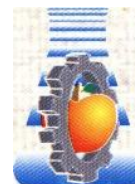




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS



CARRERA: INGENIERÍA ALIMENTOS

TEMA

“DESARROLLO DE UNA TÉCNICA QUE INCREMENTE EL CONTENIDO DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE EN EL SALVADO DE TRIGO (*Triticum spp*)”

Trabajo de Investigación (Graduación). Modalidad: Seminario de Graduación. Presentando como Requisito Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos

AUTOR: Sailema Sailema Martha Alicia

TUTOR: Ing. Gladys Navas Miño

AMBATO – ECUADOR

2011

Ing. Gladys Navas Miño

TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICA

Que el presente trabajo de investigación: **“INCREMENTO DEL CONTENIDO DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE EN SALVADO DE TRIGO (*Triticum spp*)”**. Desarrollado por: Egda. Sailema Sailema Martha Alicia, observa las orientaciones metodológicas de la investigación científica:

Que ha sido dirigida en todas sus partes, cumpliendo con las disposiciones en la Universidad Técnica de Ambato, a través del Seminario de Graduación.

Por lo expuesto:

Autorizo su presentación ante los organismos competentes para la calificación.

Ambato, 20 de Junio del 2011

.....
Ing. Gladys Navas Miño
Tutor Del Trabajo De Investigación

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido del trabajo de Investigación **“INCREMENTO DEL CONTENIDO DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE EN SALVADO DE TRIGO (*Triticum spp*)”**, corresponde a: Martha Alicia Sailema Sailema e Ingeniera Gladys Navas Miño, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato.

.....
Martha Alicia Sailema Sailema
Autor
Proyecto de Investigación

.....
Ing. Gladys Navas Miño
Tutor
Proyecto de Investigación

A CONSEJO DIRECTIVO DE LA FCIAL

El Tribunal de Defensa del Trabajo de Investigación “**INCREMENTO DEL CONTENIDO DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE EN SALVADO DE TRIGO (*Triticum spp*)**”, presentado por la Señorita Martha Alicia Sailema Sailema y conformada por : Ing. Cesar German e Ing. Eduardo Caicedo Miembros del Tribunal de Defensa y Tutor del Trabajo de Investigación Ing. Gladys Navas Miño y presidido por el Ingeniero Romel Rivera, Presidente de Consejo Directivo, Ingeniera Mayra Paredes E., Coordinadora del Décimo Seminario de Graduación FCIAL-UTA, una vez escuchada la defensa oral y revisado el Trabajo de Investigación escrito en el cuál se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el Tribunal de Defensa del Trabajo de Investigación, remite el presente Trabajo de Investigación para uso y custodia en la Biblioteca de la FCIAL.

Ing. Romel Rivera
Presidente Consejo Directivo

Ing. Mayra Paredes E.
Coordinadora Décimo Seminario de Graduación

Ing. Cesar German
Miembro del Tribunal

Ing. Eduardo Caicedo
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

El trabajo de investigación lo dedico con
mucho amor y gratitud hacia:
Dios que me da la vida,
Mis padres Juan y Zoila
Mi esposo Juan y mi adorada
hija Emily,
A mis hermanos y amigos
Por su ayuda, comprensión,
amistad y tiempo.

Martha Alicia Sailema

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme y darme la vida cada día.

A la Facultad de Ciencia e
Ingeniería en Alimentos que me
abre las puertas para desarrollar
mi tema de tesis.

A la Ing. Gladys Navas por
ayudarme y apoyarme en
cada paso que doy para realizar
el trabajo de investigación.

Martha Alicia Sailema

ÍNDICE GENERAL

PAGINAS PRELIMINARES

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS.....	i
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	ii
A CONSEJO DIRECTIVO DE LA FCIAL.....	iii
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
RESUMEN.....	xi

CAPITULO I

EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	3
1.3 ANÁLISIS CRÍTICO.....	6
1.4 PROGNOSIS.....	9
1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.6 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
Delimitación del Contenido.....	10
Delimitación Espacial.....	10
1.7 JUSTIFICACIÓN.....	10
1.8 OBJETIVOS.....	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos.....	11

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	12
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	14
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA-CIENTÍFICA.....	15
2.4 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	15
2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	16
2.5.2 Aprovechamiento de desechos agroindustriales.....	16
2.5.3 Fibra Dietética.....	19
2.5.4 Componentes de la Fibra Dietética.....	20
2.5.4.1 Polisacáridos estructurales o polisacáridos no-almidón.....	20
2.5.4.2 Polisacáridos no estructurales.....	21

2.5.4.3 Sustancias estructurales no polisacáridos.....	21
2.5.4.4 Otras sustancias.....	22
2.5.4.5 Componentes de la Fibra Dietética Soluble (FDS).....	22
2.5.5 Aporte a la salud Humana.....	22
2.5.6 Utilización de los residuos remanentes del cultivo de setas.....	23
2.5.7 Alimentos enriquecidos con Fibra Dietética Soluble (FDS).....	24
2.5.7.1 Elaboración de yogurt batido con la adición de fruta y fibra dietética soluble (FDS).....	25
ELABORACIÓN DE MERMELADA (Frutilla).....	25
ELABORACIÓN DE YOGURT BATIDO CON ADICIÓN MERMELADA Y FIBRA DIETÉTICA.....	26
2.6 HIPÓTESIS.....	27
2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
2.7.1 Diseño experimental para el Incremento de fibra dietética.....	28
2.7.2 Diseño experimental para evaluar características organolépticas del yogurt.....	28
2.8 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	29
2.8.1 Independiente.....	29
2.8.2 Dependiente.....	29

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA.....	30
3.1 ENFOQUE.....	30
3.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.2.1 Bibliográfica-Documental.....	31
3.2.2 Experimental.....	31
3.3 NIVELES O TIPOS.....	32
3.3.1 Soporte de Bibliografía.....	32
3.3.2 Ensayos Preliminares.....	32
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	33
3.4.1 Población.....	33
3.4.2 Muestra.....	33
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	34
3.5.1 Variable Independiente: Escaso contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (<i>Triticum spp</i>).....	34
3.5.2 Variable dependiente: Desagradable fibra del salvado de trigo (<i>Triticum spp</i>).....	35
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	35
3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	35
3.7.1 Procesamiento de Datos.....	35

3.7.2	Análisis e interpretación de resultados.....	36
-------	--	----

CAPÍTULO IV

	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	37
4.1	PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUSTRATO, PARA EL CULTIVO DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i>	37
4.1.1	Humedad.....	37
4.1.2	pH.....	38
4.1.3	Cenizas.....	38
4.1.4	Características Microbiológicas del Salvado de Trigo (<i>Triticum spp</i>) Fermentado.....	39
4.1.5	Mediciones del crecimiento del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	39
4.2	FIBRA DE SALVADO DE TRIGO (<i>Triticum spp</i>) EN POLVO.....	40
4.3	ANÁLISIS DEL YOGURT BATIDO CON ADICIÓN DE MERMELEDA Y FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE DE TRIGO.....	42
	Color.....	43
	Olor.....	43
	Textura.....	44
	Sabor.....	44
	Aceptabilidad.....	45
4.4	ELECCIÓN DEL MEJOR PRODUCTO (YOGURT BATIDO CON ADICIÓN DE FRUTAS Y FIBRA).....	46
4.5	COSTO DE PRODUCCIÓN.....	47
4.5.1	Costo de Producción de Fibra Dietética.....	47
4.5.2	Costo de Producción de yogurt batido con adición de frutas y fibra.....	47

CAPÍTULO V

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1	CONCLUSIONES.....	48
5.2	RECOMENDACIONES.....	49

CAPÍTULO VI

	PROPUESTA.....	51
6.1	DATOS INFORMATIVOS.....	51
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	51
6.3	JUSTIFICACIÓN.....	53
6.4	OBJETIVOS.....	54
	Objetivo General.....	54

Objetivos Específicos.....	54
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	55
6.6 FUNDAMENTACIÓN.....	55
6.7 PROCESO DE INCREMENTO DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE EN EL SALVADO DE TRIGO (<i>Triticum spp</i>).....	56
6.8 ELABORACIÓN DE YOGURT BATIDO CON ADICIÓN MERMELADA Y FIBRA DIETÉTICA.....	57
6.9 METODOLOGÍA. MODELO OPERATIVO.....	60
6.10 ADMINISTRACIÓN.....	61
6.11 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	62

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFÍA.....	63
-------------------	----

ANEXOS

ANEXOS A: HOJAS DE CATA.....	69
ANEXOS B: DATOS EXPERIMENTALES.....	70
ANEXOS C: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO.....	84
ANEXOS D: COSTO DE PRODUCCIÓN.....	87
ANEXOS E: DIAGRAMAS.....	92
ANEXOS F: DISEÑO EXPERIMENTAL.....	97
ANEXOS G: FOTOGRAFÍAS.....	103

APÉNDICES

MÉTODOS DE ENSAYO.....	107
APÉNDICE 1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.....	108
APÉNDICE 2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.....	110
APÉNDICE 3 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA.....	112
APÉNDICE 4 DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE.....	116
APÉNDICE 5 DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA INSOLUBLE.....	117

INDICES DE TABLAS

Tabla 1. ANOVA para Humedad.....	38
Tabla 2. ANOVA para pH.....	38
Tabla 3. ANOVA para cenizas.....	39
Tabla 4. Análisis proximal del material fibroso (salvado de trigo (<i>Triticum spp</i>)).....	40

Tabla 5.	Análisis proximal de residuo de salvado de trigo (<i>Triticum spp</i>) fermentado.....	41
Tabla 6.	Comparación del material fibroso dela salvado de trigo (<i>Triticum spp</i>).....	42
Tabla 7.	ANOVA para Color.....	43
Tabla 8.	ANOVA para Olor.....	43
Tabla 9.	ANOVA para Sabor.....	44
Tabla 10.	ANOVA para Textura.....	44
Tabla 11.	ANOVA para Aceptabilidad.....	45
Tabla 12.	Promedios de evaluaciones sensoriales del yogurt batido con adición de fruta y fibra.....	46
Tabla 13	Modelo Operativo (Plan de Acción).....	60
Tabla 14	Administración de la propuesta	61
Tabla 15	Previsión de la evaluación.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Composición nutricional del salvado de trigo.....	1
Cuadro 2.	Niveles experimentales.....	32
Cuadro 3	Operacionalización de variables independientes.....	34
Cuadro 4	Operacionalización de variables dependientes.....	35

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1.	Organizador lógico de ideas.....	8
Grafico 2.	Organizador lógico de ideas.....	16
Grafico 3.	Diagrama de flujo para elaborar yogurt batido con mermelada y fibra dietética soluble.....	59

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad incrementar el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (*Triticum spp*), utilizando como materia prima, el afrecho y el hongo *Pleurotus ostreatus*, principalmente, para el efecto se aplicó un diseño cuyos factores son cantidad de semilla inoculada y el tiempo de crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*.

El objetivo de estudio fue desarrollar una técnica que permita incrementar el contenido de Fibra dietética soluble en el salvado de trigo, trabajo que se desarrolló en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

El afrecho o salvado de trigo fermentado posee las siguientes características nutricionales: 11.8 % de proteína, 7.58% de minerales, fibra total 48.22%, Fibra soluble 6.81, fibra insoluble 42.12, carbohidratos 54.31% y agua 8,89, en cuanto a la calidad microbiológica existe ausencia de coliformes totales y mohos y levaduras, por ello se recomienda utilizar este producto como alternativa para enriquecer la composición nutricional de cualquier tipo de alimento procesado.

Para incrementar el contenido se trabajó con 30g y 40g de semilla que contenía el hongo inoculada en un 1 kg de Salvado de trigo, para observar el crecimiento del micelio durante 15 días, 20 días, 30días; evaluando parámetros como: pH del medio, humedad del medio, cenizas del medio y datos visuales del recubrimiento que se produce en el transcurso del tiempo de las pruebas.

El crecimiento óptimo y al menor tiempo se dio con 40g de semilla del hongo y a 20 días de incubación, el segundo fue el que contenía 30 g de semilla pero a 30 días de inoculación.

La fibra obtenida fue añadida a un alimento lácteo, como es el yogurt en proporciones de 2% y 2.5%, en el producto elaborado se evaluó las características sensoriales a saber: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, mediante catas en las que participaron jueces consumidores. Para ello se aplicó una escala hedónica de 5 puntos encontrando como mejor producto al yogurt que se añadió 2 % de fibra dietética soluble.

Este producto se encuentra con excelentes características microbiológicas, tiene ausencia de coliformes, mohos y levaduras. El costo del salvado de trigo fermentado es 11.66USD por 1 kilogramo, en cuanto al yogurt el costo es de 1.06 cada kg.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

El trigo es uno de los tres cereales que más se producen en el mundo junto al maíz y el arroz. El trigo se empezó a explotar como alimento, asegurando su perpetuidad. En el Ecuador, su producción no es considerable, sin embargo su grano es usado para hacer harina, harina integral, sémola, y una gran variedad de productos alimenticios.

Normalmente es molido como harina para su uso. Así pues, un gran porcentaje se dirige a la producción de alimentos para el consumo del ser humano como pan, galletas, tortas y pastas. Por otro lado también se destina para alimentación animal, como es el salvado de trigo y el resto va a la industria.

Cuadro 1. Composición nutricional del salvado de trigo.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
100 g		
Energía	Kcal	295
Proteínas	g.	15.55
Grasa Total	g.	4.25
Hidratos de Carbono dispon.	g.	64.51
Fibra dietaria	g.	42.8
Fibra soluble	g.	2.8
Fibra insoluble	g.	4
Agua	g.	9.8

Fuente: Internet Salvado de trigo_Botanical On line.

British Journal of Nutrition (2002: Internet). Los parámetros nutricionales para Europa, establecidos por la OMS, hicieron un fuerte énfasis en el aumento diario de fibras. Esta debería aumentar su nivel a 30g diarios como mínimo.

Los alimentos de origen vegetal, son fuente de un gran contenido de nutrientes, aportes alimenticios que requiere el organismo, como: proteínas, grasas e hidratos de carbono, al mismo tiempo que ingerimos dichos nutrientes, también contribuimos con fibra vegetal denominada fibra dietética, la misma que mejorar el metabolismo y se asimila mejor los nutrientes, en general los cereales son una fuente rica de fibras dietarias, en forma de celulosa, hemicelulosa, lignina, debido a que el salvado de trigo es aquel que posee mayor cantidad de fibra, se lo utiliza para elaborar suplementos, INTERNET: www.botanical/salvado de trigo.com

Por lo que industrializar la fibra dietética mediante técnicas biotecnológicas es una alternativa para incentivar su consumo, existen varias alternativas, usándolo como aditivos o para nutrir alimentos en galletas, barras energéticas, turrónes, o en la elaboración de una bebida tipo yogurt.

Existen productos alimenticios en el mercado cuyo consumo es considerable, debido a las propiedades nutricionales, fisiológicas que presentan; el enriquecimiento con fibra es un tema importante, esta facilita el desarrollo de productos nutricionalmente balanceados con excelente sabor y textura.

1.1 TEMA

“Desarrollo de una técnica que incremente el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (*Triticum spp*)”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

- **Contexto Macro**

Catalán, M (1971), "Tecnología de Cereales" Zaragoza- España, dice: El trigo se cultiva en todo el mundo desde las tierras árticas hasta el ecuador, aunque los mejores cultivos se consideran entre los 30° y 60° de latitud norte y los 27 y 40° de latitud sur. En cuanto a la altitud, comienza a nivel del mar hasta 10.000 pies en Kenya 15.00 en el Tíbet.

Los principales países productores del continente americano son: Canadá, Estados Unidos y Argentina. Un 95% del trigo canadiense se siembra en primavera, los granos son duros, de piel roja, endospermo vítreo, y elevado contenido de proteína. En Estados Unidos se cultivan principalmente cinco tipos de trigo, Argentina produce trigo panificable de América del Sur.

En Australia el trigo se cultiva en las zonas de lluvia relativamente altas de Nueva Gales del Sur, Victoria, Australia Meridional, Australia Occidental, Queensland. En Europa se produce trigo en Rusia se producen trigo de buena calidad, Gran Bretaña se cultiva trigo de invierno y primavera. El color del salvado puede ser rojo o blanco. Se cultiva también en otros países de la Europa Occidental, así también en Sur-este de Europa.

- **Contexto Meso**

Diario HOY (2007), "Producción de trigo no cubre la demanda local" Menciona lo siguiente: En el Ecuador existen 5 000 hectáreas de trigo sembradas en la Sierra, las que, según Luis Rodríguez, del Instituto

Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias (Iniap), pertenecen a los pequeños agricultores y se las destina al autoconsumo. La producción total del país se encuentra entre las 10 mil y las 15 mil toneladas, con un rendimiento promedio que oscila entre las 2,5 y las 3 toneladas por hectáreas.

Este nivel de producción es insuficiente para cubrir con la demanda interna que se acerca a las 500 mil toneladas anuales. Es decir, que la producción solo alcanza para cubrir entre el 2% y el 3% de los requerimientos de los molinos. Hasta agosto de 2007, el Ecuador importó \$74,5 millones de trigo, de los cuales \$46,6 millones provino del Canadá, \$16,5 millones de la Argentina y \$11,4 millones de los EEUU.

Las importaciones han crecido desde 2005, año en el que alcanzaron la cifra de \$65,7 millones. Según Francisco González, director de Planificación Agropecuaria del Ministerio de Agricultura, el cereal importado presenta varias ventajas sobre el nacional, puesto que tiene 14% de proteínas y el nacional apenas 11%.

La producción de trigo en el Ecuador siempre ha sido deficitaria, así lo manifestó Francisco González, director de planificación agropecuaria del Ministerio de Agricultura.

Esto es fruto principalmente de la falta de una política estatal que respalde la producción de este cereal, que sí existía hace 30 años, cuando el país llegó a producir hasta 100 mil hectáreas de trigo.

En cuanto a la producción de salvado de trigo en el país se puede mencionar, empresas como: Grupo Molinero, KONIG, estas expenden fibras dietarias en forma de salvado de trigo fino, en cambio el salvado de trigo grueso es utilizado tan solo como alimento animal.

- **Contexto Micro**

En general existen proyectos que utilizan el trigo y sus derivados en esta ciudad, de diferente manera, como: estudio de mezclas de harina de trigo importado con harinas provenientes de otros cereales como el maíz, la cebada, la quinua, el trigo nacional y el uso de tubérculos como la papa para la fabricación de pan y fideos, que podrían resultar de menor costo.

Elaboración de harina pre-cocida de papa, lista para ser mezclada en diferentes proporciones con la harina de trigo importado. Se considera que la harina pre-cocida permitirá mejor manejo y maleabilidad de la masa. (Manual de uso del reómetro para carbohidratos, FCIAL-UOITA).

Molinos “Miraflores” (2010), La materia prima que permite el funcionamiento de esta empresa, está basada en las importaciones de trigo, debido a que en nuestra ciudad ya no se cultiva trigo o a su vez esta es escasa, quedando como recurso primordial el trigo importado del extranjero.

Esta versión es la que más se acopla a los productores de harina en la ciudad puesto que no cuentan con fuentes directas de cultivo de trigo, por esta razón si no llegan las importaciones de trigo, la producción se detiene y no se trabaja durante el tiempo que la materia prima insuficiente.

Actualmente se buscan técnicas que permitan el aprovechamiento de los desperdicios agroindustriales y la fermentación de sustratos sólidos ha sido considerada en los últimos años como una alternativa favorable para la humanidad; esta tecnología consiste en el crecimiento de microorganismos sobre materiales sólidos que contiene o no una cantidad de agua libre (Babatunbe, G., 1992).

1.3 ANÁLISIS CRÍTICO

La industrialización del trigo se da con gran éxito pues se aprovecha todo el grano de trigo, sin embargo el residuo del trigo se lo puede utilizar de manera que beneficie a la salud humana, debido a que su contenido de fibra es sumamente alto y si bien es cierto existen productos a partir de trigo que contienen fibra dietética, pero esta es muy grasera y por ello no lo consumen como se desea.

Badui, (1984), el mayor constituyente de la fibra dietética en los alimentos son las paredes celulares de los vegetales, frutas y cereales. Cada fuente tiene contenido diferente y características especiales. Es por ello que la funcionalidad de un componente o ingrediente puede definirse como cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afectan y modifica algunas de las características de un alimento y que contribuye a la calidad del producto.

El trabajo de investigación permitirá que los Residuos Fibrosos (RF) del trigo sean procesados mediante una tecnología adecuada mediante el uso del *Pleurotus ostreatus*, el cual será agente ablandador del salvado de trigo y degradará la celulosa y reducirá los polímeros incrementando así la cantidad de fibra dietética que mejorará la digestibilidad de la harina integral.

Wikipedia (2011): La fibra soluble está formada por componentes (inulina, pectinas, gomas y fructooligosacáridos) que captan mucha agua y son capaces de formar geles viscosos. Es muy fermentable por los microorganismos intestinales, por lo que produce gran cantidad de gas en el intestino. Al ser muy fermentable favorece la creación de flora bacteriana que compone 1/3 del volumen fecal, por lo que este tipo de fibra también aumenta el volumen de las heces y disminuye su consistencia.

Este tipo de fibra predomina en las legumbres, en los cereales (avena y cebada) y en algunas frutas. La fibra soluble, además de captar agua, es capaz de disminuir y ralentizar la absorción de grasas y azúcares de los alimentos (índice glucémico), lo que contribuye a regular los niveles de colesterol y de glucosa en sangre

El cultivo de hongos comestibles representa una de las formas más eficientes de conversión de desechos vegetales en alimento. La materia prima que se usa para el cultivo de hongos está compuesta principalmente por pajas de cereales. No obstante, los sustratos pueden variar según las especies y el país donde se los cultiva.

En la formulación del sustrato puede emplearse: pajas, gramíneas (trigo, sorgo, cebada), rastrojo de maíz, pulpa de café residuos industriales de malta, bagazo de caña de azúcar, cascara de arroz, troncos, ramas, aserrín, viruta y también papel (Albertó, E. y Gasoni, L., 2005)

Esta iniciativa nace de los métodos modernos de cultivo de Shiitake utilizan generalmente sustratos, virutas, aserrín de madera, afrecho de trigo, arroz, avena, cebada, soya, que son un suplemento de nitrógeno (Royse, D y Sánchez, J., 2000).

La investigación trata de incentivar a la población para que mejore sus hábitos alimenticios y consuma productos ricos en fibra dietética, su aporte nutricional es significativo e incrementar la calidad de fibra que contiene el salvado de trigo se podría utilizar como suplemento para elaborar productos alimenticios funcionales.

El incremento de la fibra dietética en el salvado de trigo provocará beneficios económicos al utilizar lo que en la actualidad solo se desecha para alimentación animal, su costo podría ser accesible, y el consumo será masivo porque la fibra dietética beneficiara al organismo, en especial debido

a que la mayor parte de las personas consumen productos a base de harinas.

1.3.1 Árbol del Problema

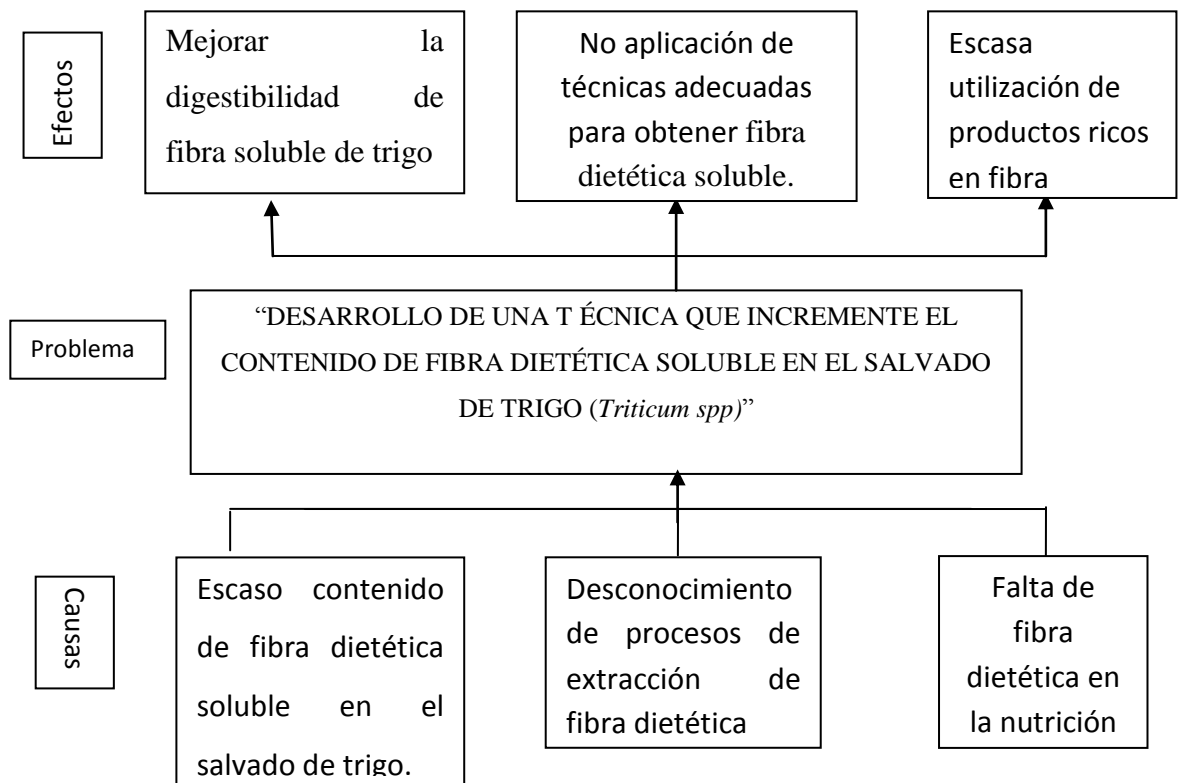


Gráfico N 1: El árbol de problemas. Desarrollo de una técnica que incremente el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (*Triticum spp*)

Elaborado por: Sailema Martha.

Fuente: Investigación Directa

1.3.2 Relación: Causa Efecto

El desconocimiento de técnicas adecuadas para incrementar y mejorar la cantidad y calidad de fibra dietética soluble en el salvado de trigo, ha conducido a las personas a utilizar este tipo de productos para alimentación animal sin embargo el salvado de trigo es una gran fuente de fibra dietética

soluble, la misma que ayuda a proteger la salud humana y protege al organismo de enfermedades ocasionados especialmente por los malos hábitos alimenticios y el consumo de productos artificiales, que no aportan nutrientes al organismo, por ello se sugiere el consumo de productos nutritivos en especial ricos en fibra dietética soluble.

1.4 PROGNOSIS

El proceso de molienda del trigo genera una gran cantidad de residuos fibrosos que no son aprovechados de manera eficiente, dando lugar a investigaciones, para convertir estos residuos fibrosos (afrecho) en fibras dietéticas solubles que beneficien al organismo, proyectando a las personas a consumir alimentos que contengan un alto contenido de fibra dietética soluble, que beneficia el funcionamiento del organismo, debido a que mejora la salud.

En la actualidad las personas consumen productos que alteran su salud y sufren de enfermedades que se puede contrarrestar al consumir productos funcionales, como productos ricos en fibra dietética soluble.

1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las condiciones técnicas para incrementar la fibra dietética soluble en salvado de trigo, haciéndola más digerible para las personas de la ciudad de Ambato en la fabricación de yogurt, en el período Enero-Mayo 2011?

1.6 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Delimitación del Contenido:

Campo: Alimentos

Área: Biotecnología
Subárea: Nutrición
Aspecto: Incremento de nutrientes en el alimento

1.6.2 Delimitación Espacial: El trabajo de investigación se realizara en los Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Bioquímica de la Universidad Técnica de Ambato de la provincia de Tungurahua.

1.7 JUSTIFICACIÓN

La investigación se realiza con la finalidad de incrementar el contenido de fibra soluble en el residuo de la molienda de trigo, debido a que en el salvado de trigo se desecha una gran cantidad de residuos fibrosos los mismos que sirven como alimentación animal, y estos nutrientes se desperdician, utilizando para el consumo humano solamente un porcentaje de fibra, denominada harina integral, cuyo sabor es desagradable, mediante la investigación, se mejorará su consistencia.

El trabajo de investigación permite desarrollar una técnica de degradación del salvado de trigo para mejorar la calidad del mismo, este proceso no se realiza debido a que se desconoce la tecnología apropiada para su aplicación, por ello se desperdicia una gran cantidad de residuos fibrosos que podrían beneficiar a la salud humana, contribuyendo a fortalecer el organismo y reducir la cantidad de personas que se enfrentan diariamente a enfermedades que se pueden controlar y ,mejorar con una buena alimentación diaria.

Para extraer e incrementar el contenido de FDS se utiliza residuos agroindustriales para la producción, no requiere de grandes inversiones y estas se amortizan rápidamente por lo que es una producción de alimentos nutritivos altamente factibles para alimentar países del tercer mundo y

constituyen una producción ecológica, porque utilizan desechos para su ejecución (Saenz, T., 1990).

La falta de fibra dietética en la nutrición es debido a que las personas, son presas de sus propios paradigmas, y por ello se debe también concientizar a las personas de adquirir nuevos hábitos alimenticios que mejoren su calidad de vida, al incluir fibra dietética en la nutrición, otra opción es añadir a productos alimenticios en cantidades que no varíen las características organolépticas.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo General

- Desarrollar una técnica que incremente el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo.

1.8.2 Objetivos Específicos:

- Analizar la composición proximal del material fibroso, para conocer su calidad y pertinencia para incrementar el contenido de fibra dietética soluble.
- Inocular *Pleurotus ostreatus* para incrementar la extracción de fibra dietética soluble, en el salvado de trigo.
- Analizar el contenido de fibra dietética soluble y fibra dietética insoluble.
- Diseñar una alternativa que permita utilizar fibra dietética soluble en alimentos tipo Yogurt.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

A partir de 1953 surgió el concepto de fibra dietética el cual ha sido discutido y desarrollado por varios investigadores de acuerdo a fines con que se estudian sus componentes y con base en la naturaleza del material empleado (Saura, Garcia, 2001), originándose dicho termino de acuerdo a la metodología utilizada para su cuantificación.

Hasta 1970 prevaleció el termino fibra bruta o fibra cruda, refiriéndose al residuo libre de cenizas que queda después dl tratamiento en caliente con acido clorhídrico de sodio (Badui, 2006), compuesto principalmente por hemicelulosa y lignina. Este residuo así determinado es menor al de la Fibra dietética (FD) debido a que no se consideran otro componente como polisacáridos resistentes a la digestión, gomas, celulosa modificada, mucílagos y pectinas (De Vries et al., 1999).

El termino fibra dietética es el conjunto de compuestos nutricionales, que permiten que el consumidor obtenga beneficios para su organismo, esta fibra se ha investigado durante la década de los cincuenta que surgió y el método que se ha aplicado para obtener fibra a partir de cereales, vegetales, frutas, entre otros, ha sido una metodología tradicional. En fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos, Editorial Varela, Brasil, pp:17-25),

Cristina Iriarte Hurtado., (2003), en su estudio de la producción y secreción de enzimas celulolíticas en micelios “rápidos” y “lentos” de *P. ostreatus*, en la Universidad Pública de Navarra, publica que Este hongo

comestible posee una maquinaria enzimática muy compleja que le permite degradar los grandes polímeros (lignina y celulosa) que compone el sustrato.

En 1999 la Association of Analytical Cereal Chemists [AACC] definió a la FD como el remanente de la parte comestible de las plantas y carbohidratos análogos resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con completa o parcial fermentación en el intestino grueso; constituida por polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas; con algún efecto laxante, disminución del colesterol sanguíneo o atenuación de la glucosa en sangre (AACC, 2001).

En ese mismo año la Association of Analytical Chemists [AOAC] la definió comestible de células vegetales, polisacáridos, lignina y sustancias resistentes a las enzimas digestivas humanas, incluyendo macronutrientes como celulosa, hemicelulosa, lignina, gomas, celulosa modificada, mucílagos, oligosacáridos, pectinas y sustancias minoritarias como ceras, cutina y suberina (De Vries et al., 1999)

Cohen et al., (2002) *P. ostreatus* es el tercer hongo cultivado más importante para propósitos alimentarios. Nutricionalmente rico en proteínas, fibra, hidratos de carbono, vitaminas y minerales.

La FD está formada por una mezcla heterogénea de sustancias que por sus propiedades físicas y el efecto que cumplen en el organismo se clasifican como Fibra Dietética Soluble (FDS) y Fibra Dietética Insoluble (FDI) (Gorinstein et al., 2001).

Referida dicha solubilidad a las fibras que se dispersan en el agua. Secreciones de las plantas como pectinas y gomas, constituyen entes como mucílagos y agentes quelantes, como los fitatos forman parte de la FDS; mientras que la celulosa, el almidón resistente, compuestos fenólicos como los taninos y estructuras lipídicas como las ceras, suberinas y cutinas constituyen la FDI.

A partir de la FD y sus beneficios en la salud humana, las investigaciones relaciones con sus propiedades han aumentado al igual que la búsqueda de nuevas fuentes para su obtención. En los 80's se utilizaba como recurso de FD a los cereales, siendo el salvado de trigo (Lairon, 1987) y las cascarillas de arroz, maíz y sorgo (Nyman et al., 1983; Ranhotra et al., 1990; Reyes et al., 1998) los mayormente empleados.

Más adelante, con la búsqueda de nuevas fuentes, se encontró que las hojuelas de avena y las leguminosas presentan mayor contenido de FD y de mejor calidad (Saura-Calixto et al., 2002).

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA:

Los desechos agroindustriales forman un problema en la actualidad, por ello debe generar gran preocupación para aprovecharlos y obtener productos que sean beneficiosos para el hombre, ya sea en el campo alimenticio u otro que sea de interés.

El trabajo de investigación, que trata sobre “Desarrollo de una técnica que incremente el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (*Triticum spp*)” tiene un fundamento de carácter académico científico con clara predisposición dialéctica en lo que predomina, la síntesis, el análisis, la inducción o deducción.

El análisis porque permite desglosar las partes del tema investigativo y someterlo al crisol de ciencia, es sintético por cuanto se abstrae el conocimiento para poder llegar a generalizaciones; es inductivo porque vamos de lo particular a lo general al proceso de fabricación; es deductivo por cuanto en algunas etapas de la investigación se ha iniciado de lo general a lo particular.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA-CIENTÍFICA:

FISSORE E; WIDER E; ROJAS A; GERSCHENSON L, (2001) Expresan que los desordenes gastrointestinales, la diabetes, la obesidad, ciertas enfermedades cardio vasculares, tiene baja incidencia entre los pueblos que consumen gran cantidad de fibras. Por ello, la adición de fibras en los alimentos es una alternativa para compensar su deficiencia existente en su dieta.

AACC, (2001). La Association Analitical Chemists [AOAC] la definió como el remanente comestible de células vegetales, polisacáridos, lignina y sustancias resistentes a las enzimas digestivas humanas, incluyendo macronutrientes como celulosa, hemicelulosa, lignina, gomas, celulosa modificada, mucílagos, oligosacáridos, pectinas y sustancias minoritarias como ceras, cutina y suberina.

El Reglamento 1924/2006, sobre declaraciones nutricionales y propiedades saludables en los alimentos entrará en vigor el 1 de julio de 2007 y establece que podrá declararse un alimento como "fuente de fibra" sólo cuando aporte un mínimo de 3 gramos de fibra cada 100 gramos (o, en otra unidad de medida, 1,5 gramos cada 100 calorías). Y podrá decirse que el alimento posee "Alto contenido en fibra" cuando aporte un mínimo de 6 gramos de fibra cada 100 gramos, o de 3 gramos cada 100 calorías.

2.4 FUNDAMENTACIÓN LEGAL:

El trabajo de investigación se basará en normas legales que se refieran con el tema en investigación, los métodos de ensayo, en los que se basa el trabajo de investigación, son:

Norma INEN 389. Determinación de la concentración de ión hidrógeno (pH).

Método oficial AOAC 923.03. Cenizas en harinas, Método directo.

Norma 382. Extracto Seco.

Método oficial AOAC 925.10. Sólidos Totales y humedad en harinas, Método de estufa de aire.

Método oficial AOAC 2001.11 Proteína (cruda) en Alimento para animales, forraje (tejidos vegetales), granos y semillas aceitosas.

Método Oficial de Análisis (AOAC 7.061): Análisis de Fibra dietética Total y sus fracciones.

2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES:

2.5.1 Gráfico de Variables:

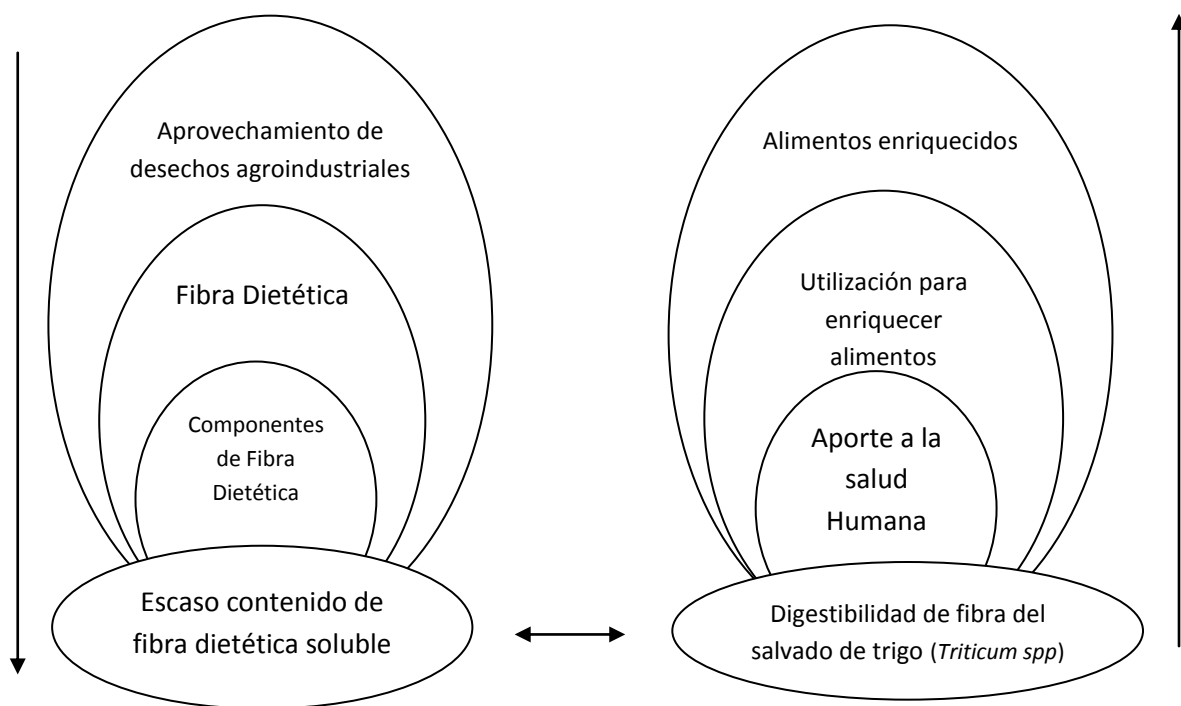


Gráfico N 2: Organizador Lógico de Ideas

Elaborado por: Sailema Martha.

Fuente: Investigación Directa

2.5.2 Aprovechamiento de desechos agroindustriales

Pérez (2003). La necesidad de aumentar la ingesta de fibra dietética ha propiciado el desarrollo de procedimientos tecnológicos para obtener mejores concentrados de fibra. Para la obtención de productos con altos

contendidos de fibra dietética se han empleado dos diferentes procedimientos: biotecnológicos y selectivos, este último emplea procedimientos como la molienda y extracción para aumentar la concentración de componentes de interés.

Dentro de los sustratos más comúnmente utilizados por los rendimientos que producen se destacan los rastrojos de diversos cultivos (maíz, cebada, trigo, frijol y arroz), y la pulpa de café y el bagazo de caña de azúcar como subproductos de la actividad agroindustrial (Martínez-Carrera, D., Nava, D. y Col., 2003).

Bayas (2010). Los procesos para obtener un alto contenido de fibra dietética soluble son biotecnológicos y selectivos, se emplean molienda y extracción, para aumentar la extracción de los componentes de interés.

Según Chang, C., Morris, C. W. (1990), los principales pasos para el cultivo en bolsas plásticas de *Pleurotus ostreatus* son los siguientes:

1. Preparación de sustrato.

Los sustratos artificiales requieren un contenido de humedad de 60-65% y un pH entre 5,5-6,0. Estos sustratos deben ser esterilizados antes de la siembra para evitar posibles contaminaciones.

2. Tratamiento térmico.

Es necesario un tratamiento energético de esterilización de los materiales una vez formulado el sustrato. Para ello es necesario contar con una autoclave industrial y una caldera de vapor de alta presión. El sustrato es colocado en bolsas termoresistentes y es esterilizado por 2 horas a 121°C.

De un modo artesanal, es posible a baja escala intentar un método de tratamiento térmico por inmersión en agua caliente. Para ello se somete a “cocción” del sustrato por 3 horas. La inmersión se puede realizar mediante el empleo de un tanque con agua caliente colocando el sustrato dentro de un canasto de metal o bien en una bolsa resistente al calor.

3. Siembra.

El sustrato se inocula con lo que comúnmente se denomina “semilla” o micelio; que consiste en granos de trigo estériles, o bien una mezcla de aserrín, cuya superficie cubierta por hifas del hongo. En esta operación, se mezcla el sustrato y la semilla lo más homogéneamente posible. Es conveniente emplear “semilla” en una proporción de 5-7 % peso en peso (mezclar 5-7Kg de semilla cada 100Kg de sustrato húmedo). Es importante no realizar la siembra hasta que el sustrato este frio o al menos a 25°C ya que el micelio puede morir.

La “semilla” debe ser mezclada lo mejor posible, para ello se abren las bolsas con el material estéril y se mezclan tratando de evitar contaminaciones es deseable de ser posible realizar la siembra en campana de flujo laminar. Al cabo de unos días, el micelio comienza a crecer por sobre el sustrato.

Después de la siembra el micelio no requiere de mayores cuidados, debe estar en una habitación oscura una temperatura controlada. Inmediatamente empieza a crecer el Hongo luego que la colonización este completa.

Esta es una fase de asimilación activa con una alta actividad del metabolismo fúngico. Se activan las enzimas para romper los componentes complejos del sustrato (por ejemplo celulosa, hemicelulosa y lignina) en moléculas más simples y digeribles que

puedan ser absorbidas por el micelio como nutrientes para el crecimiento.

4. Secado.

La masa fermentada se seca a una temperatura de 60°C, por 6 horas, hasta alcanzar una humedad de alrededor de 12%. Tiene como finalidad reducir la humedad a niveles tales que no ocurra la propagación de microorganismos y alargue la vida útil del producto.

5. Molienda.

El material fibroso fermentado y secado, es sometido a un proceso de molienda para reducir su tamaño hasta pulverización.

6. Tamizado.

Es este proceso se utiliza un tamiz de 180µm y 250µm con un sistema de vibración por 30 minutos, obteniendo como resultado el salvado de trigo y luego se procede a la determinación de la cantidad de fibra soluble obtenida.

7. Envasado.

Luego de realizar las determinaciones se procede a separar las partículas más grandes, estas se desechan y se envasan las partículas pequeñas, en fundas de polietileno de 4x2 cm².

2.5.3 Fibra Dietética

Wikipedia, Expone: La fibra dietética es el componente de varios alimentos de origen vegetal, como los cereales, frutas, verduras y legumbres, que no puede ser digerida por el organismo. La fibra dietética se

encuentra únicamente en alimentos de origen vegetal. Esto es debido a que el aparato digestivo humano no cuenta con las enzimas que pueden digerirla y utilizarla. Como resultado, la fibra pasa casi intacta a través del aparato digestivo.

La fibra dietética está formada por una mezcla heterogénea de sustancias que por sus propiedades físicas y el efecto que cumplen en el organismo se clasifican como Fibra Dietética Soluble (FDS) y Fibra Dietética Insoluble (FDI). La fibra dietética es de origen vegetal: La fibra es el citoesqueleto de los vegetales formados por unas sustancias aparentemente inertes que puede ser fermentadas por algunas bacterias pero no desdobladas por las enzimas digestivas por lo que no se pueden absorber.

La fibra no debe considerarse como una parte aislada del vegetal, sino como componente del alimento ingerido en su conjunto y la bondad o maldad de dicho alimento viene determinada por su composición completa de proteínas, lípidos, hidratos de carbono, fibras y otros componentes, y no sólo de su citoesqueleto. (Gorinstein et al., 2001).

La fibra se puede clasificar en dos grupos, la soluble y la insoluble. Esta clasificación tiene importancia a la hora de hacer análisis del contenido en fibra de un alimento o producto. Hay análisis que sólo cuantifican la fibra bruta (insoluble), otros que dan el resultado expresado en fibra total (soluble e insoluble) y otros que especifican el contenido de cada una de las fracciones.

2.5.4 Componentes de la Fibra Dietética

2.5.4.1 Polisacáridos estructurales o polisacáridos no-almidón:

Celulosa. Polisacárido de 200 moléculas como mínimo de glucosa de cadena lineal, con uniones entre cadenas adyacentes, formando microfibras

características. Es la sustancia orgánica más abundante en la naturaleza y es el componente mayoritario de la pared celular de los vegetales.

La madera contiene el 50% de celulosa y el algodón está constituido por celulosa casi pura. Se hidroliza con facilidad y tiene gran capacidad para absorber el agua.

Hemicelulosa. Es la mezcla resultante entre polisacáridos lineales altamente ramificados con algunas pentosas y hexosas. A pesar de lo que su nombre pudiera indicar, nada tiene que ver con la celulosa. Si es rica en ácido urónico se denominará hemicelulosa ácida, y neutra, sí no es así.

Rafinosa. Es un trisacárido, soluble y no se puede hidrolizar en el intestino por ausencia de las enzimas correspondientes. Su presencia en la alimentación es rara y se puede encontrar en la soja, aunque en cantidad escasa.

Estafinosa. Es un tetrasacárido y tiene similares características con la rafinosa.

2.5.4.2 Polisacáridos no estructurales:

Gomas. Son polisacáridos complejos que forman sustancias viscosas y que son segregadas por algunos vegetales como respuesta a las agresiones. Su estructura está constituida por largas cadenas de ácido urónico, xilosa, manosa o arabinosa, son solubles.

Mucílagos. Los pentosanos, los hexosanos, el ácido urónico, etc. son elementos que cuando están en contacto con el agua forman disoluciones viscosas o también, debido a su gran capacidad para retener agua, pueden hincharse para formar una pseudo disolución gelatinosa. Son solubles y en realidad son hemicelulosas neutras.

2.5.4.3 Sustancias estructurales no polisacáridos:

Ligninas. Son polímeros mixtos de fenilpropano. Forman una molécula grande y muy ramificada. Es el elemento que da consistencia a la madera seca donde se encuentra hasta en un 25% de toda la materia. Es la única fibra no polisacárido que se conoce

2.5.4.4 Otras sustancias.

En este apartado se pueden considerar a la cutina, los taninos, la suberina, el ácido fítico, las proteínas y los materiales inorgánicos como el calcio, el potasio y el manganeso.

2.5.4.5 Componentes de la Fibra Dietética Soluble (FDS)

Los componentes de la fibra dietética pueden ser agrupados en cuatro grandes grupos, si se atiende a las características químicas de los mismos:

Hemicelulosa. Es la mezcla resultante entre polisacáridos lineales altamente ramificados con algunas pentosas y hexosas. A pesar de lo que su nombre pudiera indicar, nada tiene que ver con la celulosa. Si es rica en ácido urónico se denominará hemicelulosa ácida, y neutra, sí no es así.

Pectinas. Formadas por un polisacárido vegetal que está constituido en su mayor parte por ácido galacturónico. Debido a sus enlaces cruzados adopta forma de gel y es soluble en agua caliente. Su estructura puede estar formada hasta por 1.000 monosacáridos.

2.5.5 Aporte a la salud Humana

Badui, (1984). El termino funcionalidad de un componente o ingrediente de un alimento ha sido definido como cualquier propiedad fisicoquímica de

los polímeros que afecta y modifica algunas de las características de un alimento y que contribuye a la calidad del producto final.

Aunque actualmente esté muy cuestionado por diversos investigadores, la inclusión en la dieta de alimentos ricos en fibra alimentaria puede prevenir o aliviar diferentes enfermedades tales como:

Hemicelulosa. Las propiedades que destacan son:

Aumenta el volumen y el peso de las heces.

Reduce la elevada presión intraluminal del colon.

Aumenta la excreción de ácidos biliares.

Pectinas. Actúan de la siguiente manera:

Absorben el agua.

Retrasan el vaciamiento gástrico.

Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon.

Fijan los ácidos biliares y aumentan su excreción.

2.5.6 Utilización de los residuos remanentes del cultivo de setas

Los hongos comestibles colaborar al enriquecimiento de los sustratos vegetales haciendo asequibles los hidratos de carbono, albúminas, fermentos, vitaminas y elementos minerales, ya que en el proceso de su crecimiento el hongo degrada la lignina y la celulosa.

Otro de los rasgos importantes del cultivo de los hongos comestibles, es la posibilidad de la posterior utilización del sustrato como abono orgánico, debido a que el micelio es fuente de fitohormonas y otras sustancias biológicamente activas, (Grodzinskaya, A., Infante, D. y Piven, N., 2002)

De acuerdo ARRECIS, M., (1985), en todo el mundo, el cultivo de hongos comestibles ya es una excelente alternativa en la producción de alimentos para el consumo y nutrición del hombre utilizando diferentes tipos

de residuos agroindustriales. Otra ventaja de la producción de setas se refiere a la utilización del sustrato remanente una vez terminado el proceso de producción.

Este consiste en un material vegetal al cual se le ha descompuesto gran parte de la celulosa y lignina, y que ha sido completamente invadido por el micelio (tejido del hongo), este sustrato podría utilizarse en alimento para el hombre y animales

2.5.7 Alimentos enriquecidos con Fibra Dietética Soluble (FDS)

Según Wikipedia (2007). El contenido de fibra de los cereales de desayuno enriquecidos de Pascual y la pasta integral Nomen fue notablemente inferior a la declarada en su etiquetado, por lo que incumplen la normativa de etiquetado. Los del yogur enriquecido Kaiku (2,6% de fibra) y del edulcorante La Fortaleza (1,1%) son inferiores a lo que el Reglamento exige 3% de fibra.

Los alimentos enriquecidos en fibra que más la contienen son: cereales de desayuno Kellogg's (9,8%) y Pascual (7%), y barritas de cereales Kellogg's (8,8%). También tenían mucha fibra el pan tostado Recondo (9,2%), galletas Cuétara (8,6%), aceitunas La Española (7,7%), macarrones Ardilla (7,2%), pan de molde Bimbo (6,6%) y Panrico (6,1%) y yogur Danone (6,1%).

En los cinco alimentos naturalmente ricos en fibra, destacan alubias (28,2% de fibra), almendras fritas (12,5%) y guisantes (8,2%); en los integrales, el 10,7% de fibra de la harina y el 6,4% de la pasta, si bien el arroz integral alcanzaba un también importante 5,7%.

Ninguno de los productos enriquecidos aporta tanta fibra por ración como un plato de alubias (70 gramos), que contiene casi 20 gramos de fibra, el triple que el enriquecido con más fibra por ración (yogur de Danone, con

7,6 gramos de fibra cada 125 gramos de producto). Y un plato de guisantes aporta 13 gramos de fibra, el doble que este yogur enriquecido.

2.5.7.1 Elaboración de yogurt batido con la adición de fruta y fibra dietética soluble (FDS)

En el Anexo E (Diagrama N° 3 y Diagrama 4), se observa el diagrama de flujo y el balance de materiales de la elaboración de mermelada de frutilla y Yogurt batido con fruta y Fibra.

ELABORACIÓN DE MERMELADA (Frutilla).

Recepción: La fruta se transporta en cajas de madera, armadas con tiras que permitan aireación de la fruta e impidan su estropeo.

Selección: Según Velasteguí y Ramos esta etapa generalmente la fruta llega en diferentes estados de madurez y tamaño, entonces se efectúa su selección y clasificación.

Lavado: Según Velasteguí y Ramos esta etapa comprende tres fases: lavado propiamente dicho, desinfección y enjuague.

La fruta seleccionada se coloca en un tanque, donde se lava con agua corriente para eliminar las impurezas. Luego se sumerge en agua clorada (agua con 15 a 25 ppm de cloro activo) con el fin de desinfectarla. Finalmente se procede a enjuagarla con agua corriente.

Pelado y troceado: El pelado de las frutas es necesario para que el producto final no tome color oscuro e inapropiado que perjudica la apariencia del mismo.

Se aconseja cortar las frutas en trozos medianos, regulares, pero no muy pequeños.

Cocción: Se realiza en ollas de acero inoxidable. Durante la cocción se debe agitar constantemente durante 40-45 min.

Preparación del Jarabe : Para la preparación del jarabe se disolverá por 1 Kg de agua 2Kg de azúcar y llegar hasta los 70°Brix.

Mezclado: Se añade el jarabe a la fruta previamente cocinada, en una relación de 50(50%Fruta)-50(50%Jarabe).

ELABORACIÓN DE YOGURT BATIDO CON ADICIÓN MERMELADA Y FIBRA DIETÉTICA.

Recepción: La materia prima llega a la planta a temperatura ambiente, en donde se procede a realizar pruebas para determinar su calidad, la misma que debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma ecuatoriana NTE INEN 9:2003.

Filtrado: La materia prima es filtrada con el objetivo de retirar las impurezas macroscópicas que pueda contener con ayuda de un lienzo.

Estandarización: Se utiliza leche semidescremada de 2% de materia grasa, según la norma NTE INEN 2395:2006. Para estandarización los SNG hasta un 10%, se añade el 1.5% de leche en polvo descremada

Adición de Fibra Dietética: Se adiciona el porcentaje 2%, 2.5% de fibra, López D. (2007).

Pasteurización: Se pasteuriza la mezcla con una temperatura de 90°C por 15 min. Con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos.

Enfriamiento: Se realiza en un baño termostático de agua fría hasta conseguir las temperaturas de 42°C.

Inoculación: Se añade el fermento láctico de 3%, el mismo que es constituido por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.

Agitación: Se la realiza por 10 minutos con el propósito de que el cultivo lácteo actúe en toda la materia prima.

Incubación: La mezcla se deja reposar a una temperatura de 40 a 42°C, hasta que alcance los 0.6% de Acido Láctico aproximadamente, durante un tiempo de 2.5 - 3 horas, y adopte las características de yogurt.

Enfriamiento: Transcurrido el tiempo de 2.5-3 horas y con una acidez de 0.65-0.70% de Acido Láctico se enfría a 20°C.

Batido: Se realiza el batido durante 20°C por 30 minutos manualmente, hasta que el mismo adquiriera la consistencia y textura apropiada.

Adición de Mermelada: Se le añade 8-12% de mermelada de frutilla o cualquier fruta a 70°Brix, agitando suavemente.

Envasado: El envasado se realiza a una temperatura de 15°C, en envases plásticos de 250ml.

2.6 HIPÓTESIS

2.6.1 Hipótesis para el Incremento de fibra dietética

El incremento del contenido de fibra dietética soluble de trigo influye en la digestibilidad de la fibra soluble de trigo.

Observación 1: Se trabajará con afrecho (salvado de trigo) en los que se emplearan dos cantidades de semilla: 30g, 40g en 250 g de sustrato.

Observación 2: Se verificara el tiempo de fermentación solida que será de 15, 20, 30 días.

Observación 3: Se experimentara con 3 replicas.

Observación 4: En la elaboración de yogurt batido con adición de mermelada y fibra dietética soluble de trigo, se añadirá 2-2.5% de fibra dietética soluble y 7-10% de mermelada.

2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

2.7.1 Diseño experimental para el Incremento de fibra dietética

En la obtención de fibra dietética soluble del salvado de trigo se trabajara con sustratos a base de Afrecho. Se colocó los sustratos en fundas plásticas de polietileno transparentes de 12*18 pulgadas, para llevarlas a fermentación.

El diseño que se aplicara para la investigación será AxB, en el que se correrán 3 replicas

Variable:	Niveles:
A: Cantidad de semilla (g)	a1: 30g a2:40g
B: Tiempo de Fermentación (días)	b1: 15 días b2: 20 días b1: 30 días

2.7.2 Diseño experimental para evaluar características organolépticas del yogurt

Para evaluar las características organolépticas y aceptabilidad del yogurt batido con adición de 7 % de mermelada y fibra, se aplicara el diseño

de bloques completos, en las que se evaluara: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, utilizando una escala hedónica de 5 puntos.

Variable:

A: Porcentaje de fibra (%)

Niveles:

a1: 2.0%

a2: 2.5%

2.8 Señalamiento de Variables

2.8.1 Independiente: Escaso contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (*Triticum spp.*)

2.8.2 Dependiente: Digestibilidad de fibra de salvado de trigo (*Triticum spp.*)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

En el campo alimenticio se reportan estudios acerca de la fibra dietética que posee el trigo, sin embargo no se ha estudiado a fondo como incrementar el contenido que posee dicho producto, aprovechando al máximo la materia que se desecha luego del proceso de molienda del trigo para obtener harina.

El trabajo de investigación está enfocado a brindar al cliente una alternativa de consumo, para mejorar y cuidar su salud, previniendo enfermedades como, diabetes, obesidad, gastritis, entre otros. En esta investigación cuantitativa se busca obtener datos, que se los puede analizar estadísticamente, será cualitativa porque se basa en investigación bibliográfica.

Los resultados y la información que se obtiene de la investigación en el que participan los individuos y la comunidad, están destinados a crear beneficios exclusivos para el autor del trabajo.

3.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación tiene un enfoque constructivista con un criterio de juicio crítico y propositivo; es constructivista porque los conocimientos y la investigación es fruto de la revisión bibliográfica del autor.

Tiene juicio crítico porque refleja el nivel de conocimiento adquirido en los diferentes semestres que oferta la Facultad, y es propositivo porque se registra una solución del problema investigado.

3.2.1 Bibliográfica-Documental:

Según De la Fuente Silva L, (2007: Internet). Este tipo de investigación es la que se realiza, como su nombre lo indica, apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie.

Como subtipos de esta investigación encontramos la investigación bibliográfica, basada en la consulta de libros; la hemerográfica, basada en la consulta de artículos, revistas o ensayos y periódicos y la archivista basada en documentos que se encuentran en los archivos, como cartas, oficios, circulares, expedientes, entre otros.

3.2.2 Experimental:

Según Ruiz L (2009:Internet) La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en modo o por que causa se produce una situación o acontecimiento en particular.

El experimento es una situación provocada por el investigador para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.

En el experimento, el investigador maneja de manera deliberada la variable experimental y luego observa lo que ocurre en condiciones controladas. La experimentación es la repetición voluntaria de los fenómenos para verificar su hipótesis.

3.3 NIVELES O TIPOS

La investigación pretende desarrollar una técnica para incrementar el contenido de fibra soluble del salvado de trigo (*Triticum spp*), mejorando sus características organolépticas.

El diseño que se aplicó para la investigación será AxB, en el que se corrió 3 réplicas.

Cuadro 2. Niveles experimentales

Variable:	Niveles:	Respuesta
A: Cantidad de semilla (g)	a1: 30g	Características sensoriales del yogurt
	a2:40g	
B: Tiempo de Fermentación (días)	b1: 15 días	
	b2: 20 días	
	b1: 30 días	

Elaborado por: Sailema Martha.

Fuente: Investigación Directa

3.3.1 Soporte de Bibliografía

Los materiales de soporte bibliográfico serán los libros de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, materiales de información, como: revistas, periódicos, internet, tesis, artículos técnicos, resaltando cuyos contenidos sean referentes a obtención, mejoramiento e incremento fibra dietética soluble.

3.3.2 Ensayos Preliminares

En esta parte de la investigación se presentaran los distintos materiales y métodos que sean adecuados para analizar y presentar los resultados del estudio.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

Según Naranjo G y otros (2002). La población es la totalidad de los elementos a investigar respecto a ciertas características. En ciertos casos no se puede estudiar a la totalidad de la población, circunstancias en las que se recurre a un método estadístico de muestreo.

Para el trabajo de investigación la población con la que se trabajara para determinar el incremento de fibra dietética, será el salvado de trigo producido en la ciudad de Ambato.

3.4.2 Muestra

Para el presente trabajo se emplearon 3 réplicas, se analizará la cantidad de fibra dietética soluble que contiene el mejor tratamiento al final del proceso, comparando los resultados experimentales con datos bibliográficos.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.5.1 Variable Independiente: Escaso contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (*Triticum spp*).

Cuadro N.- 3 Operacionalización de variables independientes

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
El escaso contenido de fibra soluble del salvado de trigo, será incrementado mediante aplicación de nuevas metodologías	<i>Pleurotus</i> <i>Ostreatus</i>	Hongo Comestible	¿El uso del <i>Pleurotus</i> <i>Ostretatus</i> incrementara la cantidad de fibra dietética soluble?	Análisis Estadístico, Análisis Físicos
Tiempo	Condiciones de crecimiento del hongo	15 días 20 días 30 días	¿Los factores tiempo y cantidad de inoculo incrementarán la digestibilidad del salvado de trigo?	
Cantidad de Inóculo		30 g 40 g		

Elaborado por: Sailema Martha.

Fuente: Investigación Directa

3.5.2 Variable dependiente: Digestibilidad de fibra de salvado de trigo (*Triticum spp*).

Cuadro N.-4 Operacionalización de variables dependientes

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
Mejoramiento de los atributos sensoriales.	Fibra dietética soluble	Textura Color Olor Sabor Aceptabilidad	¿Cambiaran los atributos sensoriales del salvado de trigo?	Análisis estadístico

Elaborado por: Sailema Martha.

Fuente: Investigación Directa

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN:

Para recolectar la información se realizaron análisis de cada una de las réplicas que intervienen en el trabajo de investigación, estos serán las respuestas de los análisis aplicados, como: pH, Humedad, Cenizas, y mediante análisis visual, obtendremos valores que serán útiles para realizar el análisis estadístico y obtener el mejor tratamiento, al mismo que se analizara la cantidad de fibra dietética soluble e insoluble.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.7.1 Procesamiento de Datos

Una vez recolectada la información necesaria en una libreta de campo, se procedió a tabular los datos en el paquete informático de Excel para proceder a procesar estos datos mediante las herramientas necesarias. Los resultados se expresaran en tablas y graficas de dispersión.

Para comprobar las hipótesis en cuanto a los tratamientos analizados se comprobó los resultados utilizando los paquetes informáticos de Stat Graphics; empleando tukey para determinar el mejor tratamiento. Las respuestas que se obtenga se representaran en Microsoft Word.

3.7.2 Análisis e interpretación de resultados

- Análisis de resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos.
- Comprobación de Hipótesis
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUSTRATO, PARA EL CRECIMIENTO DEL MICELIO DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*

En las tablas B1 a B4, se presentan los datos experimentales de pH, humedad, y cenizas; los que se analizaron con el fin de conocer el mejor tratamiento que presenta mayor crecimiento de micelio del hongo *Pleurotus ostreatus*.

4.1.1 Humedad

La humedad del sustrato se realizó según el Método oficial AOAC 925.10. Sólidos Totales y humedad en harinas, Método de estufa de aire.

El porcentaje de Humedad inicial del sustrato es de 70%, a los 10 días, tiene un valor promedio de 61.84%, y el valor a los 20 días es de 61.55%, y al cabo de 30 días este valor se redujo a 56.47%, debido a que el hongo absorbe la humedad que en el sustrato.

Para conseguir la reducción de la humedad y ayudar al proceso de respiración del micelio, la funda en la que se encuentra debe tener pequeños agujeros, realizados con asepsia, para mantener el control de las condiciones de crecimiento del micelio.

El control de la humedad permite que no exista contaminación o a su vez putrefacción, durante el proceso, pues el exceso ocasiona también el sabor y olor desagradable en la obtención final de la fibra, lo cual perjudica al yogurt.

Tabla 1. ANOVA para Humedad

Fuente de Variación	Suma Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medias	Razón de varianza	F Tabla
Factor A	7,59	1,00	7,59	1,45	4,96
Factor B	514,25	2,00	257,12	49,07	4,10
A*B	11,41	2,00	5,71	1,09	4,10
Error	52,40	10,00	5,24		

Nota: No significativo al $p < 0.05$

4.1.2 pH

El pH se midió con un potenciómetro digital de marca Ha-Meter, previamente calibrado con soluciones buffer 4 y 7, según la norma INEN 389.

El valor promedio que presenta los datos experimentales es de 6.96, este valor permite que el sustrato del hongo se mantenga en niveles que sean aptos para el hongo, niveles más altos o bajos crean el medio adecuado de crecimiento de otras especies hongos, bacterias o putrefacción del sustrato.

Tabla 2. ANOVA para pH

Fuente de Variación	Suma Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medias	Razón de varianza	F Tabla
Replica	0,66	2,00	0,33	0,72	4,10
Factor A	0,02	1,00	0,02	0,04	4,96
Factor B	0,05	2,00	0,03	0,06	4,10
A*B	0,26	2,00	0,13	0,29	4,10
Error	4,59	10,00	0,46		

Nota: No significativo al $p < 0.05$

4.1.3 Cenizas

Determina el contenido de minerales que contiene el residuo fibroso cuyo valor es de 7.58 (Anexo C, Tabla C1), este valor no varía, el contenido

que presenta es el mismo que se ha cuantificado en el salvado de trigo fermentado.

En los datos experimentales se ha determinado que la réplica que presenta mayor contenido de minerales a2b3, que es la que contiene 40g de semilla del hongo *P ostreatus* y 30 días de incubación que en el prensado del sustrato no ha perdido minerales.

Tabla 3. ANOVA para cenizas

Fuente de Variación	Suma Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medias	Razón de varianza	F Tabla
Replica	0,70	2,00	0,35	2,45	4,10
Factor A	0,01	1,00	0,01	0,04	4,96
Factor B	0,31	2,00	0,16	1,09	4,10
A*B	0,64	2,00	0,32	2,23	4,10
Error	1,43	10,00	0,14		

Nota: No significativo al $p < 0.05$

4.1.4 Características Microbiológicas del Salvado de Trigo (*Triticum spp*) Fermentado

El análisis microbiológico se realizó al mejor tratamiento, el salvado de trigo fermentado contiene un valor < 10 hongos y levaduras contabilizadas, así como Coliformes Totales (ver Anexo C, Tabla C4), por ello se confirma que este producto es inocuo y posee una humedad de 12 % (Anexo E, Diagrama N.2), lo cual indica que la fibra se puede conservar durante largo tiempo.

4.1.5 Mediciones del crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*.

El mejor tratamiento también fue elegido también mediante mediciones con regla del crecimiento del micelio del hongo *Pleurotus ostreatus*, estos datos fueron transformados a porcentaje de crecimiento, la réplica que tenía mayor porcentaje de micelio recubierto, ha sido el mejor tratamiento, siendo

la réplica 1 que contiene 40g de semilla y 20 días de incubación (Anexo B; Tabla B4).

4.2 FIBRA DE SALVADO DE TRIGO (*Triticum spp*) EN POLVO

Generalmente el salvado de trigo es utilizado para alimentación animal, el salvado de trigo es el residuo que se genera luego del proceso de producción de harina, este residuo se denomina afrecho. En la tabla 2, se observa el análisis proximal del salvado de trigo que se utilizó como sustrato para inocular el hongo *Pleurotus ostreatus*.

El cual contiene 91.11 %de sólidos y 8.89 %de agua. El contenido de fibra dietética total es 48.22%, así como es notable el contenido de hidratos de carbono 54.31%, proteína es de 11.80%.

El proceso de crecimiento de las hifas, se inhibe al cocinarlos, luego secarlos a 60°C durante 8 horas y posteriormente se lo muele y se obtiene una harina. Anexo G Foto 1.

Tabla 4. Análisis proximal del material fibroso (salvado de trigo (*triticum spp*)).

Componente (g/100g) ¹	Residuos
Proteína ²	11.80
Humedad	8.89
Cenizas	7.58
Fibra total	48.22
Fibra soluble	2.81
Fibra insoluble	45.40
Carbohidratos ³	54.31

¹Medida de dos repeticiones; ²N; ³ calculado por diferencia: 100-(%lípidos totales +%proteínas+%humedad+ %cenizas+%fibra total).

Fuente: Laboratorio Bromatológico de la Escuela Politécnica Nacional.

Este residuo (afrecho), se lo tomó como fuente de fibra, es uno de los cereales que posee mayor cantidad de fibra disponible, el afrecho se remojó durante 2 horas, luego se lo prensó, con el fin de retirarle el agua, hasta llegar a una humedad de 70% a 80%, condiciones del sustrato, para inocular el hongo *P. ostreatus*.

A continuación se pesa 1 Kg de afrecho, luego se lo coloca en fundas de polietileno transparentes, y se esteriliza durante 5 horas, y luego se deja enfriar, al llegar a estas condiciones se inocula el hongo *P. ostreatus*.

La fermentación sólida durante 30 días sucede el ablandamiento de las hojuelas de afrecho, la funda con el semilla se rotula y ata con un pedazo de cuerda, al extremo de la funda, dejando un espacio para que se elimine la humedad que se genera, el CO₂, las enzimas que contiene degradan la compleja estructura del salvado de trigo (lignina y celulosa).

Este proceso se manifiesta con el recubrimiento de hifas, el cual da origen a compuestos de bajo peso molecular y por ello a sustancias más digeribles para el organismo.

Tabla 5. Análisis proximal de residuo de salvado de trigo (*Triticum spp*) fermentado

Componente (g/100g)¹	Residuos
Fibra total	48.22
Fibra soluble	8.78
Fibra insoluble	33.44
Carbohidratos ³	54.31
<small>¹ Medida de dos repeticiones; ²N; ³ calculado por diferencia: 100-(%lípidos totales +%proteínas+%humedad+%cenizas+%fibra total).</small>	

Fuente: Laboratorio Bromatológico de la Escuela Politécnica Nacional.

En la tabla 3, se observa el análisis proximal del salvado de trigo fermentado el cual contiene, 91.11% de sólidos y 8.89% de agua. El

contenido de fibra dietética total es 48.22, así como es notable el contenido de proteína 11.80%, hidratos de carbono 54.31.

El porcentaje de fibra dietética insoluble ha disminuido, luego del proceso de fermentación que se ha realizado, este producto se utilizó para elaborar una bebida tipo yogurt con la adición de fibra dietética soluble.

Tabla 6. Comparación del material fibroso de la salvado de trigo (*Triticum spp*).

Fracción de fibra	Unidades	Fibra de salvado de trigo seco	Fibra de salvado de trigo fermentado
Fibra soluble	(g/100g)	2.81	8.78
Fibra insoluble		45.40	33.44

El porcentaje de fibra de salvado de trigo seco es de 2.81%, luego de la fermentación sólida se consigue el incremento de FDS del salvado de trigo fermentado a 8.78%, este aumento de FDS es considerable, este valor aumenta al compararlo con otros cereales, el contenido es alto, así: al compararlo con la fibra de cebada de 1.7%, soya 6.58%.

La cantidad de fibra dietética soluble aumenta mientras el porcentaje de fibra insoluble disminuye de 45.40% cuando el salvado de trigo está seco, y luego de fermentarlo tiene un valor de 33.44%, por lo que se origina un alimento que mejor aporta nutricionalmente al organismo.

4.3 ANÁLISIS DEL YOGURT BATIDO CON ADICIÓN DE MERMELADA Y FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE DE TRIGO.

La utilización de la fibra dietética obtenida, ha sido con referencia al uso de fibra en polvo, en una bebida de yogurt batido con adición de mermelada de frutilla y fibra. En el producto se evaluó características organolépticas que permiten deducir el mejor producto y la cantidad correcta de fibra añadida, que sea mejor aceptada por el catador.

Color

Mediante el diseño experimental aplicado se determina que la replica que posee el mejor color es la que tiene 2 g de fibra en su formulación, con respecto a la que contiene 2.5% de fibra dietética.

Tabla 7. ANOVA para Color

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,56	4	4,14	20,20	<0,0001
Porcentaje	0,33	1	0,33	1,63	0,2038
Bloque	16,22	3	5,41	96,39	<0,0001

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Infostat

El color no es significativo a 0.05, esto demuestra que si se usa diferentes porcentajes 2-2.5%, si la mermelada es de mora, frutilla, no varia el color, mientras que si añadimos otro tipo de mermelada, el color si será significativo.

Olor

El olor percibido por el catador no significativo al 0.05, la fibra si afecta esta característica, al añadirse en mayor cantidad.

Tabla 8. ANOVA para Olor

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,06	4	4,27	25,33	<0,0001
Bloque	0,85	3	0,28	1,67	0,1739
Porcentaje	16,22	1	16,22	96,29	<0,0001

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Infostat

Sabor

El sabor no es significativo al 0.05, no afecta a esta característica, pues la mermelada enmascara el sabor de la fibra.

Tabla 9. ANOVA para Sabor

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,22	4	5,55	34,48	<0,0001
Porcentaje	1,88	1	1,88	11,67	0,0008
Bloque	20,34	3	6,78	62,08	<0,0001

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Infostat

El yogurt que presenta el sabor más aceptable es el tratamiento 1 que contiene 2% de fibra dietética. Como se lo puede observar en la prueba de Tukey.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21446

Error: 0,1611 gl: 187

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	2,67	48	0,06	A
2,00	2,59	48	0,06	A
3,00	2,21	48	0,06	B
4,00	1,86	48	0,06	C

Textura

Esta característica es significativa al 0.05, debido a que si se añade en mayor cantidad esta es percibida por el catador, pues el yogurt tiende a ser muy cremosa, lo cual se rectifica con la mermelada.

Tabla 10. ANOVA para Textura

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41,14	4	10,28	57,95	<0,0001
Bloque	35,67	3	11,89	67,00	<0,0001
Porcentaje	5,47	1	5,47	30,81	<0,0001

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Infostat

La prueba de tukey concuerda con el resultado obtenido con los catadores, lo cual demuestra que la mejor textura la posee el yogurt con 2% de fibra correspondiente al tratamiento 1.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22509

Error: 0,1775 gl: 187

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	2,78	48	0,06	A
2,00	2,39	48	0,06	B
3,00	1,81	48	0,06	C
4,00	1,72	48	0,06	C

Aceptabilidad

El modelo explica la variabilidad detectada por el catador en cuanto a la aceptabilidad del yogurt que contiene 2 g de fibra dietética añadida, siendo esta mayor.

Tabla 11. ANOVA para Aceptabilidad

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,99	4	6,00	38,95	<0,0001
Porcentaje	0,78	1	0,78	5,04	0,0260
Bloque	23,21	3	7,74	50,26	<0,0001

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Infostat

El yogurt mejor aceptable corresponde al tratamiento 1 como se observa en la tabla de Tukey a 95% de confianza.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20965

Error: 0,1539 gl: 187

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	2,61	48	0,06	A
2,00	2,30	48	0,06	B
3,00	1,89	48	0,06	C
4,00	1,73	48	0,06	C

4.4 ELECCIÓN DEL MEJOR PRODUCTO (YOGURT BATIDO CON ADICIÓN DE FRUTAS Y FIBRA)

Según el promedio que se presenta de los atributos sensoriales que se evaluó podemos destacar, en la siguiente tabla:

Tabla 12. Promedios de evaluaciones sensoriales realizadas en color, olor, sabor, aceptabilidad del yogurt batido con adición de fruta y fibra.

Replica	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
2g	1,7	2,6	2,7	2,9	2,6
2.5g	1,5	2,1	2,3	1,7	1,8

Fuente: Martha Sailema.

Color: Corresponde al yogurt que contiene 2 g de fibra dietética, con un puntaje de 1.7, al compararlo con el yogurt de 2.5% de fibra añadida existe diferencia entre 1.5 que es el valor de apreciación bajo.

Olor: El mejor olor corresponde al yogurt con 2% de fibra aunque el olor tiene relación con la cantidad de fibra añadida, pues inhibe un poco el olor particular del yogurt.

Sabor: Esta característica se ve tan afectada, pues los valores fluctúan entre 2.7 del yogurt con 2% de fibra y 2.3 del yogurt con 2.5% de fibra dietética añadida, la diferencia no es tan perceptible.

Textura: Esta característica se ve afectada altamente, el valor de aceptación es 2.9 del yogurt con 2% de fibra dietecita añadida, mientras que si se añade 2.5% la textura ya no es aceptada.

Aceptabilidad: En realidad la cantidad de fibra añadida también afecta en la aceptabilidad, el catador acepta el yogurt que tiene 2% de fibra y el yogurt que contiene 2.5% no tiene un puntaje considerable.

Los panelistas comentan que la fibra añadida al yogurt impide de cierta forma percibir las características sensoriales, debido a que la fibra debe tener un tamaño de partícula más reducido, la cantidad 2g es correcta, pero

están de acuerdo con este producto por los beneficios que aporta al organismo que lo consume.

4.5 COSTO DE PRODUCCIÓN.

4.5.1 Costo de Producción de Fibra Dietética.

Para conocer el costo de producción del incremento de fibra dietética soluble, se realizó el análisis (Anexo D); se toma en cuenta los materiales directos e Indirectos (Anexo D, Tabla D1), el costo de los equipos que se utilizan para elaborar este producto (Anexo D, Tabla D2), Insumos Básicos (Anexo D, Tabla D3), Personal (Anexo D, Tabla D4), El valor de la inversión estimada para la producción de 2.65 Kg es de \$11.65, (Anexo D, Tabla D5).

4.5.2 Costo de Producción de yogurt batido con adición de frutas y fibra.

El costo de producción del yogurt batido con adición de frutas y fibra, se analiza variables como: los materiales directos e Indirectos (Anexo D, Tabla D1), el costo de los equipos que se utilizan para elaborar este producto (Anexo D, Tabla D2), Insumos Básicos (Anexo D, Tabla D3), Personal (Anexo D, Tabla D4), En el Anexo D, Tabla D5, se encuentra el valor de cada Kg de yogurt es de \$1.06, según el estudio realizado, así como posee características organolépticas como: sabor olor y color, aceptabilidad son ratificadas por el catador.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En el presente trabajo investigativo se desarrolló una técnica que incrementó en un 4% el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo. El estudio demostró que el contenido de fibra dietética del salvado de trigo aumento de 2.81% a 8.78%; consiste en inocular el hongo *Pleurotus ostreatus*, el cual desdobla las sustancias complejas a sustancias más digeribles.
- Se analizó la composición proximal del material fibroso que fue el afrecho, en cuanto a su calidad, contiene 11.80% de proteína, minerales 7.58%, carbohidratos 54.31%, fibra soluble 2.81%, fibra insoluble 45.40%, esta materia prima fue adecuada para incrementar el contenido de fibra dietética soluble, pues el contenido es relativamente bajo, pero es un derivado del trigo, un cereal de mayor consumo por parte de las personas.
- El contenido nutricional es excelente, rico en carbohidratos y fibra, este ingrediente que se puede añadir a alimentos, como: barras energéticas, snacks, y yogurt. Contiene una carga microbiana: Coliformes totales; Echericha coli; Mohos y Levaduras existe ausencia, lo cual indica que es un producto con una carga microbiana baja, debido a su contenido de humedad de 8.89%.
- Se inoculó el hongo *Pleurotus ostreatus* para incrementar el contenido de fibra dietética soluble, en el salvado de trigo, este proceso se dio en el afrecho remojado, previa esterilización y enfriamiento, se inoculó semillas de trigo que contenían al hongo.

- Se comprobó el incremento de fibra que se da al inocular el hongo, mediante análisis del contenido de fibra dietética soluble y fibra dietética insoluble del salvado de trigo fermentado, el mejor tratamiento presenta características: 8.78% de fibra dietética soluble, 33.44% de fibra dietética insoluble, el incremento producido de 6% es alto y es más apetecible por el catador.
- La fibra dietética soluble se añadió a un alimento de gran consumo como es el yogurt, se realizó dos ensayos se añadió 2% y 2.5% de fibra al yogurt con mermelada de frutilla, aunque se puede añadir cualquier tipo de mermelada, como: mora, durazno, babaco, los catadores dan preferencia al yogurt que contiene 2% de fibra dietética soluble, luego de evaluar sensorialmente: color, sabor, olor, textura y aceptabilidad.
- El precio de cada kilogramo es de 11.66 USD, en base a 50 Kg de afrecho como materia prima, en cuanto al precio del yogurt con fibra el precio es 1.06 USD por litro de yogurt.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para mejorar el proceso de incremento de fibra dietética soluble del salvado de trigo, es importante que se controle la humedad del medio. Realizando agujeros en las fundas contenedoras, con asepsia, y también manteniendo la humedad mínima de 50%, debido a que el hongo inhibe su crecimiento, mientras que, si el medio posee un valor mayor a 75% de humedad, el hongo *P. ostreatus*, se contamina, y el hongo muere porque el medio se pudre.
- Para obtener un tamaño de granulometría adecuado es necesario que se implemente en los laboratorios un molino en el que se

obtenga partículas finas, para que esta fibra obtenida sea aceptada mejor y se añada a una variedad de productos alimenticios.

- En cuanto al tiempo de esterilización y secado de la fibra es muy largo, por ello se debe investigar un poco más para disminuir el tiempo y mejorar la producción, para conseguir mayor rentabilidad.
- Para la elaboración del yogurt se recomienda trabajar con 2 gr de fibra añadida y 1% de mermelada, para asegurar las características sensoriales y aceptación.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

- **Título:** Realizar un estudio de factibilidad del desarrollo de una técnica que incremente el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (*Triticum spp*)
- **Institución Ejecutora:** Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
- **Beneficiarios:** Los consumidores de productos lácteos.
- **Ubicación:** Ambato-Ecuador
- **Tiempo estimado para la ejecución:** 8 meses
Inicio: Abril **Final:** Diciembre
- **Equipo Técnico responsable:** Egda. Martha Alicia Sailema S., Ing. Gladys Navas Miño.
- **Costo:** 1300 USD.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Actualmente el afrecho producido al procesar el trigo no tiene uso importante y se lo emplea principalmente como alimento animal, a pesar que su contenido nutricional es importante; como; proteína 11.80%, fibra total 48.22%, fibra soluble 2.81%, fibra insoluble 45.40%.

Sánchez, (2005), El propósito es hidrolizar parte de esta fracción de fibra dietética insoluble, FDI y convertirla en fibra dietética soluble,

FDS, en una relación FDS/FDI, y mejorar las propiedades funcionales deseables para un sistema alimenticio específico.

Cristina Iriarte Hurtado., (2003), menciona que el hongo *P. ostreatus*, posee una maquinaria enzimática muy compleja que le permite degradar los grandes polímeros (lignina y celulosa) que componen el substrato. Sin embargo, la forma de nutrición del hongo implica que la capacidad del hongo producir enzimas hidrológicas es mayor que otros hongos.

Dado que los hongos filamentosos presentan una pared celular rígida exterior a la membrana plasmática, las enzimas hidrológicas además deben ser secretadas al exterior de la célula, donde degradan los polímeros (lignina y celulosa) para dar lugar a compuestos de bajo peso molecular más fáciles de ser digeridas.

La secreción de enzimas por hongos filamentosos es un proceso muy relacionado con el crecimiento y al igual que éste, la secreción está localizada exclusivamente en los ápices de las hifas.

Debido a que el género *P. ostreatus*, ha demostrado ser útil y eficaz en la biodegradación de algunos componentes químicos, es que el micelio del hongo fue escogido para la realización de la propuesta de estudio, se aplicara como agente ablandador de las estructuras celulares de las paredes de los vegetales.

El trabajo experimental se oriento a enriquecer y desdoblar estas sustancias complejas (lignina y celulosa), mediante la fermentación de hongos comestibles. Luego de la fermentación solida se mejora el contenido de fibra dietética soluble y mediante el proceso de molienda se convierte en un producto de fácil digestión.

Por ello la propuesta de este trabajo es utilizar el Afrecho realizando un estudio de factibilidad del desarrollo de una técnica que incremente el contenido de FDS en el salvado de trigo (*Triticum spp*).

6.3 JUSTIFICACIÓN

El consumo de alimentos que contienen fibra es el factor principal del desarrollo del estudio, Eliana Fissore; Eva A. Wider, Ana M. Rojas, Lia N. Gerschenson; (2001); Menciona que los desordenes gastrointestinales, obesidad, diabetes, y enfermedades cardio vasculares, tiene baja incidencia entre los pueblos que consumen cantidades de fibra. Por esta razón se debe incentivar el consumo de fibra dietética diariamente, por el alto contenido nutricional que proporciona al organismo, cuando se consume en cantidades razonables.

Esta importante tendencia que se observa en los hábitos de consumo de alimentos, en especial en el campo lácteo , no ha sido explotada totalmente, por ello se genera una alternativa para elaborar un yogurt con propiedades funcionales excelentes, al añadir fibra dietética soluble y esta se puede obtener con facilidad ya que se utiliza materia prima de fácil adquisición.

Una ventaja de trabajar con el hongo *Pleurotus ostreatus*, es que crece en residuos que contengan un contenido de fibra dietética insoluble relativamente alto, del cual se alimentan y transforman esta sustancia compleja en sustancias simples y que aportan al organismo excelentes características nutricionales .

Se aplica técnicas aplicadas al proceso de transformación y obtención de fibra dietética soluble y se aprovecha mejor la riqueza de los cereales como fuente de carbohidratos y fibra, necesarios para mantener en buen estado nuestro organismo.

6.4 OBJETIVOS

Objetivo General

- Realizar el estudio de factibilidad del desarrollo de una técnica que incremente el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (*Triticum spp*)

Objetivos Específicos

- Realizar el análisis económico del incremento de fibra dietética soluble en el salvado de trigo, y de la elaboración de Yogurt con adición de mermelada y fibra dietética.
- Obtener el incremento de fibra dietética soluble en el salvado de trigo, con los porcentajes de *Pleurotus ostreatus* y a condiciones del medio apropiadas, reflejadas en este estudio.
- Proponer la aplicación de esta técnica a empresas productoras de harina, como alternativa de utilización de los residuos que genera el proceso de molienda del trigo.
- Incentivar a los productores de lácteos a mejorar y elaborar yogurt con adición de mermelada y fibra.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Se propone implementar la tecnología de elaboración de yogurt que incorpore la nueva técnica de obtención del incremento de fibra dietética soluble, la cual nos permite aprovechar mejor el salvado de

trigo del trigo (*Triticum spp*) y ofrecer un producto nutritivo rico en fibra.

Este análisis de factibilidad, implica que las empresas productoras de harina, puedan aprovechar mejor los residuos que se genera en el proceso, obteniendo un producto con mejor características nutricionales.

El costo de producción del incremento de fibra, mejoramiento de sus características sensoriales y que sea más digerible es 11.66 USD por Kilogramo, pero si la producción es masiva, entonces el costo se reduce por la economía de escala.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

Sedó, P. (2002) En Estados Unidos, el Departamento de Agricultura recomienda que cada individuo ingiera diariamente por lo menos 5 porciones de frutas y verduras ricas en fibra.

La FDS es utilizada en helados, aderezos, refrescos con pulpa y jugos, entre otros, estos pueden tener un enriquecimiento bajo, medio o alto, pero mientras mayor sea la cantidad añadida el color del producto será cada vez más oscuro.

Las principales tendencias a trabajar en el área de los alimentos es el enriquecimiento de los mismos con fibra dietética, con la finalidad de proveer los beneficios fisiológicos que procura la alimentación rica en fibra dietética, a las personas.

Al añadir fibra dietética soluble al yogurt generamos un producto innovador y con propiedades funcionales distintas a otro producto lácteo.

6.7 PROCESO DE INCREMENTO DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE EN EL SALVADO DE TRIGO (*Triticum spp*)

Recepción y pesado: se trabajo con 10 kg de afrecho.

Preparación de sustrato: en esta operación se utiliza el afrecho de hojuelas grandes, y remoja en una proporción 3:1 (agua:afrecho).

Prensado: el afrecho se pasa por un trapiche y se retira el exceso de agua, hasta obtener de 70%-80% de humedad.

Pesado: se pesa 1 kg de sustrato y se coloca en fundas de polietileno de 12x24 cm² transparentes o de color negro preferentemente, atando el extremo superior de la funda con un hilo de lana, no tan apretado.

Tratamiento térmico: las fundas de preferencia atadas para evitar la contaminación se llevan al autoclave u olla tamalera a una temperatura de 121°C durante 4 horas.

Siembra: se inocula 40g de hongo *Pleurotus ostreatus*, en cada funda con sustrato de afrecho remojado y esterilizado, se mezcla homogéneamente.

Incubación: se lo realiza a temperatura ambiente, en lugares asépticos y oscuros y una humedad relativa de 70% a 80%, se realiza un control cada cinco días, con el fin de observar, que el crecimiento del hongo sea exitoso, el periodo de incubación es de 30 días.

Inhibición del hongo: Se realiza durante 4 horas con tratamiento de vapor para inhibir el crecimiento del hongo.

Secado: la masa fermentada se seca a una temperatura de 60°C, por 14 horas, hasta alcanzar una humedad de alrededor de 9%. Es

necesario esparcir completamente el salvado de trigo fermentado, Tiene como finalidad reducir la humedad a niveles tales que no ocurra la propagación de microorganismos y alargue la vida útil del producto.

Molienda: el material fibroso fermentado y secado, es sometido a un proceso de molienda para reducir su tamaño hasta pulverización, con un molino industrial con el que se obtenga partículas finas de preferencia.

Tamizado: en este proceso se utiliza tamices de 180µm y 250µm con un sistema de vibración por 30 minutos, obteniendo como resultado el salvado de trigo y luego se procede a la determinación de la cantidad de fibra soluble obtenida.

Envasado: luego de realizar las analizar el contenido microbiano especialmente, se procede a separar las partículas más grandes, estas se las puede utilizar para elaborar otros productos como snaks, barras energéticas, entre otros y se envasan las partículas pequeñas, en fundas de polietileno de 4x2 cm².

6.8 ELABORACIÓN DE YOGURT BATIDO CON ADICIÓN MERMELADA Y FIBRA DIETÉTICA.

Materia Prima: Leche, mermelada de fruta, fibra dietética, azúcar, leche en polvo, bacterias lácticas, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophillus*.

Recepción: la leche que se utiliza como materia prima es analizada, y que se encuentre dentro de los parámetros óptimos para elaborar el yogurt.

Filtrado: la materia prima es filtrada con un lienzo separando las impurezas macroscópicas que contiene.

Estandarización: se utiliza leche semidescremada de 2% de materia grasa, según la norma NTE INEN 2395:2006. Para estandarización los SNG hasta un 10%, se añade el 1.5% de leche en polvo descremada.

Adición de Fibra: el porcentaje apropiado según el análisis sensorial es 2 gr de fibra dietética, con respecto 10 litros de leche que se utiliza para elaborar el yogurt.

Pasteurización: se pasteuriza la mezcla con una temperatura de 90°C por 15 min. Con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos.

Enfriamiento: se realiza en un baño termostático de agua fría hasta conseguir las temperaturas de 42°C.

Inoculación: se añade 500ml de yogurt natural como fermento láctico.

Agitación: se la realiza por 10 minutos con el propósito de que el cultivo lácteo actúe en toda la mezcla.

Incubación: la mezcla se deja reposar a una temperatura de 40°C, hasta que alcance los 0.6% de ácido láctico aproximadamente, durante 3 horas, y adopte las características de yogurt.

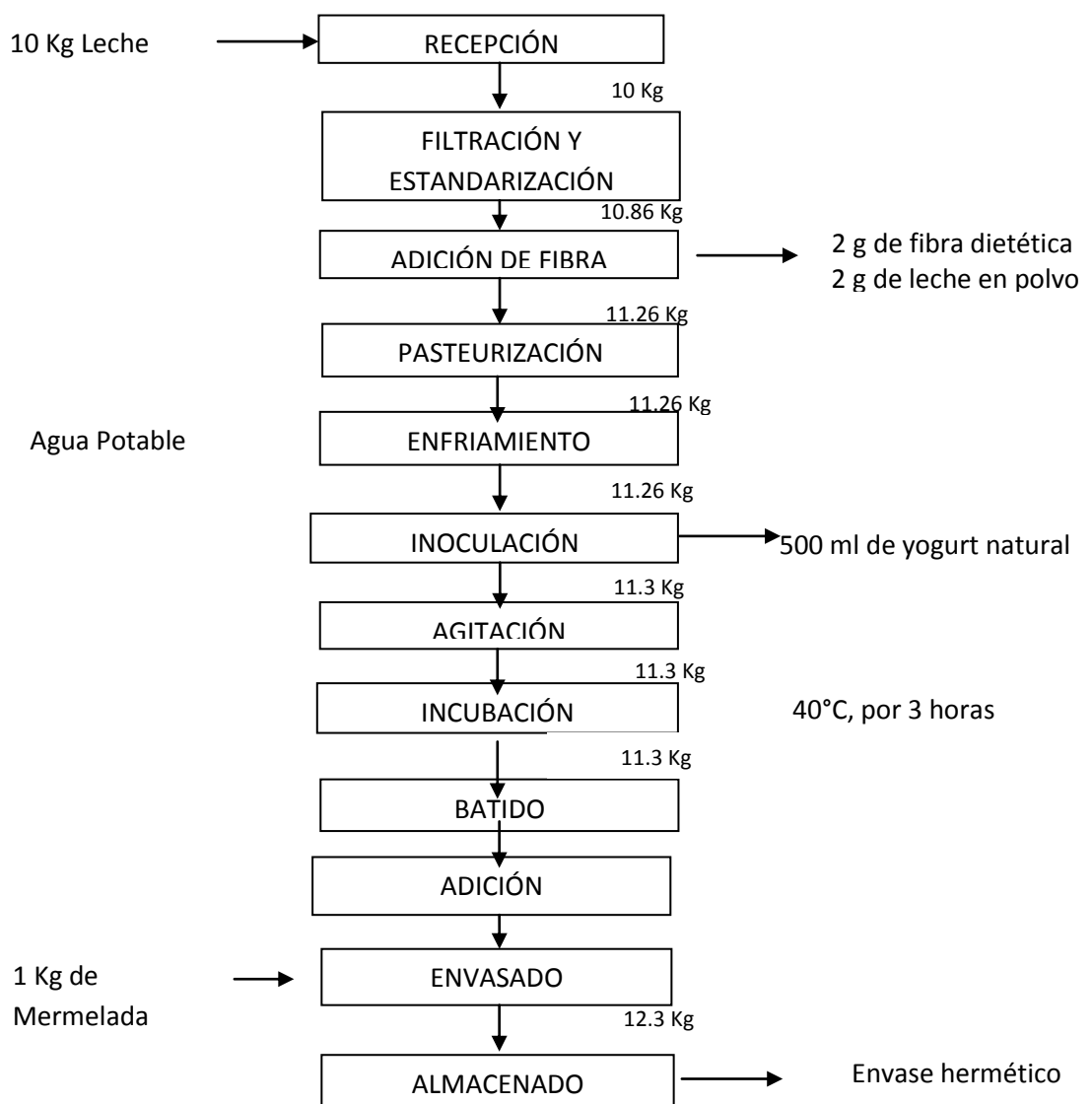
Enfriamiento: transcurrido el tiempo llega a 0.70% de acidez de ácido láctico se enfría a 20°C.

Batido: se realiza el batido manual a 20°C por 30 minutos, hasta que el mismo adquiera la consistencia y textura apropiada.

Adición de Mermelada: se le añade de mermelada de frutilla o cualquier fruta a 70°Brix, agitando suavemente.

Envasado: el envasado se realiza a una temperatura de 20°C, en envases plásticos de 250ml.

Grafico 3. Diagrama de flujo para elaborar yogurt batido con mermelada y fibra dietética soluble.



Elaborado por: Sailema Martha, 2011

Fuente: Investigación Directa

6.9 METODOLOGÍA. MODELO OPERATIVO

Para obtener un incremento de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (*Triticum spp*), con 4% de semilla de *P. ostreatus*, durante 30 días, se basa en la metodología del Capítulo III.

Tabla 13 Modelo Operativo (Plan de Acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Realizar el estudio de factibilidad del desarrollo de una técnica que incremente el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (<i>Triticum spp</i>)	Revisan antecedentes sobre la obtención e incremento de fibra dietética en el salvado de trigo(<i>Triticum spp</i>)	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	450 USD	4 meses
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Efectuar el análisis económico de la obtención e incremento de fibra dietética soluble en el salvado de trigo(<i>Triticum spp</i>)	Capacidad de producción del incremento de fibra dietética soluble en el salvado de trigo(<i>Triticum spp</i>)	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	250 USD	1 mes
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Aplicación de la técnica de incremento de fibra dietética soluble en el salvado de trigo(<i>Triticum spp</i>)	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	300 USD	1 mes
4. Evaluación de la propuesta	Verificación de los puntos de control en el proceso de incremento de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (<i>Triticum spp</i>)	Realizar encuestas a consumidores	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	300 USD	1mes

Elaborado por: Martha A. Sailema S., 2011.

6.10 ADMINISTRACIÓN

La realización de la propuesta será coordinada por los responsables:
Ing. Gladys Navas Miño y Egda. Martha Alicia Sailema Sailema.

Tabla 14 Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación Actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Implementar nuevas técnicas de incremento de fibra dietética soluble	Utilizar otros residuos fibrosos, como: tamo de maíz, mezclas de aserrín y afrecho, etc.	Ofertar al mercado un suplemento con alto contenido de fibra dietética soluble, que contribuyan a la salud.	Incrementar el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (<i>Triticum spp</i>).	Investigadora: Martha Sailema

Elaborado por: Martha A. Sailema S., 2011.

6.11 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Tabla 15 Previsión de la evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	- Consumidor final
¿Por qué evaluar?	- Determinar la formulación y la técnica desarrollada.
¿Qué evaluar?	- Técnicas utilizadas - Materias primas - Resultados obtenidos - Producto terminado
¿Quién evalúa?	- Director del proyecto - Tutor - Calificadores
¿Cuándo evalúa?	- Todo el tiempo desde las pruebas preliminares, hasta obtener el producto.
¿Cómo evaluar?	- Instrumentos de evaluación.
¿Con que evalúa?	- Experimentación - Normas establecidas

Elaborado por: Martha A. Sailema S., 2011.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFÍA

1. A.O.AC "Asociation of Official analytical Chemist". (2001). "Report of definition of dietary fiber". Cereal Food World 46(3), 112-124.
2. A.O.AC "Asociation of Official analytical Chemist". (2001). "Official methods of analysis". Editorial Gaithersburg. Cap. 2, pp14; Cap. 25, pp. 28; Cap. 32, pp1-2.
3. Albertó, E. y Gasoni, L., (2005)
4. BADUI, S (1984) "Química de los Alimentos" 4ª Edición, Editorial Universidad Alambra, México DF, pp 14-22.
5. BADUI, S (2006) "Química de los Alimentos" 4ª Edición, Editorial Universidad Alambra, México DF, pp 117 - 119
6. BAYAS A. "Utilización de residuo fibrosos seco obtenido de la cascara de palmito de de pejiyabe (*Bactris gasipaes* HBK); en la elaboración de barras alimenticias energéticas. (BAE), en la Industria Agrícola Exportadora CA. INAEXPO"
7. CATALÁN, M (1971), "Tecnología de Cereales". Editorial Limuza, tercera edición. Zaragoza- España, pp. 25-34.
8. CHARLEY, H.(1995). "Tecnología de Alimentos" Propiedades físicos y Químicos en la Preparacion de alimentos. Editorial Linausa-Noriega, Tercera edición. Mexico-Mexico, pp.167.
9. CODEX ALIMENTARIUS "Propuestas para una definición y métodos de análisis del contenido de fibra dietética" (2004) Grupo dirigido por Francia y Suecia.
- 10.CHANG, C., MORRIS, C. W. (1990). The effect of heat treatments on dietary fiber as assessed by scanning electron microscopy. Journal of Food Processing. 14(5):335-3337.
- 11.DE VRIES, J. W. L. PROSKY, B., Y S, CHO, (1999). "A historical perspective on defining dietary fiber". Cereal foods world, 423-010, 367-369.

12. FISSORE E; WIDER E; ROJAS A; GERSCHENSON L, (2001) "Tendencias actuales en el uso de fibra dietética en la alimentación". Séptimo simposio de Alimentos. Universidad Autónoma de Yucatán. Merida, Yucatán, 1-25.
13. GORINSTEIN, S., ZACHWIEJA, Z., FOLTA, M., BARTON, H PIOTROWICZ, J., SEMBRÈ, M., WEISZ, M., TRAKHATENBERG, S.Y MARTIN-BELLOSO, O. (2001). "Comparative content of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples" *Journal Agricultural and Food Chemistry*, pp. 952-957
14. INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE SUBDEPARTAMENTO LABORATORIOS DEL AMBIENTE "Procedimiento para determinar fibra dietética total" Método Enzimático – Gravimétrico, PRT-701.03-019, Rev N° :2, pp 1 de 4
15. IRIARTE HURTADO C. (2003) "Estudio de la producción y secreción de enzimas celulíticas en micelios "rápidos" y lentos" de *P. ostreauts*". *Ingeniero Técnico Agrícola (Horticultura y Jardinería). Universidad Pública de Navarra*.
16. LAIRON, D. (1987). "Las fibras alimentarias" *Mundo científico*, 102(10), 520-528.
17. LÓPEZ D. (2007) "El uso de Inulina y Chamburo (*Carica pubescens L*) en la tecnología de elaboración de yogurt con trozos de frutas tipo II en la Quesera El Salinerito".
18. MARTÍNEZ-BUSTOS., LARRERA, M.A., Y.K (2005). "Effect of some operational extrusión parameters on the cosntituents of orange pulp". *Food Chemistry*, 89,301-308.
19. NYMAN, M., Siljestrom, M., Pedersen, K., Bachknudsen, E., Asp, N.G., Johansson C. J., Y Eggum, O. (1983). "Dietary Fiber: Physical and chemical properties, methods analysis, and physiological effects" *Food Technology*, February, 104-110.
20. PEREZ N, C (2003). "Elaboración y caracterización de los residuos fibrosos de *Canavalia ensiformis L.* y *Phaseolus lunatus L.* y su incorporación a un producto alimenticio". Tesis de Maestría para la obtención de título de Maestro e Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán, México.

21. COHEN R., L. PERSKY, Y. HADAR, (2002). "Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the *genus Pleurotus*" Applied Microbiology and Biotechnology, pp. 58:582-594.
22. PROSKY L, Asp N-G, DeVries JW, Schweizer TF, Harland B. "Determination of total dietary fiber in foods and food products: collaborative study". J Assoc Off Anal Chem 1985;68:677-679.
23. SANDOVAL G, (2009) "Desarrollo de Mezclas Farináceas de Cereales (maíz, quinua y cebada) y Papas Ecuatorianas como Sustitutos Parciales del Trigo Importado para la Elaboración de Pan y Fideos.". Ambato-Ecuador.
24. SAENZ, T, (1990). Aspectos económicos, costos de las producciones: Evaluación económica del proceso de producción de hongos comestibles y forraje beneficiado. Habana: ICIDCA.
25. SAURA-CALIXTO, F. y García Alonso, A., (2001). Metodología para análisis de fibra y carbohidratos. En fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Editado por Lajolo, M., F. Saura- Calixto, E. Witting y E Wenzel. Brasil: Editorial Varela. pp. 17-25
26. SAURA-CALIXTO, F., Cambrodón, G., Albarrán, M., y Ferrer, P. R. (2002). "Fibra Dietética en cerveza: contenido, composición y evaluación nutricional" Centro de información Cerveza y Salud. España. 4-19,43.
27. TROWELL H, "Ischemic heart disease and dietary fibre". Am J Clin Nutr., 1972, 25, 926-932
28. VARNAM A, SUTHERLAND J, 1995, "Hongos comestibles", Primera Edición, Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España, pp. 369 – 383.
29. VARNAM A, SUTHERLAND J, 1995, "Leche y Productos Lácteos", Primera Edición, Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España, pp. 369 – 383.
30. VEISSEYRE R, 1980, "Lactología Técnica", Segunda Edición, Editorial Acribia, Zaragoza – España, pp. 289 – 291.

31.VELASTEGUI Y RAMOS, "Tecnología de Procesamiento de la Naranja", Cuadernos técnicos de Tecnología de Alimentos, 1998.

Internet

32.BABATUNBE, G., (1992). "Fibra dietética" disponible en:
www.fibra/dietética/shtml

33.DE LA FUENTE SILVA L.,(2007) "Investigación Científica" (En línea) disponible en
<http://www.monografias.com/trabajos7/inci/inci.shtml#tipo>.

34.MOLINOS MIRAFLORES<http://bdnhome.com/ecnologia/boletines/Bdn051.PDF>.

35.NARANJO G y otros, 2002http://www.tdr.cesca.es/TESIS_URV/AVAILABLE/TDX-0801107-112545//tesisDEF21307corretgida.pdf

36.RUIZ L., (2009) "Investigacion Experimentla" (En línea) disponible en
<http://www.monografias.com/trabajos14/investigacion/investigacion.shtml>

37.WIKIPEDIA (2011): Fibra dietética, obtenido de:
([es.wikipedia.org/wiki/Fibra_dietÃ©tica](http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_diet%C3%A9tica))

ANEXOS

ANEXOS A
HOJAS DE CATA

Hoja de evaluación sensorial para evaluar la calidad organoléptica de yogurt

NOMBRE: FECHA:.....

Observaciones: Por favor evalúe cada una de las muestras que se presentan y señale la característica sensorial según la escala planteada. Para cada característica tome en cuenta lo que se describe:

Características	Escala		Muestras			
			307	421	724	824
Color (Rosa Pálido)	1	Muy Opaco				
	2	Opaco				
	3	Claro				
	4	Brillante				
	5	Excelente				
Olor	1	Desagrada mucho				
	2	Desagrada				
	3	Ni agrada ni desagrada				
	4	Agrada				
	5	Agrada mucho				
Sabor	1	Disgusta mucho				
	2	Disgusta				
	3	Ni disgusta ni gusta				
	4	Gusta				
	5	Gusta mucho				
Aceptabilidad	1	Disgusta mucho				
	2	Disgusta				
	3	Ni disgusta ni gusta				
	4	Gusta				
	5	Gusta mucho				
Textura	1	Con grumos				
	2	Cremosa				
	3	Fluida				
	4	Ligeramente firme				
	5	Firme				

Gracias por su colaboración

ANEXOS B

DATOS EXPERIMENTALES

Tabla B1. Análisis de Humedad del sustrato fibroso con 30g y 40g de semilla a los 15, 20,30 días.

Tratamientos	R1	R2	R3
a1b1	69,03	71	65,3
a1b2	59,13	62,12	59,25
a1b3	59,21	54,28	57,3
a2b1	71,05	68,25	72,15
a2b2	61,03	62,53	65,25
a2b3	56,4	55,23	56,42
PROMEDIO	62,64	62,23	62,61

Elaborado por: Martha Saillema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B2. Análisis de pH del sustrato fibroso con 30g y 40g de semilla a los 15, 20,30 días.

Tratamientos	R1	R2	R3
a1b1	6,75	6,8	7,7
a1b2	6	6,8	7,7
a1b3	6,75	6,8	7,7
a2b1	7,2	7,35	6,45
a2b2	7,75	6,78	6,7
a2b3	7,52	5,8	6,89
PROMEDIO	6,99	6,72	7,19

Elaborado por: Martha Saillema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B3. Análisis de cenizas del sustrato fibroso con 30g y 40g de semilla óculo del hongo *P ostreatus* a los 15, 20,30 días.

Tratamientos	R1	R2	R3
a1b1	7,25	6,85	7,32
a1b2	6,52	7,23	7,45
a1b3	7,52	7,54	7,53
a2b1	6,75	7,52	7,22
a2b2	7,65	7,68	7,37
a2b3	6,41	7,50	7,58
PROMEDIO	7,03	7,48	7,41

Elaborado por: Martha Saillema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B4. Mediciones del crecimiento del micelio del hongo *P ostreatus* con 30g y 40g de semilla durante 15, 20, 30 días.

Observación	15 días	20 días	30 días
a1b1	1	3	3
a1b2	1	1	3
a1b3	1	2	4
a2b1	2	3	3
a2b2	1	4	4
a2b3	2	3	4

Elaborado por: Martha Saillema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B5. Porcentaje del crecimiento del micelio del hongo *P ostreatus* con 30g y 40g de semilla durante 15, 20, 30 días.

Observación	15 días	20 días	30 días
a1b1	20	60	60
a1b2	20	20	60
a1b3	20	40	80
a2b1	40	60	60
a2b2	20	80	80
a2b3	40	60	80

Elaborado por: Martha Saillema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B6. Promedio de los resultados de las pruebas sensoriales del yogurt para el atributo color. Replica 1

Respuestas experimentales	Muestras			
	307	421	724	824
1	2,3	2,0	1,5	2,0
2	2,0	2,3	2,0	1,5
3	2,0	2,0	1,5	1,8
4	2,0	1,8	1,3	1,8
5	2,0	1,5	1,5	2,3
6	2,0	1,5	2,0	1,3
7	2,3	1,3	1,5	2,3
8	2,0	2,3	1,5	2,0
9	1,5	1,5	1,5	1,8
10	1,5	1,3	1,3	1,8
11	2,0	1,5	1,3	2,0
12	1,8	2,3	1,5	1,5
13	1,8	1,5	1,8	2,0
14	2,3	1,5	1,5	1,5
15	1,5	2,3	1,3	1,3
16	1,8	1,3	1,3	1,8
17	2,3	1,5	1,5	1,8
18	1,5	2,0	2,3	1,8
19	1,5	1,5	1,5	2,3
20	1,5	1,0	1,5	1,8
21	2,5	2,0	1,3	2,0
22	1,5	2,0	1,0	1,3
23	1,3	1,0	1,5	1,8
24	1,0	1,0	1,5	1,3
Promedio	2,3	1,6	1,5	1,8

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B7. Promedio de las pruebas sensoriales del yogurt para el atributo olor. Replica 1

Respuestas experimentales	Muestras			
	307	421	724	824
1	2,8	2,8	2,8	3,3
2	2,5	3,3	3,8	2,3
3	2,3	3,5	2,8	2,3
4	2,3	3,5	3,0	2,3
5	2,8	2,3	3,0	2,3
6	2,5	2,8	3,0	2,5
7	2,5	2,8	2,8	3,3
8	2,0	2,8	2,5	2,3
9	2,0	3,0	2,8	2,3
10	3,0	2,5	2,8	2,5
11	2,0	2,8	3,3	2,5
12	3,0	2,3	2,5	3,3
13	2,5	2,5	3,0	2,5
14	2,5	3,0	2,8	2,5
15	2,5	2,3	3,8	3,0
16	3,3	3,8	3,8	3,0
17	2,8	2,3	3,5	2,3
18	2,5	2,5	2,3	3,0
19	2,5	3,0	2,3	2,5
20	3,0	3,0	2,3	2,5
21	2,0	2,0	3,3	2,3
22	2,8	2,0	2,8	3,0
23	3,0	2,5	2,5	2,5
24	2,3	3,8	2,3	2,5
Promedio	3,8	2,8	2,9	2,6

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B8 . Promedio de los resultados de las pruebas sensoriales del yogurt para el atributo sabor. Replica 1

Respuestas experimentales	Muestras			
	307	421	724	824
1	2,3	2,8	2,8	2,5
2	2,5	3,0	3,3	2,8
3	2,5	3,0	2,5	2,3
4	2,3	3,0	2,8	2,3
5	2,5	2,8	2,8	2,3
6	2,5	2,8	3,0	2,8
7	2,5	3,3	3,0	2,8
8	3,0	2,3	2,5	2,5
9	2,5	2,8	2,5	2,3
10	2,5	2,5	3,0	2,3
11	2,5	2,8	3,3	2,3
12	2,8	2,5	2,8	2,8
13	2,5	3,0	2,5	2,5
14	2,3	3,0	2,8	2,5
15	3,0	2,5	3,8	3,0
16	2,5	3,5	3,8	2,5
17	2,5	2,5	3,0	2,8
18	2,5	2,5	2,3	2,8
19	2,5	2,8	2,5	2,5
20	2,5	3,0	2,5	2,8
21	2,3	2,8	3,3	2,3
22	2,8	2,3	3,3	2,8
23	3,3	2,5	2,5	2,8
24	2,5	3,0	2,5	3,3
Promedio	3,6	2,8	2,9	2,6

Elaborado por: Martha Saillema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B9. Promedio de los resultados de las pruebas sensoriales del yogurt para el atributo textura. Replica 1

Respuestas experimentales	Muestras			
	307	421	724	824
1	2,5	3,0	3,3	2,8
2	2,5	2,3	3,0	3,0
3	2,5	3,0	2,8	3,3
4	2,3	2,8	2,5	3,3
5	3,0	3,3	3,0	3,0
6	3,0	3,0	3,0	3,3
7	2,0	3,0	3,0	2,8
8	2,5	3,0	3,0	2,5
9	3,3	3,5	3,0	3,0
10	3,0	2,8	3,3	3,0
11	2,5	3,0	3,3	3,0
12	3,0	2,3	2,8	3,0
13	3,0	3,0	2,5	2,3
14	2,3	2,8	2,8	3,0
15	3,0	2,3	3,8	2,8
16	2,8	3,5	3,5	2,8
17	2,3	3,5	3,0	3,3
18	2,8	2,8	2,8	2,8
19	2,8	3,0	3,0	2,5
20	3,3	3,0	2,5	2,5
21	2,5	3,0	3,0	2,8
22	2,5	3,3	2,8	3,3
23	3,3	3,0	2,8	3,0
24	3,8	3,5	2,5	2,8
Promedio	4,0	3,0	2,9	2,9

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B 10. Promedio de los resultados de las pruebas sensoriales del yogurt para el atributo aceptabilidad. Replica 1

Respuestas experimentales	Muestras			
	307	421	724	824
1	2,5	3,5	3,3	3,0
2	1,8	2,5	3,3	2,8
3	2,3	3,0	2,5	2,8
4	2,3	2,8	3,0	2,0
5	2,3	2,5	2,5	2,8
6	2,3	2,5	2,8	3,0
7	2,0	2,8	2,5	2,8
8	2,5	2,3	2,8	2,8
9	2,5	3,0	2,8	2,5
10	3,0	3,3	3,0	2,5
11	2,0	3,0	2,8	2,5
12	3,5	2,8	2,3	3,0
13	2,5	2,8	3,0	3,0
14	2,3	2,5	2,8	2,5
15	2,5	2,8	3,3	2,5
16	3,3	3,3	3,5	2,3
17	2,0	2,0	3,3	2,0
18	2,3	2,3	2,8	2,5
19	2,3	2,5	3,8	2,3
20	2,0	2,8	2,5	3,3
21	2,5	2,3	3,3	2,3
22	2,5	2,0	3,0	3,0
23	2,8	2,8	2,0	2,5
24	2,8	3,3	2,3	2,5
Promedio	3,6	2,7	2,9	2,6

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B 11. Promedio de los resultados de las pruebas sensoriales del yogurt para el atributo color. Replica 2

Respuestas experimentales	Muestras			
	600	610	630	640
1	1,5	2,0	1,5	2,3
2	1,5	1,8	2,5	2,3
3	1,5	1,5	1,3	1,8
4	1,8	2,0	1,3	1,5
5	1,8	0,8	0,8	1,8
6	1,8	1,3	1,8	0,8
7	2,3	1,3	1,3	2,3
8	2,0	2,3	1,3	2,0
9	1,8	1,0	1,3	1,8
10	1,3	1,0	0,8	1,8
11	1,5	1,3	0,8	2,0
12	1,8	1,3	1,3	1,5
13	1,8	1,3	1,8	2,0
14	2,3	1,3	1,3	1,5
15	1,5	2,3	0,8	0,8
16	1,5	0,8	0,8	1,5
17	2,3	1,5	1,5	1,5
18	1,3	2,0	2,3	1,8
19	1,3	1,5	1,5	2,3
20	1,3	0,8	1,5	1,8
21	1,3	1,5	0,8	2,0
22	1,8	1,8	1,0	1,8
23	1,0	1,5	2,0	1,5
24	1,3	1,0	1,8	1,5
Promedio	2,0	1,4	1,3	1,7

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B 12. Promedio de los resultados de las pruebas sensoriales del yogurt para el atributo olor. Replica 2

Respuestas experimentales	Muestras			
	600	610	630	640
1	2,3	2,0	2,3	2,5
2	2,8	2,3	2,5	2,0
3	2,0	2,0	1,5	1,8
4	2,0	1,8	2,3	1,8
5	2,0	3,5	2,8	2,3
6	2,5	2,3	2,3	2,8
7	2,3	2,3	2,3	2,3
8	2,0	2,0	1,8	2,0
9	2,0	2,3	1,8	1,8
10	2,0	1,8	2,3	1,8
11	2,0	1,8	2,0	1,8
12	1,8	2,3	1,5	1,8
13	1,8	2,3	2,0	2,3
14	2,3	2,3	2,0	1,8
15	2,3	1,8	2,3	3,0
16	2,3	2,0	3,0	1,8
17	2,3	1,5	1,8	2,3
18	3,0	2,0	2,3	1,8
19	2,3	1,5	1,8	2,3
20	2,0	2,5	1,8	1,8
21	2,5	2,0	2,3	1,8
22	1,8	2,0	2,5	2,0
23	2,0	1,3	2,0	2,3
24	2,5	3,0	2,3	2,5
Promedio	2,8	2,1	2,1	2,1

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B 13. Promedio de los resultados de las pruebas sensoriales del yogurt para el atributo sabor. Replica 2

Respuestas experimentales	Muestras			
	600	610	630	640
1	2,3	2,3	2,3	2,5
2	2,8	2,3	2,5	2,0
3	2,0	2,3	1,5	1,8
4	2,0	1,8	2,5	1,8
5	2,0	2,8	3,0	2,3
6	2,5	2,8	2,0	3,5
7	2,3	2,8	2,3	2,3
8	2,0	2,0	1,5	2,0
9	2,5	1,8	2,8	1,8
10	2,0	2,5	2,5	1,8
11	2,0	2,8	3,3	2,0
12	1,8	2,3	2,8	1,5
13	1,8	2,8	2,0	2,0
14	2,3	2,8	2,8	1,5
15	2,3	2,3	3,0	2,8
16	2,3	3,5	3,0	1,8
17	2,3	1,5	1,5	2,3
18	2,8	2,0	2,3	1,8
19	2,8	1,5	1,5	2,3
20	1,8	2,8	2,3	2,0
21	2,5	2,0	2,3	2,0
22	1,8	2,0	3,0	3,0
23	2,5	2,3	2,3	2,5
24	2,8	3,3	2,3	2,8
Promedio	3,1	2,4	2,4	2,1

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B 14. Promedio de los resultados de las pruebas sensoriales del yogurt para el atributo textura. Replica 2

Respuestas experimentales	Muestras			
	600	610	630	640
1	2,3	2,0	1,8	2,0
2	2,0	2,3	2,0	1,5
3	2,0	2,0	1,5	1,8
4	2,0	1,8	1,5	1,8
5	2,0	2,0	1,3	2,3
6	1,8	1,5	2,0	2,3
7	2,3	1,5	1,5	2,3
8	2,0	2,3	1,5	2,0
9	1,8	1,5	1,3	1,8
10	1,5	1,3	1,0	1,8
11	2,0	1,8	1,3	2,0
12	1,8	2,3	1,8	1,5
13	1,8	1,8	2,0	2,0
14	2,3	1,8	1,8	1,5
15	1,8	2,3	1,0	2,0
16	1,5	2,0	1,3	1,8
17	2,3	1,5	1,5	1,8
18	1,3	2,0	2,3	1,8
19	1,3	1,5	1,5	2,3
20	1,5	1,3	1,5	1,8
21	1,8	1,8	1,3	2,0
22	1,8	2,0	1,8	1,5
23	1,3	1,0	1,5	2,0
24	1,5	1,5	1,5	1,8
Promedio	2,4	1,8	1,5	1,9

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Investigación Directa.

Tabla B 15. Promedio de los resultados de las pruebas sensoriales del yogurt para el atributo aceptabilidad. Replica 2

Respuestas experimentales	Muestras			
	600	610	630	640
1	2,3	2,0	1,8	2,0
2	2,0	2,3	2,0	1,5
3	2,0	2,0	1,5	1,8
4	1,8	1,8	1,8	1,8
5	1,8	2,3	1,5	2,3
6	1,8	1,8	2,0	2,3
7	2,0	1,8	1,5	2,3
8	2,0	2,3	2,0	2,0
9	1,5	1,5	1,8	1,8
10	1,5	1,3	1,5	1,8
11	2,0	1,8	1,5	2,0
12	1,8	2,3	1,8	1,5
13	1,8	1,8	2,0	2,0
14	2,3	1,8	1,8	1,5
15	1,8	2,3	1,5	2,0
16	2,3	2,3	1,5	1,8
17	2,3	1,5	1,5	1,8
18	2,5	2,0	2,3	1,8
19	2,5	1,5	1,5	2,3
20	1,5	1,5	1,5	1,8
21	1,8	2,0	1,5	2,0
22	1,8	2,0	2,0	1,8
23	1,8	1,0	1,8	1,8
24	2,0	2,3	1,8	1,8
Promedio	2,5	1,9	1,7	1,9

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Investigación Directa.

ANEXOS C
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Tabla C1. Análisis proximal del material fibroso (salvado de trigo (*Triticum spp.*))

Componente (g/100g)¹	Residuos
Proteína ²	11.80
Humedad	8.89
Cenizas	7.58
Fibra total	48.22
Fibra soluble	2.81
Fibra insoluble	45.40
Carbohidratos ³	54.31
¹ Medida de dos repeticiones; ² Nx6.25; ³ calculado por diferencia: 100-(%lípidos totales +%proteínas+%humedad+ %cenizas+%fibra total).	

Fuente: Laboratorio Bromatológico de la Escuela Politécnica Nacional.

Tabla C2. Análisis proximal de residuo de salvado de trigo (*Triticum spp*) fermentado

Componente (g/100g)¹	Residuos
Proteína ²	11.80
Humedad	8.89
Cenizas	7.58
Fibra total	48.22
Fibra soluble	6.81
Fibra insoluble	42.12
Carbohidratos ³	54.31
¹ Medida de dos repeticiones; ² Nx6.25; ³ calculado por diferencia: 100-(%lípidos totales +%proteínas+%humedad+ %cenizas+%fibra total).	

Fuente: Laboratorio Bromatológico de la Escuela Politécnica Nacional.

Tabla C3. Comparación del material fibroso de la salvado de trigo (*Triticum spp*).

Fracción de fibra	Unidades	Fibra de salvado de trigo seco	Fibra de salvado de trigo fermentado
Fibra soluble	(g/100g)	2.81	6.81
Fibra insoluble		45.40	42.12

Fuente: Laboratorio Bromatológico de la Escuela Politécnica Nacional

Tabla C4. Análisis Microbiológico del salvado de trigo fermentado, mejor tratamiento.

Análisis	Resultado				
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
Mohos y Levaduras	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes Totales	<10	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fuente: Laboratorio de Microbiología de los Alimentos. UTA-FCIAL.

Tabla C5. Análisis Microbiológico del yogurt batido con adición de fibra dietética y mermelada.

Análisis	Resultado				
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
Mohos y Levaduras	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes Totales	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fuente: Laboratorio de Microbiología de los Alimentos. UTA-FCIAL.

ANEXOS D

COSTO DE PRODUCCIÓN

Estimación del costo por parada para la industrialización de la obtención de fibra dietética del salvado de trigo (*Triticum spp.*)..

Tabla D1. Materiales directos e indirectos.

Materiales	Cantidad (kg)	Precio/kg	Costo total (\$)
Afrecho	20	0.10	2.00
Semilla Hongo <i>P. ostreatus</i>	1	1.00	1.00
Total			3.00

Tabla D2. Equipos requeridos para el proceso.

Equipos	Costo (\$)	Depreciación (Año)	Costo Anual(\$)	Costo Día (\$)	Costo/Horas (\$)	Tiempo Utilizable (h)	Costo Total (\$)
Olla tamalera	30	5	6	0.1	0.01	5	0.05
Prensa	1500	10	150	0.60	0.08	3	0.23
Secador	2000	10	200	0.80	0.10	6	0.60
Molino	200	10	20	0.1	0.01	1	0.01
Cocina	40	10	4	0.016	0.002	4	0.01
Total							0.90

Tabla D3. Insumos Básicos.

Servicios	Cantidad (kg)	Precio/kg	Costo total (\$)
Gas	5	Kg	0.50
Agua	1	m ³	0.40
Electricidad	3	Kw/h	0.30
Total			1.20

Tabla D4. Personal.

Personal	Sueldo	Tiempo Utilizable (h)	Costo /horas (\$)	Costo total (\$)
1	265	16	1.60	25.60

Tabla D5. Inversión estimada para el proceso de obtención de fibra dietética del salvado de trigo (*Triticum spp*).

Capital de Trabajo	Monto
Materiales Directos e Indirectos	3.00
Equipos requeridos	0.90
Insumos básicos	1.20
Personal	25.60
Total	30.70
Cantidad Kg obtenidos en el proceso obtención de fibra dietética.	2.65
Costo (\$)/Kg	11.58

Estimación del costo por parada para de elaboración de yogurt batido con fruta y fibra dietética.

Tabla D6. Materiales directos e indirectos.

Materiales	Cantidad (kg)	Precio/kg	Costo total (\$)
Leche	5	0.4	2.00
Leche en polvo	0.2	1.25	0.25
Fermento	0.04	1.80	0.07
Fibra dietética	0.03	11.58	0.38
Frutilla	0.50	1.00	0.5
Azúcar	0.50	1.20	0.6
Envases	5 unidades	0.10	0.5
Total			4.30

Tabla D7. Equipos requeridos para el proceso.

Equipos	Costo (\$)	Depreciación (Año)	Costo Anual(\$)	Costo Día (\$)	Costo/Horas (\$)	Tiempo Utilizable (h)	Costo Total (\$)
Olla de cocción	250	10	25	0.06	0.007	4	0.03
Utensilios	12	5	2.40	0.006	0.0007	3	0.01
Refrigeradora	300	10	30	0.08	0.01	2	0.02
Termómetro	30	10	3	0.1	0.01	0.5	0.01
Balanza	50	5	10	0.01	0.001	0.15	0.01
Total							0.08

Tabla D8. Insumos Básicos.

Servicios	Cantidad (kg)	Precio/kg	Costo total (\$)
Agua	0.2	m ³	0.40
Electricidad	1	Kw/h	0.30
Total			0.70

Tabla D9. Personal.

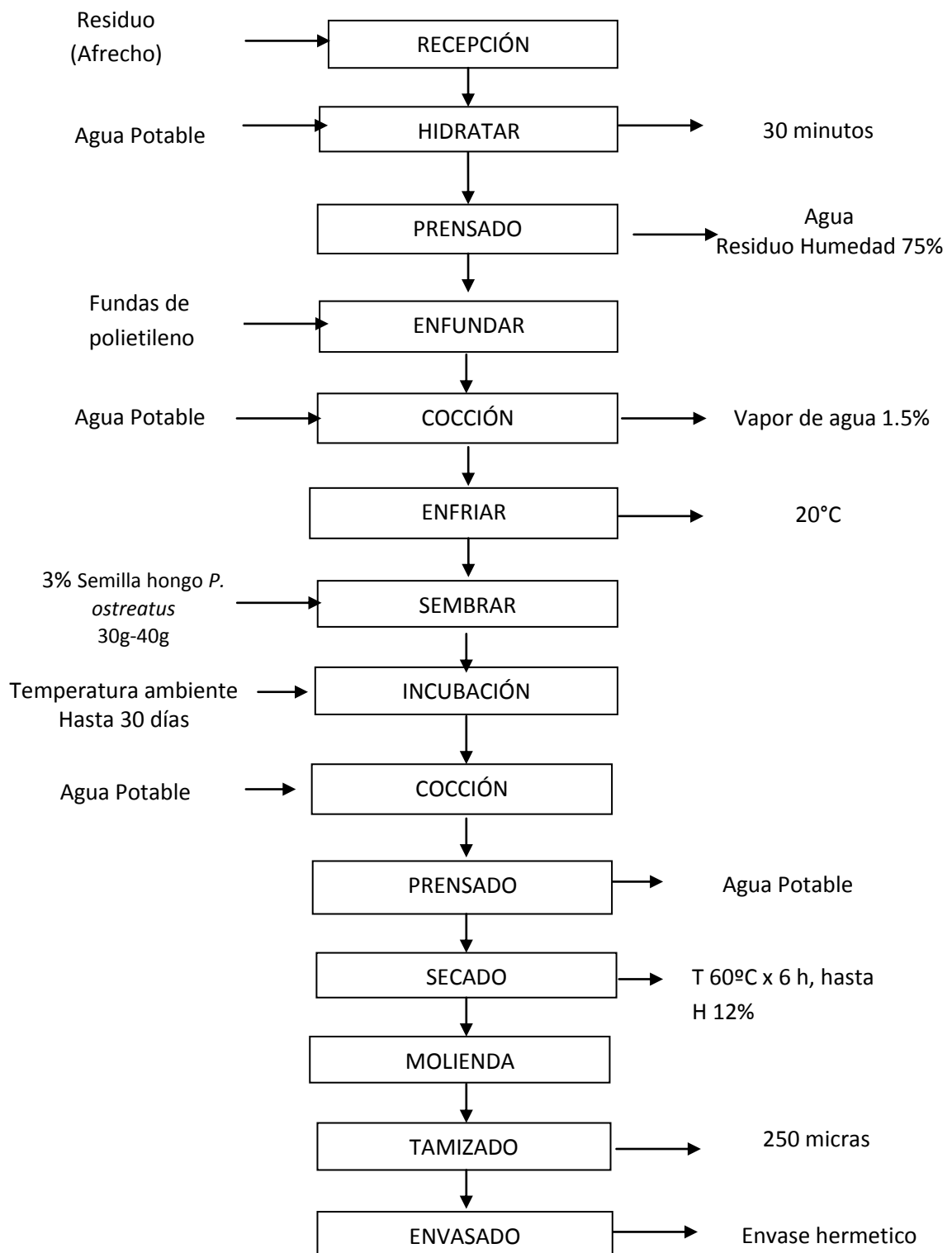
Personal	Sueldo	Tiempo Utilizable (h)	Costo /horas (\$)	Costo total (\$)
1	267	5	1.60	8.00

Tabla D10. Inversión estimada para el proceso de elaboración de yogurt batido con fruta y fibra dietética.

Capital de Trabajo	Monto
Materiales Directos e Indirectos	4.30
Equipos requeridos	0.08
Insumos básicos	0.70
Personal	8.00
Total	13.08
Cantidad en Kg	12.3
Costo (\$)/Kg	1.06

ANEXOS E DIAGRAMAS

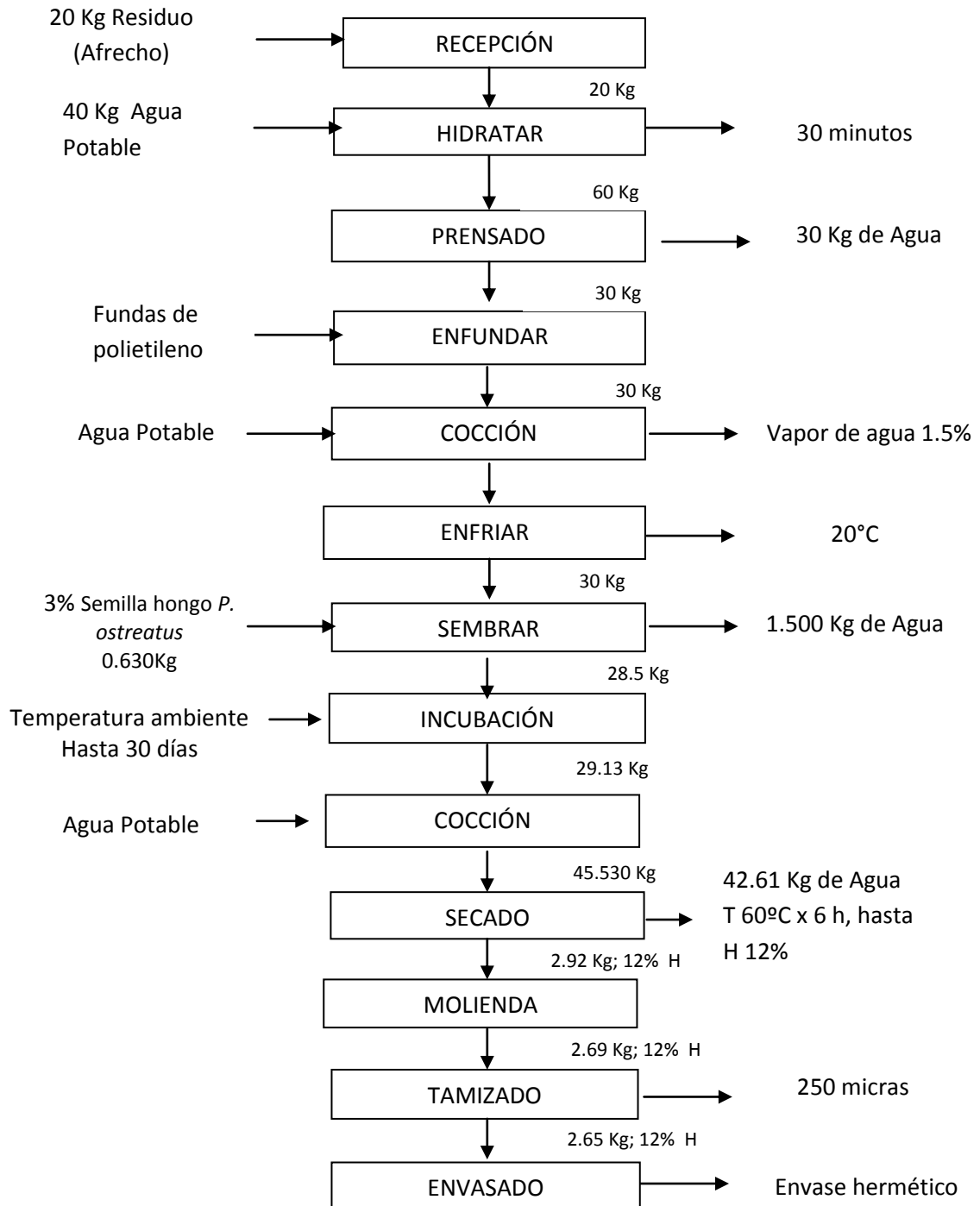
Diagrama N°1 Diagrama de bloques de incremento de fibra dietética soluble en el material fibroso “Salvado de trigo (*Triticum spp*)”



Elaborado por: Sailema Martha, 2011

Fuente: Investigación Directa

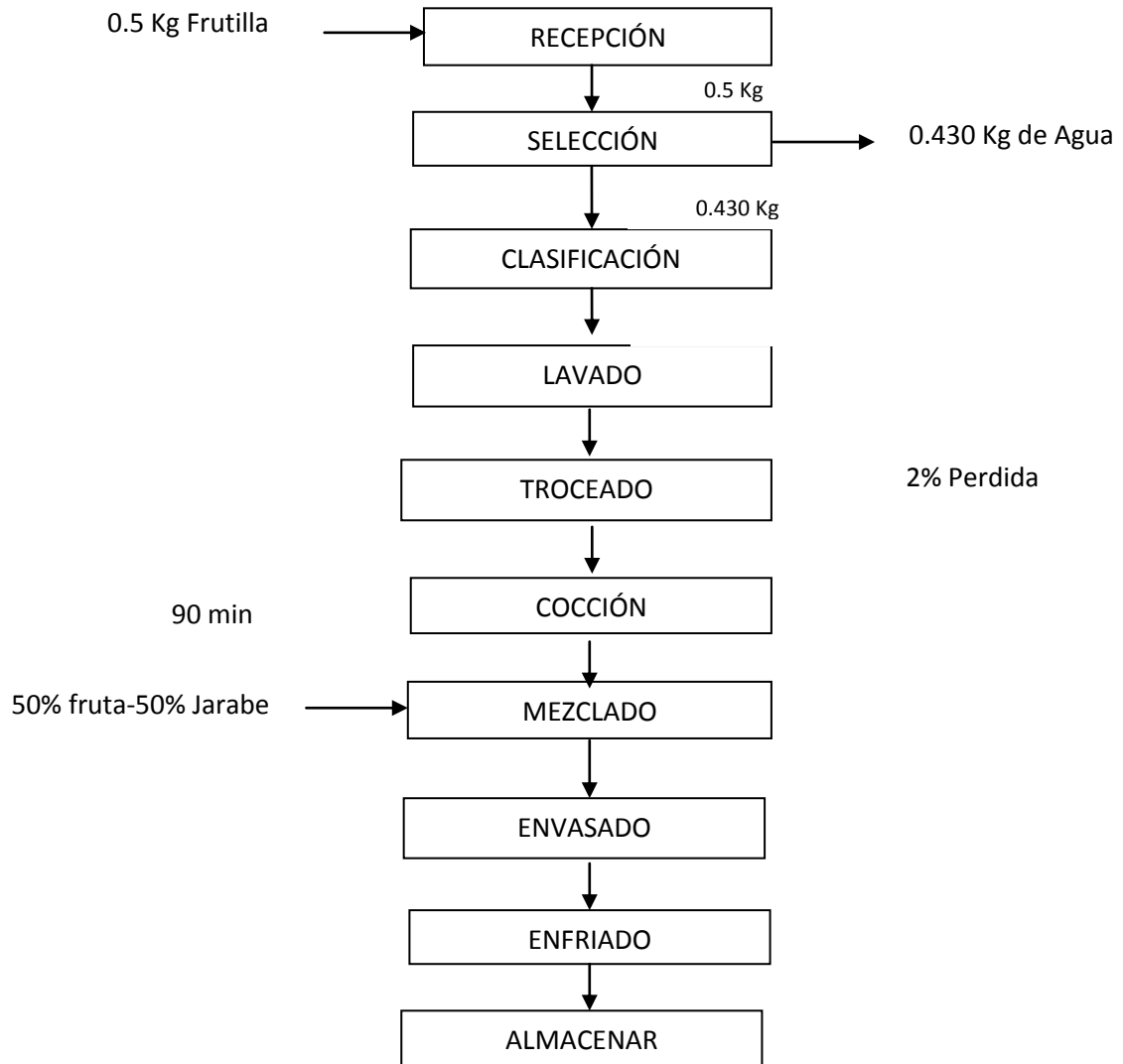
Diagrama N°2 Diagrama de flujo para incrementar fibra dietética partir del Salvado de trigo (*Triticum spp*).



Elaborado por: Sailema Martha, 2011

Fuente: Investigación Directa

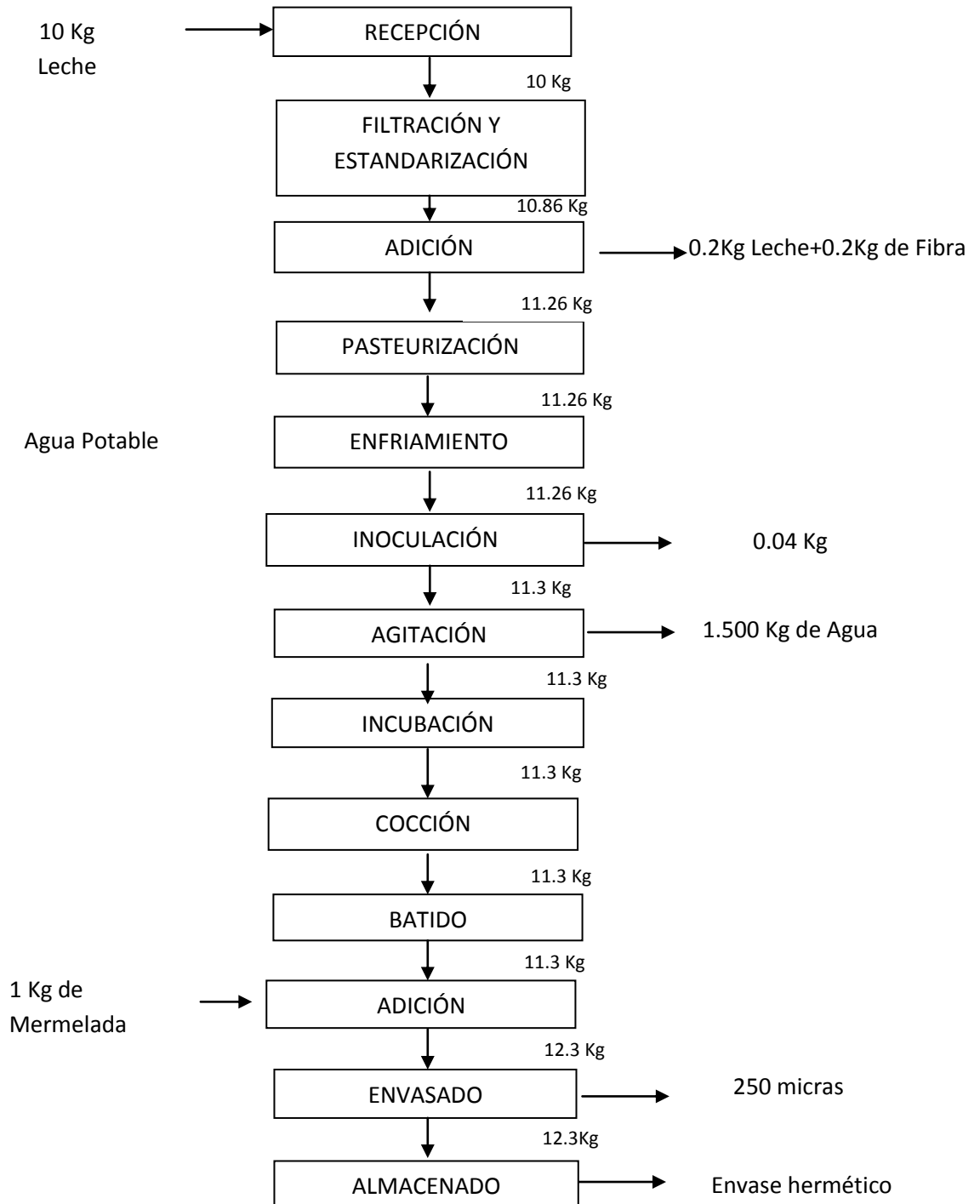
Diagrama N°3 Diagrama de flujo para elaborar mermelada de frutilla.



Elaborado por: Sailema Martha, 2011

Fuente: Investigación Directa

Diagrama N°4 Diagrama de flujo para elaborar yogurt batido con frutas y fibra dietética soluble.



Elaborado por: Sailema Martha, 2011

Fuente: Investigación Directa

ANEXOS F

DISEÑO EXPERIMENTAL

Tabla F1. ANOVA para Color del yogurt con adición de fibra y fruta.

Análisis de la varianza

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R.Exp	192	0,30	0,29	25,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,56	4	4,14	20,20	<0,0001
Porcentaje	0,33	1	0,33	1,63	0,2038
Bloque	16,22	3	5,41	26,39	<0,0001

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Infostat

Tabla F2. ANOVA para Olor del yogurt con adición de fibra y fruta.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R.Exp	192	0,35	0,34	16,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,06	4	4,27	25,33	<0,0001
Bloque	0,85	3	0,28	1,67	0,1739
Porcentaje	16,22	1	16,22	96,29	<0,0001

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Infostat

Tabla F3. ANOVA para Sabor del yogurt con adición de fibra y fruta.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R.Exp	192	0,42	0,41	17,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,22	4	5,55	34,48	<0,0001
Porcentaje	1,88	1	1,88	11,67	0,0008
Bloque	20,34	3	6,78	42,08	<0,0001

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21446

Error: 0,1611 gl: 187

Bloque Medias n E.E.

1,00	2,67	48	0,06	A
2,00	2,59	48	0,06	A
3,00	2,21	48	0,06	B
4,00	1,86	48	0,06	C

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Infostat

Tabla F4. ANOVA para Textura del yogurt con adición de fibra y fruta.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R.Exp	192	0,55	0,54	19,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41,14	4	10,28	57,95	<0,0001
Bloque	35,67	3	11,89	67,00	<0,0001
Porcentaje	5,47	1	5,47	30,81	<0,0001

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22509

Error: 0,1775 gl: 187

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	2,78	48	0,06	A
2,00	2,39	48	0,06	B
3,00	1,81	48	0,06	C
4,00	1,72	48	0,06	C

Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Infostat

Tabla F5. ANOVA para Aceptabilidad del yogurt con adición de fibra y fruta.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R.Exp	192	0,45	0,44	18,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,99	4	6,00	38,95	<0,0001
Porcentaje	0,78	1	0,78	5,04	0,0260
Bloque	23,21	3	7,74	50,26	<0,0001

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20965

Error: 0,1539 gl: 187

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	2,61	48	0,06	A
2,00	2,30	48	0,06	B
3,00	1,89	48	0,06	C
4,00	1,73	48	0,06	C



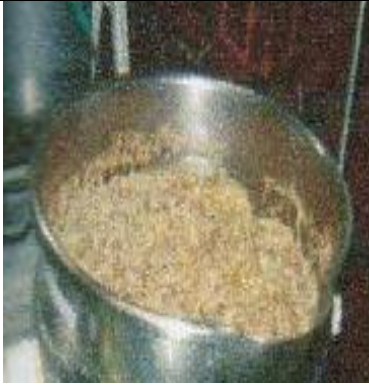






Elaborado por: Martha Sailema

Fuente: Infostat

ANEXOS G

FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Preparación del Inoculo

		
<p>1)Recepción del Afrecho</p>	<p>2) Hidratar del Afrecho</p>	<p>3) Prensar el Afrecho</p>
		
<p>4) Pesar el Afrecho 1Kg</p>	<p>5) Cocción 6 horas y Enfriamiento 20°C</p>	<p>6) Sembrar el hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>.</p>
		
<p>7) Incubar por 30días</p>	<p>8) Micelio Cubierto</p>	<p>9) Cocción 60°C</p>

		
9) Secar 60°C	11) Moler	12) Envasar

APÉNDICES

MÉTODOS DE ENSAYO

Apéndice No.01

DETERMINACION DE HUMEDAD

Tipo producto: Salvado de trigo

Referencias: AOAC, "Official Methods of Analysis" 18 thEdition, METODO OFICIAL AOAC 925.10. Sólidos Totales y humedad en harinas, Método de estufa de aire. Acción inicial 1925. Acción final.

Equipo y Materiales

- ✓ Cápsula de aluminio con tapa invertida
- ✓ Desecador: Con sílica gel como agente secante
- ✓ Estufa de aire maraca Memmert, modelo M 400.
- ✓ Molino manual
- ✓ Rallador manual
- ✓ Tijeras para cortar carne
- ✓ Arena de mar purificada con acido de calcinada, disponible comercialmente
- ✓ Palillos
- ✓ Licuadoras equipadas con mini vaso

Preparación de la muestra

Moler una parte representativa de la muestra en un molino manual. Guárdela en una funda de polietileno para prevenir los cambios en su humedad.

Determinación del ensayo

- ✓ Seque la cápsula a $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por una hora.
- ✓ Enfríe en un desecador hasta que alcance la temperatura ambiental cerciórese antes que la sílica gel se encuentre de color azul.
- ✓ Añada aproximadamente 5g de arena de mar y un palillo de dientes. Pese el conjunto exactamente.

- ✓ Añada aproximadamente 2g de muestra bien homogenizada, exactamente pesada hasta el cuarto decimal, extraiga el conjunto y remueva con el palillo para que la muestra se mezcle muy bien con la arena y distribuya uniformemente. Deje el palillo dentro de la capsula y coloque la tapa ajustándola al cuerpo de la misma.
- ✓ En la estufa de aire que se encuentra a $130\pm 3^{\circ}\text{C}$ coloque el conjunto de manera rápida, con la tapa desplazada en la estufa de aire. Seque por el tiempo de una hora.

Equipo y Materiales

- ✓ Crisoles de porcelana
- ✓ Desecador con llave de evacuación, lubricados sus bordes esmerilados con vaselina.
- ✓ Muflamarca Barnstead Thermolyne, mod. F6010.
- ✓ Balanza analítica marca OhausAdventurer, mod AR 2140
- ✓ Pinzas largas de acero inoxidable, de aproximadamente 20 cm de largo.
- ✓ Modelo manual. Silica gel a ser colocada en los desecadores como agente secante
- ✓ Licuadora equipada con mini vaso.

Prepara de la muestra

Muela una parte representativa de la muestra en un molino manual. Almacene en funda de polietileno para prevenir cambios en su humedad hasta utilizarle.

Determinación

- ✓ Calcinar los crisoles vacios en mufla a 550°C por una hora
- ✓ Enfriar en un desecador, hasta que alcance la temperatura ambiental. Cerciórese antes que la silica gel se encuentre de color azul.
- ✓ Pesar el crisol vacio exactamente, hasta el cuarto decimal
- ✓ Añadir el crisol de 3-5 gr de muestra, exactamente pesada hasta el cuarto decimal.
- ✓ Coloque el crisol con la muestra en la mufla fría, encienda el equipo y verifique que esté secado a 550°C . La muestra empieza a combustionarse conforme va subiendo para extraer los humos generados.

- ✓ La mufla llega a 550°C en aproximadamente 1 hora puede entonces apagar la ventilación mecánica. Mantener los crisoles con la muestra a esta temperatura por 6 horas adicionales.
- ✓ Utilizando las pinzas largas, saque los crisoles de la cámara de la mufla y déjelos enfriar a la atmosfera durante 60 seg antes de colocarlos en el desecador. Enfríelos en él extrayendo a intervalos de 15 min el aire caliente que se genera dentro del desecador, abriendo la llave de evacuación de la parte superior.
- ✓ Después de que alcance la temperatura ambiental (aproximadamente 1,5 h) pese rápidamente el conjunto en forma exacta hasta el cuarto decimal.

Cálculos y expresión de resultados

$$\text{Contenido de cenizas(\%)} = \frac{\text{Peso de crisol+ ceniza} - \text{Peso crisol vacío}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Apéndice No.05

DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA INSOLUBLE

Tipo producto: Salvado de Trigo

Procedimiento

- ✓ Pesar la muestra 0,2 a 1 gr. (Preparar dos blancos con dos muestras)
- ✓ Medir 100 microlitros de alfa amilasa "Termamyl" nombre comercial tapar con papel aluminio.
- ✓ Preparar la solución de búfer pH6 De fosfato de sodio monobásico[NaH₂PO₄•H₂O] con fosfato de sodio dibásico [Na₂HPO₄•2H₂O]
- ✓ En un vaso de precipitación de 600 ml, añadir la muestra más 25 ml solución búfer y 100 microlitros de Termamyl.
- ✓ Ajuste a un pH 6 con solución NaOH
- ✓ Poner en baño a ebullición por 20 min. Donde se simula la primera digestión o degradación enzimática.
- ✓ Enfriar 15 min y añadir 20 ml de ácido clorhídrico 0,2 Normal
- ✓ Añadir 1 ml de pepsina al 10% (10 gr en 100 ml H₂O)
- ✓ Ajustar a un pH 1,5 con solución Acido clorhídrico 5 o 1 normal
- ✓ Llevar a un baño a 40°C por 1 hora. Con agitación magnética
- ✓ Ajuste de pH a 6,8 utilizando NaOH 1 o 5 Molar, para que actúe la pancreatina al pH indicado.
- ✓ Añadir 1 ml de pancreatina 10% y dejar en el baño a 40°C con agitación por 1 hora.
- ✓ Ajuste pH 4,5. Filtración.
- ✓ Retirar la barra de agitación y filtrar al vacío utilizando quitasato y bomba al vacío.
- ✓ Enjuagar el vaso con pequeña cantidad de H₂O que no pase de 100 ml.
- ✓ Pesar en cada crisol y añadir la celita ayudante de filtración, la cantidad de 0,5 gr, previamente taradas los crisoles con la celita ya enfriadas por una hora en el desecador.
- ✓ Recoger el filtrado de la fibra soluble, en vaso precipitación de 600 ml.
- ✓ Lavar la fibra insoluble con 2 porciones de 15 ml de etanol al 95% y luego con 2 porciones de 15 ml de acetona y llevar a estufa a 100°C por toda la noche.
- ✓ Pesar las muestras para encontrar la cantidad de fibra insoluble no corregida.

DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE

Tipo producto: Salvado de Trigo

Procedimiento

- ✓ El sobrenadante del filtrado colocar en un vaso de precipitación de 600 ml
- ✓ Añadir alcohol 95% caliente a 60°C, para precipitar la fibra soluble. Repetir los pasos para obtención de fibra insoluble:
- ✓ Luego de la filtración con agua debemos lavar el alcohol 95% y humedecer la celita del crisol, previamente tarado y desecado.
- ✓ Pesar la muestra 0,2 a 1 gr. (Preparar dos blancos con dos muestras)
- ✓ Medir 100 microlitros de alfa amilasa "Termanyl" nombre comercial tapar con papel aluminio.
- ✓ Preparar la solución de búfer pH6 de fosfato de sodio monobásico[NaH₂PO₄·H₂O] con fosfato de sodio dibásico [Na₂HPO₄·2H₂O]
- ✓ En un vaso de precipitación de 600 ml, añadir la muestra más 25 ml solución búfer y 100 microlitros de Termanyl.
- ✓ Ajuste a un pH 6 con solución NaOH. Poner en baño a ebullición por 20 min. Donde se simula la primera digestión o degradación enzimática.
- ✓ Enfriar 15 min y añadir 20 ml de ácido clorhídrico 0,2 Normal y añadir 1 ml de pepsina al 10% (10 gr en 100 ml H₂O)
- ✓ Ajustar a un pH 1,5 con solución Acido clorhídrico 5 o 1 normal. Llevar a un baño a 40°C por 1 hora. Con agitación magnética, ajuste de pH a 6,8 utilizando NaOH 1 o 5 Molar, para que actúe la pancreatina al pH indicado.
- ✓ Añadir 1 ml de pancreatina 10% y dejar en el baño a 40°C con agitación por 1 hora. Ajustar a pH 4,5. retirar la barra de agitación y filtrar al vacío utilizando quitasato y bomba al vacío.
- ✓ Enjuagar el vaso con pequeña cantidad de H₂O que no pase de 100 ml.
- ✓ Pesar en cada crisol y añadir la celita ayudante de filtración, la cantidad de 0,5 gr, previamente taradas los crisoles con la celita ya enfriadas por una hora en el desecador.
- ✓ Recoger el filtrado de la fibra soluble, en vaso precipitación de 600 ml. Lavar la fibra insoluble con 2 porciones de 15 ml de etanol al 95% y luego con 2 porciones de 15 ml de acetona y llevar a la estufa a 100 ° C por toda la noche. Pesar las muestras para encontrar cantidad de fibra soluble no corregida.