal, además de ello se tomara en cuenta que los pacientes no tengan ninguna enfermedad catastrófica o que ingieran medicamentos que puedan afectar los resultados de este estudio. Una vez que el voluntario haya cubierto los criterios de inclusión, se le pedirá firmar esta carta y se le citará para la realización de la prueba. La respuesta glucémica será monitoreada mediante la extracción de una muestra capilar y medida con la ayuda de un glucómetro digital. La prueba se realizará en tres etapas (3 días diferentes) para conocer el comportamiento de la glucosa en sangre tras ingerir cada uno de los alimentos designados (papa, arroz y plátano) a cada voluntario se le realizarán 5 punciones capilares (una, para saber si puede participar como voluntario y 4 durante la prueba 1 cada 30min). El día de la prueba, el voluntario deberá cubrir ciertas características: tener al menos 10 horas de ayuno, no haber ingerido leguminosas o alcohol la noche previa a la prueba y no haber realizado ejercicio físico antes de la prueba. Durante la prueba permanecerá en reposo y en cuanto al consumo de alimentos, solamente estará permitido beber agua. Al inicio de cada etapa se tomará una muestra capilar de sangre con el voluntario en ayuno, después se le dará el alimento y el voluntario tendrá de 10 a 12 minutos para consumirlo. Una vez que el voluntario haya iniciado a consumir el alimento, se medirá el tiempo para tomar las siguientes muestras a los 30, 60, 90 y 120 minutos.

Las muestras serán tomadas por la persona a cargo de este estudio y bajo supervisión de un profesional, además, se llevará a cabo todos los requisitos de bioseguridad con los que cuenta el laboratorio.

He leído lo antes expuesto y recibido la explicación correspondiente, estoy consciente de que los procedimientos y pruebas para lograr el objetivo mencionado consisten en la toma de muestras de sangre mediante una muestra capilar. Entiendo que de este estudio se derivará el conocimiento preciso del índice glucémico de cada uno de los alimentos que consume la ciudadanía Lojaña.

Es de mi conocimiento que soy libre de aceptar o rechazar participar en este estudio.

Acepto (X) No Acepto ( ) Firma: \_\_\_\_\_

Coordinador de Tesis: PhD. Aramis Azuri Sánchez Juárez Firma: \_\_\_\_\_

Investigador solicitante: Srta. María Paula Villavicencio Torres. Firma: \_\_\_\_\_

## Anexo 4

### Toma de muestra capilar

