

Efecto de la ingesta de frutas nativas como guanábana, sachatomate, aguaymanto y tumbo serrano sobre la glicemia a través del índice glicémico

Roxana Fernández-Condori¹, Fernando Ramos-Escudero^{2,3}.

¹ Facultad de Nutrición y Alimentación, Escuela Profesional de Nutrición y Dietética de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón UNIFE, Lima, Perú; ² Unidad de Investigación en Nutrición, Salud, Alimentos Funcionales y Nutraceuticos, Universidad San Ignacio de Loyola (UNUSAN-USIL), Calle Toulon 310, 15024 Lima, Perú; ³ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de San Ignacio de Loyola, Av. La Fontana 750, 15024 Lima, Perú.

Resumen

Fundamentos: Las frutas nativas están ganando la atención en el mundo debido a la amplia gama de macro y micronutrientes y fitoquímicos que aportan beneficios saludables y presentan un impacto sobre las enfermedades no transmisibles relacionadas con la dieta. El objetivo de este estudio fue determinar el índice glucémico (IG) y carga glucémica (CG) de frutas nativas.

Métodos: Veintiséis voluntarios saludables (13 mujeres y 13 varones; con edades entre 18 y 22 años) cumplieron los criterios de inclusión para este estudio. Los participantes acudieron al ensayo después de un ayuno de 10 a 12 horas. Cada participante ingirió 50 g de carbohidrato equivalente respecto de las frutas. Se colectaron las muestras de sangre mediante punción intravenosa para análisis de glucosa a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 min. Las respuestas glucémicas se evaluaron calculando el área incremental bajo la curva de glucosa en sangre.

Resultados: Los resultados indican que el área bajo la curva (AUC) para guanaba fue mayor respecto de aguaymanto, sachatomate y tumbo serrano. Con respecto a los valores de IG para las frutas testeadas variaron entre 24,36 y 36,19.

Conclusiones: El IG para las frutas estudiadas fueron clasificadas con IG bajo (≤ 55).

Palabras clave: Índice Glucémico; Carga Glicémica; Frutas Nativas; Perú.

Effect of the intake of native fruits such as soursop, sachatomate, goldenberry and tumbo serrano on glycemia through the glycemic index

Summary

Background: Native fruits are gaining attention worldwide due to the wide range of macro- and micronutrients and phytochemicals that provide health benefits and impact diet-related non-communicable diseases. The objective of this study was to determine the glycemic index (GI) and glycemic load (GL) of native fruits.

Methods: Twenty-six healthy volunteers (13 women and 13 men; ages 18-22 years) met the inclusion criteria for this study. Each participant ingested 50 g of carbohydrate equivalent with respect to fruits. Blood-glucose analysis by capillary puncture for glucose analysis were obtained at 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes. Glycemic responses were evaluated by calculating the incremental area under the blood glucose curve.

Results: The results indicated that the AUC for soursop was greater with respect to goldenberry, sachatomate and tumbo serrano. Regarding the GI values for the tested fruits, they varied between 24.36 to 36.19.

Conclusions: The GI for the studied fruits were classified with low GI (≤ 55).

Key words: Glycemic Index; Glycemic Load; Native Fruits; Peru.

Correspondencia: Roxana Fernández-Condori
E-mail: roxanafernandezc@unife.edu.pe

Fecha envío: 13/07/2020
Fecha aceptación: 27/01/2021

Introducción

Las enfermedades crónicas son enfermedades de larga duración y generalmente de progresión lenta. En todo el mundo son cada vez más frecuente debido a los cambios en la dieta y estilo de vida, causando muertes prematuras. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los cuatro grupos principales de enfermedades crónicas son las enfermedades cardiovasculares (como ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares), cáncer, enfermedades respiratorias crónicas (como la enfermedad crónica obstrucción pulmonar y asma) y la diabetes¹. La diabetes mellitus es un problema de salud pública y que ha alcanzado niveles alarmantes. En el 2019 un total de 463 millones y para el 2030 habrá cerca de 578 millones de personas que viven con diabetes, en la actualidad el 10% del gasto mundial en salud se gasta en diabetes (USD 760 billones de dólares)². Por lo tanto, diversas estrategias de prevención y control se han desarrollado con el fin de detener o retrasar la propagación de estas enfermedades³. La evidencia científica establece que 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 el azúcar en la sangre, dando lugar que el efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (aumento del azúcar en la sangre), que con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas, especialmente los nervios y los vasos sanguíneos. También se define que la diabetes mellitus es un síndrome metabólico que se caracteriza por hiperglicemia, la cual, es causada por defectos en la secreción o acción de la insulina³.

El índice glucémico (GI) es una evaluación fisiológica del contenido de carbohidratos de

un alimento a través de su efecto sobre las concentraciones postprandiales de glucosa en sangre. La clasificación de índice glucémico de los alimentos se ha utilizado como una herramienta para evaluar las estrategias de prevención y tratamiento de posibles enfermedades en las que el control glucémico es de importancia, como la diabetes^{4,5}.

Un grupo experto convocado por la Organización para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud⁶ define GI como el área bajo la curva de respuesta de la glucosa después de la ingestión de 50 g de carbohidratos de un alimento expresado como un porcentaje de respuesta para la misma cantidad de carbohidratos de un alimento estándar, en el mismo individuo. El alimento estándar es glucosa o pan blanco⁵⁻⁷.

Por otro lado, para evaluar la idoneidad para el cálculo del GI, la utilización de esquemas y métodos del área bajo la curva (AUC) son recomendados⁸, siendo el método iAUC (incremento del área bajo la curva) el de mayor utilización⁸⁻¹². Por otro lado, hay varios estudios que abordan el GI de las frutas nativas o cultivadas que crecen en Europa, América del Norte, Oceanía, África y Asia. Sin embargo, hay pocos estudios sobre las frutas nativas de América del Sur^{11,13-14}.

El consumo de frutas ya no es el resultado del gusto y preferencia personal, sino que se ha convertido en un beneficio potencial para la salud debido a su composición de nutrientes y compuestos fitoquímicos. Las frutas contienen cantidades importantes de micronutrientes, tales como fibras, minerales y vitaminas, además de carotenos y compuestos fenólicos (antocianinas, flavanoles, flavanonas, flavonoles, flavanonas e isoflavonas) y polifenoles no flavonoides (ácido fenólicos, xantonas, estilbenos, lignanos y taninos) son de gran interés, ya

que están asociados con una reducción de las enfermedades con especial referencia a enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes, síndrome metabólico, obesidad y cáncer^{15,16}. El mayor consumo de frutas en el Perú corresponde a plátano, naranja, manzana, mandarina, limón, papaya, uva, mango, sandía y fresa¹⁷, sin embargo, otros recursos promisorios con gran potencial en compuestos fenólicos incluyen aguaymanto (*Physalis peruviana* Linnaeus), sachatomate (*Cyphomandra betacea*

(Cavanilles) Sendtner), tumbo serrano (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*), guanábana (*Annona muricata* Linnaeus), etc.^{18,19}. En la tabla 1 se muestra la composición química de estas frutas basado en la literatura científica.

El objetivo de este estudio es determinar el efecto de la ingesta de las frutas de guanábana, sachatomate, aguaymanto y tumbo serrano sobre la glicemia a través del índice glucémico (Figura 1).

Tabla 1. Información bibliográfica sobre la composición química de pulpas de guanábana, aguaymanto, sachatomate y tumbo serrano.

	Guanábana	Aguaymanto	Sachatomate	Tumbo Serrano
Proteínas (g/100 g)	1,00	0,05-0,30	1,50	1,2
Lípidos (g/100 g)	0,60	0,20	1,30	0,5
Carbohidratos (g/100 g)	17,25	19,60	10,30	15,4
Fibra (g/100 g)	0,80	4,90	4,20	3,60
Cenizas (g/100 g)	0,61	1,00	1,00	0,80
pH	3,70	3,79-3,86	3,50	3,43
Acidez titulable (g/100 g)	1,02	0,90-1,00	0,90	1,14
Sólidos solubles (°Brix)	11,00	13,80	11,00	11,50
Ácido ascórbico (mg/100 g)	19,00	26,00	16,00	66,70
β-caroteno (mg/100 g)		1,60	3,40	
Polifenoles (mg GAE/100 g)	2886,60	100,89	62,71	1478,26
Actividad antioxidante (mg AAE/100 g)	247,00	6,29	6,95	285,33

GAE, ácido gálico equivalente; AAE, ácido ascórbico equivalente. Los contenidos de la composición química fueron tomados de la literatura (Muñoz et al.,¹⁸; Quiroga Ledezma¹⁹; Da Silva et al.²⁷; Gil et al.²⁸; Vasco et al.²⁹; Hassanien³⁰; Silva y Sirasa³¹).

Material y métodos

La investigación es un estudio observacional, prospectivo, comparativo y transversal. El presente estudio se realizó en Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición de la Universidad de San Martín de Porres, el mismo que fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina Humana. Las personas participantes en el presente estudio accedieron al mismo mediante la firma de un formulario.

Muestras alimenticias

Las frutas en su estado óptimo de madurez fisiológica fueron adquiridas del mercado mayorista de frutas de la Victoria (Lima, Perú) (Figura 1). Las frutas (aproximadamente 12 kg por muestra) se escogieron aleatoriamente según su aspecto físico que incluían: i) ausencia de daños físicos (magulladuras, cortes, etc.), ii) preserven pedúnculo y iii) ser firmes al tacto (textura). Posteriormente, las frutas para la prueba fueron lavadas con solución de hipoclorito de sodio y luego fueron secadas y almacenadas a refrigeración antes del ensayo.

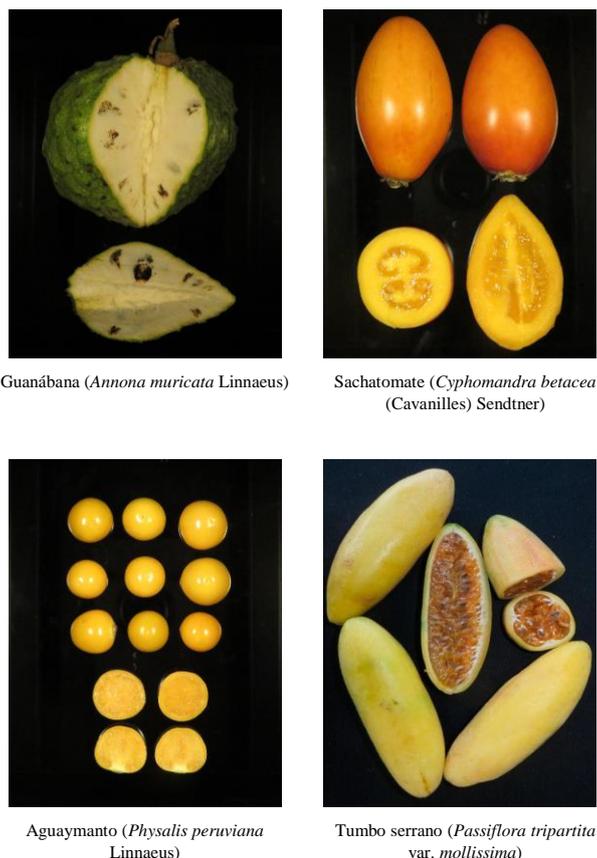


Figura 1. Frutas nativas utilizadas en este estudio.

Protocolo experimental

Se seleccionó a participantes de ambos sexos, entre 18 y 22 años. Al grupo seleccionado se le realizó una evaluación nutricional y la toma de muestra de sangre para determinación de

glucosa sérica. Se administró una ración de fruta equivalente a 50 gramos de carbohidratos (Tabla 2) y al cabo de 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos se tomó las muestras de sangre para evaluar la respuesta glicémica.

Tabla 2. Porciones de frutas equivalentes a 50 g de carbohidratos.

Frutas	Muestra (g)	Carbohidratos (g)
Guanábana	349,65	50
Aguaymanto	446,42	50
Sachatomate	431,03	50
Tumbo serrano	324,67	50

Determinación de índice glucémico

Este índice se define de acuerdo con dos recomendaciones de los Expertos de la FAO/OMS⁶. Existen diferentes maneras de

calcular el área bajo la curva (AUC), las mayores diferencias en los resultados o en la interpretación de éstos, pueden ser debidas a la forma en que el AUC es medido²⁰. Lo recomendable para medir el AUC, es trazar

líneas rectas entre cada valor de glucemia y hacer el cálculo geoméricamente. A cada voluntario se le toman muestras de sangre para medir la concentración basal de glucosa. Después de tomar la primera muestra de sangre el voluntario consume el alimento referencia o prueba, dependiendo de la etapa. Inmediatamente se contabiliza el tiempo y se toman las siguientes muestras de sangre a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos. Después de calcular el índice glucémico fue categorizado como bajo, moderado o alto en base a la clasificación de Wolever et al.²¹, donde bajo GI ≤ 55 , moderado GI entre 56 a 69, y alto GI ≥ 70 . Las frutas con bajo GI se consideraron saludable.

Análisis estadístico

Los resultados son expresados en media, desviación estándar (SD), coeficiente de

variación (CV). El cálculo del área bajo la curva (AUC) se determinó por la suma de los trapezoides de 0 a 120 min. Un análisis de varianza (ANOVA) seguido de la prueba de límite diferencia significativa de Fisher (LSD) ($p \leq 0,05$) se utilizó para determinar diferencias significativas entre las muestras. El análisis estadístico fue desarrollado utilizando el programa STATGRAPHICS Centurion XVII versión 17.1.04..

Resultados

El índice glucémico fue calculado, determinando el AUC de las frutas estudiadas, frente al patrón glucosa. En la figura 2, se muestra la media de respuesta de la glucosa en sangre después de la ingesta de glucosa y de las frutas estudiadas.

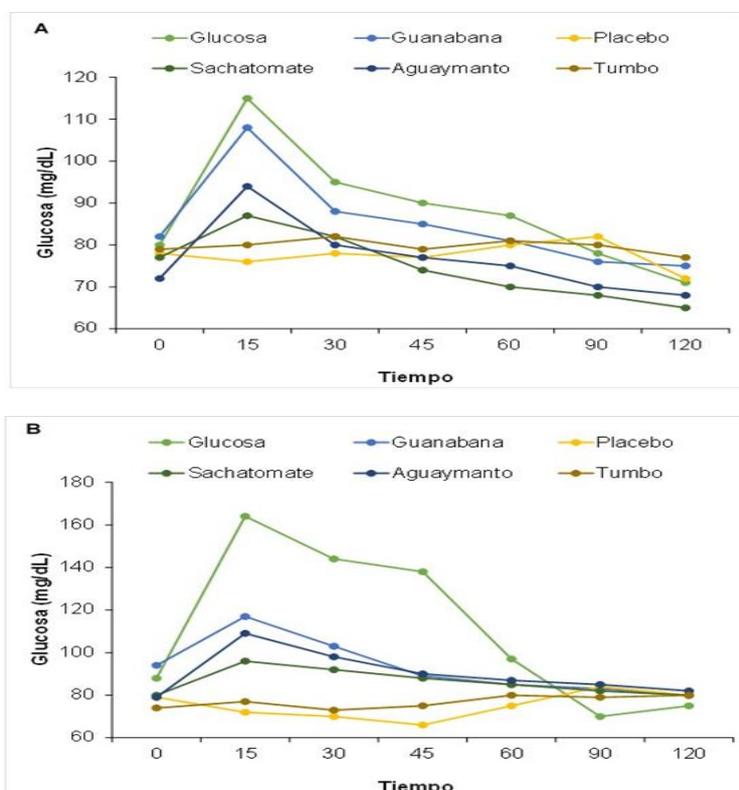


Figura 2. Concentraciones de glucosa en sangre de dos sujetos (A y B) después de consumir 50 g de hidratos de carbono disponibles a partir de glucosa y las frutas utilizadas en este estudio.

Efecto de la ingesta de frutas nativas en la glicemia

En la tabla 3 se muestra la interacción significativa entre la glucosa y los alimentos. El AUC para la glucosa oral es mayor con respecto al de los alimentos, el promedio fue 2760 mg.mim/dL, mientras que los alimentos fue 876, 701, 803 y 551 mg.mim/dL, para

guanábana, sachatomate, aguaymanto y tumbo serrano. La desviación estándar fue mayor para la glucosa oral, mientras que el coeficiente de variación fue mayor para la muestra de sachatomate.

Tabla 3. Área bajo la curva para la glucosa y las frutas utilizadas en este estudio.

N° Voluntarios	Área bajo la curva (mg.min/dL)				
	Glucosa	Guanábana	Sachatomate	Aguaymanto	Tumbo serrano
1	2760,58	780,00	248,68	750,00	532,50
2	2505,00	1905,00	458,08	930,94	882,27
3	2610,00	625,50	457,50	428,25	337,50
4	2872,50	1110,00	436,88	1575,00	772,50
5	2985,00	517,50	315,00	630,00	728,04
6	1593,33	750,00	975,00	705,00	487,50
7	4618,93	1129,77	1093,50	1252,50	230,00
8	7275,00	1311,00	841,50	606,35	210,00
9	1545,00	587,14	681,35	1005,94	353,57
10	2227,50	570,00	607,50	415,00	454,09
11	2985,00	517,50	315,00	630,00	728,04
12	3065,45	447,50	1181,96	690,00	465,00
13	2055,00	831,82	447,27	730,00	460,50
14	3809,41	2122,50	652,50	1402,50	378,00
15	3622,50	1123,50	712,50	1417,50	450,00
16	4152,74	672,27	1867,50	510,00	1245,00
17	1222,50	233,80	387,24	435,00	517,50
18	1735,11	369,00	210,00	787,50	883,03
19	2523,89	1042,50	1020,00	668,75	495,00
20	1077,95	862,50	503,68	557,50	375,00
21	2677,74	1497,95	608,50	1138,93	399,00
22	1242,50	554,10	505,23	562,50	490,00
23	1592,50	1038,93	831,00	836,74	960,00
24	1448,57	901,76	667,50	725,63	355,00
25	4432,50	264,00	862,50	997,50	480,00
26	3138,75	1021,50	1350,00	501,72	660,00
Media	2760,58	876,43	701,44	803,49	551,12
SD	1358,98	462,26	379,47	323,66	242,60
CV, %	49,22	52,74	54,09	40,28	44,02

SD, desviación estándar; CV, coeficiente de variación.

La tabla 4 muestra los valores de índice glucémico para los alimentos estudiados. El GI para las muestras presentan el siguiente orden guanábana > aguaymanto > sachatomate > tumbo serrano, esta última muestra presento el valor de GI más bajo (GI

= 24,36). Las muestras de guanábana y tumbo presentaron mayores coeficientes de variación entre 54,93 y 55,74 respectivamente y la muestra aguaymanto con un valor de 44,22%.

Tabla 4. Valores de índice glucémico de las frutas utilizadas en este estudio.

Nº	Recurso	Media	SD	CV, %
1	Guanábana	36,19	19,88	54,93
2	Aguaymanto	33,67	14,89	44,22
2	Sachatomate	28,69	15,19	52,94
4	Tumbo serrano	24,36	13,57	55,70

Para determinar si la media de los grupos de frutas (guanábana, sachatomate, aguaymanto y tumbo serrano) difieren o no significativamente unas de otras se realizó un análisis de varianza. Los resultados mostrados permiten rechazar la hipótesis nula, donde indica que las medias de los frutos estudiados en relación con el índice glucémico no difieren, dado que el valor de p es inferior a 0,05 ($p = 0,044$). Para determinar qué medias presentan diferencias significativas, se realizó la prueba de rangos múltiples. La información obtenida muestra la solidez de la prueba para

la igualdad de las medias de los grupos que no asumen varianzas iguales dentro de cada grupo. Dado que el valor de p para la prueba es inferior a 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias para un nivel de significación del 5% (Tabla 5). Además, se observa diferencia significativa para el contraste guanábana – tumbo serrano y aguaymanto – tumbo serrano. Los otros contrastes no muestran diferencia significativa, estadísticamente las medias son iguales.

Tabla 5. Test de Rango Múltiple al 95 %, mediante la prueba de límite diferencia significativa de Fisher (LSD).

Recursos	Repeticiones	Media	Homogeneidad de datos		
Tumbo serrano	26	24,36	a		
Sachatomate	26	28,69		ab	
Aguaymanto	26	33,67			b
Guanábana	26	36,19			b

Discusión

Los resultados mostrados en las tablas 3 y 4 se indican que tanto el área bajo la curva (AUC) y el GI para las frutas estudiadas (guanábana, sachatomate, aguaymanto y tumbo serrano) presentan valores bajos en relación con el patrón de glucosa. Estas frutas al encontrarse con GI entre 24 y 37, se categorizan como alimentos de bajo índice glucémico (< 55). Los alimentos con alto GI tienen un efecto nocivo para la salud y por lo tanto debe evitarse¹¹, por lo tanto, estas frutas proporcionan una base para ser

recomendadas para su consumo en las poblaciones diabéticas.

En este análisis se observa un bajo índice glucémico, el consumo de las frutas se asoció con un beneficio significativo en el control de la glucemia y también está asociado con lípidos en sangre y la presión arterial. El bajo GI también podría estar asociado al contenido de nutrientes y sustancias no nutrientes entre ellas fibra, minerales, antioxidantes y compuestos fenólicos, que pueden reducir la glicemia postprandial, lípidos séricos, el daño oxidativo, la presión

arterial, mejora el control de la diabetes^{14,22}. Muchos de los compuestos fenólicos presentes en los vegetales inhiben la actividad de la α -amilasa y α -glucosidasa que podrían ser posibles mecanismos para su uso en el manejo y prevención de la diabetes tipo 2^{23,24}. Sin embargo, los papeles definitivos para todos estos componentes aún no se han establecido²⁵.

Por otro lado, el índice glucémico (Tabla 4) de las frutas estudiadas guanábana, aguaymanto, sachatomate y tumbo serrano representa la calidad de hidratos de carbono, o carga glucémica, y su interacción, varía sustancialmente para cada fruta individual. Estos datos en relación con la calidad de los carbohidratos concuerdan con los reportados por la Universidad de Sydney²¹. Por otro lado, el aumento el consumo de frutas ha sido asociado para la prevención primaria de muchas enfermedades crónicas, como la diabetes tipo 2, aunque los estudios epidemiológicos han generado resultados poco precisos respecto a la relación con el riesgo de diabetes tipo 2²⁶.

En conclusión, se observó que las frutas estudiadas presentan un bajo índice glucémico, así como los valores de carga glucémica. En este contexto, reducir el consumo de alimentos con GI alto e incrementar el consumo de alimentos con GI bajo para mejorar el manejo de la diabetes y otras enfermedades crónicas no transmisibles son requeridos y las frutas estudiadas podrían utilizarse para guiar las elecciones de los alimentos con la finalidad de ayudar a reducir el GI general. Además, consideramos de vital importancia identificar cultivos alimenticios nativos y recomendar su consumo.

Agradecimientos

RFC agradece al Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición de la Facultad de Medicina Humana de la USMP, por el apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo de investigación y a todos los estudiantes del Curso de Bioquímica que gentilmente participaron.

Referencias

1. World Health Organization. Noncommunicable diseases progress monitor 2020. Geneva, Switzerland, World Health Organization, 2020.
2. American Diabetes Association. Atlas de la diabetes de la Federación Internacional de Diabetes (FID). 9ª edición. Bruselas, Bélgica, Federación Internacional de Diabetes, 2019.
3. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. Diabetes Care 2015;38:S1-S2.
4. Esfahani A, Wong JM, Mirrahimi A, Srichaikul K, Jenkins DJ, Kendall CW. The glycemic index: physiological significance. J Am Coll Nutr 2009;28:439-45.
5. Brand-Miller JC, Foster-Powell K, Atkinson F. The low GI shopper's guide to GI values 2014: the authoritative source of glycemic index values for more than 1200 foods. Philadelphia, Da Capo Lifelong Books, 2014; pp 1-288.
6. World Health Organization. Carbohydrates in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome, Italy, World Health Organization, 1998; pp 1-140.
7. Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, et al. Glycemic index: overview of implications in health and disease. Am J Clin Nutr 2002;76:266-73.
8. Wolever TMS. Effect of blood sampling schedule and method of calculating the area under the curve on validity and precision of

- glycemic index values. *Br J Nutr* 2004;91:295-01.
9. Robert SD, Ismail AA, Winn T, Wolever TM. Glycemic index of common Malaysian fruits. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008;17:35-9.
 10. Edo A, Eregie A, Adediran O, Ohwovoriole A, Ebengho S. Postprandial glucose response to selected tropical fruits in normal glucose-tolerant Nigerians. *Niger J Clin Pract* 2011;14:79-82.
 11. Passos T, Sampaio H, Sabry MO, Melo ML, Coelho MA, Lima JW. Glycemic index and glycemic load of tropical fruits and the potential risk for chronic diseases. *Food Sci Technol (Campinas)* 2015;35:66-73.
 12. Dereje N, Bekele G, Nigatu Y, Worku Y, Holland RP. Glycemic index and load of selected Ethiopian foods: An experimental study. *J Diabetes Res* 2019; 8564879.
 13. Almeida MMB, Sousa PHM, Fonseca ML, Magalhães CEC, Lopes MFG, Lemos TLG. Evaluation of macro and micro-mineral content in tropical fruits cultivated in the northeast of Brazil. *Food Sci Technol (Campinas)* 2009;29(3):581-6.
 14. Ávila F, Jiménez-Aspee F, Cruz N, Gómez C, González MA, Ravello N. Additive effect of maqui (*Aristotelia chilensis*) and lemon (*Citrus x limon*) juice in the postprandial glycemic responses after the intake of high glycemic index meals in healthy men. *NFS J* 2019;17:8-16.
 15. Maggini S, Pierre A, Calder PC. Immune function and micronutrient requirements change over the life course. *Nutrients* 2018;10:1531.
 16. Durazzo A, Lucarini M, Novellino E, Daliu P, Santini A. Fruit-based Juices: Focus on Antioxidant properties-study approach and update. *Phytother Res* 2019;33:1754-69.
 17. Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares (ENAPREF). Perú: consumo per cápita de los principales alimentos, 2008-2009. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima, Perú, 2009; pp 1-117.
 18. Muñoz AM, Ramos-Escudero F, Alvarado-Ortiz C, Castañeda Castañeda B. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Rev Soc Quím Perú* 2007;73:142-9.
 19. Quiroga Ledezma CC. Native food crops for present and future generations: their role in nutrition and health. In: Betoret N, Betoret E (eds). *Sustainability of the food system: Sovereignty, waste, and nutrients bioavailability*. London, UK, Elsevier Inc, 2020; pp 3-23.
 20. Ha M-A, Mann JI, Melton LD, Lewisbarned NJ. Relationship between the glycemic index and sugar content of fruits. *Diabetes Nutr Metab* 1992;5:137-9.
 21. Wolever TM, Jenkins DJ, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr* 1991;54:846-54.
 22. Koch W. Dietary polyphenols - important non-nutrients in the prevention of chronic noncommunicable diseases. A systematic review. *Nutrients* 2019;11:1039.
 23. Ramdath DD, Padhi E, Hawke A, Sivaramalingam T, Tsao R. The glycemic index of pigmented potatoes is related to their polyphenol content. *Food Funct* 2014;5:909-15.
 24. Oboh G, Ademosun AO, Akinleye M, Omojokun OS, Boligon AA, Athayde ML. Starch composition, glycemic indices, phenolic constituents, and antioxidative and antidiabetic properties of some common tropical fruits. *J Ethn Foods* 2015;2:64-73.
 25. Owen B, Wolever TMS. Effect of fat on glycaemic responses in normal subjects: a dose-response study. *Nutr Res* 2003;23:1341-7.
 26. Josse AR, Kendall CWC, Augustin LSA, Ellis PR, Jenkins DJA. Almonds and postprandial glycemia-a dose-response study. *Metab Clin Exp* 2007;56:400-4.
 27. Da Silva LMR, De Figueiredo EAT, Ricardo NMPR, Vieira IGP, De Figueiredo RW, Brasil

- IM, et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chem* 2014;143:398-4.
28. Gil M, Restrepo A, Millán L, Alzate L, Rojano B. Microencapsulation of banana passion fruit (*Passiflora tripartita* Var. Mollissima): A new alternative as a natural additive as antioxidant. *Food Nutr Sci* 2014;5:671-82.
29. Vasco C, Avila J, Ruales J, Svanberg U, Kamal-Eldin A. Physical and chemical characteristics of golden-yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). *Int J Food Sci Nutr* 2009;60:278-88.
30. Hassanien MFR. *Physalis peruviana*: A rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceuticals. *Food Rev Int* 2011;27:259-73.
31. Silva KDRR, Sirasa MSF. Antioxidant properties of selected fruit cultivars grown in Sri Lanka. *Food Chem* 2018;238:203-38.

