

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**  
**Departamento de Nutrición Humana**

**Influencia de los ácidos grasos insaturados del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la glicemia postprandial de sujetos saludables**

**María Alegría Valdez Simpson**  
**Lucía Ramírez, Ph.D, directora de tesis.**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de  
Licenciado en Nutrición.

Quito, diciembre, 2012

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**  
**Departamento de Nutrición Humana**

**HOJA DE APROBACION DE TESIS**

**Influencia de los ácidos grasos insaturados del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la glicemia postprandial de sujetos saludables**

**María Alegría Valdez Simpson**

Lucía Ramírez, Ph.D  
Director de Tesis y Miembro del comité .....

Mónica Villar, MSc.  
Miembro del comité .....

Mario Caviedes, Ph.D  
Miembro del comité .....

Marcela Bóvera, Dr.  
Miembro del comité .....

Maria Elisa Herrera, MSc.  
Coordinadora del Departamento de Nutrición Humana .....

Quito, diciembre 2012

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Nombre: María Alegría Valdez Simpson

C. I.: 1713140562

Fecha: 12/18/2012

## RESUMEN

El estilo de vida que llevan actualmente la mayoría de personas, el sedentarismo, los malos hábitos de alimentación, el estrés y la carga genética son componentes que influyen en el desarrollo de las Enfermedades Crónicas no transmisibles (ECNT) siendo una de estas la Diabetes; principal causa de muerte a nivel nacional y declarada pandemia mundial por la Organización Mundial de la Salud. El presente estudio evaluó el efecto de la grasa insaturada aportada por el Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en el control de la glicemia postprandial de sujetos saludables. Se utilizó un diseño clínico en 2 días de experimentación con 9 participantes voluntarios saludables de 18 a 28 años (tamaño de la muestra definido por una prueba piloto). En los 2 días, se determinó en sangre capilar la glicemia basal, en el día 1 glicemia postprandial 1 (2 horas después de ingesta de desayuno), en el día 2 glicemia postprandial 2 (2 horas después de ingesta de desayuno incluyendo 25 g de Sacha Inchi). Los datos fueron analizados mediante la Prueba Estadística de T Pareada, no existiendo diferencia significativa en la glicemia postprandial después de la ingesta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*).

**Palabras claves:** hiperglicemia postprandial, glicemia basal, glicemia postprandial, Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*).

## ABSTRACT

The busy lifestyle many people have today, the exponential development of the food industry, the intense inactivity, the bad alimentation habits, the genetic component and some others, are factors that influence in the development of The Non Transmissible Chronic Diseases (NTCD) such as Diabetes; main cause of death at national statistics and considered by the World's Health Organization, the world's pandemic disease. The present study focused on evaluating the effect of the unsaturated fats of the Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) in the postprandial glycemia of healthy people. A clinical designed study was used during 2 experimentation days with 9 healthy volunteers with ages between 18 and 28 (sample size was defined by previous experimentation). In both days using capillary blood samples basal glycemia was determined, in day 1 postprandial glycemia 1 (2 hours after the intake of a breakfast), and in day 2 postprandial glycemia 2 ( 2 hours after intake of breakfast including 25 g of Sacha Inchi). The results were analyzed with the T Student Test, demonstrating no significant difference in the postprandial glycemia after de intake of the Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*).

**Palabras claves:** postprandial hyperglycemia, basal glycemia, postprandial glycemia, Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*).

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
Antecedentes .....	9
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos.....	11
Pregunta de investigación .....	11
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	12
Sacha Inchi ( <i>Plukentia volubilis</i> ).....	12
Glicemia Postprandial.....	13
METODOLOGÍA.....	18
Diseño del estudio .....	18
Selección de participantes voluntarios .....	18
Determinación del tamaño de la muestra .....	18
Características de la muestra .....	20
Materiales.....	20
Procedimiento.....	21
Variables.....	23
Análisis de resultados.....	23
RESULTADOS .....	24
DISCUSIÓN... ..	28
CONCLUSIÓN.....	36
RECOMENDACIONES .....	37
REFERENCIAS.....	38
GLOSARIO.....	44

**TABLA DE ANEXOS**

ANEXO A: Cuestionario para determinar la participación de los sujetos voluntarios.....	47
ANEXO B: Lista de alimentos y bebidas que el participante debe evitar la en su cena habitual realizada entre las 7 y 9 pm de la noche anterior a la prueba. ....	48
ANEXO C: Consentimiento informado .....	49
ANEXO D: Carta de autorización para el uso de la ruta de desechos contaminados de la Clínica Universitaria.....	52
ANEXO E: Análisis de datos y cálculo de la Prueba T Pareada de la experimentación Final .....	53
ANEXO F: Análisis de datos y cálculo de la Prueba T Pareada de la experimentación Piloto .....	56

## INTRODUCCIÓN

Según las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2004, 3.4 millones de personas alrededor del mundo, fallecieron a causa de altos valores de azúcar en sangre, condición conocida como hiperglicemia (WHO, 2011). Esta alteración metabólica se desarrolla cuando el organismo no secreta suficiente insulina o, es a su vez, resistente a esta hormona y por tanto, la glucosa sanguínea no puede ingresar a nivel celular y se mantiene circulando en el torrente sanguíneo. La hiperglicemia es el resultado de una predisposición genética junto con malos hábitos de alimentación y sedentarismo. Por esto es necesario entender el rol que juega la alimentación y su importancia en la prevención de este problema (Whitney y Rolfes, 2005). Hoy en día la presión social por mantener una figura delgada ha causado fobia a la ingesta de las grasas, consecuentemente, muchas personas evitan su consumo. Sin embargo, se debe hacer una distinción en el tipo de estas, ya que aquellas de carácter insaturado, presente en mayor proporción en fuentes vegetales, podrían resultar beneficiosas para la prevención de este problema. No obstante, es pertinente no exagerar en su consumo dado que su aporte calórico es alto (9 Kcal/g) y puede causar subida de peso y contribuir en el desarrollo de enfermedades (Whitney y Rolfes, 2005).

### **Antecedentes**

El ritmo acelerado de vida que muchas personas llevan hoy en día, junto a la industrialización y gran desarrollo del sector alimentario, han sido una de las causas para que se dé el fenómeno de Transición Nutricional. Este es un proceso caracterizado por cambios cíclicos en el perfil nutricional de las poblaciones, a causa de modificaciones en los patrones de alimentación y la actividad física (Jacoby, 2012). Los seres humanos se están alejando cada vez más de sus alimentos y métodos de preparación tradicionales,

optando por comidas procesadas ricas en azúcares simples y grasas saturadas y bajas en fibra, ácidos grasos insaturados y micronutrientes indispensables para la salud. Esto junto con el sedentarismo son causa del sobrepeso, obesidad y las llamadas enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como diabetes, prediabetes, hipertensión arterial, síndrome metabólico, hipercolesterolemia e hipertigliceridemia (Jacoby, 2012). La transición nutricional es entonces uno de los factores que predisponen también a la hiperglicemia, puesto que hay un alto consumo de alimentos azucarados y grasos y baja ingesta de cereales, tubérculos y vegetales.

Es fundamental promover hábitos de alimentación saludables y trabajar en prevenir el desarrollo de complicaciones como la prediabetes y diabetes tipo 2. La diabetes es considerada una de las enfermedades más graves a nivel mundial, llegando a considerársela incluso una pandemia que afecta alrededor de 346 millones de personas (OMS, 2011). En los Estados Unidos el 7 % de su población, es decir 20.8 millones de habitantes padecen de esta enfermedad, pero desafortunadamente, una tercera parte de estos (6.2 millones) desconoce su condición (American Diabetes Association, 2012). En Ecuador la realidad no es diferente y de hecho, ésta es considerada un severo problema de salud pública debido a su impacto a nivel nacional. Según cifras del INEC del 2007, la Diabetes Mellitus es la primera causa de disfunción a nivel nacional con 3,291,000 personas afectadas (INEC, 2008), mientras que para el 2009, el Anuario de Estadísticas Vitales del INEC del 2009 reportó a esta enfermedad como la primera causa de mortalidad en el país con un porcentaje del 6.8, una tasa de 29 y 4.067 enfermos por cada 10,000 habitantes (INEC, 2010). Por otro lado, es también un problema mundial la cantidad de personas que padecen de intolerancia a los hidratos de carbono (Pre-diabetes), un trastorno de la glucosa en sangre que, en muchos casos, es ignorado y desconocido por la mayoría de los afectados. En Estados Unidos existen alrededor de 41 millones de individuos entre los

24 y 71 años con pre diabetes (American Diabetes Association, 2012) y aún cuando no existen datos registrados en Ecuador es también parte de la realidad nacional.

### **Objetivo General**

Evaluar la influencia de los ácidos grasos insaturados del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en los niveles de glucosa postprandial de sujetos saludables.

### **Objetivos Específicos.**

1. Determinar el valor de la glicemia basal.
2. Determinar el valor de la glicemia postprandial.
3. Analizar resultados.

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo influye la adición de los ácidos grasos del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la glicemia postprandial de sujetos saludables tras la ingesta de un desayuno rico en carbohidratos?

### ***Hipótesis.***

**H<sub>0</sub>:** Los ácidos grasos del Sacha Inchi influyen sobre el valor de glicemia postprandial de sujetos saludables tras la ingesta de un desayuno rico en carbohidratos.

**H<sub>A</sub>:** Los ácidos grasos del Sacha Inchi no influyen sobre el valor de glicemia postprandial de sujetos saludables tras la ingesta de un desayuno rico en carbohidratos.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### **Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)**

El Sacha Inchi, de nombre científico *Plukenetia volubilis* y, conocido también como el “maní del Inca”, es una planta oleaginosa silvestre autóctona de la Amazonía peruana perteneciente a la familia de la *Euphorbiaceae* (UHTCO Co, 2012). Esta planta, cuya disponibilidad está entre mayo y agosto (Inca Inchi, 2006), es considerada una de las principales fuentes de ácidos grasos insaturados, siendo estos el 93% de su composición (Gutiérrez et al., 2011). Su aporte de aceite crudo por 100g de alimento es de  $24.7 \pm 0.5$  % del cual el  $50.8 \pm 0.03$  % es ácido linolénico (Omega 3),  $33.4 \pm 0.04$  es ácido linoleico (Omega 6) y, finalmente un aporte de ácido oleico (omega 9) de  $9.1 \pm 0.01$  % (Gutiérrez et al., 2011). Los ácidos grasos saturados, representan tan solo un 6.8 %, siendo el  $2.4 \pm 0.02$ % el ácido esteárico y el  $4.4 \pm 0.02$  % el ácido palmítico (Gutiérrez et al., 2011).

Además de su alto contenido de grasa insaturada, el Sacha Inchi, está compuesto en un  $24.7 \pm 0.5$ % por proteínas de alta biodisponibilidad, donde el contenido de la mayoría de aminoácidos esenciales tales como la histidina, isoleucina, leucina, lisina, treonina, triptófano y valina superan al patrón de puntuación establecido por la FAO y la OMS. La proteína de esta oleaginosa presenta el mismo porcentaje del Total de Aminoácidos Esenciales (TAAE) sobre el Total de Aminoácidos (TAA) que la soya, con un valor del 42%, lo que sugiere la excelente calidad de proteína vegetal presente en este alimento (Hamaker et al., 1992).

Al ser una excelente fuente de proteína vegetal, ejerce un efecto protector contra las enfermedades cardiovasculares. La relación entre el contenido de lisina y arginina es bajo lo que mejora la sensibilidad a la insulina e incrementa la secreción de glucagón y, su baja relación de lisina y metionina, resulta un aliado para la disminución del colesterol sérico (Morita et al., 1997). En cuanto al contenido de carbohidratos, el análisis de composición

química realizado en el Instituto de Ciencia y Tecnología (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia indica un porcentaje de  $30.9 \pm 0.6$  por 100 g de semillas, siendo este influenciado por el contenido de aceite crudo y de proteína (Gutiérrez et al., 2011). De igual manera, estos estudios químicos demuestran también el importante aporte de minerales como calcio, zinc, hierro, magnesio, cobre, sodio y potasio (Gutiérrez et al., 2011). Por cada 1 kg de esta semilla se obtienen  $2406.0 \pm 7.1$  mg de calcio,  $49 \pm 1.1$  mg de zinc,  $103.5 \pm 8.9$  mg de hierro,  $3210.0 \pm 21.2$  mg de magnesio,  $12.9 \pm 0.3$  mg de cobre,  $15.4 \pm 0.5$  mg de sodio y  $5563.5 \pm 6.4$  mg de potasio (Gutiérrez et al., 2011).

Se destacan también importantes antioxidantes como el  $\alpha$ -tocoferol con 143 mg/100mg (Bondioli et al., 2006) y 0.08mg/100mg de  $\beta$ -caroteno (Hammaker et al., 1992), que ayudan a impedir la formación de radicales libres y consecuentemente, el desarrollo de diferentes tipos de cáncer. Después de revisar el análisis bromatológico de esta oleaginosa es evidente el beneficio que su consumo produce en la salud del ser humano, por su alto contenido de ácidos grasos insaturados y bajo porcentaje de grasa saturada ayuda a reducir los niveles de colesterol total, así como también, actúa contra las enfermedades inflamatorias por su relación adecuada de omega 3 y omega 6.

### **Glicemia Postprandial**

Según la Asociación Americana de Diabetes (2001), la glicemia postprandial es definida como la concentración de glucosa en el plasma sanguíneo después de una ingesta alimentaria. En personas que no padecen problemas metabólicos, como la diabetes, las concentraciones de glicemia en ayunas, tras un periodo de 8 a 12 horas sin alimento, oscila generalmente entre 70 a 100 mg/dL (Suaverza y Haua, 2010) y, a los 10 minutos tras la ingesta alimentaria, estos niveles empiezan ascender a valores menores a 140 mg/dL como

resultado de la absorción de carbohidratos presentes en el alimento. La glicemia postprandial está entonces determinada por la absorción de carbohidratos que dura entre 5 y 6 horas, y el efecto de la secreción de insulina y glucagón en el metabolismo; sin embargo, se espera que al cabo de 2 a 3 horas después de haber consumido el alimento la glicemia retorne a los valores previos a la ingesta (Federación Internacional de Diabetes, 2007). La magnitud y tiempo de duración del pico de glucosa en sangre está influenciado por una variedad de factores como la cantidad, la composición de la comida, los monosacáridos absorbidos y, la tasa de absorción entre otros. En cuanto a la cantidad de carbohidratos consumidos, Wolever (2008) cita numerosos estudios que indican que, a mayor ingesta de carbohidratos, mayor respuesta glicémica se obtendrá. Así mismo una reducción del 25% en los carbohidratos disponibles desde 15 g a 11.3 g provocan una reducción en la glicemia postprandial de hasta un 22%, una reducción de 50g a 37.5g disminuye la respuesta glicémica en un 16 % y una reducción de 90 g a 67.5 g un efecto de disminución en la respuesta del 10% (Wolever, 2008).

Considerando la composición de la comida ingerida, si está compuesta en su mayoría por hidratos de carbono, habrá una mayor respuesta postprandial debido a que estos se digieren más rápido que las proteínas y las grasas. La tasa de absorción varía si son monosacáridos, polisacáridos o polioles. No obstante, para que sean absorbidos y metabolizados por el organismo deben estar en su forma más hidrolizada; los monosacáridos. La glucosa produce la mayor elevación en la respuesta postprandial, teniendo un índice Glicémico (IG) de 100. El índice glicémico se define como “el aumento del área bajo la curva de la respuesta de glucosa en la sangre obtenida con una ración de 50g de carbohidrato disponible en un alimento” (Wolever, 2008). Una manera más fácil de entender esta definición es ver al IG como el efecto que tiene el alimento en el azúcar en sangre, es decir cuánto la hace subir y, se clasifica como bajo < 55, medio entre 56 y 69 y

alto  $> 70$  (Mendoza, 2008). La fructosa, por otro lado, tiene un IG de 23 y causa una menor aumento en la glicemia postprandial convirtiéndose en glucosa en el hígado y solo una pequeña proporción de esta glucosa es liberada al torrente sanguíneo. Finalmente, la galactosa eleva la glicemia en un 5%, teniendo un efecto mayor al de la fructosa y casi igual que el de la glucosa por la transformación hepática a glucosa 1 fosfato por acción enzimática de la Galactoquinasa, la Uridiltransferasa y la Epimerasa (Wolever, 2008).

La dieta además puede incluir otros hidratos de carbono como la sacarosa (azúcar de mesa) con un IG medio de 65 y la lactosa con IG de 46, estos son disacáridos que al tener un valor medio de IG, provocan una elevación en la respuesta postprandial menor que la descrita para la glucosa, fructosa y galactosa. En cuanto a los almidones, polisacáridos que representan del 40 al 60 % de los carbohidratos totales ingeridos en la dieta (Wolever, 2008), al ser la unión de moléculas de glucosa, requieren mayor tiempo para ser digeridos y por tanto el efecto glicémico será menor que el obtenido por un monosacárido. Finalmente, dentro del grupo de los hidratos de carbono están los polioles, conocidos también como alcoholes del azúcar, estos son parcialmente digeridos y absorbidos por el intestino delgado causando un aumento muy bajo de la glucosa sanguínea (Wolever, 2008).

Conociendo cómo la glucosa en sangre varía por efectos de varios factores, resulta fundamental el control glicémico después de la alimentación para controlar los niveles de glicemia. Si estos se elevan por encima de lo normal, entre  $> 140$  mg/dL (1 hora después) y  $< 180$ mg/dL (2 horas después), se desencadena la llamada intolerancia a los hidratos de carbono o “pre diabetes” (Suaverza y Haua, 2010). Ésta se caracteriza por una hiperglicemia a causa de una menor secreción y sensibilidad a la insulina en los tejidos periféricos que, consecuentemente, causa una menor supresión en la producción de glucosa hepática (FID, 2007). Los altos niveles de glucosa en sangre son un peligro para la

salud porque se asocian con varias alteraciones y desarrollo de problemas en el organismo. Diversos estudios demuestran que la variabilidad de los niveles de glicemia postprandial, vista en sujetos sanos, es más dañina que los niveles elevados constantes de glucosa, frecuentes en las personas con diabetes (FID, 2007) y que además la hiperglicemia, en pacientes no diabéticos, aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (Levitan, 2004). Por otro lado, la hiperglicemia, la presencia de ácidos grasos libres, y la resistencia a la insulina potencian el estrés oxidativo mediante la activación de la proteína quinasa C (PKC) y los receptores de los productos finales avanzados de la glucosilación (RAGE) que provocan vasoconstricción inflamación y trombosis. Así mismo, fluctuaciones de glicemia en periodos postprandiales, común en personas sanas, tienen mayor efecto sobre el estrés oxidativo que la hiperglicemia crónica presente en pacientes diabéticos, causando en sujetos saludables alteración de la vasodilatación del endotelio, que podría desencadenar consecuentemente, la trombosis y la elevación circulante de moléculas de adhesión incidiendo en problemas cardiovasculares (Rubin et al., 2012)

En un estudio realizado por Hanefeld et al. (1999) a 403 participantes no diabéticos, se evidenció la alta correlación entre la hiperglicemia postprandial, la edad, el sexo masculino, la hipercolesterolemia y la disbetalipoproteinemia, todos como factores independientes, que incrementan el riesgo de un aumento en el grosor de la capa íntima – media carotídea. Otra investigación en pacientes sin antecedentes de enfermedades cardiovasculares, demostró que a mayor hemoglobina glicosilada, resultado de una hiperglicemia crónica se observan mayores niveles de la proteína Troponina T (Rubin et al., 2012) proteína que se eleva cuando el miocardio presenta un daño. Cuanto más daño se produzca en el corazón, mayor será la cantidad de Troponina T en el torrente sanguíneo (MedlinePlus, 2012). Finalmente, en personas saludables la hiperglicemia postprandial también se encuentra asociada a un mayor riesgo de cáncer de páncreas (Larsson et al.,

2006) y, en mujeres una mayor incidencia de desarrollar algún tipo de cáncer en 10 años (Sattin et al., 2006).

Si bien el presente estudio se enfocó en la prevención de hiperglicemia en sujetos saludables, es importante tener en cuenta que la hiperglicemia en pacientes diabéticos se relaciona con retinopatía, neuropatía y nefropatía diabética y en los adultos mayores, causa un trastorno de la función global (Federación Internacional de Diabetes, 2007).

El control de la hiperglicemia postprandial es fundamental para mantener la hemoglobina glicosilada (HbA1c) en niveles adecuados. Con un valor de ésta menor al 7% se reduce considerablemente el riesgo de padecer enfermedades micro y macro vasculares. La HbA1c muestra el nivel promedio de glucosa en sangre durante los últimos 3 meses. (American Diabetes Association, 2001).

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### **Diseño del estudio**

La presente investigación es un estudio clínico. Los datos fueron analizados mediante la prueba estadística de T Pareada, que permite comparar más de dos grupos (Blair y Taylor, 2008)

### **Selección de participantes voluntarios**

Se usó como herramienta un cuestionario (Anexo A) que permitió conocer si las personas cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. Con estas preguntas se formó un grupo de participantes idóneos, por motivos de privacidad, se asignó un código de identificación a cada uno y se hizo firmar el consentimiento informado.

#### Criterios de Inclusión y Exclusión

- Tener entre 18 a 28 años de edad.
- No presentar Diabetes, Hipercolesterolemia, Hipertensión Arterial, daño hepático o gripe.
- No estar en período de embarazo o lactancia.
- No presentar alergias o intolerancias alimentarias.
- Estar dispuesto a recibir una punción en la yema del dedo para obtener una muestra de sangre capilar.

### **Determinación del tamaño de la muestra**

#### *Prueba piloto.*

Para determinar el tamaño de la muestra final, se realizó un “estudio piloto” el día martes 23 de octubre y jueves 25 de octubre del presente año. Participaron 6 voluntarios, siendo uno de ellos un sujeto “extra”, en caso de que a alguno de los otros 5 voluntarios no pudiera completar la prueba. Llenaron el consentimiento informado, documento aprobado

el 19 de octubre del 2012, por el Comité de Bioética de la Universidad San Francisco de Quito el (Anexo C), asignándose a cada uno un código de numeración del 001P al 006P (P: estudio Piloto) para mantener la confidencialidad de sus datos. Se realizó la experimentación correspondiente y con los resultados de 5 voluntarios (uno de los participantes no pudo completar la experimentación) se calculó el número total de participantes para la prueba final, en base a la fórmula estadística de superioridad que se presenta a continuación:

$$n = f(\alpha, \beta) \times 2 \times \sigma^2 / (\mu_1 - \mu_2)^2$$

Donde: - n es el tamaño de la muestra

- $\mu_1$  y  $\mu_2$  son las medias de los resultados del día 1 y día 2 respectivamente.
- $\sigma$  es la desviación estándar
- $f(\alpha, \beta) = [\Phi^{-1}(\alpha/2) + \Phi^{-1}(\beta)]^2$ .

Esta ecuación es calculada automáticamente mediante el programa en línea SealedEnvelope con un porcentaje de significancia de 5%, un poder del 90% y una desviación estándar de  $\pm 3$  puntos. Es utilizada en casos de superioridad (SealedEnvelope, 2012) y en este estudio se pretendió demostrar la superioridad que tienen los ácidos grasos insaturados sobre la glicemia postprandial después de desayuno rico en carbohidratos versus el mismo desayuno sin el aporte de estos ácidos grasos insaturados.

### ***Prueba Final.***

La prueba piloto determinó que para la experimentación final realizada el lunes 5 de noviembre y miércoles 7 de noviembre del 2012 eran necesario 8 voluntarios (n). Sin embargo, se incluyeron 10 personas para contar con 2 fuentes de información extra, en caso de que algún voluntario no pudiera llegar a la prueba o abandonese el estudio por

cualquier otra eventualidad. Se les asignó un código del 001F al 010F (F: experimentación final)

### **Características de la muestra**

#### ***Género.***

La división de género no influye en los valores de glicemia; sin embargo, la muestra de los 10 participantes estuvo constituida por 5 hombres y 5 mujeres.

### **Materiales**

#### ***Desayuno 1 y desayuno 2.***

Con un total de 310 calorías, 16 gramos de proteína, 6 gramos de grasa y 49 gramos de carbohidratos, el desayuno 1 estuvo compuesto por 30g de CornFlakes, ½ taza de leche descremada, 120g de piña y 30g de queso fresco bajo en grasa. Por otro lado, el desayuno 2, estuvo conformado por los mismos alimentos más 25 gramos de Sacha Inchi Omega Gourmet, aportando un total de 460 calorías, 23 gramos de proteína, 19 gramos de grasas y 52 gramos de carbohidratos.

Los desayunos 1 y 2 se basaron en los criterios de una comida saludable que incluyen: una porción de granos o cereales, una porción de fruta, un lácteo y una fuente de proteína. También se tomó en cuenta el Índice Glicémico (IG) que clasifica como bajo < 55, medio entre 56 y 69 y alto > 70 (Mendoza, 2008). Los índices glicémicos de los alimentos entregados en el desayuno fueron (Mendoza, 2008):

- Corn Flakes 81 +/- 6
- Leche descremada 37 +/-4
- Piña 59 +/- 8
- Queso mozzarella 30 +/- 2
- Sacha inchi (No existe información registrada)

***Elementos para la experimentación.***

1. Glucómetro Accucheck Active
2. Tiras reactivas Accucheck Active
3. Lancetas Accucheck Active
4. Algodón
5. Alcohol antiséptico
6. Guantes
7. Mascarilla
8. Mandil
9. Fundas de basura
10. Hoja de registro
11. Vajilla para el desayuno
12. Balanza
13. Fundas plásticas.

**Procedimiento**

***Descripción del proceso.***

La experimentación se realizó en dos días intercalados. El día anterior a la prueba inicial, para estandarizar el procedimiento, se indicó a los voluntarios que entre las 7: 30 pm y 9:00 pm, debían cenar lo habitual evitando ciertos alimentos descritos en una lista que les fue entregada. (ANEXO B). Al día siguiente, se acercaron entre las 6 y 30 am y las 8 y 30 am (ayuno de 10 a 12 horas) al Laboratorio de Nutrición Humana del Departamento de Nutrición Humana de la Universidad San Francisco de Quito. Al no tener un área designada para tomar muestras de sangre, un área específica fue desinfectada y adecuada creando un ambiente estéril, con estrictas medidas de asepsia como uso de guantes, mascarilla, mandil y alcohol antiséptico.

Se tomó en ayunas una muestra de sangre por punción capilar para determinación de glicemia basal 1 (control) y después del desayuno 1, al cabo de 2 horas (se tomó el tiempo desde el momento en el que el voluntario terminó con la ingesta) se realizó la segunda determinación de glucosa en sangre por la misma técnica capilar (glicemia postprandial 1). El segundo día de experimentación, bajo las mismas condiciones y siguiendo el mismo proceso, se midió la glicemia basal 2 y luego de haber ingerido el desayuno # 2, al cabo de 2 horas se determinó la glicemia postprandial 2. La determinación de los valores de glicemia por punción capilar siguió la metodología del Laboratorio CAMPVS (2010):

- 1) Entibiar mediante fricción el área de punción capilar, en este caso las yemas de los dedos de la mano.
- 2) Colocar la lanceta en el dispositivo de punción.
- 3) Colocar la tira reactiva en el glucómetro.
- 4) Desinfectar con un algodón empapado de alcohol el área de punción y esperar que se seque.
- 5) Realizar la punción en la zona lateral de la yema del dedo seleccionado. Esta punción debe ser rectilínea y debe formarse un ángulo de  $90^\circ$  entre el glucómetro y la parte lateral del dedo.
- 6) Desechar la primera gota de sangre.
- 7) Cubrir con la segunda gota de sangre la zona reactiva de la tira.
- 8) Esperar la lectura de glicemia en el glucómetro.
- 9) Desechar el material usado al basurero de desechos contaminados.
- 10) Limpiar con un algodón empapado en alcohol el área punzada.

***Manejo de los desechos de la investigación.***

La eliminación de guantes, lancetas, algodón y tiras reactivas utilizados en la toma y evaluación de las muestras de sangre fueron eliminados en una funda de basura etiquetada para desechos contaminados, y entregada a la Clínica Universitaria de la Universidad San Francisco de Quito para la eliminación de basura contaminada. Para poder utilizar esta ruta de desechos se pidió autorización a través de una carta dirigida al director de la Clínica, (ANEXO D). Por otro lado, el material que correspondía a desechos comunes fue eliminado en el basurero etiquetado para desechos de este tipo y siguió la ruta normal de eliminación.

**Variables*****Dependiente.***

Glicemia postprandial

***Independientes.***

- Género
- Edad
- Desayuno 1
- Desayuno 2
- Glicemia basal

**Análisis de Resultados**

Los resultados obtenidos el Día 1 y Día 2 fueron analizados estadísticamente mediante la Prueba de T pareada.

## RESULTADOS

Tabla N°1: Características generales de la muestra de voluntarios

<b>Edad media</b>	24 años
<b>Hombres</b>	5
<b>Mujeres</b>	4

Luego de recolectar las muestras realizadas el 5 y 7 de noviembre del 2012 (Prueba Final), se obtuvieron los resultados de glicemia en ayuno y postprandial para cada día. La Tabla N°2, presenta los valores de glicemia basal y glicemia postprandial para los días 1 y 2.

Tabla N°2: Glicemia basal y postprandial en los días 1 y 2

Código	DIA 1 (05/11)		DIA 2 (07/11)	
	Glicemia basal 1 (mg/dL)	Glicemia Postprandial (mg/dL) 1	Glicemia basal 2 (mg/dL)	Glicemia Postprandial (mg/dL) 2
001F	89	80	98	93
002F	92	90	88	87
003F	80	95	85	87
004F	92	91	89	90
005F	88	90	86	93
006F	92	93	85	96
<b>007F</b>	<b>71</b>	<b>62</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
008F	88	74	83	80
009F	90	72	79	72
010F	77	83	95	92

Esta tabla muestra resultados normales de glicemia, tanto en ayuno como después de comer, excepto en el caso del sujeto 007F. Este voluntario, presentó el primer día una

glicemia postprandial menor a 70 mg/dL, indicando un caso de hipoglicemia reactiva postprandial, es decir, una baja de glucosa en la sangre en respuesta a la comida después de 2 horas (Nutrition 411, 2012). La hipoglicemia es una alteración metabólica y, según la gravedad, un problema de salud ya que puede provocar ansiedad, hambre, taquicardia, irritabilidad, escalofríos, visión borrosa, sudoración, mareo, náuseas, desorientación, convulsión, desmayo e incluso, en casos extremos, el coma o la muerte (MedlinePlus, 2012). Tomando en cuenta que el enfoque de este estudio se centra en jóvenes saludables, el voluntario 007F, tuvo que abandonar el estudio.

Si bien el estudio estuvo enfocado en analizar el efecto de la grasa en el nivel postprandial de glucosa, mediante la comparación de las glicemias postprandiales del día 1, con el desayuno sin Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) versus, el día 2, desayuno con el Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), se consideró importante analizar todos los valores de glicemia (glicemia basal 1 y postprandial 1, glicemia basal 2 y postprandial 2 del día 2, glicemia basal 1 y 2 y glicemia postprandial 1 y 2).

#### ***a. Glicemia basal y postprandial del día 1.***

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

<b>H<sub>0</sub></b> : No existe diferencia significativa entre los valores de glicemia basal y la glicemia postprandial del día 1.
---

<b>H<sub>A</sub></b> : Si existe diferencia significativa entre los valores de glicemia basal y glicemia postprandial del día 1.
--

Al analizar los datos (ANEXO E, Tabla N°3) se obtuvo un resultado  $T_c$  de 0.611, que al compararlo con el valor dado por  $T_t$  de 1.860, indicó un rechazo de la  $H_A$ , no existiendo

por lo tanto, diferencia estadísticamente significativa entre los valores de glicemia basal 1 y glicemia postprandial 1.

***b. Glicemia basal y postprandial del día 2.***

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

<b>H<sub>0</sub></b> : No existe diferencia significativa entre los valores de glicemia basal y la glicemia postprandial del día 2.
---

<b>H<sub>A</sub></b> : Si existe diferencia significativa entre los valores de glicemia basal y glicemia postprandial del día 2.
--

Para el segundo día el valor (ANEXOS F, Tabla N° 4) de  $T_c$  de - 0.05 versus el valor  $T_t$  de 1.860 indicaron que no existió diferencia estadísticamente significativa entre los valores basales y postprandiales, por tanto, se acepta la hipótesis nula.

***c. Glicemias basales 1 y 2.***

Considerando la gran variación que un mismo participante presentó de un día a otro en su glicemia basal, (aún cuando estaban dentro del rango de normalidad de 70 – 100 mg/dL) como fue por ejemplo, en el caso del sujeto 010F, que presentó en el día 1 un valor de 77 mg/dL y 95mg/dL para el segundo día, se realizó una prueba de T pareada (ANEXOS F, Tabla N°5). Las medias para el día 1 y día 2 fueron iguales por lo que no existió diferencia entre estos promedios.

***d. Glicemias postprandiales 1 y 2.***

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

<b>H<sub>0</sub></b> : No existe diferencia significativa entre los valores de glicemia postprandial del día 1 y día 2
--

<b>H<sub>A</sub></b> : Si existe diferencia significativa entre los valores de glicemia postprandial del día 1 y día 2
--

El cálculo estadístico para esta comparación (Tabla N° 6 en ANEXO F), señaló un valor de  $T_c$  menor a  $T_t$ , siendo los valores  $-1.13$  y  $1.860$  respectivamente, por tanto, no existió diferencia estadísticamente significativa entre las glicemias postprandiales 1 y 2 y por ello, se rechaza la  $H_A$  y se acepta la  $H_0$ .

En síntesis, la comparación de todos los datos obtenidos señaló que no existió diferencia significativa entre los valores de glicemia en ninguno de los caso de los analizados.

## DISCUSION

Aún cuando lo normal es que la glucosa en sangre después de comer sea mayor que en los estados de ayuno, los resultados de glicemia, no presentan diferencias estadísticamente significativas. Para el día 1 el valor promedio de la glicemia basal 1 fue mayor al de la glicemia postprandial 1. Esto pudo deberse a que 3 de los participantes presentaron un valor postprandial que, en relación al valor basal, bajó entre 9 y 18 mg/dL, afectando la media de la glicemia postprandial. De igual manera, sin presentar diferencias estadísticamente significativas, en el segundo día, se obtuvo una media de la glicemia postprandial 2 mayor a la media basal 2, siendo esta la actividad normal de la glucosa en sangre; no obstante, en este caso, esta diferencia pudo deberse al mayor aporte calórico del desayuno del día 2 y también a los valores basales mayores a los del primer día. Finalmente, para el análisis de las glicemias postprandiales 1 y 2 se evidenció como la variabilidad de la glicemia de un día a otro y el aporte calórico extra del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en el desayuno 2 pudieron haber causado que la media del día 2 sea mayor a la del primer día.

Estas diferencias estadísticamente no significativas, entre los resultados de glicemia basal y postprandial del día 1 y día 2 pueden deberse a los siguientes factores:

### ***Variación en los valores de glicemia.***

La glicemia es un indicador del nivel de glucosa circulando en el torrente sanguíneo que, si bien es normal con valores entre 70 mg/dL y 100 mg/dL, de un día a otro puede presentar una gran variación manteniendo aún este amplio rango de normalidad (Suaverza y Hua, 2010). El drástico cambio de este valor, como por ejemplo el del participante 010F, quien el primer día presentó una glicemia basal de 80 mg/dL y el segundo día un valor 15 mg/dL mayor, puede ser producto de la situación emocional del

individuo. El estrés, la ira, la decepción, el miedo y, en general los estados emocionales no habituales, generan una elevación en los mg/dL de la glucosa sanguínea (Tejerina y Castillo, 2003). En el caso de este voluntario, al obtener y registrar el segundo valor basal se le preguntó sobre el día anterior al examen, para identificar si es que tuvo algún evento que pudo causar este drástico cambio. En efecto, el individuo comentó haber estado seriamente estresado con un tema académico, justificando de esta manera y, para este caso, como el estrés potencia la elevación de la glicemia. Por otro lado, en el estudio piloto también se presenció un caso similar, el participante 003F presentó en el primer día, una glicemia en ayuno de 97 mg/dL, y en el segundo día un valor de 83 mg/dL. De igual forma se le preguntó sobre sus actividades observándose como el miedo y el estrés influyen en estos valores, puesto que este voluntario mencionó haber estado la noche anterior al día 1 de prueba con el auto averiado en la carretera.

Pero no solo las emociones extremas pueden alterar la glicemia, un sistema inmunológico deprimido, una gripe o incluso una lesión en el cuerpo pueden provocar un alza en la glicemia (Tejerina y Castillo, 2003); no obstante, estos factores no se aplican para el estudio ya que dentro de los criterios de exclusión de la investigación estaba el no cursar o haber estado con gripe, tos, fiebre o enfermedad de algún tipo en la última semana antes de la experimentación. Conociendo como actúa la glucosa en sangre y como puede ser fácilmente alterada, es comprensible entonces, el por qué se vio en la presente investigación la variación de glicemia de un día a otro en los participantes. Además, es una variable que determina la respuesta postprandial, es decir, que si el día 1 se tuvo una glicemia basal menor a la del día 2, entonces lo más probable es que el día 2, el valor postprandial sea mayor que el valor postprandial 1 por la diferencia de valores basales del día 1, explicando así porque el cambio en el promedio de las medias de glicemia.

***Causas para la disminución de la glicemia postprandial en relación a la glicemia basal.***

La hipoglucemia es una alteración metabólica peligrosa donde el nivel de glucosa en sangre es menor a 70mg/dL (Suaverza y Haua, 2010). Esta puede presentarse en ayuno o después de las comidas y son causadas por diferentes factores. Si bien dentro de los criterios de exclusión del proyecto se consideraba no presentar hipoglucemia y, además se tomaron muestras de sangre capilar para control del valor glicémico basal y confirmar que ningún voluntario presente niveles menores a los ideales, en los resultados obtenidos del día 1 y día 2, pudo observarse en algunos casos, una disminución en la glicemia postprandial en relación a la basal. Esto pudo ocurrir por las mismas causas que generan el desarrollo de la hipoglucemia, tales como horarios irregulares de alimentación con comidas muy poco frecuentes, hiper secreción endógena de insulina, abuso en el consumo de alcohol o ingesta de una fuente de carbohidratos de rápida absorción (Protocolo de Hipoglicemias en Urgencias, 2012). El efecto de los horarios irregulares de las comidas junto con grandes períodos sin ingerir alimento es una de las causas que probablemente justifica el comportamiento glicémico de los participantes 008F y 009F, quienes afirmaron tener estos malos hábitos de alimentación.

Por otro lado, la reducción de los niveles de glicemia después del desayuno en relación a los valores basales también pudieron ser producto de un aporte calórico insuficiente para algunos voluntarios, así como también el hecho de que el 44% de la muestra estuvo conformada por personas que practican ejercicio aeróbico regular. El deporte es una variable fuertemente influyente en los valores glicémicos ya que realizar actividad física mejora la sensibilidad a la insulina (Suaverza y Haua, 2010), es decir que el cuerpo requiere de menos cantidad de esta hormona para obtener energía a nivel celular

o a su vez, la acción de ésta es tan eficiente que baja rápidamente los niveles de azúcar en el torrente sanguíneo (Suaverza y Haua, 2010). Si bien los participantes deportistas pudieron presentar un descenso de glicemia postprandial por una mejor sensibilidad a la insulina, uno de estos voluntarios (006F), no presentó este comportamiento indicando como la glicemia es un indicador muy difícil de predecir.

### ***Composición del desayuno administrado.***

La glicemia se eleva tras la absorción de la glucosa obtenida a partir de la digestión y metabolismo de los alimentos, siendo la principal fuente los hidratos de carbono (Whitney y Rolfes, 2005). Independientemente de la composición de una comida, el alimento siempre va a entregar glucosa a la sangre, ya sea de manera rápida como los carbohidratos o de manera lenta como las grasas y proteínas. Es por esta razón que la composición energética de una comida influye en los valores de glicemia, es decir que a mayor ingesta calórica (obtenida a partir de una comida equilibrada en carbohidratos, grasas y proteínas) mayores serán los niveles de glucosa en sangre. Esto podría justificar por qué, aun cuando la diferencia de las medias de glicemia postprandiales 1 y 2 no fue estadísticamente significativa, el promedio de glicemia postprandial del segundo día fue mayor al del primer día, ya que el aporte calórico fue de 150 calorías más. Si bien la porción de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) tan solo aportó 3g extras de carbohidrato, la carga calórica aumentó y por ello la glicemia subió. Si las calorías extras hubieran aportado con más gramos de carbohidrato, los niveles de glicemia probablemente hubiesen sido aún mayores, dado que este macro nutriente entrega glucosa más rápido que los ácidos grasos.

***Composición de los ácidos grasos del Sacha Inchi (Plukenetia volubilis).***

El omega 3 es un grupo de ácidos grasos esenciales (AGE), es decir que debe ser ingerido a través de la dieta, por que el cuerpo es incapaz de sintetizarlo. Este incluye el alfa linolénico (ALN), el Eicosopentaenoico (EPA) y el Docoshexaenoico (DHA), siendo el primero un ácido graso de cadena corta y, los dos últimos, ácidos grasos de cadena larga. El ALN, se encuentra principalmente en fuentes vegetales, mientras que el DHA y el EPA, están presentes en algas y algunos pescados azules (Zanabria, 2009).

El Sacha Inchi, es considerado el alimento con mayor contenido de omega 3 (Gutierrez et al., 2011). No obstante, al ser una fuente vegetal, esta oleaginosa aporta en su mayoría con cadenas de hasta 18 carbonos, siendo estos considerados los ácidos grasos omega 3 de cadena corta (Zanabria, 2009). Para que estos puedan ser absorbidos y metabolizados por el organismo se necesita la acción enzimática de las llamadas elongasas, las cuales los transforman en los ácidos grasos de cadena larga DHA y EPA (Zanabria, 2009).

La longitud y composición de los ácidos grasos del Sacha Inchi puede ser uno de los factores que influyeron en los resultados de este estudio ya que el contenido de grasa afecta la glicemia postprandial por un retraso en el vaciamiento gástrico, un incremento en la salida de glucosa hepática y un aumento en la secreción de insulina (Wolever, 2008).

El vaciamiento gástrico es retrasado por los efectos agudos de la grasa, en relación al carbohidrato y la proteína, por la estimulación de hormonas intestinales como el polipeptido inhibidor gástrico (GIP) y el péptido – 1 (GLP-1). La secreción del GLP – 1 ocurre en mayor medida en presencia de ácidos grasos de cadena larga, seguido de cadena corta y finalmente ácidos grasos no esterificados libres, por lo que el retraso en el vaciamiento gástrico será mayor en presencia de fuente de omega 3 de cadena larga. Esto sugiere que al ser la composición del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), principalmente

ácidos grasos de omega 3, el efecto del vaciamiento gástrico de la grasa no causó mayor efecto en la glicemia postprandial de los voluntarios estudiados (Wolever, 2008).

En cuanto al aumento de la salida hepática de glucosa, Dworatzek et al. (1999) citado por Wolever (2008), explican como diferentes fuentes de grasa influyen en las respuestas postprandiales de glucosa, demostrando, cómo comidas que tenían mantequilla presentaron niveles de glucosa postprandiales mayores a aquellas comidas con aceite de oliva, que evidencia cómo la grasa insaturada tiene mayor efecto en disminuir la glicemia postprandial. Esto podría deberse a las diferentes rutas por las cuales las grasas saturadas e insaturadas son absorbidas. El proceso de absorción de la grasa comienza con la acción enzimática de la lipasa pancreática que hidroliza la grasa en ácidos grasos y monoglicéridos que pueden ser absorbidos por los enterocitos del intestino delgado y unidos a triglicéridos incorporados en los quilomicrones, que a su vez, son secretados dentro de la circulación linfática hacia el torrente sanguíneo periférico, o en caso de que no sean incorporados a los quilomicrones, entran en la circulación portal como ácidos grasos libres que viajan directamente al hígado. Según Wolever (2008), estudios en ratas indicaron el por qué de las diferencias en las rutas de absorción, explicando cómo probablemente una proporción significativa de ácidos grasos son absorbidos por la vía portal por las diferencias en la afinidad de estos por las proteínas ligadoras en el intestino (FABP2), así como también por la proteína implicada en su transporte, por medio de la unión con los quilomicrones. Las proteínas ligadoras, FABP2, en los seres humanos, tiene una mayor afinidad por los ácidos grasos de cadena larga, que va disminuyendo a medida que la cadena decrece. La reducción de la incorporación de ácidos grasos en los quilomicrones explica porque los triglicéridos de estos fueron menores tras el consumo de mantequilla versus el consumo del aceite vegetal. La mantequilla contiene un 25% de su grasa en forma de ácidos grasos de cadena corta, media y larga en relación al aceite de

oliva, que tiene un 75%, por tanto, al tener menos ácidos de cadena larga, corta y media, la mantequilla presenta menos afinidad por la FABP2 por lo que sus ácidos grasos serán transportados a zonas de síntesis de quilomicrones en menor medida y probablemente serán absorbidos por la vena porta. Los ácidos grasos elevados en esta vía portal incrementan la salida de glucosa hepática, explicando porque la grasa insaturada tiene mejor control de la glucemia postprandial que la grasa saturada (Wolever, 2008). Tomando en cuenta que estas proteínas ligadoras presentan mayor afinidad por los ácidos grasos de cadena larga que por los de cadena media, se puede justificar por que la glicemia postprandial de los voluntarios de este estudio, tras la ingesta del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), no fue controlada en la forma que se esperaba.

Finalmente, otro mecanismo por el cual la grasa influye en la respuesta de glicemia después de las comidas es por la capacidad de la grasa para estimular la secreción de insulina. Esto se debe al incremento en los niveles de GIP, que se da en respuesta a la ingestión de grasas y además, por que el efecto de los ácidos grasos de cadena larga circulantes que actúan sobre las células  $\beta$  del páncreas aumentando de igual manera la secreción de esta hormona (Wolever, 2008). Es evidente como la longitud de la cadena de los ácidos grasos presentes en el Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) limita el control de la glicemia postprandial.

### ***Tiempo de la investigación***

Si bien Owen y Wolever, (2003), demostraron como la adición de grasa a una porción de alimento, principalmente constituida por carbohidratos, disminuyó la respuesta postprandial de glicemia en sujetos saludables, y otros estudios citados por Wolever (2008), indican que la grasa parece tener un mínimo o ningún efecto en la glucosa en sangre después de comer en pacientes diabéticos pero sí reduce las respuesta en sujetos

normales (Wolever, 2008), en la presente investigación se obtuvo resultados que indicaron que la grasa insaturada no influyó en los niveles de glicemia postprandial. Lo que pudo deberse al efecto de la combinación de los factores ya discutidos junto con el limitado tiempo de investigación que se realizó.

En un estudio realizado por Ayala et al. (1999) una ingesta diaria de 1g de omega 3 durante una semana disminuyó el riesgo de agregación plaquetaria, y el consumo de 5.5 g de omega 3 al mes redujo en un 50% el riesgo de sufrir una muerte súbita por problemas cardiovasculares.

En síntesis, el hecho de que la glicemia sea tan variable de un día al otro y que ésta reaccione al alimento de una forma u otra, ya sea porque la persona atraviesa un desequilibrio emocional, tiene malos hábitos de alimentación o es deportista, junto con el tiempo que el organismo necesita para transformar los ácidos grasos de cadena corta en cadena larga y actuar en el metabolismo, sugiere que la investigación fue realizada en un tiempo muy corto.

## CONCLUSIÓN

Luego de determinar el valor de la glicemia basal y postprandial de los participantes y analizar los resultados se concluyó que la adición de los ácidos grasos insaturados del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la glicemia postprandial de sujetos saludables tras la ingesta de un desayuno rico en carbohidratos no influyó de manera estadísticamente significativa. Esto fue causado por características del metabolismo y del estilo de vida de los voluntarios como la variación en los valores de glicemia, los horarios irregulares de alimentación y la actividad física. Los resultados también fueron afectados por factores externos a los participantes como la composición del desayuno ingerido, las características de los ácidos grasos del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) (AGCC) y el corto tiempo de investigación.

Aun cuando se utilizó un producto industrializado debió haberse realizado un análisis químico del Sacha (*Plukenetia volubilis*) antes de realizar la experimentación.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar el estudio en un tiempo de 3 meses de manera que se pueda medir la hemoglobina glicosilada.
2. Las primeras 6 semanas, los participantes deberán tomar un desayuno compuesto por una porción de carbohidrato, 1 porción de fruta, 1 porción de proteína magra y un lácteo descremado, semejando así la composición del desayuno del presente estudio que estuvo compuesto por una porción de cereal con leche descremada, un pedazo de queso fresco y una taza de piña picada como fuente de fruta. Las 6 semanas restantes, los mismos sujetos deberán comer el mismo tipo de desayuno junto con el Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*).
3. La muestra de voluntarios debe ser mayor a 10 personas, de manera que los datos tengan mayor peso estadístico.
4. Incluir dentro de los criterios de inclusión y exclusión el componente de hábitos alimentarios, es decir frecuencia de comidas, horarios y horas de ayuno entre cada ingesta alimentar, de modo que se excluyan todos los posibles participantes que no tengan un correcto orden de sus comidas.
5. Considerar dentro de los criterios de exclusión deportistas de alto rendimiento ya que la actividad física mejora la sensibilidad a la insulina.
6. Un IMC entre 18.5 y 24.99 deberán tener los voluntarios que participen en la investigación para asegurar un correcto estado nutricional.

## REFERENCIAS

- Agroindustria Blamac. (s.f). Sacha Inchi. Consultado el 05/02/2012 de <http://blamacperu.com/sacha-inchi>
- American Association of Diabetes.(2012). Prediabetes. Consultado el 15/02/2012 en <http://www.diabetes.org/espanol/prevencion-de-la-diabetes/pre-diabetes/>
- American Diabetes Association. (s.f). Todo sobre la Diabetes. Consultado el 07/02/2012 en <http://www.diabetes.org/espanol/todo-sobre-la-diabetes/>
- Anuario de Estadísticas Vitales INEC. (2008). Nacimientos y Defunciones. Consultado 12 de febrero 2012 en <http://www.inec.gob.ec>
- Anuario de Estadísticas Vitales INEC. (2009). Nacimientos y Defunciones. Consultado 12 de febrero 2012 en <http://www.inec.gob.ec>
- Anuario de Estadísticas Vitales INEC. (2010). Nacimientos y Defunciones. Consultado 12 de febrero 2012 en <http://www.inec.gob.ec>
- Ayala, J., Lopez, C., Hong, A., Oberto, C., Palva, A., Lares, M. (25 de marzo del 2009). Efectos de los ácidos grasos poliinsaturados (omega -3) sobre la agregación plaquetaria. Departamento de Medicina interna del Hospital Militar. Carácas – Venezuela. Consultado el 3 de diciembre del 2012 en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=170216837003>
- Barrenechea, K. (s.f). La fama de los ácidos omega – 3. Consultado el 10 de junio del 2012 en <http://www.verdeoliva.org/salud/omega3.pdf>
- Blair, C.R y R.A, Taylor. (2008). *Bioestadística*. Mexico: Ed. Pearson.
- Buena Natura. (03/01/2008). Aceite de Sacha Inchi Extra Virgen. Consultado el 05/02/12 <http://buenanatura.blogspot.com/>

- Bondioli P; Della Bella L.; Rettke. (2006) Alpha linolenic acid rich oils. Composition of *Plukenetia volubilis* (Sacha Inchi) oil from Peru. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse Y*, vol. 83, No. 3, pages 120-123. Consultado el 2 de febrero del 2012 en <http://www.refdoc.fr/Detailnotice?cpsidt=17989484&traduire=en>.
- “Discusiones, Recomendaciones y Conclusiones” (s.f) Consultado el 10/10/ 2012 en <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1347/6/Conclusiones%20y%20recomendaciones.pdf>
- Dworatzek, P.N., Hegele, R. AND Wolever, TMS. (2004) Postprandial lipemia in subjects with the threonine 54 variant of fatty acid- binding protein 2 gene is dependent on the type of a fat ingested, *American Journal of Clinical Nutrition* 79, 1110 – 1117
- Elizabeth Orellana. Huellas digitales (13 de noviembre del 2007). Aumento de Diabetes a Nivel Mundial”. Consultado el 05/02/12 en <http://www.huellasdigitales.cl/portal/index.php?option>
- Fundación Internacional de Diabetes.(2006). “Informe FID niveles de glucosa después de las comidas”. Consultado el 15/04/2012 en [http://www.idf.org/sites/default/files/attachments/article\\_306\\_es.pdf](http://www.idf.org/sites/default/files/attachments/article_306_es.pdf)
- Fox, Jean and Amy Foxx-Orenstein, D.O. American College of Gastroenterology. (2012). Gastroparesia. Consultado el 23 de noviembre del 2012 en <http://patients.gi.org/recursos-en-espanol/gastroparesia/>
- Gattim E, Noé, D., Pazzucconi, F., Gianfranceschi, G., Porrini, M., Testolin, G. and Sirtori, C.R. (1992). Differential effect of unsaturated oils and butter on blood glucose and insulin response in normal volunteers. *European Journal of Clinical Nutrition* 46, 161 - 166
- Federación Internacional de Diabetes. (2007) Guía para el control de la glucosa postprandial. Consultado el 5 de febrero del 2012 en [www.idf.org](http://www.idf.org)
- El aceite del Inca Inchi. (2006). Consultado el 13 de marzo del 2012 en <http://www.incainchi.com.pe/inca.htm#infotec>

- Gutierrez Luis Felipe, Rosanda Lina- Maria y Alvaro Jimenez. (marzo 2011). Chemical Composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) seeds and characteristics. Consultado el 5 de febrero del 2012 en <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/download/1301/1300>
- Hamaker, B.R.;Valles, C.; Gilman, R.;Hardmeir, RM.;Clark, D.;Garcia, H.H.;Gonzales, A.E.;Kohlstad,l.;Castro,M.;Valdivia, R. Amino acid and fatty acid profiles of the Inca peanut (Plukenetia volubilis) (julio 1992). Consultado el 2 de febrero del 2012 en <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=1994%2FUS%2FUS94047.xml%3BUS9425512>
- Hanefeld M, Kpehler C, Schaper F, Fuecker K, Henkel E, Temelkova- Kurktschiev T.(mayo 1999). Postprandial plasma glucose is an independent risk factor for increased carotid intima-media thickness in non-diabetic individuals. Consultado en septiembre 3 del 2012 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10381296>
- Huamán J, Chávez K, Castañeda E, Carranza S, Chávez T. (2008). Efecto de la Plukenetia volubilis Linneo (Sacha Inchi) en la trigliceridemia postprandial ; 69(4):263-6
- Jacoby Enrique R.(s.f). Transición nutricional y de salud en América Latina: Más allá del hospital. Consultado el 31 de julio del 2013 en <http://www.bvsde.paho.org/texcom/nutricion/ops1055/08cap6.pdf> }
- Jose Aranda Ventura. (diciembre 2009). Monografía de Sacha Inchi. Consultado el 27/02/2012 en [http://es.scribd.com/maite\\_olmedo\\_1/d/57340946-SACHA-INCHI](http://es.scribd.com/maite_olmedo_1/d/57340946-SACHA-INCHI)
- Laboratorio CAMPVS.(enero 2010). Manual de Toma de Muestras. Consultado el 2 de septiembre del 2012 en [http://www.campvslab.cl/pdf/MANUAL\\_TOMA\\_MUESTRA.pdf](http://www.campvslab.cl/pdf/MANUAL_TOMA_MUESTRA.pdf)
- Larsson SC, Bergkvist L y Wolk A. (noviembre 2006). Consumption of sugar and sugar-sweetened foods and the risk of pancreatic cancer in a prospective study. Consultado en septiembre del 2012 en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17093171>
- Levitan EB, Song Y, Ford ES, Liu S. (octubre, 2004). Is nondiabetic hyperglycemia a risk factor for cardiovascular disease. A meta-analysis of prospective studies. Consultado el 06/09/12 en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15505129>

- MedlinePlus.Hipoglicemia.( 23 de octubre del 2012). Consultado el 25 de noviembre del 2012 en <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000386.htm>
- MedlinePlus. (23 de octubre 2012) Prueba de Troponina. Consultado el 29/10/2012 en <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/007452.htm>
- Melendez L & Velásquez O.(2010) *Nutridatos: manual de Nutrición Clínica*.Bogotá-Colombia: Health Books Editorial.
- Mendosa, D.( diciembre 16, 2008). Revised International Table of Glycemic Index (GI) and Glycemic Load (GL) Values—2008. Consultado el 25 de marzo 2012 en <http://www.mendosa.com/gilists.htm>
- Ministerio de Salud Publica del Ecuador.(2008). Indicadores básicos de Salud Ecuador Consultado el 11 de junio en [http://new.paho.org/ecu/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_do](http://new.paho.org/ecu/index.php?option=com_docman&task=doc_do)
- Morita T, Oh-Hashi A, Takei K, Ikai M, Kasaoka S, Kiriyama S. (1997) Cholesterol – lowering effects of soybean, potato and rice protein depend on their low methionine contents in rats fed a cholesterol- free purified diet. J Nutr., v 127, p. 470 – 477.
- Nutrition 411.(2012). Hipoglicemia Reactiva Postprandial. Consultado el 25 de noviembre del 2012 en <http://www.nutrition411.com/spanish-resources/diabetes/item/820-hipoglicemia>
- Organización Mundial de la Salud. ( agosto, 2011). Diabetes. Consultado el 31 de julio del 2012 en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/index.html>
- Par Sattin, Ove Bjor, Pietro Ferrari, Annekatrin Lukanova, Per Lenner, Bert Lindahl, Goran Hallmans y Rudolf Kaaks. (diciembre 6, 2006). Prospective Study of Hyperglycemia and Cancer Risk. Consultado el 6 de septiembre del 2012 en <http://care.diabetesjournals.org/content/30/3/561>
- Postprandial hyperglycemia: Actor or Understudy (2001) Herman WH, Clinical Diabetes, 3: 126

- "Postprandial blood glucose" (2001) American Diabetes Association. *Clinical Diabetes* 19 (3) 127-13
- Owen, B. and Wolever, T.M.S. (2003) Effect of fat on glycaemic responses in normal subjects: a dose – response study. *Nutrition Research* 23, 1341 – 1347
- Rubin Jonathan, Matsushita Kunihiro, Ballantyne M. Christie, Hoogeveen Ron, Coresh Josef y Selvin Elizabeth. (enero 31, 2012). Chronic Hyperglycemia and Subclinical Myocardial Injury. *J Am Coll Cardiol.* 31;59(5):484-9. Consultado el 29 de octubre 2012 en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22281251>.
- Journal of The American College of Cardiology. (enero 31, 2012). Consultado el 29/10/2012 en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109711048558>
- Sacha Oil (s. f). Consultado el 05/02/2012 en <http://www.sachainchicorporation.com/caracteristica-ing.html>
- Tijerina, H y Castillo, C.(enero, 2003). Hiperglicemia de estrés en pediatría. *Rev Chil Pediatr* 74 (1); 31-36. Consultado el 25 de noviembre 2005 en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062003000100004](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062003000100004)
- Stan de Loach. (s.f). Preguntas y respuestas acerca de la diabetes mellitus, tipo 1 y tipo 2 (DM1, DM2). Consultado el 2/04/2012 en <http://www.continents.com/diabetes37.htm>
- Suaverza, A & Haua, K. (2010). *El ABCD de la evaluación del estado de nutrición*. Mexico D.F; McGraw Hill.
- UHTO Co. “The Sacha Inchi” (s. f). Consultado el 05/02/2012 en [http://www.uhtco.ca/El\\_Sacha\\_Inchi.aspx?lang=en](http://www.uhtco.ca/El_Sacha_Inchi.aspx?lang=en)
- Whitney Ellie y Sharon Rady Rolfes.(2005). *Understanding Nutrition*.(10<sup>th</sup> ed.). USA: Thomson Wadsworth.
- Wolever, T.M.S.(2008). *Índice Glucémico: Clasificación fisiológica de los hidratos de carbono de la dieta*. España: Editorial Acribia, S.A

- Zanabria M. Ficha Técnica Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*). (enero 2009). Consultado el 25 de noviembre del 2012 en <http://www.rpan.org/principal/catalogo/75%20SACHA%20INCHI%20r-PAN.pdf>

## GLOSARIO

**Ácidos grasos saturados:** compuesto orgánico que presenta una cadena de carbonos unida mediante enlaces simples. Se encuentran en mayor proporción en las fuentes animales (Malagon de García, 2005).

**Ácidos grasos insaturados:** compuesto orgánico presente en mayor proporción en fuentes vegetales que presenta una cadena de carbonos unidos entre sí mediante enlaces simples, dobles y triples (Malagon de García, 2005).

**Enfermedades Crónicas No transmisibles (ECNT):** Conjunto de enfermedades de carácter crónico que presentan una alta morbilidad y mortalidad a nivel mundial y son causadas por una combinación de factores genéticos, malos hábitos de alimentación y sedentarismo. Dentro de estas enfermedades están la Diabetes tipo 2, la Hipertensión Arterial, la obesidad las dislipidemias entre otras (Whitney y Rolfes, 2005).

**Glicemia basal:** cantidad de glucosa presente en la sangre antes de comer, después de un receso nocturno. Sus valores de normalidad deben estar entre 70 y 100 mg/dL (Suaverza y Hava, 2010).

**Glicemia postprandial:** cantidad de glucosa en sangre después de la ingesta alimentar. Los carbohidratos son los responsables de las elevaciones de esta siendo normal valores menores a 140 mg/dL (Suaverza y Hava, 2010).

**Diabetes Mellitus:** alteración metabólica caracterizada por altos valores de glicemia a causa de una baja secreción de insulina, una acción ineficiente de la misma o la

combinación de ambas. Puede ser por un problema autoinmune como la Diabetes tipo 1 o por efecto de un factor genético y malos hábitos de alimentación e inactividad como la tipo 2. Presenta valores de glicemia en ayunas  $>$  a 126 mg/dL y valores de glicemia postprandial  $>$  200mg/dL (Suaverza y Haua, 2010).

**Dislipidemia:** Alteración de los niveles de colesterol y/o triglicéridos en sangre (Meléndez y Velásquez, 2010)

-colesterol total:  $>$  200mg/dL

- Colesterol LDL (malo):  $>$ 100mg/dL

- Colesterol HDL (bueno):  $<$  40mg/dL (\*disbetalipoproteinemia)

- Triglicéridos:  $>$  150mg/dL

**Hiperglicemia:** valores de glucosa en sangre mayor a 100mg/dL en ayuno y mayor a 140 mg/dL después de comer (Suaverza y Haua 2010).

**Hipertensión Arterial:** Presión arterial elevada mayor a 140/90mmHg (Suaverza y Haua, 2010).

**Insulina:** hormona secretada por las células  $\beta$  del páncreas encargada de transportar la glucosa del torrente sanguíneo dentro de las células del sistema nervioso, hepático y muscular (Suaverza y Haua, 2010).

**Muestra de sangre capilar:** los capilares son vasos sanguíneos diminutos que están presentes en la superficie de la piel y mediante un punzado en esta zona se obtiene una recolección de una muestra de sangre de este tipo (Laboratorio CAMPVS, 2010).

**Muestra de sangre venosa:** muestra de sangre obtenida de una vena (Laboratorio CAMPVS, 2010).

**Obesidad:** enfermedad crónica de origen multifactorial que presenta un elevado porcentaje de masa grasa (Suaverza y Haua, 2010).

*Tabla N° 12: Determinación de obesidad mediante % de masa grasa por edad y género*

Edad	Hombres	Mujeres
20 – 40	> 25%	> 39%
41 – 60	> 27%	> 40%
> 61	> 30%	> 42 %

**Pre- diabetes:** intolerancia a los hidratos de carbono que causan niveles elevados de glicemia por alteración de la acción de insulina sin llegar a ser Diabetes. Se clasifica como pre- diabetes cuando la glicemia en ayuno es > 100mg/dL y < 126mg/dL y en glicemia postprandial > 140mg/dL y < a 200mg/dL (Suaverza y Haua, 2010).

**Quilomicrones:** Proteínas transportadoras de lípidos sintetizada en las células epiteliales intestinales (Whitney y Rolfes, 2005)

**Vaciamiento gástrico:** mediante receptores, la parte media del estómago censa la llegada del bolo alimenticio y envía una señal de reflejo vagal excitatorio dándose una contracción parcial del píloro, entonces, una fracción del quimo sale hacia el duodeno y el resto regresa al estómago por retropulsión. Este proceso se repite hasta lograr que todo el quimo pase por completo del estómago hacia el intestino (Fox y Foxx –Orenstein, 2012).

**ANEXO A: CUESTIONARIO PARA DETERMINAR LA PARTICIPACIÓN DE  
LOS SUJETOS VOLUNTARIOS**

Género:     H\_\_\_\_\_     M\_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

¿Un profesional de la salud le ha informado a usted que tiene Diabetes?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

¿Un profesional de la salud le ha informado a usted que tiene Hipertensión Arterial?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

¿Un profesional de la salud le ha informado a usted que tiene hipoglucemia?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

¿Un profesional de la salud le ha informado a usted que tiene problemas de colesterol?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

¿Un profesional de la salud le ha informado a usted que tiene algún problema del hígado?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

¿Está usted embarazada o en periodo de lactancia en este momento?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

¿Está o ha estado en la última semana con gripe, tos, fiebre o enfermedad de algún tipo?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

¿Consume usted algún suplemento nutricional como vitaminas, minerales, entre otros.?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Explique cuál y desde hace cuanto tiempo

\_\_\_\_\_

¿Es usted alérgico y/o intolerante a algún alimento? Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Explique \_\_\_\_\_

¿Consume medicación de algún tipo en este momento o en el último mes?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Explique cuál y por cuánto tiempo

\_\_\_\_\_

¿Está dispuesto a permitir que se le realice una punción en la yema del dedo para obtener una muestra de sangre para el estudio?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

**ANEXO B: LISTA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS QUE EL PARTICIPANTE DEBE EVITAR EN SU CENA HABITUAL REALIZADA ENTRE LAS 7 Y 9 PM DEL DÍA ANTERIOR A LA PRUEBA.**

- Miel
- Más de 3 cucharaditas (15 g) de azúcar de mesa o el endulzante que suele utilizar.
- Más de 3 cucharaditas (15 g) de mermelada.
- Frutas deshidratadas, confitadas o en almíbar
- Frutas altas en azúcar como uvas, mango, plátano, naranja, sandía, guayaba, babáco, piña. (Puede consumir frutas con alto % de agua como papaya, pomelo, melón)
- Productos de pastelería: galletas azucaradas, donouts, helados, chocolate en barra, pasteles y pastas.
- Golosinas: chupetes, caramelos, gelatina y dulces industriales.
- Coca cola, Nestea , zumos y bebidas comerciales altas en azúcares
- Bebidas alcohólicas.

## ANEXO C: CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Formulario Consentimiento Informado**  
**Universidad San Francisco de Quito**  
**Comité de Bioética**

**Título de la investigación:** Influencia de los Ácidos Grasos Insaturados del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la glicemia postprandial de sujetos saludables

**Versión y Fecha:** Agosto del 2012 a agostos del 2013

**Organización del investigador:** Universidad San Francisco de Quito

**Nombre del investigador principal:** María Alegría Valdez Simpson

**Co-investigadores:** Lucía Ramírez, María Marcela Bovera, Mónica Villar y Mario Caviedes.

**Número telefónico y correo electrónico del investigador principal:** domicilio 2374924, celular 092739235, correo electrónico [valdez\\_ale@hotmail.com](mailto:valdez_ale@hotmail.com) o [maria.valdez@usfq.edu.ec](mailto:maria.valdez@usfq.edu.ec)

### 1. Introducción

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación sobre la influencia de la grasa insaturada, proveniente de un tipo de maní llamado Sacha Inchi, en los niveles de azúcar en la sangre después de haber comido. Usted es un participante voluntario entre 18 y 28 años que refiere no padecer de Diabetes, azúcar en sangre baja (Hipoglucemia), Hipertensión Arterial, colesterol alto, triglicéridos elevados o alguna alteración del hígado y, en caso de que usted sea mujer, no se encuentra en período de embarazo o de lactancia.

Para participar debe usted tomarse el tiempo necesario para decidir si lo hará o no, conjuntamente con su familia y amigos. Este formulario incluye un resumen de la información que los investigadores analizarán con usted. Si usted decide participar en el estudio, recibirá una copia de este formulario. Le invitamos a compartir sus inquietudes sobre el estudio y a hacer todas las preguntas necesarias para que cualquier duda quede clara.

### 2. ¿Por qué se está realizando este estudio de investigación?

Las dietas modernas son ricas en azúcares, masas, grasas dañinas y bajas en omega 3 y omega 9, esto junto con la falta de actividad física y la predisposición genética, influyen en el desarrollo de hiperglicemias, que es cuando se tiene niveles elevados de azúcar en la sangre y lo que puede causar enfermedades como Diabetes, Hipertensión Arterial, Síndrome Metabólico y colesterol y triglicéridos elevados. Mediante esta investigación se busca determinar como la grasa insaturada, proveniente del maní Sacha Inchi, agregada a una comida rica en carbohidratos, ayudan a bajar el azúcar en sangre después del consumo, y por tanto, el desarrollo de las enfermedades mencionadas.

### 3. ¿Hay algún beneficio por participar en el estudio?

El beneficio de participar en el presente estudio es determinar cómo la grasa insaturada ayuda a controlar el azúcar en sangre después de comer y por tanto evitan el desarrollo de enfermedades.

### 4. ¿Cuántas personas participarán en el estudio?

Participaran 5 sujetos voluntarios, varón o mujer, de quienes se obtendrán valores de azúcar en sangre en un estudio preliminar que permitirá calcular la muestra total de personas de la investigación.

### **5. ¿En qué consiste el estudio?**

El estudio consiste en 2 días de investigación seguidos. Las actividades a realizarse serán las siguientes:

1. La noche antes del día de la prueba se deberá cenar lo habitual evitando ciertos alimentos (referirse anexo 2), no realizar ejercicio y no consumir bebidas alcohólicas.
2. El día del examen, los voluntarios deberán acudir al laboratorio del departamento de Nutrición Humana de la Universidad San Francisco de Quito a las 8 y 30 am sin haber desayunado o comido algún tipo de alimento.
3. Se tomará una muestra de sangre de la yema del dedo para tener un control de la azúcar en sangre de cada voluntario antes de desayunar.
4. A cada participante se le dará el desayuno # 1 compuesto por 30 de Cornflakes, ½ taza de leche descremada, 120 g de piña picada y 30 g de queso fresco light.
5. 2 horas después de haber terminado de desayunar, se tomará la muestra de sangre para determinar el azúcar en sangre después de haber comido.

En el día 2, los mismos voluntarios acudirán al mismo lugar y luego de tomar una muestra de sangre antes de desayunar, se administrará el desayuno # 2, que consiste en los mismo que el desayuno # 1 adicionada una porción de 25 gramos del maní Sacha Inchi Omega Gourmet

Dos horas después se medirá en el azúcar en sangre y se compararan los resultados del día 1 y día 2 mediante una prueba estadística.

### **6. ¿Cuánto tiempo durará mi participación en el estudio?**

Su participación en el estudio tendrá un tiempo aproximado de dos horas y media por día, es decir, cinco horas en el estudio completo que se llevará a cabo en 2 días.

### **7. ¿Cuáles son los riesgos de participar en este estudio?**

No existe ningún tipo de riesgo al participar en el estudio, no obstante, podría enfrentar incomodidad al estar presente en el laboratorio y/o cafetería del Hospital de los Valles, así como dolor al momento de extraérsele las muestra de sangre.

### **8. ¿La información o muestras que doy son confidenciales?**

Mantener su privacidad es importante. Haremos todo lo posible para mantener confidencial toda información personal sobre su persona. Aplicaremos las siguientes medidas para mantener segura la información que usted nos proporciona:

- La información o muestra tendrá un código para proteger su privacidad.
- Solo las personas directamente relacionadas con la investigación sabrán su nombre.
- Su nombre no será mencionado en las publicaciones o reportes de la investigación.
- Sus nombres serán excluidos para el análisis de los datos por lo que sus muestras de sangre serán identificadas bajo el código de privacidad asignado.
- El Comité de Bioética podrá tener acceso a los expedientes en caso de necesidad por problemas de seguridad o ética en el estudio.

### **9. ¿Qué otras opciones tengo?**

Usted puede decidir NO participar

**10. ¿Cuáles son los costos del estudio de investigación?**

Su participación en el estudio no tendrá ningún costo. Todos los gastos serán asumidos por el proyecto.

**11. ¿Me pagarán por participar en el estudio?**

Usted no recibirá ningún pago por participar en este estudio

**12. ¿Cuáles son mis derechos como participante de este estudio?**

Su participación en este estudio es voluntaria, es decir, usted puede decidir NO participar. Si usted decide participar, puede retirarse del estudio en cualquier momento. Para hacerlo debe ponerse en contacto con los investigadores mencionados en este formulario de consentimiento informado. No habrá sanciones ni pérdida de beneficios si usted decide no participar, o decide retirarse del estudio antes de su conclusión.

**13. ¿A quién debo llamar si tengo preguntas o problemas?**

Si usted tiene alguna pregunta acerca del estudio, llame María Alegría Valdez Simpson al domicilio 2374924, al celular de 092739235, o envíe un correo electrónico a [valdez\\_ale@hotmail.com](mailto:valdez_ale@hotmail.com) o [maria.valdez@usfq.edu.ec](mailto:maria.valdez@usfq.edu.ec)

Si usted tiene preguntas sobre este formulario también puede contactar a Dr. William F. Waters, Presidente del Comité de Bioética de la USFQ, al teléfono 02-297-1775 o por correo electrónico a: [comitebioetica@usfq.edu](mailto:comitebioetica@usfq.edu).

**14. El consentimiento informado:**

Comprendo mi participación y los riesgos y beneficios de participar en este estudio de investigación. He tenido el tiempo suficiente para revisarlo y el lenguaje del consentimiento fue claro y comprensible. Todas mis preguntas como participante fueron contestadas. Me han entregado una copia de este formulario de consentimiento informado. Acepto voluntariamente participar en este estudio de investigación.

_____	_____
Firma del participante o representante legal	Fecha
_____	
Nombre del investigador que obtiene el consentimiento	
_____	
_____	_____
Firma del investigador	Fecha
_____	
_____	_____
Firma del testigo ( <i>si aplica</i> )	Fecha

**ANEXO D: CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO DE LA RUTA DE  
DESECHOS CONTAMINADOS DE LA CLÍNICA UNIVERSITARIA**

**Quito  
10 de septiembre del 2012**

**Doctor Jaime Ocampo  
Clínica Universitaria Pampite y Diego de Robles  
Quito, Ecuador**

De mis consideraciones:

Por medio de la presente lo saluda Alegría Valdez Simpson, estudiante de Nutrición Humana de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Solicitó de favor su autorización para el uso de la ruta de eliminación de desechos de la Clínica Universitaria USFQ, puesto que para el trabajo de titulación (Tesis) presentada para el cumplimiento parcial de los requisitos de graduación realizaré muestras de sangre capilar en el Laboratorio de Nutrición Humana de la universidad. Considerando que se manejan materiales contaminados como las lancetas, algodón desinfectante, guantes, mascarillas y tiras reactivas con muestras de sangre es preciso la correcta eliminación de los desechos tanto comunes como los contaminados.

Agradezco de antemano su colaboración,

Atentamente,  
María Alegría Valdez  
Estudiante de Nutrición Humana

## ANEXO E: ANÁLISIS DE DATOS Y CÁLCULO DE T PAREADA DE LA EXPERIMENTACIÓN FINAL

**Tabla N°3: Análisis de glicemia día 1**

Código del Participante	$\underline{X}_1$ Glicemia basal 1 (mg/dL)	$\underline{X}_2$ Glicemia Post. 1 (mg/dL)	Diferencia $X_1 - X_2$ (mg/dL)	Diferencia $(X_1 - X_2)^2$ (mg/dL)
001F	89	80	-9	81
002F	92	90	-2	4
003F	80	95	15	225
004F	92	91	-1	1
005F	88	90	2	4
006F	92	93	1	1
008F	88	74	-14	196
009F	90	72	-18	324
010F	87	83	6	36
$\Sigma$	788	768	-20	872
$\underline{X}$	87.5	85.3		

$$S^2d: \frac{872 - (-20)^2/9}{8} = 103.44 \quad Sd: \sqrt{103.44} = 10.17 \quad T_C: \frac{87.5 - 85.3}{10.17/\sqrt{8}} = 0.611$$

$$T_C < T_T = SE \text{ ACEPTA } H_0$$

**Tabla N°4: Análisis de glicemias día 2**

Código del Participante	$\underline{X}_1$ Glicemia basal 2 (mg/dL)	$\underline{X}_2$ Glicemia Post. 2 (mg/dL)	Diferencia $X_1 - X_2$ (mg/dL)	Diferencia $(X_1 - X_2)^2$ (mg/dL)
001F	98	93	-5	25
002F	88	87	-1	1
003F	85	87	2	4

004F	89	90	1	1
005F	86	93	7	49
006F	85	96	11	121
008F	83	80	-3	9
009F	79	72	-7	49
010F	95	92	-3	9
$\Sigma$	788	790	5	268
$\bar{X}$	87.5	87.7		

$$S^2d: \frac{268 - (5)^2/9}{8} = 66.30 \quad Sd: \sqrt{66.30} = 8.14 \quad T_C: \frac{87.5 - 87.7}{10.17/\sqrt{8}} = -0.05 \quad T_t:$$

$T_C < T_T = SE$  ACEPTA  $H_0$

**Tabla N°5: Análisis de glicemias basal día 1 y día 2**

<b>Código del Participante</b>	<b><math>\bar{X}_1</math> Glicemia basal 1 (mg/dL) 05/11</b>	<b><math>\bar{X}_2</math> Glicemia basal 2 (mg/dL) 07/11</b>	<b>Diferencia <math>X_1 - X_2</math> (mg/dL)</b>	<b>Diferencia <math>(X_1 - X_2)^2</math> (mg/dL)</b>
001F	89	98	9	81
002F	92	88	4	16
003F	80	85	5	25
004F	92	89	-3	9
005F	88	86	-2	4
006F	92	85	-7	49
008F	88	83	-5	25
009F	90	79	-11	121
010F	77	95	18	324
$\Sigma$	788	788	8	654

<b>X</b>	87.5	87.5		
----------	------	------	--	--

**Tabla N°6: Análisis de glicemia postprandial día 1 y día 2**

<b>Código del Participante</b>	<b><math>\bar{X}_1</math> Glicemia Post 1 (mg/dL) 05/11</b>	<b><math>\bar{X}_2</math> Glicemia Post 2 (mg/dL) 07/11</b>	<b>Diferencia <math>X_1 - X_2</math> (mg/dL)</b>	<b>Diferencia <math>(X_1 - X_2)^2</math> (mg/dL)</b>
001F	80	93	13	169
002F	90	87	-3	9
003F	95	87	-8	64
004F	91	90	-1	1
005F	90	93	3	9
006F	93	96	3	9
008F	74	80	6	36
009F	72	72	0	0
010F	83	92	9	81
$\Sigma$	768	790	22	378
<b><math>\bar{X}</math></b>	85.3	87.7		

$$S^2d: \frac{378 - (22)^2/9}{8} = 40.52 \quad Sd : \sqrt{40.52} = 6.36 \quad T_C: \frac{85.3 - 87.7}{6.36/\sqrt{9}} = -1.13 \quad T_t:$$

$$T_C < T_T = SE \text{ ACEPTA } H_0$$

## ANEXOS F: ANÁLISIS DE DATOS Y CÁLCULO DE T PAREADA DE LA EXPERIMENTACIÓN PILOTO

**Tabla N°7: Resultados de los valores de glicemia día 1 y día2**

Código	DIA 1		DIA 2	
	Glicemia basal 1 (mg/dL)	Glicemia Postprandial 1(mg/dL)	Glicemia basal 1 (mg/dL)	Glicemia Postprandial 2 (mg/dL)
<b>001P</b>	<b>80</b>	<b>77</b>		
002P	82	77	88	81
003P	97	104	83	91
004P	78	94	75	89
005P	93	96	92	91
006P	89	104	86	89

**Tabla N°8: Análisis de glicemia día 1**

Código del Participante	$\underline{X}_1$ Glicemia basal 1 (mg/dL)	$\underline{X}_2$ Glicemia Post. 1 (mg/dL)	Diferencia $X_1 - X_2$ (mg/dL)	Diferencia $(X_1 - X_2)^2$ (mg/dL)
002P	82	77	-5	25
003P	97	104	7	49
004P	78	94	16	256
005P	93	96	3	9
006P	89	104	15	225
$\Sigma$	439	475	36	564
$\underline{X}$	87.8	95.0		

$$S^2d: \frac{564 - (36)^2/5}{4} = 76.2 \quad Sd : \sqrt{76.2} = 8.7 \quad T_C: \frac{87.8 - 95.0}{8.7/\sqrt{5}} = -1.85 \quad T_t: 2.132$$

$T_C < T_T = SE$  ACEPTA  $H_0$

**Tabla N°9: Análisis de glicemias día 2**

Código del Participante	$\underline{X}_1$ Glicemia basal 2 (mg/dL)	$\underline{X}_2$ Glicemia Post. 2 (mg/dL)	Diferencia $X_1 - X_2$ (mg/dL)	Diferencia $(X_1 - X_2)^2$ (mg/dL)
002P	88	81	-7	49
003P	83	91	8	64
004P	75	89	14	196
005P	92	91	-1	1
006P	86	89	3	9
$\Sigma$	424	441	17	319
$\underline{X}$	84.8	88.2		

$$S^2d: \frac{319 - (17)^2/5}{4} = 65.3 \quad Sd : \sqrt{65.3} = 8.0 \quad T_C: \frac{84.8 - 88.2}{8.0/\sqrt{5}} = -0.95 \quad T_t: 2.132$$

$T_C < T_T = SE$  ACEPTA  $H_0$

**Tabla N°10: Análisis de glicemia basal día 1 y día 2**

Código del Participante	$\underline{X}_1$ Glicemia basal 1 (mg/dL) 23/10	$\underline{X}_2$ Glicemia basal 2 (mg/dL) 25/10	Diferencia $X_1 - X_2$ (mg/dL)	Diferencia $(X_1 - X_2)^2$ (mg/dL)
002P	82	88	6	35
003P	97	83	-14	196
004P	78	75	-3	9
005P	93	92	-1	1
006P	89	86	-3	9
$\Sigma$				

	439	424	-15	250
<b><u>X</u></b>	87.8	84.8		

$$S^2d: \frac{230 - (15)^2/5}{4} = 46.25 \quad Sd: \sqrt{46.25} = 6.80 \quad T_C: \frac{87.8 - 84.8}{6.80/\sqrt{5}} = 1.12 \quad T_t:$$

$$2.132$$

$$T_C < T_T = SE \text{ ACEPTA } H_0$$

**Tabla N°11: Análisis de glicemia postprandial día 1 y día 2**

<b>Código del Participante</b>	<b><u>X</u><sub>1</sub> Glicemia Post 1(mg/dL)</b> <b>23/10</b>	<b><u>X</u><sub>2</sub> Glicemia Post 2 (mg/dL)</b> <b>25/10</b>	<b>Diferencia X<sub>1</sub> - X<sub>2</sub> (mg/dL)</b>	<b>Diferencia (X<sub>1</sub> - X<sub>2</sub>)<sup>2</sup> (mg/dL)</b>
002P	77	81	4	16
003P	104	91	-13	169
004P	94	89	-5	25
005P	96	91	-5	25
006P	104	89	-15	225
<b>Σ</b>	475	441	- 34	460
<b><u>X</u></b>	95.0	88.2		

$$S^2d: \frac{460 - (34)^2/5}{4} = 57.2 \quad Sd: \sqrt{57.2} = 7.56 \quad T_C: \frac{95.0 - 88.2}{7.56/\sqrt{5}} = 2.011 \quad T_t:$$

$$2.132$$

$$T_C < T_T = SE \text{ ACEPTA } H_0$$