

Evaluación química y nutricional de un alimento para adultos a base de soja y cereales

María Catalina Olguín¹, Susana Agnese Calderari², María Delia Posadas², Gilda Celina Revelant¹, María del Carmen Gayol², María Isabel Zingale¹, Miryam Elsa Vignale¹, Verónica Beatriz Labourdette², Mariela Balseiro², y Andrés Agustín Torriggino²

Universidad Nacional de Rosario, Argentina

RESUMEN. Las leguminosas y los alimentos vegetales con gran contenido de fibra suelen mejorar aspectos del control de la diabetes humana por ser fuentes potenciales de carbohidratos de «liberación sostenida». Se evaluó química y nutricionalmente una mezcla de soja y cereales de fabricación panadera local, de interés por su palatabilidad, su elevado contenido de glúcidos no amiláceos y su tipo particular de fibra. Se establecieron comparaciones con un alimento comercial para roedores y una mezcla de cafetería. Cada una de estas tres dietas fue ofrecida a ratas adultas de la línea IIMb/Fm β (β), afectadas de obesidad, hipertrigliceridemia e intolerancia glucídica o diabetes. Los tratamientos duraron tres meses y se efectuaron en machos de dos edades: a) a partir de los 100 días, con marcado crecimiento, b) a partir de los 200 días. Las dietas fueron similares en cuanto a cantidad de glúcidos y aporte energético, pero la mezcla panadera con soja requirió hidrólisis enzimática ácida para liberar glúcidos simples. La mezcla de cafetería resultó deficitaria en fibra, rica en grasa saturada y sodio, y generó hiperfagia. Las ratas de cada grupo ingirieron la misma cantidad de alimento en ambas edades, pese a que el aumento de biomasa fue significativamente mayor en las jóvenes. En éstas los valores de respuesta glucémica no difirieron significativamente entre las dietas. En las de mayor edad la mezcla de cafetería resultó marcadamente hiperglucemiante mientras que la mezcla panadera con soja generó una respuesta glucémica ostensiblemente menor, que en un caso fue significativamente inferior a la de la mezcla comercial. De esta manera la edad puso más en evidencia la acción de las diferentes dietas. Los resultados de los análisis de las heces demostraron una mayor proporción de agua fecal en el grupo alimentado con la mezcla vegetal, probablemente atribuible al contenido de fibra indigerible, con efectos favorables sobre el funcionamiento del intestino grueso.

SUMMARY. Chemical and nutritional assessment of soybean and cereal mixture for adults. Legume seeds and fibre rich plant foods usually improve aspects of human diabetes control as they are potential sources of «delayed release» carbohydrates. A regional bakery mixture of soybean and cereals, interesting for its palatability and high content in non starch polysaccharides was chemically and nutritionally evaluated. Comparisons were made with the usual commercial laboratory chow and with a cafeteria mixture. Each one of the three diets was offered ad libitum to adult rats of line IIMb/Fm β (β), affected by obesity, hypertriglyceridemia and glucose intolerance or diabetes. Treatments lasted three months and were performed on two groups of male rats: (a) From 100 days old growing significantly. (b) From 200 days old. Meals had similar carbohydrate and calory contents but acid followed by enzymatic hydrolysis was required to free monosaccharides from the soybean mixture. Cafeteria mixture lacked in fibre, was rich in saturated fats and sodium, and it caused hyperphagia. Each group of rats showed similar food intakes in both ages although weight gain was significantly higher in the younger animals. In the latter, values of glycemc response showed no difference between diets. Cafeteria mixture caused significant hyperglycemia to the elder rats, while the soybean bakery mixture produced a remarkably lower glycemc response; in one case it was even lower than the one produced by the commercial chow. Differential response showed more clearly with age. The results of the feces analysis demonstrated an increased proportion of fecal water for the bakery mixture group, probably due to the amount of undigestible fibre, inducing beneficial effects on large bowel functionality.

INTRODUCCION

El consumo de alimentos vegetales ha sido recomendado en los últimos años debido a numerosos estudios epidemiológicos que establecen una relación negativa entre la

1 Cátedra de Química Analítica de Alimentos. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas.

2 Cátedra de Biología. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad de Rosario.

ingestión de fibra y la incidencia de patologías intestinales así como de metabopatías. La fibra comprende un grupo muy complejo y heterogéneo de sustancias que no pueden ser dirigidas sin la acción de la microflora digestiva (1). Sus propiedades funcionales y efectos nutricionales varían con la composición, la estructura y el tratamiento de la fuente (2), pero es claro que ella puede jugar un rol importante en la regulación de muchos aspectos de la patología intestinal (3,4). La variabilidad de los efectos de la fibra dietaria sobre el metabolismo glucídico en pacientes con diabetes mellitus no insulino dependiente estaría influenciada por factores tales como: tipo y dosis de fibra (5), composición global de la dieta, tiempo de tratamiento, edad y características metabólicas de los pacientes. Numerosos trabajos indican que las leguminosas en particular y los glúcidos «complejos» con gran contenido de fibra, en general, reducen el aumento agudo de la glucemia y por lo tanto mejoran en el largo plazo muchos aspectos del control de la diabetes humana (4, 6, 7). Asimismo, las legumbres se consideran fuentes potenciales de carbohidratos de digestión lenta o de «liberación sostenida», adecuados para la dieta del diabético (7). Antes de iniciar un estudio es importante tener en cuenta que un hábito de ingestión de fibra sólo puede lograrse si ella es palatable y si su ingestión no exige modificaciones drásticas de los hábitos alimentarios preestablecidos (7). Por otra parte, algunas proteínas vegetales, como las de la soja, tienen la doble ventaja de su alto valor biológico unido a un costo esencialmente menor que las de origen animal.

El objetivo de este trabajo fue analizar una mezcla de soja y cereales de fabricación panadera local, que tiene la ventaja de presentar a la leguminosa, poco palatable como semilla, en forma de un alimento más deseable y consumible como es el pan. Esta mezcla fue considerada de interés por su elevado contenido en glúcidos no amiláceos, su tipo particular de fibra, y por ser palatable, tanto por seres humanos como por ratas. Su alto contenido proteico, que la hace valiosa de por sí, permitió que la misma fuera administrada a ratas como único alimento. Dicha mezcla vegetal se ofreció a ratas genéticamente obesas y diabéticas con el objeto de detectar eventuales modificaciones en la respuesta glucémica y en el metabolismo del intestino grueso mediante el estudio de la materia fecal. Se establecieron comparaciones con un alimento comercial para roedores como dieta testigo, y con una mezcla de bocadillos palatables propios de la dieta occidental de la abundancia, con el objeto de remedar el hábito alimentario nocivo de las comidas rápidas, que se conoce corrientemente como dieta de cafetería (8,9).

MATERIAL Y METODOS

Alimentos y técnicas analíticas: Se analizaron: 1) Balanceado comercial para roedores (AC). 2) Mezcla totalmente vegetal de fabricación panadera hecha con harina de porotos de soja enteros, cocidos y tostados, previamente sometidos a un tratamiento térmico húmedo para inactivar factores antinutricionales, harina de trigo, trigo entero molido, cente-

no, salvado de avena y margarina vegetal (AN). Esta combinación requirió hidrólisis ácida y enzimática para liberar glúcidos simples. 3) Mezcla de cafetería, consistente en triturado de papas fritas, queso de rallar, jamón cocido, huevo duro, galletitas dulces y sacarosa (ACaf). Se midieron: a) Humedad: pérdida de peso a 105 °C. b) Nitrógeno proteico: Kjeldhal (10), factor para AN:5.75, para ACaf y AC:6.25 c) Materia grasa: extracto etéreo. d) Fibra: detergente neutro y método enzimático A.O.A.C. (11). e) Glúcidos: azúcares reductores sin y con hidrólisis en medio clorhídrico. Para la determinación de AN se debió recurrir a tratamiento con HCl 3M en caliente, neutralización y acción enzimática dado que con la hidrólisis clorhídrica no se obtenía la totalidad de la concentración presente (12). f) Minerales: se analizó el contenido de Ca y P con métodos espectrofotométricos, y de Na y K por fotometría de llama en cada una de las dietas, utilizando las cenizas disueltas en medio HNO₃ 0,3M.

Animales: Se utilizaron 30 ratas macho adultas de la cepa IIMb/Fm β (B) (13, 14): 15 de 100 días de edad (jóvenes) y 15 de 200 días (maduras), que se mantuvieron en jaulas individuales en condiciones estándar de luz y temperatura. Cada grupo etario se dividió en tres subgrupos, cada uno de los cuales ingirió ad libitum AC, AN o ACaf durante tres meses. La línea endocriada de ratas β muestra sobrepeso debido al aumento de grasa total (31%), hipertrigliceridemia y, en edad adulta, hiperglucemia o diabetes (15). Esto configura un cuadro de obesidad moderada y diabetes del tipo no insulino dependiente, supuestamente poligénico. En comparaciones establecidas con testigos no obesos de la línea IIM α /Fm (α), derivados del mismo núcleo de cría original, los valores de glucemia basal α vs. β fueron: 1,00 vs. 1,53 g/l ($p < 0,05$).

Determinaciones fisiológicas: Se verificaron diariamente la biomasa y la ingestión de alimento. Bajo ayuno de 12 horas se efectuaron: a) Prueba de tolerancia glucídica suministrando oralmente 200 mg de glucosa por cada 100 g de biomasa de rata. b) Respuesta glucémica post prandial ofreciendo a cada rata su alimento durante 20 min. En ambas pruebas se midió la glucemia en ayunas y a los 30, 60, 120 y, en las de mayor edad, 180 min. Las áreas bajo las curvas se calcularon geoméricamente y los resultados se expresaron mmol x min/l. En b) el resultado se dividió por los gramos de glúcido ingeridos. Para la determinación de glucemias y glucosurias se utilizó un método enzimático. Periódicamente se recolectó la materia fecal de cada rata y se determinó el contenido acuoso mediante la pérdida de peso a 42 y 105 °C (16). Sobre muestra seca se efectuó dosaje de lípidos por medio de extracciones con cloroformo-metanol (40:60) y posterior gravimetría (17). En la muestra seca y desgrasada se dosó el contenido de fibra dietaria con la técnica de Van Soest (18). Para obtener los valores de digestibilidad de la proteína se secaron, molieron y homogeneizaron las heces, determinándose su contenido de nitrógeno por el método de Kjeldahl (10). Se calculó la

digestibilidad aparente con fórmula estándar (19). Asimismo se determinó la digestibilidad de la fibra aportada en forma considerable por AC y AN, ya que las técnicas corrientes de análisis no necesariamente permiten predecir la solubilidad de la fibra en condiciones fisiológicas (4, 20).

Diseño y análisis estadístico: Se efectuó un diseño completamente aleatorizado, aplicando tres tratamientos a ratas de dos edades diferentes. Todos los datos se presentaron como media \pm error estándar ($X \pm ES$). Las comparaciones se efectuaron mediante prueba de t de Student para muestras independientes y apareadas. Todo valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Composición de los alimentos: Las mezclas alimenticias fueron similares en cuanto a cantidad de glúcidos y aporte energético. La mezcla de cafetería fue deficitaria en fibra (Tabla 1) y muy rica en Na (Tabla 2).

TABLA 1
COMPONENTES (g/100g) Y ENERGIA (kcal/g)
DE LAS DIETAS

Componentes	DIETAS		
	AC	AN	ACaf
Proteínas	31	36	13
Glúcidos	31	31	29
Grasas	6,2	13	14,5
Humedad	9	7	37
Fibra diaria	13,6	6,5	2,8
Fibra A.O.A.C.	18,4	12,4	3,5
(kcal/g)	3,03	3,85	2,99

TABLA 2
CONTENIDO MINERAL DE LAS DIETAS

Dietas	CENIZAS TOTALES (g/100g)	MINERALES (mg / 100g)			
		Ca	P	Na	K
AC	8,3	1130	980	334	613
AN	3,6	225	776	275	566
ACaf	2,8	172	170	619	219

Ingestión de alimentos: La ingestión en gramos fue igual en ambas edades para cada uno de los tratamientos. Entre dietas, tanto en g/día como en kcal/día, las diferencias estadísticas fueron: AC vs. AN (ns); AC + AN vs. ACaf ($p < 0,01$). Las únicas diferencias significativas entre AC y AN consistieron en que con AN se ingirió más materia grasa ($p < 0,001$) y menos fibra dietaria ($p < 0,001$) (Tabla 3). Con ACaf las ratas ingirieron más grasas y glúcidos, menos fibra y más Na que con las

otras dos dietas. La cantidad de proteínas ingerida con ACaf fue aceptable para la edad, pero menor que con AN y AC.

TABLA 3
INGESTION DE ALIMENTOS (g/día) Y CALORICA EN
RATAS MACHO β JOVENES Y MADURAS CON
DIFERENTES DIETAS

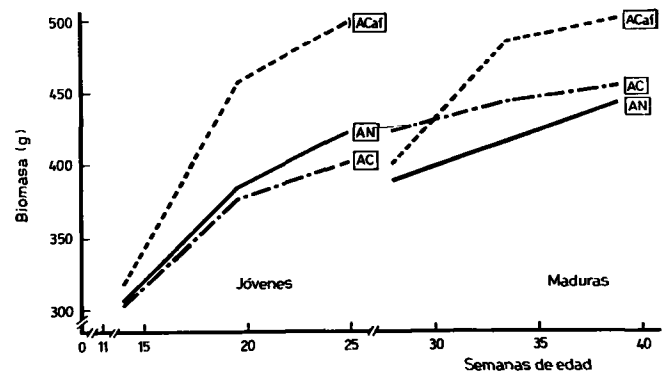
Componentes	DIETAS		
	AC (9)	AN (12)	ACaf (9)
Totales	28,4 \pm 0,85 ^a	22,8 \pm 0,92 ^a	37,6 \pm 1,31 ^a
Glúcidos	8,8 \pm 0,26 ^a	7,1 \pm 0,28 ^a	11,0 \pm 0,38 ^b
Proteínas	8,8 \pm 0,26 ^a	8,2 \pm 0,33 ^b	4,9 \pm 0,08 ^c
Grasas	1,7 \pm 0,04 ^a	2,9 \pm 0,11 ^a	5,4 \pm 0,18 ^b
Fibra diaria	3,8 \pm 0,11 ^a	1,5 \pm 0,05 ^b	1,05 \pm 0,02 ^c
(kcal/día)	86,2 \pm 2,6 ^a	88,1 \pm 3,5 ^a	112,4 \pm 3,9 ^b

Los valores indican media \pm error estándar. Las cifras con igual superíndice en sentido horizontal no son significativamente diferentes.

Digestibilidad de los alimentos: Se evidenció una buena digestibilidad para las proteínas en todos los casos: AC 87 %, AN 90 % y ACaf 93 % ($p > 0,05$). Utilizando el método de Van Soest para el dosaje de fibra y calculando su digestibilidad aparente, se verificó para AC 34,4 \pm 4,59 % y para AN 14,3 \pm 3,53 % ($p > 0,05$).

Crecimiento: El aumento de biomasa desde los 100 hasta los 190 días de edad (jóvenes) fue significativamente mayor que desde los 200 hasta los 290 días (maduras), en concordancia con el crecimiento esperado en cada lapso etario (Figura 1). En las maduras el aumento de biomasa no fue significativo, salvo para las alimentadas con ACaf ($p < 0,05$). Esto último se debería en parte a retención líquida, atribuible a la gran ingestión de Na.

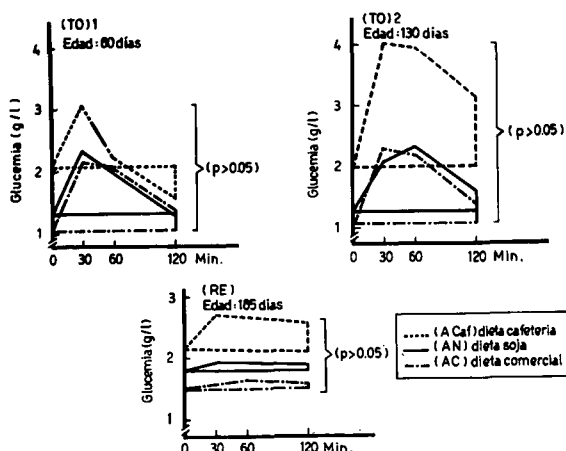
FIGURA 1
Biomasa de ratas β macho adultas en función del tiempo.
El crecimiento es mucho más intenso en las jóvenes



Respuestas glucémicas: Estas pruebas fueron repetidas en el transcurso de los tratamientos para ir detectando los efectos de los mismos. En las ratas jóvenes (Figura 2) la prueba de tolerancia glucídica con AC y con AN no se modificó al comparar valores previos a la iniciación del experimento: AN 303±116; AC 480 ± 156 mmol x min/l, con los de 30 días de tratamiento: AN 465±81; AC: 514 ± 68 mmol x min/l. Con ACaf hubo aumento significativo en el mismo lapso: 125 ± 109 vs. 1018 ± 285 mmol x min/l (p<0,001). En la prueba de respuesta glucémica post prandial a los 85 días de tratamiento, las diferencias entre dietas no fueron significativas: AN 33 ± 36; AC 42 ± 23; ACaf 246 ± 99 mmol x min/l.

FIGURA 2

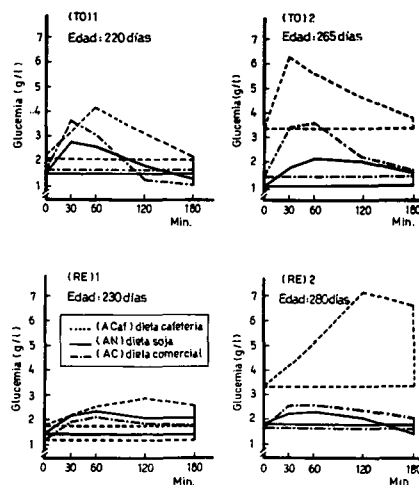
Areas promedio (X±ES) bajo curvas de respuesta glucémica (mmol x min/l) en ratas macho β jóvenes. (TO)1: tolerancia glucídica previa al tratamiento. (TO)2: tolerancia glucídica a los 30 días de tratamiento. Para ACaf: (TO)1 vs. (TO)2: (p<0,001). (RE): respuesta glucémica post prandial a los 85 días de tratamiento



En la edad madura (Figura 3), a los 20 días de tratamiento la tolerancia glucídica no mostró diferencias significativas entre dietas: AN 478 ± 143; AC 461 ± 173; ACaf 1107 ± 231 mmol x min/l. A los 65 días de tratamiento los valores fueron: AN 767 ± 128; AC 1080 ± 108; ACaf 1513 ± 248 mmol x min/l, y la diferencia AN vs. ACaf resultó significativa (p<0,05). Comparando las respuestas glucémicas post prandiales, a los 30 días de tratamiento no hubo diferencias significativas entre dietas: AN 442 ± 66; AC 632 ± 89; ACaf 746 ± 247 mmol x min/l. A los 80 días, en cambio, los valores fueron AN 126 ± 85; AC 724 ± 203 y ACaf 1204 ± 31 mmol x min/l (Figura 3). Esto evidenció que el transcurso del tratamiento produjo un pronunciado aumento de absorción con ACaf y una disminución significativa de los valores con AN: 443 vs. 126 mmol x min/l (p<0,01).

FIGURA 3

Area promedio (X+ES) bajo curvas de respuestas glucémicas (mmol x min/l) en ratas macho β de edad madura con diferentes dietas. (TO)1: tolerancia glucídica a los 20 días de tratamiento: (ns) entre dietas. (TO)2: tolerancia glucídica a los 65 días de tratamiento: AN vs. AC (ns); AC vs. ACaf (ns); AN vs. ACaf (p<0,05). (RE)1: respuesta glucémica post prandial a los 30 días de tratamiento: (ns) entre dietas. (RE)2: respuesta glucémica post prandial a los 80 días de tratamiento: AN vs. AC (p<0,05); AC vs. ACaf(ns); AN vs. ACaf (p<0,001)



Glucemias basales: En la edad madura los valores típicos de la línea β, que inicialmente no mostraron diferencias significativas, permanecieron inmodificados con AC y AN (Figura 3), pero se elevaron con ACaf (p<0,05).

Glucosuria y signos de diabetes: En la edad madura no se verificó glucosuria al iniciarse los tratamientos. Al finalizar los mismos se evidenció una elevada glucosuria con ACaf: 71 ± 9 g/l, acompañada de polidipsia y poliuria extremas. Con AC la glucosuria fue de 0,13 ± 0.1 g/l con AN la orina no tuvo glucosa en ninguna rata.

Material fecal: En los animales jóvenes y en los maduros el peso de materia fecal fue significativamente mayor para los alimentados con AC respecto de AN (p<0,01), así como con AC respecto de ACaf (p<0,05). La proporción de agua fue mayor con AN respecto de AC (p<0,01) (Tabla 4). Las proporciones de materia grasa en las heces fueron superiores en AN y ACaf comparados con AC. Asimismo, hubo un incremento de excreción de grasa fecal en las maduras respecto de las jóvenes, que para AN resultó significativo (p<0,01). La concentración de fibra en heces fue alta y similar para AC y AN, pero mucho menor para ACaf (p<0,001).

TABLA 4
COMPOSICION DE MATERIA FECAL DE RATAS
MACHO β ADULTAS TRATADAS CON DIETAS
DIFERENTES

Dieta	Edad (n)	Peso (g/día)	Humedad (g/100g)	Mat. grasa (g/100g)	Fibra (g/100g)
AC	Jóvenes (4)	8.8±0.9 ^a	23±1.5 ^a	3.4±0.2 ^a	41±3.1 ^a
	Maduras (5)	6.4±0.5 ^a	23±2.4 ^a	4.2±0.4 ^a	42±2.7 ^a
AN	Jóvenes (6)	4.2±0.3 ^b	40±3.4 ^b	8.1±0.6 ^b	38±2.0 ^a
	Maduras (6)	3.1±0.6 ^b	38±2.6 ^b	11±0.7 ^c	40±2.1 ^a
ACaf	Jóvenes (5)	1.6±0.1 ^c	12±1.0 ^c	9.7±0.9 ^{bc}	3.7±0.2 ^b
	Maduras (4)	1.4±0.1 ^c	16±3.1 ^{ac}	11±0.3 ^c	4.4±0.3 ^b

Los valores con una letra igual en el superíndice en sentido vertical no son significativamente diferentes. Las cifras indican media \pm error estándar

DISCUSION

Ambos grupos etarios, tratados durante 90 días, fueron sometidos a sedentarismo forzoso por el hecho de permanecer en pequeñas jaulas individuales, lo cual implicó mínima disipación energética. Tanto las ratas jóvenes como las maduras ingirieron igual cantidad de alimento dentro de cada dieta, pero el crecimiento, que fue pronunciado en las jóvenes, prácticamente no se evidenció en las maduras. Por lo tanto, el destino del alimento ingerido no fue el mismo en ambos casos. En las jóvenes, en que una parte importante de lo ingerido se materializó en crecimiento, los valores de respuesta glucémica no difirieron significativamente entre dietas, aunque fueron mayores con ACaf (Figura 2). Durante el crecimiento podrían suponerse una demanda glucídica mayor, conjuntamente con una regulación de la glucemia más ajustada y una funcionalidad absorptiva óptima para todo tipo de complejos glucídicos a nivel del intestino delgado. Algo diferente habría ocurrido en la edad post crecimiento, cuando casi todo lo ingerido se destinó a mantener biomasa. Con ACaf, la edad acentuó significativamente el efecto hiperglucemiante ya esbozado en las jóvenes. Puede suponerse que la mezcla de cafetería, inductora de hiperfagia, en una edad en que la demanda energética para crecer estuvo ausente, produjo un aumento pronunciado de la glucemia, que puso de manifiesto el deterioro de los mecanismos reguladores. Las diferencias desfavorables para la dieta de cafetería consistieron en la alta ingestión de grasa tipo saturado, mayor ingestión de Na así como de glúcidos fácilmente digeribles y déficit de fibra, cuya acción sobre el medio intestinal produjo un área de respuesta

glucémica significativamente aumentada, seguida de un incremento significativo de los valores basales de glucemia, glucosuria muy elevada y signos clínicos de diabetes acentuados en extremo.

Al comparar las otras dos dietas, más semejantes entre sí en algunos aspectos, se verificó con AC mayor ingestión de fibra y menor de materia grasa que con la mezcla vegetal. La respuesta glucémica indicaría una absorción glucídica más obstaculizada con la mezcla vegetal en edad post crecimiento, que podría atribuirse en parte a la composición de la fibra de AN: riqueza en lignina y hemicelulosa aportadas por la leguminosa, y de fibra de tipo «viscoso» de la avena, provocando retardo en la absorción de monosacáridos a nivel intestinal (21). El hecho de que el retardo en la respuesta glucémica se haya evidenciado mejor en la edad post crecimiento indicaría, junto con el incremento de materia grasa observado en las heces de las ratas maduras, un cierto deterioro en algunos mecanismos enzimáticos y/o fisicoquímicos de absorción en el intestino delgado. Por otra parte, hay evidencia de modificaciones en la absorción intestinal de lípidos en la rata, como respuesta adaptativa a ciertos componentes de la fibra dietaria, si se ingieren en forma prolongada (4). De esta manera la edad pondría más en evidencia la influencia de ciertos glúcidos no amiláceos de AN, así como de su tipo particular de fibra, interaccionando en el medio complejo del intestino delgado. El retardo del efecto glucemiante fue más evidente en la prueba con el propio alimento en estudio que en la tolerancia glucídica, hecho similar a otro referido en humanos (7). La hiperglucemia basal típica de la línea β no disminuyó bajo la influencia de AN y AC, pero los signos clínicos de diabetes fueron atenuados y con AN ninguna rata evidenció glucosuria en edad madura. La menor digestibilidad de la fibra de AN, si bien no alcanzó significado estadístico, evidenciaría una mayor proporción de componentes indigeribles tales como lignina, hidratos de carbono no almidón (NSP), almidón resistente (amilosa retrodegradada), que estarían presentes en la mezcla vegetal ya sea en forma original o como resultado del procedimiento panadero aplicado. Los compuestos de la mezcla vegetal merecen ser identificados y estudiados en forma especial. Los presentes resultados preliminares establecen que esta mezcla vegetal compuesta principalmente por soja, es fisiológicamente activa y tendría la doble función de disminuir el ritmo de absorción glucídica en el intestino delgado (22) y de participar en el aumento significativo de la proporción de agua de las heces, lo cual conlleva una modificación implícita en el metabolismo del intestino grueso. El hecho de que esto ocurra sobre todo en edades post crecimiento es de importancia, si se tiene en cuenta que la mayoría de los diabéticos humanos integran los grupos de mayor edad (7).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo formó parte del PID de CONICET «Obesidad hipertriglicéridémica e hiperglucemia en una línea endocriada de ratas. Características cronobiológicas y efectos de modificaciones ambientales».

Agradecemos a la firma Soyanic-E Nicolosi la provisión de la mezcla vegetal estudiada y a Wiener Lab. la donación de reactivos químicos.

Por su valiosa colaboración técnica, a los docentes de la Cátedra de Biología, señores Héctor Ledezma, Mauro Páez y Santiago Porfiri.

REFERENCIAS

1. Van Soest P.J. Some Physical Characteristics of Dietary Fibre and their influences on Microbial Ecology of the Human Colon. *Proc. Nutr. Soc.* 43:25-33, 1984.
2. Hansen I. Dietary Fibre Products, their characteristics and gastrointestinal implication. En: *Dietary Fibre: Chemical and Biological Aspects*. Southgate, Waldron, Johnson & Fenwick (Ed). Cambridge, England, The Royal Society of Chemistry, p.264-276. 1990.
3. Bingham S. Mechanisms and Experimental and Epidemiological Evidence Relating Dietary Fibre (NSP) and Starch to Protection Against Large Bowel Cancer. *Proc. Nutr. Soc.* 49:153-171. 1990.
4. Johnson I.T. The Biological effects of dietary fibre in the small intestine. En: *Dietary Fibre: Chemical and biological aspects*. Southgate, Waldron, Johnson & Fenwick (Ed). Cambridge, England, The Royal Society of Chemistry. p.151-163. 1990.
5. Siljestrom M. & I. Bjlorck. Digestible and undigestible carbohydrate in autoclaved legumes, potatoes and corn. *Food Chem.* 38:145-152. 1990.
6. Wood P.J., J.T. Braaten, F.W. Scott, D. Riedel & L.M. Poste. Comparisons of viscous properties of oat and guar gum and the effects of these and oat bran on glycemic Inde. *J. Agric. Food Chem.* 38:753-757. 1990.
7. Jenkins D.J., T.M.S. Wolever, M.J. Thorne, A.L. Jenkins, G.S. Wong, R.G. Josse & A. Csima. The Relationship between glycemic response, digestibility and factors influencing the dietary habits of diabetics. *Am J. Clin Nutr.* 40:1175-1191. 1984.
8. Scalfani A. & D. Springer. Dietary obesity in adult rats: Similarities to hypothalamic and human obesity syndromes. *Physiol Beha.* 17:461-471, 1976.
9. Rolls B.J. & E.A. Rowe. Dietary obesity: Permanent changes in body weight. *J. Physiol. (London)* 272,2P. 1977.
10. Association of Official Analytical Chemists. Protein (crude) in animal feed. 15th ed. Washington D.C., The Association. 1990.
11. Prosky L., N.G. Asp., T.F. Schweizer, J.W. Devries & I. Furda. Determination of insoluble, soluble and total dietary fibre in food and food products. *J.A.O.A.C.* 71:1017-1023. 1988.
12. Chang M.C. & W.C. Morris. Effectt of heat treatments on chemical analysis of dietary fiber. *J Food Sci.* 55:1647-1650. 1990.
13. Caldeari S.A., M.T. Font, O. Garroq, S.M. Martínez, J.C. Morini, R.c. Puche & M.C. Tarrés. The inbred IIM/Fm stock. *Rat News Letter.* 25:28-29, 1991.
14. Festing M.F.W. International index of laboratory animal, 6th ed. Leicester, England, Ed. M. Festing p.57. 1993.
15. Calderari S.A., A.C. González & M. Gayol. Spontaneous hypertriglyceridemic obesity and hyperglycemia in an inbred line of rats. *Int. J. Obesity* 11:571-579. 1987.
16. Forsum E., C. Eriksson, H. Göranzon & A. Sohlström. Composition of faeces from hum an subjects consuming diets based on conventional foods containing different kinds and amounts of dietary fibre. *Brit J. Nutr.* 64: 171-186. 1990.
17. Association of Official Analytical Chemists. Chloroform metanol extraction methods 15th ed. Washington D.C., The Association, 1990.
18. Rasper V.F., J.M. Brillouet, D. Bertrand & L. Mercier. Analysis of dietary fibre in feces of rats fed with fiber supplemented diets. *J. Food Sci.* 48:559-563, 1981.
19. Nutritional Evaluation of Protein Foods. Pellet P.L. and V.R. Young (Eds). Tokyo, The United Nations University. Food and Nutrition Supplement 4 (United Nations University World Hunger Programme) (WHTR-3/UNUP-129). p. 26. 1980.
20. Englyst H.N. & J.H. Cummings. Digestion of the polysaccharides of some cereal foods in the human small intestine. *Am J. Clin Nutr.* 42:778-787. 1985.
21. Wahlqvist M.L. Dietary fiber and carbohydrate metabolism. *Am J. Clin Nutr.* 45:1232-1236. 1987.
22. Gee J.M., R.M. Faulke & I.T. Johnson. Physiological effects of retrograded alpha-amylase-resistant cornstarch in rats. *Am J Nutr.* 121:41-49, 1991.

Recibido: 13-09-1994

Aceptado: 21-04-1995