

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POST GRADO
ESPECIALIDAD DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**



**“CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DE FIBRA Y MEZCLAS
DE FIBRA DIETARIA OBTENIDAS A PARTIR DE RESIDUOS DE
NARANJA (*Citrus sinensis*), SALVADO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y
CASCARA DE CAMOTE (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)”**

**Tesis para optar el grado de
MAGISTER SCIENTIAE**

ANA CONSUELO AGUILAR GALVEZ

**LIMA-PERU
2002**

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO	<i>i</i>
INDICE DE CUADROS	<i>v</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>vii</i>
INDICE DE ANEXOS	<i>ix</i>
RESUMEN	<i>xi</i>
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. DEFINICION	3
2.2. COMPONENTES DE LA FIBRA DIETARIA	6
2.2.1. Componentes de las paredes celulares vegetales	6
a. Celulosa	6
b. Hemicelulosas	7
c. Sustancias pécticas	8
d. Ligninas	9
e. Polifenoles	9
2.2.2. Polisacáridos utilizados como aditivos alimentarios	10
a. Gomas vegetales	10
b. Mucílagos	10
2.2.3. Compuestos asociados a la fibra	10
2.3. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA FIBRA DIETARIA	13
2.3.1. Propiedades de hidratación	13
2.3.2. Capacidad de intercambio catiónico	15

2.3.3. Tamaño y estructura de partículas, densidad y características de superficie (porosidad y capacidad de adsorción grasa)	16
2.3.4. Adsorción de moléculas orgánicas	17
2.4. EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA FIBRA DIETARIA EN EL ORGANISMO	17
2.4.1. Glucemia	19
2.4.2. Reducción del colesterol del plasma	21
2.4.3. Fermentabilidad	23
2.4.4. Cáncer de colon	26
2.4.5. Tiempo de tránsito intestinal	28
2.5. EFECTOS SECUNDARIOS Y OTROS EFECTOS DE LA FIBRA	30
2.6. FUENTES DE FIBRA	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. MATERIA PRIMA	33
3.2. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS	33
3.2.1. Equipos	33
3.2.2. Materiales	34
3.2.3. Reactivos	34
3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS	35
3.3.1. Composición proximal	35
3.3.2. Propiedades físico-químicas de la fibra	35
3.3.3. Fibra dietaria soluble, insoluble y total	36

3.3.4. Análisis de fitatos en la fibra	36
3.3.5. Polifenoles totales de la fibra	37
3.3.6. Capacidad antioxidante de la fibra	37
3.3.7. Análisis de componentes de la fibra	37
3.4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL	39
3.4.1. Obtención de la fibra dietaria	39
3.4.2. Caracterización de la fibra dietaria	41
3.4.3. Diseño experimental	41
3.5. ANALISIS ESTADISTICO	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	45
4.1. COMPOSICION PROXIMAL	45
4.2. PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE LA FIBRA DIETARIA	48
4.2.1. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico	57
4.3. DETERMINACION DE FIBRA DIETARIA TOTAL, INSOLUBLE Y SOLUBLE	60
4.4. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE FITATOS	65
4.5. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES	67
4.6. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	69
4.7. CONTENIDO DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO Y	

FIBRA DETERGENTE ACIDO	71
4.8. ANALISIS DE LOS COMPONENTES DE LAS DIFERENTES FUENTES DE FIBRA	73
4.8.1. Comparación de los contenidos de fibra dietaria total, componentes y fibra cruda	76
4.8.2. Relación entre los componentes de la fibra dietaria y las propiedades fisico-químicas	79
4.9. FORMULACION Y CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS DE FIBRA DIETARIA	80
4.9.1. Caracterización de las mezclas de fibra dietaria	81
4.9.2. Comparación entre los valores obtenidos y los esperados en las mezclas formuladas	91
4.9.3. Composición proximal	94
V. CONCLUSIONES	95
VI. RECOMENDACIONES	97
VII. BIBLIOGRAFIA	98
VIII. ANEXOS	104

INDICE DE CUADROS

CUADRO:

1: Fracción indigestible de los alimentos vegetales	4
2: Componentes de la fibra dietaria y sus características	12
3: Composición proximal de la fibra dietaria de residuos de naranja	45
4: Composición proximal de la fibra dietaria de salvado de cebada	46
5: Composición proximal de la fibra dietaria de cáscara de camote	46
6: Propiedades fisico-químicas de la fibra dietaria de residuos de naranja	49
7: Propiedades fisico-químicas de la fibra dietaria de salvado de cebada	49
8: Propiedades fisico-químicas de la fibra dietaria de cáscara de camote	50
9: Capacidad de intercambio catiónico de fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote	58
10: Contenido de fibra dietaria total, insoluble y soluble de fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote	60
11: Contenido de fitatos de fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote	65
12: Contenido de polifenoles totales de fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote	68
13: Capacidad antioxidante de fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote	70
14: Contenido de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido de fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote	72
15: Análisis de los componentes de fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote	74
16: Formulación de las mezclas de fibra dietaria a partir de residuos de naranja, salvado de cebada y cascaras de camote	81
17: Propiedades fisico-químicas de las mezclas de fibra dietaria	82
18: Contenido de fibra dietaria total, insoluble y soluble de las mezclas de fibra dietaria	84
19: Contenido de fitatos de las mezclas de fibra dietaria	86

20: Contenido de polifenoles de las mezclas de fibra dietaria	86
21: Capacidad antioxidante de las mezclas de fibra dietaria	87
22: Contenido de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido de las mezclas de fibra dietaria	88
23: Análisis de los componentes de las mezclas de fibra dietaria	89
24: Comparacion entre los valores obtenidos y los esperados en las mezclas formuladas	92
25: Indice de error de los valores obtenidos en relación a los esperados para las propiedades fisico-químicas (CRA, CH, CAA y CIC), FDT, FDI y FDS	93
26: Composición proximal de las mezclas de fibra dietaria	94

INDICE DE FIGURAS

FIGURA:

- | | |
|---|----|
| 1: Flujo de operaciones para la obtención de fibra dietaria a partir de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote | 40 |
| 2: Diseño experimental | 42 |
| 3: Capacidad de retención de agua de los diferentes tipos de fibra sometida a lavado a 80°C por tiempos de 5 y 10 minutos y diferentes tamaños de partícula | 52 |
| 4: Capacidad de hinchamiento de los diferentes tipos de fibra sometida a lavado a 80°C por tiempos de 5 y 10 minutos y diferentes tamaños de partícula | 54 |
| 5: Capacidad de adsorción de aceite de los diferentes tipos de fibra sometida a lavado a 80°C por tiempos de 5 y 10 minutos y diferentes tamaños de partícula | 56 |
| 6: Curvas de titulación de la fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote en ciclo H ⁺ | 58 |
| 7: Contenido de fibra dietaria soluble e insoluble y fibra cruda en la fibra dietaria de residuos naranja, salvado de cebada y cáscara de camote | 61 |
| 8: Relación entre el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante de la fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote | 71 |
| 9: Comparación de los contenidos de fibra dietaria total, componentes y fibra cruda de la fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote | 77 |
| 10: Relación entre los componentes y las propiedades fisico-químicas de la fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada y cáscara de camote | 79 |
| 11: Relación de la CRA, CH, CAA y CIC entre fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada, cáscara de camote y las mezclas formuladas | 83 |

12: Relación entre la fibra dietaria soluble e insoluble y total de la fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada, cáscara de camote y las mezclas formuladas	85
13: Relación entre los polifenoles totales y la capacidad antioxidante de la fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada, cáscara de camote y las mezclas formuladas	87
14: Comparación de los componentes de la fibra dietaria de residuos de naranja, salvado de cebada, cáscara de camote y las mezclas	89

INDICE DE ANEXOS

ANEXO:

A-1: Capacidad de retención de agua	105
A-2: Capacidad de hinchamiento	105
A-3: Capacidad de adsorción de aceite	105
A-4: Capacidad de intercambio catiónico	106
A-5: Fibra dietaria total, soluble e insoluble	107
A-6: Determinación de fitatos	113
A-7: Polifenoles totales	116
A-8: Capacidad antioxidante	118
A-9: Fibra detergente ácido	120
A-10: Lignina permanganato y celulosa	122
A-11: Fibra detergente neutro	124
A-12: Determinación de sustancias pécticas	125
B-1: Análisis de varianza de la capacidad de retención de agua de la fibra dietaria de residuos de naranja	127
B-2: Análisis de varianza de la capacidad de retención de agua de la fibra dietaria de salvado de cebada	127
B-3: Análisis de efecto simple para la interacción significativa de la capacidad de retención de agua de la fibra dietaria de salvado de cebada	127
B-4: Análisis de varianza de la capacidad de retención de agua de la fibra dietaria de cascara de camote	128
B-5: Análisis de varianza de la capacidad de hinchamiento de la fibra dietaria de residuos de naranja	128
B-6: Análisis de varianza de la capacidad de hinchamiento de la fibra dietaria de salvado de cebada	128
B-7: Análisis de varianza de la capacidad de hinchamiento de la fibra dietaria de cascara de camote	129
B-8: Análisis de varianza de la capacidad de adsorción de aceite en la fibra	

dietaria de residuos de naranja	129
B-9: Análisis de varianza de la capacidad de adsorción de aceite en la fibra dietaria de salvado de cebada	129
B-10: Análisis de varianza de la capacidad de adsorción de aceite en la fibra dietaria de cascara de camote	130
B-11: Análisis de efecto simple para la interacción significativa de la capacidad de adsorción de aceite en la fibra dietaria de cascara de camote	130
B-12: Análisis de promedios de la fibra dietaria de residuos de naranja	130
B-13: Análisis de promedios de la fibra dietaria de salvado de cebada	131
B-14: Análisis de promedios de la fibra dietaria de cascara de camote	131
B-15: Análisis de varianza completamente al azar para la capacidad de retención de agua de las mezclas de fibra dietaria	131
B-16: Prueba de Tukey para la capacidad de retención de agua de las mezclas de fibra dietaria	132
B-17: Análisis de varianza completamente al azar para la capacidad de hinchamiento de las mezclas de fibra dietaria	132
B-18: Análisis de varianza completamente al azar para la capacidad de adsorción de aceite de las mezclas de fibra dietaria	132
B-19: Prueba de Tukey para la capacidad de adsorción de aceite de las mezclas de fibra dietaria	133
B-20: Análisis de varianza completamente al azar para el contenido de fitatos de las mezclas de fibra dietaria	133
B-21: Análisis de varianza completamente al azar para el contenido de polifenoles totales de las mezclas de fibra dietaria	133
B-22: Prueba de Tukey para el contenido de polifenoles de las mezclas de fibra dietaria	134
B-23: Análisis de varianza completamente al azar para la capacidad antioxidante de las mezclas de fibra dietaria	134