

**ÍNDICES Y RESPUESTAS GLUCÉMICAS E INSULÍNICAS DE
MEZCLAS DE ARROZ CON LEGUMINOSAS (MOROS)**

Jimmy Barranco*
Georgina Espinal**
Agustina Canela**
María Bell**

RESUMEN

El índice glucémico (IG) es una medida de la capacidad que tiene un alimento determinado para elevar la glucemia, comparado con otro alimento que sirve de referencia.

En tres grupos de diez estudiantes universitarios (5 hombres y 5 mujeres por grupo), con edades de 17-22 años, aparentemente sanos, con índice de masa corporal entre 19-24 kg/m², se valoró la respuesta glucémica y la insulínica de tres mezclas de arroz con leguminosas o moros (una por grupo): moro de habichuelas rojas (MHR), de habichuelas negras (MHN), y de guandules verdes (MGV) y se compararon con las respuestas del pan blanco. El contenido de hidratos de carbono de los moros y del pan fue de 50g.

Los valores glucémicos promedios, en ayunas y a los 60 min. postprandiales en cada moro fueron los siguientes: MHR (82 ±11mg/dl y 91±18 mg/dl), MHN (59±7 mg/dl y 69±12 mg/12) y MGV(75±13mg/dl). A los 120 min., el MHR provocó un descenso de la glucemia por

* Investigador principal, INTEC, Ciencias de la Salud.

** Investigadores auxiliares, INTEC, Ciencias de la Salud.

debajo del valor basal (82 ± 11 mg/dl vs. 75 ± 10 mg/dl); en el caso del MGV los niveles de glucosa tienden a seguir aumentando (75 ± 13 mg/dl vs. 86 ± 6 mg/dl), mientras que en MHN la glucemia permaneció igual que a los 60 min. (69 ± 8 mg/dl).

La respuesta glucémica promedio del pan blanco fue de 83 mg/dl a los 60 min. y 81 mg/dl a los 120 min.

Los índices glucémicos (IG) fueron variables y tuvieron una gran dispersión en cada uno de los moros: MHR = 131 ± 160 %, MHN = 75 ± 54 % y en el MGV fue de 163 ± 65 %.

Los índices insulínicos (II) encontrados fueron: 25 ± 21 % en MHR, 16 ± 7 % en el MHN y 20 ± 2 % en el MGV.

El pan provocó una mayor secreción insulínica: basal ($11.53 \mu\text{UI/ml}$), a los 60 min ($51.12 \mu\text{UI/ml}$) y a los 120 min ($29.75 \mu\text{UI/ml}$), a pesar de que la glucemia permaneció dentro del rango de referencia, en sus tres mediciones.

Los valores más bajos de IG e II correspondieron al moro de habichuelas negras.

En conclusión: el consumo de 50 g de hidratos de carbono en forma de moro de leguminosas (habichuelas rojas, habichuelas negras y guandules verdes), se asocia con valores glucémicos dentro del rango de referencia (65-110 mg/dl) a los 60 min y 120 min post-prandiales. El pan blanco provocó una mayor secreción insulínica que los moros de leguminosas. El moro de habichuelas negras tuvo los valores más bajos de IG e II. Los resultados del presente estudio deben considerarse como preliminares, y para llegar a conclusiones definitivas, se requieren nuevas investigaciones.

PALABRAS CLAVES:

Glucemia, índice glucémico, índice insulínico, moro.

Introducción

El primer trabajo sobre el índice glucémico (IG) fue publicado por Jenkins y col. (1981) y considera que este índice puede servir para clasificar a los alimentos que contienen hidratos de carbono sobre una base fisiológica. El IG mide la capacidad que tiene determinado alimento para elevar la glucemia comparado con otro alimento control, que puede ser el pan o la dextrosa. Por lo tanto, el IG refleja la rapidez con la cual un alimento es digerido y absorbido.

El IG es una herramienta útil para la elaboración de dietas en personas sanas y enfermas, donde predominen los alimentos con respuestas glucémica e insulínica bajas. En el primer caso, serviría para promover la adopción de hábitos alimentarios adecuados, favoreciendo el consumo de alimentos con bajo IG debido a que provocan un incremento glucémico postprandial menor y la secreción insulínica también es más baja.

Este tipo de dieta reduciría el riesgo de obesidad, diabetes mellitus y enfermedades cardiovasculares (1-5). El consumo de una dieta a base de alimentos con bajo IG ayudaría a lograr mejor control metabólico en sujetos afectados con alguna de estas patologías.

En relación a la actividad física, se ha encontrado que las comidas con bajo IG son beneficiosas antes del ejercicio porque inducen una liberación lenta de glucosa hacia la circulación mientras que aquellas que tienen elevados IG provocan mayor liberación de insulina y aumentan rápidamente las reservas de glucógeno luego de ejercicio físico intenso y prolongado (6-8).

Con el propósito de reducir el riesgo de hiperlipidemias y otras enfermedades cardiovasculares, los organismos internacionales de salud competentes, han recomendado reducir el consumo de grasas totales en la dieta, lo cual favorece un aumento en la ingestión de hidratos de carbono, favoreciendo esta práctica un incremento en el riesgo de obesidad y diabetes mellitus, debido a la glucotoxicidad que tiene la hiperglucemia crónica sobre las células beta del páncreas; siendo ésta más común en aquellas dietas a base de alimentos con elevado IG (9).

Por otro lado, se ha reportado que los alimentos con elevado IG aumentan el riesgo de obesidad debido a que provocan hiperinsulinemia, seguida por episodios de hipoglucemia con mayor sensación de hambre, lo cual induce a un mayor consumo de alimentos y al desarrollo de obesidad. En cambio, los alimentos con bajo IG promueven mayor sensación de saciedad ya que no provocan episodios de hipoglucemia y aumentan las concentraciones de colecistoquinina y el péptido parecido a glucagon tipo 1, los cuales están envueltos en la sensación de saciedad (10).

A pesar de que hay evidencias suficientes sobre la utilidad potencial del IG en la salud y en la nutrición humana, en la actualidad no existe consenso sobre su uso generalizado. En tal sentido, ha sido cuestionado por algunos clínicos e investigadores de los Estados Unidos, quienes lo consideran irrelevante y poco práctico (11). También las Asociaciones Americanas de Diabetes, del Corazón y de Dietética, no reco-

nocen el papel que pudiera tener el IG en la prevención y en el tratamiento de ciertas enfermedades (12-14).

No obstante, su uso ha sido aceptado por muchas otras organizaciones internacionales relacionadas con la salud como la FAO/OMS, la cual recomienda que los diferentes países elaboren tablas de alimentos autóctonos en base a sus índices glucémicos (15). Además aconsejan incluir el valor del IG en el etiquetado de los alimentos, lo cual ha sido implementado en Australia (16).

En este orden, en el país se ha determinado la respuesta glucémica y el IG de algunas frutas tropicales de consumo local (17); así como del plátano y algunos tubérculos (Barranco & Bell, datos no publicados).

En la República Dominicana, el arroz constituye la principal fuente de hidratos de carbono en la dieta ya que se consume diariamente, preparado sólo o combinado con leguminosas (moro). Por lo tanto, el propósito del presente estudio es valorar las respuestas glucémicas e insulínicas, así como los índices glucémicos (IG) e insulínicos (II) que tienen los moros de habichuelas rojas, negras y de guandules.

Material y Método

El presente estudio fue realizado en una población de 30 estudiantes de medicina del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), quienes aceptaron voluntariamente participar en el mismo, mediante consentimiento informado.

Los participantes fueron distribuidos en tres grupos de diez miembros (5 mujeres y 5 hombres), un grupo para cada tipo de moro y cuyas características generales se muestran en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO

Indicador	Moro habichuelas rojas	Moro habichuelas negras	Moro de guandules
1.-Edad (años)	18.4 ± 0.84	18.7 ± 0.82	18.9 ± 1.19
2.-No. Casos (m/f)	5 / 5	5 / 5	5 / 5
3.-Peso (kg)	61.2 ± 7.45	62.1 ± 8.04	63.2 ± 8.43
4.-Índice de masa corporal (kg/m ²)	20.9 ± 1.18	21.6 ± 1.71	21.9 ± 1.66
5.-Hidratos de Carbono de dieta habitual. (g)	334 ± 30	283 ± 51	258 ± 36
6.-Ayuno previo (h):			
a) Prueba del moro	11.6 ± 0.96	11.7 ± 0.82	11.0 ± 0
b) Prueba pan blanco	11.8 ± 0.92	11.5 ± 0.84	11.0 ± 1.4

Los datos son expresados como las medias y sus respectivas desviaciones estándares.

Criterios de inclusión

Los participantes eran sujetos aparentemente sanos, sin tratamiento farmacológico con un índice de masa corporal (IMC) entre 20-24.9 kg/m² y con una ingestión habitual de hidratos de carbono no menor a 200 g/día (determina-

do mediante un recordatorio alimentario de 24 horas de la dieta habitual, utilizando tablas del sistema de intercambio de alimentos).

Preparación de los moros

Las mezclas de arroz y leguminosas (moros) se prepararon en la siguiente proporción: 1 libra de arroz super selecto y 15 onzas (peso neto) de una leguminosa enlatada (habichuelas rojas, negras o guandules verdes). Para preparar cada moro se utilizó una olla cromada marca Liberty, dejándose hervir la mezcla por 10 minutos hasta la evaporación del agua, seguida por un tiempo de cocción de 25 minutos a fuego lento. Al finalizar la cocción, se sirvieron 10 raciones con peso de 177g (moro de habichuelas rojas), 159g (moro de habichuelas negras) y 182 g (moro de guandules), utilizando una balanza marca Guzzini, calibrada en gramos. Cada servicio de moro contenía 50g de hidratos de carbono según la siguiente proporción arroz/leguminosas: moro de habichuelas rojas (36g/14g), moro de habichuelas negras (37g/13g) y moro de guandules verdes (39g/11g).

Alimento control

Se utilizó el pan blanco comercial (pan de sándwich) como alimento control, recibiendo cada sujeto 90 g de este producto, equivalente a 50 g de hidratos de carbono calculado en base a la información nutricional del etiquetado.

Diseño del estudio

Los estudiantes fueron divididos en tres grupos de 10 miembros (5 mujeres y 5 hombres): grupo- I (moro de habichuelas rojas), grupo-II (moro de habichuelas negras) y grupo- III (moro de guandules verdes).

Cada grupo acudió en ayunas a las 7:00 am al laboratorio de medicina de INTEC en una primera visita donde todos los sujetos recibieron 90 g de pan (50g de hidratos de carbono); se les tomó muestras de sangre venosa antes de ingerir el alimento control a los 60 y 120 minutos post-prandiales para la determinación de la glucemia por el método de la glucosa oxidada y cuantificación de insulina por quimioluminiscencia en el Laboratorio de Referencia de Santo Domingo.

En una segunda visita (15 días más tarde) los grupos acudieron en las mismas condiciones para recibir ahora una muestra del moro correspondiente, equivalente a 50g de hidratos de carbono; las muestras de sangre venosa se tomaron igual que en la primera ocasión (prueba del pan blanco) para la determinación de glucosa e insulina.

El tiempo de ingestión del moro y del pan blanco fue de 8 ± 2 minutos y durante el estudio los sujetos permanecieron en reposo.

Respuesta glucémica e índice glucémico (IG)

Los valores de glucemias obtenidos en los diferentes tiempos para cada alimento (moro o pan) en cada sujeto, fueron

graficados y utilizando un programa computarizado (excel) se calculó el IG de manera individual por el método trapezoidal. El IG se determinó como la relación entre el área de incremento glucémico producida por el moro correspondiente (alimento problema) y el área de incremento glucémico del pan blanco (alimento control). Las áreas glucémicas negativas (por debajo del nivel basal) fueron eliminadas al calcular el IG. El valor del IG de cada moro fue determinado como la media \pm la desviación estándar de los valores individuales.

Respuesta insulínica e índice insulínico (II)

Utilizando los valores de insulina obtenidos con los diferentes moro y con el pan se procedió a determinar la respuesta insulínica y el II en forma similar a como se hizo con la respuesta glucémica y el IG.

Resultados

El gráfico No.1 muestra que el incremento glucémico provocado por el moro de habichuelas rojas en relación al valor basal (82 ± 11 mg/dl) fue de 9 mg/dl a los 60 minutos post-prandiales. En este momento la glucemia alcanzó su pico máximo promedio (91 ± 18 mg/dl), descendiendo hasta 75 ± 10 mg/dl cifra inferior a la glucemia basal. En el caso del pan la glucemia aumento unos 17 mg/dl a los 60 minutos, con un descenso más lento, permaneciendo elevada unos 12 mg/dl sobre la glucemia basal. Todos los sujetos de este grupo exhibieron el mismo pa-

trón glucémico al ingerir pan, con una tendencia a seguir aumentando después de los 120 minutos en 6 de los 10 sujetos.

De igual modo, en los sujetos que ingirieron habichuelas negras (gráfico No.2) o de guandules (gráfico No.3) el incremento glucémico máximo observado a los 60 minutos fue de 10 mg/dl, permaneciendo prácticamente en el mismo nivel a los 120 minutos después de la ingestión de cada moro.

Tanto en el grupo del moro de habichuelas negras como en el de guandules nueve de los diez sujetos estudiados tuvieron niveles glucémicos por encima de las cifras basales a las dos horas post-prandiales; con una tendencia a seguir aumentando en la mitad de los casos del moro de habichuelas negras (datos no mostrados).

Al comparar las respuestas glucémicas del moro de habichuelas negras y el pan, se encontró un incremento glucémico ligeramente menor del pan (6 mg/dl) a los 60 minutos para descender a los 120 minutos (gráfico No.2).

De igual manera, la elevación de la glucemia fue más pequeña con el pan que con el moro de guandules verdes (gráfico No.3).

En el gráfico No.4 se compara la respuesta glucémica promedio de todos los moros con la del pan. En la misma puede verse que el incremento glucémico de los moros de leguminosa 9 mg/dl, a los 60 minutos fue similar a sus controles de pan (10 mg/dl). Sin embargo la glucemia desciende más lentamente en el pan que en las leguminosas, retornando a los niveles

basales con las leguminosas a los 120 minutos, mientras que en el pan la glucosa sanguínea permanece aún más alta que el valor inicial. De los treinta sujetos que recibieron pan, 23 tuvieron glucemias por encima de las cifras basales 2 horas después de ingerir este alimento. En los casos restantes la glucemia regreso a su punto basal en dos sujetos y fue menor en 5 casos (datos no mostrados).

Por otro lado la respuesta insulínica a todos los moros fue mucho menor que la del pan blanco (gráfico No.5). Aquí puede observarse un incremento de 14.56 $\mu\text{UI/ml}$ a los 60 minutos (moro de habichuelas rojas), 7.78 $\mu\text{UI/ml}$ (moro de habichuelas negras) y 5.18 $\mu\text{UI/ml}$ (moro de guandules); mientras que la secreción insulínica estimulada por el pan blanco tuvo un incremento promedio de 39.39 $\mu\text{UI/ml}$ (insulina inicial =11.73 $\mu\text{UI/ml}$, insulina a los 60 minutos =51.12 $\mu\text{UI/ml}$), permaneciendo elevada a los 120 minutos dos veces y media sobre el valor basal (11.73 $\mu\text{UI/ml}$ vs. 29.75 $\mu\text{UI/ml}$).

En el caso del moro de guandules la secreción insulínica casi se duplica entre los 60 minutos (11.88 $\mu\text{UI/ml}$) y los 120 minutos (20.3 $\mu\text{UI/ml}$), para un incremento neto 9.6 $\mu\text{UI/ml}$ sobre el nivel inicial.

En los grupos de los moros de habichuelas rojas y negras la insulina retorna prácticamente a las cifras del ayuno (7.42 y 7.38 $\mu\text{UI/ml}$) 120 minutos después de su ingestión. En este momento las cifras finales promedio fueron de 8.26 y 9.22 $\mu\text{UI/ml}$ para los moros de habichuelas rojas y habichuelas negras, respectivamente.

En la tabla No.1 se muestran los índices glucémicos (IG) e insulínicos (I I) de los diferentes moros. Los valores de IG e II muestran una gran variabilidad en el caso del moro de habichuelas rojas (IG= $130 \pm 160\%$, I I= $25 \pm 21\%$). Los moros de habichuelas negras y de guandules también tienen cifras de IG muy dispersas ($79 \pm 54\%$ y $163 \pm 65\%$, respectivamente), pero sus I I son menos variables ($16 \pm 7\%$ y $20 \pm 2\%$, respectivamente).

Discusión

Los resultados de este estudio revelan que los tres tipos de moros evaluados tienen respuestas glucémicas post-prandiales muy bajas a los 60 y 120 minutos, cuyos valores promedios nunca sobrepasaron las cifras de referencia en ayuno (65-110 mg/dl). A los 60 minutos la glucemia promedio apenas superó en unos 10 mg/dl las cifras basales, correspondiendo este incremento al valor de las desviaciones estándares. Esto significa que después de ingerir 50 g de hidratos de carbono en forma de moro, la glucemia regresa prácticamente a los niveles basales a los 60 minutos posteriores a la ingestión.

De los 50 g de hidratos de carbono que contenían los moros, la mayor parte procedía del arroz (36-39g) y el resto de la leguminosa (11-14 g). El arroz tiene un IG alto (81-109%) y las leguminosas un valor moderado (54-65%). Sin embargo, cuando se mezclaron en forma de moro los valores de IG fueron más altos y tuvieron una gran dispersión: moro de habichuelas rojas ($131 \pm 160\%$), moro de

habichuelas negras ($75 \pm 54\%$) y moro de guandules ($163 \pm 65\%$). La variabilidad de estos resultados pudiera deberse a la influencia de algunos factores: se utilizaron leguminosas enlatadas, las glucemias se determinaron en sangre venosa y el número de muestras tomadas fue de tres (0, 60 y 120 minutos), factores que afectan la determinación del IG (15,18,19). Además en este estudio se utilizó pan blanco como alimento de referencia igual que en estudios previos y su contenido de hidratos de carbono varía.

No obstante, es evidente que la ingestión de aproximadamente una y media taza moro de habichuelas rojas, negras o de guandules verdes (12 onzas ya cocido), preparados en la proporción de 1 libra de arroz súper selecto por 15 onzas de leguminosas enlatadas, eleva muy poco la glucemia a los 60 y 120 minutos post-prandiales, ya que los valores obtenidos apenas sobrepasaron los niveles basales a los 60 minutos en 10 mg/dl, cifra que está dentro de las desviaciones estándares. El pico máximo de glucemia post-prandial pudo haber ocurrido antes de los 60 minutos, por lo cual no fue detectado en este estudio. Sin embargo, lo importante es que después de ingerir 50 g de hidratos de carbono en forma de moro, la glucemia ya regresa a los niveles basales, 60 minutos más tarde. Si se utilizan leguminosas frescas y se aumenta su proporción en los moros, la respuesta glucémica y el IG disminuirían.

A pesar de que la respuesta glucémica es baja en los tres tipos de moro, ésta fue mucho menor en el moro de habichuelas

negras. Los índices glucémico (IG) e insulínico (I I) también fueron más bajos en este moro (IG = $79 \pm 54\%$, I I = $16 \pm 7\%$).

Parecería más fisiológico recomendar el consumo de moros en lugar del pan blanco, debido a que a partir de los 60 minutos post-prandiales el aclaramiento glucémico es más lento en el caso del pan. Además la insulinemia se cuadruplica a los 60 minutos después de ingerir pan y aún a los 120 minutos post-prandiales es 2.5 veces mayor que el nivel insulínico basal.

REFERENCIAS

1. Mann J, Hermansen K, Vessby B, Toller M. *Evidence based nutritional recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications*. Diabetes care 2002; 25 (7).
2. Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. *Low-glycemic index diets in the management of diabetes*. Diabetes Care 2003; 26(8): 2261-67
3. Harvey G, Catherine N, Woodend D, Wolever T. *Inverse association between the effect of carbohydrates on blood glucose and subsequent short-term food intake in young men*. Am J Clin Nutr 2002; 76: 1023-30
4. Frost G, Leeds A, Trew G, Margara R, Dornhorst A. *Insulin sensitivity in women at risk of coronary heart disease and the effect of a low glycemic index diet*. Metabolism 1998; 47: 1245-51
5. Liu S, Willet W, Stampfer M, Hu F, Franz M, Sampson L, Henneken C et al. *A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, in risk of coronary heart disease in US women*. Am J Clin Nutr. 2000; 71: 1455-61.
6. Febbraio M, Keenan J, Angus D, Campell S, Graham A. *Pre-exercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle*

glycogen use: effect of the glycemic index. Nutrition 2000; 89(5): 1845-51

7. Fairchild T, Fletcher S, Steele P, Goodman C, Dawson B, Fournier P. *Rapid carbohydrate loading after a short bout of near maximal intensity exercise.* Med Sci Sports Exerc 2002; 34: 980-86
8. Kirwan J, O’Gorman D, Evans W. *A moderate glycemic meal before endurance exercise can enhance performance.* J. Appl Physiol 1998; 84: 53-9
9. Willet W, Manson L, Liu S. *Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes.* Am J Clin Nutr 2002; 76(suppl): 274S-80S
10. Brand Miller J, Holt S, Pawlk D, McMillan J. *Glycemic index and obesity.* Am J Clin Nutr 2002; 76 (suppl): 281-85.
11. Coulston AM, Reaven GM. *Much ado about (almost) nothing.* Diabetes care 1997; 20: 241-43.
12. American Diabetes Association. *Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus.* Diabetes care 2001; 24 (suppl): S44-7.
13. Krauss RM, Eckel RH, Howard B, et al. *AHA Dietary guidelines: revision 2000: a statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of American Heart Association.* Circulation 2000; 102: 2284-99.
14. American Dietetic Association. *Medical nutrition therapy and pharmacotherapy-position of the ADA.* J Am Diet Assoc 1999; 99: 227-30
15. Food and Agriculture Organization (1998). *Carbohydrates in Human Nutrition.* Report of a FAO/WHO Expert Consultation on Carbohydrates, April 14-18, 1997, Rome, Italy. Rome: FAO
16. Nutrition Australia. “ I have heard of a Glycemic (or Glycaemic)

Index in relation to food. What does this mean and what is its nutritional significance?: http://www.nutritionaustralia.org7Food_Facts/FAQ/glycemic_index_faq.asp

17. Barranco J, Canela A. *Respuesta glucémica e índice glucémico de frutas seleccionadas de consumo nacional*. Ciencias de la salud 2002; 1 (1): 12-5.
18. Wolever T. *Effect of blood sampling schedule and methods of calculating the area under the curve on validity and precision of glycemic index values*. Br J Nutr 2004; 91: 295-300
19. Bell SJ, Goodrick GK. *A functional food product for the management of weight*. Crit Rev Food Sci Nutr 2002; 42(2): 163-78
20. Jenkins DJ. *Glycemic index of food: a physiological basis for carbohydrates exchange*. Am J Clin Nut 1981; 34:362-64

Tabla No. 1

Indices Glucémicos e Insulínicos de los diferentes moros

TIPO DE MORO	INDICE GLUCEMICO (%)	INDICE INSULINICO (%)
Moro de habichuelas rojas	131 ± 160	25 ± 21
Moro de habichuelas negras	79 ± 54	16 ± 7
Moro guandules verdes	163 ± 65	20 ± 2

Los datos son expresados como las medias y sus respectivas desviaciones estándares.

Gráfico No. 1

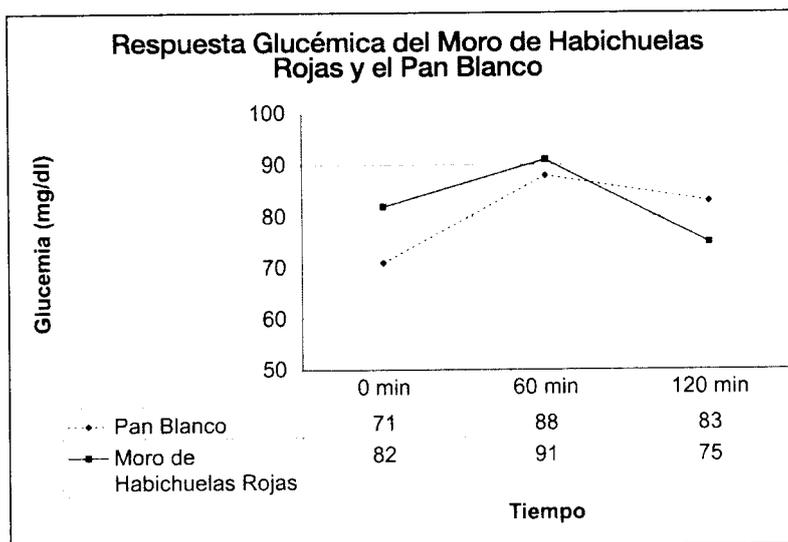


Gráfico No. 2

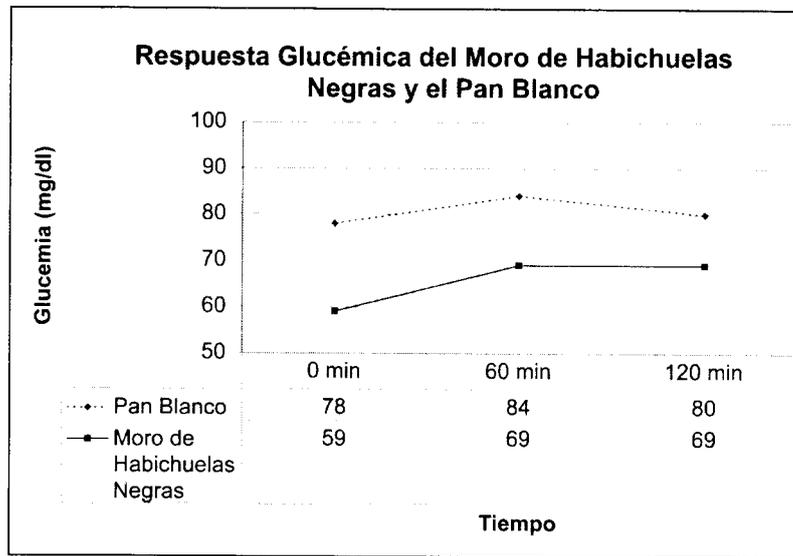


Gráfico No. 3

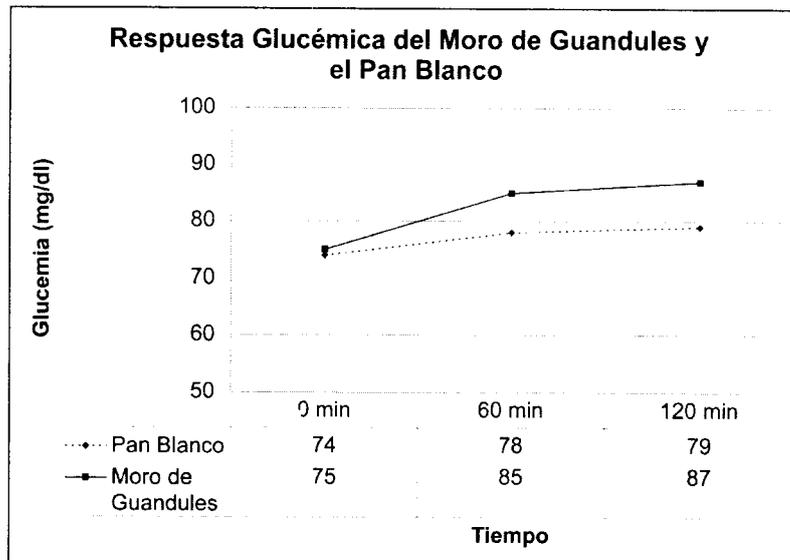


Gráfico No. 4

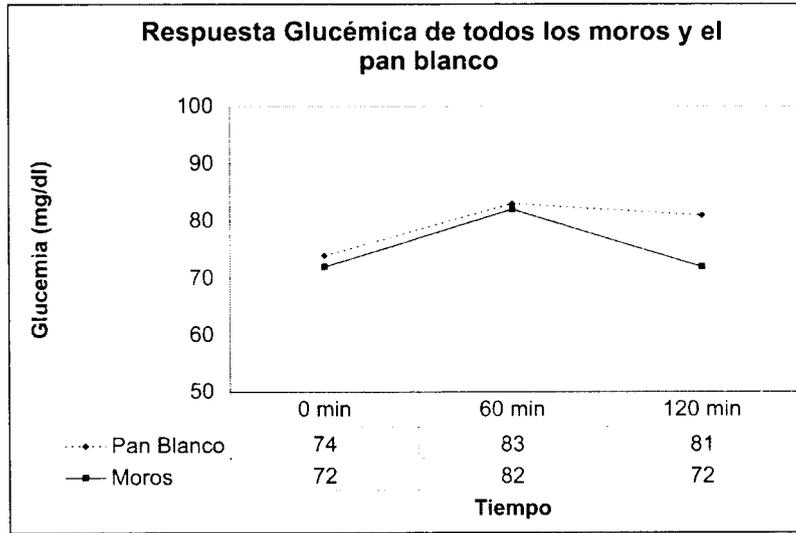


Gráfico No. 5

