

Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería en Alimentos

**Estudio del Efecto del Espesor de Laminado en un Cereal de
Avena con Almidón Retrogradado, sobre su Índice Glicémico**

**Tesis de Grado presentada como
parte de los requisitos para optar al
grado de Licenciado en Ciencia de
los Alimentos.**

Marcella Alejandra Soto Carrasco.

VALDIVIA – CHILE

2007

PROFESOR PATROCINANTE

Sr. Fernando Emilio Figuerola Rivas

Ingeniero Agrónomo, M. S. Food Science

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Facultad de Ciencias Agrarias

Firma

PROFESOR INFORMANTE

Sra. María Adela Martínez Sanguinetti

Licenciado en Ciencias Biológicas, Bioquímico, Master en Nutrición y Dietética

Instituto de Farmacia

Facultad de Ciencias

Firma

PROFESOR COPATROCINANTE

Sr. Juan Guillermo Valenzuela

Ingeniero Civil Industrial

Gerente de la empresa

S. A. I. C. HOFFMANN

Firma

AGRADECIMIENTOS

*Que mas hermoso que agradecer
A los que están siempre apoyando,
Las metas que me he trazado,
Y que con duro trabajo he logrado,
Ya que la vida me ha entregado ,
Tan hermosas personas a mi lado .*

*Caminaré con paso firme,
Sin miedo a lo que vendrá,
Pues Dios me ha entregado ,
las fuerzas para enfrentar,
todo en este caminar.*

*Ahora puedo agradecer,
Con mucha emoción,
me alegro de obtener,
Tan dichoso regalo,
Un bien tanpreciado ,
Como lo es la educación.*

M.A.S.C.

Dedicado a todos quienes se sintieron parte de este proyecto y confiaron que lo haría una realidad.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN.	1
	Perspectiva de la realización y/o posibilidad de aplicación.	2
	Objetivo General.	2
	Objetivos Específicos.	2
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	3
2 1	Antecedentes generales sobre la avena.	3
2.1.1	Cultivo de la avena.	5
2.1.2	Importancia económica y distribución geográfica de la avena (<i>Avena sativa L.</i>).	6
2.1.3	Anatomía del grano de Avena.	6
2.1.4	Valor Nutricional.	8
2.2	Variedades de la avena y sus características.	10
2.3	Tratamiento térmico y tamaño de partícula del grano de avena	11
2.4	Glicemia e índice glicémico (IG) de la avena.	13
2.5	Método para determinar el IG.	14
2.6	Almidón e IG	15
2.7	Determinación de la carga glicémica	16

2.8	Retrogradación del almidón	17
3	MATERIAL Y MÉTODO.	18
3.1	Materiales	18
3.2	Método	19
3.2.1	Método para elaborar línea de flujo de avena laminada	19
3.2.2	Caracterización de los sujetos participantes en el estudio	20
3.2.3	Número de sujetos	21
3.2.4	Retiro de los sujetos	21
3.2.5	Postura y actividad física	21
3.2.6	Ingesta de alimentos líquidos y otras sustancias	22
3.2.7	Administración de los productos	22
3.2.8	Dosis y ritmo de administración	23
3.3	Muestreo	23
3.3.1	Duración del muestreo	23
3.3.2	Frecuencia de muestreo	24
3.3.3	Número de muestras	24
3.3.4	Requisitos de calidad	25
3.3.5	Lugar de ensayo	25
3.3.6	Diseño experimental.	25
3.3.7	Análisis de datos	26

4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
4.1	Presentación y discusión de resultados	27
4.2	Cálculo para determinar el IG para el producto de referencia (pan blanco) y las avenas de distinto espesor	30
4.3	Análisis de la Varianza para el IG	35
4.4	Contraste Múltiple de Rangos para el IG	36
4.5	Análisis de costo	37
5	CONCLUSIONES	38
6	RESUMEN	39
7	SUMMARY	40
8	BIBLIOGRAFIA	41
	Anexo	46
1	Planilla de evaluación sensorial y formularios.	46
2	Datos de medición de glicémia	47

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Componentes de una espiguilla de avena	3
2	Cariópside de avena y sus estructuras	4
3	Granos de Avena (NEHUEN, INIA)	7
4	Curva de índice glicémico del pan blanco	14
5	Diagrama de flujo Copos de Avena	19
6	Área bajo la curva del pan blanco	30
7	Área bajo la curva de avena 0,1 mm	31
8	Área bajo la curva de avena 0,5 mm	32
9	Área bajo la curva de avena 1 mm	32
10	Diagrama de intervalos de medias con un 95 % de confianza	36

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Índice Glicémico de algunos cereales	5
2	Toneladas de avena producidas en los distintos países	6
3	Porcentaje que ocupa cada estructura en el grano	7
4	Composición del grano entero de avena	8
5	Composición química de la avena en porcentajes de grano entero y descascarado o limpio	9
6	Contenido de vitaminas de avena expresado en ug/g de avena	9
7	Índice glicémico de algunos alimentos comunes (utilizando como referencia la glucosa).	16
8	Organización de muestreo	24
9	Diseño planteado para experimento en 10 panelistas voluntarios	26
10	Promedios de glicemia de cada individuo para pan blanco y sus tres repeticiones	27
11	Promedios de glicemia de cada individuo para avena 1 mm y sus tres repeticiones	28
12	Promedios de glicemia de cada individuo para avena 0,5 mm y sus tres repeticiones	29
13	Promedios de glicemia de cada individuo para avena 0,1 mm y sus tres repeticiones	29
14	Áreas bajo la curva de la glicemia de cada individuo para todos los tipos de alimentos.	33
15	Razón entre el áreas de cada tipo de alimento, sobre el área del producto de referencia (pan blanco).	34
16	Índice glicémico para cada tipo de alimento y de cada repetición	34

17	Análisis de varianza para el índice glicémico en los 4 tipos de alimento.	35
18	Análisis de rangos de contraste múltiple según el tipo de alimento Método: 95% LSD.	36
19	Análisis de costo de muestreo	37

1. INTRODUCCIÓN

En los tiempos actuales cuando se consume cualquier dieta rica en hidratos de carbono, los niveles de glucosa sanguínea se incrementan progresivamente según se digieren y asimilan los almidones y azúcares que contienen. La velocidad a la que se digieren y asimilan los diferentes alimentos depende del tipo de nutrientes que los componen, de la cantidad de fibra dietética presente y de la composición del resto de los alimentos presentes en el estómago e intestinos durante la digestión. Estos aspectos se valoran a través del índice glicémico de los alimentos.

Al consumir alimentos de elevado índice glicémico, aumenta rápidamente el nivel de glucosa sanguínea, entonces, el páncreas segrega insulina en grandes cantidades y las células no alcanzan a utilizar adecuadamente toda la glucosa, el metabolismo de las grasas se activa y comienza a transformarla en grasa. Si esto ocurre todos los días puede restarle eficacia al páncreas, para segregar insulina y regular la glucosa. Esta anomalía y el sedentarismo contribuye a aumentar el riesgo de generar enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes y obesidad, entonces, es necesario volver la vista hacia los alimentos con el fin de mejorar sus propiedades. Un punto importante es determinar el grado de absorción de los hidratos de carbono, la forma de medir esto es, a través, de la determinación del índice glicémico.

La empresa HOFFMANN S.A.I.C. requiere elaborar un cereal a base de avena de mejor calidad nutricional. La avena como se consume hoy en día

posee un bajo índice glicémico, en comparación a otros cereales, sin embargo, es necesario buscar la forma de disminuirlo aún más.

Perspectiva de la realización y/o posibilidad de aplicación

Para cumplir con las necesidades que la empresa HOFFMANN S.A.I.C. requiere, se hace necesario el estudio del problema y la posibilidad de llevar a cabo la aplicación de nuevas tecnologías en pos de la realización de nuevos productos a partir de la información disponible, abriendo una nueva veta al mercado generando además, productos innovadores.

La hipótesis que se planteó para esta investigación fué que el distinto espesor, en láminas de avena con almidón retrogradado, influía en el índice glicémico..

Para comprobar la hipótesis planteada se han definido los siguientes objetivos.

Objetivo General

Fue determinar como influye la avena laminada de distinto espesor, al ser ingerida, sobre su índice glicémico (IG), muestreando *individuos voluntarios sanos* sin ingesta de ningún medicamento.

Objetivos Específicos

- Definir la línea de flujo para el procesamiento de avena aplastada
- Aplicar distintos espesores a la avena.
- Determinar el índice glicémico de los distintos productos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes generales sobre la avena

Los granos se forman a partir de las flores o flósculos, están formados por un ovario, tres estambres y dos glumélulas y todo ello envuelto en un par de brácteas o glumelas llamadas lema (cubre la cara dorsal del flósculo) y palea (cubre la ranura del grano).

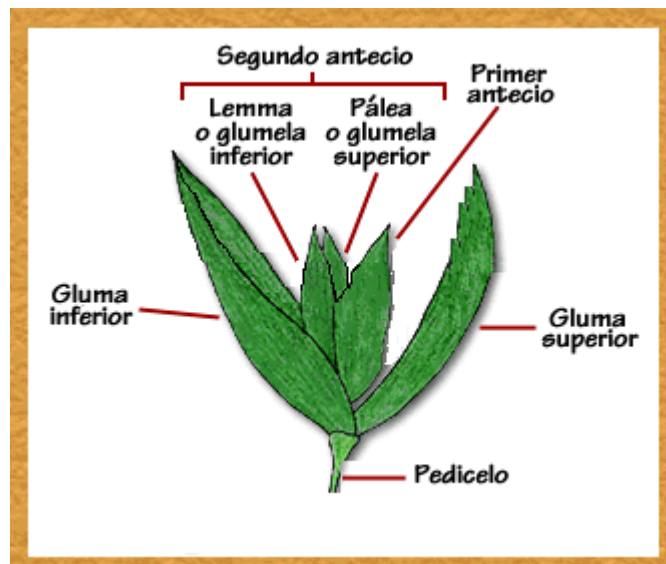


FIGURA 1: Componentes de una espiguilla de avena

La avena es una especie monocotiledónea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas.

Las principales partes de la avena son: semilla, pericarpio, germen y endospermo.

La semilla está contenida en un fruto llamado cariósipide, el cual exteriormente presenta una estructura denominada pericarpio. La semilla está conformada internamente por el endosperma y el embrión, la cubierta de la semilla se denomina testa y zona pigmentada (BONETT, 1961), (FIGURA 2).

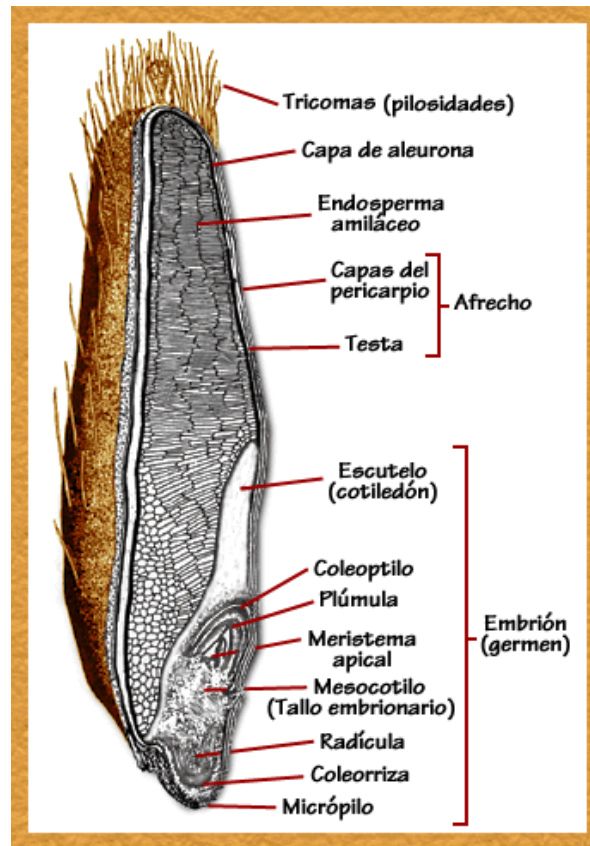


FIGURA 2. Cariósipide de avena y sus estructuras.

Pericarpio es la envoltura del fruto posee dos partes una externa donde se encuentra la epidermis o epicarpio, el hipodermo, el resto de células y paredes delgadas y la otra parte interna donde se encuentran las células intermedias, las cruzadas y las tubulares.

Germen, está totalmente cubierto con pelos unicelulares, de pared lisa y es de terminación aguda.

Endospermo del grano, muestra células ricas en amiloplastos compuestos formados por numerosas subunidades poligonales (gránulos de almidón), el cual a su vez, está constituido por la coleorriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleoptilo y el escutelo o cotiledón

Dentro de los cereales la avena es el que presenta el más bajo índice glicémico como se observa en el CUADRO 1

CUADRO 1: Índice glicémico de algunos cereales

ÍNDICE GLICÉMICO	ALIMENTO
80	Maíz en copos
72	Barrita trigo
68	Arroz blanco
67	Sémola de trigo
66	Arroz integral
65	Avena instantánea

FUENTE: , INDICE GLICEMICO (FOSTER-POWELL ,2002)

En la avena las glúmelas cubren el pericarpio cuando el grano está maduro, son fuertes, carnosas y están algo adheridas al resto del grano por lo que no se separan de él durante la trilla, forman la cáscara de esta por lo tanto se le denomina cariósida cubierta o vestida (KENT, 1960).

2.1.1 Cultivo de la avena

Las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue denominada como mala hierba. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce (AVENA, 2002).

2.1.2 Importancia económica y distribución geográfica de la avena (*Avena sativa L.*)

En la producción mundial de cereales la avena ocupa el quinto lugar, siendo el cereal de invierno de mayor importancia en los fríos del hemisferio norte; Las toneladas producidas en los distintos países se observan en CUADRO 2

CUADRO 2: Toneladas de avena producidas en los distintos países

PAÍS	TONELADAS
Federación de Rusia	6.135.000
Canadá	2.838.300
Estados Unidos	1.918.150
Finlandia	1.400.000
Australia	1.300.000
Alemania	1.131.000
China	1.050.000
Suecia	990
Ucrania	935
España	749.7
Reino Unido	680
Argentina	642.36
Rumania	520
Francia	462
Chile	344.527
Brasil	317.342
Kazajstán	253.5
Turquía	250
República Checa	150
Suiza	117
Irlanda	128
México	90

FUENTE: AVENA,(INFOAGRO, 2002)

2.1.3 Anatomía del grano de Avena

El contenido de células en el endospermo consiste principalmente en almidón, los que se ubican en los espacios regulares mientras que las proteínas se ubican en los irregulares (JONES *et al.*, 1959). (CUADRO 3).



FIGURA3. GRANOS DE AVENA (INIA, 2002)

El grano comprende el cariósido o albumen y la cáscara formado por la lema y palea

El contenido de albumen de avena inglesa es de 68 – 81 % con un promedio de 75 %, a mayor contenido de albumen menor contenido de cáscara.

La avena posee el mayor porcentaje de cáscara, menor porcentaje de endospermo en el grano y en el germen comparado con otros cereales en este último se encuentra el escutelo donde se concentra la mayor parte de la vitamina B₁ (CUADRO 6).

Cuadro 3: Porcentaje que ocupa cada estructura en el grano

Cereal	Cáscara	Pericarpio	Aleurona	Endospermo	Gérmén
Trigo		9.5	6.3	81.4	2.8
Maiz		5.5	3.2	79.6	11.7
Arroz	20	4.7		72	4.2
Avena	25	9.2		63	2.8
Cebada	13	2.9	4.8	76.3	3.0
Centeno		10.5		86	3.5.

FUENTE: HEATHCOLE, *et al*, 1952.

2.1.4 Valor Nutricional

KENT, en 1960 define Avena como el cereal que contiene más bajo contenido de hidratos de carbono utilizados para el desayuno, hoy en día estudios hechos en Estados Unidos para definir la mejor nutrición infantil, consideran la avena, como el alimento ideal para niños, jóvenes, adultos y pacientes en riesgo cardiovascular.

El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, es una fuente rica de aminoácidos, contiene 18 aminoácidos siendo los de mayor contenido el ácido *Glutámico*, *Arginina*, *Lisina*, *Treonina*, *Valina*, *Alanina*, *ácido Aspártico* y *Prolina*.(HUGLES, 1960).

El contenido en proteínas digeribles del grano de avena es mayor que en maíz, cebada y trigo (CUADRO 4).

CUADRO 4: Composición proximal del grano entero de avena

Composición	100 g de sustancia
Hidratos de carbono	58,2
Agua	13,3
Celulosa	10,3
Proteína	10,0
Materia grasa	4,8
Minerales	3,1

Fuente: Avena (Infoagro, 2002)

En el endospermo se encuentra el almidón, un polímero con unidades de glucosa α 1:4 y α 1: 6 y se encuentra en dos formas una es de amilosa de cadena lineal que constituye el 23% y otra amilopectina con un 77% de cadena ramificada. Una cadena de amilosa contiene entre 20 – 30 unidades de glucosa en su estructura y una cadena de amilopectina contiene 18 – 36 unidades de glucosa en su estructura (GREEWOOD, 1956).

La composición proximal del grano entero se ve afectada por el efecto de la industrialización disminuyéndola. Debido a los tratamientos industriales tales como descascarado, estabilización, desecación, cortado aplastado, pulido, etc.

La cáscara de la avena (25 % del peso del grano), contiene el 85% de la fibra total, 40% de cenizas, 4% de proteínas, y 4% de grasa que en el tratamiento de descascarado se pierde. (CUADRO 5).

CUADRO 5: Composición química de la avena en porcentajes de grano entero y descascarado o limpio

Grano	Humedad	Proteína * 6,25	Grasa	H de C Solubles	Fibra	Cenizas
Entero	11	10,3	4,7	62,1	9,3	2,6
Limpio	-	9,88	4,5	60,4	1,4	1,6

FUENTE: GALIARD, 1987

CUADRO 6: Contenido de vitaminas en la avena expresado en microgramos por gramo de avena

Vitamina ug/g	
<i>Tiamina B₁</i>	5,7
<i>Riboflabina B₂</i>	1,3
<i>Acido Nicotínico B₃</i>	9,4
<i>Acido Pantotenico B₅</i>	9,0
<i>Piridoxina B₆</i>	1,2
<i>Acido Fólico B₉</i>	0,2

FUENTE: (KENT - JONES y AMOS, 1957)

En la avena los triglicéridos se componen de ácidos grasos saturados como el ácido *Palmítico* 10,4%; e insaturados como el ácido *Oleico* 58,5% y el

ácido *Linoleico* 31,1%, además, el aceite de los cereales contienen hasta un 4% de fosfolípidos. (AMBERGER y WEEHELER- Hill, 1959).

Los minerales de la avena están formados en un 95% por fosfatos y sulfatos de potasio y de calcio (BERGNER 1960 – 1961).

2.2 Variedades de la avena y sus características

Los criterios a seguir en la elección de variedades de avena son: color y calidad del grano, productividad, resistencia al encamado, enfermedades y frío. La temperatura es el principal factor ambiental que determina el tipo de variedad (AVENA; 2002).

Las avenas de invierno predominan en las zonas con inviernos suaves y las avenas de primavera, con madurez temprana, se cultivan al norte del área de las avenas de invierno. Las variedades de media estación, de madurez tardía, se siembran en las zonas más frías de las regiones templadas. (AVENA,2002).

El cultivo de avena en Chile está representado fundamentalmente por dos especies: *Avena Sativa L.* y *Avena Strigosa Schreb.* La primera de ellas se utiliza principalmente para la obtención de grano, el cual puede destinarse a alimentación humana (avena machacada y harina), o a alimentación animal. La *Avena Strigosa Schreb.*, en tanto, se utiliza fundamentalmente para la obtención de forraje (BONETT, 1961).

- ***Avena Sativa***: es la avena tradicionalmente utilizada en la empresa. En *Avena Sativa* los granos conservan la lema y la pálea después de la trilla, lo que determina que sean cubiertos.
- Por el contrario, en el caso de ***Avena Nuda L.***, que es otra especie cultivada, la lema y la pálea se pierden, obteniéndose, por lo tanto, granos desnudos.

- **Avena Previsión:** es una variedad obtenida por selección de una variedad Argentina. Es bastante precoz y con buena resistencia a la sequía. Tiene buena productividad, siendo el grano de color rojo (AVENA,2002).
- **Avena Blancanieves:** es variedad de avena blanca de invierno, obtenida en el INIA de Francia, siendo muy clásica en Europa. Es bastante precoz. Es sensible al frío, resistente al encamado y al carbón, tiene una producción bastante regular y alta. El grano es de color blanco y con un alto peso específico (AVENA, 2002).
- **Avena Cóndor:** avena de primavera. Fue obtenida en Holanda y es adecuada para siembras de primavera en tierras fértiles. Resiste el encamado y es sensible al frío. El grano es de color blanco (AVENA, 2002).
- **Avena Moyencourt.** Avena de primavera, con grano de color negro y elevado peso específico; fue obtenida en Francia, siendo bastante precoz. Es poco resistente al frío y al desgrane. Su tallo es de longitud media (AVENA, 2002).

2.3 Tratamiento térmico y tamaño de partícula del grano de avena

Descascarado, se somete a este tratamiento debido a que no es digerible por el ser humano, se hace a través de rodillos que quiebran la cáscara y luego se someten a un soplado con ventiladores de aire.

Estabilización. Como la avena contiene 14 a 20 % de humedad y un 4 – 6 % de grasa es susceptible a enranciamiento, por lo tanto, se debe aplicar un tratamiento para estabilizar sus enzimas para alargar su vida útil por lo que es sometida a un tratamiento por inyección de vapor a 95 ó 100 °C por

20 a 30 minutos para inactivar la lipasa, además, de proporcionarle un sabor y aroma agradable.

Se puede comprobar la inactivación con la prueba del tetrazolio, si se forma un color rojo en el extremo del grano ha sido insuficiente para inactivar las enzimas, por lo tanto, hay que alargar el tiempo a mayor presión claro que el exceso puede causar la oxidación de la grasa aumentando el enranciamiento (MARTIN, 1954).

Desecación, luego de la estabilización el grano se seca a una temperatura de 80° C hasta un 8 % de humedad en un proceso discontinuo, al disminuir su humedad facilita el descortezado desarrollando una alta fragilidad de la corteza y al pasar por dos rodillos el grano se desprende de su cáscara en pequeños fragmentos que a través de una corriente de aire se separa del grano.

De aquí en adelante se procesa para diferentes productos finales, tales como, Copos de avena, sémola y harina.

Los **Copos de avena** luego se procede a una cocción con vapor y luego a un aplastado entre pesados rodillos, que se regulan para distinto espesor 0,1, 0,5 y 1 milímetro, cuando el producto aun está caliente, húmedo y plástico, luego se desecan a 10,5 % de humedad. Ya formado los copos se enfrían por corriente de aire, se tamizan para separar las partículas harinosas que se hallan formado y se envasan.

En la **sémola**, sin embargo, la cascarilla se elimina por un bruñido húmedo disminuyendo el contenido de fibra destinado a elaboración de productos infantiles.

Para producir **Harinas** los granos se cepillan o restriegan, con el fin de, eliminar los pelos que cubren su superficie (polvo de avena), luego son

partidos los granos por un cortador de tambor que lo divide en 4 ó 5 fragmentos de 6 mg. / partícula, por trituración se obtienen las harinas de tamaño medio o fino en molinos con una humedad entre el 8 al 10 % posterior al cernido.

2.4 Glicemia e índice glicémico (IG) de la avena

Estudios hechos por profesionales de Harvard encontraron que una dieta alta en fibra dietética, está ligada a un menor riesgo de diabetes del tipo II. Cuando hay una dieta que es baja en fibra dietética y rica en alimentos de alto IG (causan grandes niveles de azúcar de la sangre) esto parece ser particularmente malo pues se dobla el riesgo de la diabetes tipo II al compararlo con una dieta rica en fibra dietética de cereales y bajo en alimentos de alto IG.

El IG está determinado por la velocidad a la cual los almidones presentes en el alimento son digeridos y absorbidos a nivel intestinal. (AGUIRRE P, 2006)

La teoría del IG en un alimento depende de su contenido de carbohidratos, en una escala de 0 a 100, según la cantidad en la cual elevan niveles de azúcar de sangre después de comer. El impacto de los diferentes alimentos que contienen carbohidratos sobre la respuesta glicémica postprandial se clasifica tomando un alimento como referencia, en la que 100 es la respuesta a un alimento de referencia como el pan blanco o la glucosa (FAO/WHO, 1998). Esta clasificación se denomina IG (CUADRO 7).

La FAO como la OMS recomiendan clasificar los hidratos de carbono de acuerdo a su IG (CUADRO 3).

El IG está influenciado por el grado de absorción intestinal, que a su vez depende de la composición, estructura terciaria y susceptibilidad a la digestión enzimática, de los hidratos de carbono contenidos en los alimentos.

2.5 Método para determinar el IG

El IG se define como el área de incremento bajo la curva de glicemia producido por la ingesta de una cantidad estándar de carbohidratos disponibles de un alimento, usualmente 50g, en relación a la misma cantidad de carbohidratos de una fuente estándar (glucosa o pan blanco) . De esta forma, alimentos que ocupan más del 70% del área bajo la curva de glicemia se consideran de alto IG. Aquellos entre 55 y 70 se consideran de IG intermedio, mientras que alimentos con un escaso incremento glicémico (menor a 55) son referidos como de bajo IG. (JENKINS D,2002)

- A una persona sana se le suministra una cantidad de alimento equivalente a 50 g de carbohidratos.
- Durante la hora y dos horas siguientes se le toma una muestra de sangre
- La medición de las diferentes glicemias (producto de las muestras de sangre) se grafica y se calcula la superficie bajo la curva (VEASE FIGURA 4).

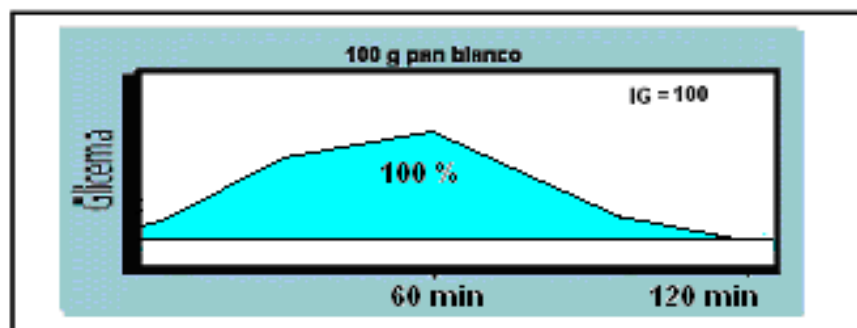


FIGURA 4 : Curva de IG del pan blanco o (Brand- Muller *et al.*, 1999).

- La respuesta glicémica del alimento se compara con la que produce un alimento de referencia (100 g de pan blanco que equivalen a 50g de carbohidratos 2 a 3 rebanadas de pan), el IG del pan blanco es 100 es la base de referencia ciertos alimentos.
- El alimento de referencia se determina 3 días distintos y se calcula el promedio en cada individuo.

El IG de un alimento corresponde al IG promedio de 10 personas que son muestreadas en una prueba. (BRAND, 1999).

2.6 Almidón e IG

Los almidones están compuestos por unidades de glucosa, estas se encuentran en dos formas, la amilosa (de cadena lineal) es mas compacta por lo que ofrece menor superficie de acción para el ataque de enzimas y comprende alrededor del 23% del almidón, el resto es amilopectina de cadena ramificada (GREENWOOD,1956)..

Los alimentos con mayor proporción de amilosa tendrán un IG más bajo que las que contengan más amilopectina (ramificada).

La fibra dietética soluble de vegetales, tales como, frutas y avenas, forman un gel gelatinoso en el estómago que retrasa el vaciado gástrico, formando una barrera física alrededor del carbohidratos. (CARRASCO, 2004).

Los alimentos que tienen un IG más alto son los alimentos que se digieren rápidamente y dan lugar a elevaciones más altas de glucosa en la sangre.

CUADRO 7: Índice glicémico de algunos alimentos

I.G bajo < a 55	I.G intermedio 55-70	I.G alto > 70
Fideos y pasta	Arroz basmati	Pan (blanco o integral)
Lentejas	Plátano	Patata asada
Manzana/jugo de manzana	Copos de avena	Copos de maíz
Peras	Refrescos	Patatas fritas
Naranjas/jugo de naranja	Maíz tierno	Miel
Uvas	Piña	Puré de papas
Yogur bajo en grasa	Azúcar blanco	Arroz blanco (bajo en amilosa o "arroz glutinoso")
Pan de frutas		
Judías		

FUENTE:FOSTER-POWELL *et al.*, 2002.

En contraste, los alimentos que alinean bajo en el IG se digieren más lentamente, dando por resultado un aumento gradual en los niveles de glucosa y de insulina en la sangre.

2.7 Determinación de la carga glicémica

El IG no es el único factor que determina hasta qué punto el consumo de un alimento eleva el nivel de azúcar en sangre. Si se ingiere la misma cantidad en gramos (g) de dos alimentos con IG similar, el aumento del nivel de glicemia será menor con un alimento que tenga menor contenido de carbohidratos y si se ingieren dos alimentos con IG similar pero cuyas raciones habituales sean distintas, aquel cuya ración sea menor, producirá un menor aumento de la glicemia. Por esta razón, se introdujo el concepto de Carga Glicémica (CG), que se basa en el concepto de IG para proporcionar una medida de la respuesta glicémica total ante un alimento o comida ($CG = IG/100 \times \text{gramos de carbohidratos por ración}$). Esto hace posible comparar directamente los efectos sobre el nivel de azúcar de dos alimentos tal y como los consumimos en la dieta.

Una dieta normal tendría 100 unidades de IG por ejemplo al día (rango 60-180): El IG para la lata de coca cola es 65, posee 39 gramos de carbohidratos, por lo tanto, la respuesta glicémica total es de $65 \times 39 = 2535 / 100 = 25.35$. (GLYCEMIC INDEX EXPLAINED, 2004)

Aquellas personas que deseen reducir la CG general de su dieta deberían simplemente modificar su dieta por el consumo de alimentos con un IG bajo.

Los estudios también apuntan hacia el uso del IG en relación con la obesidad y se ha sugerido que las dietas con un IG reducido pueden llevar a una pérdida peso porque poseen un gran poder de saciedad. (BRAND-MILLER, 2005)

2.8 Retrogradación del almidón

Se define como la insolubilización y la precipitación espontánea, principalmente de las moléculas de amilosa producto de la acción de la amilasa pancreática, debido a que sus cadenas lineales se orientan paralelamente y accionan entre sí por puentes de hidrógeno a través de sus múltiples hidroxilos; se puede efectuar por diversas rutas que dependen de la concentración y de la temperatura del sistema.

La retrogradación del almidón es el proceso en el cual el grano es sometido a un cambio brusco de temperatura, es decir, luego de someterlo a alta temperatura este se le disminuye la temperatura rápidamente, produciendo la retrogradación del almidón o modificación de su estructura impidiendo la absorción rápida de este en el intestino.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Materiales

- Materia prima: se utilizó granos de avena estabilizada de espesores 0,1 (2 kg.), 0,5 (3 Kg.) y 1mm. (5 kg.) (*Avena Sativa*) tratada por la planta GRANOSANO de Lautaro para la empresa HOFFMANN S.A.I.C.

- Equipos y Materiales facilitados en la empresa HOFFMANN S.A.I.C.:
Balanzas de precisión (0.005g), horno industrial a gas, envasadora automática (12 Kg), refrigerador espátula, 1 fuente de plástico, 1 paleta plástica, cronómetro, alcohol al 95 %, agua, jabón desinfectante, papel absorbente y papel metálico para envasadora, 2 cajas de cartón de 5 kg.

- Instrumentos para medir la glicemia: GLUCOMETRO ACCU - CHECK GO, 360 lancetas muestreadoras y 1080 cintas indicadoras 36 guantes quirúrgicos desechables, 2 rollos de algodón hidrófilo, 2 botellas de 500 ml de alcohol de 95°, 12 cofias y gorros desechables.

- 120 vasos de yoghurt bajo en grasa, 60 rebanadas de pan blanco.

- 12 pocillos plásticos para entregar el cereal, 36 platos desechables , 400 servilletas.

3.2 Método

3.2.1 Método para elaborar línea de flujo de avena laminada

Los copos integrales se elaboraron partiendo de todo el grano es decir, el salvado no se separó del endospermo, por lo tanto, el proceso de molturación se simplificó aumentando el rendimiento del producto. (FIGURA 5)

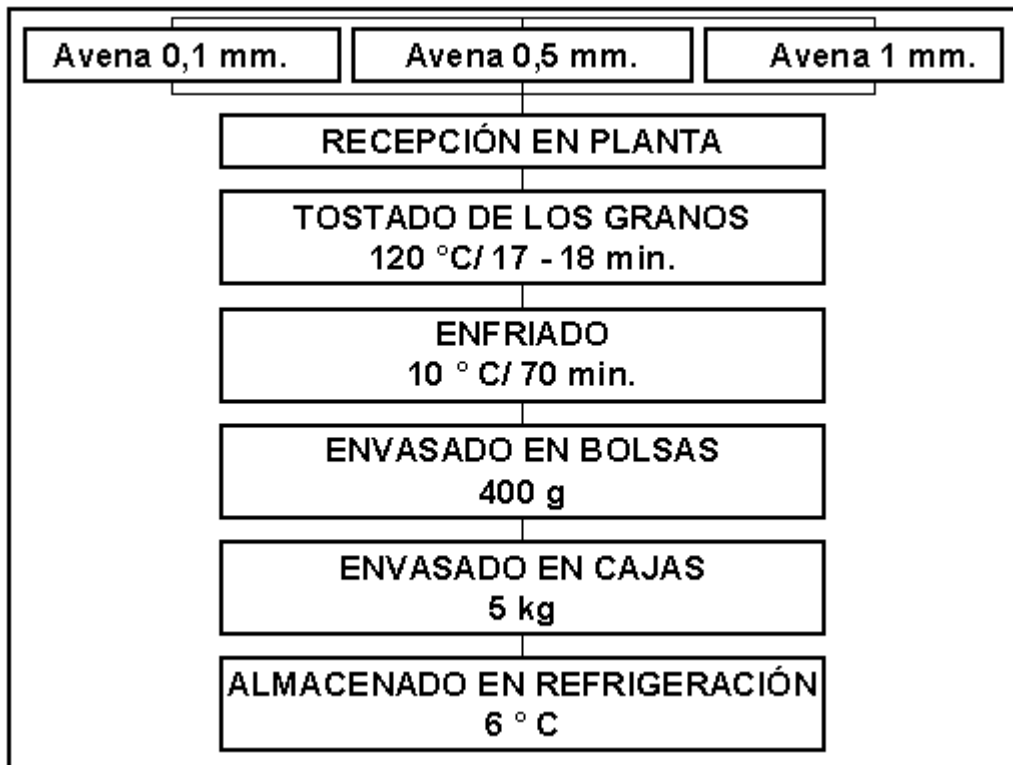


FIGURA 5: Diagrama de flujo para la elaboración de copos de avena.

Se le aplicó el proceso de estabilizado y aplastado indicado en el punto 2.3. Así es como llegan los copos de avena a la empresa Hoffmann, allí se trabaja de la siguiente manera.

Pesaje: con balanza de precisión se pesó la muestra y una contra muestra para contabilizar la humedad extraída de avena aplastada.

Tostado de los granos: Este proceso se realizó en un horno industrial a gas de doble pared con regulador de temperatura a 120 °C sometiendo al grano al contacto con calor por 17-18 min., solo hasta que el centro térmico llegó a 104 ° C, “tostado del grano”, evitando que el grano tenga un sobre tratamiento, para ello se procedió a revolver con espátula el grano cada 6 min., este tostado disminuye la accesibilidad de la amilosa ya que impide que la capa externa del endospermo y / o las membranas celulares se destruyan, esto permite que el almidón se digiera y absorba más lentamente.

Este proceso permitió desarrollar un sabor agradable a “nueces”, el tueste de los granos hace disminuir la absorción acelerando la digestión, lo que lo convierte en un producto eficaz en la reducción de peso; asegura el poder de saciedad en el diabético sin elevar la glicemia, mejorando su calidad de vida.

Enfriado: Este proceso se realizó sometiendo los granos ya tostados a 120 ° C a un enfriado a 18 ° / 70 min. este proceso produce la retrogradación del almidón, limitando el tratamiento anterior con el fin de evitar un tostado duro,

3.2.2 Caracterización de los Sujetos participantes en el Estudio

Para todos los sujetos involucrados en el estudio se establecieron, en detalle, los siguientes parámetros:

- Edad, se eligió sujetos con un rango de edad lo más estrecho posible. Normalmente los estudios se realizan en sujetos que están en el rango de edad de 18 a 55 años, en este caso los individuos tienen entre 30 y 55 años.
- Sexo, el estudio se realizó en voluntarios sanos de sexo masculino y femenino.

- Estado de Salud, El estudio se realizó en voluntarios sanos, de manera de reducir cualquier variabilidad que no sea la concerniente a los productos en estudio.

Se excluyó los sujetos que se trataron previamente por problemas gastrointestinales tales como úlceras, convulsiones, depresión o desórdenes hepáticos, para evitar riesgo durante el período que dure el estudio.

Los sujetos no podían consumir fármacos, por lo menos 1 semana antes y durante el estudio, para eliminar la posible influencia en resultados.

3.2.3 Número de sujetos

El número de sujetos para este estudio fue de 10, se reclutó a 5 más por posibles retiros de los sujetos. Este número estimado sobre la base de una experiencia piloto, de estudios anteriores o datos publicados.

3.2.4 Retiro de los sujetos

Los sujetos debían estar disponibles a lo largo de todo el estudio, por voluntad propia. Las razones de retiro pueden ser por eventos adversos o si éste no cumplía con el protocolo.

3.2.5 Postura y actividad física

A fin de minimizar la variabilidad intra e inter sujetos, éstos se sometieron a condiciones estandarizadas, en tanto fue posible y aceptable, respecto de su actividad física y postura.

Cada día del estudio se mantuvo el mismo patrón de postura y actividad, (en la mayoría de los estudios, los sujetos no deben acostarse hasta a lo menos dos horas después de la ingesta del producto).

3.2.6 Ingesta de alimentos líquidos y otras sustancias

De preferencia los sujetos debían abstenerse de tomar alimentos y bebidas susceptibles de influir en la medición. Los voluntarios no podían tomar ningún fármaco, incluyendo fármacos de venta libre, por un intervalo apropiado, antes y durante el estudio.

Todos los desayunos fueron estandarizados y repetidos, yogurt con copos de avena o pan blanco cada día del estudio, a horas regulares.

Normalmente los sujetos debían ayunar toda la noche, o por lo menos 12 horas, previo al estudio, para eliminar la influencia del bolo alimenticio. El ayuno consistió en no ingerir alimentos o sólidos, aunque es permitido ingerir líquidos libres de alcohol, la noche previa al estudio.

Tres horas después de la administración del producto se podía administrar una comida estándar.

3.2.7 Administración de los productos

Los sujetos consumieron el producto en ayunas, es decir, se convirtió en su desayuno diario.

Cada día que corresponda administrar el producto, éste fue administrado aproximadamente a la misma hora (9:00 y 9:30).

El estudio posee tres tratamientos y para disminuir el error de muestreo, se administraron suficientes dosis del producto (3 repeticiones) en cada tratamiento sometido a estudio y 3 repeticiones del alimento de referencia, de acuerdo con el rotulado del producto, para alcanzar resultados estadísticamente válidos.

3.2.8 Dosis y ritmo de administración

Se administró como desayuno una dosis de 50 gramos de producto y 140 ml de yoghurt bajo en grasa, 0 % colesterol una vez al día, por 9 días y 3 días con producto de referencia (pan blanco) y yoghurt.

3.3 Muestreo

- La muestra consistió en 100 g. de pan blanco como referencia acompañado con yoghurt, o 50 g. de copos de avena con yogurt (composición nutricional en anexo)
- Se tomó una muestra de sangre con el glucómetro antes del consumo de la muestra y a los 60 y 120 min. después de haber consumido la muestra.
- El horario de inicio de muestreo fue al desayuno 09:00 –09:30 a.m.
- El tiempo de muestreo fue de 12 días, 36 muestras a cada paciente, por un total de 10 pacientes (VEASE CUADRO 8)

3.3.1 Duración del muestreo

El muestreo se realizó sobre un ciclo completo de 3 horas, para permitir evidenciar la absorción de la glucosa en la sangre.

3.3.4 Requisitos de Calidad

Tanto el producto en estudio como el producto de referencia, debían demostrar que cumplen todas las especificaciones de calidad, uniformidad de contenido, composición proximal, fecha de elaboración y de vencimiento.

3.3.5 Lugar de ensayo

Este trabajo fue realizado en una primera instancia en industria GRANOSANO de Lautaro, se terminó el proceso en la industria HOFFMANN S.A.I.C., de Valdivia y luego se procedió con el protocolo de muestreo de individuos voluntarios sanos, pertenecientes al cuerpo docente del colegio Nuestra Señora del Carmen, de Valdivia, siendo muestreados dentro del mismo en horas de trabajo..

3.3.6 Diseño experimental

Para esta investigación se propuso un diseño completamente aleatorizado con un factor y tres tratamientos, el factor que se plantea es el espesor del grano laminado con tres tratamientos 0,1, 0,5 y 1 mm. y 3 repeticiones para cada tratamiento.

Las variables de respuesta son el IG de individuos voluntarios sanos, Evaluación Sensorial del Producto, es decir, evaluación de aceptación general del producto. En el CUADRO 9 se observa este diseño.

CUADRO 9: Diseño planteado para el experimento en 10 panelistas voluntarios

Materia prima	Factor	Tratamientos	VARIABLES DE RESPUESTA
Copos de Avena	Espesor de copos de avena	1. 0,1 mm. 2. 0,5 mm. 3. 1 mm,	IG Evaluación sensorial

3.3.7 Análisis de datos

Los datos se analizaron en el programa Statgraphic plus 5.1 se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), a las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, se aplicó una prueba de rango múltiple de Tukey con un nivel de confianza de 95 % lo cual se representó gráficamente.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

En el ANEXO 2 se observan las glicemias de cada individuo por tipo de alimento en sus tres repeticiones.

En los CUADROS 10 -11 -12 y 13 se presentan los resultados del promedio de las tres repeticiones de glicemia para cada tipo de alimento

CUADRO 10: Promedio de glicemia de cada individuo para el pan blanco y sus 3 repeticiones

Producto	Pan blanco			Pan blanco			Pan blanco			
Repeticiones	R 1			R 2			R 3			
Media	0	60	120	0	60	120,00	0	60	120	
INDIVIDUOS	1	83,667	104,333	98,667	83,667	110,000	98,000	86,000	108,000	106,000
	2	79,333	109,000	95,667	79,667	98,000	95,667	87,667	106,000	106,000
	3	80,667	105,333	99,000	83,667	105,333	98,667	84,333	110,333	95,667
	4	89,000	106,333	99,000	79,333	106,333	91,000	92,000	105,000	100,333
	5	89,000	105,333	95,667	90,667	105,333	95,667	83,000	91,333	110,333
	6	79,333	106,333	95,667	79,333	106,333	95,667	79,333	105,000	106,000
	7	87,667	104,333	89,667	87,667	110,000	89,000	80,667	108,000	113,000
	8	84,000	99,000	89,000	80,000	101,667	99,000	84,000	110,333	103,000
	9	84,000	108,667	99,000	83,667	106,333	95,667	80,667	104,333	98,333
	10	84,000	108,667	99,000	83,667	105,000	95,667	80,667	105,333	98,333
Promedios	84,067	105,733	96,034	83,134	105,433	95,400	83,833	105,367	103,700	

En el cuadro 10 el pan blanco presentó niveles de glucosa similares al reportado en estudios anteriores y no hay mayores diferencias entre las mediciones de glicemia promedio de las tres repeticiones, ahora, comparándolas con los promedios de glicemia de los demás productos, presenta los picos más altos en el tiempo 60 min, puede ser debido a que éste es el alimento con mayor IG, es decir, es de mas rápida absorción.

CUADRO 11: Promedio de glicemia de cada individuo para la Avena 0,1mm y sus 3 repeticiones

Producto	Avena 0,1 mm			Avena 0,1 mm			Avena 0,1 mm			
Repeticiones	R 1			R 2			R 3			
Media	0	60	120	0	60	120	0	60	120	
INDIVIDUOS	1	77,333	89,000	98,333	94,333	133,667	101,667	90,667	140,667	110,333
	2	89,000	96,333	83,000	80,333	90,333	90,000	82,667	103,000	93,333
	3	95,333	137,000	108,667	94,333	107,667	96,333	89,333	113,000	98,667
	4	80,333	80,000	88,667	86,000	95,333	74,667	81,333	96,000	84,667
	5	90,333	102,000	99,000	90,333	90,000	97,667	94,000	88,000	89,000
	6	87,000	89,667	95,000	79,333	96,000	94,333	84,000	98,000	78,000
	7	84,000	98,333	99,000	96,000	101,667	98,667	90,000	110,333	100,667
	8	84,000	104,333	111,000	89,667	110,000	111,000	90,000	108,000	103,000
	9	80,000	84,000	80,667	72,667	88,333	83,667	83,000	93,000	84,333
	10	80,000	117,000	96,333	87,667	107,333	90,333	82,667	108,000	103,000
Promedios	84,733	99,767	95,967	87,067	102,033	93,83	86,767	105,800	94,500	

En el cuadro 11 se observa que en la repetición 1, el individuo N° 4 presentó el pico más bajo, podría decirse que este individuo, reacciona ante este producto con una muy lenta absorción, sin embargo en las siguientes repeticiones no hay diferencia significativas en comparación con los demás individuos.

CUADRO 12: Promedio de glicemia de cada individuo para la Avena 0,5 mm y sus 3 repeticiones

Producto		Avena 0,5 mm			Avena 0,5 mm			Avena 0,5 mm		
Repeticiones		R 1			R 2			R 3		
Media		0	60	120	0	60	120,00	0	60	120
INDIVIDUOS	1	87,667	111,000	91,333	87,667	111,000	91,333	94,000	103,000	92,667
	2	79,667	95,667	98,667	77,000	95,667	98,667	84,333	106,000	81,000
	3	90,333	117,000	113,000	90,333	117,000	115,000	94,000	131,000	86,667
	4	81,667	86,000	83,667	81,667	86,000	83,333	91,667	94,000	76,000
	5	90,667	99,000	105,333	90,667	95,667	105,333	96,333	98,333	91,333
	6	84,000	106,333	79,333	88,333	106,333	79,667	80,667	105,000	87,667
	7	93,667	90,300	84,333	82,000	90,333	84,333	82,667	94,000	93,000
	8	98,667	117,000	111,000	98,667	117,000	111,000	81,000	109,000	113,000
	9	75,000	95,667	79,667	75,000	98,667	77,000	78,000	81,000	84,333
	10	84,000	92,333	87,667	84,000	87,667	87,667	81,000	76,333	94,000
Promedios		86,534	101,030	93,400	85,533	100,533	93,33	86,367	99,767	89,967

En el cuadro 12 se observó que no hay mayores diferencias entre las mediciones de glicemia promedio de las tres repeticiones, ahora, comparándolas con los promedios de glicemia de la avena de mayor espesor de laminado (1 mm), presenta picos más altos en el tiempo 60, puede ser debido, a que este es el alimento con mayor IG, es decir, es de más rápida absorción.

CUADRO 13: Promedio de glicemia de cada individuo para la Avena 1 mm y sus 3 repeticiones

Producto		Avena 1 mm			Avena 1 mm			Avena 1 mm		
Repeticiones		R 1			R 2			R 3		
Media		0	60	120	0	60	120,00	0	60	120
INDIVIDUOS	1	79,333	89,000	95,000	79,667	80,333	94,33	87,667	82,667	78,000
	2	87,667	84,333	95,000	79,333	84,333	94,33	92,667	93,000	78,000
	3	81,667	85,667	102,000	81,667	91,333	88,67	91,667	90,667	92,000
	4	79,333	89,000	85,667	88,667	87,667	91,33	92,000	76,333	90,667
	5	91,667	98,667	99,000	91,333	98,667	97,67	84,000	81,000	89,000
	6	79,667	91,667	87,667	77,000	91,333	96,00	84,333	84,000	87,667
	7	85,667	93,333	100,000	91,333	88,333	90,00	90,667	97,000	103,000
	8	79,333	91,333	94,000	81,667	91,333	94,33	87,667	92,667	98,667
	9	79,667	87,667	102,000	85,000	91,333	88,67	84,000	87,667	92,000
	10	80,000	77,333	99,000	85,000	94,333	97,67	86,000	90,667	89,000
Promedios		82,40	88,80	95,93	84,07	89,90	93,30	88,07	87,57	89,80

En el cuadro 13 se observó que las mediciones de glicemia promedio de las tres repeticiones son mas bajas comparándolas con los promedios de

glicemia de la avena de menor espesor de laminado), presenta picos más bajos en el tiempo 60, debido a que este es el alimento con menor IG, es decir, es de más lenta absorción.

4.2 Cálculo para determinar el IG para el producto de referencia (Pan blanco) y las avenas de distinto espesor:

El cálculo del área es la suma de las áreas bajo la curva

Formula para determinar el IG:

$$\text{Índice glicémico} = \frac{\text{Área bajo la curva del producto analizado} \times 100}{\text{Área bajo la curva del pan blanco}}$$

Se calcularon las áreas bajo las curvas por el método tradicional de triangulación.

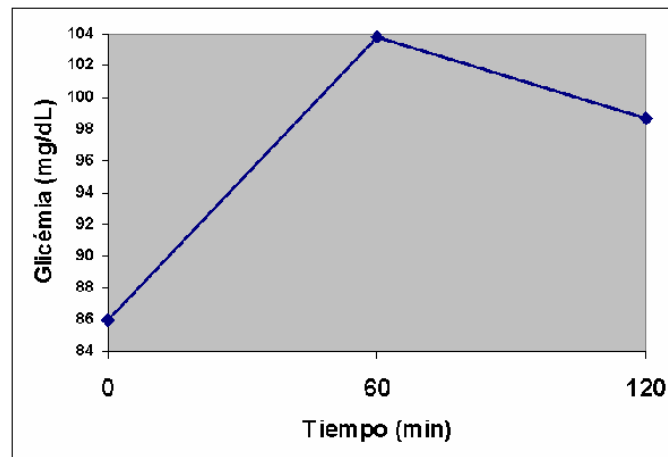


FIGURA 6: Área bajo la curva del pan blanco.

$$\text{Área} = \frac{(\text{Base})(\text{Altura})}{2} = 1559 \text{ (mg min /dL)}$$

El área del pan blanco presenta un mayor pico a los 60 min., se puede discutir que este producto se absorbe rápidamente producto de ello, aumenta la glicemia postprandial en los individuos muestreados.

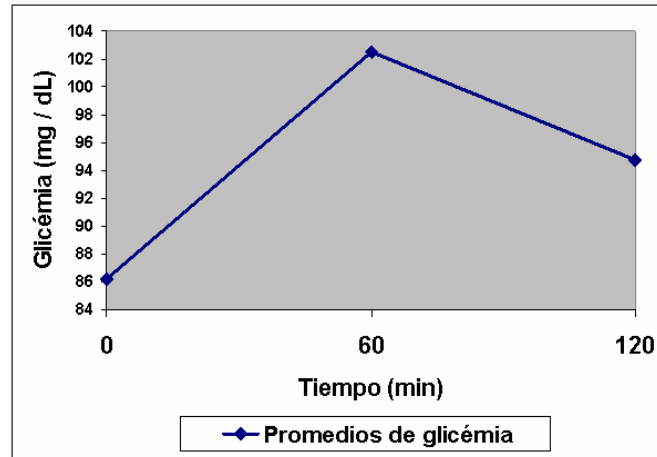


FIGURA 7: Área bajo la curva de Avena 0,1 mm

$$IG = \frac{\text{Área bajo la curva de avena } 0,1 \text{ mm (mg min /dL)}}{\text{Área bajo la curva del pan blanco (mg min /dL)}} \times 100$$

$$IG = \frac{1325}{1559} \times 100 = 85$$

El área bajo la curva de avena 0,1 mm, es menor al área del producto de referencia como se indicó en estudios anteriores aunque mayor a los demás productos, se le atribuye a su menor espesor de partícula aumentando la exposición de los carbohidratos disponibles para ser absorbidos.

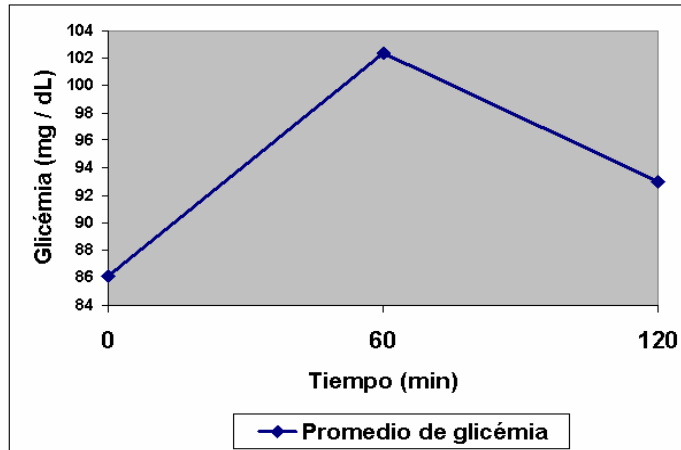


FIGURA 8: Área bajo la curva de Avena 0,5 mm

$$IG = \frac{\text{Área bajo la curva de avena 0,5 mm (mg min /dL)}}{\text{Área bajo la curva del pan blanco (mg min /dL)}} \times 100$$

$$IG = \frac{1274}{1559} \times 100 = 82$$

El área bajo la curva de la avena 0,5 mm muestra un menor pico a los 60 minutos, aunque su diferencia estadísticamente no es significativa, se puede deber a que es un valor muy cercano al de la figura 9, es decir la cantidad de almidón disponible es similar para ser absorbido.

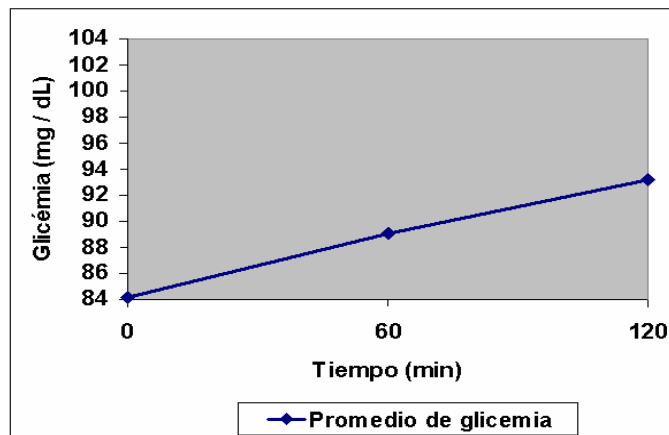


FIGURA 9: Área bajo la curva de Avena 1 mm.

$$IG = \frac{\text{Área bajo la curva de avena 1 mm (mg min /dL)}}{\text{Área bajo la curva del pan blanco (mg min /dL)}} \times 100$$

$$IG = \frac{624}{1559} \times 100 = 40$$

El área bajo la curva de avena de 1 mm , se observa muy diferente, se puede ver que el pico en los 60 minutos es más bajo que a los 120 minutos, puede ser debido, a que el producto se absorbe más lentamente, esto se le atribuye a su mayor espesor, es decir, que hay una menor exposición de los carbohidratos disponibles para ser absorbidos, esto explicaría el hecho que el IG de esta avena 1 mm de espesor sea menor comparado con los demás productos.

CUADRO 14: Áreas bajo la curva de la glicémia de cada individuo para todos los tipos de alimentos.

ÁREAS													
Producto	Pan blanco			Avena 0,1 mm			Avena 0,5 mm			Avena 1 mm			
Repeticiones	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
INDIVIDUOS	1	1690	1060	2040	1330	2580	3590	1510	1510	660	1050	480	570
	2	2270	1580	1060	260	890	1540	1530	1770	1600	420	1350	990
	3	2030	1600	1900	2900	860	1700	2280	2340	2000	850	790	70
	4	1340	1970	1030	270	1580	980	320	310	1550	770	140	900
	5	1180	1030	1320	960	240	210	940	740	570	640	630	330
	6	1060	1060	2010	400	1450	1380	1760	1860	1670	960	320	120
	7	1060	1060	2270	1310	420	1540	638	570	990	890	140	750
	8	1050	1870	1050	2030	1860	1470	1470	1470	2640	310	960	630
	9	1930	1720	1950	260	990	640	1380	1480	370	310	490	460
	10	1930	1640	2010	2710	1260	2130	670	960	670	730	940	370
Promedios	1554	1459	1664	1243	1213	1518	1250	1301	1272	693	624	519	
Promedios	1559			1325			1274			612			
IG	100			85			82			39			

Aquí se observa que el área del pan blanco es mayor al área de los demás productos, éste producto es la base 100, porque es el producto de referencia.

CUADRO 15: Razón entre el áreas de cada tipos de alimento, sobre el área del producto de referencia (pan blanco)

Producto		Pan blanco			Avena 0,1 mm			Avena 0,5 mm			Avena 1 mm		
Repeticiones		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
I N D I V I D U O S	1	1	1	1	0,79	2,43	1,76	0,89	1,42	0,32	0,62	0,45	0,28
	2	1	1	1	0,11	0,56	1,45	0,67	1,12	1,51	0,19	0,85	0,93
	3	1	1	1	1,43	0,54	0,89	1,12	1,46	1,05	0,42	0,49	0,04
	4	1	1	1	0,20	0,80	0,95	0,24	0,16	1,50	0,57	0,07	0,87
	5	1	1	1	0,81	0,23	0,16	0,80	0,72	0,43	0,54	0,61	0,25
	6	1	1	1	0,38	1,37	0,69	1,66	1,75	0,83	0,91	0,30	0,06
	7	1	1	1	1,24	0,40	0,68	0,60	0,54	0,44	0,84	0,13	0,33
	8	1	1	1	1,93	0,99	1,40	1,40	0,79	2,51	0,30	0,51	0,60
	9	1	1	1	0,13	0,58	0,33	0,72	0,86	0,19	0,16	0,28	0,24
	10	1	1	1	1,40	0,77	1,06	0,35	0,59	0,33	0,38	0,57	0,18
Promedios		1	1	1	0,80	0,83	0,91	0,80	0,89	0,76	0,45	0,43	0,31

El cuadro 15 se observó que los menores valores se dan en la avena de 1 mm, se puede deber a que este producto tiene una respuesta glicémica más lenta y por lo tanto un menor IG.

CUADRO 16: Índice glicérico para cada tipo de alimento y de cada repetición

Producto		Pan blanco			Avena 0,1 mm			Avena 0,5 mm			Avena 1 mm		
Repeticiones		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
I N D I V I D U O S	1	100	100	100	79	243	176	89	142	32	62	45	28
	2	100	100	100	11	56	145	67	112	151	19	85	93
	3	100	100	100	143	54	89	112	146	105	42	49	4
	4	100	100	100	20	80	95	24	16	150	57	7	87
	5	100	100	100	81	23	16	80	72	43	54	61	25
	6	100	100	100	38	137	69	166	175	83	91	30	6
	7	100	100	100	124	40	68	60	54	44	84	13	33
	8	100	100	100	193	99	140	140	79	251	30	51	60
	9	100	100	100	13	58	33	72	86	19	16	28	24
	10	100	100	100	140	77	106	35	59	33	38	57	18
Promedios		100	100	100	80	83	91	80	89	76	45	43	31
IG		100			85			82			39		

La avena de 0,1 mm de espesor, producto ya comercializado por la empresa como avena instantánea, presentó un promedio de IG de 85,00 muy alto y la avena de 0,5 mm de espesor, presentó un IG de 81,66; menor al anterior, aunque es un IG alto, comparado con lo reportado en estudios anteriores, estos resultados se pueden atribuir al mayor procesamiento de aplastado, dado que ocurre una mayor exposición de los carbohidratos, cuanto más desmenuzado esté el producto, de esto depende la cantidad de almidón

disponible para la actividad de las enzimas aumentando la cantidad de glucosa hidrolizada incrementándose su asimilación, observándose así un aumento del IG.

4.3 Análisis de varianza para el IG

CUADRO 17: Análisis de varianza para el índice glicémico en los 4 tipos de alimento

Análisis de varianza					
Fuente de variación	Suma de Cuadrado	Grado de libertad	Cuadrado Medio	Valor F	Valor P
Entre grupos	0,609767	3	0,203256	6,99	0,0126
Dentro grupo	0,232733	8	0,0290917		
Total (Corr.)	0,8425	11			

En este análisis se observó las diferencias significativas en el IG entre los 4 tipos de alimentos, debido a que el valor P es 0.0126 menor que 0,05 con un nivel de confianza del 95%, es decir, al menos un tratamiento es distinto.

Con el objetivo de evidenciar cual de los tipos de alimentos es el significativamente diferente, sometemos el análisis de comparación de las medias (VEASE FIGURA 10).

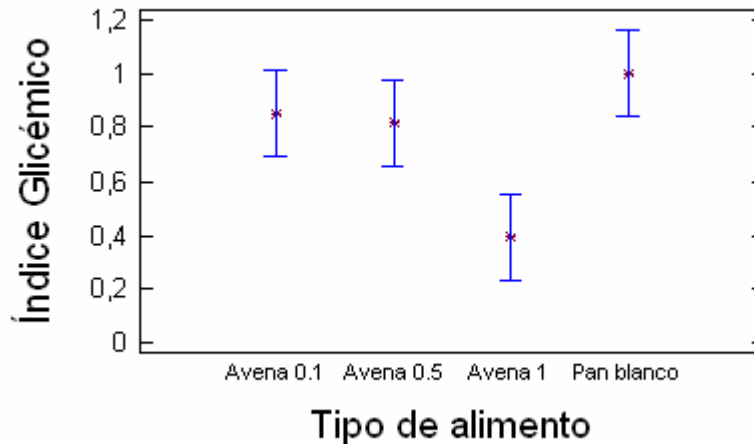


Figura 10: Diagrama intervalos de medias con un 95 % de confianza.

El gráfico de comparación de las medias, muestra los intervalos de confianza correspondientes a los tipos de alimentos; diferenciándose la Avena 1 por su más bajo IG con respecto a las demás. (VEASE FIGURA 1)

4.4 Contraste múltiple de rangos para el IG

Cuadro 18: análisis de rangos de c ontraste múltiple según el tipo de alimento Método : 95% LSD.

NIVEL RECUENT	O	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS
Avena 1	3	0,393333	X
Avena 0,5	3	0,816667	X
Avena 0,1	3	0,850001	X
Pan blanco	3	1,0	X
Contraste Diferencia			+/- Límites
Avena 0,1–Avena 0,5		0,0333333	0,321144
Avena 0,1–Avena 1		*0,456667	0,321144
Avena 0,1 – Pan blanco		- 0,15	0,321144
Avena 0,5 – Avena 1		*0,423333	0,321144
Avena 0,5 – Pan blanco		-0,183333	0,321144
Avena 1 – Pan blanco		*0606667	0,321144

(*), indica una diferencia significativa.

En esta tabla la mitad superior muestra la diferencia estimada entre cada una de las muestras. El asterisco indica que existen diferencias significativas a un nivel de confianza de 95 %.

La avena de 1 mm de espesor, es la única que presento un IG de 39,33 lo que la posiciona en el rango de de IG bajo, menor a 55, que lo convierte en un producto factible de ser consumido por diabéticos pues no eleva rápidamente la glicemia, es eficaz en la reducción de peso por su poder de saciedad y al ser hecho partiendo de granos integrales actúa como regulador de la digestión.

4.5 Análisis de costo

CUADRO 19: Análisis de costo de muestreo

Materiales	Cantidad	Costo (\$)
Yogurt batido *	120	25800
Pan molde blanco*	2	3597
Hafer floken instantáneo 1000 g*	2	3574
Avena estabilizada 0.5 mm 1000 g.	3	3000
Avena estabilizada 1 mm 1000 g.	2	2000
Equipo Accuchek Go (Glicemia)	1	17850
Lancetas soft clix estándar x 200 u.	400	26180
1 frasco de cintas Acc. Go x 50 tiras	22 frascos	357000
Posillos plásticos	12	1200
Guantes quirúrgicos	40	5000
Cofias y gorros	24	7200
Platos desechables	36	1200
servilletas	400	500
Alcohol 500 ml.*	2	1056
Algodón pensado 250 g. *	1	934
Gas	60 min.	300
Horas hombre	4	18400
Total (pesos)		488291

* En el ANEXO se encuentran las facturas

5 CONCLUSIONES

- Se concluye que la respuesta glicémica en avenas de distinto espesor se correlacionan con las diferencias en el nivel de digestión y absorción poniendo de manifiesto la importancia del grado de gelatinización y el espesor de dichas avenas en la glicemia postprandial.
- Los preparados de menor grosor dieron un IG mayor, sin presentar diferencias con el pan blanco, por el contrario, la avena de mayor grosor originó una respuesta metabólica significativamente más baja en su IG con respecto al pan blanco de referencia, es decir, que el nivel de absorción de los azúcares en este alimento es más lento.
- Estos resultados pueden tener consecuencias importantes, tanto en personas diabéticas en las que es importante controlar el nivel de glucosa, como en personas con obesidad debido a la lenta absorción de los carbohidratos y en personas sanas también es recomendable el consumo de alimentos de bajo IG.
- De la planilla de apreciación general del producto avena 1mm, obtuvo la mejor puntuación de 6,0 con un calificativo me gusta, mientras que la avena 0,5 mm obtuvo nota 5,0 y la avena 0,1 mm un 5,0 no disgustando ninguna de ellas.

6 RESUMEN

Se analizó en este estudio, la retrogradación del almidón y el efecto del espesor de laminado de avena sobre su IG. Se trabajó con 10 individuos sanos de distinto sexo, edades que fluctúan entre los 38 y 50 años y de actividades muy similares.

Se elaboró tres productos en base a avena, bajo condiciones que simulan la producción industrial, de 0,1; 0,5 y 1 milímetro de espesor de laminado (granos tostados en horno a 120 ° C hasta que el centro térmico llegue a 104 ° C y luego enfriados a 18 ° C con el fin de producir la retrogradación del almidón).

Los granos laminados de 0,1 mm resultaron poseer un IG de 85, muy alto, los granos de 0,5 mm, demostró un IG más bajo, (IG de 81,66) no existiendo diferencia estadísticamente significativa con el producto de referencia, es decir, con el pan blanco, ($P: > 0.05$), porque la estructura interna experimentó una mayor reducción de partículas, lo que significó una mayor exposición enzimática de los carbohidratos, esto originó un rápido aumento en la glicemia postprandial,. En cambio, el producto de escamas gruesas de avena (1mm) entregó respuestas metabólicas perceptiblemente más bajas (IG de 39,33) que el pan de la referencia ($P: < 0.05$). Se concluye que el proceso mínimo de aplastado de los granos de avena tiene un efecto de mayor importancia a la hora de producir un producto de bajo IG.

7 SUMMARY

This research analyzed the starch retrogradación and laminate thickness effect of grain's oat on its IG. Using 10 healthy individuals from different sex, between 30 and 55 years old, who practice similar activities.

It was produced 3 products made with oat as the basic ingredients, representing an industrial production of 0,1; 0,5 and 1 mm of thickness toasted grains in a oven at 120° C up to thermic center reach 104° C and then become cool at 18° C in order to produce the starch retrogradación

The grains of 0,1 mm had a higher IG, (IG = 85), the grains of 0,5 mm showed a little lower IG , (IG= 81,66), it did not have a relevant difference with the reference product, it means, with the regular bread, (P: >0,05), because the structure internal experimented more damage and more enzymatic exposition to the carbohydrates, resulting in an increasing postprandial glicemia. On the other hand, the product of thick oat, gave metabolic answers perceptibly lower (IG 39,33) than the reference bread (P: < 0,05).

We can conclude that the minimum oast grains flattened process, has a higher effect producing a product low on IG.

8 BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE P, Carolina, GALGANI F, José y DIAZ B, Erik. Determinación Del Índice Glicémico Del Alimento Nutridiabetic® Destinado A Diabéticos Tipo 2. *Rev. chil. nutr.* [online]. abr. 2006, vol.33, no.1 [citado 03 Noviembre 2006], p.14-21.

Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182006000100002&script=sci_arttext

AMBERGER y WEEHELER- Hill 1959, Ácidos grasos en los granos de Avena.

BONETT, O. T. 1961 The oat plant: Its histology and development, Division of Agriculture and Natural Resources. 1990. Integrated pest management for small grains. University of California, Oakland, California, EUA. 126p. Cariópside de avena y sus estructuras. revisada el 13 de marzo del 2006

Disponible en:

http://www.puc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/avena/semillas.htm

BRAND-MILLER J, FOSTER POWELL K y MCMILLAN P (2005) The Low GI Diet revolution ISBN 1-56924-413-8 Nueva Cork

BRAND- MULLER J. *et al.*, 1999. Curva de Índice glicémico del pan blanco. revisada el 14 de marzo del 2006

Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/y4705s/y4705s.pdf>

CARBOHIDRATOS, 1996.US Department of Health and Human Services. Physical activity and health: a report of the Surgeon General, Atlanta, Georgia, USA., revisada el 25 de marzo del 2006

Disponible en: www.eufic.org/sp/quickfacts/carbohidratos.htm

CARRASCO P, PEREZ B , ANGEL B, Prevalencia de diabetes tipo 2 y obesidad en dos poblaciones aborígenes de Chile en ambiente urbano. *Rev. méd. Chile.* [online]. oct. 2004, vol.132, no.10 [citado 29 Junio 2006], p.1189-1197.

Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid>

DAVID S. LUDWIG 2000. Dietary Glycemic Index and Obesity *J. Nutr.* 130: 280[PDF]

Eliasson A. 1986. On the effects of surface active agents on the gelatinization of starch—a calorimetric investigation. *Carbohydr. Polym.*;6:463-476

FAO/WHO (1998) Carbohydrates in Human Nutrition. Food and nutrition paper no.66 Roma, Italia.

FOSTER-POWELL K., BRAND MILLER J. 1995, International table of glycemic index (GI) and glycemic load (GL) values: 2002.

Disponible en:

<http://www.ajcn.org/cgi/content/full/76/1/5/T1>

FOSTER-POWELL, K., HOLT, S.H.A., y BRAND-MILLER, J.C. 2002. International tables of glycaemic index and glycemic load values.

American Journal of Clinical Nutrition, 76:5-56.; revisada el 26 de marzo del 2006

Disponible en:

<http://www.ajcn.org/cgi/content/full/76/1/5?ijkey=303d424451ad1d79567c4ef4cec110169c047c34>

GALIARD, T. 1987, Composición química de la avena en porcentajes de grano entero y descascarado o limpio.

GLYCEMIC INDEX EXPLAINED. 2005. Índice Glicémico; revisada el 11 de abril del 2006.

Disponible en: <http://www.glycemic-index-impact-diet.com/>.

GRANFELDT Y., HAGANDER B., BJÖRCK I. 1995. Metabolic responses to starch in oat and wheat products. On the importance of food structure, incomplete gelatinization or presence of viscous dietary fibre. Eur. J. Clin. Nutr.; 49:189-199 [[Medline](#)]

GREWOOD 1956. Hidratos de Carbono. ed. Acribia España..

GUY, 2003. Glycemic Carbohydrate: An International Perspective Nutrition Reviews 61 (5) 5-34-539

HEATHCOLE, HINTON, MATZ. 1959. Porcentaje que ocupa cada estructura en el grano, ed Acribia, Zaragoza España

HELENA G. M. LILJEBERG, YVONNE E. GRANFELDT, AND INGER M. E. BJÖRCK 1996, Products Based on a High Fiber Barley Genotype, but Not on Common Barley or Oats, Lower Postprandial Glucose and Insulin Responses in Healthy Humans. J. Nutr. 126: 458-466. [[PDF](#)]

HUGLES, 1960, Contenido de Aminoácidos en los Granos de Avena.

INDICE GLICEMICO. revisada el 10 de mayo del 2006

Disponible en: <http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-/guia/diabetes/indgluce.htm>.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA-CRI La Platina , 2002, Semillas de avena INIA, ficha N ° 60 ; revisada el 12 de mayo del 2006

Disponible en: <http://alerce.inia.clFichas/F060.htm>

JENKINS D, KENDALL C, AUGUSTIN L, FRANCESCHI S, HAMIDI M, MARCHIE A, JENKINS A, AXELSEN M. Glycemic index: overview of implications in health and disease. Am J Clin Nutr 2002;76(suppl):266S-273S.

JONES, KERR, MATZ .1959, Anatomía de los Granos de cereales.

JOHN MONRO, 2003. Redefining the Glycemic Index for Dietary

Management of Postprandial Glycemia. J. Nutr. 133: 4256-4258 [\[PDF\]](#)

K. FOSTER-POWELL, S. H. HOLT, AND J. C BRAND-MILLER 2002; The American Journal of Clinical Nutrition, International table of glycemic index and glycemic load values: July 1, 76(1): 5 - 56.

[\[Abstract\]](#) [\[Full Text\]](#) [\[PDF\]](#)

LÓPEZ CARLOS, 2002, Atención farmacéutica a pacientes con diabetes tipo II, Tesis Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

MARTIN, 1954. Industrialización de la Avena

KENT, M. A.. 1960, Research Of British Flour – Milers, S.T. Alants Herts
Sometime Scholar Of Emanuel College, Cambridge, Editorial Acriba –
Zaragosa España

VERA, V. 2004, Tesis Perfil de riesgo biopicosocial del paciente portador de
diabetes mellitus tipo 2, Tesis Universidad Austral de Chile, Valdivia,
Chile.

Y. GRANFELDT, A ,ELIASSON, I. Y BJÖRCK. J. An Examination of the
Possibility of Lowering the Glycemic Index of Oat and Barley Flakes by
Minimal Processing Nutr. 2000 130: 2207-2214.[\[PDF\]](#).

ANEXO 1: Planilla de evaluación de calidad organoléptica.**Evaluación Sensorial del Producto.**

Nombre del juez: _____

Producto: _____ Fecha: _____

Indique cuanto le gusta o le disgusta la muestra, según la siguiente escala de 1 a 7.

1. Me disgusta mucho
2. Me disgusta
3. Me disgusta ligeramente
4. Ni me gusta, ni me disgusta
5. Me gusta ligeramente
6. Me gusta
7. Me gusta mucho

Asigne la calificación correspondiente a cada propiedad:

Código Muestra _____

Apariencia _____

Color _____

Olor _____

Sabor _____

Textura _____

Apreciación General _____

Sugerencia o comentario: _____

Muchas gracias.

ANEXO 2: Datos de medición de glicemia

Resultado de glicemia de cada individuo para el pan blanco repetición 1

Tratamiento	Pan blanco								
Repetición	R 1								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	84	83	84	107	103	103	99	99	98
2	79	79	80	109	109	109	95	96	96
3	80	81	81	101	106	109	98	103	96
4	95	95	95	115	115	110	99	99	99
5	89	88	90	101	106	109	95	96	96
6	87	88	88	103	106	110	95	96	96
7	87	88	88	107	103	103	90	90	89
8	92	93	92	100	100	95	98	98	95
9	84	84	84	112	107	107	99	99	99
10	84	84	84	112	107	107	99	99	99

Resultado de glicemia de cada individuo para el pan blanco repetición 2

Tratamiento	Pan blanco								
Repetición	R2								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	83	84	84	110	110	110	98	98	98
2	80	79	80	98	98	98	95	96	96
3	83	84	84	101	106	109	98	99	99
4	81	79	78	118	117	110	90	93	90
5	91	91	90	101	106	109	95	96	96
6	88	87	88	106	103	110	95	96	96
7	88	87	88	110	110	110	89	89	89
8	80	91	2	107	99	99	99	99	99
9	89	87	89	105	100	84	95	96	96
10	89	87	89	105	100	84	95	96	96

Resultado de glicemia de cada individuo para el pan blanco repetición 3

Tratamiento	Pan blanco								
Repetición	R3								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	86	86	86	100	101	123	126	96	96
2	82	82	99	104	106	108	107	107	104
3	78	82	93	90	92	92	116	93	93
4	90	90	96	87	87	86	105	99	97
5	78	85	86	90	92	92	107	107	104
6	94	94	94	103	105	107	107	107	104
7	94	94	94	100	101	123	113	113	113
8	75	76	78	110	110	111	114	114	114
9	80	81	81	100	98	98	100	98	97
10	80	81	81	100	98	98	100	98	97

Resultado de glicemia de cada individuo para avena 0,1 repetición 1

Tratamiento	Avena 0,1 mm								
Repetición	R 1								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	77	78	77	85	91	91	100	100	95
2	85	90	92	95	97	97	79	85	85
3	95	95	96	131	131	149	112	107	107
4	80	80	81	79	79	82	92	85	89
5	90	90	91	100	100	106	99	99	99
6	77	92	92	88	90	91	95	95	95
7	84	84	84	100	100	95	98	103	96
8	86	86	87	107	103	103	111	111	111
9	80	80	80	81	86	86	80	81	81
10	80	80	80	117	117	117	95	97	97

Resultado de glicemia de cada individuo para avena 0,1 repetición 2

Tratamiento	Avena 0,1 mm								
Repetición	R2								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	91	95	97	135	135	131	107	99	99
2	74	87	80	90	90	91	86	97	87
3	90	90	103	108	110	105	105	100	94
4	87	84	87	106	90	90	75	75	74
5	90	90	91	88	89	93	100	100	93
6	75	80	83	96	96	96	95	94	94
7	95	95	98	107	99	99	98	99	99
8	80	84	105	110	110	110	111	111	111
9	70	73	75	90	88	87	83	84	84
10	87	88	88	107	110	105	90	90	91

Resultado de glicemia de cada individuo para avena 0,1 repetición 3

Tratamiento	Avena 0,1 mm								
Repetición	R3								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	88	92	92	148	137	137	110	110	111
2	76	85	87	117	94	98	92	93	95
3	89	89	90	112	112	115	100	98	98
4	83	80	81	91	91	106	89	76	89
5	118	117	110	84	90	90	89	89	89
6	84	84	84	98	98	98	78	78	78
7	90	90	90	110	110	111	116	93	93
8	80	87	87	100	101	123	103	103	103
9	81	81	87	91	94	94	78	82	93
10	76	79	93	104	104	116	117	94	98

Resultado de glicemia de cada individuo para avena 0,5 repetición 1

Tratamiento	Avena 0,5 mm								
Repetición	R 1								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	87	88	88	111	111	111	89	91	94
2	79	80	80	95	96	96	98	99	99
3	90	90	91	116	118	119	115	115	110
4	76	83	89	86	86	86	84	83	84
5	90	91	91	99	99	99	101	106	109
6	84	84	84	103	106	110	79	79	80
7	94	94	93	90	90	91	86	84	83
8	98	99	99	144	142	140	131	131	149
9	75	75	75	98	99	99	79	80	80
10	84	84	84	92	93	92	87	88	88

Resultado de glicemia de cada individuo para avena 0,5 repetición 2

Tratamiento	Avena 0,5 mm								
Repetición	R2								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	87	88	88	111	111	111	89	91	94
2	77	77	77	95	96	96	98	99	99
3	90	90	91	116	118	130	118	117	110
4	73	83	89	86	86	86	83	84	84
5	91	90	91	95	96	96	101	106	109
6	89	87	89	106	103	110	80	79	80
7	82	82	82	90	90	91	86	84	83
8	98	98	99	144	142	140	108	110	105
9	75	75	75	98	99	99	77	77	77
10	84	84	84	80	91	2	88	87	88

Resultado de glicemia de cada individuo para avena 0,5 repetición 3

Tratamiento	Avena 0,5 mm								
Repetición	R3								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	94	94	94	103	103	103	93	93	92
2	81	81	91	107	107	104	81	81	81
3	94	94	94	129	129	135	87	87	86
4	85	95	95	94	94	94	76	76	76
5	92	98	99	100	98	97	93	93	93
6	80	81	81	103	105	107	82	82	99
7	83	83	82	94	94	94	93	93	93
8	81	81	81	109	109	109	112	112	115
9	78	78	78	81	81	81	81	81	91
10	81	81	81	75	76	78	94	94	94

Resultado de glicemia de cada individuo para avena 1 repetición 1

Tratamiento	Avena 1mm								
Repetición	R 1								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	79	79	80	85	90	92	95	95	95
2	82	90	91	86	84	83	95	95	95
3	73	83	89	86	86	85	101	101	104
4	71	79	84	92	93	92	86	86	85
5	92	92	91	98	99	99	99	99	99
6	79	80	80	92	92	91	87	87	89
7	86	86	85	94	94	92	100	100	100
8	79	80	79	89	91	94	98	99	85
9	75	75	89	87	89	87	95	95	95
10	86	86	86	77	78	77	99	99	99

Resultado de glicemia de cada individuo para avena 1 repetición 2

Tratamiento	Avena 1mm								
Repetición	R2								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	80	79	80	74	87	80	95	95	94
2	79	79	80	86	84	83	95	95	94
3	73	83	89	92	91	91	84	90	92
4	85	85	92	80	91	2	92	91	91
5	92	92	90	98	99	99	100	100	93
6	77	77	77	92	92	90	96	96	96
7	92	91	91	90	88	87	90	90	90
8	79	80	80	89	91	94	97	99	99
9	76	76	80	96	96	96	92	84	90
10	80	80	80	91	85	97	100	100	93

Resultado de glicemia de cada individuo para avena 1 repetición 3

Tratamiento	Avena 1mm								
Repetición	R3								
Tiempo (min.)	0			60			120		
Datos	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	82	82	99	76	85	87	78	78	78
2	90	90	98	93	93	93	78	78	78
3	85	95	95	93	93	86	84	96	96
4	82	82	83	75	76	78	93	93	86
5	85	84	83	81	81	81	89	89	89
6	81	81	91	85	84	83	87	89	87
7	93	93	86	99	96	96	99	100	110
8	82	99	82	93	93	92	97	100	99
9	73	73	76	87	89	87	96	84	96
10	80	85	90	88	92	92	89	89	89