



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**RELACION ENTRE LOS VALORES DE GLUCOSA SANGUINEA Y GLUCOSA
URINARIA EN PACIENTES DEL HOSPITAL GENERAL DE TABASCO EN EL
PRIMER BIMESTRE DEL 2014**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA

PRESENTA

VALLE HERNÁNDEZ MARÍA MAGDALENA



MÉXICO, D.F.

AÑO 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor: BERTHA JULIETA SANDOVAL GUILLÉN**

VOCAL: **Profesor: MARTHA PATRICIA NERI PÁEZ**

SECRETARIO: **Profesor: LAURA CARMONA SALAZAR**

1er. SUPLENTE: **Profesor: LUZ MARIA DEL ROCIO VALDÉS GÓMEZ**

2° SUPLENTE: **Profesor: HECTOR JAVIER PEREZ CANO**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

**HOSPITAL GENERAL DE ZONA 2, INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO
SOCIAL, CÁRDENAS, TABASCO.**

ASESOR DEL TEMA:

BERTHA JULIETA SANDOVAL GUILLÉN

SUSTENTANTE:

VALLE HERNÁNDEZ MARÍA MAGDALENA

DEDICATORIA

Agradezco a Dios todopoderoso por todas las cosas buenas y las enseñanzas de vida que me ha dado.

Doy gracias a mis padres por darme la vida, su amor, su trabajo y el esfuerzo que han hecho para sacarme adelante.

A mis hermanos Adán, Isabel, Ramiro y Marlene, por permitirme convivir con ellos y ser lo más importante de mi vida.

A mi tía Conchita por ser como mi segunda madre, un apoyo importante en la familia y aconsejarme en cada decisión.

A mis sobrinos Isaac y Regina que aunque son pequeñitos los quiero mucho.

A todas y cada una de mis amigas que a lo largo de mi vida han estado presentes y hemos tenido muchas experiencias juntas.

Gracias a la UNAM por brindarme un lugar para mi formación, a los maestros que dedicaron su tiempo a mi formación profesional.

Agradezco a mi asesora la Maestra Julieta Sandoval por el apoyo que me ha brindado y por la paciencia que ha tenido conmigo.

Gracias al Hospital General de Zona 2 del Instituto Mexicano del Seguro Social en Cárdenas Tabasco, por abrirme sus puertas y darme los medios para realizar éste trabajo.

ABREVIATURAS

ADA: ASOCIACION AMERICANA DE DIABETES

DM: DIABETES MELLITUS

DMG: DIABETES MELLITUS GESTACIONAL

FID: FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE DIABETES

ENSANUT: ENCUESTA NACIONAL DE SALUD Y NUTRICIÓN

ENT: ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES

INSP: INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA

OMS: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

SSA: SECRETARÍA DE SALUD

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS PARTICULARES	2
CAPITULO 1 GENERALIDADES	3
1.1 CARBOHIDRATOS	3
1.2 METABOLISMO DE CARBOHIDRATOS	8
1.3 DIABETES	15
1.4 SISTEMA URINARIO	22
1.5 METODOS DE DETECCIÓN DE GLUCOSA EN FLUIDOS FISIOLÓGICOS	26
CAPITULO 2 MATERIALES Y MÉTODOS	29
2.1 OBTENCIÓN DE MUESTRA SANGUÍNEA	29
2.2 OBTENCIÓN DE MUESTRA URINARIA	30
2.3 AUTOMATIZACIÓN	31
2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	32
CAPITULO 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
CONCLUSIONES	38
PERSPECTIVAS	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXO 1	44
ANEXO 2	50
ANEXO 3	56

INTRODUCCION

La diabetes mellitus (DM) representa un conjunto de desórdenes metabólicos caracterizados por la elevación crónica de la glucosa en sangre. La prevalencia global de DM está aumentando rápidamente como resultado del envejecimiento de la población, la urbanización y los cambios asociados al estilo de vida.

A nivel mundial en el año 2014, la Federación Internacional de Diabetes (FID), determinó que más de 382 millones de personas viven con dicha enfermedad; se estima que para el año 2035 el número de personas diabéticas se incremente a 592 millones (población adulta de 20 a 79 años de edad).

En México en el año 2012, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), reveló que la incidencia de 6.4 millones de diabéticos y para el 2025 se creó que será de 11.9 millones, de no emprenderse una acción.

En México esta patología constituye la primera causa de muerte y de incapacidad prematura y definitiva. Se caracteriza por originar complicaciones crónicas sobre todo de tipo renal, en la población de 20 años y más.

La prevalencia de la DM y sus complicaciones específicas hacen de la enfermedad uno de los principales problemas socio-sanitarios en la actualidad y un reto para los sistemas de salud en México y a nivel mundial.

Por todo lo anterior es importante estudiar esta patología y los métodos más comunes para evaluar la glucosa sérica y urinaria en un grupo de pacientes así como establecer si hay una correlación entre los valores obtenidos, su comportamiento y relación con respecto al sexo.

OBJETIVO GENERAL

Estudiar los métodos más comunes para evaluar la glucosa sérica y urinaria en un grupo de pacientes que acuden al Hospital General de Tabasco con la finalidad de establecer si hay correlación entre los valores obtenidos.

OBJETIVOS PARTICULARES

Conocer los métodos de cuantificación de glucosa sérica y urinaria para comprender su comportamiento.

Encontrar si existe una correlación entre la cantidad de glucosa sérica y glucosa urinaria y establecer el tipo de correlación.

Comparar los valores de glucosa sérica y urinaria entre pacientes del sexo masculino con femenino y evaluar las diferencias.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 CARBOHIDRATOS

1.1.1 Importancia

Los carbohidratos son los compuestos más abundantes y ampliamente distribuidos en la naturaleza. Se encuentran en todas las formas de vida y desempeñan diversas funciones, están presentes en tejidos animales y vegetales. (Belitz, 2009)

Los carbohidratos son probablemente más conocidos por el papel que desempeñan en el metabolismo energético. Algunos de estos compuestos (glucosa y derivados) sirven como combustible de consumo inmediato por los organismos, mientras que otros compuestos (almidón y glucógeno) son depósitos químicos que servirán para satisfacer las necesidades energéticas futuras de plantas y animales. (Murray *et al*, 2010; Rodney, 2000)

Algunos carbohidratos desempeñan funciones estructurales proporcionando los armazones para las paredes celulares de plantas, bacterias y las cubiertas del exoesqueleto en los artrópodos. (Belitz ,2009; Strayer *et al*, 2008)

Los monosacáridos ribosa y desoxirribosa, como componentes de los ácidos nucleicos tienen una función química estructural (RNA y DNA). (Freduchi *et al*, 2011; Rodney, 2000)

Los carbohidratos se encuentran combinados covalentemente con las proteínas y lípidos complejos sobre las superficies celulares donde actúan como marcadores para el reconocimiento de otras biomoléculas. (Rodney, 2000; Strayer *et al* 2008)

En los vegetales se sintetiza la glucosa por fotosíntesis a partir de bióxido de carbono y agua; se almacena como almidón o forma parte de la estructura de soporte vegetal como celulosa. (Belitz, 2009; Murray, *et al*, 2010)

1.1.2 Definición

Los carbohidratos son moléculas biológicas compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno. Antiguamente se les conocía como “hidratos de carbono”. (Belitz, 2009; Voet *et al*, 2006)

Aunque el termino de azúcares o glúcidos (glykos = dulce) está mal empleado porque no todos son dulces; el almidón, por ejemplo, es insípido. En cambio, el aminoácido glicina es dulce y no es un carbohidrato. (Freduchi *et al*, 2011)

La palabra sacárido significa azúcar. En conclusión, aunque los nombres propuestos (azúcares, glúcidos, carbohidratos, hidratos de carbono, sacáridos) para designar este tipo de compuestos no son adecuados del todo, se utilizan como sinónimos pero los más aceptados son: glúcidos o carbohidratos. (Belitz, 2009; Murray *et al*, 2010)

1.1.3 Química de los carbohidratos

Su fórmula general $C_n(H_2O)_n$ es decir, hay una molécula de agua por átomo de carbono que motivó la denominación de hidratos de carbono o carbohidratos. Sin embargo, estudios estructurales de estos compuestos revelaron que no eran hidratos, pues se considera hidrato al compuesto que fija una molécula de agua; la fórmula anterior no corresponde a las propiedades de estos compuestos debido a que las moléculas de agua no están individualizadas en la molécula del carbohidrato. (Lehninger, 2002; Rodney, 2000; Voet *et al*, 2006)

Existen carbohidratos como la desoxirribosa cuya fórmula general ($C_5H_{10}O_4$) no conserva la relación descrita. Por otro lado, hay compuestos que siguen esa

relación y no son carbohidratos, el formol: $C(H_2O)$, el ácido acético: $C_2(H_2O)_2$ y el ácido láctico: $C_3(H_2O)_3$. (Murray *et al*, 2010)

Algunos carbohidratos pueden estar modificados conteniendo otros grupos como fosfato, sulfato o amino. (Belitz, 2009; Freduchi, *et al* 2011)

1.1.4 Clasificación

1.1.4.1 Monosacáridos.

Los monosacáridos o azúcares simples son los carbohidratos más sencillos, no se hidrolizan, es decir no se descomponen en otros compuestos más simples. Poseen de tres a siete átomos de carbono y su fórmula empírica es $(CH_2O)_n$, donde $n \geq 3$. Se nombran haciendo referencia al número de carbonos (3-7), y terminan con el sufijo -osa. El principal monosacárido es la glucosa.

Los carbohidratos se clasifican en aldehídos o cetonas, por su estructura química, pueden considerarse derivados aldehídicos o cetónicos. (Murray *et al*, 2010; Rodney, 2000).

Siguiendo la fórmula empírica $C(H_2O)_n$ para $n=1$ el compuesto es formaldehído, un gas tóxico cuyas propiedades tienen poco en común con las de los carbohidratos.

Cuando $n=2$ el compuesto es un glucoaldehído, aún no se conoce la importancia biológica de este compuesto, sin embargo, su derivado, el ácido glucónico, es un intermediario en el metabolismo de plantas y microorganismos. (Belitz, 2009; Murray *et al*, 2010)

Los compuestos más pequeños que generalmente se consideran como carbohidratos naturales importantes son las triosas $n=3$, como el gliceraldehído

(compuesto que tiene un aldehído) y la dihidroxiacetona (compuesto que tiene una cetona). (Belitz, 2009; Murray *et al*, 2010)

Los monosacáridos para $n = 5, 6$ y 7 , se denomina pentosas, hexosas y heptosas respectivamente, también entre estos existen aldosas o cetosas. (Freduchi, *et al* 2011)

La ribosa, con cinco átomos de carbono (aldopentosa), es un componente del RNA. El carbohidrato más común es la glucosa, una aldohexosa siendo un monosacárido de mayor importancia. La glucosa, manosa y galactosa son las aldohexosas más abundantes. La cetosa más abundante es la fructosa. (Belitz, 2009)

1.1.4.2 Disacáridos

La unión de dos monosacáridos mediante el enlace O-glucosídico producirá una gran variedad de disacáridos, dependiendo de los monómeros que participen en el enlace y los grupos que reaccionen en el mismo. Producen dos moléculas de monosacáridos por hidrólisis. (Murray *et al*, 2010; Rodney, 2000)

Los disacáridos más comunes en la naturaleza son los que se forman por la unión de al menos una molécula de glucosa. La lactosa o azúcar de la leche está formada por galactosa y glucosa; la sacarosa formada por la unión entre la glucosa y la fructosa; la sacarosa es el azúcar de mesa común. (Freduchi, *et al* 2011; Murray *et al*, 2010)

1.1.4.3 Oligosacáridos

Los oligosacáridos son moléculas constituidas por la unión de 2 a 10 monosacáridos unidos mediante enlaces de tipo glucosídicos; mediante la pérdida de una molécula de agua formando así un enlace de tipo éter. (Murray *et al*, 2010; Rodney, 2000)

Los oligosacáridos están asociados a lípidos y proteínas y se localizan en la cara externa de la membrana plasmática con la función de reconocimiento y señalización. (Voet *et al*, 2006)

1.1.4.4 Polisacáridos

La mayoría de los carbohidratos se encuentran en la naturaleza formando polímeros de gran masa molecular y tamaño, es decir en forma de polisacáridos, también denominados glucanos. Si se considera a la naturaleza de los monosacáridos que los comprenden, se podrán clasificar en homopolisacáridos, formados por el mismo tipo de monosacáridos o heteropolisacáridos si están formados por diferentes tipos de monosacáridos. Además también podrán diferir en la longitud y disposición de las cadenas en forma lineal o ramificada según como estén enlazados. (Freduchi, *et al* 2011; Murray *et al*, 2010)

La principal manera que tiene los organismos de almacenar glucosa cuando no la necesitan es crear grandes polímeros que se acumulan en forma de gránulos en el interior de las células, las plantas la almacenan en forma de almidón y los animales en forma de glucógeno, las bacterias y levaduras en forma de dextranos.

El glucógeno es el polisacárido de reserva principal de las células animales, está altamente ramificado cada 8-12 residuos de glucosa, tiene una masa molecular muy alta pudiendo alcanzar varios millones; se almacena principalmente en el hígado y en el músculo en forma de gránulos donde se acumulan varias moléculas individuales de gran tamaño. (Rodney, 2000)

De esta forma la glucosa provee de energía a las células y esto la hace convertirse en el carbohidrato más importante, sin ella ninguna función biológica se podría llevar a cabo. (Murray *et al*, 2010; Rodney, 2000)

1.2 METABOLISMO DE CARBOHIDRATOS

1.2.1 Digestión y absorción de los carbohidratos

Los carbohidratos que se ingieren en la dieta son principalmente polisacáridos y en menor proporción monosacáridos o disacáridos. Los polisacáridos se encuentran presentes en diferentes alimentos como en los cereales, legumbres y tubérculos. Mientras que los monosacáridos y disacáridos se encuentran en la leche, frutas y azúcar. (Murray et al, 2010; Rodney, 2000)

Las primeras enzimas que participan en la degradación de los polisacáridos son las ptialinas o α -amilasas salivales y después las α -amilasas pancreáticas. Las enzimas α -amilasas salivales se caracterizan por tener un pH óptimo de 6.7, teniendo acción limitada por el poco tiempo que permanecen los alimentos en la boca.

Las α -amilasas pancreáticas, ejercen su acción en el intestino delgado, siendo vertidas en este tras el vaciado gástrico. Estas enzimas pancreáticas podrían ser consideradas como las principales enzimas de la degradación de los polisacáridos y oligosacáridos; permitiendo su hidrólisis y de esta manera obtener moléculas de glucosa. (Murray *et al*, 2010)

La degradación de los disacáridos al ser ingeridos, pueden ser directamente hidrolizados en la superficie de la mucosa intestinal por la acción de un conjunto de enzimas: maltasa, lactasa o sacarasa.

Finalizado el proceso de digestión, la mayor parte de los monosacáridos por absorber son glucosa y en menor cuantía fructosa y galactosa. La glucosa formada por la digestión de los carbohidratos de la dieta, se absorbe por el intestino. (Murray *et al*, 2010; Voet *et al*, 2006)

1.2.2 Transporte

El transporte de la D-glucosa a través de la membrana de la mucosa del enterocito se lleva a cabo mediante cotransporte sódico. La absorción intestinal aporta mayoritariamente glucosa a la sangre a favor de un gradiente de concentración. El paso se realiza por medio de transportadores de glucosa (GLUTs). (Blanco, 2006; Voet *et al*, 2006)

Los GLUTs son proteínas transmembranales encargadas del ingreso de los monosacáridos a todas las células del organismo. Se han identificado trece isoformas diferentes (GLUT-1 a GLUT-13), cuya ubicación y cinética está adaptada a las necesidades metabólicas de los distintos tejidos del organismo, siendo la isoforma GLUT-2 la que se expresa en el enterocito. (Blanco 2006, Murray *et al*, 2010)

La glucosa, es una fuente importante de energía. Los niveles de glucosa sanguínea se deben mantener para permitir el metabolismo de aquellos tejidos que utilizan glucosa como sustrato primario (sistema nervioso, glóbulos rojos, placenta). Esto se consigue mediante una regulación entre la captación periférica y la producción hepática de glucosa, manteniéndose en ayuno unos niveles de glucosa en sangre de 60 a 90 mg/dL. (Murray *et al*, 2010; Rodney, 2000)

Las características cinéticas de los transportadores de glucosa son especificidad, competencia por los sitios activos y saturación.

1.2.3 Regulación hormonal de los niveles de glucosa

La regulación de la glucosa sanguínea se encuentra principalmente bajo control hormonal, siendo la insulina y el glucagón las principales hormonas responsables; aunque la adrenalina, los glucocorticoides, la hormona del crecimiento y las hormonas tiroideas afectan también al metabolismo de los carbohidratos. (Murray *et al*, 2010; Voet *et al* 2006)

La elevación de la glucosa sérica (hiperglucemia), tras el aporte de alimentos causa, de inmediato, un aumento de la secreción pancreática de insulina e inhibición de la secreción de glucagón. La insulina actúa en diferentes sitios ya sean órganos o tejidos; regula la homeostasis de la glucosa ejerciendo su función en hígado, músculo y tejido adiposo; favorece el almacenamiento de energía. (Blanco, 2006; Murray *et al*, 2010)

La disminución de la glucosa sérica (hipoglucemia) desencadena una serie de mecanismos pancreáticos opuestos, que conllevan la inhibición significativa de la secreción de insulina y aumento de la secreción de glucagón. Éste cuya acción es opuesta a la de la insulina, actúa movilizandando las reservas endógenas de glucosa. (Murray *et al*, 2010; Rodney, 2000)

1.2.4 Bioquímica de los carbohidratos

El metabolismo de los carbohidratos presenta variadas vías; catabólicas y anabólicas entre las que se encuentran la glucólisis, glucogenolisis, gluconeogénesis y glucogénesis. (Murray *et al*, 2010; Rodney, 2000)

1.2.4.1 Glucólisis

La glucólisis es la ruta degradativa de la glucosa, la principal molécula energética del organismo. Es una de las rutas más importantes del metabolismo ya que constituye uno de los primeros pasos en el procesamiento y aprovechamiento de la glucosa para la obtención de energía. (Blanco, 2006; Voet *et al*, 2006)

El tipo de glucólisis más común y conocida es la vía de Embden-Meyerhoff; la ruta se encuentra estructurada en diez reacciones enzimáticas que permiten la

transformación de una molécula de glucosa a dos moléculas de piruvato, mediante un proceso catabólico. (Blanco, 2006; Murray *et al*, 2010)

La glucólisis tiene lugar en el citoplasma de la célula, clásicamente la glucólisis se divide en dos fases: la fase preparativa y la fase de beneficios o de rendimiento energético.

La fase preparativa implica la transformación y escisión de la glucosa en dos triosas fosfato, el gliceraldehído -3-fosfato y la dihidroxiacetona fosfato; entre las cuales existe un equilibrio. En esta fase se produce un gasto energético: dos moléculas de ATP por molécula de glucosa. La finalidad de esta fase es la de preparar las moléculas de glucosa, para su posterior procesamiento. (Blanco, 2006; Murray *et al*, 2010)

La fase de beneficios o de rendimiento energético implica la transformación de la molécula de gliceraldehído-3-fosfato en piruvato mediante una serie de reacciones que liberan energía. Se obtienen cuatro moléculas de ATP y dos de NADH + H⁺ por molécula de gliceraldehído-3-fosfato, por lo que se libera más energía que la gastada en la fase preparatoria, lo que da una ganancia neta de 2ATP y 2 NADH + H⁺ por molécula de gliceraldehído-3-fosfato. (Murray *et al*, 2010; Voet *et al*, 2006)

La energía que se obtiene de la oxidación del gliceraldehído-3-fosfato la aprovecha la célula para desempeñar todo tipo de funciones celulares. Esta fase de rendimiento se produce dos veces por cada molécula de glucosa que se hidroliza, ya que cada una de las vueltas se metaboliza una de las dos triosas fosfato en las que se escindió la glucosa. (Murray *et al*, 2010; Voet *et al*, 2006)

La ecuación global o balance de la glucólisis y de cada una de las fases de la glicólisis se muestra en la Figura 1.

Glucosa + 2 ATP → Gliceraldehído- 3- fosfato + dihidroxiacetona fosfato + 2ADP

Glucosa + 2 ATP→ Gliceraldehído-3-fosfato + 2ADP

Gliceraldehído-3-fosafato + 2ADP+ NAD⁺ + Pi → Piruvato + 2ATP + NADH + H⁺ + H₂O

Glucosa + 2 ADP+ 2 NAD⁺ + 2Pi → 2 Piruvato + 2ATP + 2 NADH + 2H⁺ + 2H₂O

Figura 1. Ecuación global de la glucólisis

1.2.4.2 Glucogenólisis

Es un proceso catabólico llevado a cabo en el citoplasma de la célula; consiste en la remoción de un monómero de glucosa de una molécula de glucógeno mediante fosforilación para producir glucosa 1 fosfato, que después se convertirá en glucosa 6 fosfato, intermediario de la glucólisis.

Esta vía es regulada por la hormona glucagón, secretada por las células α de los islotes de Langerhans del páncreas; degrada glucógeno almacenado y lo transforma en glucosa para así aumentar la glucosa en sangre. En la Figura 2 se muestran las series de reacciones. (Murray *et al*, 2010; Voet *et al* 2006)

Glucógeno + fosforilasatransferasa Pi+ enzima desramificante →Glucosa 1-fosfato

Glucosa 1-fosfato + fosfoglucomutasa→ Glucosa 6-fosfato

Glucosa 6-fosfato +glucosa- 6- fosfatasa→ Glucosa

Glucosa 6-fosfato→ Glucólisis

Figura 2. Ecuación global de la glucogenólisis

1.2.4.3 Gluconeogénesis

La gluconeogénesis es la ruta que utilizan las células para sintetizar moléculas de glucosa. Esta vía permite suministrar glucosa a los tejidos cuando el aporte de la dieta o los niveles presentes en sangre no son adecuados; comparte una serie de reacciones con la glucólisis, concretamente los pasos reversibles. (Blanco, 2006; Rodney, 2000)

La gluconeogénesis va a permitir sintetizar glucosa a partir de piruvato, a través de un proceso anabólico que requiere una importante inversión de energía, en forma de moléculas de ATP y NADH + H⁺. (Murray *et al*, 2010; Voet *et al*, 2006)

La gluconeogénesis también permite la síntesis de glucosa a partir de diversos precursores no glucosídicos, entre los que se pueden encontrar aminoácidos, lactato, glicerol o intermediarios del ciclo de Krebs como fuentes de carbono. (Murray *et al*, 2010; Rodney, 2000)

Para evitar los pasos irreversibles que se originan en la glucólisis, la gluconeogénesis utiliza una serie de reacciones alternativas catalizadas por enzimas diferentes. Los tres pasos irreversibles de la glucólisis son síntesis de fosfoenolpiruvato, conversión de la fructosa-1-6-bisfosfato en fructosa-6-fosfato y formación de glucosa a partir de glucosa-6-fosfato; en la Figura 3 se muestran las reacciones que se llevan a cabo durante la gluconeogénesis. (Murray *et al*, 2010; Voet, 2006)

Piruvato + piruvatocarboxilasa + ATP → oxaloacetato + ADP

Oxaloacetato + PEP carboxiquinasa + GTP → fosfoenolpiruvato + GDP

Fosfoenolpiruvato ↔ 3- fosfoglicerato

3-fosfoglicerato + fosfoglicerato quinasa → 1,3- bisfosfoglicerato

1,3- bisfosfoglicerato + NADH + H ↔ fructosa-1,6 difosfato

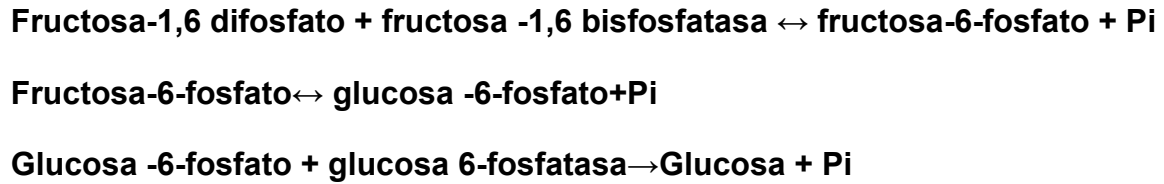


Figura 3. Reacciones de la gluconeogénesis

1.2.4.4 Glucogénesis

La glucogénesis es la ruta anabólica por la que tiene lugar la síntesis de glucógeno a partir de un precursor más simple, la glucosa-6-fosfato. Se lleva a cabo principalmente en el hígado, y en menor medida en el músculo. El glucógeno se forma por la incorporación repetida de unidades de glucosa, a una molécula preexistente llamada glucogenina (menor a cuatro moléculas de glucosa unidas). (Rodney, 2000; Voet *et al*, 2006)

La glucogénesis es estimulada por la hormona insulina, secretada por las células β de los islotes de Langerhans del páncreas y es inhibida por el glucagón. En la Figura 4 se muestran una serie de reacciones que describen el proceso de la glucogénesis. (Murray *et al*, 2010; Rodney, 2000)

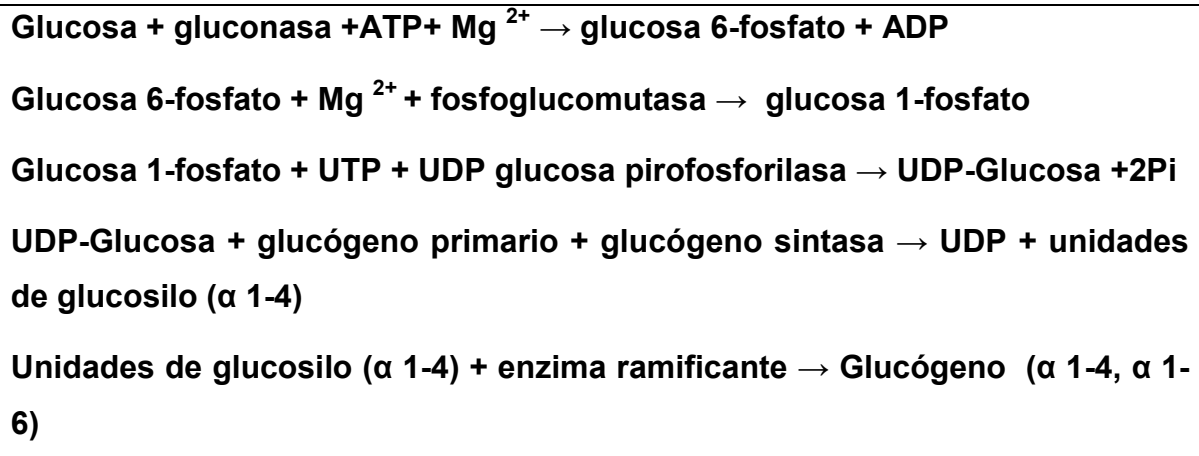


Figura 4. Proceso de glucogénesis

1.3 DIABETES

1.3.1 Importancia clínica

La enfermedad más común relacionada con el metabolismo de los carbohidratos, es la Diabetes mellitus que se caracteriza por la presencia de niveles elevados de glucosa en sangre. (SSA, 2010)

La diabetes es una de las cuatro enfermedades no transmisibles (ENT) prioritarias identificadas por la OMS. Se encuentra entre las 10 principales causas de discapacidad en el mundo y socava la productividad y el desarrollo humano. De no emprenderse ninguna acción, se prevé que el número de personas con diabetes aumentará. (Rodríguez, 2001)

A nivel mundial en el año 2014, la Federación Internacional de Diabetes (FID), determino que más de 382 millones de personas viven con dicha enfermedad; se estima que para el año 2035 el número de personas diabéticas se incremente a 592 millones (población adulta de 20 a 79 años de edad). (FID, 2011)

En México en el año 2012 la ENSANUT revelo que la incidencia de 6.4 millones de diabéticos y para el 2025 se cree que será de 11.9 millones, de no emprenderse una acción. (INSP, 2012)

Ningún país, ni sector de ninguna sociedad es inmune. El desafío es reducir los costos humanos y económicos mediante un diagnóstico precoz, un control eficaz y la prevención contra el desarrollo de nuevos casos en diabetes en la medida de lo posible. (Coppeé, 1998)

Los líderes políticos y empresariales mundiales y nacionales son cada vez más conscientes de la magnitud y las consecuencias de la epidemia de diabetes. La decisión de celebrar la cumbre de alto nivel de la ONU de 2011 sobre enfermedades no transmisibles (ENT) ha colocado la diabetes y al resto de las

ENT principales en la agenda de la sanidad mundial. Cada vez se es más consciente de que invertir en la prevención y el tratamiento de la diabetes aporta beneficios sustanciales en otras áreas de enfermedad y en productividad y desarrollo humano. (FID, 2011)

1.3.2 Definición

La Diabetes, es una enfermedad sistémica, crónico-degenerativa, de carácter heterogéneo, con grados variables de predisposición hereditaria y con participación de diversos factores ambientales; se caracteriza por hiperglucemia crónica debido a la deficiencia en la producción o acción de la insulina, lo que afecta al metabolismo carbohidratos. (FID, 2011)

La diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. La insulina es una hormona que regula la glucosa en la sangre. (OMS, 2015)

La insulina es una hormona que se fabrica en el páncreas y permite que la glucosa de los alimentos pase a las células del organismo, en donde se convierte en energía para que funcionen los músculos y los tejidos. Como resultado, una persona con diabetes no absorbe glucosa adecuadamente, de modo que esta queda circulando en la sangre (hiperglucemia) y dañando órganos y tejidos con el paso del tiempo. Este deterioro causa complicaciones para la salud potencialmente letales. (FID, 2011)

1.3.3 Clasificación

De acuerdo a la FID y a la OMS; Hay tres tipos principales de diabetes:

- Diabetes tipo 1
- Diabetes tipo 2
- Diabetes mellitus gestacional (DMG)

Aunque también es importante mencionar que hay una clasificación más amplia de la diabetes que se muestra en el Esquema 1.

1.3.3.1 Diabetes tipo 1.

Es una enfermedad autoinmune en la que existe destrucción de células beta del páncreas, que son las células productoras de insulina y se caracteriza por una deficiencia absoluta de insulina.

Los pacientes pueden ser de cualquier edad, aunque se desarrolla con más frecuencia en niños y jóvenes adultos de menos de 30 años de edad. Es idiopática es decir de irrupción espontánea o de causa desconocida. Hasta la fecha, no existe una terapia demostrada y al alcance de todos para prevenir o curar la diabetes tipo 1. (FID, 2011; SSA, 2010)

1.3.3.2 Diabetes tipo 2.

Este tipo de diabetes se caracteriza por presentar resistencia a la insulina y en forma concomitante una deficiencia en su producción, puede ser absoluta o relativa. Suele presentarse con más frecuencia en personas de mediana edad regularmente mayores de 30 años; aunque también puede presentarse en niños, adolescentes y adultos jóvenes con problemas de sobrepeso. (FID, 2011; SSA, 2010)

La diabetes tipo 2 es el tipo más común de diabetes; el organismo puede producir insulina pero o bien no es suficiente o el organismo no responde a sus efectos provocando una acumulación de glucosa en sangre.

1.3.3.3 Diabetes gestacional

Es la alteración en el metabolismo de los carbohidratos que se detecta por primera vez durante el embarazo, se caracteriza por presentar resistencia a la insulina. Una DMG no diagnosticada o adecuadamente tratada puede provocar que el bebé presente un peso mayor de lo normal y la posibilidad de desarrollar diabetes tipo 2 con el paso del tiempo. (SSA, 2010)

Cuando la diabetes gestacional se desarrolla en una etapa avanzada de la gestación, el bebé ya está bien formado y aunque siga creciendo; el riesgo es menor que los de cuyas madres tienen diabetes tipo 1 o tipo 2 antes del embarazo. (FID, 2011)

Esquema 1. Clasificación de la DM según la Asociación Americana de Diabetes

Diabetes Mellitus tipo 1; con destrucción de las células β , usualmente llevan a una deficiencia absoluta de insulina: a. Autoinmune b. Idiopática
Diabetes Mellitus tipo 2; varía desde la resistencia a la insulina a insuficiencia relativa de secreción de insulina
Otras formas específicas de Diabetes: a. Defectos genéticos de la función de la célula β b. Defectos genéticos de la acción de la insulina c. Enfermedades del páncreas exocrino d. Endocrinopatías e. Inducida por drogas o químicos f. Infecciones g. Formas raras de Diabetes Inmuno mediada h. Síndromes genéticos asociados a Diabetes
Diabetes Mellitus gestacional

1.3.4 Factores de riesgo

Los factores de riesgo de esta enfermedad dependen del tipo de diabetes. En el caso de la tipo 1, la causa una reacción autoinmune del sistema de defensa del cuerpo que ataca a las células que producen la insulina y se presenta en pacientes con antecedentes familiares directos.

La diabetes tipo 2, además del antecedente heredofamiliar, depende de estilos de vida como son el sobrepeso, dieta inadecuada, sobrealimentación o desnutrición; inactividad física, edad avanzada, hipertensión, etnicidad, intolerancia a la glucosa, dislipidemias, entre otros.

1.3.5 Síntomas

Se consideran como síntomas clásicos de la diabetes, poliuria, polidipsia, polifagia y la pérdida de peso; además cansancio extremo o falta de energía; lentitud en la curación de heridas, infecciones recurrentes y visión borrosa.

1.3.6 Detección

A los individuos, se les debe determinar la glucosa sérica en ayuno o una determinación de glucosa sérica casual. Si la glucosa sérica en ayuno es < 110 mg/dL o en la determinación de glucosa sérica casual es < 140 mg/dL; se les recomendará realizarse cada año la prueba. Pero si la determinación de glucosa sérica en ayuno o de tipo casual es ≥ 140 mg/dL, se procederá a la confirmación diagnóstica. (FID, 2011)

1.3.7 Diagnóstico

1.3.7.1 Prediabetes.

Cuando la glucosa en ayuno es ≥ 100 mg/dL y ≤ 125 mg/dL. O cuando dos horas post-carga oral con 75 g de glucosa anhidra es ≥ 140 mg/dL y ≤ 199 mg/dL. (SSA, 2010)

1.3.7.2 Diabetes.

Presencia de síntomas clásicos (polidipsia, poliuria y polifagia) y glucosa sérica casual > 140 mg/dL; glucosa sérica en ayuno > 126 mg/dL y glucosa sérica > 200 mg/dL a las dos horas después de una carga oral de 75 g de glucosa anhidra. (SSA, 2010)

Para el caso de la diabetes gestacional; antes de efectuar la prueba de tolerancia a la glucosa, se deberá realizar la prueba de detección en toda embarazada entre las semanas 24 y 28 de gestación.

1.3.7.3 Curva de tolerancia a la glucosa

Si el valor de glucemia en ayuno es igual o mayor a 126 mg/dL, la realización de la prueba está contraindicada, pues se corre el riesgo de provocar un shock hiperglucémico.

Si la glucemia en ayuno es menor de 126 mg/dL, entonces se le administra al paciente una carga de glucosa, 75 gramos de glucosa disuelta en 250 miligramos de agua (1.75 g de glucosa / Kg de peso corporal); posteriormente, se toman muestras de sangre a intervalos regulares de tiempo, de acuerdo con alguno de los muestreos convencionales: Una muestra cada hora hasta las dos horas (tres muestras), o en el mejor de los casos, una muestra cada 30 minutos hasta las 2 horas (5 muestras). Si la glucemia en la muestra de las dos horas es igual o superior a los 200 mg/dL, se diagnostica Diabetes Mellitus. (ADA, 2011; SSA, 2010)

1.3.8 Complicaciones de la Diabetes

Si no se trata o controla adecuadamente, la diabetes puede causar complicaciones crónicas que pueden ser devastadoras e irreversibles, como ceguera, insuficiencia renal, amputación, cardiopatía, accidente vascular cerebral; síndrome metabólico, caracterizado por la resistencia a la insulina y se presenta de manera conjunta con hipertensión arterial, obesidad, dislipidemias e hiperuricemia; aunque también puede ocasionar complicaciones agudas como el coma diabético. (Benito, 2015; Ortega, 2015)

1.3.9 Prevención

La prevención de la diabetes y sus complicaciones implica un conjunto de acciones adoptadas para evitar su aparición o progresión a través de un equipo multidisciplinario y además tener control del peso corporal; actividad física adecuada y una alimentación saludable. (NOM-015; SSA, 2010)

1.3.10 Alcances

No existe una cura para la diabetes. Por lo tanto, la forma de controlar este desorden es, manteniendo los niveles de glucosa en la sangre lo más cercano posible a los normales; a través de las medidas de prevención mencionadas anteriormente. (FID, 2011)

1.3.11 Tratamiento

El tratamiento de la diabetes tiene como propósito aliviar los síntomas, mantener el control metabólico, prevenir las complicaciones agudas y crónicas, mejorar la calidad de vida y reducir la mortalidad por esta enfermedad o sus complicaciones. (NOM-015; SSA, 2010)

El plan de manejo puede ser desde el punto de vista farmacológico y no farmacológico para que el paciente diabético logre niveles normales de glucosa, colesterol total, triglicéridos, presión arterial y HbA1c. (NOM-015; SSA, 2010)

Las medidas no farmacológicas consisten en un plan de alimentación, control de peso y actividad física. El plan farmacológico se realizara con medicamentos entre los que pueden utilizarse sulfonilureas, biguanidas, insulinas o las combinaciones de estos medicamentos. (NOM-015; SSA, 2010)

1.4 SISTEMA URINARIO

1.4.1 Fisiología Renal

El sistema urinario es el encargado de eliminar productos de desecho de nuestro organismo; es decir sustancias innecesarias en la sangre y su expulsión en orina, como productos nitrogenados (urea, amoníaco) y iones Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , H^+ , que tienden a acumularse en exceso; así como la reabsorción de sustancias necesarias. (Henstreet, 1998)

Así mismo participa en la regulación de la presión arterial por la excreción de cantidades variables de sodio y agua; además interviene en la regulación hormonal de la renina que conduce a la formación angiotensina.

Controla el equilibrio ácido básico mediante la excreción de ácidos y la regulación de los depósitos de amortiguadores de líquidos corporales.

Secreta eritropoyetina que estimula a la médula ósea para la producción de eritrocitos; además interviene en la síntesis de vitamina D, que en su forma activa 1,25-dihidroxicolecalciferol, regula la cantidad de calcio en los huesos. (Guyton *et al*; 1996)

1.4.2 Riñón

Los riñones son el sitio donde se forma la orina, se encuentran a cada lado de la columna vertebral y con la superficie cóncava orientada hacia esta; de cada riñón entran y salen vasos sanguíneos que transportaran la sangre para ser filtrada. (Berne *et al* 1992; Henstreet, 1998)

Cada riñón está protegido por tres capas (cápsula renal, cápsula adiposa y fascia renal). Además está constituido por dos regiones; la corteza renal y la médula renal. (Ganong, 1994; Guyton *et al*, 1996).

Cada día, los riñones de una persona procesan aproximadamente 190 L de sangre para eliminar alrededor de 2 L de productos de desecho y agua los cuales se convierten en orina. Estos productos de desecho provienen principalmente del metabolismo de los alimentos. (Henstreet, 1998)

1.4.3 Nefrona

Es la unidad estructural y funcional del riñón, encargada de filtrar sangre y fabricar orina. Cada riñón está constituido por un millón de nefronas y cada una de ellas es capaz de formar orina. Hay dos tipos de nefronas las corticales y yuxtapasales. (Guyton *et al*, 1996)

Una nefrona está estructurada por la **cápsula de Bowman**, la cual se encuentra en la corteza renal y está a su vez rodea al **glomérulo** que consiste en un ovillo de capilares y se encarga filtrar una gran cantidad del líquido de la sangre.

El **túbulo renal** recibe el líquido filtrado que posteriormente se vuelve orina; además se lleva a cabo la reabsorción de sustancias útiles; iones sodio , iones potasio, glucosa, aminoácidos y agua; excretando sustancias nocivas como el ácido úrico. (Ganong, 1994; Guyton *et al*, 1996; Henstreet, 1998).

El túbulo renal está constituido por tres áreas; el tubo contorneado proximal, en contacto con la cápsula de bowman; el asa de Henle, con forma de horquilla y el tubo contorneado distal; que comunica con el tubo colector. (Henstreet, 1998)

1.4.4 Vías urinarias

Las vías urinarias se conforman por los uréteres, la vejiga y la uretra; la orina que se ha formado en la nefrona pasa a los túbulos colectores y de ahí llega a unas estructuras cónicas denominadas cálices, que desembocan en un conducto conocido como **uréter**; hay un uréter en cada riñón y conectan al riñón con la vejiga, miden entre 25 y 30 cm de longitud. (Berne *et al*, 1992; Guyton *et al*, 1996)

La orina se fluye por los uréteres gracias a la presión hidrostática, la gravedad y los movimientos peristálticos; de ahí pasa a la vejiga y no ocurren cambios importantes en su composición. (Ganong, 1994)

La **vejiga urinaria**, es un órgano muscular hueco, situado en la zona anterior del recto en los hombres y por detrás de la vagina y debajo del útero en las mujeres. Su morfología es variable en función de la cantidad de orina que almacene; es aplanada cuando está vacía y esférica cuando se llena; tiene capacidad de entre 700 y 800 mL, aunque cuando sobrepasa los 200 mL, los sensores de tensión envían señales que marcan el comienzo del deseo consciente de micción. (Berne *et al*, 1992; Guyton *et al*, 1996)

La **uretra** es un conducto que comunica la vejiga, con el exterior; en mujeres, es un tubo oblicuo de entre 3.5 y 4 cm de longitud, que se abre un poco por encima de la vagina. En cambio, en los hombres mide unos 20 cm y cruza la próstata, el diafragma urogenital y el pene. Tanto en hombres como en mujeres, el diafragma urogenital contiene una capa de músculo llamado esfínter externo de la vejiga, que puede usarse de manera consciente para evitar la micción. (Ganong, 1994)

1.4.5 Filtración, Reabsorción, Formación de orina y Micción.

La formación de la orina es el resultado de la filtración glomerular, la reabsorción y secreción tubular; como ya se mencionó una de las funciones primarias del riñón es la eliminación de las sustancias innecesarias de la sangre y su expulsión por la orina, devolviendo a la sangre las sustancias que si son necesarias.

El primer paso para la realización de esta función es la filtración del líquido a través de los capilares glomerulares hacia los túbulos renales en el proceso denominado filtración glomerular. A medida que el filtrado glomerular fluye por los túbulos, su volumen disminuye y se modifica su composición gracias a la reabsorción tubular y a la secreción tubular, cada una de las cuales son muy variables y dependen de las necesidades del organismo.

La micción es el proceso por el que la vejiga urinaria se vacía cuando está llena; primero la vejiga se llena de manera progresiva hasta que la tensión de las paredes supera un umbral que pone en marcha el reflejo miccional que una vez activado vacía la vejiga o produce un deseo consciente de orinar. (Guyton, *et al*; 1996)

1.4.6 Presencia de glucosa en orina

La glucosa se reabsorbe por completo en los túbulos renales, por lo que su tasa de excreción urinaria es prácticamente nula; la glucosa se transporta a través de la membrana por medio de transporte activo secundario junto con el sodio; el sodio se difunde a favor de gradiente electroquímico y la energía liberada se emplea para el transporte de glucosa en contra de gradiente electroquímico.

Como ya se mencionó, la glucosa se transporta de forma activa y su transporte es máximo; es decir una tasa máxima de reabsorción. Cuando la carga filtrada de la glucosa supera la capacidad de reabsorción tubular y el exceso se excreta y aparece la glucosa en orina partir de una concentración plasmática de glucosa entre 160 a 180 mg/dL. (Guyton, *et al*; 1996)

Normalmente, la glucosa no se encuentra en la orina, aunque cantidades mínimas son eliminadas por los riñones sanos 30 mg/dL; esta cantidad suele encontrarse por debajo del nivel de sensibilidad de este análisis. (Berne *et al*, 1992)

1.5 METODOS DE DETECCION DE GLUCOSA EN FLUIDOS FISIOLÓGICOS

Los métodos para determinar la concentración de glucosa se clasifican en dos grandes grupos; métodos enzimáticos que son los más empleados, utilizan enzimas como reactivos (glucosa oxidasa, hexoquinasa) y los métodos basados en el poder reductor de los hidratos de carbono (reacción de Benedict, método de la o-toluidina). Ambos métodos se pueden utilizar para determinar la glucosa en muestras de suero, orina y líquidos corporales. (Bender, 1992)

1.5.1 Métodos enzimáticos

El método de hexoquinasa, es un método de referencia que se basa en la fosforilación de la glucosa por la enzima hexocinasa, formándose glucosa-6-fosfato y en una reacción la glucosa-6-fosfato es reducida a 6-fosfogluconato, catalizada por glucosa-6-fosfato-deshidrogenasa (G6PD), con reducción paralela de la coenzima NAPD a NADPH. El aumento en la concentración de NADH en el medio es proporcional a la concentración de glucosa presente en la muestra ensayada. En la Figura 5 se muestra la reacción global de la hexoquinasa. (Spinreact, 2010)

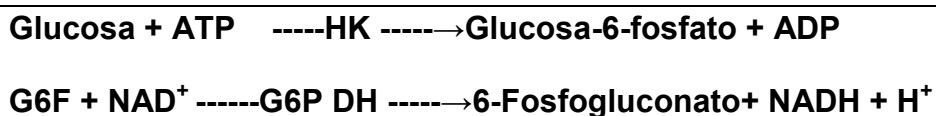


Figura 5.Método hexoquinasa.

El método de la glucosa oxidasa o trinder se basa en la oxidación de la glucosa por la enzima glucosa oxidasa, formando ácido glucónico y peróxido de hidrogeno El peróxido de hidrógeno producido se detecta mediante un aceptor cromogénico de oxígeno, fenol-aminofenazona en presencia de la peroxidasa que cataliza la descomposición del peróxido de hidrogeno lo que provoca oxidación de un

cromógeno que pasa de su forma reducida (incolora) a su forma oxidada (coloreada). La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de glucosa presente en la muestra ensayada. Y consiste en dos reacciones acopladas. En la Figura 6 se muestra la reacción global con glucosa oxidasa. (MEXLAB, 2011; UNAM 2009)

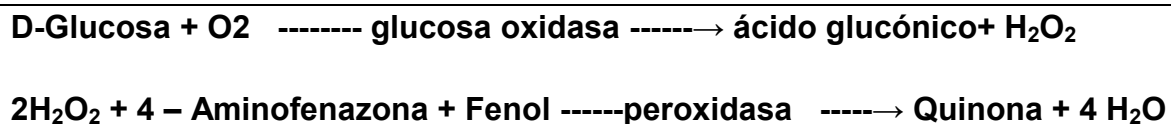


Figura 6. Método Glucosa oxidasa

La glucosa presente en la muestra se cuantifica por espectrofotometría a 340 nm; por un método semi o automatizado; el incremento de absorbancia es directamente proporcional a la concentración de glucosa en la muestra. El límite de detección va de 0.04 mg/dL hasta 500 mg/dL que es el límite de linealidad.

La glucosa en suero o plasma es estable al menos 3 días entre 2-8°C. Los anticoagulantes de uso corriente como la EDTA, oxalato, heparina o fluoruro no afectan los resultados. La hemólisis hasta 0,3 g/dL de hemoglobina no interfiere. No se han observado interferencias por hemoglobina (4 g/L); bilirrubina (20mg/L); creatinina (100mg/L), galactosa (1g/L). (Spinreact, 2010)

1.5.2 Métodos basados en el poder reductor de los hidratos de carbono

El método de Benedict se basa en la capacidad que tiene la glucosa para reducir los iones cúpricos (Cu²⁺) a iones cuprosos (Cu⁺). Este detecta azúcares reductores (glucosa, fructosa, lactosa y maltosa), que reducen las sales cúpricas.

Esta reacción no es específica de la glucosa y puede ser originada por cualquier sustancia reductora presente en orina (creatinina, ácido úrico, ácido ascórbico, entre otros). Lo que puede generar falsos positivos.

El método de la O-toluidina: se basa en la condensación de azúcares reductores con orto-toluidina en un medio ácido produciéndose un cromógeno. Se trata de un método en desuso, entre otras razones porque emplea reactivos corrosivos, no es posible automatizarlo y la O-toluidina es potencialmente cancerígena. (Bender, 1992)

El método actualmente usado en las tiras de orina es el enzimático de la glucosa oxidasa y se muestra por medio de la siguiente reacción. En la Figura 7 se muestra el método de glucosa oxidasa para determinaciones urinarias. (Spinreact, 2010)

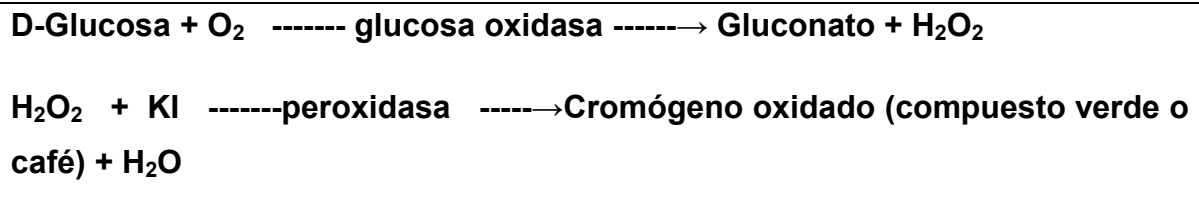


Figura 7. Método de glucosa oxidasa para determinaciones urinarias.

El cromógeno que se utiliza varía de acuerdo a las diferentes tiras reactivas; el más empleado es el yoduro de potasio. (SIEMENS, 2010)

El color formado se mide por espectrofotometría a 630nm, siendo la intensidad de color directamente proporcional a la cantidad de glucosa existente en la misma. El color va desde la tonalidad verde a la tonalidad marrón.

A diferencia del método de Benedict; con el método enzimático de glucosa oxidasa no se conoce ninguna sustancia contenida en la orina que de una reacción positiva. Para una concentración de glucosa de 100 mg/dL no se observan resultados falsos negativos a concentraciones más elevadas de ácido ascórbico.

Como todos los métodos enzimáticos, la reacción es específica para glucosa, pero pueden presentarse algunos falsos positivos debido a la presencia de restos de agentes oxidantes fuertes o peróxido de los desinfectantes usados en el instrumental de laboratorio. (Spinreact, 2010)

CAPITULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó dentro del HGZ No. 2 en Cárdenas Tabasco donde la población a estudiar fue el grupo de derechohabientes que acuden al servicio de laboratorio clínico en el área de química clínica y uroanálisis a toma de muestras, para la realización de estudios de laboratorio.

Estos estudios incluyen la determinación de glucosa en sangre y orina. Se eligieron pacientes del sexo masculino y femenino de 35 a 75 años, donde dicho intervalo de edad corresponde al adulto maduro (35-59 años) y al adulto mayor (60- 75 años). (Barraza, 2004)

La cantidad de pacientes fue de 2125 recibidos en el primer bimestre del 2014 de los cuales 255 casos presentan glucosa en orina y glucosa en sangre con un valor mayor a 100 mg/dL.

El paciente fue citado al laboratorio clínico en condición de ayuno (8 horas) y con la primera orina de la mañana (recolectada antes de acudir al laboratorio clínico).

2.1 OBTENCIÓN DE MUESTRA SANGUÍNEA

Se obtuvo por medio de punción venosa una muestra de sangre, en un tubo colector (tapón rojo), se centrifugo la muestra a 3500 rpm durante 5 minutos, para separar los elementos celulares del suero, el cual se va a utilizar para realizar la determinación de glucosa en sangre. Las muestras de suero para la determinación de glucosa sérica se analizaron en un equipo automatizado de Siemens ADVIA® 1800. (IMSS, 2010)

2.1.1 Criterios de aceptación de la muestra

La muestra es inaceptable si el suero está lipémico, ictérico o hemolizado; si la identificación es inadecuada; si el tubo de recolección no es el adecuado; y/o cuando se haya excedido el tiempo máximo de análisis. La glucosa en suero o plasma es estable 3 días entre 2-8°C; por periodos más prolongados se conserva a -20 °C. (IMSS, 2010)

2.2 OBTENCIÓN DE MUESTRA URINARIA

Para la obtención de la muestra de orina, se les dieron las instrucciones a los pacientes. Se reproduce el documento:

1. Previo a la recolección de orina se debe hacer una limpieza en la zona de los genitales externos; las mujeres que estén menstruando pueden usar tampón vaginal.
2. Recolectar muestra de orina reciente; la primera orina de la mañana, correspondiente al chorro medio descartando el primero y tercero. El frasco debe estar limpio, seco e identificado con los datos generales del paciente como nombre, edad, género, etc.
3. Una vez recolectada la muestra de orina, transportar inmediatamente al laboratorio, protegiendo la muestra de contaminación ambiental y analizarla antes de que transcurran dos horas de recolección de muestra o puede refrigerarse a 4° C hasta un máximo de 24 horas. También pueden añadirse sustancias conservantes y estabilizadoras. (IMSS, 2010)

Estas sustancias disminuyen la oxidación y el crecimiento bacteriano y evitan cambios en el pH. Los más utilizados son el ácido bórico, benzoico, los fenoles, tolueno, formol; algunos de estos permiten la conservación de la orina durante más de 24 horas y evita, en muchas ocasiones, resultados falsos positivos. (IMSS, 2010)

No analizar la muestra a tiempo implica, contaminación bacteriana y ambiental; cambio en el pH. (Spinreact, 2010)

2.2.2 Procesamiento de la Muestra de orina

Después de recolectada la muestra, se debe tomó una alícuota representativa de aproximadamente 10 mL; introducir la tira reactiva, en la muestra de orina (para detectar la cantidad de glucosa en orina) bien mezclada y no centrifugada; quitar el remanente de orina y leer en un equipo Multistix ®Siemens, semiautomatizado; la muestra se debe centrifugar a 1800 rpm durante 4 minutos. En las áreas de

prueba se estima la cantidad de glucosa en miligramos por decilitro; unidades del Sistema Internacional. Las modificaciones del color más débiles se obtienen con una concentración de 50 mg/dL.

Las tiras se colocan en el instrumento y un sensor detecta la presencia de la tira y activa el desplazamiento y el ciclo de lectura. Las tiras son transportadas a través del área de lectura donde se realiza la incubación y la lectura de las pruebas. (IMSS, 2010)

2.3 AUTOMATIZACION

2.3.1 ADVIA® 1800

Las características principales del ADVIA son el fotómetro con 14 longitudes de onda que van desde 340 hasta 884 nm; una lámpara halógena de 12 V, 50 W; el método de ensayo es a punto final; con un proceso de interfase a un sistema de datos. La detección de quinona que es un compuesto colorido es directamente proporcional a la concentración de glucosa y se lee a una longitud de onda de 340nm. (Diagnostica Comercial, 2010)

2.3.2 CLINITEK® 500

El analizador de química urinaria CLINITEK® 500 es un instrumento semiautomático de sobremesa diseñado para leer tiras reactivas para análisis químico de orina.

El instrumento es un espectrofotómetro que analiza el color y la intensidad de la luz reflejada en el área reactiva. Una porción de luz que choca contra el área y se refleja sobre el paquete de fotodiodos, la luz reflejada a longitudes de onda específicas desde el área de prueba, depende del cambio de color en el área y está directamente relacionada con la concentración del analito. (SIEMENS, 2010)

El paquete de fotodiodos contiene cuatro filtros, uno a 400-510 nm (azul), otro a 510-586 nm (verde), otro a 586-660 nm (rojo) y el último a 825-855 (IR). La intensidad de la luz detectada por el paquete de fotodiodos se convierte en impulsos eléctricos, los cuales son procesados por el microprocesador del instrumento y convertidos en resultados con significado clínico. Al finalizar la lectura de las áreas reactivas de la tira los resultados son transmitidos a la impresora y/o a la computadora.

No se requieren cálculos adicionales por parte del usuario. En el caso de la glucosa las unidades de determinación es en mg/dL; los valores reportados van desde 100, 250, 500 y 1000 mg/dL y en sistema de cruces indicios, 1+, 2+ y 3+, y esta se detecta a 630nm. (SIEMENS, 2010)

2.4 Análisis estadístico

Se emplearon los programas Statgraphics Centution XV Versión 15.2.06 para realizar ANOVA (análisis de varianza) y la prueba de rangos múltiples y XL Stat versión 2014.2.06 para encontrar si se presentaba correlación entre la cantidad de glucosa sérica y glucosa urinaria en pacientes del sexo masculino y femenino.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSION

En el primer bimestre del año 2014, se analizaron los datos de 2125 pacientes de los cuales 255 presentaron glucosa positiva en orina y en sangre con un valor mayor o igual a 100 mg/dL; es decir el 12 %.

De los 255 casos 101 son pacientes masculinos y 154 femeninos, en un intervalo de edad de 35 a 75 años. Los datos se muestran en el Anexo 1.

En la Tabla 1 se muestran los valores de la media de la glucosa sérica promedio (mg/dL) y su correspondiente valor de glucosa urinaria (mg/dL) de pacientes del sexo femenino y masculino. Se observa que a mayor cantidad de glucosa urinaria el valor de la glucosa sérica promedio aumenta. Excepto en el caso de pacientes del sexo femenino donde a 250 mg/dL de glucosa urinaria se observa una disminución de la glucosa sérica promedio (200.47 mg/dL) respecto a 100 mg/dL de glucosa urinaria, donde la glucosa sérica promedio (205.82 mg/dL) es mayor.

Tabla 1. Cantidad y porcentaje de pacientes (femeninos y masculinos), con datos de glucosa sérica promedio (mg/dL) y glucosa urinaria (mg/dL), así como la diferencia entre las medias de la glucosa sérica (mg/dL).

Glucosa Urinaria(mg/dL)	100	250	500	1000
FemeninoCasos/(%)	28 (18)	21 (14)	10 (6)	95 (62)
Glucosa sérica femenino (mg/dL) ± SD	205.82 ^a ±48.71	200.47 ^a ±48.50	225.88 ^a ±54.52	258.78 ^b ±69.76
Masculino Casos/ (%)	15 (15)	26 (26)	36 (35)	24(24)
Glucosa sérica masculino(mg/dL) ± SD	176.56 ^a ±42.37	180.57 ^a ±50.07	249.62 ^b ±98.29	275.49 ^b ±81.35
Diferencia entre valor promedio de glucosa sérica, femenino vs masculino (mg/dL)	29.26	19.90	23.74*	16.71*

154 Casos totales para pacientes de sexo femenino y 101 casos para pacientes de sexo masculino

* Valores negativos

^{a-b}: Prueba de Rangos Múltiples.

Adicionalmente se presenta, en la tabla la diferencia del valor promedio de la glucosa sérica entre los pacientes del sexo masculino y femenino; observando una mayor diferencia entre sexos cuando la glucosa urinaria es de 100 mg/dL (29.26 mg/dL); seguido por 500 mg/dL (23.74 mg/dL); a continuación 250 mg/dL (19.90 mg/dL) y por último 1000 mg/dL (16.71 mg/dL). Esto con la finalidad de observar las diferencias que hay entre sexos y se refuerza con lo observado en la Figura 8.

En la Figura 8, se muestran las diferencias entre los datos promedio obtenidos en pacientes ambos sexos. Se observa que para los valores de glucosa urinaria de 100 y 250 mg/dL en pacientes del sexo masculino los valores de glucosa sérica promedio son menores (176.56 y 180.57 mg/dL) respecto a los valores de glucosa sérica promedio de pacientes del sexo femenino (205.82 y 200.47 mg/dL); cuando los valores de glucosa urinaria son de 500 y 1000 mg/dL cambia esta relación y los valores promedio de la glucosa sérica para pacientes del sexo femenino disminuyen (225.88 y 258.78 mg/dL) respecto a los valores promedio de la glucosa sérica de pacientes del sexo masculino (249.62 y 275.49 mg/dL).

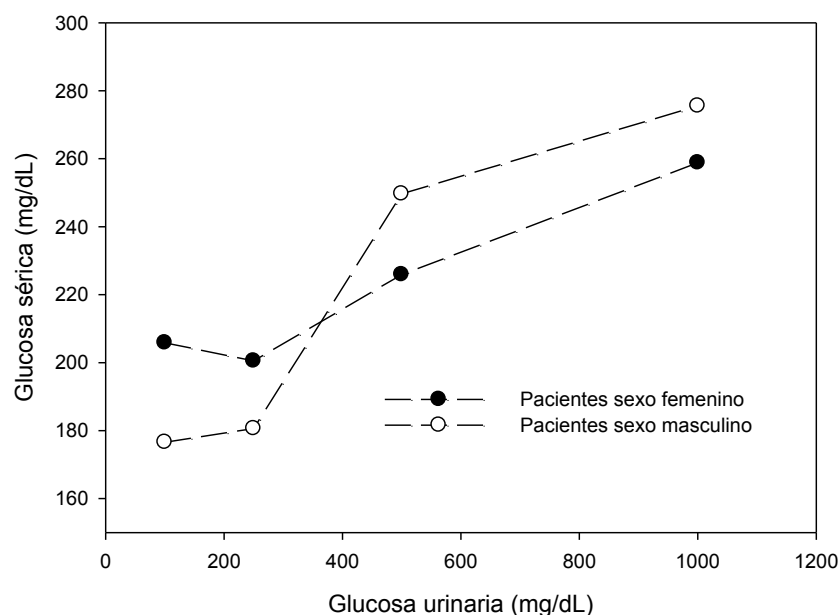


Figura 8. Comparación de glucosa sérica promedio (mg/dL) y urinaria (mg/dL) entre sexos.

Los datos de desviación estándar son muy variados en todos los valores promedio de glucosa sérica (mg/dL), tanto para el sexo femenino como masculino va desde 42.37 a 98.29 lo que indica la dispersión de datos respecto a la media.

Se realizó el análisis de varianza ANOVA con un intervalo de confianza del 95%, para Glucosa sérica (mg/dL), donde se hizo la comparación de los valores promedio de Glucosa sérica para los 4 diferentes niveles de Glucosa urinaria (mg/dL) y establece que hay una diferencia significativa entre las medias de la glucosa sérica y sus respectivos valores de glucosa urinaria, con un 95% de confianza. Ver Anexo 2.

También se realizó la prueba de Rangos Múltiples y los valores con superíndices iguales indican que medias son iguales o diferentes entre sí. Con un 95% de confianza. Ver Tabla 1.

En la Tabla 2 se muestra la comparación de los valores entre glucosa sérica (mg/dL) y urinaria (mg/dL) con el coeficiente de correlación de Pearson para encontrar la correlación que existe entre los niveles de glucosa en fluidos y realizar una comparación entre métodos y sexos. Ver Anexo 3.

Tabla 2. Correlación de Pearson para la comparación entre métodos, entre sexos y de forma general.

	General	Sexo Masculino	Sexo Femenino
Glucosa sérica/Glucosa urinaria	0.44	0.50	0.47

De esta forma la correlación que existe entre los niveles de glucosa sérica y urinaria fue buena 44 % de los casos mostraron correlación; en el caso de los pacientes del sexo masculino la correlación entre glucosa sérica y urinaria fue buena, mostró que el 50% de los casos mostraron correlación y en el caso de los

pacientes del sexo femenino la correlación fue buena, 47 % de los casos mostraron correlación. Con un 95 % de confianza.

Balan *et al*, 2014 en su investigación mencionan que la correlación entre cantidad de glucosa sérica y salival presenta una buena correlación cuando el valor es 0.45 (45%) y una excelente correlación cuando el valor es mayor o igual a 0.74 (74%). (Abikshyeet *et al*, 2012)

De esta manera se sabe que hay correlación entre los métodos y aunque es buena, podría ser más alta pero considerando que los métodos de determinación son diferentes es más exacto el de la determinación de glucosa sérica que el de glucosa urinaria. Mientras que el método de determinación de glucosa sérica es por espectrofotometría es decir se compara la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto y una cantidad conocida o de referencia de la misma sustancia.

En el caso de la glucosa urinaria se determinó por espectrofotometría de reflectancia que mide la cantidad de luz reflejada por una superficie; donde se ilumina la muestra con luz blanca y se calcula la cantidad de luz que refleja dicha muestra en una serie de intervalos de longitudes de onda así el instrumento compara estas longitudes de onda con una muestra de referencia cuya reflectancia ya es conocida. (Pecsok *et al*, 1983)

Por otro lado es importante mencionar que en situaciones prácticas a un mismo paciente de forma rutinaria no se le realizan ambos estudios de determinación de glucosa sérica y urinaria, algunas veces si se realiza pero aun así se determinan por métodos diferentes.

Fisiológicamente se sabe que en circunstancias normales, casi toda la glucosa filtrada por el glomérulo se reabsorbe en el túbulo contorneado proximal; por consiguiente la orina contiene sólo cantidades diminutas de glucosa. La

reabsorción tubular de la glucosa se realiza por transporte activo en respuesta a las necesidades del organismo para mantener la concentración adecuada de glucosa.

Si la cantidad de glucosa en sangre aumenta, como sucede en la Diabetes Mellitus, termina el transporte tubular de la glucosa y aparece en la orina. La concentración en sangre en la que cesa la reabsorción tubular (umbral renal), para la glucosa es alrededor de 160 a 180 mg/dL. (Guyton *et al*, 1996)

Las concentraciones sanguíneas de glucosa fluctúan y una persona normal puede tener glucosuria como se puede observar en el Anexo 1, donde a valores bajos de glucosa sérica como 100 mg/dL hay presencia de glucosa sanguínea.

Sin embargo como refiere King y Shaub, 2010, mencionan que las concentraciones sanguíneas de glucosa fluctúan y una persona sana puede presentar glucosuria (presencia de glucosa en orina) tras una ingesta de comida con alto contenido de glucosa; por lo que se recomienda recolectar la orina en condiciones controladas de ayuno por lo menos de dos horas y que la orina no haya permanecido en vejiga más de 4 horas.

CONCLUSIONES

El método de detección de glucosa urinaria utilizado es menos sensible respecto al método de detección de glucosa sérica.

Se encontró que los pacientes que presentaron valores 100 mg/dL de glucosa sérica superaban el umbral renal y en todos los casos se supera el umbral renal.

Existe una correlación entre la glucosa sérica y urinaria tanto en pacientes femeninos y masculinos.

La correlación entre métodos es baja resaltando que los equipos utilizados son diferentes.

Perspectivas

Hay cuestiones que no se realizaron en este trabajo por falta de tiempo sin embargo se proponen algunas mejoras del mismo.

Podríamos sumar a estos valores los de depuración de creatinina y saber si el paciente ya presenta daño renal.

Preguntar al paciente el tiempo de diagnóstico de la enfermedad y tener el expediente clínico para saber sus antecedentes heredo-familiares, considerando esta información para una posible explicación de la presencia de glucosa en orina.

Realizar la determinación de glucosa sanguínea y urinaria por el mismo método.

Realizar el estudio en la misma cantidad de pacientes con rangos de edad bien establecidos y más estrechos.

BIBLIOGRAFIA

1. Abikshyeet P., Ramesh V., OzaN., 2012. Glucose Estimation in the Salivary Secretion of Diabetes Mellitus Patients. Journal Diabetes Metabolic Syndrome Obesity.
2. Asociación Americana de Diabetes (ADA), 2011.
3. Balan P., Babu S., Sucheta K., Shetty S. , Rangare A., Castelino R., 2014. Can saliva offer an advantage in monitoring of diabetes mellitus? A case control study. Journal and Clinical Experimental Dentistry, India.
4. Barraza P., 2004 Enfermería Familiar y Social, 1ª Edición, Editorial Ciencias Médicas, Cuba.
5. Belitz, H., Grosch W., Schieberle P., 2009. Food Chemistry, Editorial Springer, 4ª Edición, Berlín.
6. Bender G., 1992. Métodos Instrumentales de Análisis. En Química Clínica. 1ª Edición, Editorial Acribia, México.
7. Berne, R., Levy, M., 1992. Fisiología. Editorial Mosby, 1ª Edición, Estados Unidos.
8. Blanco, A., 2006. Química Biológica. 8ª edición, Editorial El Ateneo, Buenos Aires.
9. Coppée G., 1998. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. Editorial Edtla, Ginebra.
10. Diagnostica Comercial S.A. de C.V., 2010. Ficha técnica ADVIA ®1800, México.
11. Federación Internacional de Diabetes 2011
12. Feduchi, E., Blasco, I., Romero, C. y Yañez, E., 2011. Bioquímica, Editorial Médica Panamericana. México.
13. Federación Internacional de Diabetes (FID) 2014. Plan Mundial Contra la Diabetes 2011-2021. Bruselas.

14. Ganong W., 1994. Fisiología Médica. 13ª Edición, El manual moderno, México 1994.
15. Guyton, A., Hall, J., 1996. Tratado de Fisiología médica. 9ª Edición, Editorial Interamericana-McGraw-Hill, Madrid.
16. Henstree G., 1998. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Editorial Chantal Dufresne, Madrid.
17. Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 2010. Manual de procedimientos para la toma de muestras biológicas. México.
18. Instituto Nacional de Salud Pública, 2013. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, Resultados por entidad federativa. 1ª edición electrónica, México.
19. Instituto Nacional de estadística y Geografía (INEGI), 2011.
20. King S., Schaub D, 2010. Análisis de orina y de los Líquidos Corporales. Editorial Médica Panamericana, 5ª Edición, Argentina.
21. Lehninger A., 2002. Bioquímica. Ediciones Omega, S.A. Barcelona 2ª Edición. Barcelona.
22. MEXLAB, 2011. Grupo Industrial Mexlab S.A. de C.V., Inserto de Glucosa-Método GOD, México..
23. Murray R., Bender D., Botham K., 2010. Harper Bioquímica Ilustrada; 28ª Edición Mc Graw Hill, España.
24. Organización Mundial de la Salud (OMS), 2015. Temas de Salud, Diabetes. Ginebra.

25. Ortega, E., 2015. Enfermedad cardiovascular en pacientes con diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2 en España. Revista Médica Clínica Volumen 68, España.
26. Pecsok R., Shields D., 1983. Métodos Modernos de Análisis Químicos, 1ª Edición, Editorial limusa, México.
27. Rodney B., 2000. Conceptos de Bioquímica, Editorial, Internacional Thomson, México.
28. Rodríguez B., 2001. Costos directos de atención médica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en México: análisis de microcosteo. Revista Panamericana en Salud Pública, México.
29. Secretaria de salud, 2014. Diabetes Mellitus, la urgente necesidad de reforzar la respuesta en políticas públicas para su prevención y control. México.
30. Secretaria de Salud, 2013. Diabetes Mellitus tipo 2. Boletín Epidemiológico, México.
31. Secretaria de Salud, 2012. Diabetes tipo 2. Boletín del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Hospitalaria, México.
32. Secretaria de Salud, 1994 Norma Oficial Mexicana NOM-015, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus en la atención primaria, México.

33. SIEMENS, 2010. Inserto para determinación de Glucosa método hexoquinasa. México.
34. SIEMENS, 2010. Inserto para Examen General de Orina. México.
35. Spinreact S.A. 2010. Inserto para Uroanálisis. España 2010.
36. Stryer, L., Berg, J., Tymoczko, J., 2008. Bioquímica. 6ª edición, Editorial Reverté, España.
37. UNAM, 2009. Manual de Prácticas de Bioquímica Clínica. Facultad de Química, México 2009.
38. Voet D., Voet J., Pratt C., 2006. Bioquímica. 3ª edición, Editorial, Médica Panamericana; 2006, México.

ANEXO 1: Datos obtenidos

Pacientes femeninos

Caso	EDAD (Años)	GLUCOSA EN SANGRE (mg/dL)	GLUCOSA EN ORINA (mg/dL)
1	75	174	1000
2	75	200	1000
3	75	271	1000
4	73	315	500
5	72	201	100
6	72	215	1000
7	72	225	1000
8	71	250	1000
9	71	243	1000
10	71	224	1000
11	71	271	1000
12	71	216	1000
13	70	252	250
14	70	111	100
15	69	190	250
16	69	223	250
17	69	190	500
18	69	223	1000
19	69	285	1000
20	69	383	1000
21	68	327	1000
22	68	166	1000
23	68	283	1000
24	68	214	100
25	68	279	100
26	68	182	500
27	67	147	1000
28	66	348	1000
29	66	302	1000
30	66	224	100
31	66	196	1000
32	66	159	100
33	66	250	1000
34	65	229	1000
35	65	192	250
36	65	322	1000
37	65	167	100
38	64	150	1000
39	64	375	1000
40	64	297	100

41	64	321	1000
42	64	247	1000
43	63	224	500
44	63	274	1000
45	63	267	1000
46	63	202	250
47	63	240	1000
48	63	212	100
49	63	160	100
50	63	128	250
51	62	195	500
52	62	362	1000
53	61	296	1000
54	61	192	250
55	60	336	1000
56	60	366	1000
57	60	245	1000
58	60	162	1000
59	60	208	1000
60	60	210	100
61	59	183	1000
62	59	134	1000
63	59	231	1000
64	59	271	1000
65	59	271	100
66	59	334	500
67	59	113	100
68	58	189	250
69	58	195	100
70	58	169	100
71	58	182	1000
72	58	248	100
73	58	296	1000
74	58	252	1000
75	57	238	1000
76	57	213	250
77	57	318	1000
78	57	299	250
79	57	240	100
80	56	482	1000
81	56	236	1000
82	56	456	1000
83	56	147	100
84	56	191	250
85	56	261	1000

86	56	160	1000
87	56	214	1000
88	55	280	1000
89	55	164	250
90	55	318	1000
91	55	192	250
92	55	221	1000
93	55	295	1000
94	54	276	1000
95	54	273	1000
96	54	265	1000
97	54	161	250
98	53	284	1000
99	53	116	1000
100	53	165	1000
101	53	146	1000
102	52	117	250
103	52	198	100
104	52	248	1000
105	52	295	1000
106	51	189	500
107	51	146	250
108	51	325	250
109	51	201	100
110	51	317	1000
111	50	241	100
112	50	183	500
113	50	222	100
114	50	271	1000
115	50	254	1000
116	50	195	250
117	50	130	100
118	49	138	1000
119	49	150	1000
120	49	294	100
121	49	264	1000
122	49	194	500
123	49	296	1000
124	49	199	250
125	48	193	250
126	48	262	1000
127	47	243	1000
128	47	222	1000
129	47	242	1000
130	47	193	100

131	47	293	1000
132	46	286	1000
133	46	384	1000
134	46	335	1000
135	46	216	500
136	45	240	100
137	44	300	1000
138	44	258	1000
139	43	247	250
140	42	264	1000
141	42	238	1000
142	42	224	100
143	42	253	1000
144	42	424	1000
145	41	203	100
146	41	221	1000
147	41	343	1000
148	41	208	1000
149	39	314	1000
150	39	302	1000
151	39	278	1000
152	39	174	1000
153	38	138	1000
154	38	287	1000

Pacientes masculinos

Caso	EDAD (Años)	GLUCOSA EN SANGRE (mg/dL)	GLUCOSA EN ORINA (mg/dL)
1	75	139	250
2	75	220	1000
3	75	198	500
4	75	311	1000
5	75	108	250
6	75	204	500
7	75	255	100
8	74	218	100
9	73	343	1000
10	73	533	1000
11	73	208	100
12	73	275	1000
13	72	236	1000
14	70	267	1000

15	70	259	1000
16	69	236	1000
17	69	127	100
18	68	132	250
19	67	344	1000
20	66	275	1000
21	66	193	100
22	66	111	100
23	66	215	1000
24	66	159	250
25	65	146	100
26	65	209	1000
27	65	220	100
28	65	250	500
29	64	500	500
30	64	307	1000
31	64	262	1000
32	64	229	250
33	64	153	100
34	63	299	1000
35	63	172	1000
36	63	250	1000
37	63	238	1000
38	63	258	500
39	62	260	1000
40	62	350	1000
41	61	185	100
42	61	347	1000
43	61	269	250
44	60	184	1000
45	60	269	1000
46	59	114	100
47	59	173	100
48	58	222	1000
49	58	304	1000
50	58	241	250
51	58	355	1000
52	58	256	1000
53	58	277	1000
54	57	157	100
55	57	182	250
56	57	170	500
57	57	137	100
58	56	195	100
59	56	289	1000

60	56	359	1000
61	55	218	1000
62	55	214	500
63	55	146	1000
64	55	391	1000
65	54	246	1000
66	53	261	1000
67	53	216	1000
68	53	305	1000
69	52	220	1000
70	52	492	1000
71	52	147	1000
72	51	113	250
73	51	245	250
74	51	351	1000
75	51	172	1000
76	50	503	1000
77	50	178	250
78	50	203	500
79	50	156	1000
80	50	375	1000
81	49	233	100
82	49	248	1000
83	48	205	1000
84	48	220	1000
85	47	339	1000
86	47	153	250
87	45	325	1000
88	45	239	1000
89	45	299	1000
90	44	221	1000
91	44	272	1000
92	44	220	250
93	43	176	1000
94	43	160	250
95	43	126	1000
96	42	300	1000
97	41	402	1000
98	41	208	1000
99	39	257	1000
100	37	271	1000
101	36	326	1000

ANEXO 2: Análisis de Varianza

Femenino

ANOVA Simple - Glucosa sérica por Glucosa urinaria

Variable dependiente: Glucosa sérica

Factor: Glucosa urinaria

Número de observaciones: 154

Número de niveles: 4

El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Glucosa sérica.

Construye varias pruebas y gráficas para

Compara los valores medios de Glucosa sérica para los 4 diferentes niveles de Glucosa urinaria.

La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras.

Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias.

Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Tabla ANOVA para Glucosa sérica por Glucosa urinaria

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	121645,	3	40548,4	9,12	0,0000
Intra grupos	666638,	150	4444,26		
Total (Corr.)	788283,	153			

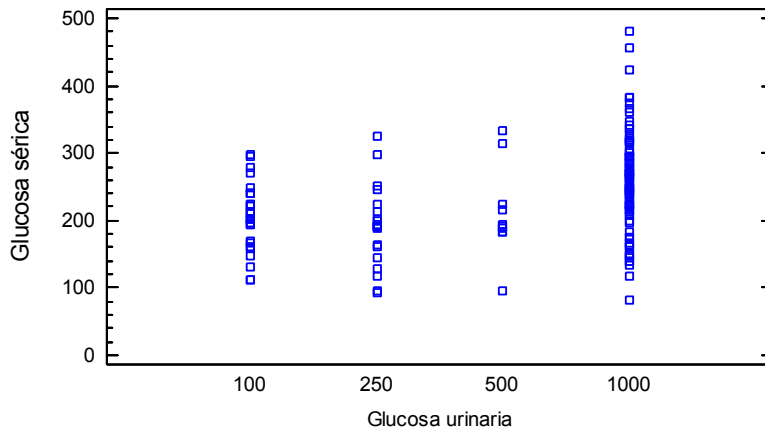
El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Glucosa sérica en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 9,12377, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos.

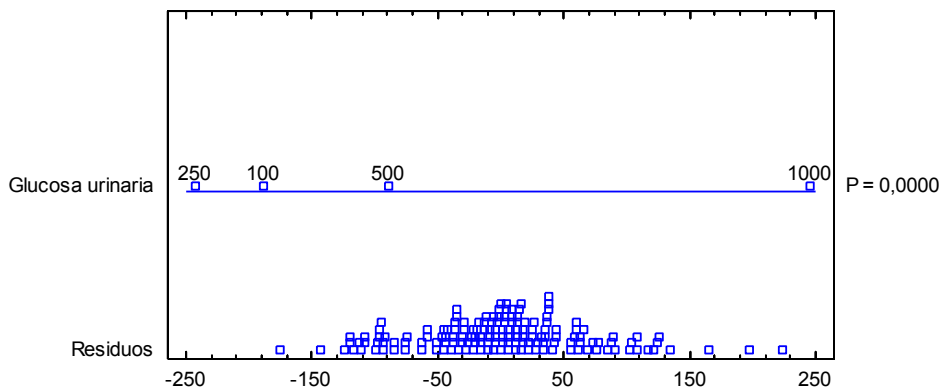
Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Glucosa sérica entre un nivel de Glucosa urinaria y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Dispersión por Código de Nivel



ANOVA Gráfico para Glucosa sérica



Pruebas de Múltiple Rangos para Glucosa sérica por Glucosa urinaria

Método: 95,0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
250	21	190,952	x
100	28	205,821	x
500	10	212,2	x
1000	95	258,463	x

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
100 - 250		14,869	38,0256
100 - 500		-6,37857	48,5265
100 - 1000	*	-52,6417	28,3255
250 - 500		-21,2476	50,6102
250 - 1000	*	-67,5108	31,7632
500 - 1000	*	-46,2632	43,7925

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla de Medias para Glucosa sérica por Glucosa urinaria con intervalos de confianza del 95,0%

<i>Glucosa urinaria</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
100	28	205,821	12,5985	188,219	223,424
250	21	190,952	14,5475	170,627	211,278
500	10	212,2	21,0814	182,746	241,654
1000	95	258,463	6,83971	248,907	268,019
Total	154	236,682			

El StatAdvisor

Esta tabla muestra la media de Glucosa sérica para cada nivel de Glucosa urinaria.

También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo.

El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95,0% de las veces. Puede ver gráficamente los intervalos seleccionando Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas. En las Pruebas de Rangos Múltiples, estos intervalos se usan para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.

Masculino

ANOVA Simple - Glucosa sérica por Glucosa urinaria

Variable dependiente: Glucosa sérica

Factor: Glucosa urinaria

Número de observaciones: 101

Número de niveles: 4

El StatAdvisor

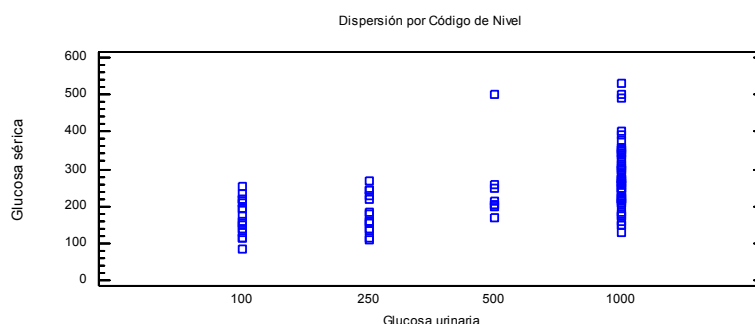
Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Glucosa sérica. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Glucosa sérica para los 4 diferentes niveles de Glucosa urinaria. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

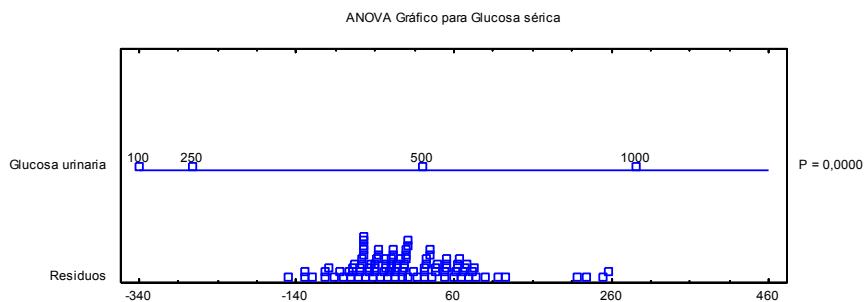
Tabla ANOVA para Glucosa sérica por Glucosa urinaria

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	205921,	3	68640,4	11,77	0,0000
Intra grupos	565792,	97	5832,91		
Total (Corr.)	771714,	100			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Glucosa sérica en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 11,7678, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Glucosa sérica entre un nivel de Glucosa urinaria y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.





Pruebas de Múltiple Rangos para Glucosa sérica por Glucosa urinaria

Método: 95,0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
100	16	170,313	X
250	14	180,571	X
500	8	249,625	X
1000	63	275,492	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
100 - 250		-10,2589	55,4728
100 - 500	*	-79,3125	65,6363
100 - 1000	*	-105,18	42,4353
250 - 500	*	-69,0536	67,1809
250 - 1000	*	-94,9206	44,7873
500 - 1000		-25,8671	56,8928

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 4 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla de Medias para Glucosa sérica por Glucosa urinaria con intervalos de confianza del 95,0%

Glucosa urinaria	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
100	16	170,313	19,0934	143,517	197,108
250	14	180,571	20,4117	151,925	209,217
500	8	249,625	27,0021	211,73	287,52
1000	63	275,492	9,62216	261,988	288,996
Total	101	243,624			

El StatAdvisor

Esta tabla muestra la media de Glucosa sérica para cada nivel de Glucosa urinaria. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95,0% de las veces. Puede ver gráficamente los intervalos seleccionando Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas. En las Pruebas de Rangos Múltiples, estos intervalos se usan para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.

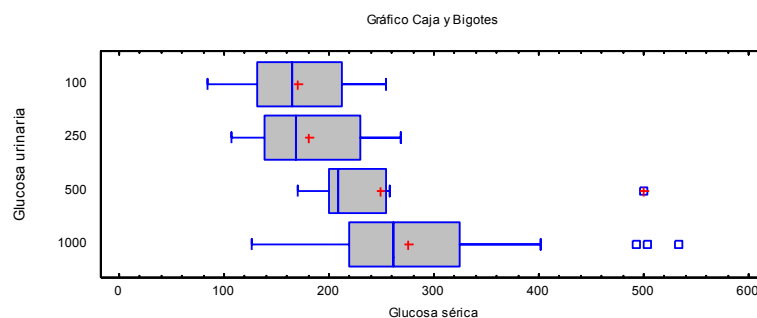
Prueba de Kruskal-Wallis para Glucosa sérica por Glucosa urinaria

Glucosa urinaria	Tamaño Muestra	Rango Promedio
100	16	23,625
250	14	28,6429
500	8	46,5625
1000	63	63,4841

Estadístico = 33,7442 Valor-P = 2,24348E-7

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de Glucosa sérica dentro de cada uno de los 4 niveles de Glucosa urinaria son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medianas son significativamente diferentes de otras, seleccione Gráfico de Caja y Bigotes, de la lista de Opciones Gráficas, y seleccione la opción de muesca de mediana.



ANEXO 3. Pruebas de Correlación

Correlación general

XLSTAT 2014.2.06 - Pruebas de correlación - MyProject - el 11/05/2015 a 04:10:44 p.m.

Tabla observaciones/variables: Libro = Datos agrupados.xls / Hoja = Hoja1 / Rango = Hoja1!\$D\$3:\$E\$267 / 264 filas y 2 columnas

Tipo de correlación: Pearson

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Glucosa en sangre (mg/dL)	264	0	264	83,000	533,000	239,140	78,652
Glucosa en orina (mg/dL)	264	0	264	100,000	1000,000	703,598	387,809

Matriz de correlación (Pearson):

Variables	Glucosa en sangre (mg/dL)	Glucosa en orina (mg/dL)
Glucosa en sangre (mg/dL)	1	0,442
Glucosa en orina (mg/dL)	0,442	1

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0.05$

p-valores:

Variables	Glucosa en sangre (mg/dL)	Glucosa en orina (mg/dL)
Glucosa en sangre (mg/dL)	0	0,000
Glucosa en orina (mg/dL)	< 0.0001	0

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0.05$

Coefficientes de determinación (R^2):

Variables	Glucosa en sangre (mg/dL)	Glucosa en orina (mg/dL)
Glucosa en sangre (mg/dL)	1	0,195
Glucosa en orina (mg/dL)	0,195	1

Pruebas de correlación masculino

XLSTAT 2014.2.06 - Pruebas de correlación - MyProject - el 11/05/2015 a 04:20:08 p.m.

Tabla observaciones/variables: Libro = Datos agrupados.xls / Hoja = genero / Rango = genero!\$M\$3:\$N\$50 / 47 filas y 2 columnas

Tipo de correlación: Pearson

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Glucosa en sangre (mg/dL)	47	0	47	85,000	533,000	236,766	89,192
Glucosa en orina (mg/dL)	47	0	47	100,000	1000,000	640,426	402,659

Matriz de correlación (Pearson):

Variables	Glucosa en sangre (mg/dL)	Glucosa en orina (mg/dL)
Glucosa en sangre (mg/dL)	1	0,504
Glucosa en orina (mg/dL)	0,504	1

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0.05$

p-valores:

Variables	Glucosa en sangre (mg/dL)	Glucosa en orina (mg/dL)
Glucosa en sangre (mg/dL)	0	0,000
Glucosa en orina (mg/dL)	0,000	0

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0.05$

Coefficientes de determinación (R²):

Variables	Glucosa en sangre (mg/dL)	Glucosa en orina (mg/dL)
Glucosa en sangre (mg/dL)	1	0,254
Glucosa en orina (mg/dL)	0,254	1

Pruebas de correlación femenino

XLSTAT 2014.2.06 - Pruebas de correlación - MyProject - el 11/05/2015 a 04:18:51 p.m.

Tabla observaciones/variables: Libro = Datos agrupados.xls / Hoja = genero / Rango = genero!\$D\$3:\$E\$70 / 67 filas y 2 columnas

Tipo de correlación: Pearson

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Glucosa en sangre (mg/dL)	67	0	67	92,000	383,000	237,179	70,858
Glucosa en orina (mg/dL)	67	0	67	100,000	1000,000	702,239	389,778

Matriz de correlación (Pearson):

Variab les	Glucosa en sangre (mg/dL)	Glucosa en orina (mg/dL)
Glucosa en sangre (mg/dL)	1	0,475
Glucosa en orina (mg/dL)	0,475	1

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0.05$

p-valores:

Variab les	Glucosa en sangre (mg/dL)	Glucosa en orina (mg/dL)
Glucosa en sangre (mg/dL)	0	0,000
Glucosa en orina (mg/dL)	< 0.0001	0

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0.05$

Coefficientes de determinación (R^2):

Variab les	Glucosa en sangre (mg/dL)	Glucosa en orina (mg/dL)
Glucosa en sangre (mg/dL)	1	0,226
Glucosa en orina (mg/dL)	0,226	1