

20  
14

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ZARAGOZA"

"EVALUACION BIOLÓGICA DE UN CONCENTRADO  
PROTEINICO OBTENIDO A PARTIR DE CHICHARO  
FRESCO (Pisum sativum L.)"

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A :  
**MARIA DEL CARMEN REYES VEGA**

DIR. DE TESIS: O.F.B. LAURA VIRGINIA MADRIGAL AMBRIZ

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

# CONTENIDO

	PÁG.
<b>CAPÍTULO I</b>	
1.1 RESUMEN.....	1
1.2 INTRODUCCIÓN.....	3
1.3 ANTECEDENTES.....	7
1.4 MÉTODOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS.....	9
1.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CHÍCHARO.....	22
<b>CAPÍTULO II</b>	
2.1 JUSTIFICACIÓN.....	23
2.2 HIPÓTESIS.....	24
2.3 OBJETIVOS.....	25
<b>CAPÍTULO III</b>	
3.1 METODOLOGÍA.....	28
3.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	34
<b>CAPÍTULO IV</b>	
4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.2 CONCLUSIONES.....	42
4.3 BIBLIOGRAFÍA.....	47
4.4 APÉNDICE.....	57

## 1.1 RESUMEN.

EL OBJETIVO DEL PRESENTE ESTUDIO FUÉ DETERMINAR EL VALOR NUTRITIVO DE UN CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO FRESCO (*Pisum sativum* L) POR MEDIO DE PRUEBAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS. SE DETERMINÓ LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CONCENTRADO (HUMEDAD, CENIZAS, FIBRA CRUDA, PROTEÍNA, GRASA, E HIDRATOS DE CARBONO), SU CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS Y DE FACTORES ANTINUTRICIOS (INHIBIDOR DE TRIPSINA, GLUCÓSIDOS CIANOGENICOS, SAPONINAS, ALCALOIDES Y HEMAGLUTININAS). PARA LA EVALUACIÓN BIOLÓGICA SE UTILIZARON LOS MÉTODOS DE RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICA (REP), UTILIZACIÓN NETA DE LA PROTEÍNA (UIP) Y DIGESTIBILIDAD APARENTE (DA) EN RATAS MACHO WISTAR RECÍEN DESTETADAS DURANTE UN PERÍODO DE 28 DÍAS. SE ELABORARON 2 DIETAS EXPERIMENTALES CUYO APORTE PROTEÍNICÓ ESTUVO DADO EN UN 10% POR EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO Y OTRA QUE SE TOMÓ COMO DIETA CONTROL, UTILIZANDO A LA CASEÍNA DE REFERENCIA.

LOS RESULTADOS REVELARON QUE EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ PROPORCIONÓ EN BASE SECA UN 7.56% DE CENIZAS, 68.20% DE PROTEÍNA, 0.77% DE FIBRA CRUDA, 2.60% DE GRASA, 20.87% DE HIDRATOS DE CARBONO Y 2.99% DE ALMIDÓN; ADEMÁS CONTIENE TODOS LOS AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN LAS PROPORCIONES REQUERIDAS POR EL ORGANISMO HUMANO, RESULTANDO ÚNICAMENTE LIMITANTE EN

## EL AMINOÁCIDO ESENCIAL METIONINA.

CON RESPECTO A SU CONTENIDO DE FACTORES ANTINUTRICIOS SE PRESENTÓ MENOS DE 1000 UTI/G PARA EL INHIBIDOR DE TRIPSINA, NO SE DETECTARON GLUCÓSIDOS CIANOGENICOS AUNQUE SI PRESENTÓ SAPONINAS, PARA LA DETERMINACIÓN DE ALCALOIDES HAY CIERTA DISCREPANCIA YA QUE DE ACUERDO CON LA LITERATURA CITADA EL CHÍCHARO CARECE DE ESTOS COMPUESTOS Y SU PRESENCIA PUEDE ATRIBUIRSE A OTROS FACTORES TÓXICOS DEL CHÍCHARO, POR OTRA PARTE LAS HEMAGLUTININAS SOLO SE DETECTARON EN ERITROCITOS DE CONEJO SIENDO NEGATIVAS EN LOS DE VACA Y HUMANO, SIN EMBARGO SE SABE QUE LAS QUE ACTÚAN SOBRE LAS DE CONEJO NO TIENEN ACCIÓN TÓXICA EN EL ORGANISMO.

LOS VALORES OBTENIDOS PARA LA REP= $1.61 \pm 0.18$ ; PARA LA UNP= $20.74 \pm 2.53$  Y PARA LA DA =  $36.6 \pm 4.98$ . ESTOS RESULTADOS REFLEJAN EN FORMA SIGNIFICATIVA LA DEFICIENCIA DEL AMINOÁCIDO ESENCIAL METIONINA SIN EMBARGO, NO QUIERE DECIR QUE EL CONCENTRADO NO SEA DE BUENA CALIDAD, YA QUE EXISTEN DATOS QUE APOYAN EL HECHO DE QUE AL INCORPORAR EN LA DIETA ESTE AMINOÁCIDO, ESTOS SE VEN TAMBIÉN ELEVADOS CON RESULTADOS SEMEJANTES A LOS QUE DARÍAN CONCENTRADOS PROTEÍNICOS DE PESADO, HUEVO O CASEÍNA.

## 1.2 INTRODUCCIÓN.

EL COSTO DE PRODUCCIÓN Y EL VALOR NUTRITIVO DE LA LECHE DE VACA EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA, HAN HECHO QUE SU USO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL RESULTE RELATIVAMENTE ELEVADA, UNA ALTERNATIVA A ESTE PROBLEMA ES EL USO DE PROTEÍNAS DE ORIGEN VEGETAL PARA SUSTITUIR A LA PROTEÍNA LÁCTEA, LA CUAL CONSTITUYE EL INGREDIENTE DE MAYOR COSTO EN LOS SUSTITUTOS DE LECHE, SIN EMBARGO LA FINALIDAD DE UTILIZAR PROTEÍNAS VEGETALES ES PRINCIPALMENTE LA DE REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS SUSTITUTOS, COADYUVANDO A QUE LA UTILIZACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS EN LA ALIMENTACIÓN DE BECERROS REPRESENTE UN AHORRO PARA EL PRODUCTOR Y AL MISMO TIEMPO EXISTA MAYOR DISPONIBILIDAD DE LECHE PARA EL CONSUMO HUMANO (RAMSEY Y WILLIARD, 1975).

ENTRE LAS FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL MÁS UTILIZADAS SE ENCUENTRAN LAS LEGUMINOSAS, LAS CUÁLES CONSTITUYEN UN RECURSO POTENCIAL MUY IMPORTANTE EN PAÍSES DONDE LA PROTEÍNA ANIMAL ES CARA, ESCASA, O BIEN NO SE CONSUME POR RAZONES CULTURALES O RELIGIOSAS (WOLF, 1977). EL CHÍCHARO ES UNO DE LOS CULTIVOS DE LEGUMINOSAS QUE HA TENIDO GRAN IMPORTANCIA Y DESARROLLO EN PAÍSES COMO CANADÁ, DONDE SE HA UTILIZADO AMPLIAMENTE EN LA ELABORACIÓN DE HARINAS, GALLETAS, PANES, ANÁLOGOS DE CARNE, BEBIDAS PROTEÍNICAS NO LÁCTEAS, ALIMENTOS INFANTILES, FRITURAS, BOTANAS Y CONCENTRADOS PROTEÍNICOS.

COS (ANON,1974; LEES, 1985).

TAMBIÉN SE HAN EMPLEADO LOS CONCENTRADOS PROTEÍNICOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL, DE HECHO YA SE HA INCORPORADO LA PROTEÍNA VEGETAL DEL CHÍCHARO EN LA ELABORACIÓN DE SUSTITUTOS-DE LECHE PARA BECERROS CON BUENOS RESULTADOS (MBUGI, ET AL. 1989).

DESDE EL PUNTO DE VISTA NUTRICIONAL, LAS LEGUMINOSAS CONSTITUYEN UN GRUPO IMPORTANTE, POR SU ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNAS, ESTE VARÍA ENTRE EL 20 Y EL 30% DE LA MATERIA SECA-DE LAS SEMILLAS. CON RESPECTO A SU COMPOSICIÓN QUÍMICA, LAS PROTEÍNAS DE LAS LEGUMINOSAS SE ENCUENTRAN FORMADAS EN GRAN PARTE POR GLOBULINAS COMO LA MAYORÍA DE LAS PROTEÍNAS-VEGETALES, LOS COMPONENTES ESENCIALES DE LA PROTEÍNA DEL CHÍCHARO SON: ALBÚMINAS Y GLOBULINAS GENERALMENTE PRESENTES EN LA RELACIÓN 1/1.4; LAS GLOBULINAS A SU VEZ ESTÁN COMPUESTAS POR VICILINA Y LEGUMINA Y EL PRINCIPAL AMINOÁCIDO DE LAS PROTEÍNAS DEL CHÍCHARO ES EL ÁCIDO GLUTÁMICO (PRIMO, 1979).

POR OTRA PARTE LAS LEGUMINOSAS PRESENTAN UN ASPECTO DESFAVORABLE PARA LA ALIMENTACIÓN, ES DECIR CONTIENEN ALGUNOS COMPONENTES TÓXICOS QUE CABE SEÑALAR: INHIBIDOR DE TRIPSINA, GLUCÓSIDOS CIANOGENÍCOS, SAPONINAS, ALCALOIDES, Y HEMAGLUTINAS. EN GENERAL LA PRESENCIA DE ESTOS FACTORES ANTINUTRI -



CIOS EN LOS ALIMENTOS REDUCE EL VALOR NUTRITIVO DE LA PRO--  
TEÍNA (AYKROYD Y DOUGHTY, 1982).

AFORTUNADAMENTE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS DISMINUYEN LA TO--  
XICIDAD Y MEJORAN EL VALOR NUTRITIVO DE LAS LEGUMINOSAS, HE--  
CHO QUE GENERALMENTE SE EXPLICA POR DESTRUCCIÓN DE FACTORES  
TERMOLÁBILES COMO LOS INHIBIDORES DE PROTEÍNASA Y HEMAGLUTI--  
NINAS PRESENTES EN LAS SEMILLAS (PAK Y BARJA, 1974).

EL CHÍCHARO (*Psium sativum* L) ES UNA LEGUMINOSA QUE TIENE -  
POCA ACEPTACIÓN EN LA DIETA ALIMENTICIA DE LOS HOGARES MEXI--  
CANOS SIN EMBARGO, DE ACUERDO CON LOS DATOS OBTENIDOS SOBRE  
LA PRODUCCIÓN DE ESTE CULTIVO, EXISTE BUENA DISPONIBILIDAD--  
DE ESTE PRODUCTO EN MÉXICO (CUADRO 1), UNA MANERA DE INCRE--  
MENTAR Y APROVECHAR SU CONSUMO SERÍA MEDIANTE LA ELABORA -  
CIÓN DE CONCENTRADOS PROTEÍNICOS QUE SIRVAN PARA SUSTITUIR--  
A LA PROTEÍNA DE LA LECHE EN FORMULACIONES DESTINADAS A LA--  
ALIMENTACIÓN ANIMAL (S.A.R.H., 1985).

CUADRO 1.

"PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE ALGUNAS LEGUMINOSAS EN LA REPÚBLICA MEXICANA" (1981-1985)  
(TONELADAS)

PRODUCTO	1981	1982	1983	1984	1985
CHICHARO	79,376	43,890	40,592	45,428	43,361
FRIJOL	1,131,305	943,309	1,281,706	973,563	911,908
SOYA	706,697	672,364	686,456	684,891	928,616
GARBANZO	18,999	49,825	81,793	85,062	116,698

FUENTE: ECONOTECNIA AGRÍCOLA.

ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAÚLICOS. S.A.R.H.- D.G.E.A.  
(1981-1985) P. 146.

### 1.3 ANTECEDENTES.

LA MAYORÍA DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE CONCENTRADOS -  
PROTEÍNICOS SE HAN LLEVADO A CABO PRINCIPALMENTE PARA EL -  
GRUPO DE LAS LEGUMINOSAS. PODEMOS CITAR EL REALIZADO POR --  
FAN Y SOSULSKI (1974) CUYA INVESTIGACIÓN FUÉ LA BÚSQUEDA DE  
NUEVAS FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL EN EL GRUPO DE LAS LEGU-  
MINOSAS, OBTUVIERON AISLADOS Y CONCENTRADOS PROTEÍNICOS A  
PARTIR DE HABA, SOYA, LENTEJA, ARVEJÓN, FRIJOL DE LIMA, GAR-  
BANZO Y CHÍCHARO ENTRE OTRAS.

LOS CONCENTRADOS PROTEÍNICOS DE LAS LEGUMINOSAS HAN SIDO -  
UTILIZADAS DE DIVERSAS FORMAS. PARA LA ALIMENTACIÓN HUMANA,  
SE HAN EMPLEADO CONCENTRADOS DE HABA EN LA ELABORACIÓN DE -  
ALIMENTOS TIPO CARNE (WOLF, 1979). TAMBIÉN SE HAN PREPARADO  
A PARTIR DE CONCENTRADOS DE GARBANZO FÓRMULAS INFANTILES -  
UTILIZÁNDOLAS CON BUENOS RESULTADOS COMO SUSTITUTOS DE LA -  
LECHE EN NIÑOS CON INTOLERANCIA A LA LACTOSA (SOTELO, ET -  
AL., 1987; ULLOA, ET AL., 1988).

EL USO DE CONCENTRADOS PROTEÍNICOS NO SE LIMITA ÚNICAMENTE-  
A LA ALIMENTACIÓN HUMANA, YA QUE EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL-  
TAMBIÉN SE HAN UTILIZADO PROTEÍNAS DE ORIGEN VEGETAL PARA -  
SUSTITUIR PARCIALMENTE A LA PROTEÍNA LÁCTEA EN LA ELABORA -  
CIÓN DE SUSTITUTOS DE LECHE PARA BECERROS, PARA ELLO SE HAN  
UTILIZADO CONCENTRADOS PROTEÍNICOS DE SEMILLAS DE NABO (GO-

RRILL, ET AL., 1976) DE HABA (WITTENBERG E INGALLS 1980) Y-  
DE CHÍCHARO (BELL, ET AL., 1974; BATHY Y CHRISTISON, 1980 Y  
MUBUGI, ET AL., 1989).

EN MÉXICO SE HAN REALIZADO INVESTIGACIONES CON OTRAS FUEN -  
TES DE PROTEÍNA DE ORIGEN VEGETAL, COMO SON LAS OLEAGINO --  
SAS, PARTICULARMENTE EL CÁRTAMO QUE TIENE RELEVANCIA POR SU  
IMPORTANCIA ECONÓMICA EN LA INDUSTRIA EXTRACTORA DE ACEITES  
COMESTIBLES (PAREDES-LÓPEZ Y ORDORICA-FALOMIR, 1986).

EN EL INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICIÓN "SALVADOR ZUBIRÁN"  
EN LA DIVISIÓN DE NUTRICIÓN EXPERIMENTAL Y CIENCIA DE LOS -  
ALIMENTOS SE REALIZAN ACTUALMENTE ESTUDIOS SOBRE LA OBTEN -  
CIÓN DE CONCENTRADOS PROTEÍNICOS A PARTIR DE LEGUMINOSAS Y  
OLEAGINOSAS, CON EL FIN DE UTILIZARLOS EN LA ALIMENTACIÓN -  
HUMANA Y ANIMAL (ESTRADA, 1988, MACÍAS, 1988; MORALES, -  
1991). ESTOS CONCENTRADOS SON EVALUADOS POR MEDIO DE PRUE -  
BAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS CON EL OBJETO DE CONOCER LA CALI -  
DAD DE LA PROTEÍNA, EL PRESENTE ESTUDIO FORMA PARTE DE ES--  
TAS INVESTIGACIONES.

## 1.4 MÉTODOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

LA FUNCIÓN PRINCIPAL DE LA PROTEÍNA DE LA DIETA ES LA DE SU MINISTRAR UNA MEZCLA DE AMINOÁCIDOS EN CIERTAS PROPORCIONES PARA LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS TISULARES, Y PARA EL MANTENIMIENTO DEL CUERPO, CUALQUIER MÉTODO PARA MEDIR EL VALOR DE LAS PROTEÍNAS DE LOS ALIMENTOS DEBE INDIRECTAMENTE O DIRECTAMENTE EVALUAR ESAS FUNCIONES. EXISTEN VARIOS MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS PROTEÍNAS COMO SON LOS MÉTODOS QUÍMICOS Y LOS BIOLÓGICOS (MC LAUGHLAN Y CAMPBELL, 1969).

### 1.4.1 MÉTODOS QUÍMICOS

EN 1946 BLOCK Y MITCHELL INTRODUIERON EL CONCEPTO DE EVALUAR LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PROTEÍNA, EN BASE A SUS CONSTITUYENTES O SEA LOS AMINOÁCIDOS Y EL VALOR OBTENIDO FUÉ LLAMADO "CALIFICACIÓN QUÍMICA". EL MÉTODO CONSISTE EN EVALUAR USANDO TABLAS O MEDIANTE ANÁLISIS DIRECTO LA CANTIDAD DE CADA UNO DE LOS AMINOÁCIDOS CONTENIDOS EN LA PROTEÍNA O EN LA MEZCLA DE PROTEÍNAS, LOS VALORES SE EXPRESAN INDIVIDUALMENTE EN PROPORCIÓN AL CONTENIDO DEL AMINOÁCIDO CORRESPONDIENTE EN UNA PROTEÍNA DE REFERENCIA A UN PATRÓN DE AMINOÁCIDOS ADECUADOS. EL AMINOÁCIDO QUE SE ENCUENTRA EN LA MENOR PROPORCIÓN ES CONSIDERADO COMO EL AMINOÁCIDO LIMITANTE Y LA RAZÓN OBTENIDA ES LA CALIFICACIÓN QUÍMICA. (PELLET Y YOUNG, 1984).

$$\text{CALIFICACIÓN} = \frac{\text{GRS DEL AMINOÁCIDO ESENCIAL EN 100 GRS DE PROTEÍNA PROBLEMA}}{\text{GRS DEL AMINOÁCIDO ESENCIAL EN 100 GRS. DE LA PROTEÍNA PATRÓN.}} \times 100$$

LA PROTEÍNA CON LA QUE SE EVALUÓ, FUÉ LA PROTEÍNA PATRÓN FAO/OMS, 1973.

#### ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.

##### FUNDAMENTOS

**HUMEDAD:** SU CONTENIDO FRECUENTEMENTE ES ÍNDICE DE ESTABILIDAD, CALIDAD Y MEDIDA INDIRECTA DE SÓLIDOS TOTALES.

SE CONSIDERA COMO HUMEDAD A LA PÉRDIDA DE MASA QUE SUFRE UN MATERIAL A UNA TEMPERATURA CERCA A LA EBULLICIÓN DEL AGUA. EL RESIDUO RECIBE EL NOMBRE DE SÓLIDOS TOTALES. (BATEMAN, 1970; PRO Y SOSA, 1979).

#### PROTEÍNA

**CRUDA:** EL MÉTODO KJELDAHL SE EMPLEA PARA DETERMINAR EL NITRÓGENO TOTAL. EL PRINCIPIO BÁSICO DE ESTE MÉTODO ES LA CONVERSIÓN DEL NITRÓGENO ORGÁNICO-

EN SULFATO DE AMONIO AL HERVIR LA MUESTRA CON-  
ÁCIDO SULFÚRICO CONCENTRADO; LA MATERIA ORGÁNICA ES OXIDADA COMPLETAMENTE DURANTE LA DIGES-  
TIÓN, EL AMONIO SE LIBERA AL AGREGAR UN ÁLCALI FUERTE, SE DESTILA Y SE RECIBE EN ÁCIDO BÓRICO CON UN ÁCIDO ESTANDARIZADO, DE ESTA MANERA SE-CALCULA LA CANTIDAD DE NITRÓGENO ORGÁNICO CON-  
TENIDO EN EL ALIMENTO (OP. CIT, 1970 Y 1979).

## FIBRA

### CRUDA:

LA FIBRA CRUDA CONTENIDA EN UN ALIMENTO ES UN-  
ÍNDICE DE LA CALIDAD DE MATERIA INDIGERIBLE. -  
SE DETERMINA POR UNA DIGESTIÓN ÁCIDA QUE DI- -  
- SUELVE PARTE DE LAS HEMICELULOSAS Y UNA DIGES- -  
- TIÓN ALCALINA QUE DISUELVE PARTE DE LA LIGNINA  
(OP. CIT., 1970 Y 1979)

## EXTRACTO

### ETEREO:

SE LE DÁ EL NOMBRE DE EXTRACTO ETÉREO, PORQUE-  
USANDO SOLVENTES COMO ÉTER ETÍLICO, ÉTER DE PE-  
TRÓLEO, DURANTE LA EXTRACCIÓN NO SOLO SE DI- -  
- SUELVEN COMPONENTES ORGÁNICOS COMO ÁCIDOS GRA-  
SOS, GRASA NEUTRA, FOSFOLÍPIDOS Y ESTEROLDES SI  
NO TAMBIÉN VITAMINAS, HIDROCARBUROS, PIGMENTOS  
Y TERPENOS (OP. CIT., 1970 Y 1979).

**CENIZAS:** LA FRACCIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL QUE MIDE LA MAYOR PARTE DE LOS MINERALES DE UN ALI - MENTO ES LA FRACCIÓN LLAMADA CENIZAS. ESTA DETERMINACIÓN SE BASA EN SOMETER LA MUESTRA A COMBUSTIÓN ENTRE 550 - 660 C. LA MATERIA ORGÁNICA ES OXIDADA, EL RESIDUO QUE CONTIENE LA MATERIA MINERAL SE LLAMAN CENIZAS (OP. CIT, 1970 Y 1979.

**EXTRACTO  
LIBRE DE  
NITROGENO:**

LA CANTIDAD DE CARBOHIDRATOS TOTALES SE CALCULA POR DIFERENCIA, LA SUMA DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LAS DETERMINACIONES DE HUMEDAD, PROTEÍNA, FIBRA CRUDA, EXTRACTO ETÉREO Y CENIZAS-RESTADA DE 100 REPRESENTAN LA CANTIDAD DE CARBOHIDRATOS TOTALES EN LA MUESTRA.

**INHIBIDORES  
DE**

**PROTEASAS:** ANIMALES, PLANTAS Y MICROORGANISMOS CONTIENEN-PROTEÍNAS ESPECÍFICAS CAPACES DE INACTIVAR ENZIMAS SELECTIVAS POR FORMACIÓN ESTABLE DE COMPLEJOS ENZIMA-INHIBIDOR. AL CONSIDERAR QUE LA-TRIPSINA ES UNA PROTEASA ENCARGADA DE INHIBIR-LA HIDRÓLISIS PROTEOLÍTICA EN EL INTESTINO DEL



GADO, LA PRESENCIA DEL INHIBIDOR DE TRIPSINA - LLEVA UNA DISMINUCIÓN DE LA DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE LAS PROTEÍNAS POR EL ORGANISMO, AL NO EFECTUARSE TOTALMENTE SU HIDRÓLISIS. LOS INHIBIDORES DE PROTEASAS SON RELATIVAMENTE ESTABLES AL CALOR, ESPECIALMENTE AQUELLOS CON BAJO PESO MOLECULAR; LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS INHIBIDORES DE PROTEASAS SON IMPORTANTES POR SU POSIBLE SIGNIFICANCIA EN LA DIETA DEL HOMBRE Y ANIMALES, SU PAPEL FISIOLÓGICO EN LAS PLANTAS EN LAS CUÁLES SE ENCUENTRA EN UNA MISMA PLANTA PUEDE HABER INHIBIDORES DE QUIMIOTRIPSINA Y DE LA CARBOXIPEPTIDASA, ADemás DEL INHIBIDOR DE TRIPSINA. EL NIVEL TOLERABLE DE INGESTIÓN DE INHIBIDOR DE TRIPSINA EN RATAS ES DE 7,4 MG/G DE MUESTRA NO MOSTRANDO NINGUNA ALTERACIÓN EN ÉSTAS. (WHITAKER, 1981).

**HEMAGLUTININAS:** ENTRE LOS FACTORES ANTINUTRICIOS QUE PUEDEN SER INACTIVADAS POR CALOR, ESTÁN LAS LECTINAS O HEMAGLUTININAS, ESTAS SON PROTEÍNAS QUE TIENEN LA CAPACIDAD DE AGLUTINAR LAS CÉLULAS ROJAS DE LA SANGRE, OTROS TIPOS DE CÉLULAS PUEDEN SER AGLUTINADAS TAMBIÉN. LAS HEMAGLUTININAS HAN SIDO DETECTADAS EN MUCHAS FAMILIAS DE PLANTAS, COMO SON LOS HONGOS-

Y LIQUENES, TAMBIÉN SE HAN ENCONTRADO EN ANI--  
MALES TALES COMO ESPONJAS, MOLUSCOS, CRUSTÁ -  
CEOS, EN EL SUERO DE PECES, HUEVOS DE ANFIBIOS  
Y TAMBIÉN EN TEJIDOS DE MAMÍFEROS (WHITAKER, -  
1981; JAFFÉ, 1980).

UNA CARACTERÍSTICA COMÚN DE LAS HEMAGLUTININAS  
ES QUE COMO TODAS SON PROTEÍNAS Y MUCHAS SE -  
MANTIENEN LIGADAS A AZÚCARES, PUEDEN SER CLASI  
FICADAS COMO GLUCOPROTEÍNAS, SE HA DICHO QUE -  
LAS FUNCIONES DE LAS HEMAGLUTININAS EN LA PLAN  
TA SON LAS SIGUIENTES:

- A). ACTÚAN COMO ANTICUERPOS PARA CONTRA-ATACAR  
BACTERIAS DEL SUELO.
- B). PROTEGEN A LA PLANTA CONTRA ATAQUES DE HONGOS.
- C). JUEGAN UN PAPEL IMPORTANTE EN EL DESARRO -  
LLO Y DIFERENCIACIÓN DE LAS CÉLULAS EMBRIÓ  
NICAS.
- D). COMO ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE AZÚCA -  
RES (OP. CIT., 1980).

#### SAPONINAS:

SE LE DÁ EL NOMBRE DE SAPONINAS (DEL LATÍN SA-  
PÓN = JABÓN) A UN GRUPO DE GLICOSIDOS QUE SE -  
DISUELVEN EN AGUA Y DISMINUYEN LA TENSIÓN SU--  
PERFICIAL DE ESTA, POR LO TANTO AL SACUDIR SUS  
SOLUCIONES SE FORMA UNA ESPUMA ABUNDANTE Y RE-

LATIVAMENTE ESTABLE (DOMÍNGUEZ, 1979).

LAS SAPONINAS SON GLICÓSIDOS NO PERJUDICIALES- PARA EL HOMBRE EN LAS CANTIDADES QUE NORMALMEN TE SE ENCUENTRAN EN LAS LEGUMINOSAS, ALTAS DO- SIS DE FIBRAS ALIMENTARIAS REDUCEN EL NIVEL DE COLESTEROL EN LA SANGRE, ESTE EFECTO SOLO SE - DÁ EN PRESENCIA DE SAPONINAS, LAS CUÁLES ESTÁN PRESENTES EN GRANDES CANTIDADES EN LAS LEGUMI- NOSAS (AYKROYD Y DOUGHTY, 1982).

LAS SAPONINAS SON SUBSTANCIAS MUY POLARES Y ES POSIBLE EXTRAERLAS EN CALIENTE O EN FRÍO, CON- AGUA O ALCOHOLES DE BAJO PESO MOLECULAR. POR - HIDRÓLISIS DE LAS SAPONINAS SE OBTIENEN CARBO- HIDRATOS Y UNA AGLICONA LLAMADA GENÉRICAMENTE- "SAPOGENINA".

LAS SAPONINAS TIENEN ACCIÓN HEMOLÍTICA, YA QUE DESTRUYEN LAS PAREDES DE LOS GLÓBULOS ROJOS - DISPERSANDO LA HEMOGLOBINA (DOMÍNGUEZ, 1979).

**ALCALOIDES:** LOS ALCALOIDES CONSTITUYEN UN GRUPO MUY HETE - RÓGENEO DE BASES VEGETALES NITROGENADAS CON AC CIÓN FISIOLÓGICA MÁS O MENOS INTENSA SOBRE LOS ANIMALES. LA MAYORÍA DE LOS ALCALOIDES SE HA - LLAN EN LOS VEGETALES, COMO SALES DE ÁCIDOS OR GÁNICOS, EN ALGUNAS PLANTAS PUEDE HABER UN ÁCI DO ESPECIAL ASOCIADO A LOS ALCALOIDES; SE LES

HA CONSIDERADO COMO PRODUCTOS TERMINALES DEL METABOLISMO DEL NITRÓGENO, TAMBIÉN SE LES HA ASOCIADO CON LA PROTECCIÓN DEL VEGETAL ANTE LOS ACTOS PREDATORIOS DE INSECTOS Y ANIMALES HERBÍVOROS; AUNQUE HAY ALCALOIDES QUE SON TÓXICOS TANTO PARA EL HOMBRE COMO PARA LOS ANIMALES SUPERIORES PERO NO PARA LOS INSECTOS. SE HAN APORTADO DATOS QUE SUGIEREN QUE ALGUNOS ALCALOIDES INTERVIENEN EN EL CRECIMIENTO VEGETAL, YA SEA POR SU CAPACIDAD DE FORMAR QUELATOS O INTERVENIR EN FENÓMENOS DE ÓXIDO REDUCCIÓN. CON RESPECTO A SU DISTRIBUCIÓN EN LA PLANTA EN OCASIONES SE HALLAN RESTRINGIDOS A CIERTO ÓRGANO O A CIERTAS PARTES DE LA PLANTA, A VECES SE LES ENCUENTRA EN TODA LA PLANTA. HAY CASOS EN LOS CUÁLES SOLO APARECEN EN ALGUNA ETAPA DE CRECIMIENTO O ÉPOCA DEL AÑO, O EN DETERMINADAS CONDICIONES ECOLÓGICAS (DOMÍNGUEZ 1979).

## GLUCOSIDOS

**CIAOGENICOS:** LOS GLUCÓSIDOS CIAOGENICOS ESTÁN DESCRITOS COMO SUSTANCIAS CAPACES DE PRODUCIR CIAURO EN LOS ALIMENTOS VEGETALES. EL HCN ES LIBERADO NORMALMENTE DE ESTOS COMPONENTES QUÍMICOS COMO SUSTANCIAS CAPACES DE PRODUCIR CIAURO EN LOS-

ALIMENTOS VEGETALES. EL HCN ES LIBERADO NORMALMENTE DE ESTOS COMPONENTES QUÍMICOS COMO RESULTADO DE UNA ACCIÓN ENZIMÁTICA, ESTE PROCESO ES CONOCIDO COMO CIANOGENÉISIS, Y FRECUENTEMENTE OCURRE CUANDO EL TEJIDO ES TRITURADO O DESBARATADO DURANTE LA PREPARACIÓN DEL ALIMENTO Y CUANDO EL TEJIDO DE LA PLANTA ES INGERIDO DIRECTAMENTE Y MASCADO POR EL ANIMAL (MONTGOMERY, 1980).

LA LIBERACIÓN DEL HIDRÓGENO DEL CIANURO (HCN) EN LAS PLANTAS DEPENDE DE LA PRESENCIA DE UNA GLUCOSIDASA Y AGUA (AUTOLÍISIS), LAS ENZIMAS SON EXTRACELULARES Y GANAN ACCESO AL GLUCÓSIDO DESPUÉS DE LA DESTRUCCIÓN FÍSICA DE LA CÉLULA; LA ENZIMA BETA-GLUCOSIDASA PUEDE SER DESTRUIDA POR COCCIÓN, POR EL PH DE LA SALIVA HUMANA O DEL JUGO GÁSTRICO O POR LA PRESENCIA DE CELULO SA Y GLUCOSA. EL CIANURO ES UN TÓXICO QUE ES RÁPIDAMENTE ABSORBIDO POR EL TRACTO DIGESTIVO COMO HCN O CIANURO DE SODIO (NaCN), PASA TAMBIÉN RÁPIDAMENTE POR LA PIEL Y EL GAS DEL HCN ES ABSORBIDO DE IGUAL MANERA POR LOS PULMONES, ES TÓXICO PORQUE SE COMBINA CON UNA HEMA-PROTEÍNA PARTICULARMENTE CON LA CITOCROMO OXIDASA Y DE ESTE MODO INHIBE LA RESPIRACIÓN CELULAR, LA MUERTE RESULTA DE UNA ANOXIA GENERALIZADA -

#### 1.4.2 MÉTODOS BIOLÓGICOS.

DE LOS MÉTODOS BIOLÓGICOS QUE SE UTILIZAN PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS PROTEÍNAS, LOS MÁS USUALES SON LOS QUE MIDEN EL CAMBIO DE PESO CORPORAL, EN EL PRESENTE ESTUDIO SE UTILIZARON LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICA, LA UTILIZACIÓN NETA DE LA PROTEÍNA ASÍ COMO LA DIGESTIBILIDAD APARENTE.

#### RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICA.

EL CONCEPTO DE RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICA FUÉ INTRODUCIDO POR OSBORNE, ET AL (1919), COMO UN MÉTODO DE EXPRESIÓN-NUMÉRICA DEL CRECIMIENTO, COMO UN PROMOTOR DEL VALOR DE LA PROTEÍNA. LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICA FUÉ DEFINIDO-COMO LA GANANCIA DE PESO DEL ANIMAL BAJO PRUEBA, DIVIDIDO --POR EL PESO DE LA PROTEÍNA CONSUMIDA, ESTE MÉTODO ESTÁ BASADO SOLO EN LA GANANCIA DE PESO Y NO CONSIDERA LA COMPOSICIÓN DEL CARCASA (HECES FECALES) O LAS NECESIDADES DE MANUTENCIÓN DE LAS PROTEÍNAS DEL TEJIDO O TISULARES (JANSEN, 1978).

LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE UN ANIMAL BAJO CONDICIONES -CONTROLADAS, PROPORCIONA UNA FORMA RELATIVAMENTE SIMPLE DE -MEDIR EL VALOR DE LA PROTEÍNA DE LA DIETA, SI LA DIETA CONTIENE CANTIDADES INSUFICIENTES DE UNO O MÁS AMINOÁCIDOS ESEN

CIALES, LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO SE VA A REDUCIR O A DETENERSE COMPLETAMENTE; DE ESTA FORMA EL CRECIMIENTO ES UN ÍNDICE SENSITIVO DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS AMINOÁCIDOS Y PUEDE SER USADO PARA EVALUAR EL EFECTO TOTAL DE LA PROTEÍNA DE LA DIETA (Mc.LAUGHLAN Y CAMPBELL, 1969).

HEGSTED Y MITCHELL REPORTARON QUE EL HOMBRE ES MUY PARECIDO A LA RATA EN CRECIMIENTO, EN LA UTILIZACIÓN METABÓLICA DE LAS PROTEÍNAS DE LOS ALIMENTOS, ELLOS INDICARON QUE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA RATA EN CRECIMIENTO ERAN POR COMPLETO APLICABLES A LA EVALUACIÓN DE DIETAS HUMANAS (OP. CIT 1969).

MORRISON Y CAMPBELL (CITADOS POR Mc. LAUGHLAN Y CAMPBELL, 1969) DEMOSTRARON QUE SE PUEDEN OBTENER VALORES MARCADAMENTE DIFERENTES DE LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICUS USANDO DIFERENTES CEPAS DE RATAS, TAMBIÉN DEMOSTRARON QUE ESTE VALOR PUEDE SER INFLUENCIADO POR EL SEXO DE LAS RATAS USADAS. CUANDO SE USAN PERÍODOS CORTOS COMO BENDER Y DOELL (1957) Y CHAPMAN, ET AL (1959), SE OBSERVA QUE LA VARIACIÓN TIENDE A DISMINUIR SOBRE LAS PRIMERAS 4 SEMANAS, AUNQUE ALGUNOS INVESTIGADORES HAN USADO PERÍODOS QUE VARÍAN DE 1 A 12 SEMANAS, PERO LA MAYORÍA DE ELLOS HAN USADO 4 SEMANAS. CHAPMAN, ET. AL., 1959 DEMOSTRARON QUE EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE LAS RATAS QUE TENÍAN 22,36 Y 45 DÍAS DE EDAD, POR LO QUE SUGIEREN EL EMPLEO DE RATAS MACHO DE 21 A 23 DÍAS DE EDAD, Y QUE EL PERÍODO DE PRUEBA SEA DE 4 SEMANAS. LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICUS A UN VA-

LOR DE 2.5 PARA LA CASEÍNA, RESULTA UNA VENTAJA, YA QUE TAL CORRELACIÓN MEJORA LA UNIFORMIDAD DE LOS RESULTADOS ENTRE - LOS LABORATORIOS, CEPAS DE RATAS Y EXPERIMENTOS REALIZADOS - A DIFERENTES TIEMPOS (OP. CIT., 1969).

#### UTILIZACIÓN NETA DE LA PROTEÍNA.

ESTE MÉTODO ES INDUDABLEMENTE UNA ESTIMACIÓN MÁS EXACTA DE LA RETENCIÓN DE NITRÓGENO EN EL CUERPO DEL ANIMAL, Y SE OBTIENE DE LA DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO DEL CUERPO, EN LUGAR DEL PESO CORPORAL Y PROPORCIONA DATOS QUE DAN UN CRITERIO - MÁS AMPLIO PARA CALIFICAR A UNA PROTEÍNA. EL MÉTODO CONSISTE EN MEDIR LA PROPORCIÓN DE LAS PROTEÍNAS INGERIDAS QUE - SON INCORPORADAS AL ORGANISMO Y DETERMINA LA RELACIÓN QUE - EXISTE ENTRE LA CANTIDAD DE NITRÓGENO RETENIDO Y LA CANTI - DAD DE NITRÓGENO EXCRETADO EN FORMA PORCENTUAL (OP. CIT., - 1978).

#### DIGESTIBILIDAD APARENTE.

LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UN ALIMENTO ES SOLAMENTE INDICATI VO DEL CONTENIDO DE NUTRIMENTOS DEL MISMO, MÁS NO DE SU DIS PONIBILIDAD PARA EL ANIMAL, POR LO QUE ES NECESARIO CONTAR - ADEMÁS CON DATOS DE DIGESTIBILIDAD; ESTA SE DEFINE COMO EL PORCENTAJE DE UN NUTRIMENTO DADO QUE SE DIGIERE (O QUE SE - ABSORBE) A SU PASO POR EL TUBO GASTROINTESTINAL (HELLEN - -



DOORN, 1972). AUNQUE EXISTEN VARIOS MÉTODOS PARA MEDIR LA -  
DIGESTIBILIDAD DE UN ALIMENTO, ESTOS EN GENERAL CONSISTEN -  
EN PROPORCIONAR A UN ANIMAL CANTIDADES PREDETERMINADAS DE -  
UN ALIMENTO DE COMPOSICIÓN CONOCIDA, MEDIR EL NITRÓGENO QUE  
SE DIGIERE Y ANALIZAR EL NITRÓGENO EXCRETADO EN LAS HECES -  
(OP. CIT., 1972).

## 1.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CHÍCHARO (Pisum sativum L).

EL CHÍCHARO ES UNA PLANTA ANUAL, QUE PERTENECE A LA FAMILIA DE LAS LEGUMINOSAS, SUBFAMILIA DE LAS PAPILOÑÁCEAS, GÉNERO- Pisum Y ESPECIE sativum. Y DE ACUERDO A LA VARIEDAD MIDE DE 30 CMS A 2 M. DE ALTURA, SU TALLO ES TREPADOR Y DELGADO, - APRECIÁNDOSE TAMBIÉN HOJAS COMPUESTAS Y ALTERNAS, DE 2 A 3- HOJUELAS OVALADAS TERMINADAS EN ZARCILLOS RAMOSOS Y EN EL - PUNTO DE INSERCIÓN DEL PEDÚNCULO PRESENTA UNA ANCHA ESTÍPU- LA QUE ENVUELVE AL TALLO. A LO ANTERIORMENTE MENCIONADO SE- AGREGA QUE LAS FLORES APARECEN SITUADAS EN NÚMERO DE 1 A 4- SOBRE PEDÚNCULOS CORTOS QUE SE ORIGINAN EN LAS AXILAS DE - LAS HOJAS, DEPENDIENDO DE LA PRECOCIDAD DE LAS VARIETADES - LAS PRIMERAS FLORES SE FORMAN A PARTIR DE LA SEXTA HOJA Y ASÍ CONTINÚA EL PROCESO DE LAS DEMÁS SUPERIORES (DUKE, 1961).

LAS PLANTAS DE CHÍCHARO SE CARACTERIZAN POR TENER RAÍCES FI- BROSAS, CON NUDOSIDADES PRODUCIDAS POR LAS BACTERIAS RADICU- LARES, FIJADORAS DE NITRÓGENO. PRESENTA FLORES DE COLOR - BLANCO, ROJIZO Y TAMBIÉN VIOLÁCEAS CON COROLA AMARIPOSADA Y EN LA FLOR SE DISTINGUEN UN GRUPO DE 10 ESTAMBRES Y ESTILO- CURVADO. EL FRUTO SE ENCUENTRA EN UNA VAINA DE LONGITUD VA- RIABLE (DE 5 A 12 CM), UN POCO ARQUEADA, Y A VECES RECTA, - EN CADA VAINA SE FORMAN DE 4 A 10 SEMILLAS, EL CHÍCHARO ES UNA PLANTA QUE SE AUTOPOLINIZA, FENÓMENO QUE SUCEDE ANTES - DE HABERSE ABIERTO LA FLOR, EN ALGUNAS VARIETADES LAS PLAN- TAS NO REALIZAN POLINIZACIÓN CRUZADA (LERENA, 1945).

## 2.1 JUSTIFICACION

ACTUALMENTE SE ESTÁ DANDO CONSIDERABLE ATENCIÓN HACIA EL -  
DESARROLLO DE NUEVOS ALIMENTOS SUPLEMENTADOS CON CONCENTRA-  
DOS PROTEÍNICOS DE ORIGEN VEGETAL DE ALTA CALIDAD NUTRICIO-  
NAL Y BAJO COSTO, YA QUE UNO DE LOS PROBLEMAS MÁS COMUNES -  
ES SIN DUDA, LA DESNUTRICIÓN OCASIONADA POR UNA DEFICIENCIA  
DE PROTEÍNAS EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA. ESTE PROBLEMA NO -  
SE PRESENTA FRECUENTEMENTE EN UN PAÍS DONDE EXISTEN SUMINIS-  
TROS ABUNDANTES DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL, PERO EN PAÍ-  
SES SUBDESARROLLADOS COMO MÉXICO, ESTE PROBLEMA ES EVIDENTE,  
ESTO HA MOTIVADO PARA QUE SE CENTRE LA ATENCIÓN EN LOS ALI-  
MENTOS DE ORIGEN VEGETAL, COMO ES EL CASO DE LAS LEGUMINO -  
SAS, QUE POR SUS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES CONSTITUYEN-  
NUEVAS FUENTES DE PROTEÍNAS VEGETALES, CON GRANDES PERSPEC-  
TIVAS EN CUANTO A SU UTILIZACIÓN EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA-  
Y ANIMAL. SIN EMBARGO, UNA PARTE MUY IMPORTANTE DENTRO DE -  
ESTAS INVESTIGACIONES ES LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD NU-  
TRITIVA DE ESTOS PRODUCTOS POR MEDIO DE PRUEBAS BIOLÓGICAS-  
YA QUE NOS PROPORCIONAN LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA SABER  
SI ESTOS SON DE BUENA CALIDAD O NO.

## 2.2 HIPOTESIS

LA DIETA EXPERIMENTAL CUYO APORTE PROTEÍNICÓ ESTÉ DADO EN UN 10% POR EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO PROPORCIONARÁ LA PROTEÍNA NECESARIA PARA QUE LOS ORGANISMOS BAJO PRUEBA, PRESENTEN DATOS SIMILARES DE RELACIÓ DE EFICIENCIA PROTEÍNICÓ, UTILIZACIÓ NETÓ DE LA PROTEÍNA Y DIGESTIBILIDAD APARENTE A LOS QUE CONSUMAN LA DIETA DE CASEÍNA (DIETA-CONTROL).

## 2.3 OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

DETERMINAR EL VALOR NUTRITIVO DE UN CONCENTRADO PROTEÍNICODE CHÍCHARO FRESCO (*Pisum sativum* L) POR MEDIO DE PRUEBAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. DETERMINAR LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CONCENTRADO PROTEÍNICODE CHÍCHARO FRESCO POR MEDIO DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.
2. DETERMINAR EL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN EL CONCENTRADO PROTEÍNICO DE CHÍCHARO.
3. DETERMINAR LOS FACTORES ANTINUTRICIOS PRESENTES EN EL CONCENTRADO PROTEÍNICO DE CHÍCHARO.

3.1 FACTOR ANTITRÍPSICO.

3.2 HEMAGLUTININAS

3.3 SAPONINAS.

3.4 GLUCÓSIDOS CIANÓGENICOS.

3.5 ALCALOIDES.

4. EVALUAR LA CALIDAD NUTRITIVA DEL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ  
DE CHÍCHARO POR MEDIO DE:

4.1 RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICÓ

4.2 UTILIZACIÓN NETA DE LA PROTEÍNICÓ.

4.3 DIGESTIBILIDAD APARENTE.

DIAGRAMA GENERAL PARA LA OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONCENTRADO  
PROTEÍNICAMENTE DE CHÍCHARO FRESCO (*Pisum sativum* L.).

OBTENCIÓN DEL CHÍCHARO EN VAINA.

DESVAINADO Y LIMPIEZA.

SECADO.

MOLIENDA.

HARINA DE CHÍCHARO

CURVA DE SOLUBILIDAD DE  
NITRÓGENO (MÁX = 11 Y  
MIN = 4,5)

SOLUBILIZACIÓN DE LA PROTEÍNA  
A UN PH ALCALINO.

PRECIPITACIÓN DE LA PROTEÍNA A  
UN PH ÁCIDO = 4.5 (PUNTO ISO-  
ELÉCTRICO).

LA PROTEÍNA PRECIPITADA SE DISPERSÓ  
EN AGUA, AJUSTANDO EL PH A 7.

SECADO DEL PRODUCTO POR ASPERSIÓN.

CONCENTRADO PROTEÍNICAMENTE DE CHÍCHARO.

EVALUACIÓN QUÍMICA DEL CONCENTRADO  
PROTEÍNICAMENTE DE CHÍCHARO

- ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.  
- AMINOGRAMA.  
- FACTORES ANTINUTRICIOS.

PREPARACIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTAL  
Y CONTROL CON UN APORTE PROTEÍNICAMENTE DEL  
10% DEL CPCH Y CASEÍNA RESPECTIVAMENTE.

EVALUACIÓN BIOLÓGICA DEL CONCENTRADO - R.S.P.  
PROTEÍNICAMENTE DE CHÍCHARO FRESCO POR MEDIO- U.N.P.  
DE PRUEBAS BIOLÓGICAS. - D.A.

### 3.1 METODOLOGIA

EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO FRESCO (*Pisum sativum* L) EMPLEADO EN EL PRESENTE ESTUDIO FUÉ OBTENIDO EN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICIÓN, "SALVADOR ZUBIRÁN" POR LA TÉCNICA DE PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA DE LA PROTEÍNA, QUE CONSISTE EN SOLUBILIZAR LAS PROTEÍNAS - CON UN ÁLCALI Y RECUPERARLAS DESPUÉS COMO UN PRECIPITADO A UN PH ÁCIDO. PARA SELECCIONAR LOS PH DE SOLUBILIZACIÓN Y PRECIPITACIÓN SE REALIZÓ PREVIAMENTE UNA CURVA DE SOLUBILIDAD DE NITRÓGENO CON LA HARINA DE CHÍCHARO. POSTERIORMENTE EL PRECIPITADO DE PROTEÍNA SE DISPERSÓ EN AGUA A PH= 7 Y SECADO POR ASPERSIÓN, OBTENIENDO ASÍ EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ PARA SU EVALUACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA (VER DIAGRAMA GENERAL PARA LA OBTENCIÓN DE UN CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO FRESCO (*Pisum sativum* L), MORALES, 1991.

#### I. EVALUACIÓN QUÍMICA.

EL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL NOS DICE CUÁLES COMPUESTOS Y CUÁNTO DE CADA UNO DE ELLOS CONTIENE CADA DETERMINACIÓN, ÉSTA ES - UNA DE SUS LIMITACIONES QUE PUEDE SER SUPERADA EN GRAN PARTE, - EMPLEANDO OTROS MÉTODOS DE ANÁLISIS. EXCEPTUANDO LA DETERMINACIÓN DEL AGUA DONDE APLICANDO EL MÉTODO ES POSIBLE CONOCER EL CONTENIDO EXACTO DE ESTE COMPUESTO. ES UNA NECESIDAD CONOCER LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS PUES DE ELLO, DEPENDERÁ EN GRAN PARTE, LA CALIDAD Y EL RENDIMIENTO DEL PRODUCTO, EN



CONSECUENCIA LA COMPOSICIÓN QUÍMICA ES EL PRINCIPAL FACTOR-  
QUE DETERMINA EL VALOR NUTRITIVO DEL ALIMENTO (BATEMAN, -  
1970).

## II. EVALUACIÓN BIOLÓGICA.

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICAS -  
(CAMPBELL, 1963).

1. SE UTILIZARON DIEZ RATAS MACHO DE LA CEPA WISTAR DE 21-  
A 23 DÍAS DE EDAD, CON UN PESO CORPORAL DE 35 - 40 G.
2. LAS RATAS FUERON COLOCADAS EN JAULAS INDIVIDUALES, BAJO  
CONDICIONES CONTROLADAS A TEMPERATURA DE  $23 \pm 1$  C; HUME  
DAD RELATIVA DE 50-60% E ILUMINACIÓN Y OSCURIDAD DIARIA  
A PERÍODOS DE 12 HRS. CADA UNO.
3. PARA UNIFICAR EL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS ANIMALES, -  
LAS RATAS FUERON SOMETIDAS A AYUNO ALIMENTICIO, PERMI -  
TIÉNDOLES ÚNICAMENTE EL LIBRE ACCESO AL AGUA.
4. PARA EVALUAR LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICAS, SE -  
PREPARÓ UNA DIETA CON EL CONCENTRADO PROTEÍNICAS DE CHI -  
CHARO AL 10% Y EL 90% RESTANTE CON OTROS INGREDIENTES -  
(CUADRO 2).

5. LOS ANIMALES FUERON PESADOS DESPUÉS DE LA DEPLESIÓN (PESO INICIAL) Y POSTERIORMENTE FUERON ALIMENTADOS CON LA DIETA DE PRUEBA "ad- libitum". DURANTE 28 DÍAS.
6. SE REGISTRÓ DIARIAMENTE EL PESO DEL ALIMENTO CONSUMIDO - ASÍ COMO EL DE LA GANANCIA DE PESO, CON EL OBJETO DE CALCULAR LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICA CON LA SIGUIENTE FÓRMULA:

$$R.E.P. = \frac{\text{GANANCIA DE PESO (G)}}{\text{PROTEÍNA INGERIDA (G)}} \times 100$$

DONDE:

GANANCIA DE PESO = PESO FINAL - PESO INICIAL.

PROTEÍNA INGERIDA = (GR. DE DIETA CONSUMIDA) PORCIENTO DE PROTEÍNA DE LA DIETA)

7. COMO GRUPO TESTIGO SE UTILIZARON ANIMALES DE LAS MISMAS EDADES A LOS QUE SE LES SUMINISTRÓ UNA DIETA CON LOS MISMOS INGREDIENTES UTILIZANDO COMO FUENTE DE PROTEÍNA A LA CASEÍNA (TOKLAD, FREE VITAMIN CASEIN) A FIN DE TENER SU VALOR DE EFICIENCIA PROTEÍNICA COMO PATRÓN DE REFERENCIA.

DETERMINACIÓN DE LA UTILIZACIÓN NETA DE LA PROTEÍNA (MILLER, 1963).

1. EN ESTE EXPERIMENTO SE UTILIZARON LOS MISMOS ANIMALES DEL EXPERIMENTO DE LA OBTENCIÓN DE LA RELACIÓN DE EFICIENCIA -

PROTEÍNICAS.

2. AL TÉRMINO DE LOS 28 DÍAS DE ESTUDIO, TODOS LOS ANIMALES SE SACRIFICARON CON CLOROFORMO Y FUERON ABIERTOS LONGITUDINALMENTE POR EL ABDOMEN, POSTERIORMENTE FUERON COLOCADOS EN UN HORNO DE AIRE CALIENTE A LA TEMPERATURA DE 105 C DURANTE 24 HRS. (PELLET Y YOUNG, 1984).
3. UNA VEZ DESECADOS LOS ANIMALES FUERON PESADOS Y MOLIDOS, FINALMENTE SE TOMÓ UNA MUESTRA DE 1.0 A 1.5 G. PARA LA DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO TOTAL.

LA UTILIZACIÓN NETA DE LA PROTEÍNA SE CALCULÓ DE ACUERDO A LA SIGUIENTE FÓRMULA:

$$U.N.P. = \frac{\text{NITRÓGENO RETENIDO (G)}}{\text{NITRÓGENO INGERIDO (G)}} \times 100$$

DONDE:

NITRÓGENO RETENIDO = NITRÓGENO TOTAL DE - NITRÓGENO TOTAL DE  
LA RATA PROBLEMA LA RATA TESTIGO.

(G. DE DIETA CONSUMIDA) (PORCIENTO DE NITRÓGENO  
DE LA DIETA)  
NITRÓGENO =  $\frac{\text{NITRÓGENO RETENIDO (G)}}{\text{NITRÓGENO INGERIDO (G)}} \times 100$   
INGERIDO

DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE (HELLENDORN, 1972).

1. EL ALIMENTO SUMINISTRADO A LOS GRUPOS CONTROL Y EXPERIMENTAL FUE MARCADO CON ROJO CARMÍN DURANTE 5 DÍAS, ANTES DE SER CONSUMIDO POR LOS ORGANISMOS.

2. EL ALIMENTO FUÉ PESADO Y SE LE AÑADIÓ APROXIMADAMENTE EL 0.1% DE COLORANTE.
3. DURANTE LOS 5 DÍAS LAS HECES MARCADAS FUERON RECOLECTADAS, DESECHANDO AQUELLAS QUE NO ESTABAN TEÑIDAS, FUERON PESADAS Y LUEGO DESECADAS A 45 C.
4. CON LAS HECES SECAS, SE PROCEDIÓ A DETERMINAR LA CANTIDAD DE NITRÓGENO FECAL DE CADA RATA, CON EL MÉTODO KJELDAHL - SE PROCEDIÓ A CALCULAR LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE ACUERDO A LA FÓRMULA:

$$D.A. = \frac{\text{NITRÓGENO INGERIDO} - \text{NITRÓGENO FECAL}}{\text{NITRÓGENO INGERIDO}} \times 100$$

DONDE:

$$\text{NITRÓGENO INGERIDO: (G DE LA DIETA CONSUMIDA) (PORCIENTO DE NITRÓGENO DE LA DIETA)}$$


---

100

NITRÓGENO FECAL = OBTENIDO POR EL MÉTODO DEL KJELDAHL.

CUADRO 2.

INGREDIENTES DE LA DIETA EXPERIMENTAL A BASE DEL CONCENTRADO -  
PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO FRESCO (Pisum sativum L.).

PROTEÍNA.....	10%
ACEITE DE MAÍZ.....	20%
SALES MINERALES.....	5%
MEZCLA DE VITAMINAS.....	1%
CELULOSA.....	4%
GLUCOSA.....	20%
SACAROSA.....	20%
ALMIDÓN.....	20%

### 3.1.1 MÉTODOS DE ANÁLISIS.

#### A) ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL MÉTODO DE SECADO EN ESTUFA (A.O.A.C., 1984).

DETERMINACIÓN DE CENIZAS POR INCINERACIÓN (OP. CIT., 1984).

DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO POR EXTRACCIÓN CON SOLVENTES (OP. CIT., 1984).

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS POR EL MÉTODO DE KJELDAHL (OP. CIT., 1984).

DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA POR HIDRÓLISIS ÁCIDA Y-ALCALINA (OP. CIT., 1984).

EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO POR DIFERENCIA ENTRE 100 DE LA SUMA DE LOS PORCENTAJES OBTENIDOS EN LAS DETERMINACIONES ANTERIORES.

#### B) DETERMINACIÓN DE AMINOÁCIDOS, EMPLEANDO UN ANALIZADOR AUTOMÁTICO BECKMAN MOD. 116 C (MOORE, ET AL., 1951)

#### C) FACTORES ANTINUTRICIONALES.

FACTOR ANTITRÍPSICO (KAKADE, ET AL., 1974).

HEMAGLUTININAS (JAFFÉ, ET AL., 1974).

SAPONINAS (MONROE, ET AL., 1962)

ALCALOIDES (WEBB, 1949).

GLUCÓSIDOS CIANOGÉNICOS (A.O.A.C., 1984).

D). EVALUACIÓN BIOLÓGICA.

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICAS  
(CAMPBELL, 1963).

DETERMINACIÓN DE LA UTILIZACIÓN NETA DE LA PROTEÍNA  
(MILLER, 1963).

DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE (HELLENDORN,  
1972).

#### 4.1 RESULTADOS Y DISCUSION

EN EL CUADRO 3 SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO FRESCO. - EL CONTENIDO DE PROTEÍNA FRUDA EN BASE SECA FUE DEL 68.20%, EL CUAL ES LIGERAMENTE MAYOR AL OBTENIDO POR ANON (1974) Y BATHY- Y CHRISTISON (1980) QUIENES REPORTARON UN 54.2% Y 61.2% RESPECTIVAMENTE UTILIZANDO EL MISMO MÉTODO.

EL CONTENIDO DE CENIZAS FUE DEL 7.56%, SIENDO LIGERAMENTE SUPERIOR AL REPORTADO POR MORALES, 1991 PARA EL HARINA DE CHÍCHARO, CON RESPECTO A SU CONTENIDO DE EXTRACTO ETÉREO, EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO PRESENTÓ UN VALOR DE 2.60% EL BAJO CONTENIDO DEL EXTRACTO ETÉREO ES IMPORTANTE EN RELACIÓN CON LA ESTABILIDAD DEL MISMO DURANTE EL ALMACENAJE O MANEJO, YA QUE LA OXIDACIÓN DE LOS LÍPIDOS DE CADENA NO SATURADA DA LUGAR A LA FORMACIÓN DE COMPUESTOS DE CARBONILO, QUE PUEDEN CONSIDERARSE RESPONSABLES DEL SABOR A RANCIO (PRIMO, 1979).

EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO PRESENTÓ UN CONTENIDO DE FIBRA BAJO 0.77% Y UN BAJO CONTENIDO DE ALMIDÓN 2.99% Y EN CONSECUENCIA EL PORCENTAJE DE HIDRATOS DE CARBONO FUE DE 20.87% - LO ANTERIOR SE EXPLICA SI CONSIDERAMOS QUE LOS CARBOHIDRATOS SE ENCUENTRAN FORMANDO PRINCIPALMENTE PARTE DE LAS PAREDES CELULARES, POR LO QUE ESTA DISMINUCIÓN EN LOS VALORES OBTENIDOS PODRÍA DEBERSE AL MOMENTO DE PRODUCIRSE EL CONCENTRADO PROTEÍ-



NICO CON RESPECTO A LA HARINA DE CHÍCHARO UTILIZADA EN SU ELABORACIÓN (MORALES 1991).

EN EL CUADRO 4 SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DEL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DEL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO. COMO PUEDE OBSERVARSE EL CONCENTRADO CONTIENE CASI TODOS LOS AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN LAS PROPORCIONES REQUERIDAS POR EL ORGANISMO HUMANO, (FAO/OMS, 1973) CON EXCEPCIÓN DE LA METIONINA, QUE EN ESTE CASO ES EL AMINOÁCIDO LIMITANTE (ANON, 1974).

POR OTRA PARTE, EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO MOSTRÓ UN ALTO CONTENIDO DEL AMINOÁCIDO ESENCIAL LISINA, LO QUE PODRÍA RESULTAR VENTAJOSO YA QUE EN OTRAS FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL ESTE AMINOÁCIDO ES LIMITANTE POR EJEMPLO LOS CEREALES (PRIMO, 1979). AL COMPARAR EL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DEL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO CON OTROS LEGUMINOSAS (VER APÉNDICE, TABLA I) PODEMOS OBSERVAR QUE EL CONCENTRADO DE CHÍCHARO ES MEJOR QUE EL DE GARBANZO EN CUANTO A LA PROPORCIÓN DE ARGININA, VALINA, LEUCINA Y LISINA; TAMBIÉN MUESTRA UNA MAYOR PROPORCIÓN DE LISINA, LEUCINA, METIONINA Y FENILALANINA RESPECTO AL CONCENTRADO DE HABA, COMPARADO CON EL CONCENTRADO DE SOYA EL DE CHÍCHARO SÓLO PRESENTA UNA MAYOR PROPORCIÓN DE ARGININA, LEUCINA, Y LISINA; EN TANTO QUE COMPARADO CON EL DE LENTEJA SÓLO LO SUPERA EN LA PROPORCIÓN DE ARGININA, LEUCINA, Y LISINA; EN TANTO QUE COMPARADO CON EL DE LENTEJA SOLO LO SUPERA EN LA PROPORCIÓN DE ARGININA.

EL CUADRO 5 MUESTRA LOS DATOS DE LOS FACTORES ANTINUTRICIOS -- PRESENTES EN EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO, SE OBTUVO UN VALOR DE 1000 UNIDADES DE INHIBIDOR DE TRIPSINA POR GRAMO - DE MUESTRA (UTI/G), DATO QUE RESULTÓ MENOR AL REPORTADO POR YA DAV Y LIENER (1977) QUE FUÉ DE 2000 UTI/G.

DE LOS FACTORES ANTINUTRICIOS IMPORTANTES DE LAS LEGUMINOSAS- SON LOS GLUCÓSIDOS CIANOGENÍCOS LOS QUE NO SE DETECTARON EN EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO, AUNQUE EXISTEN RESULTADOS QUE INDICAN QUE ESTOS SE ENCUENTRAN EN PROPORCIONES QUE NO LLE GAN A SER TÓXICAS (2.3 MG/100 G), MONTGOMERY, 1980). MONTGOME RY (1980) SUGIRIÓ QUE EL LÍMITE SUPERIOR DE SEGURIDAD EN MATE RIALES ALIMENTICIOS SEA DE 10-20 MG/100 G DE MUESTRA (VER APÉN DICE, TABLA II).

LAS SAPONINAS SON GLUCÓSIDOS NO PERJUDICIALES PARA EL HOMBRE - EN LAS CANTIDADES QUE NORMALMENTE SE ENCUENTRAN EN LAS LEGUMI NOSAS, (AYKROYD Y DOUGHTY, 1982); SU PRESENCIA EN EL CONCENTRA DO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO NO SIGNIFICA QUE PROVOQUE ALGUNA RES PUESTA FISIOLÓGICA DESFAVORABLE, SE HA SUGERIDO QUE INCLUSO LA PRESENCIA DE SAPONINAS PUEDE TENER ALGÓN EFECTO BENEFICIOSO EN CUANTO A REDUCIR EL NIVEL DE COLESTEROL.

CON RESPECTO A LA PRUEBA CUALITATIVA DE ALCALOIDES, EL CONCEN TRADO PRESENTÓ PARA EL REACTIVO DE MAYER Y SONNESCHEIN UNA PRE CIPITACIÓN MODERADA, MIENTRAS QUE PARA EL REACTIVO DE DRAGGEN-

DORF Y WAGNER PRESENTÓ UN PRECIPITADO ABUNDANTE, PARA ESTA PRUEBA EXISTE CIERTA DISCREPANCIA, YA QUE DE ACUERDO CON LO REPORTADO POR EL I.N.R.A. (1988) EL CHÍCHARO CARECE DE ESTOS COMPUESTOS POR LO TANTO LA PRESENCIA POSITIVA OBTENIDA PUEDE ATRIBUIRSE A OTROS COMPUESTOS DEL CHÍCHARO DIFERENTES DE LOS ALCALOIDES, COMO PUEDEN SER LAS PURINAS O POLIFENOLES (DOMÍNGUEZ, 1979).

NO SE DETERMINÓ LA PRESENCIA DE HEMAGLUTININAS EN EL CONCENTRADO PROTEÍNICAMENTE DE CHÍCHARO CON LOS ERITROCITOS DE HUMANO Y VACA, SIN EMBARGO CON ERITROCITOS DE CONEJO SE PRESENTÓ AGLUTINACIÓN HASTA LA DILUCIÓN 12, ESTOS RESULTADOS SON SEMEJANTES A LOS REPORTADOS POR CONTRERAS Y TAGLE (1974). DE ACUERDO CON JAFFÉ Y BRUCHER (1972) LAS HEMAGLUTININAS QUE ACTÚAN SOBRE LOS ERITROCITOS DE CONEJO NO TIENEN ACCIÓN TÓXICA EN EL ORGANISMO.

EN EL CUADRO 6 SE MUESTRAN LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA PROTEÍNA APORTADA POR EL CONCENTRADO PROTEÍNICAMENTE DE CHÍCHARO FRESCO. LOS RESULTADOS PARA ESTE ANÁLISIS SON EL PROMEDIO DE 7 RATAS MACHO EN CADA LOTE  $\pm$  LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

COMO SE PUEDE OBSERVAR, LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICAMENTE PARA EL CONCENTRADO PROTEÍNICAMENTE DE CHÍCHARO FUÉ BAJO ( $1.61 \pm 0.17$ ) COMPARADO CON RESPECTO AL OBTENIDO PARA LA CASEÍNA YA QUE SÓLO REPRESENTA EL 51%; ESTO PUEDE ATRIBUIRSE A LA DEFICI

CIENCIA DEL AMINOÁCIDO ESENCIAL METIONINA (ANON, 1974). SIN-  
EMBARGO ESTO NO REPRESENTA UNA LIMITANTE YA QUE BELL Y YOUNGS  
(1970) REPORTARON UNA BAJA GANANCIA DE PESO AL UTILIZAR UN NI-  
VEL DE PROTEÍNA DEL 10%, PERO AL SER SUPLEMENTADA CON METIONI-  
NA OBTUVIERON UN RESULTADO SEMEJANTE AL OBSERVADO CON EL CON-  
CENTRADO PROTEÍNICO DE PESCADO, HUEVO Y CASEÍNA, LO QUE SIGNI-  
FICA QUE LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICA SE INCREMENTA EN  
FORMA SIGNIFICATIVA CON LA ADICIÓN DE METIONINA (MATTIL, 1974).

EN CUANTO A LA UTILIZACIÓN NETA DE LA PROTEÍNA, SE OBTUVO UN-  
VALOR DE (20.74 +<sub>-</sub> 2.53), DATO QUE REPRESENTA EL 42% DEL OBTU-  
NIDO PARA LA CASEÍNA. EL VALOR OBTENIDO ES SEMEJANTE AL REPOR-  
TADO POR PAK Y BARJA (1974) QUIENES OBTUVIERON EL 49% PARA EL  
- GARBANZO, 38.7% PARA EL ARVEJÓN Y 26.9% PARA LA LENTEJA, ESTE  
RESULTADO TAMBIÉN PODRÍA DEBERSE A LA DEFICIENCIA DE METIONI-  
NA EN EL CONCENTRADO PROTEÍNICO.

LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL CONCENTRADO PROTEÍNICO DE CHÍ-  
CHARO FUÉ DEL 38.6% +<sub>-</sub> 4.98 Y REPRESENTA EL 42% DEL OBTENIDO-  
PARA LA CASEÍNA, NUESTROS DATOS REFLEJAN UNA BAJA DIGESTIBILI-  
DAD, PERO NO RESULTAN INCONGRUENTES, CON LOS OBSERVADOS POR -  
OTROS AUTORES; YA QUE SE HA MOSTRADO QUE LAS LEGUMINOSAS DE -  
GRANO EN ESTADO CRUDO PRESENTAN UNA DIGESTIBILIDAD PROTEÍNICA  
BAJA (LIENER, 1973). CABE SEÑALAR QUE LAS SEMILLAS UTILIZA -  
DAS PARA ELABORAR EL CONCENTRADO PROTEÍNICO DE CHÍCHARO, FUE-  
RON SOMETIDAS A UN TRATAMIENTO TÉRMICO, EL QUE POSIBLEMENTE -

NO FUÉ LO SUFICIENTEMENTE ALTO COMO PARA DESTRUIR A TODOS LOS FACTORES ANTINUTRICIOS E INHIBIDORES, Y CON ELLO INCREMENTAR LA DIGESTIBILIDAD DEL CONCENTRADO (JAFFÉ Y FLORES, 1975; MOLINA ET AL., 1975).

CUADRO 3.

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHICHARO  
FRESCO (*Pisum sativum* L).

g/ 100 GR.

DETERMINACIÓN	BASE HÚMEDA	BASE SECA
HUMEDAD	7.27	---
CENIZAS	7.01	7.56
PROTEÍNA CRUDA (N x 6.25)	63.24	68.20
EXTRACTO ETÉREO	2.40	2.60
FIBRA CRUDA	0.72	0.77
**HIDRATOS DE CARBONO	19.36	20.87
ALMIDÓN	2.77	2.99

\*\* LA SUMA DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LAS DETERMINACIONES RESTADAS DE 100 REPRESENTAN LA CANTIDAD DE HIDRATOS DE CARBONO.

CUADRO 4.

CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DE EL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO FRESCO (*Pisum sativum* L)(G DE AMINOÁCIDO/16 G DE NITRÓGENO).

AMINOÁCIDOS ESENCIALES	CPCH**	PATRON PAO/OMS (1973)	C.Q.
VALINA	5.71	5.0	114.2
ISOLEUCINA	4.74	4.0	118.5
TREONINA	3.45	4.0	86.2
TRIPTÓFANO	0.48	1.0	48.0
FENILALANINA	5.05	5.0	101.0
LEUCINA	8.33	7.0	119.0
LISINA	8.64	5.5	157.0
METIONINA	1.03	2.2	46.8

AMINOÁCIDOS NO ESENCIALES

HISTIDINA	2.47
AC. ASPÁRTICO	11.02
SERINA	3.45
AC. GLUTÁMICO	15.29
PROLINA	4.26
GLICINA	4.06
ALANINA	4.84
CISTEÍNA	0.43
TOROSINA	3.40
ARGININA	10.02

\*\* CPCH = CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE CHÍCHARO, DETERMINADOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICIÓN "SALVADOR ZUBIRÁN".  
C.Q. = CALIFICACIÓN QUÍMICA.

CUADRO 5.

FACTORES ANTINUTRICIOS PRESENTES EN EL CONCENTRADO PROTEÍNIC  
DE CHÍCHARO FRESCO (*Pisum sativum* L).

DETERMINACIÓN	RESULTADO
INHIBIDOR DE TRIPSINA 1/	MENOS DE 1000 UTI/G.
GLUCÓSIDOS CIANOGENICOS 2/	NEGATIVO
SAPONINAS 2/	POSITIVO
ACALOIDES 3/	
REACTIVO DE MAYER	++
REACTIVO DE DRAGENDORFF	+++
REACTIVO DE WAGNER	+++
REACTIVO DE SONNESCHEIN	++
HEMEGLUTININAS 4/	
ERITROCITOS DE CONEJO	12
BRITROCITOS DE VACA	NEGATIVO
BRITOCITOS DE HUMANO	NEGATIVO

1/ = UNIDADES DE INHIBIDOR DE TRIPSINA G/DE MUESTRA SECA Y DES -  
GRASADA.

2/ = PRUEBA CAULITATIVA.

3/ = PRUEBA CUALITATIVA CLAVE: (+++)=ABUNDANTE; (++)=MODERADA Y -  
(+)=ESCASO O DUDOSO.

4/ = MÁXIMA DILUCIÓN DEL EXTRACTO QUE PROVCCA AGLUTINACIÓN VISI-  
BLE EN 1 HR.



CUADRO 6.

RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNIC (REP), UTILIZACIÓN NETA DE LA PROTEÍNA (UNP) Y DIGESTIBILIDAD APARENTE (DA) DEL CONCENTRADO PROTEÍNIC DE CHÍCHARO FRESCO (*Pisum sativum* L).

ALIMENTO	REP	REP CON RESPECTO A CASEÍNA (%)	UNP	UNP CON RESPECTO A CASEÍNA (%)	DA	DA CON RESPECTO A CAS. (%)
CASEÍNA	3.16±0.17	100	50.04±9.23	100	92.1±2.75	100
CPCH	1.61±0.18	51	20.74±2.53	42	38.6±4.98	42

CPCH = CONCENTRADO PROTEÍNIC DE CHÍCHARO.

MEDIA DE 7 OBSERVACIONES ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

## 4.2 CONCLUSIONES

1. El concentrado proteínico de chícharo fresco, contiene todos los aminoácidos esenciales en las cantidades requeridas por el organismo humano, con excepción de la Metionina, el cual resultó ser el aminoácido limitante, y en menor grado el Triptófano que mostró una deficiencia con respecto al patrón FAO.
2. La deficiencia en Metionina se reflejó en forma significativa al realizar las pruebas biológicas (REP, UNP, y DA), ya que estas reportaron datos menores a los obtenidos para la caseína, sin embargo esto no es una limitante para su utilización, ya que al adicionarle Metionina a la dieta estos valores pueden incrementarse, obteniéndose datos similares a los reportados para concentrados proteínicos de pescado, huevo y caseína.
3. Con base a sus características químicas y nutricionales, el concentrado proteínico de chícharo fresco (*Pisum sativum*) se puede considerar como una buena fuente potencial de proteína vegetal la cual puede ser utilizada en la alimentación humana y animal, en la elaboración de sustitutos lácteos, así mismo también puede ser empleado en una gran variedad de productos alimenticios.

#### 4.5 BIBLIOGRAFIA

1. ANONYMOUS , (1974). PEA FLOUR AND PEA PROTEIN CONCENTRATE. PPS BULL. #1 REG. LAB.NAT.RES. COUNCIL AND COLL. OF HOME - ECONO. UNIV. OF SASKATCHEWAN, SASKATOON. SASKATCHEWAN. - CANADÁ.
2. A.O.A.C., (1984). ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF - ANALYTICAL CHEMISTRY. 14 TH. WASHIGTON, D.C..
3. AYKROYD, W.R., Y J.DOUGHTY., (1982). LAS LEGUMINOSAS EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONALES UNIDAS-PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. FAO. ESTUDIOS SOBRE-NUTRICIÓN. ROMA. No. 20.
4. BATEMAN, J.V. (1970). NUTRICIÓN ANIMAL. MANUAL DE MÉTODOS - ANALÍTICOS ED. HERRERO. MÉXICO.
5. BATHY, R.S., AND G. I. CHRISTISON, (1980). DIGESTIBILITY OF PEA PROTEINS BY PRE-RUMINANT CALVES. CAN. J. ANIM. SCI. - 60:925-930.
6. BELL, J.M., G.F. ROYAN, AND C.G. YOUNGS, (1974). DIGESTIBILITY OF PEA PROTEIN CONCENTRATE AND ENZYME-TREATED PEA FLOUR IN MILK REPLACERS FOR CALVES. CAN, J.ANIM.SCI. - 54:355-362.

7. BELL, J.M., AND C.G. YPUNGS, (1970). STUDIES WITH MICE ON - THE NUTRITIONAL VALUE OF PEA PROTEIN CONCENTRATE. CAN. J. - ANIM. SCI. 50 (2): 219-226.
8. BENDER, A.B., AND B.H. DOELL, (1957). BIOLOGICAL EVALUATION OF PROTEINS: A NEW ASPECT. BRIT. J.NUTR. 11:140.
9. CAMPBELL, J.A., (1963). METHODS FOR DETERMINATION OF PER - AND NPU IN "EVALUATION OF PROTEIN QUALITY". PUB. 1100 NATIO -  
NAL ACADEMY OF SCIENCE, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. WASHING -  
TON, D.C.
10. CONTRERAS, S. Y M.A. TAGLE, (1974). FACTORES TÓXICOS DE LE -  
GUMINOSAS CULTIVADAS EN CHILE. III HEMAGLUTININAS. ARCH. -  
LATINOAMER. NUTR. 24:191-199.
11. CHAPMAN, D.G.R. CASTILLO, AND J.A. CAMPBELL, (1959) EVALUA -  
TION OF PROTEIN IN FOODS. I A METHOD FOR DETERMINATION OF -  
PROTEIN EFFICIENCY RATIOS. CAN. J. BIOCHEM. PYSIOL. 37:679.
12. DOMÍNGUEZ, S.A. (1979). ALCALOIDES. IN: MÉTODOS DE INVESTI -  
GACIÓN FITOQUÍMICA. ED. LIMUSA, MÉXICO.
13. DUKE, J.A. (1981). HANDBOOK OF LEGUMES OF WORLD ECONOMIC -  
IMPORTANCE. PLENUM PRESS. NEW YORK, LONDON. PRINTED IN USA.

14. ESTRADA, M. MA. I. (1988). ELABORACIÓN DE UN SUBSTITUTO LÁCTEO DESHIDRATADO A PARTIR DE UN CONCENTRADO PROTEÍNIC DE ARVERJÓN PARA LA ALIMENTACIÓN INFANTIL. TESIS DE LICENCIATURA. FAC. DE QUÍMICA. UNAM. MÉXICO.
15. FAN, T.Y., AND F.W.SOSULSKI, (1974). DISPERSIBILITY AND ISOLATION OF PROTEINS FROM LEGUME FLOURS. CAN. INST. FOOD-TECHNOL. J. 7(4):256-259.
16. GORRIL, L.D., J.D. JONES, AND W. G. NICHOLSON, (1976). LOW AND HIGH GLUCOS-NOLATE RAPESEED FLOURS AND RAPESEED OIL IN MILK REPLACERS FOR CALVES: THEIR EFFECTS ON GROWTH, NUTRIENT, DIGESTION AND NITROGEN RETENTION. CAN. J. ANIM. SCI. 6:409-416.
17. HELLENDORF, W.E. (1972). LEGUMES IN HUMAN DIETS AND HOW THEY MIGHT BE BREEDING. MAX MILNER ED. PROTEIN ADVISORY GROUP OF UNITED NATIONS SYSTEM NEW YORK.
18. INFORME DE UN COMITÉ ESPECIAL MIXTO FAO/OMS DE EXPERTOS. (1973). NECESIDADES DE ENERGÍA Y PROTEÍNAS FAO. ROMA.
19. I.N.R.A., (1988). INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, CARNE O CHÍCHARO: UNA LEGUMINOSA PROTEAGINOSA. CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FRANCIA. 28:32.

20. JAFFÉ, W.G. Y O. BRUCHER, (1972). TOXICIDAD Y ESPECIFICIDAD DE DIFERENTES FITOHEMAGLUTININAS DE FRIJOLES (Phaseolus vulgaris) ARCH. LATINOAMER. NUTR. 22:267-281.
21. JAFFÉ, W.G., A. LEVY, AND I.O. GONZÁLEZ (1974). ISOLATION AND PARTIAL CHARACTERIZATION OF BEAN FITOHEMAGLUTININS. PHYTOCHEM, 13:2685-2693.
22. JAFFÉ, W.G., Y M.E. FLORES, (1975). LA COCCIÓN DE FRIJOLES (Phaseolus vulgaris) ARCH. LATINOMER. NUTR. 25:79-90
23. JAFFÉ, W.G., (1980). HEMATLUTINIS. IN: TOXIC CONSTITUENTS OF PLANT FOODSTUFFS. ACADEMIC PRESS INC. 2A. ED. LONDON.
24. JANSEN, G.R. (1978). BIOLOGICAL EVALUATION OF PROTEIN-QUALITY. FOOD TECHNOLOGY. P. 52-56.
25. KAKADE, M.L., J.J. RACKIS, J.E. MC. GHEE, AND G. PUSKI, (1974). DETERMINATION OF TRYPSIN INHIBITORS ACTIVITY OF SOY PRODUCTS: A COLLABORATIVE ANALYSIS OF AN IMPROVED PROCEDURE. CEREAL. CHEM. 51 (3):376.

26. KHAN, N.A., B.E. BAKER, (1957). THE AMINO-ACID COMPOSITION OF SOME PAKISTANI PULSES. J. SCI.FOOD.AGRIC. 8: - 301-305.
27. LEES, P. (1985). EL GUISANTE, AGRICULTURA DE LAS AMÉRICAS. 34(9): 4-8.
28. LERENA, G.A. (1945) CULTIVOS DE HUERTA, MANUAL PRÁCTICO DE HORTICULTURA. ED. ALBATROS. BUENOS AIRES.
29. LIENER, G.A. (1973). ANTITRYPTIC AND OTHER ANTINUTRITIONAL FACTORS IN LEGUMES, IN: NUTRITIONAL IMPROVEMENT OF FOOD LEGUMES BY BREEDING. MAX MILNER. NEW YORK. PROTEIN ADVISORY GROUP OF THE UNITED NATIONS SYSTEM, P. - 239-258.
30. MACÍAS, F.MA. E. (1988). DESARROLLO DE UN PRODUCTO EN POLVO PARA LA ALIMENTACIÓN INFANTIL CON BASE EN PROTEÍNA EXTRAÍDA DE LA PASTA DE CÁRCAMO. (Carthamus tinctorius L). TESIS DE LICENCIATURA ESC. DE QUÍMICA. UNIVERSIDAD MOTOLINÍA. MÉXICO.
31. MARQUARDT, R.R., J.A. MC. KIRDY, T. WARD, AND L.D. CAMPBELL, (1975) AMINOÁCID, HEMAGLUTININ AND TRYPSIN INHIBITOR LEVELS, AND PROXIMATE ANALYSIS OF FABA BEANS (VICIA FABA) AND FABA BEAN FRACTIONS. CAN. J.ANIM.SCI.

55:421-429.

32. MATTIL, K.F. (1974). COMPOSITION NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES AND QUALITY CRITERIA OF SOY PROTEIN-CONCENTRATES AND SOY-PROTEIN ISOLATES. J. AM. CHEM. - Sci. 51:81.
33. MBUGI, P.K., J.R. INGALLS, AND R.S. SHARMA, (1989). - EVALUATION OF PEA PROTEIN CONCENTRATE AS A SOURCE OF - PROTEIN IN MILK REPLACERS FOR HOLSTEIN CALVES. ANIM. - FEED.SCI. TECHNOL. 24:267-274.
34. Mc.LAUGHLAN, J.M., J.A.CAMPBELL, (1969). METODOLOGÍA DE EVALUACION DE PROTEINAS IN: MAMMALIAM PROTEIN METABOLISM. VOL. III H.N. MUNRO. ACADEMIC PRESS. NEW YORK.
35. MILLER, D.S., (1963). A PROCEDURE FOR DETERMINATION OF NPU USING RATS BODY N TECHNIQUE IN "EVALUATION OF PROTEIN QUALITY". PUBLICATION 1100 NATIONAL RESEARCH - COUNCIL. WASHINGTON, D.C.
36. MOLINA, M.R., G. DE LA FUENTE, Y R.BRESSANI, (1975). INTERRELATION SHIPS BETWEEN STORAGE SOAKING TIME, COOKING-TIME, NUTRITIVE VALUE AND OTHER CHARACTERISTICS OF THE BLAC, BEAN (Phaseolus vulgaris). J.FOOD.SCI.40:587-591.



37. MONROE, E.E., E.WALL, AND M.ROLLAND, (1952). DETECTION- AND ESTIMATION OF STEROIDAL SAPOGENINS IN PLANT TISSUE ANAL.CHEM. 24:1337-1341.
38. MOORE, S.D., D.H.SPACMAN, AND W.H.STEIN (1951). CHROMATOGRAPHY OF AMINO-ACIDS ON SULFONATED POLYESTIRENE RESINS. J.BIOL.CHEM.6:192-196.
39. MONTGOMERY, R.D. (1980). CYANOGENS. IN: LIENER, I.E. (ED.) TOXIC, CONSTITUENS OF PLANT FOODSTUFFS. 2A. ED. NEW YORK ACADEMIC PRESS.
40. MORALES, M.M., (1991). PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BASE PROTEÍNA DESHIDRATADA A PARTIR DE CHÍCHARO FRESCO PARA SU USO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL. TESIS DE LICENCIATURA. FAC. DE QUÍMICA UNAM, MÉXICO.
41. OSBORNE, T.B., L.B.MENDEL, AND E.EL.FERRY, (1919). A METHOD OF EXPRESSING NUMERICALLY THE GROWTH PROMOTING VALUE OF PROTEIN. J. BIOL. CHEM. 37:223.
42. PAK, N., E.I.BARJA, (1974) COMPOSICIÓN QUÍMICA, CONTENIDO DE TÓXICOS CALIDAD Y VALOR PROTEÍCO DE SEMILLAS DE ARVEJA, GARBANZO, Y LENTEJA CULTIVADOS EN CHILE. CIENCIA E INVESTIGACIÓN AGRARIA. 1(2):105-111.

43. PAREDES-LÓPEZ, O., Y C. ORDORICA-FALOMIR, (1986). PRODUCTION OF SAFFLOWER PROTEIN ISOLATES: COMPOSITION, YIELD, AND PROTEIN QUALITY. J. SCI. FOOD. AGRIC. 37:1097-1103.
44. PELLET, L.P. AND V.R. YOUNG (1984). FOOD AND NUTRITION-BULL. SUP. 4 NUTRITIONAL EVALUATION OF PROTEIN FOODS.- THE UNITED NATIONS. UNIV. WORLD HUNGER PROGRAMME. JAPAN.
45. PRIMO, Y.E., (1979). QUÍMICA AGRÍCOLA. VOL. III ALIMENTOS. ED. ALHAMBRA. ESPAÑA. 1ER. ED.
46. PRO, M.A., E.SOSA, (1979). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS PARA ALIMENTOS DE CONSUMO ANIMAL. COLEGIO DE POSGRADUADOS, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES PECUARIAS. MÉXICO.
47. RACKIS, J.J., R.L. ANDERSON, H.A. SASAME, A.K. SMITH, AND C.H. VAN ETTEN, (1961). AMINOACIDS IN SOBEAN HULLS AND OIL MEAL FRACTIONS. J. AGRIC. FOOD. CHEM. 9:409-412.
48. RAMSEY. H.A., T.R. WILLARD, (1975). RECENT ADVANCES IN CALF REARING SOY PROTEIN FOR MILK REPLACERS. J. DAIRY SCI. 58:436.
49. S.A.R.H. (1985). SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HI

DRAÚLICOS. ECONOTECNIA AGRÍCOLA. ANUARIO ESTADÍSTICO -  
DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICA  
NOS.D.G.E.A.

50. SHEHATA, N.A., AND B.A. FRYER, (1970). EFFECT ON PROTEIN -  
QUALITY OF SUPPLEMENTING WHEAT FLOUR WITH CHICKPEA -  
FLOUR. CEREAL CHEM. 47:663-667.
51. SOTELO, A.M., L. ARENAS, Y M. HERNÁNDEZ, (1987). UTILIZACIÓN  
DEL GARBANZO (Cicer arietinum: L) EN FÓRMULAS NO LÁC- -  
TEAS I. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CALIDAD NUTRITIVA DEL --  
GARBANZO Y SU COMPARACIÓN CON FÓRMULAS COMERCIALES. -  
ARCH. LATINOAMER. NUTR. XXXVII(3):551-559.
52. ULLOA, J.A., M.E. VALENCIA, H.Z. GARCÍA, (1988). PROTEIN CON-  
CENTRATE FROM CHICKPEA: NUTRITIVE VALUE OF PROTEIN CON-  
CENTRATE FROM CHICKPEA: NUTRITIVE VALUE OF A PROTEIN -  
CONCENTRATE FROM CHICKPEA (Cicer arietinum) OBTAINED -  
BY ULTRAFILTRATION AND IT'S POTENTIAL USE IN AN INFANT-  
FORMULA. J.FOOD.SCI.53(5):1396-1398.
53. WEEBB, L.J. (1949). AN AUSTRALIAN PHYTOCHEMICAL SURVEY-  
I. ALKALOIDS AND CYANOGENETIC COMPOUNDS IN QUEENSLAND -  
PLANTS. BOLETÍN 241. C.S.I.R.O. MELBOURNE.
54. WHITAKER, J.R. (1981). NATURALLY OCCURRING PEPTIDE AND

PROTEIN INHIBITORS OF ENZYMES. IN: "IMPACT OF TOXICOLOGY ON FOOD PROCESSING". ED. J.C.KIRSCHMAN. AVI. PUBLIC CO. WESTPORT CONNECTICUT.

55. WITTENBERG, K.M., AND K.R. INGALLS (1979). UTILIZATION OF FABABEAN PROTEIN CONCENTRATE IN MILK SUBSTITUTE -- DIETS BY PRE-RUMINANT CALVES. J. DAIRY, SCI. 62:(10): - 1626-1631.
56. WOLF, W.J., (1977). LEGUMES: SEED COMPOSITION AND STRUCTURE PROCESSING INTO PROTEIN PRODUCTS AND PROTEIN PROPERTIES. IN: FOOD PROTEINS. ED. AVI. PUBLISHING COMPANY - INC. 291-304.
57. YADAV, H.R., I.E. LIENER. (1977). OPTIMIZING THE NUTRITIVE VALUE OF THE PROTEIN OF NAVY BEANS (Phaseolus vulgaris) BY COMPLEMENTATION WITH CEREAL PROTEIN. LEGUME - RES. 1:17.

# A P E N D I C E

TABLA I.

## "CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DE ALGUNAS LEGUMINOSAS"

AMINOÁCIDO	LENTEJA <sup>1</sup> ( <i>Lens esculenta</i> )	HABA <sup>2</sup> ( <i>Vicia faba</i> )	SOYA <sup>3</sup> ( <i>Glycine max</i> )	GARBANZO <sup>4</sup> ( <i>Cicer arietinum</i> )
ARGININA	8.45	10.6	8.42	7.98
HISTIDINA	3.81	2.8	2.55	2.57
ISOLEUCINA	6.30	4.5	5.10	4.53
LEUCINA	10.9	7.7	7.72	7.63
LISINA	7.96	7.0	6.86	7.72
METIONINA	0.70	0.6	1.56	1.16
FENILALANINA	6.25	4.3	5.01	6.46
TREONINA	4.47	3.7	4.31	3.86
TRIPTÓFANO	1.22	-	1.28	1.78
VALINA	5.42	5.2	5.38	4.63

DATOS TOMADOS DE LAS SIGUIENTES FUENTES:

1 = KHAN &amp; BAKER (1957)

2 = MARQUARDT, ET AL., 1975

3 = RACKIS, ET AL., 1961

4 = SHEHATA &amp; FRYER (1970).

TABLA II.

"CONTENIDO DE CIANURO DE ALGUNAS LEGUMINOSAS". (MONTGOMERY, 1980).

LEGUMINOSAS	CONTENIDO DE HCN (MG/100 G)
FRIJOL DE LIMA	
MUESTRA INCRIMINADA EN EL EN- VENENAMIENTO FATAL DE HOMBRES.	210 - 312
NIVELES NORMALES*	14.4-16.7
CAUPI	2.1
CHÍCHARO (GUISANTE DE CAMPO)	2.3
FRIJOL COMÚN	2.0
GARBANZO	0.8
GANDÚ	0.5

\* INCLUIDAS LAS VARIETADES BLANCAS QUE SE COMERCIAN INTERNACIONALMENTE.

APARATOS Y EQUIPO.

BALANZA GRANATARIA OHAUS.

BALANZA ANALÍTICA SARTORIUS.

BALANZA DIGITAL SARTORIUS.

ESTUFA DE TEMPERATURA CONTROLADA GCA.CO.

BUFLA "DUBUQUE IV", TERMO LINE CORPORATION, MOD. 10500.

EXTRACTOR DE GRASA GOLDFISH, "LAB.CO.CO."

APARATO KJELDAHL DE DIGESTIÓN Y DESTILACIÓN "LAB.CON.CO".

EXTRACTOR DE FIBRA CRUDA "LAB.CON.CO."

ESPECTOFOTÓMETRO, BAUSCH & LAMB. "SPENTRONIC 70".

ANALIZADOR AUTOMÁTICO DE AMINOÁCIDOS, "BECKMAN, MOD. 116"

ESTUFA DE VACIO DE TEMPERATURA CONTROLADA GCA.CO.

LICUADORA OSTERIZER.

MATERIAL DE CRISTALERÍA EN GENERAL.

MATERIAL DEL BIOTERIO EN GENERAL.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA