



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA



## CARRERA DE BIOLOGIA

.. tesis

USO DEL MICELIO DE *Grifola frondosa* (Dicks.) EN SUSTRATO DE AVENA  
PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA FIBRA ALIMENTARIA.

Alumno: Jorge Alberto Hernández López

Asesor de tesis: Biol. Gabriel Martínez Cortes

Correo electrónico: [Albertohl.13@gmail.com](mailto:Albertohl.13@gmail.com)

Los Reyes Iztacala, Edo. de México 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Índice:

Importancia económica de los hongos.....	1
Grifola frondosa y su importancia como alimento funcional.....	2
La avena y su importancia nutricional.....	3
Fibras alimentarias y su importancia medica.....	4
ANTECEDENTES.....	5
HIPOTESIS.....	7
JUSTIFICACION.....	7
OBJETIVOS.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
Material Biológico.....	8
Preparación y Almacenamiento del micelio.....	8
Invasión del sustrato.....	8
Deshidratación de la semilla invadida y preparación de la fibra alimentaria.....	9
Evaluación del estado de los sujetos experimentales y Pruebas de Degustación.....	9
Pruebas estadísticas.....	9
Figura 1. Crecimiento micelial de Grifola frondosa en medio solido PDA.....	10
Figura 2. Periodo de invasión de Grifola frondosa en sustrato de Avena sativa.....	10
Tabla 1. Resultados Pre evaluación.....	11
Tabla 2. Resultados Post evaluación.....	11
Figura 3. Porcentajes de efectividad de los tratamientos.....	12
DISCUSIÓN.....	12
CONCLUSIONES.....	14
ANEXOS.....	15
Valores nutricionales de 70g (una taza) de cuerpos fructíferos de Grifola frondosa.....	19

Figura 4. Micelio de *Grifola frondosa* en medio de cultivo PDA..... 20

Figura 5. Semilla de *Avena sativa* inoculada con micelio de *G. frondosa*. ..... 20

Figura 6. Semilla de *Avena sativa* al final del periodo de invasión..... 21

Figura 7. Frascos con 150g de los tres tratamientos: Hojuelas de avena; *Avena sativa* c/  
*G. frondosa*; Fibra alimentaria tratada..... 21

2.- CUESTIONARIO DE OPINIÓN. (Pre evaluación) ..... 22

3.- CUESTIONARIO DE OPINIÓN. (Post tratamiento)..... 23

Bibliografía ..... 25

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el consumo de alimentos naturales, no sólo de buen sabor, sino también inocuos, nutritivos y con propiedades benéficas para la salud, representa la gran tendencia mundial de la alimentación humana desde el comienzo del siglo XXI. Tan sólo en los E.U.A., la demanda de productos orgánicos, suplementos alimenticios y medicinales se ha incrementado de \$ 3.3 a 14 billones de dólares durante el período 1990-2000. Estos datos nos ayudan a confirmar un principio fundamental y universal: “La dieta humana debe ser completa, equilibrada y debe garantizar una satisfacción tanto biológica como psicológica y social” [19].

### Importancia económica de los hongos

Actualmente, la producción mundial de hongos supera los 7 millones de toneladas de producto cultivado fresco por año, cuyo valor económico aproximado supera los 30 billones de dólares. La tasa promedio de incremento anual de esta es superior al 11%. Y esta tasa se incrementa gracias al uso de millones de toneladas de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales utilizados como sustrato de cultivo [4, 18, 6].

De acuerdo con las investigaciones llevadas a cabo por el COLPOS y realizadas por primera vez en el país, el 49.4% de los consumidores urbanos compra hongos comestibles, independientemente de su nivel social. Con estos datos, incluyendo la oferta total estimada de hongos comestibles (producción nacional disponible mas importaciones) puede estimarse un consumo *per capita* de 0.562 kg de hongos comestibles solo en el año 2004, considerando la población total del país. [25, 26, 27, 20]. Si sólo se toma en cuenta la población consumidora de hongos comestibles, el consumo *per capita* anual se eleva a 1.138 kg para el mismo año.

En el 2001, los hogares mexicanos gastaron alrededor de USD \$ 58, 553, 378.40 de dólares trimestralmente en hongos comestibles, cifra elevada comparable al gasto que realizan en chile serrano (USD \$ 55, 208,488), aguacate (USD \$ 55, 907,142) e incluso el nopal (USD \$ 71, 933,022). Sin embargo, en América su gran potencial como alimento funcional con propiedades nutricionales y medicinales que promueven la salud es poco

reconocida. Estas propiedades son únicas y diferentes a las aportadas por otros alimentos ampliamente consumidos, ya que los hongos constituyen un reino de la naturaleza independiente de las plantas y los animales [19].

Pueden mencionarse importantes investigaciones desarrolladas sobre el aislamiento de cepas mexicanas, caracterización del germoplasma, producción de enzimas, adaptación fisiológica, relaciones antagónicas entre hongos y mohos [23]; la obtención de cepas celulolíticas [36], cepas comerciales desarrolladas por mejoramiento genético [30], y desarrollos tecnológicos [37, 22, 7], entre otras.

Las propiedades medicinales descubiertas en los hongos brindan un impulso adicional al desarrollo de este campo. Y se estima que se generan operaciones comerciales de alto valor agregado superiores a los 3.6 billones de dólares en los mercados internacionales de la industria alimentaria, farmacéutica, y cosmética, observándose una creciente demanda en Europa, Norteamérica y Japón [4, 18, 6].

### ***Grifola frondosa* y su importancia como alimento funcional**

*Grifola frondosa* (Dicks.) denominado comúnmente como “maitake” es un hongo saprofito del Filo basidiomicota perteneciente al orden de los Polyporales y a la familia Meripilaceae [2]. Presenta basidiocarpos anuales, de grandes dimensiones (de 40-50 cm de ancho, incluso hasta 1 m de diámetro) que pueden alcanzar varios kilos de peso (hasta 18-20 kg) y que se desarrollan en la base y en los tocones de los árboles. Los basidiocarpos están ramificados y formados por un gran número de pequeños sombreros de unos 8 cm de diámetro, en forma de abanico, que se encuentran superpuestos. Los pequeños sombreros son de color gris a pardo por la parte superior y en la inferior tienen pequeños poros de un color blanquecino [2].

La Producción comercial de Maitake comenzó en Japón en 1981 [41, 28], con una producción anual de 325.000 kg. Sin embargo, para el año 2003 (últimas cifras disponibles), solamente en China se registró una producción de alrededor de 24.900.000 kg, lo que convirtió al país en el principal productor de este hongo y localizo a esta especie en el onceavo lugar en términos de producción anual mundial [5]. Sin embargo la

principal razón por la que nos enfocaremos en esta especie en particular es debido a su potencial en el área medicinal.

A principios de la década de 1980 un micólogo japonés de la *Kobe Pharmaceutical University*, el Dr. Hiroaki Nanba, quien se dedicó al estudio de distintos hongos con propiedades medicinales decidió centrarse en el estudio de *G. frondosa* y así, en 1984, identificó una fracción presente en el micelio y en el cuerpo fructífero [24, 31]. Esta fracción que denominó “Fracción D”, está constituida por una mezcla de proteínas y polisacáridos con una cadena principal de  $\beta$ -(1-6)-glucano con ramificaciones de  $\beta$ -(1,3)-glucano. Esta “Fracción D”, actúa como un estimulador del sistema inmune, ya que promueve la activación de los macrófagos [29, 31, 32, 40].

Desde entonces distintos investigadores han descrito otros efectos terapéuticos que están asociados al uso de esta fracción proveniente de *Grifola frondosa* y algunos incluyen: Efecto antifúngico [43], anticancerígeno [15, 29, 31, 32], antibacteriano y antiparasítico [43] antivírico (virus de la gripe) [46] antivírico (VIH), (confirmado por el Instituto Nacional de la Salud de Japón y por el Instituto Nacional del Cáncer de EE.UU. en 1992) [31, 33, 43, 44, 45] anti-hipertensión en ratas y humanos [31, 44, 45-47] anti-colesterol [10, 17, 31, 45-47] anti-hepatitis (en ratas y humanos) [9, 31, 43, 45] anti-diabetes (en ratones y humanos) [12, 13, 16, 31, 45-47] anti-síndrome de fatiga crónica [31] anti-osteoporosis [31] anti-enfermedad de Alzheimer [31] anti-obesidad [31, 45-47] anti-estreñimiento [31] anti-artritis reumatoide (en ratones) [31, 39] protector hepático [43] y actividad antioxidante [46].

Sin embargo, a pesar de su valioso aporte nutricional (Tabla 3.), su distintivo sabor y su uso como alimento funcional (Sobre todo en lugares como el Sureste de Asia) en Latina América estas propiedades pasan casi por completo desapercibidas [19].

### **La avena y su importancia nutricional**

La Avena (*Avena sativa*) es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas que puede alcanzar hasta 1 metro de altura. Tiene el tallo hueco, las hojas de aspecto aplanado, muy ásperas al tacto con los granos encerrados en una cascara. Las especies

más importantes son la avena roja (*Avena byzantina*) y la blanca o amarilla (*Avena sativa*). Su harina posee 14% de proteínas, 7% de grasas y 68% de carbohidratos [35].

El consumo de la avena hervida en agua o como cereal se ha usado como tratamiento por su efecto en diversas afecciones en el ser humano. De estas, las que más destacan son: Bronquitis, gastroenteritis, congestiones hepáticas, enfermedades del riñón y enfermedades cardíacas. Se usa también por sus efectos anti estrés, anti colesterol, diurético, laxante, hipoglucemiante y sedante.

Aun cuando el uso de avena como sustrato para la producción de hongos está documentado, no se utiliza a nivel producción debido a que otros sustratos utilizados resultan más accesibles (38).

### **Fibras alimentarias y su importancia medica**

El interés por la fibra alimentaria en la nutrición humana aparece con fuerza a partir de los trabajos de Burkitt y cols., que se interesan por la relación que parece existir entre el consumo inadecuado de fibra y el aumento progresivo de enfermedades degenerativas en las sociedades desarrolladas entre las que destacan el cáncer de colon, la diabetes y la hiperlipemia [3].

La presencia de la fibra dietética en la alimentación diaria es de suma importancia ya que entre sus muchas propiedades se encuentran: la posibilidad de regular los niveles de colesterol sanguíneos, disminuir los lípidos plasmáticos postprandiales, regular la velocidad de absorción intestinal de los azúcares de la dieta, reducir el tiempo de interacción entre agentes tóxicos de deshecho en el paso por el intestino y colon, entre otras (8).

De acuerdo a la American Dietetic Association, un adulto necesita consumir de 30 a 38 gramos de fibra al día aproximadamente para mantener un buen funcionamiento del sistema digestivo. Sin embargo, incluso en un país de primer mundo como Estados Unidos en donde existe la cultura del consumo de alimentos nutraceuticos, solo se consumen aproximadamente 15 gramos de fibra al día [49].

## ANTECEDENTES

Hobbs C. 1995.	Los hongos han sido valorados desde hace muchos años por sus propiedades comestibles en países de Asia y Europa. En China, han sido utilizados a través de generaciones como suplementos alimenticios y como tónicos para el sistema inmune, aumentando la longevidad y la salud en general de las personas.
Martínez-Carrera. 2007.	En los inicios de siglo XXI, a pesar de su importancia social, económica y ecológica, el sistema de producción-consumo de los hongos comestibles silvestres y cultivados (SPC-HC) representa todavía una de las actividades más herméticas y poco conocidas del sector primario nacional, sobre todo en lo relacionado a sus estructuras, procesos, variables socioeconómicas, patrones de desarrollo, e inter-relaciones con otros sectores.
Olagnero G. 2007	En la actualidad, el concepto de nutrición ha evolucionado notablemente gracias a la investigación constante y al crecimiento de la información disponible. La prevención de enfermedades crónicas no transmisibles se ha convertido en el foco de interés tanto desde la Salud Pública como desde la investigación y la tecnología. En este marco nacen los Alimentos Funcionales, diseñados especialmente con componentes que pueden afectar funciones del organismo de manera específica y positiva, promoviendo un efecto fisiológico o psicológico más allá de su valor nutritivo tradicional. Dicho efecto puede ser el contribuir con el bienestar, a la disminución del riesgo de enfermar, o ambas cosas.
Burkitt. 1974	Se ha demostrado que muchas enfermedades comunes y características de la civilización occidental moderna están relacionadas con la cantidad de tiempo necesario que requiere el paso del contenido intestinal a través del tracto digestivo, y del tamaño y consistencia de las heces. A su vez se han demostrado que estos factores son influenciados por el contenido de fibra de la dieta diaria y en particular por la cantidad de fibras provenientes de los cereales.
Asp. 1993	El aumento de la masa fecal y el acortamiento del tiempo en el tránsito intestinal son efectos bien documentados, que son inversamente proporcionales a la <u>fermentabilidad</u> de la fibra dietética. El salvado de trigo, las cáscaras de avena y el salvado de maíz son fuentes de fibra con alto efecto de aumento de volumen, mientras que la fibra del endospermo de los cereales se fermenta ampliamente. El almidón resistente en los cereales procesados tiene propiedades similares a la fibra dietética, y debe ser considerada en el análisis, así como sobre los efectos fisiológicos de la fibra dietética.

Kendall C. 2010	El tipo de dieta de los seres humanos se ha cambiado a una dieta en la que los granos refinados, la carne, grasas y el azúcar son comunes y la proteína vegetal y la ingesta de fibra es baja. Este cambio en la dieta y el cambio a un estilo de vida sedentario es responsable en gran medida al aumento de la prevalencia de la obesidad y las enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, las enfermedades del corazón y el cáncer. Durante los últimos cuarenta años, los enfoques dietéticos tradicionales se han investigado como un remedio para estas enfermedades crónicas. El cuerpo actual de la literatura científica apoya la noción de que las dietas altas en fibra son importantes en la prevención y manejo de las enfermedades crónicas mencionadas. Sin embargo, estos beneficios pueden ser amplificados cuando la ingesta de fibra dietética está respaldada con una dieta con una carga glicemiantes baja.
Mayuzumi. 1997	El cultivo artificial de maitake ( <i>Grifola frondosa</i> ) en Japón tiene una historia de 21 años. La producción en masa de los hongos cultivados artificialmente se inició hace sólo unos 16 años después de la elucidación de su biología. Tres métodos de cultivo artificiales se han establecido: Cultivo en botella, cultivo en Bolsa y cultivo al aire libre
Zhang M. 2007	Los hongos han sido valorados como recursos comestibles y medicinales y diversas sustancias antitumorales han sido identificadas en muchas especies de hongos. Los polisacáridos son las sustancias derivadas de hongos más conocidos y más potentes con propiedades antitumorales e inmuno moduladoras. Aunque el proceso de aislamiento, la caracterización estructural y la caracterización antitumoral de los polisacáridos de los hongos se han investigado ampliamente en las últimas tres décadas, la relación entre la actividad antitumoral y la composición química, así como la estructura del alto orden de sus componentes activos todavía no está bien establecido. Estos estudios están todavía en progreso en muchos laboratorios, y el papel de los polisacáridos como agente antitumoral esta especialmente bajo un intenso debate
Zhuang C. 2004	<i>Grifola frondosa</i> (Maitake) es un hongo medicinal que se encuentra en algunas partes de Europa, Norteamérica y Asia. Por lo general, crece de forma natural en y alrededor de las raíces de los diversos tipos de árboles de hoja caduca. En Japón, se encuentra en la parte norte, <i>G. frondosa</i> silvestre se servía sólo en los restaurantes de primera clase, debido a su buen sabor, textura crujiente, y su excelente aroma. Desde mediados de la década de los 80, el desarrollo de métodos de cultivo exitosos ha llevado a su disponibilidad en la producción a gran escala y de una extensa investigación. La investigación principal sobre <i>G. frondosa</i> se ha llevado a cabo en antitumoral, anti-VIH, antihipertensivos, antidiabético, antihiperlipemia, y antiobesidad, y los resultados demostraron que <i>G. frondosa</i> es uno de las más seguras, setas bioactivas.

## **HIPOTESIS**

La combinación de la avena entera (*Avena sativa*) y el micelio de *Grifola frondosa* incrementaran el beneficio obtenido de la avena como fuente de fibra alimentaria.

## **JUSTIFICACION**

Tanto *Avena sativa* como *Grifola frondosa* han demostrado tener efectos benéficos en la salud. La elaboración de una fibra alimentaria con potencial funcional a partir de estos dos complementos podría incrementar el beneficio en los consumidores por interacción entre ellos y como consecuencia podrían ayudar a prevenir o reducir el riesgo de padecer enfermedades asociadas a la falta de ingesta de la misma.

En este trabajo se espera determinar la extensión del efecto del consumo de una fibra dietaria conformada por la semilla entera de *Avena sativa* y *Grifola frondosa* y determinar si tiene potencial como un posible suplemento alimenticio.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Utilizar el micelio de *Grifola frondosa* en sustrato de *Avena sativa* para la producción de una fibra alimentaria.

### **Objetivos Particulares**

- Cultivar la cepa de *Grifola frondosa*.
- Propagación de *G. frondosa* en un sustrato de avena entera.
- Formulación y preparación de la fibra alimentaria
- Calificación del producto final a través de Personal específico (Jueces).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Material Biológico**

La cepa de *Grifola frondosa* utilizada durante el experimento fue obtenida de una planta productora de hongos en Orizaba Veracruz y fue donada e identificada por La Planta Piloto y Laboratorio para la enseñanza en la producción de hongos comestibles y medicinales cultivados y proyectos productivos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala en donde se encuentra actualmente almacenada.

Todos los componentes de las formulas alimentarias son inocuas y no presentan ningún impedimento para su consumo de acuerdo a la legislación alimentaria vigente mexicana con fundamento en los artículos 12, 26 y 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 2, 4 fracción III, 194 fracción I, 215 fracción IV y 282 bis de la Ley General de Salud; 7 fracción XVI del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, y 11, 22, 200, 201 y 203 del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. presentada por la COFEPRIS.

### **Inoculación y Almacenamiento del micelio**

Se utilizo la muestra de micelio de *G. frondosa* donada para preparar un stock de 10 cajas de Petri con 10 ml de agar papa dextrosa (Figura 4.). Estas cajas fueron inoculadas con un fragmento de de 0.25cm<sup>2</sup> de la caja original. Posteriormente se incubaron a 25°C ± 1°C con una humedad de 20% en obscuridad por un periodo de 2 semanas.

Se realizaron revisiones periódicas de las cajas para documentar su crecimiento y para buscar posibles señales de contaminación.

### **Invasión del sustrato**

Se utilizaron 5 kg de semilla de avena (*Avena sativa*) hidratada por 24 horas como sustrato para el organismo. Una vez que esta ha sido dispuesta en frascos (250g por frasco) se esterilizaron en autoclave a 121 °C por un periodo de tiempo de 40 min.

Posteriormente se inoculo cada frasco con un fragmento de 2.5 cm<sup>2</sup> de micelio de *G. frondosa* en crecimiento (Figuras 5 y 6).

Los frascos se incubaron en obscuridad a 25° C durante un periodo de tiempo de 20 días

### **Deshidratación de la semilla invadida y preparación de la fibra alimentaria**

Transcurrido el periodo de invasión del sustrato, se extrajeron las semillas invadidas con el micelio de cada frasco y se deshidrataron por un periodo de tiempo de 20 minutos utilizando un horno de microondas. Las muestras se pesaron periódicamente para determinar la pérdida de agua.

Una vez que las muestras dejaron de mostrar reducciones en su peso, el sustrato invadido se trituro con un molino y se repartió en dosis de 150g, lo que corresponde a cinco días de tratamiento (30 gramos por día) por persona (Figura 7).

### **Evaluación del estado de los sujetos experimentales y Pruebas de Degustación**

A cada sujeto experimental se le aplicó un cuestionario que tuvo como finalidad determinar sus hábitos alimenticios individuales y el promedio de evacuaciones diarias.

Después de dividir a los sujetos experimentales en tres grupos se les proporciono una dosis correspondiente a cinco días para su consumo personal del tratamiento de avena invadida con *G. frondosa*, hojuelas de avena y una fibra alimentaria tratada (estos dos últimos como tratamiento control y control positivo).

Una vez concluido el primer tratamientos, a cada sujeto experimental se le dio un periodo de descanso para que su sistema volviera a sus valores originales y posteriormente se les administro otro de los tratamientos (Este proceso se repitió para que los sujetos ingirieran todos los tratamientos).

Una vez terminado cada periodo de pruebas a los sujetos experimentales se les aplicó un segundo cuestionario que ayudo a determinar la acción de las diferentes fuentes de fibras.

### **Pruebas estadísticas**

Al finalizar las pruebas se realizaron Análisis de varianza de un factor (ANOVA) para determinar posibles diferencias significativas entre los diversos tratamientos.

## RESULTADOS

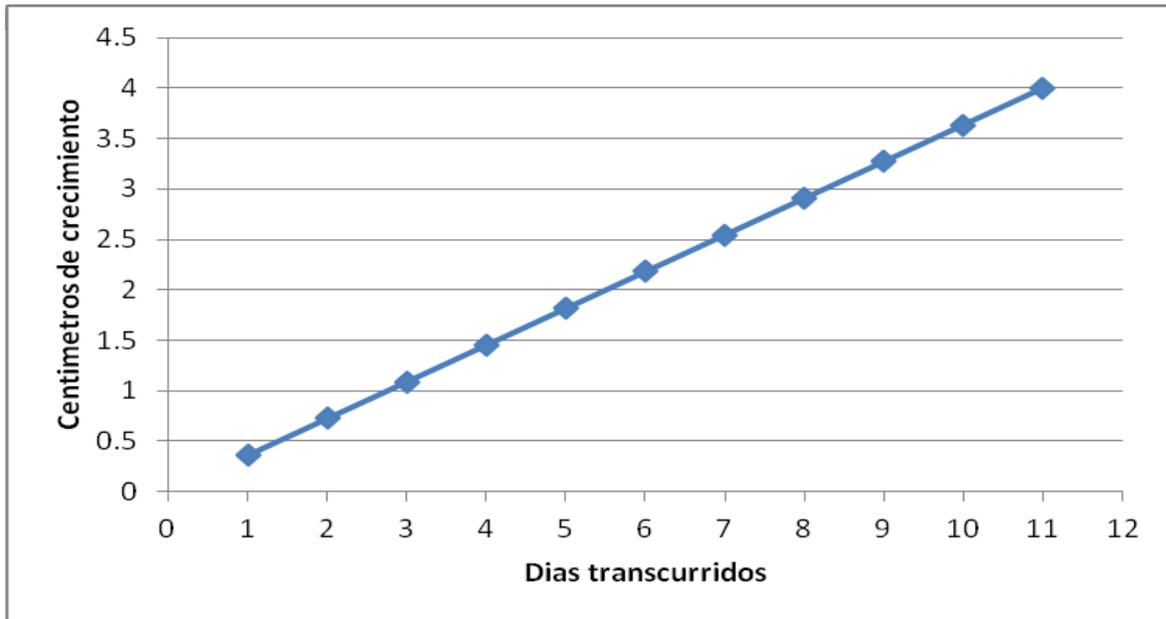


Figura 1. Crecimiento micelial de *Grifola frondosa* en medio solido PDA

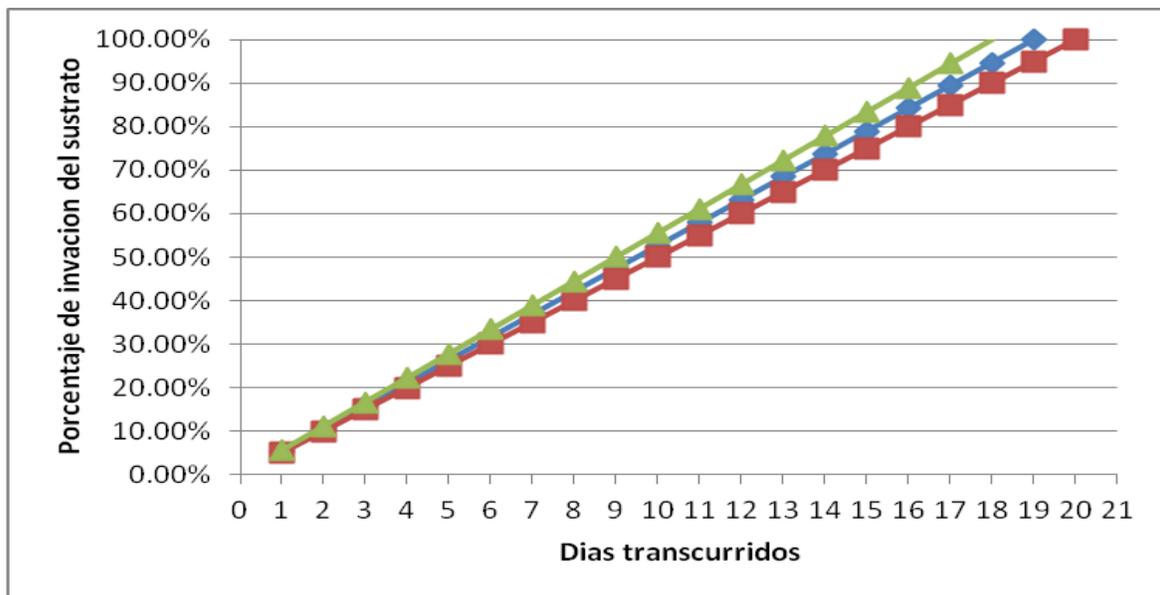


Figura 2. Periodo de invasión de *Grifola frondosa* en sustrato de *Avena sativa*

Pre evaluacion

Sujetos experimentales	Edad	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 5'	Pregunta 6	Pregunta 7
1	52	no	si - 1.5L	no	3	3	5	si	1
2	32	no	si -2L	no	2	7	6	si	1
3	44	no	no	no	2	2	2	si	1
4	24	no	si - 1.5L	no	3	3	3	si	2
5	41	no	si - 1L	no	2	10	10	si	1
6	50	no	no	no	2	2	2	si	1
7	59	no	si - 1.5L	no	1	28	3	si	1
8	25	no	si -2L	si	2	15	10	si	1
9	21	no	si, 1.5L	si	3	8	8	si	2
10	22	no	si - 1L	no	3	1	1	si	2
11	25	no	si - 2L	si	4	4	10	si	2
12	56	no	Si - 1.5L	si	2	5	6	si	1
13	48	no	si - 1L	no	2	4	4	si	1
14	60	no	si - 2L	no	3	10	8	si	1

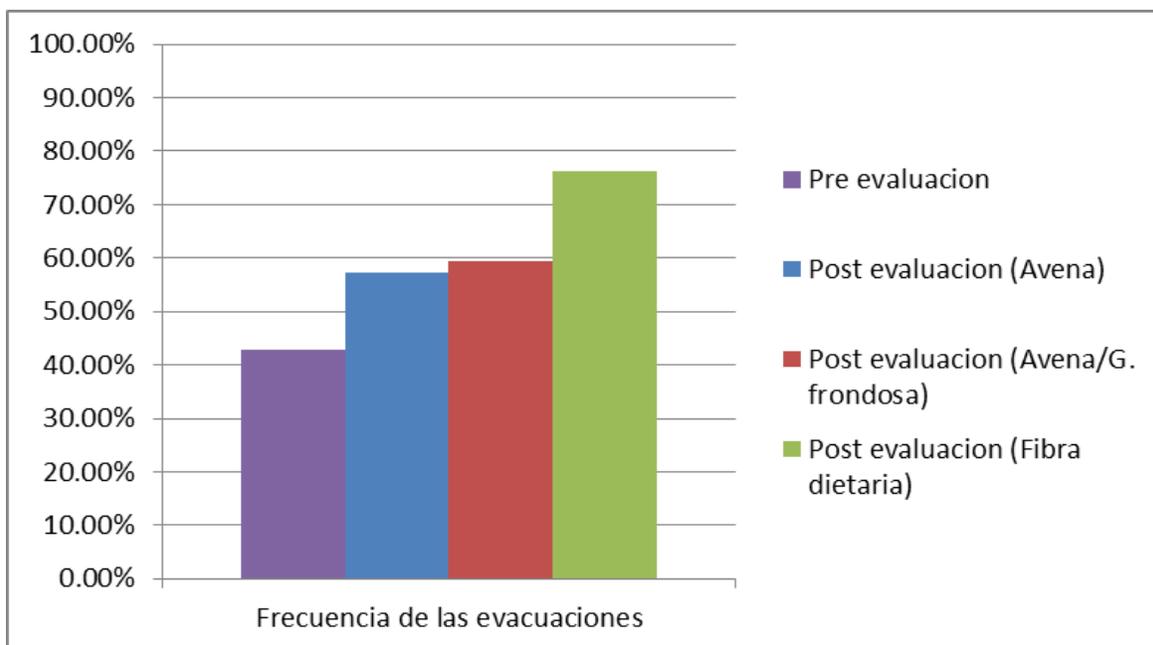
**Tabla 1. Resultados Pre evaluación**

Post evaluacion

Sujetos experimentales	Edad	pregunta 1*		Fibra tratada	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 6'	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9
		Avena	Avena c/ G.										
1	52	1	1	2	no	si - 1.5L	no	3	3	5	si	9	si
2	32	1	3	3	no	si -1.75L	no	5	12	15	si	8	si
3	44	2	2	2	no	no	no	3	3	3	si	10	si
4	24	2	2	2	si	si - 2L	no	3	8	8	si	7	si
5	41	3	1	2	no	si - 1L	no	2	10	8	no	5	si
6	50	1	2	3	si	no	no	2	2	2	no	10	si
7	59	1	1	2	si	si - 1.5L	no	1	16	15	no	10	si
8	25	1	2	2	si	si -2L	si	2	15	10	si	7	si
9	21	2	2	2	no	si, 1.5L	si	3	8	8	no	8	si
10	22	2	2	2	si	si - 1L	no	2	2	2	si	7	si
11	25	2	2	2	no	si - 2L	si	4	6	6	no	9	si
12	56	2	1	3	no	Si - 1.5L	si	2	5	6	si	6	si
13	48	1	2	3	no	si - 1.5L	no	2	7	7	si	8	si
14	60	3	2	2	no	si - 2L	no	2	10	8	si	9	si

\* Funcionamiento de la fibra: 1 Regular, 2 Bueno, 3 Excelente

**Tabla 2. Resultados Post evaluación**



**Figura 3. Porcentajes de efectividad de los tratamientos**

## DISCUSIÓN

Una vez que se obtuvieron los resultados finales del consumo y la acción de cada una de los tratamientos (a lo que corresponden las tablas 1 y 2 respectivamente) se promedió la tasa de efectividad obtenidas con todos los tratamientos de la prueba y se comparó con los resultados obtenidos en la evaluación previa (Figura 3).

Los resultados de la prueba de ANOVA y la subsecuente prueba de Tuckey muestran que no hubo diferencias significativas entre los resultados de la pre evaluación y el control (Hojuelas de avena) y los resultados del tratamiento control y el tratamiento de Avena/*G. frondosa*. Sin embargo tanto el tratamiento de Avena con *Grifola frondosa* como el control positivo (Fibra dietaría tratada) muestran diferencias significativas con respecto a los resultados de la pre evaluación. A pesar de que *G. frondosa* debe desnaturalizar los componentes de los que está conformada la semilla de *A. sativa* (e.g. celulosa, inulina, algunos polisacáridos, entre otros) para sustentarse y proliferar, los resultados obtenidos

muestran que hubo una diferencia significativa entre los resultados iniciales de la prueba y los obtenidos después del tratamiento con *Avena sativa* y *Grifola frondosa*. Teniendo en cuenta que el consumo de fibra dietaria es uno de los agente principales para la regulación de los movimientos intestinales se puede concluir que el tratamiento tiene una cantidad considerable de estas, lo que alteraría la frecuencia de evacuación con respecto a las registradas en la prueba de pre evaluación.

Tanto *Avena sativa* como *Grifola frondosa* son organismos que cuentan con evidencia constatando su potencial para regular los movimientos peristálticos, gracias a la presencia de componentes difíciles de digerir presentes en ambos organismos como lo son los polisacáridos de los que están constituida la testa de las semillas de Avena o los mismos que *G. frondosa* genera como parte de su metabolismo. Además, muchos de estos componentes son reconocidos por sus efectos inmuno reguladores en el ser humano.

Existe la posibilidad de que condiciones preexistentes en alguno (o varios) de los sujetos experimentales pudiesen alterar los resultados. Esto bien puede ser un factor determinante ya que la única condición que se demandó de los participantes para aceptar pertenecer al experimento fue el de tener la mayoría de edad. Además, debido a la falta de un control en la alimentación de los sujetos experimentales, las proporciones de fibra dietaria necesaria para generar un impacto en la frecuencia de las evacuaciones pueden ser diferentes a las que se establecieron para esta prueba. Esto es teniendo en cuenta la posición de la American Dietetic Association [49] en cuanto a la cantidad de fibra dietaria requerida al día por una persona (30-38g), la cual se calcula exclusivamente con la proporción de kilocalorías que se ha establecido deben ser consumidas por las personas en promedio (aproximadamente 2000 kcal al día) a una relación de 14g de fibra alimentaria por cada 1000kcal.

Estos factores pueden corregirse en trabajos posteriores teniendo un mayor control en los sujetos experimentales. Integrando grupos de personas con rutinas alimentarias controladas o incluso utilizar sujetos con condiciones medicas semejantes (e.g. diabetes, obesidad, síndrome de intestino perezoso, entre otros). Cabe destacar que este es apenas uno de muchos esfuerzos por desentrañar el potencial de estos dos organismos trabajando en conjunto y más estudios son requeridos para determinar con certeza la

---

extensión de su efectividad, tanto para su uso en común como el de suplemento alimenticio. Además de otras áreas de interés comercial como la cosmética y/o farmacéutica.

## **CONCLUSIONES**

El micelio de *Grifola frondosa* (Dicks.) en un sustrato de avena entera puede ser utilizado para la producción de suplementos alimentarios. En este caso en particular como una fibra dietaria.

Teniendo en consideración los antecedentes y los resultados obtenidos, ambos componentes de la fibra alimentaria son viables para ser utilizados como alimentos funcionales.

## ANEXOS.

### Calorías

Tamaño de la porción: 1 taza picada (70g o 2.5 oz)

	kcal	kjoules	RDI%
Calorías Totales	22 kcal	91 kJ	1%
Carbohidratos	17 kcal	71.04 kJ	
Grasas	1.1 kcal	4.66 kJ	
Proteínas	3.6 kcal	14.89 kJ	
Alcohol	0 kcal	0 kJ	

### Contenido Vitamínico

Tamaño de la porción: 1 taza picada (70g o 2.5 oz)

	Contenido	RDI%
Vitamina A	0 IU	0%
Vitamina B6	0.0392 mg	2%
Vitamina B12	0 mcg	0%
Vitamina B12	0 mcg	0%
Vitamina C	0 mg	0%
Vitamina D	786.1 IU	197%
Vitamina D2	19.67 mcg	~
Vitamina D3	0 mcg	~
Vitamina D (D2 + D3)	19.67 mcg	197%
Vitamina E (Alpha-tocopherol)	0.007 mg	0%
Vitamina E, Added	0 mg	0%
Vitamina K	0 mcg	0%
Thiamina	0.1022 mg	7%
Riboflavina	0.1694 mg	10%
Niacina	4.6095 mg	23%
Acido Pantothenico	0.189 mg	2%

Folatos	14.7 mcg	4%
Cholina	35.77 mg	~
Betaina	~	

\*

~Informacion no disponible (~)

### Contenido Mineral

Tamaño de la porción: 1 taza picada (70g o 2.5 oz)

	Contenido	RDI%
Calcio	0.7 mg	0%
Hierro	0.21 mg	1%
Magnesio	7 mg	2%
Fosforo	51.8 mg	5%
Potasio	142.8 mg	3%
Sodio	0.7 mg	0%
Zinc	0.525 mg	4%
Cobre	0.1764 mg	9%
Manganeso	0.0413 mg	2%
Selenio	1.54 mcg	2%
Fluor	~	

~Informacion no disponible (~)

### Proteínas y Aminoácidos

Tamaño de la porción: 1 taza picada (70g o 2.5 oz)

	Cantidad	RDI%*
Proteína	1.358g	3%
<i>Aminoácidos esenciales</i>		
Histidina	0.0315 g	5%
Isoleucina	0.0385 g	3%
Leucina	0.056 g	2%
Lisina	0.063 g	3%
Metionina	0.0105 g	
Fenilalanina	0.042 g	
Threonina	0.0665 g	6%
Triptofano	0.0245 g	9%
Valina	0.07 g	4%
<i>Aminoácidos no esenciales</i>		
<u>Arginina</u>	0.07 g	
Alanina	0.0868 g	
Aspartato	0.1435 g	
Cisteina	0.0175 g	
Glutamato	0.1848 g	
Glicina	0.063 g	
Hydroxiprolina	~	

Prolina	0.042 g	
Serina	0.07 g	
Tirosina	0.049 g	
Metionina + Cisteina	0.028 g	3
Fenilalanina + Tirosina	0.091 g	9

\* La ingesta diaria recomendada de aminoácidos está basada en la recomendación del consumo diario para un adulto que pesa 70kg de la organización mundial de la salud.

~ Informacion no disponible (~)

#### Carbohidratos

Tamaño de la porción: 1 taza picada (70g o 2.5 oz)

	Cantidad	RDI%
Carbohidratos totales	4.879g	2%
Fibra dietaria	1.89g	8%
Almidón	0g	
Azucares	1.449g	
Sacarosa	0g	
Glucosa	1.218g	
Fructosa	0g	
Lactosa	0.231g	
Maltosa	0g	
Galactosa	0g	

~ Informacion no disponible (~)

Ácidos Grasos y grasa

Tamaño de la porción: 1 taza picada (70g o 2.5 oz)

	Cantidad	RDI%
Grasas totales	0.133g	0%
Ácidos grasos Omega-3 Totales	0g	
Ácidos grasos Omega-6 Totales	0.063g	
Ácidos grasos Trans Totales	~	
Ácidos grasos Trans-monoenoicos Totales	~	
Ácidos grasos Trans-polyenoicos Totales	~	
<i>Grasas saturadas totales (Grasas Malas)</i>	0.021g	0%
Acido Arachidico [Acido Eicosanoico]	0g	
Acido Behenico [Acido Docosanoico]	0g	
Acido Butyrico [Acido Butanoico]	0g	
Acido Caprico [Acido Decanoico]	0g	

Acido Caproico [Acido Hexanoico]	0g
Acido Caprylico [Acido Octanoico]	0g
Acido Laurico [Acido Dodecanoico]	0g
Acido Lignocerico [Acido Tetracosanoico]	0g
Acido Margarico [Acido Heptadecanoico]	0g
Acido Myristico [Acido Ttradecanoico]	0g
Acido Palmitico [Acido Hexadecanoico]	0.021g
Acido Pentadecanoico [Acido Pentadecanoico]	0g
Ácido Estearico [Acido Octadecanoico]	0g
Acido Tridecanoico [Acido Tridecanoico]	0g
<i>Grasas Mono-insaturadas Totales (Grasas Buenas)</i>	0.021g
16:1 c	~
16:1 t	~
18:1 c	~

18:1 t	~
18:1-11t (18:1t n-7)	~
22:1 c	~
22:1 t	~
Acido Erucico [Acido Docosenoico]	0g
Acido Gadoleico [Acido Eicosenoico]	0g
Acido Heptadecenoico [Acido Heptadecenoico]	0g
Acido Myristoleico [Acido Tetradecenoico]	0g
Acido Nervonico [Acido Cis-Tetracosenoico]	0g
Acido Oleico [Acido Octadecenoico]	0.021g
Palmitoleico Acido [Hexadecenoico Acido]	0g
Acido Pentadecenoico [Acido Pentadecenoico]	0g
<i>Grasa Polyinsaturada Total (Grasas Buenas)</i>	0.063g
18:2 CLAs	~

18:2 i	~
18:2 n-6 c,c	~
18:2 t	~
18:2 t,t	~
18:3i	~
20:3 n-	~
20:3 n-6	~
20:4 n-6	~
21:5	0g
22:4	0g
Acido Alpha-Linolenico	~
Acido Arachidonico [Acido Eicosatetraenoico]	0g
Acido Clupanodonico [Acido Docosapentaenoico (DPA)]	0g
Acido Docosahexaenoico (DHA) [Acido Docosahexaenoico (DHA)]	0g
Acido Eicosadienoico [Acido Eicosadienoico]	0g
Acido	0g

Eicosatrienoico [Acido Eicosatrienoico]	
Acido Gamma-Liolenico [Acido Gamma-Linolenic]	~
Acido Linoleico [Acido Octadecadienoico]	0.063g
Otros Nutrientes	
Tamaño de la porción: 1 taza picada (70g o 2.5 oz)	
	Cantidad
Alcohol	0g
Agua	63.259g
Ceniza	0.371g
Cafeina	0mg
Theobromina	0mg
Colesterol	0mg
Fytosterols	~
Campesterol	~

Stigmasterol	~
Beta-sitosterol	~
~ Información no disponible (~)	
Acido Linolenico [Acido Octadecatrienoico]	0g
Acido Parinarico [Acido Octadecatetraenoico]	0g
Acido Timnodonico [Acido Eicosapentaenoico (EPA)]	0g

El nombre común de cada acido graso es mostrado con su nombre sistemático dentro del paréntesis.

~ Información no disponible (~)

**Tabla 3. Valores nutricionales de 70g (una taza) de cuerpos fructíferos de *Grifola frondosa* [49].**



Figura 4. Micelio de *Grifola frondosa* en medio de cultivo PDA.



Figura 5. Semilla de *Avena sativa* inoculada con micelio de *G. frondosa*.



**Figura 6. Semilla de *Avena sativa* al final del periodo de invasión.**



**Figura 7. Frascos con 150g de los tres tratamientos: Hojuelas de avena; *Avena sativa* *cl* *G. frondosa*; Fibra alimentaria tratada.**

## CUESTIONARIO DE OPINIÓN. (Pre evaluación)

1. ¿Consumes actualmente alguna fibra alimentaria o suplemento alimenticio?  
Si No
2. ¿Consumes agua regularmente? ¿Cuánta aproximadamente?  
Si No \_\_\_\_\_
3. ¿Realizas actividad deportiva?  
Si No
4. ¿Cuántas veces consumes alimentos al día?  
\_\_\_\_\_
5. ¿Comes regularmente frutas y verduras? ¿Cuántas porciones? \*  
Sí No \_\_\_\_\_
6. ¿Te interesaría conocer los beneficios adicionales del consumo de la fibra?  
Si No
7. ¿Generalmente cuantas veces vas al sanitario a evacuar al día?  
\_\_\_\_\_

\*Una porción equivale a 175g.

## CUESTIONARIO DE OPINIÓN. (Post tratamiento)

1. ¿Tuvo usted más visitas al sanitario a las acostumbradas durante el periodo de prueba? ¿Cuántas veces evacuaste al día?  
Si    No    \_\_\_\_\_
2. ¿Aumentó el nivel de meteorismo?  
Si    No
3. ¿Consumes agua regularmente? Cuanta aproximadamente?  
Si    No    \_\_\_\_\_
4. ¿Realizas actividad deportiva?  
Si    No
5. ¿Cuántas veces consumes alimentos al día?  
\_\_\_\_\_
6. ¿Comes regularmente frutas y verduras? ¿Cuántas porciones? \*  
Si    No    \_\_\_\_\_
7. ¿Has sentido algún beneficio adicional por el consumo de la fibra?  
Si    No
8. De un número del 1 al 10 ¿cuánto te gusto el sabor de la fibra?  
\_\_\_\_\_
9. ¿Estarías dispuesto a pagar un poco más por los beneficios adicionales que representa el consumo de esta fibra?  
Si    No

\*Una porción equivale a 175g

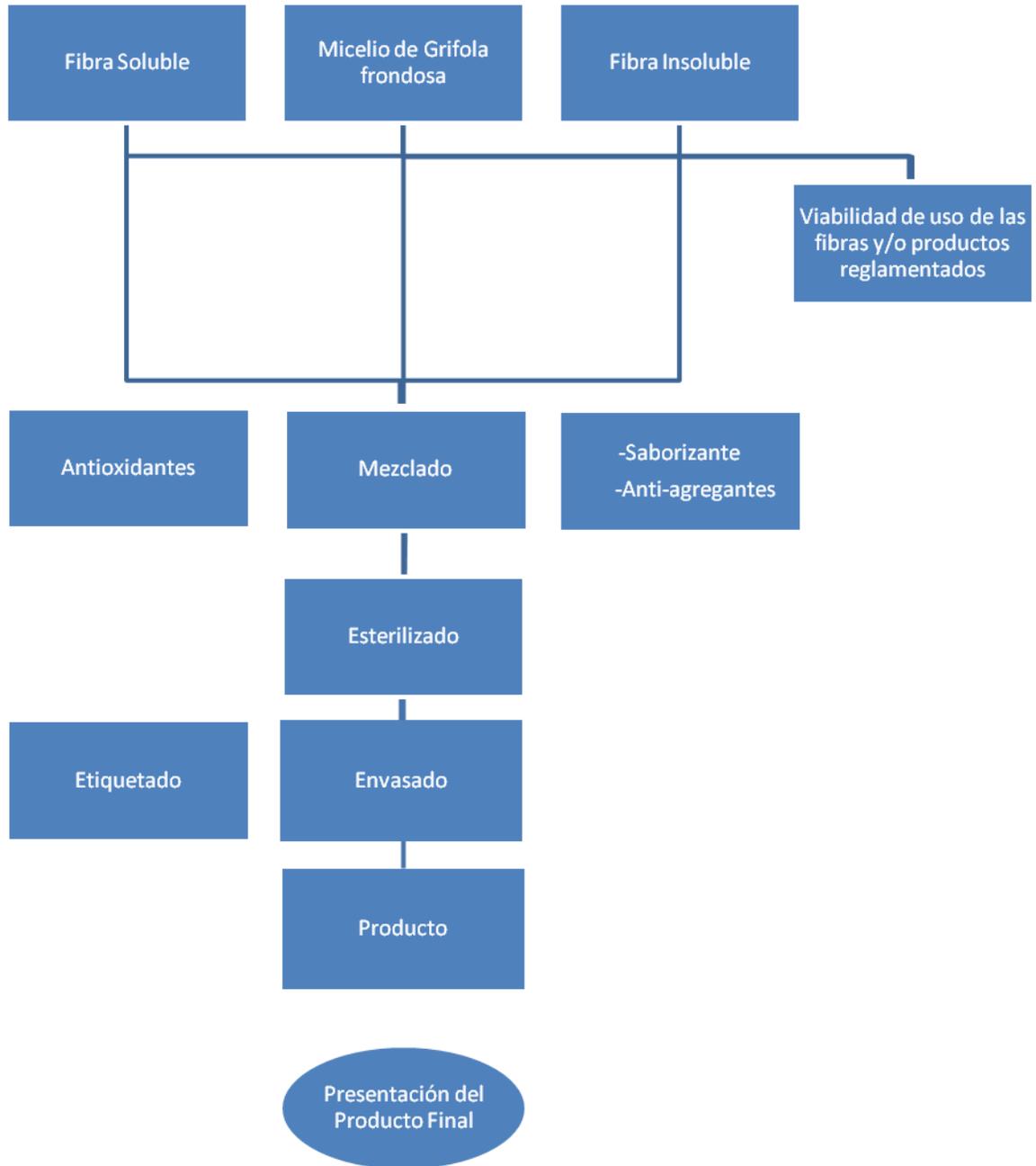


Diagrama para la preparación de la Fibra Alimentaria tratada.

## Bibliografía

1. Asp, N. G., Björck, I., & Nyman, M. (1993). Physiological effects of cereal dietary fibre. *Carbohydrate polymers*, 21(2), 183-187.
2. Bernicchia A. *Fungi Europaei. Polyporaceae s.l.* Alassio, Edizioni Candusso, (2005).
3. Burkitt DP, Walker ARP, Painter NS. (1974). Dietary fibre and disease. *JAMA*; 229; 1068-1074.
4. Chang, S. T. (1999). Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st century: nongreen revolution. *Int. Journal of Medicinal Mushrooms 1*: 1-7.
5. Chang ST (2005) Witnessing the development of the mushroom industry in China. In: Tan Q, Zhang J, Chen M et al (eds) Proceedings of the 5th international conference on mushroom biology and mushroom products, Shanghai, April 2005, Acta Edulis Fungi, Shanghai, 3–19
6. Chang S, Miles P (2004) Mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect and environmental impact, 2nd edn. CRC press, USA
7. Coutiño, F., L. Jiménez, J. E. Sánchez y D. J. Royse. (2004). *Digitaria decumbens* grass substrate prepared by alkaline immersion for culture of *Pleurotus* spp. *Mushroom Science 16*: 267-271.
8. Dubois C, Armand M, Senft M, Portugal H, Pauli A, Bernard P, et al. (1995) Chronic oat bran intake alters postprandial lipemia and lipoproteins in healthy adults. *Am J Clin Nutr.* 61: 325-33.
9. Gu CQ, Li JW, Chao FH. (2006). Inhibition of hepatitis B virus by D-fraction from *Grifola frondosa*: synergistic effect of combination with interferon- $\alpha$  in HepG2 2.2.15. *Antiviral Res.* 72: 162-165.
10. Fukushima M, Ohashi T, Fujiwara Y, Sonoyama K, Nakano M. (2001). Cholesterol-lowering effects of maitake (*Grifola frondosa*) fiber, shiitake (*Lentinus edodes*) fiber and enokitake (*Flammulina velutipes*) fiber in rats. *Exp Biol Med*; 226: 758-765.
11. Hobbs C. (1995). *Medicinal Mushrooms an Exploration of Tradition, Healing, and Culture.* 2 ed. Londres: Botanical Press., 208p.
12. Hong L, Xun M, Wutong W. (2007). Anti-diabetic effect of an alpha-glucan from fruit body of maitake (*Grifola frondosa*) on KK-Ay mice. *J Pharm Pharmacol*; 59: 575-582.

13. Horio H, Ohtsuru M. (2001). Maitake (*Grifola frondosa*) improve glucose tolerance of experimental diabetic rats. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*; 47: 57-63.
14. Kendall, C. W., Esfahani, A., & Jenkins, D. J. (2010). The link between dietary fibre and human health. *Food Hydrocolloids*, 24(1), 42-48.
15. Kodama N, Komuta K, Sakai N, Nanba H. (2002). Effects of D-fraction, a polysaccharide from *Grifola frondosa* on tumor growth involve activation of NK cells. *Biol Pharm Bull*; 25: 1647-1650.
16. Konno S. (2003). A mushroom extract for syndrome X and type II diabetes. *Nat Pharm*; 7: 16-17.
17. Kubo K, Nanba H. (1997). Anti-hyperliposis effect of maitake fruit body (*Grifola frondosa*). I. *Biol Pharm Bull*; 20: 781-785.
18. Kües, U. and Y. Liu. (2000). Fruiting body production in basidiomycetes. *Applied Microbiology Biotechnology* 54: 141-152.
19. Martínez-Carrera, D., M. Sobal, P. Morales, W. Martínez, M. Martínez y Y. Mayett. (2004). *Los hongos comestibles: propiedades nutricionales, medicinales, y su contribución a la alimentación mexicana*. COLPOS-BUAP-UPAEP-IMINAP, Puebla.
20. Martínez-Carrera, D., D. Nava, M. Sobal, M. Bonilla, Y. Mayett. (2005). Marketing channels for wild and cultivated edible mushrooms in developing countries: the case of Mexico. *Micol. Apl. Int.* 17: 9-20.
21. Martínez-Carrera, D., Morales, P., Sobal, M., Bonilla, M., & Martínez, W. (2007). México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción-consumo de los hongos comestibles. *el cultivo de setas Pleurotus spp. en México*. Sánchez, J.
22. Martínez-Soto, G., O. Paredes-López, R. Ocaña-Camacho, M. Bautista-Justo. (1998). Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) quality as affected by modified atmosphere packaging. *Micol. Neotrop. Apl.* 11: 53-67.
23. Mata, G., D. Salmenes. (2003). Edible mushroom cultivation at the Institute of Ecology in Mexico. *Micol. Apl. Int.* 15: 23-29.
24. Mayell M. (2001). Maitake extracts and their therapeutic potencial. A review. *Altern Med Rev*; 6: 48-60.
25. Mayett, Y. (2004). Estrategia para incrementar el consumo de hongos comestibles en México. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Puebla.
26. Mayett, Y., D. Martínez-Carrera, M. Sánchez, A. Macías, S. Mora y A. Estrada. (2004). Consumption of edible mushrooms in developing countries: the case of Mexico. *Mushroom Science* 16: 687-696.

27. Mayett, Y., D. Martínez-Carrera, M. Sánchez, A. Macías, S. Mora, A. Estrada. (2006). Consumption trends of edible mushrooms in developing countries: the case of Mexico. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing* 18: 151-176.
28. Mayuzumi Y, Mizuno T (1997) Cultivation methods of maitake (*Grifola frondosa*). *Food Rev Int* 13:357–364
29. Mizuno M, Minato KI, Kawakami S, Tatsuoka S, Denpo Y, Tsuchida H. (2001). Contents of anti-tumor polysaccharides in certain mushrooms and their immunomodulating activities. *Food Sci Technol Res*; 7: 31-34.
30. Morales, P., M. Sobal, W. Martínez, A. Larqué-Saavedra, D. Martínez-Carrera. (1995). La cepa CP-50 de *Pleurotus ostreatus*, híbrido comercial seleccionado por mejoramiento genético en México. *Micol. Neotrop. Apl.* 8: 77-81.
31. Nanba H. (1996). El hongo Maitake, potente anticancerígeno y adaptógeno. *Natura Medicatrix*; 43: 1-4.
32. Nanba H, Hamaguchi A, Kuroda H. (1987). The Chemical structure of an Antitumor polysaccharide in fruit bodies of *Grifola frondosa* (Maitake). *Chem Pharm Bull*; 35: 1162–1168.
33. Nanba H, Kodama N, Schar D, Turner D. (2006). Effects of maitake (*Grifola frondosa*) glucan in HIV-infected patients. *Mycoscience*; 41: 293-295.
34. Olagnero, G., Abad, A., Bendersky, S., Genevois, C., Granzella, L., & Montonati, M. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Diaeta*, 25(121), 20-33.
35. Queenan K, Stewart M, Smith K, Thomas W, Fulcher G, Slavin J. (2007). Concentrated oat β-glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Nutr Journal.*; 6 (6): 1-8.
36. Ramírez-Carrillo, R., H. Leal-Lara, G. Eger-Hummel. (1991). Genetic control of cellulose degradation by *Pleurotus ostreatus*. *Mushroom Science* 13: 11-15.
37. Sánchez-Vázquez, J. E., G. Huerta-Palacios, L. A. Calvo-Bado. (1995). Potential of *Auricularia* sp. in the recycling of agroindustrial waste products in the tropics. *Mushroom Science* 14: 877-883.
38. Shen Q, Royse D (2001) Effects of nutrient supplements on biological efficiency, quality and crop cycle time of maitake (*Grifola frondosa*). *Appl Microbiol Biotechnol* 57:74–78
39. Shigesue K, Kodama N, Nanba H. (2000). Effects of maitake (*Grifola frondosa*) polysaccharide on collagen-induced arthritis in mice. *Jap J Pharmacol*; 84: 293-300.

40. Smadelli G, Freddo J, Giordo P, Sensuke K. (2004). Safety of maitake D-fraction in healthy patients. Assessment of common hematologic parameters. *Altern Comp Ther*; 10: 228-230.
41. Stott K, Mohammed C (2004) Specialty mushroom production systems: maitake and morel. Publication N\_04/024 RIRDC, Canberra
42. Takama F, Ninomiya S, Yoda R et al (1981) Parenchyma cells, chemical components of maitake mushroom (*Grifola frondosa* S.F. Gray) cultured artificially, and their changes by storage and boiling. *Mushroom Sci.* 11(2):767-779.
43. Wasser S, Weiss A. (1999). Medicinal properties of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: current perspectives (review). *Int J Med Mushrooms*; 1: 31-62.
44. Zhang M, Cui SW, Cheung PCK, Wang Q. (2007). Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity. *Trends Food Service Technol*; 18: 4-19.
45. Zhuang C, Mizuno T. (1999). Biological responses from *Grifola frondosa* (Dick.: Fr.) S.F. Gray-Maitake (Aphylophoromycetidae). *Int J Med Mushrooms*; 1: 317-324.
46. Zhuang C, Wasser SP. (2004). Medicinal value of culinary-medicinal Maitake mushroom *Grifola frondosa* (Dicks.:Fr.) S.F. Gray (Aphylophoromycetidae). *Int J Med Mushrooms*; 6: 287-313.
47. Zhuang C, Kawagishi C, Harry G. (2005). Glycoprotein with antidiabetic, antihypertensive, antiobesity and antihyperlipidemic effects from *Grifola frondosa* and a method for preparing same. United States Patent Application, n° 7.214.778.
48. [SkipThePie.org](http://skipthepie.org) (2013). Retrieved Sep 9, 2013 from <http://skipthepie.org/vegetables-and-vegetable-products/mushrooms-maitake-raw/S>
49. Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *J Am Diet Assoc ADA Reports* 1996: 1157-1159.