

Indice glicémico y respuesta insulínica a la ingestión de Harina precocida de Maíz en forma de arepa en individuos sanos.

Maritza Semprún-Ferreira^{1,2}, Elena Ryder², Luz Marina Morales²,
María Esther Gómez², Xiomara Raleigh².

¹Escuela de Nutrición y Dietética, ²Instituto de Investigaciones Clínicas, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Apartado 1151, Maracaibo, Venezuela.

Palabras claves: Respuesta glicémica, respuesta insulínica, índice glicémico, harina de maíz.

Resumen. Con el propósito de explorar la respuesta glicémica e insulínica a un desayuno compuesto por un carbohidrato complejo (CC) en forma de harina de maíz precocida, solo, o con la adición de proteína y grasa (CC + P + G) se estudiaron 6 voluntarios sanos en edades comprendidas entre 26 y 50 años y con un Índice de Masa Corporal (IMC) de $24,5 \pm 1,32$. A cada individuo le fueron practicadas tres pruebas en semanas sucesivas: 1) Ingestión de 75 g de glucosa (PTGO); 2) Ingestión de 75 g de CC (en forma de arepa) y 3) Ingestión de 75 g de CC + 6,7 g de Proteína (requesón) y 4 g de Grasa (margarina). Se determinaron los valores de glicemia (Glucosa Oxidasa) e Insulinemia (Radioinmunoanálisis) en los tiempos: basal, 30, 60, 120, 180 y 240 minutos. Se calculó: Área Glicémica (AG) e Insulínica (AI), Índice Glicémico (IG) y la relación Insulina/Glucosa (I/G). Se encontró que la arepa tiene un IG alto (71,5%) que se eleva aunque no significativamente, a 140% cuando se adiciona proteína y grasa. Las AG totales obtenidas para el CC y para el CC + P + G fueron similares a la de la PTGO. Sin embargo, el perfil de las respuestas glicémica e insulínica de CC y CC + P + G fue menos abrupto pero más prolongado. Por lo tanto la relación I/G resultó mayor para la PTGO en las etapas iniciales en comparación con el CC y el CC + P + G. Se concluye que el IG obtenido para la arepa es alto en comparación con otros CC y no se altera con la adición de proteína y grasa. Esto posiblemente es debido a una respuesta glicémica e insulínica total muy similar a la provocada por la PTGO.

Recibido: 12-07-94. Aceptado: 20-09-94.

INTRODUCCION

El maíz es una rica fuente de carbohidratos complejos que ha formado parte importante en la dieta del venezolano y en los últimos años su demanda se ha incrementado significativamente a través del consumo de la harina precocida, alimento éste obtenido industrialmente a través de un proceso de: a) desgerminación, a objeto de separar endospermo, germen y concha, b) laminación, que da como resultado la gelatinización de los almidones presentes en el endospermo; c) molienda, para reducir el tamaño de las partículas; y d) cernida simple para obtener harina integral y recernida para lograr la harina precocida comercial (7).

El producto obtenido, probablemente debido a su alto contenido en carbohidratos (79,5%) y proteínas (7,9%) unido a su bajo costo y facilidad en la preparación, se ha hecho componente importante dentro de la dieta de una gran mayoría de la población venezolana. Se consume principalmente en forma de arepa, preparación obtenida a través de la hidratación, amasado y comúnmente horneado de la harina (en forma de torta), combinada con proteínas y/o grasa o formando parte de diferentes preparaciones del menú.

Por otra parte, estudios epidemiológicos realizados con anterioridad en sujetos sanos han reportado respuestas glicémicas e insulínicas

variables con diferentes tipos de carbohidratos (5).

El presente trabajo tuvo como objetivo conocer la respuesta glicémica e insulínica al consumo de este carbohidrato complejo, cuando se ingiere solo o acompañado con proteína y grasa, en individuos sanos a fin de establecer conclusiones precisas sobre la utilidad del empleo de este alimento como parte de la alimentación de individuos con estados de Insulina Resistencia (diabetes y obesidad).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en 6 voluntarios sanos de edades comprendidas entre 26 y 50 años y un Índice de masa corporal (IMC) < 30. Previo al estudio, ellos fueron sometidos a un régimen controlado de 2200 Kcal distribuidas en 15% de proteína, 25% de grasa y 60% de carbohidratos.

A cada individuo le fueron practicadas tres pruebas en semanas sucesivas, las cuales consistieron en: 1) Prueba de Tolerancia Glucosada Oral (PTGO), después de la ingestión de 75 g de glucosa, 2) Ingestión de 75 g del Carbohidrato Complejo (CC) en forma de arepa y 3) Ingestión de 75 g del Carbohidrato Complejo más la adición de 6,7 g de un alimento esencialmente proteico (requesón) y 4 g de grasa en forma de margarina (CC + P + G). Para la preparación de la arepa se procedió a la hidratación, amasado y horneado de la harina precocida

de maíz la cual fue ingerida por los individuos el mismo día de su preparación.

Durante cada una de las pruebas se determinaron las concentraciones de glucosa sanguínea por el método de la glucosa oxidasa (Sigma Diagnostics, USA) y de insulina inmunoreactiva por radioinmunoanálisis (COAT-A-Count Insulin, Diagnostic Products USA).

El área de respuesta glicémica (AG) e insulínica (AI) se calculó según la fórmula de Wolever y Jenkins (16).

El Índice Glicémico (IG) fue calculado en base al área de respuesta de glucosa por encima del nivel basal, para cada prueba-comida y expresado como el porcentaje de la respuesta del mismo sujeto a la prueba de tolerancia glucosada oral (16).

Con los valores promedio de glicemia e insulinemia se calculó el Índice Insulina/Glucosa (I/G) cuyo valor normal se consideró 0,30. (4, 15).

Para el análisis estadístico se utilizaron ANOVA y la prueba t de Student.

RESULTADOS

La Tabla I muestra los parámetros físicos de los individuos estudiados. Se observa que la edad promedio ± error estándar (E.E.) fue 36,5±4,25 años mientras que el IMC fue de 24,5 ±1,32. Las cifras basales de glicemia e insulinemia estuvieron dentro de límites normales.

Cuando se comparan las áreas glicémicas e insulínicas totales de las pruebas practicadas (Tabla II) el

TABLA I
CARACTERISTICAS DE LOS SUJETOS ESTUDIADOS

SUJETOS	SEXO	EDAD (años)	IMC (Kg/m ²)	GLICEMIA BASAL (mg/dl)	INSULINA BASAL (μU/ml)
1	F	26	25,9	75	7,0
2	F	41	22,0	86	3,5
3	F	29	20,0	62	6,2
4	F	30	27,7	76	8,5
5	M	43	26,7	85	7,8
6	M	50	25,0	81	10,0
4F/2M		36,5± 4,25*	24,5±1,32	77,5 ± 3,9	6,6 ± 0,85

*Los valores representan la media ± error estándar.

TABLA II
AREAS GLICEMICA E INSULINICA OBTENIDAS DURANTE LAS
DIFERENTES PRUEBAS

AREA	PTGO	CC	CC + P + G
Glicémica (mg/dl/min)	3182 ± 620*	1913 ± 795	3526 ± 878
Insulínica (μ U/ml/min)	4814 ± 216	3065 ± 825	3433 ± 603

* Los valores representan la media \pm el error estándar.

análisis estadístico no reveló diferencia significativa entre ellas, es decir, que la ingestión de 75 g de CC solo o con la adición de proteína y grasa, produjeron respuestas similares a la PTGO.

En la Fig. 1. se muestran los valores promedio \pm E.E. del perfil de la respuesta glicémica en las diferentes pruebas practicadas, se observa que el CC y el CC + P + G provocan respuestas bastante similares, mientras que la PTGO, a pesar de no haberse encontrado diferencia con las anteriores en el área total, a los 30 minutos los valores alcanzados por la glicemia fueron significativamente más altos ($P < 0,001$ y $P < 0,005$) en comparación con los obtenidos con el CC y el CC + P + G, respectivamente, normalizándose en etapas posteriores cuando en las otras dos pruebas, la glicemia todavía no había alcanzado las cifras basales.

En relación a la respuesta insulínica (Fig. 2), a pesar de que no hubo diferencias significativas en las áreas totales de las curvas, el

perfil de esta respuesta revela que con la PTGO se elevaron las cifras de insulina a unos 80 μ U/ml a los 30 minutos de iniciada la prueba, manteniéndose elevada hasta los 60 minutos, mientras que con el CC la cifra promedio máximo no superó las 30 μ U/ml y esto se logró a los 120 minutos cuando, durante la respuesta a la PTGO, ya las cifras estaban en franco descenso hacia las basales, manteniéndose estas cifras más elevadas por mayor tiempo en el CC. La respuesta a la adición de P + G fue similar a la del CC pero los valores de insulina alcanzados fueron superiores en el período inicial (30 a 120 minutos) alcanzando su máximo (aprox. 45 μ U/ml) a los 60 minutos cuando el análisis estadístico reveló que no había diferencia con la PTGO.

La Tabla III presenta los valores promedio \pm E.E. del Índice Glicémico obtenido para las diferentes pruebas con el grupo estudiado. Se observa que el IG de la arepa ingerida sola fue de $71,5 \pm 36,7\%$; cuando se adicionó proteína y grasa, el

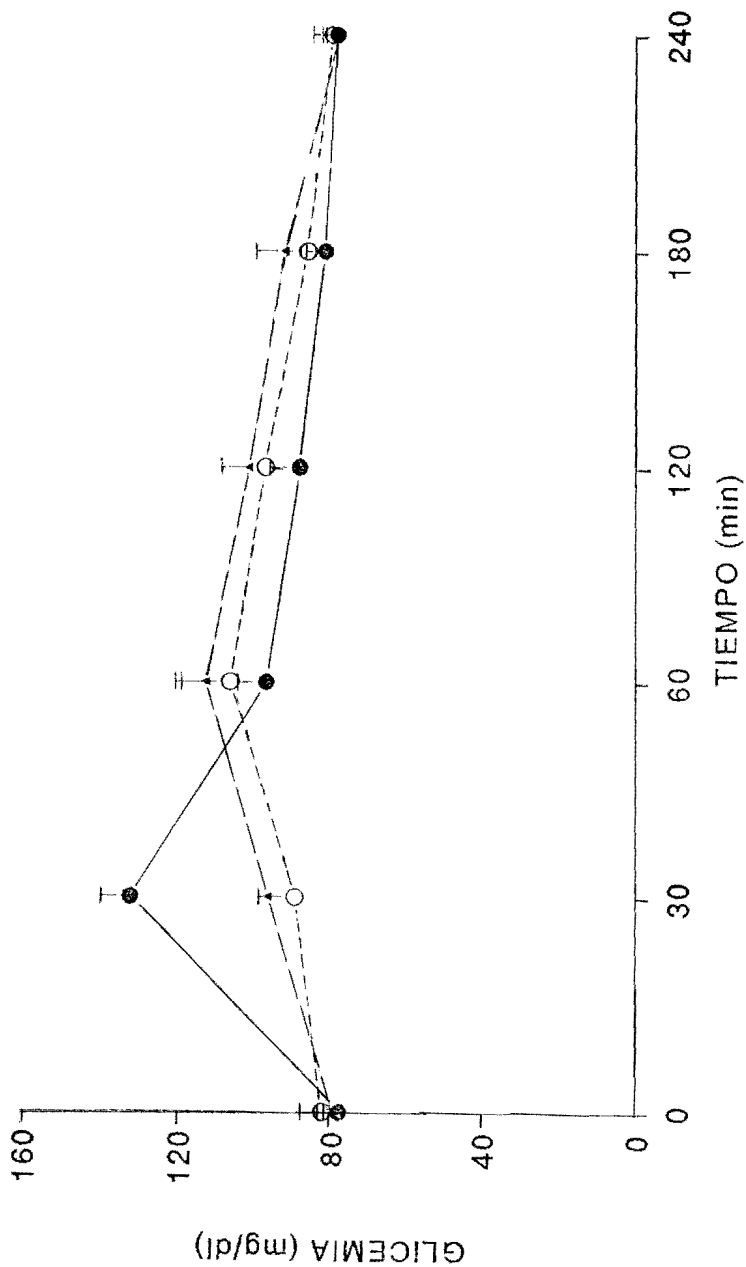


Fig. 1. Perfil de la Respuesta Glicémica a la administración oral de 75 g de glucosa (●), 75 g de CC (○) y 75 g de CC + P + G (▲) en los individuos estudiados. Cada punto representa la media \pm E.E.

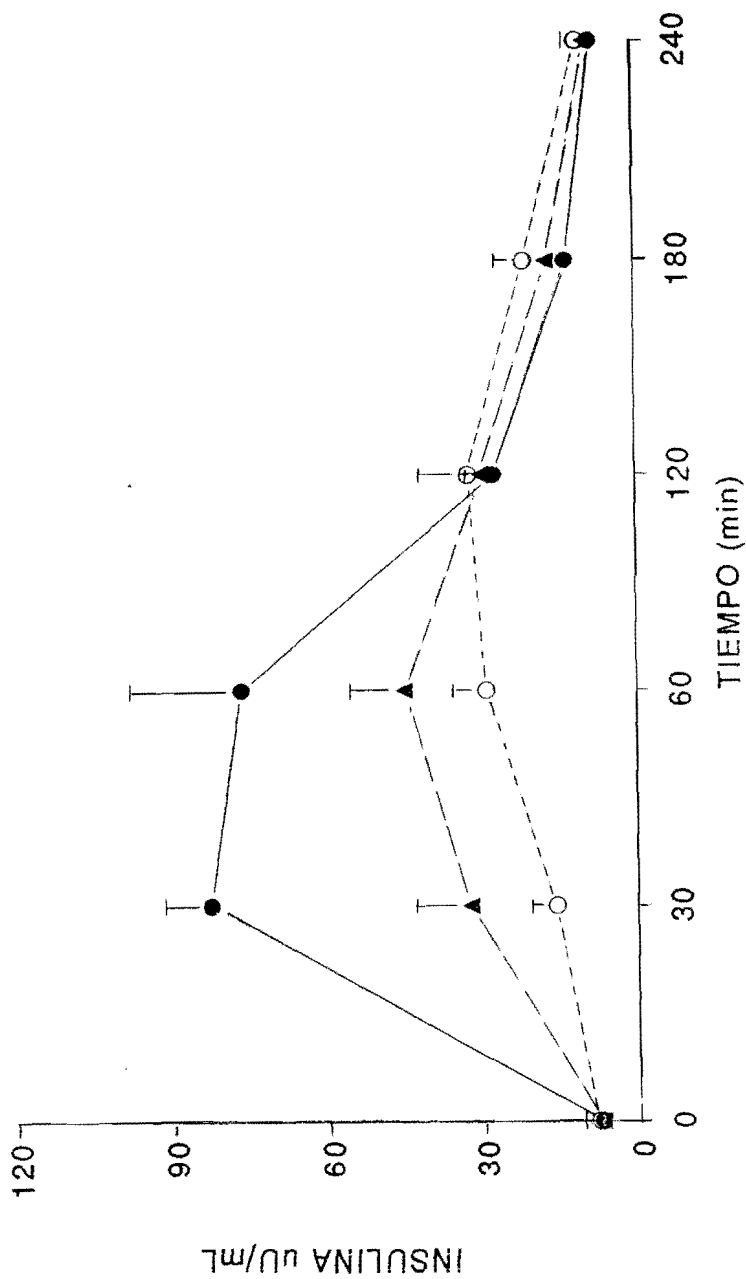


Fig. 2. Perfil de la Respuesta Insulínica a la administración oral de 75 g de glucosa (●); 75 gr de CC (○) y 75 g de CC + P + G (▲) en los individuos estudiados. Cada punto representa la media \pm E.E.

TABLA III
INDICE GLICEMICO OBTENIDO EN LAS
DIFERENTES PRUEBAS

PRUEBA	%
PTGO	100,0
CC	71,5±36,7 ^a
CC + P + G	140,0±45,0 ^a

Los valores representan la media \pm el error estándar.

^a Se tomó como valor de referencia la PTGO.

IG aumentó a $140 \pm 45\%$ sin embargo esta elevación no resultó significativa.

La Fig. 3 muestra el perfil de los valores del Índice Insulina /Glucosa (I/G) de los sujetos estudiados. La prueba t de Student reveló diferencias significativas ($P < 0,0001$ y $P < 0,05$) en la PTGO en comparación con el CC en las etapas iniciales (30 y 60 min) mientras que con el CC + P + G solo fue significativamente diferente ($P < 0,05$) a los 30 min del estudio.

DISCUSION

En el presente estudio, el área glicémica total obtenida con la ingestión de 75 g de CC (harina de maíz precocida en forma de arepa) no se diferenció de la obtenida con 75 g de glucosa (carbohidrato simple). Estos resultados difieren de lo reportado por varios autores (5, 8) quienes establecen que el maíz tierno en grano produce una respuesta

glicémica más baja en comparación con la glucosa. Sin embargo, Crapo y col. (5) plantean que algunos tipos de CC (por ejemplo, papa hervida) pudieran elevar la glucosa sanguínea de manera similar a lo observado al consumir una cantidad equivalente de glucosa pura, hecho éste que explicaría los resultados de este estudio.

Se ha establecido que la ingestión de proteína, o la administración de aminoácidos (AA) por vía oral o intravenosa, estimula la secreción de insulina en individuos normales y en algunos diabéticos no insulino dependientes (10, 11, 13), lo cual se traduciría en una respuesta menor de la glucosa sanguínea cuando se toma como parte de una comida. Por otra parte, se ha establecido que la co-ingestión de grasa con el carbohidrato y su conocido efecto sobre el retardo en el vaciamiento gástrico, lo cual conduce a un retardo en la absorción de la glucosa por el intestino, pudiera reducir la respuesta glicémica post prandial (2, 3, 12). Sin embargo en

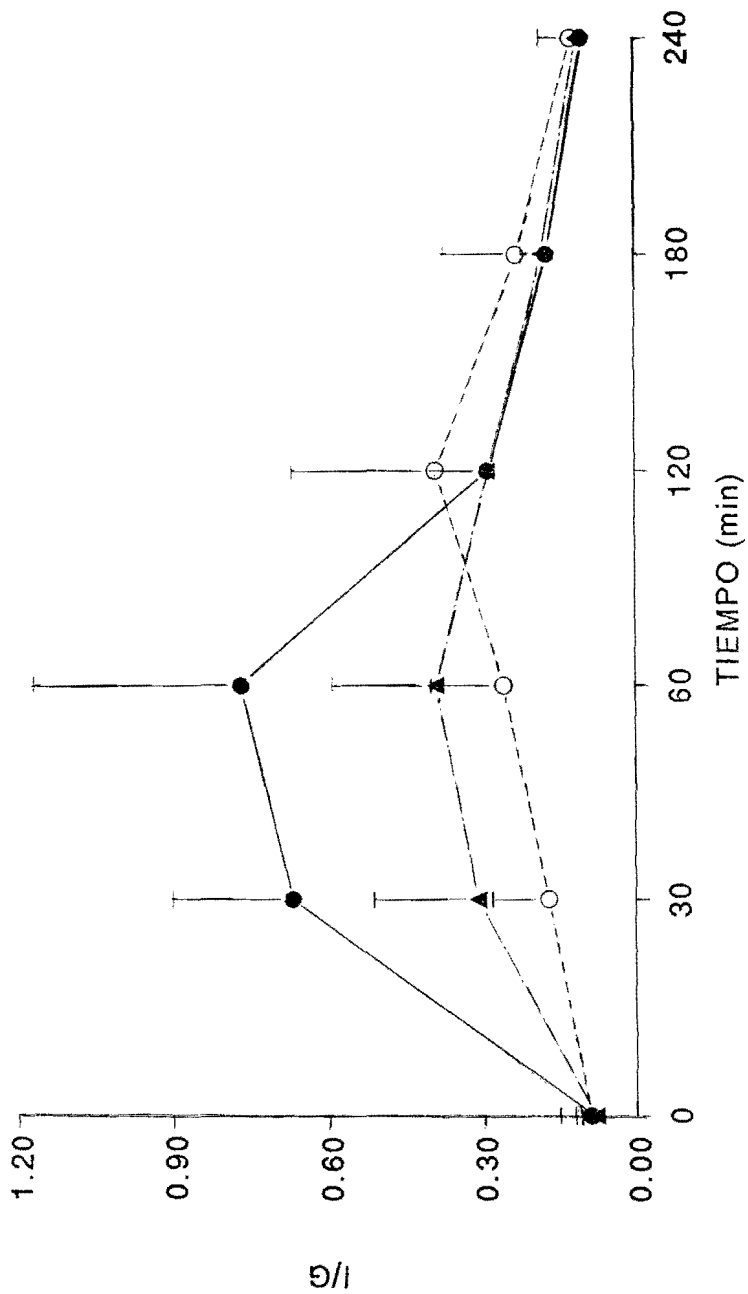


Fig. 3. Relación Insulina/Glucosa durante la prueba de sobrecarga glucosada (●); ingestión de 75 g de CC (○) e ingestión de 75 g de CC + P + G (▲) en los diferentes grupos de individuos. Cada punto representa la media \pm E.E.

nuestro estudio, la adición de 6.7 g de proteína y de 4 g de grasa no produjo modificación en el área glicémica total obtenida para el CC, posiblemente debido a la cantidad relativamente pequeña de estos nutrientes, coincidiendo con lo reportado por Jenkins y col. (9) quienes no encontraron modificación en la respuesta glicémica al pan cuando se le adicionó 12,1 g de proteína en forma de queso ("cottage cheese") y lo planteado por Nutall y col. (12) quienes reportan que las comidas con alto contenido de grasa afectaron significativamente la curva de glicemia post prandial para la segunda y tercera comida, no así para la primera comida del día como se realizó en nuestro caso.

En el presente estudio, a pesar de no obtener diferencia significativa entre los tipos de prueba practicados, se pudo observar que la respuesta glicémica a la ingestión del CC solo o con la adición de proteína y grasa fue menos elevada, aunque más prolongada, en comparación con la PTGO, la cual provocó respuestas más elevadas, pero que se normalizaron rápidamente. Este hecho fisiológicamente, puede considerarse de interés ya que una respuesta más brusca exige una también súbita secreción insulínica para metabolizar los niveles de glucosa provocados por la PTGO.

En relación al área insulínica total, similar a lo ocurrido para el área glicémica total, tanto con el CC como con el CC + P + G se obtuvo un área total de respuesta insulínica que no se diferenció de la produ-

cida por la PTGO, posiblemente debido a las pequeñas cantidades de proteína y grasa adicionados y a que este estudio se realizó con la primera comida del día.

Al analizar el perfil de la respuesta insulínica obtenida en las diferentes pruebas, se encontró que tanto la ingestión del CC solo o con la adición de proteína y grasa, provocaron una respuesta insulínica menos brusca en comparación con la PTGO ya que los máximos valores obtenidos en ambas pruebas fueron de 40 μ U/ml, es decir que con la adición de proteína y grasa, aunque se obtuvo el pico de insulina un poco más precozmente, no se diferenció de la obtenida cuando se ingirió el CC solo, coincidiendo nuestros resultados con los reportados por Collier y col. (2, 3) quienes en diferentes estudios realizados en individuos sanos reportan que la co-ingestión de grasa a un carbohidrato reduce la respuesta glicémica post prandial pero no la insulínica. Más bien la respuesta insulínica fue algo más elevada ya que en algunos puntos fue similar a la obtenida por la PTGO.

Cuando se calculó el Índice Glicémico se observó que la arepa en individuos sanos, presenta un IG de 71,5% cifra que está por encima de la reportada por Jenkins y col. (8) quienes obtuvieron un IG para el maíz tierno de 59%, comparado con glucosa. Esta diferencia podría explicarse, debido a que el CC utilizado en nuestro estudio es del tipo refinado, en el cual el almidón presente ha sido gelatinizado en su

procesamiento, lo cual se traduce en menor contenido de fibra y por tanto la absorción del carbohidrato se hace más rápida. Al respecto, Bornet y col. (1) han planteado que el almidón gelatinizado y cocido incrementa significativamente la respuesta glicémica e insulínica cuando se compara con el almidón crudo.

Cuando añadimos proteína y grasa, lejos de disminuir, el IG del CC se elevó, sin que este aumento fuera significativo. Es importante destacar que los valores reportados en este trabajo están referidos a los valores promedio de los 6 individuos estudiados, sin embargo entre estos individuos encontramos 3 altos respondedores, mientras que los otros 3 pudieran considerarse bajos respondedores, según el criterio de Crapo y col. (5). Este tipo de respuesta no tuvo relación con edad, sexo, ni IMC.

Con los valores promedio de glicemia e insulinemia obtenidos en los diferentes tiempos de las pruebas practicados a los sujetos estudiados, se calculó el Índice Insulina/Glucosa (I/G). Varios autores (4, 15) han sugerido que una relación $I/G > 0,30$ en individuos sanos y en pacientes con secreción insulínica disminuida, es considerado como un indicador de cifras de insulina elevada. En este estudio se observó que la PTGO produjo en términos generales una relación I/G significativamente mayor en comparación con el CC solo y con la adición de proteína y grasa, pruebas estas en las que la relación I/G

estuvo dentro de los límites normales ($< 0,30$) resultados que difieren de lo reportado por Oraa y col. (13) quienes estudiando 8 voluntarios sanos, encontraron que tanto con la ingestión de papa hervida como con la adición de grasa (margarina) y proteína (atún) a la misma, se obtuvo una relación I/G por encima de los valores normales, asumiendo un poder secretagogo a la presencia de almidón y de la proteína.

En conclusión encontramos que el Índice Glicémico de la arepa preparada con harina precocida de maíz es elevado y se incrementa aunque no significativamente cuando se le agrega proteína y grasa. Esto es debido a una alta respuesta tanto glicémica como insulínica, muy similar a la provocada por una sobrecarga glucosada.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia y al CONICIT, Venezuela, por la ayuda financiera.

ABSTRACT

Glycemic index and insulin response to the ingestion of precooked corn flour in the form of "arepa" in healthy individuals. Semprún-Ferreira, M. (Escuela de Nutrición y Dietética e Instituto de Investigaciones Clínicas, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Apartado 1151, Maracaibo 4001-A,

Venezuela), Ryder, E., Morales, L.M., Gómez M.E., Raleigh X. *Invest Clin* 35(3): 131- 142, 1994.

Key words: glucose response, insulin response, glycemic index, corn flour.

With the purpose of exploring the glucose and insulin responses to a breakfast composed of a complex carbohydrate (CC) in the form of a "arepa" prepared with precooked corn flour, with or without the addition of protein and fat (CC + P + F), we studied 6 healthy volunteers, ages ranging from 26 - 50 years and body mass index of 24.5 ± 1.32 . Three tests were performed on each individual: 1) 75 g OGTT, 2) Ingestion of 75 g of CC ("arepa") and 3) Ingestion of 75 g of CC + 6.7 g protein (low fat cheese) and 4 g fat (margarine). Glycemic values (glucose - oxidase method) and insulinemia (radioimmunoassay) were determined at basal, 30, 60, 120, 180 and 240 min. Glucose (GA) and insulin (IA) areas, glycemic index (GI) and insulin/glucose ratio (I/G) were calculated. We found that the "arepa" has a high GI (71.5%) that it is increased, although not significantly to 140% with the addition of protein and fat. Total GA as well as IA obtained for CC and for CC + P + F were similar to OGTT, however the profiles of the glucose and insulin responses during CC and CC + P + F were less abrupt but more prolonged, resulting in a greater I/G ratio for OGTT in comparison

with CC or CC + P + F during the initial steps. We conclude that GI of this corn bread ("arepa") is high in comparison to other complex carbohydrates and it is not altered by the addition of protein and fat. This is possibly due to glucose and insulin responses similar to that produced by OGTT.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- BORNET F.R.J., FONTVIELLE A.M., RIZKALLA S., COLONNA P., BLAYO A., MERCIER C., SLAMA G.: Insulin and glycemic responses in healthy humans to native starches processed in different ways: correlation with in vitro -amylase hydrolysis. *Amer J Clin Nutr* 50:315-323, 1989.
- 2- COLLIER G., O'DEA K.: The effect of coingestion of fat on the glucose, insulin, and gastric inhibitory polypeptide responses to carbohydrate and protein. *Amer J Clin Nutr* 37:941-944, 1983.
- 3- COLLIER G., McLEAN A., O'DEA K.: Effect of co-ingestion of fat on the metabolic responses to slowly and rapidly absorbed carbohydrates. *Diabetologia* 26:50-54, 1984.
- 4- FAJANS S.S., FLOYD J.C.: Fasting hypoglycemia in adults. *New Eng J Med* 294(14):766-772, 1976.
- 5- CRAPO P., REAVEN G., OLEFSKY J.: Postprandial plasma-glucose and insulin responses to different complex carbohydrates. *Diabetes* 26(12):1178-1184, 1977.

- 6- CRAPO P.: The glyccemic responses. A new way of looking at starch and sugar. *Clin Diabetes* 12-19, 1985.
- 7- HERRERA F.C.: Estudio del componente agroindustrial del Maíz (*Zea mays*, L) dentro del Circuito Cerealero. *Un Cen de Vzla*, 53-65, 1992.
- 8- JENKINS D.J.A., WOLEVER T., TAYLOR R.H., BARKER H., FIELDEN H., BALDWIN J.M., BOWLING A.C., NEWAN H.C., JENKINS A., GOFF D.V.: Glycemic index of food: a physiological basis for carbohydrates exchange. *Amer J Clin Nutr* 34:362-366, 1981.
- 9- JENKINS D.J.A., WOLEVER T., JENKINS A.L., THORNE M.J., LEE R., KALMUSKY J., REICHER R., WONG G.S.: The Glycemic Index of food tested in Diabetic Patients: A new basis for carbohydrate exchange favouring the use of legumes. *Diabetología* 24:257-264, 1983.
- 10- NUTTAL F.Q., MOORADIAN A.D., DE MARRAIS R., PARKER S.: The Glycemic Effect of Different Meals Aproximately Isocaloric and Similar in Protein, Carbohydrate, and Fat Content as Calculated Using the A.D.A. Exchanges Lists. *Diabetes Care* 6(5):432-435, 1983.
- 11- NUTTALL F.Q., MOORADIAN A.D., GANNON M.C., BILLINGTON C.H., KREZOWSKI P.: Effect of Protein Ingestion on the glucose and Insulin Response to a Standardized Oral Glucose Load. *Diabetes Care* 7(5):465-470, 1984.
- 12- NUTALL F.Q., GANNON M.C., WALD J.L., AHMED M.: Plasma Glucose and Insulin Profiles in Normal Subjects Ingesting Diets of Varying Carbohydrate, Fat, and Protein Content. *J Amer Coll Nutr* 4:437-450, 1985.
- 13- ORAA E., IZQUIERDO M.R., AVILAN J., PABON N., LOPEZ, M., BLANCO M., PAOLILLO M., CAMEJO M., CEVALLOS J.L.: Índice Glicémico e Insulinemia Postprandial de un Carbohidrato Complejo Combinado con Grasa y Proteína. *Anal Venez Nutr (Fundación CAVENDES)* 1:70-76, 1988.
- 14- REAVEN G.M.: Effect of differences in amount and kind of dietary carbohydrate on plasma glucose and insulin responses in man. *Amer J Clin Nutr* 32:2568-2578, 1979.
- 15- TURNER R.C., OAKLEY N.W., NABARRO J.D.N.: Control of basal insulin secretion with special reference to the diagnosis of insulinomas. *Br Med J* 2:132-135, 1971.
- 16- WOLEVER T., JENKIS D.J.A.: The use of the glyccemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. *Amer J Clin Nutr* 43:167-172, 1986.