

11662
6
2y.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlán"

**DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO DEL GLUTEN DE SORGO
COMO FUENTE DE PROTEINA Y ENERGIA EN ALIMENTOS PARA AVES**

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

**Presentada como requisito parcial para obtener
el grado de MAESTRO EN CIENCIAS con
ESPECIALIDAD EN NUTRICION ANIMAL.**

Autor: MVZ MA. ELENA A. IBARGUENGOITIA TEJEDA

Asesor: MVZ, MSc Ernesto Avila González



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.

AL HONORABLE JURADO:

PRESIDENTE : M.C. ERNESTO AVILA GONZÁLEZ
SECRETARIO : DR. CARLOS VÁSQUEZ PELÁEZ
VOCAL : M.C. IRMA TEJADA CASTAÑEDA
1ER. SUPLENTE : DR. ARMANDO S. SHIMADA
2° SUPLENTE : DR. ALBERTO ROBLES CABRERA

INDICE

	PÁGINA
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION GENERAL	4
3. REVISION DE LITERATURA	6
3.1 ANTECEDENTES	6
3.1.1 GENERALIDADES DEL GRANO DE SORGO	7
3.1.2 ESTRUCTURA DEL GRANO DE SORGO	7
3.2 PROCESO DE MOLIENDA HUMEDA DEL GRANO DE SORGO Y MAIZ	12
3.2.1 SUBPRODUCTOS DEL MOLIDO HUMEDO DEL SORGO Y MAIZ UTILIZADOS PARA LA ALIMENTACION ANIMAL	18
3.3 COMPOSICION QUIMICA DEL GRANO DE SORGO	18
3.4 COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE LAS PROTEINAS DEL GLUTEN DE SORGO	20
3.5 COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA MOLIENDA HUMEDA DEL MAIZ	24
3.6 COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE LAS PROTEINAS DEL GLUTEN DE MAIZ	26
3.7 FACTORES LIMITANTES DEL SORGO	26
3.7.1 TAHINOS	26
3.7.2 INTERACCION DE AMINOACIDOS	28
3.8 EMPELO DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAIZ EN LA ALIMENTACION ANIMAL	32

3.9	METODOS PARA CONOCER EL CONTENIDO DE ENERGIA METABOLIZABLE	34
4.	OBJETIVO GENERAL	36
5.	MATERIAL Y METODOS GENERALES	36
6.	ANALISIS QUIMICOS REALIZADOS	37
7.	EXPERIMENTO 1	40
7.1	INTRODUCCION	40
7.2	OBJETIVO	41
7.3	MATERIAL Y METODOS	42
7.4	RESULTADOS Y DISCUSION	46
8.	EXPERIMENTO 2	52
8.1	INTRODUCCION	52
8.2	OBJETIVO	54
8.3	MATERIAL Y METODOS	54
8.4	RESULTADOS Y DISCUSION	57
9.	EXPERIMENTO 3	62
9.1	INTRODUCCION	62
9.2	OBJETIVO	63
9.3	MATERIAL Y METODOS	63
9.4	RESULTADOS Y DISCUSION	64
10.	EXPERIMENTO 4	69
10.1	INTRODUCCION	69
10.2	OBJETIVO	69
10.3	MATERIAL Y METODOS	70
10.4	RESULTADOS Y DISCUSION	73

11.	EXPERIMENTO 5	81
11.1	INTRODUCCION	81
11.2	OBJETIVO	82
11.3	MATERIAL Y METODOS	82
11.4	RESULTADOS Y DISCUSION	84
12.	EXPERIMENTO 6	89
12.1	INTRODUCCION	89
12.2	OBJETIVO	89
12.3	MATERIAL Y METODOS	90
12.4	RESULTADOS Y DISCUSION	92
13.	EXPERIMENTO 7	95
13.1	INTRODUCCION	95
13.2	OBJETIVO	95
13.3	MATERIAL Y METODOS	95
13.4	RESULTADOS Y DISCUSION	96
14.	CONCLUSIONES	102
15.	LITERATURA CITADA	104
16.	APENDICE	114

1. RESUMEN.

EN UNA SERIE DE EXPERIMENTOS, SE INVESTIGÓ EL VALOR NUTRITIVO DEL GLUTEN DE SORGO COMO FUENTE DE PROTEÍNA Y ENERGÍA EN DIETAS PARA AVES. EN EL PRIMERO SE DETERMINÓ LA ENERGÍA - METABOLIZABEL APARENTE CORREGIDA POR NITRÓGENO (EMA_N), DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAÍZ POR EL MÉTODO CLÁSICO, UTILIZANDO AL ÓXIDO DE CROMO Y CENIZAS INSOLUBLES EN ÁCIDO (CIA) COMO MARCADORES. SE EMPLEARON POLLITOS DE ENGORDA DE DOS A CUATRO SEMANAS DE EDAD. LA EMA_N DETERMINADA CON LA UTILIZACIÓN DEL ÓXIDO DE CROMO FUE MENOR ($p < 0.05$) QUE LA OBTENIDA CON CIA. EL VALOR PROMEDIO DE EMA_N (2.622 Kcal/g) PARA EL GLUTEN DE SORGO, FUE INFERIOR AL DEL GLUTEN DE MAÍZ (3.728 Kcal/g). EN EL SEGUNDO, SE DETERMINÓ LA ENERGÍA EMTABOLIZABLE VERDADERA (EMV) Y LA ENERGÍA METABOLIZABLE VERDADERA CORREGIDA POR RETENCIÓN DE NITRÓGENO (EMV_N) DEL GLUTEN DE SORGO Y DEL GLUTEN DE MAÍZ, LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL MÉTODO DE ALIMENTACIÓN FORZADA CON Y SIN COLOCAR CÁNULAS ALREDEDOR DEL ANO, - MOSTRARON DIFERENCIAS ($p < 0.01$) ENTRE LAS DOS TÉCNICAS UTILIZADAS EN LOS VALORES DE EMV Y EMV_N . LOS VALORES DE EMV_N FUERON MENORES ($p < 0.05$) QUE LOS DE EMV. NO SE ENCONTRARON DIFERENCIAS A ($p > 0.05$) ENTRE EL VALOR ENERGÉTICO DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAÍZ. EN EL EXPERIMENTO 3, SE ESTIMÓ LA

DIGESTIBILIDAD DE AMINOÁCIDOS, DEL GLUTEN DE MAÍZ Y DEL SORGO. LOS RESULTADOS MOSTRARON QUE EL GLUTEN DE SORGO TIENE UNA DIGESTIBILIDAD APARENTE MENOR (73.63%) Y EL GLUTEN DE MAÍZ DE (84.51%). EN EL EXPERIMENTO 4, SE EVALUÓ LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO. SE UTILIZARON POLLOS DE ENGORDA DE UNA A TRES SEMANAS DE EDAD. LOS TRATAMIENTOS UTILIZADOS CONSISTIERON EN 4 DIETAS CON 0.00; 33.33; 66.66 Y 100% DE PROTEÍNA DE GLUTEN DE SORGO, LA DIETA TESTIGO FUE CON BASE EN PASTA DE SOYA CON 15% DE PROTEÍNA. LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN CUANTO A GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA MOSTRARON UN EFECTO DESFAVORABLE ($P < 0.05$), CONFORME SE SUBSTITUYÓ LA PROTEÍNA DE PASTA DE SOYA POR LA DE GLUTEN DE SORGO. LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEICA (REP) DE LA DIETA CON 100% DE GLUTEN DE SORGO FUE MUY BAJA CON RESPECTO A LA DE 100% DE PASTA DE SOYA (0.49 vs 3.15). EN EL EXPERIMENTO 5, SE INVESTIGARON LOS AMINOÁCIDOS LIMITANTES DEL GLUTEN DE SORGO, UTILIZANDO POLLITOS DE ENGORDA DE UNA A DOS SEMANAS DE EDAD. LOS DATOS INDICARON QUE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO TIENE COMO PRIMER AMINOÁCIDO LIMITANTE A LA LISINA, SEGUIDA COMO SEGUNDO AMINOÁCIDO ARGININA. EN LOS EXPERIMENTOS 6 Y 7 SE EVALUARON DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO (0, 2, 4 Y 6%), EN DIETAS SORGO+SOYA PARA POLLOS DE ENGORDA Y GALLINAS DE POSTURA. LOS RESULTADOS DE ESTOS EXPERIMENTOS (6 Y 7) INDICARON QUE ES FACTIBLE EL EMPLEO DE HASTA 6% DE

DE GLUTEN DE SORGO EN DIETAS SORGO+SOYA PARA POLLOS DE
ENGORDA Y GALLINAS DE POSTURA SIN QUE SE TENGA UN EFECTO
ADVERSO EN LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS.

VALOR NUTRITIVO DEL GLUTEN DE SORGO EN DIETAS PARA AVES.

2. INTRODUCCION GENERAL.

EN MÉXICO, EL CULTIVO DE SORGO HA ALCANZADO UN NOTABLE DESARROLLO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. ESTO SE DEBE A LA DEMANDA QUE TIENE ESTE GRANO PARA EL CONSUMO ANIMAL, ADEMÁS DE SER UN CEREAL QUE SE CULTIVA EN REGIONES DONDE LA SEQUÍA ORIGINA BAJOS RENDIMIENTOS O PÉRDIDAS DE OTROS CEREALES, LO CUAL LO COLOCA EN UNA SITUACIÓN VENTAJOSA FRENTE A ELLOS.

RECIENTEMENTE EN ALGUNAS REGIONES EL CULTIVO DE SORGO HA DESPLAZADO AL DEL MAÍZ; LO QUE HA DADO LUGAR A UNA MAYOR DISPONIBILIDAD DE ESTE GRANO Y EN CONSECUENCIA, SE HA EMPEZADO A UTILIZAR PARA LA OBTENCIÓN DE ALGUNOS SUBPRODUCTOS. DE LA MOLIENDA HÚMEDA DE ÉL SE OBTIENE PRINCIPALMENTE ALMIDÓN, EL CUAL ES UTILIZADO PARA FINES INDUSTRIALES, OTRO SUBPRODUCTO ENTRE OTROS ES EL GLUTEN DE SORGO, QUE DEBIDO AL ELEVADO PORCENTAJE DE PROTEÍNA, PUEDE SER EMPLEADO COMO FUENTE DE PROTEICA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.

EN LA FORMULACIÓN DE RACIONES PARA MONOGÁSTRICOS, LA PROTEÍNA ADEMÁS DE SER CARA, MUCHAS VECES SON DIFÍCILES DE OBTENER FUENTES APROPIADAS, POR LO QUE LA BÚSQUEDA DE OTRAS ALTERNATIVAS QUE SUBSTITUYAN A LAS TRADICIONALES (PASTA DE

SOYA Y HARINA DE PESCADO), ES UNA LABOR CONTÍNUA.

LA INFORMACIÓN EXISTENTE A LA FECHA RESPECTO AL EMPLEO DEL GLUTEN DE SORGO COMO INGREDIENTE EN ALIMENTOS PARA ANIMALES ES MUY LIMITADA. CON ESTOS ANTECEDENTES, SE PLANEÓ EL PRESENTE ESTUDIO, CON EL FIN DE EVALUAR EL VALOR NUTRITIVO DEL GLUTEN DE SORGO, EN DIETAS PARA AVES. SE REALIZARON UNA SERIE DE EXPERIMENTOS CON POLLOS DE ENGORDA Y GALLINAS DE POSTURA, PARA CONOCER LA DISPONIBILIDAD DE LA ENERGÍA, CALIDAD DE LA PROTEÍNA Y LA POSIBILIDAD DE UTILIZAR EL GLUTEN DE SORGO EN DIETAS PARA ESTOS ANIMALES.

3. REVISION DE LITERATURA.

3.1 ANTECEDENTES.

EN MÉXICO, LA PRODUCCIÓN DE SORGO SE DESTINA PRINCIPALMENTE PARA ELABORAR ALIMENTOS BALANCEADOS DE AVES Y CERDOS, EN MENOR PORCENTAJE PARA LA PREPARACIÓN DE CONCENTRADOS DESTINADOS A RUMIANTES.

EL GRANO DE SORGO SE EMPLEA COMO LA PRINCIPAL FUENTE DE ENERGÍA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL; ES UN CULTIVO RELATIVAMENTE NUEVO, CUYA IMPORTANCIA HA IDO INCREMENTANDO. LA EXPANSIÓN EN LA PRODUCCIÓN DEL GRANO DE SORGO HA SIDO PRINCIPALMENTE RESULTADO DEL RENDIMIENTO EN PRODUCCIÓN POR EL DESARROLLO DE HÍBRIDOS MEJORADOS, LO QUE HA AUMENTANDO EL INTERÉS HACIA ESTE GRANO, PARA SU UTILIZACIÓN (PRÓ Y SOSA, 1980).

EN OTROS PAÍSES, EL SORGO TAMBIÉN ES EMPLEADO EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA (WALL Y BLESSIN, 1969); CABE SEÑALAR QUE HASTA AHORA EN NUESTRO PAÍS, SU EMPLEO ES EN FORMA INDIRECTA, EL MEXICANO LO CONSUME A TRAVÉS DE LA CARNE DE POLLO, CERDO Y HUEVO PRINCIPALMENTE.

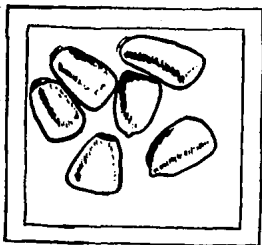
3.1.1 GENERALIDADES DEL GRANO DE SORGO.

LAS PEQUEÑAS SEMILLAS ESFÉRICAS DEL SORGO CONTRASTAN CON LOS GRANOS DEL MAÍZ Y TRIGO (FIGURA 1); ESTA CARACTERÍSTICA, AUMENTA SU ADAPTABILIDAD A DIVERSAS TÉCNICAS DE MOLIDO. EL GRANO ES UNA ESFERA APLANADA, DE APROXIMADAMENTE 4 MM DE LONGITUD POR 3,5 MM DE ANCHO Y 2,5 MM DE GROSOR, SU PESO VARÍA ENTRE 8 Y 50 MG, TENIENDO UN PROMEDIO DE 28 MG (WALL Y BLESSIN, 1969; ROONEY Y CLARK, 1968).

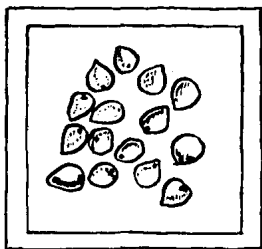
3.1.2 ESTRUCTURA DEL GRANO DE SORGO.

EL GRANO (FIGURA 2) SE COMPONE DE TRES PARTES PRINCIPALES; UNA CAPA EXTERNA, UN TEJIDO DE ALMACENAMIENTO Y EL GERMEN. CADA UNA DE ESTAS PARTES PUEDE SER SUBDIVIDIDA; LA CAPA EXTERNA DEL PERICARPIO SE CONOCE TAMBIÉN COMO EPIDERMIS Y CONTIENE PIGMENTOS Y CERAS; LA CAPA MEDIA CONTIENE PEQUEÑOS GRÁNULOS DE ALMIDÓN INCLUIDOS EN UNA DENSA RED PROTEICA; LA CAPA INTERNA ESTÁ COMPUESTA POR CÉLULAS EN FORMA DE CRUZ Y TUBULARES. ALGUNAS VARIETADES, PRESENTAN UNA CAPA DE CÉLULAS ALTAMENTE PIGMENTADAS BAJO EL PERICARPIO; ESTA CAPA ES CONOCIDA COMO TESTA (ROONEY Y CLARK, 1968).

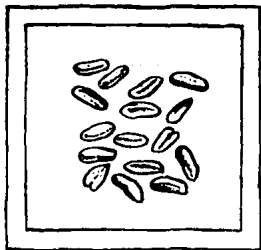
FIGURA 1.



GRANOS DE MAIZ

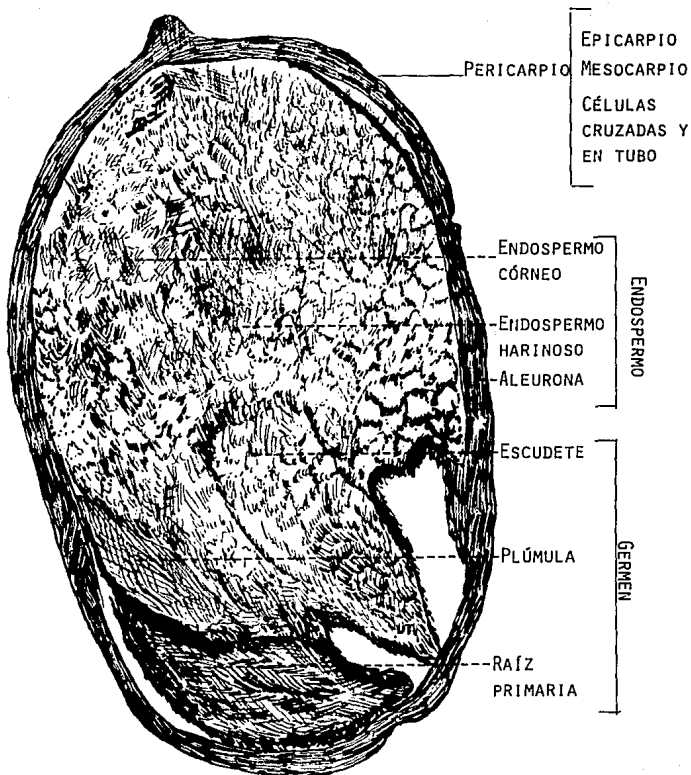


GRANOS DE SORGO



GRANOS DE TRIGO

FIGURA 2
ESTRUCTURA DEL GRANO DE SORGO



EL ENDOSPERMO DEL SORGO, SE COMPONE DE UNA CAPA DE ALEURONA Y PORCIONES DE ENDOSPERMO CÓRNEO Y HARINOSO. LA PRIMERA, SE LOCALIZA INMEDIATAMENTE DEBAJO DEL PERICARPIO Y CONSISTE DE PEQUEÑAS CÉLULAS DENSAS CON UN CONTENIDO RELATIVAMENTE ALTO DE ACEITE Y PROTEÍNA. EL ENDOSPERMO PERIFÉRICO ESTÁ LOCALIZADO DEBAJO DE LA ALEURONA Y ESTÁ CONSISTIDO POR PEQUEÑAS CÉLULAS QUE CONTIENEN GRÁNULOS DE ALMIDÓN, LAS CUALES ESTÁN ENTREMESCLADAS CON UNA GRUESA MATRIZ PROTEICA, QUE SE COMPONE DE LOS LLAMADOS CUERPOS PROTEICOS. ESTA CAPA DEL ENDOSPERMO CONOCIDA TAMBIÉN COMO ENDOSPERMO CÓRNEO ES INFLUENCIADA POR EL MEDIO AMBIENTE Y LA VARIEDAD, SIENDO MÁS GRUESA QUE EN EL MÍZ. EL ENDOSPERMO HARINOSO ESTÁ LOCALIZADO EN EL CENTRO DEL GRANO Y ESTÁ RODEADO POR EL ENDOSPERMO CÓRNEO. EL GERME ESTÁ FIRMEMENTE INCRUSTADO EN EL GRANO Y ES DIFÍCIL DE REMOVER DURANTE EL MOLIDO DEL SORGO. LAS GRANDES PORCIONES DE ENDOSPERMO CÓRNEO O PERIFÉRICO, PRESENTAN DIFICULTADES PARA LA SEPARACIÓN DEL ALMIDÓN DURANTE LA MOLIENDA HÚMEDA DEL SORGO (ROONEY Y CLARK, 1968).

EN TÉRMINOS GENERALES EL GRANO DE SORGO CONSISTE EN UN 82% ENDOSPERMO, 10% GERME Y 8% SALVADO, EL CUAL INCLUYE EL PERICARPIO Y ALGUNOS TEJIDOS ASOCIADOS (WALL Y BLESSIN, 1969).

EL COLOR DE LOS GRANOS DE SORGO ES AFECTADO POR PIGMENTOS DEL PERICARPIO Y POR LAS GLUMAS, ESPESOR DEL MESOCARPIO

Y LA PRESENCIA O AUSENCIA DE TESTA PIGMENTADA; LOS PIGMENTOS DE LAS GLUMAS, PUEDEN MANCHAR LOS GRANOS EN EL CAMPO DURANTE SU MADURACIÓN, EN TANTO QUE LOS PIGMENTOS DEL GRANO AFECTAN EL COLOR DE LOS PRODUCTOS DE LA MOLIENDA HÚMEDA. ESTOS PIGMENTOS SON DE TIPO FFENÓLICO Y ESTÁN PRESENTES EN EL EPICARPIO, EN LAS CÉLULAS CRUZADAS (FIGURA 1) Y EN LAS CÉLULAS EN TUBO DEL PERICARPIO; SIENDO TENTATIVAMENTE IDENTIFICADOS COMO DOS TIPOS DE PIGMENTOS AMARILLOS Y UN TIPO NO IDENTIFICADO DE PIGMENTO NARANJA. EN DIVERSOS ESTUDIOS SE HA DEMOSTRADO QUE EL COLOR DEL ALMIDÓN DEPENDE DE LA INTENSIDAD DEL COLOR DE LAS GLUMAS Y DE LA TESTA; EN ESPECIAL LA TESTA, PUEDE PRODUCIR LA PIGMENTACIÓN DEL ALMIDÓN, DEBIDO A LA FRAGMENTACIÓN DE ÉSTA DURANTE EL MOLIDO. ÁFORTUNADAMENTE LA MAYORÍA DE LOS SORGOS GRANÍFEROS, CARECEN DE TESTA PIGMENTADA, AUNQUE LOS CRUZAMIENTOS ENTRE VARIETADES PUEDEN PRODUCIR TESTAS CON PIGMENTACIÓN PARCIAL O TOTAL. EXISTEN ADEMÁS SORGOS AMARILLOS QUE SE HAN EMPLEADO PARA LA MOLIENDA, DEBIDO A SU CONTENIDO DE COROTENOIDES, AUNQUE ÉSTE ES INFERIOR AL DEL MAÍZ AMARILLO Y SE REDUCE AÚN MÁS DURANTE EL SECADO DEL GRANO EN EL CAMPO; POR LO QUE LA XANTOFILA DEL GLUTEN OBTENIDO DE ESTOS HÍBRIDOS ES ESCASA, PARA TENER UN VALOR COMERCIAL. ESTE TIPO DE SORGOS POSEEN UN MAYOR RENDIMIENTO DE ALMIDÓN, DEBIDO PROBABLEMENTE A UNA MEJOR SEPARACIÓN DEL ALMIDÓN DEL GLUTEN (ROONEY Y CLARK, 1968; WALL Y BLESSIN, 1969).

3.2 PROCESO DE MOLIENDA HUMEDA DEL GRANO DE SORGO Y DEL MAÍZ.

A MEDIDA QUE EL GRANO DE SORGO FUE ADQUIERIENDO IMPORTANCIA COMO CULTIVO, SE VIÓ EN ÉL UNA POSIBLE MATERIA PRIMA, ALTERNA AL MAÍZ, PARA LA PRODUCCIÓN DE ALMIDÓN, DEXTROSA Y SUBSTANCIAS AFINES; DESARROLLÁNDOSE TODA UNA TECNOLOGÍA PARA SU MOLIENDA. EL PROCESO USADO PARA EL SORGO ES CASI IDÉNTICO AL EMPLEADO PARA EL MAÍZ (STANLEY, 1975). EN LAS FIGURAS 3 Y 4 SE PRESENTA EL PROCESO DE MOLIENDA HÚMEDA PARA EL SORGO Y MAÍZ RESPECTIVAMENTE.

MACERACIÓN: EL PROCESO DE MOLIENDA DEL GRANO DE SORGO, SE INICIA CON LA MACERACIÓN CUYO FÍN ES HIDRATAR AL GRANO, EXTRAYÉNDOSELE ADEMÁS LAS SUBSTANCIAS SOLUBLES. EN ESTE PROCESO, EL GRANO ENTERO Y LIMPIO ES COLOCADO EN TANQUES QUE - OPERAN MEDIANTE UN PRINCIPIO DE LAVADO A CONTRACORRIENTE CON AGUA A LA QUE SE LE HA ADICIONADO DIÓXIDO DE AZUFRE, ÉSTE - REACCIONA CON LA MATRIZ PROTÉICA QUE CONTIENE LOS GRÁNULOS DE ALMIDÓN, SOLUBILIZÁNDOLA MEDIANTE EL DEBILITAMIENTO DE LOS PUENTES DISULFURO DE LA PROTEÍNA. EL AGUA RESULTANTE DE ESTE PROCESO CONTIENE 1 Y 2% DE SUBSTANCIAS SOLUBLES. EL PROCESO DE MACERACIÓN TIENE UNA DURACIÓN DE 40 A 50 HR Y SE REALIZA A UNA TEMPERATURA DE APROXIMADAMENTE 49 C (STANLEY,1975).

EL GRANO DE SORGO CONTIENE 4% DE SUBSTANCIAS HIDROSOLUBLES DE LAS CUALES APROXIMADAMENTE LA MITAD SON AZÚCARES Y EL RES-TO MINERALES, AMINOÁCIDOS, PÉPTIDOS, PROTEÍNAS Y FITATOS. POR OTRO LADO LA ACCIÓN DEL DIÓXIDO DE AZUFRE FACILITA EL DESPREN-DIMIENTO DE MÁS SUBSTANCIAS SOLUBLES, PUDIÉNDOSE ALCANZAR HASTA UN 7 O 7,5% DEL PESO SECO DEL GRANO. DADA LA PRESENCIA DE MI-CROORGANISMOS Y QUE ÉSTOS PUEDEN UTILIZAR LAS SUBSTANCIAS ORGÁ-NICAS LIXIBIADAS, TEMPERATURAS DE 49 A 52 C FAVORECEN EL DESA-RROLLO DE BACTERIAS PRODUCTORAS DE ÁCIDO LÁCTICO Y REDUCEN EL DESARROLLO DE LEVADURAS Y MICROORGANISMOS DE LA PUTREFACCIÓN. EL ÁCIDO LÁCTICO PRODUCIDO ES PARCIALMENTE NEUTRALIZADO POR -CACIONES LIXIBIADOS DEL GRANO PRINCIPALMENTE MAGNESIO Y POTAS-SIO, PRODUCIÉNDOSE UNA SOLUCIÓN AMORTIGUADORA CON PH ENTRE 4 Y 4,5 LO CUAL FAVORECE EL ABLANDAMIENTO DEL GRANO Y LA SE-PARACIÓN DE SUS COMPONENTES DESPUÉS DE LA MACERACIÓN.

EL AGUA RECUPERADA DEL SISTEMA DE MACERACIÓN CONTIENE APROXIMADAMENTE 6% DE MATERIA SECA; ESTA CONCENTRACIÓN SE AUMENTA HASTA 30 Y 45% MEDIANTE EL EMPLEO DE EVAPORADORES. ESTA AGUA SE AÑADE POSTERIORMENTE A LA FIBRA PARA AUMENTAR SU CONTENIDO PROTEICO.

MOLIDO: EL SORGO MACERADO SE MUELE EN VARIAS ETAPAS. EN LA PRIMERA HAY UN MOLIDO GRUESO DEL GRANO, PRODUCIÉNDOSE LA LIBE-RACIÓN DEL GERMEN, EL CUAL CONTIENE 40 A 45% DE ACEITE POR LO

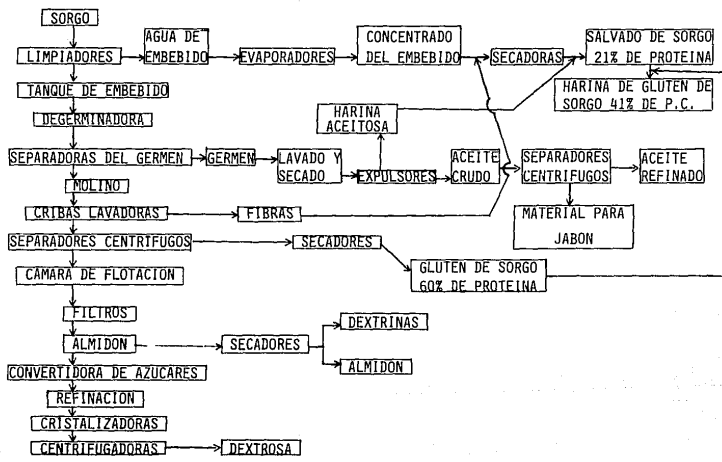
QUE SU DENSIDAD ES MENOR Y FLOTA SEPARÁNDOSE DEL ENDOSPERMO Y DEL PERICARPIO, UTILIZÁNDOSE ESTA PROPIEDAD PARA SU SEPARACIÓN MEDIANTE EL EMPLEO DE CICLONES.

LA FRACCIÓN DEL GERME SE LAVA PARA RECUPARAR EL ALMIDÓN LIBRE Y DESPUÉS ES DESHIDRATADA POR MEDIO DE EXPRIMIDORES MECÁNICOS Y SE SECA HASTA QUE TENGA 2% DE HUMEDAD. EL RENDIMIENTO DEL GERME ES APROXIMADAMENTE 6% DE LA MATERIA SECA ORIGINAL Y EL ACEITE ES RECUPARADO MEDIANTE UN EQUIPO DE EXTRACCIÓN COMÚN, CON UN RENDIMIENTO DEL 1.6% AL 1.8% DEL GRANO ENTERO.

SEPARACIÓN DE LAS FIBRAS: EL MATERIAL DEGERMINADO ES FILTRADO A TRAVÉS DE UN CEDAZO Y LA FRACCIÓN QUE QUEDA EN EL CEDAZO SE COMPONE PRINCIPALMENTE DE TROZOS DE ENDOSPERMO CÓRNEO QUE ES MOLIDO PARA OBTENER EL MÁXIMO DE ALMIDÓN; POSTERIORMENTE SE VUELVE A FILTRAR PARA SEPARAR EL ALMIDÓN REMANENTE DE LOS FRAGMENTOS FIBROSOS. LOS RESTOS DE ESTE FILTRADO SE DENOMINAN FIBRAS Y SON SECADAS HASTA QUE CONTENGAN APROXIMADAMENTE UN 60% DE AGUA, ESTAS FIBRAS SON MEZCLADAS CON EL AGUA DE MACERACIÓN CONCENTRADA Y SECADAS, OBTENIÉNDOSE UN PRODUCTO DENOMINADO SALVADO DE SORGO CON 21% DE PROTEÍNA Y 12% DE HUMEDAD (STANLEY, 1975).

SEPARACIÓN DEL ALMIDÓN Y DEL GLUTEN: LA PASTA AGUADA DE GRÁNULOS DE ALMIDÓN Y DE PARTÍCULAS DE PROTEÍNA YA DESFIBRADA, ES DIVIDIDA APROVECHANDO LA DIFERENTE DENSIDAD DE SUS COMPONENTES MEDIANTE EL EMPLEO DE UNA MÁQUINA CENTRIFUGADORA, SEPARÁNDOSE EN UNA PRIMERA CENTRIFUGACIÓN EL GLUTEN DEL ALMIDÓN. POSTERIORMENTE, EL GLUTEN ES DE NUEVO CENTRIFUGADO, FILTRADO Y SECADO, OBTENIÉNDOSE UN PRODUCTO RICO EN PROTEÍNA CONOCIDO COMO GLUTEN DE SORGO, ESTE PRODUCTO CONTIENE ENTRE 65 Y 70% DE PROTEÍNA EN BASE SECA; ESTA SE REDUCE HASTA 45.5% AGREGANDO SALVADO DE SORGO CON LO QUE SE PRODUCE HARINA DE GLUTEN DE SORGO CON 41% DE PROTEÍNA CRUDA (STANLEY, 1975).

FIGURA 3. DIAGRAMA DE OPERACIONES EN LA MOLIENDA HUMEDA DEL SORGO



- 16 -

3.2.1 SUBPRODUCTOS DEL MOLIDO HUMEDO DEL SORGO Y MAIZ UTILIZADOS PARA LA ALIMENTACION ANIMAL.

LOS COMPONENTES NO AMILÁCEOS DEL SORGO Y MAÍZ, CONSTITUYEN APROXIMADAMENTE UNA TERCERA PARTE DE LA MATERIA SECA Y COMPRENDEN EL AGUA DE MACERACIÓN, LA FIBRA, LA PASTA DEL GERMEN Y EL GLUTEN DE SORGO (60% P.C.). LOS PRINCIPALES PRODUCTOS SECUNDARIOS SON EL SALVADO DE SORGO Y LA HARINA DE GLUTEN DE SORGO (41% P.C.); - LOS EQUIVALENTES PARA EL MAÍZ SON, EL SALVADO DE MAÍZ Y EL GLUTEN DE MAÍZ; AMBOS EMPLEADOS COMO SUPLEMENTOS PROTEICOS, PRINCIPALMENTE EN EL GANADO BOVINO AUNQUE TAMBIÉN SE HAN UTILIZADO EN LA FORMULACIÓN DE ALIMENTOS PARA POLLOS, CERDOS Y PERROS. A DIFERENCIA DEL GLUTEN DE MAÍZ, EL GLUTEN DE SORGO CARECE DE PIGMENTOS DEL TIPO DE LAS XANTOFILAS QUE SON NECESARIOS PARA PRODUCIR LA COLORACIÓN DE LA PIEL DE LOS POLLOS Y LA YEMA DE HUEVO (STANLEY,1975).

3.3 COMPOSICION QUIMICA DEL GRANO DE SORGO.

APROXIMADAMENTE 90% DEL ALMIDÓN Y 80% DE LA PROTEÍNA TOTAL ESTÁN LOCALIZADOS EN EL ENDOSPERMO; EL GERMEN CONTIENE A SU VEZ APROXIMADAMENTE EL 75% DEL EXTRACTO ETÉREO (ROONEY Y CLARK,1968). EN CONJUNTO EL GRANO DE SORGO POSEE UNA COMPOSICIÓN SIMILAR A LA DEL MAÍZ, EXCEPTO POR UN MENOR CONTENIDO DE ACEITE. EN TÉRMINOS GENERALES TIENE UN CONTENIDO RELATIVAMENTE BAJO EN FIBRA (APROXIMADAMENTE 2%), CONTIENE DE 8 A 12% DE PROTEÍNA Y 72 A 76% DE

ALMIDÓN. EL GERMEN CONTIENE APROXIMADAMENTE 28% DE ACEITE, 19 % DE PROTEÍNA Y 10 % DE CENIZAS. EL SALVADO CONSISTE CASI ENTERAMENTE DE CELULOSA Y HEMICELULOSA AUNQUE HAY CANTIDADES - APRECIABLES DE ALMIDÓN DEPOSITADAS EN LOS RESTOS DEL MESOCARPIO DE ESTA FRACCIÓN; LOS LÍPIDOS QUE CONTIENE CONSISTEN PRINCIPALMENTE DE CERAS (WALL Y BLESSIN, 1969).

LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SORGO PUEDE VARIAR DEBIDO A - MUCHOS FACTORES, INCLUYENDO EL TIPO DE HÍBRIDO, CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS, EL SUELO, LA FORMA DE CULTIVO Y MANEJO (WALL Y BLESSIN, 1969).

AUNQUE LOS SUBPRODUCTOS DEL MOLIDO HÚMEDO DEL SORGO SON DE CONSIDERABLE VALOR COMERCIAL, HAY POCOS DATOS ACERCA DE LA COMPOSICIÓN DE ESTOS PRODUCTOS; ALGUNOS DE ÉSTOS SE REPRODUCEN EN EL CUADRO 1. LA INFORMACIÓN FUE OBTENIDA MEDIANTE EL MUESTREO MENSUAL DURANTE UN AÑO DE UNA DE LAS PRINCIPALES COMPAÑÍAS PROCESADORAS DE SORGO DE LOS ESTADOS UNIDOS (REINERS ET AL., 1973_A).

DADO QUE EL PRINCIPAL COMPONENTE DEL GLUTEN DE SORGO ES LA PROTEÍNA, LOS SUBPRODUCTOS PUEDEN SER DE UTILIDAD COMO COMPLEMENTOS PROTEÍCOS PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL, POR LO TANTO ES - NECESARIO CONOCER LA COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES DE DICHA PROTEÍNA PARA PODER HACER UN USO ADECUADO DE ELLA.

CUADRO 1
COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA MOLIENDA
HUMEDA DEL GRANO DE SORGO

	NO DE MUESTRAS	MATERIA SECA %	PROTEINA CRUDA %	GRASA TOTAL %	CENIZAS %	FIBRA %
HARINA DE GLUTEN	12	88.7	42.2	6.2	3.3	4.3
SALVADO DE SORGO	12	89.2	21.9	4.3	7.4	7.6
HARINA DE GERMEN	5	98.1	16.9	9.0	1.7	13.0

ADAPTADO DE: REINERS ET AL., (1973_A)

3.4 COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE LAS PROTEINAS DEL GLUTEN DE SORGO.

EL PRINCIPAL AMINOÁCIDO LIMITANTE EN EL SORGO Y OTROS CEREALES ES LA LISINA, CUYO CONTENIDO ES MENOR QUE EN EL MAÍZ O EN EL TRIGO. LAS DIFERENTES VARIETADES DE SORGO PRESENTAN SOLO PEQUEÑAS DIFERENCIAS EN SU CONTENIDO DE LISINA, OBSERVÁNDOSE QUE A MEDIDA QUE EL CONTENIDO PROTEÍCO SE INCREMENTA DISMINUYE LA CONCENTRACIÓN DE LISINA COMO PORCENTAJE DE LA PROTEÍNA (WALL Y BLESSIN, 1969; TAYLOR ET AL., 1984_A).

CUADRO 2

COMPOSICION DE LA PROTEINA DEL SORGO

CARACTERISTICA	% TOTAL DEL GRANO	PROTEINA %
CONTENIDO DE PROTEINA	11.1	--
NITROGENO DE BAJO PESO MOLECULAR	0.73	6.6
ALBUMINAS Y GLOBULINAS	1.82	16.4
PROLAMINAS	5.4	48.0
GLUTELINAS	2.71	27.7
RECUPERACION TOTAL	95.6	--

ADAPTADO: TAYLOR ET AL., (1984_B)

EL CUADRO 2, MUESTRA LA COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LA PROTEÍNA DEL SORGO; Y LA PROPORCIÓN RELATIVA DE CADA UNA DE LAS PROTEÍNAS QUE LO COMPONEN. LAS PROLAMINAS SON LA PRINCIPAL PROTEÍNA DEL SORGO; ENCONTRÁNDOSE PRINCIPALMENTE EN EL ENDOSPERMO, SE LE CONOCE TAMBIÉN COMO KAFIRINA Y ES UNA PROTEÍNA SIMILAR A LA ZEÍNA QUE ES LA PROLAMINA DEL MAÍZ, PERO MENOS SOLUBLE.

LAS PROLAMINAS SON PROTEÍNAS ESPECIALMENTE RICAS EN ÁCIDO GLUTÁMICO, ALANINA, LEUCINA Y PROLINA, PERO BAJAS EN AMINOÁCIDOS ESENCIALES COMO LA LISINA, TRIPTOFANO, TREONINA Y METIONINA.

ESTAS PROTEÍNAS POSEEN UN PESO MOLECULAR DE 22,000 A 26,000 D (DALTONS), ESTANDO LOCALIZADAS PRINCIPALMENTE EN LOS CUERPOS PROTEÍCOS DEL ENDOSPERMO (WALL Y BLESSIN, 1969; TAYLOR ET AL., 1984_B; NEWMAN Y WALL, 1984).

LAS GLUTELINAS SON LAS QUE SIGUEN EN IMPORTANCIA COMO CONSTITUYENTES DE LA PROTEÍNA DEL SORGO Y CONSTITUYEN LA MATRIZ EN LA CUAL LOS CUERPOS PROTEÍCOS Y LOS GRÁNULOS DE ALMIDÓN ESTÁN CONTENIDOS, ESTAS SON INSOLUBLES, DEBIDO A LA GRAN CANTIDAD DE UNIONES CRUZADAS EN SU ESTRUCTURA, Y A LOS PUENTES DISULFURO DEL AMINOÁCIDO CISTINA, SU PESO MOLECULAR ES DE APROXIMADAMENTE 24,000 D. SON RICAS EN ÁCIDO GLUTÁMICO, PROLINA Y LEUCINA, PERO A DIFERENCIA - DE LAS PROLAMINAS SU CONTENIDO DE LISINA ES MAYOR (WALL Y BLESSIN, 1969; TAYLOR ET AL., 1984_B).

LAS ALBÚMINAS Y GLOBULINAS SON CONSIDERADAS EN CONJUNTO COMO LA FRACCIÓN PROTEÍCA SOLUBLE EN SOLUCIONES SALINAS; ÉSTA ES LA - MÁS RICA EN LISINA, QUE ES EL PRIMER AMINOÁCIDO LIMITANTE EN LOS CEREALES (ROONEY Y CLARK, 1968; WALL Y BLESSIN, 1969).

EN EL CUADRO 3 SE MUESTRA LA COMPOSICIÓN DEL ENDOSPERMO DEL SORGO Y LAS FRACCIONES PROTEICAS. ESTUDIOS RECIENTES, INDICAN -

CUADRO 3

COMPOSICION DE AMINOACIDOS DEL ENDOSPERMO DEL SORGO Y LAS
FRACCIONES PROTEICAS

	% DE LA PROTEINA			
	ENDOSPERMO	GLOBULINA	PROLAMINA	GLUTELINA
LISINA	1.70	3.36	0.14	3.12
HISTIDINA	2.16	1.45	0.67	3.12
ARGININA	3.25	6.14	0.66	5.91
ACIDO ASPARTICO	6.25	8.68	6.72	9.07
TREONINA	3.81	4.87	--	4.88
SERINA	4.50	5.55	3.32	5.38
ACIDO GLUTAMICO	29.75	15.80	25.07	24.08
PROLINA	10.31	5.33	11.63	14.86
GLICINA	3.27	6.25	1.28	5.33
ALANINA	12.58	6.74	13.96	9.40
CISTINA	1.08	1.99	--	1.21
VALINA	7.25	6.46	5.88	5.50
METIONINA	1.51	2.24	1.33	--
ISOLEUCINA	4.91	3.45	5.04	4.07
LEUCINA	16.58	6.72	15.33	12.49
TIROSINA	4.64	4.01	5.17	3.23
FENILALANINA	6.40	4.77	5.84	4.90

WALL Y BLESSIN (1969).

QUE LAS GLUTELINAS TIENEN UNA FUNCIÓN PRINCIPALMENTE ENZIMÁTICA, YA QUE EN LOS CUERPOS PROTEÍCOS SE ENCUENTRAN LAS ENZIMAS INVOLUCRADAS EN LA HIDRÓLISIS DEL ALMIDÓN, POR LO QUE SE LES CONSIDERA MÁS PROTEÍNAS DE TIPO ENZIMÁTICO QUE DE TIPO DE RESERVA, COMO EN EL CASO DE LAS PROLAMINAS, LAS CUALES DECLINAN RÁPIDAMENTE DESPUÉS DE LA GERMINACIÓN (TAYLOR ET AL., 1984_B).

EN RESUMEN, LA POBRE CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PROTEÍNA DEL SORGO ES DEBIDA AL NIVEL DE PROLAMINAS EN EL ENDOSPERMO; SIENDO ESTA LA RAZÓN, POR LA CUAL DISMINUYE LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA - EN RELACIÓN DIRECTA AL AUMENTO DEL CONTENIDO PROTEICO, YA QUE - ÉSTE ES PRODUCIDO POR UN INCREMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE KAFIRINAS.

3.5 COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA MOLIENDA HUMEDA DEL MAIZ.

LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS DE LA MOLIENDA HÚMEDA DEL MAÍZ, SE MUESTRAN EN EL CUADRO 4, AL IGUAL QUE EN EL CASO DEL SORGO, FUERON RECOPIADOS MEDIANTE EL MUESTREO MENSUAL DURANTE - UN AÑO POR UNA DE LAS PRINCIPALES COMPAÑÍAS QUE SE DEDICAN A ESTE RAMO EN LOS ESTADOS UNIDOS (REINERS ET AL., 1973).

CUADRO 4
COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA MOLIENDA HUMEDA
DEL MAIZ

	No.DE MUESTRAS	PROTEINA %	GRASA %	CENIZAS %	FIBRA %	MATERIA %
GLUTEN DE MAIZ	33	61.9	5.6	1.8	1.2	90
SALVADO DE MAIZ	33	22.3	3.8	7.2	8.0	90

ADAPTADO DE: REINERS ET AL. (1973_B)

3.6 COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE LAS PROTEINAS DEL GLUTEN DE MAIZ.

LA COMPOSICIÓN DEL GLUTEN DE MAÍZ COMERCIAL CONTIENE APROXIMADAMENTE 1.2% DE GLOBULINA, 68% DE ZEINA Y 28% DE GLUTELINAS. - ESTA PROTEÍNA TIENE UNA COMPOSICIÓN SIMILAR A LA MENCIONADA PARA LA PROTEÍNA DE GLUTEN DE SORGO. EN DIVERSOS ESTUDIOS SE HA DEMOSTRADO QUE LA DISPONIBILIDAD DE AMINOÁCIDOS ES ALTA, SIENDO SUPERIOR AL 90% (REINERS ET AL., 1973_A; 1973_B).

EL GLUTEN DE MAÍZ CONTIENE UN EXCESO DE LEUCINA Y ES DEFICIENTE EN TRIPTÓFANO Y LISINA (NEUMANN Y WALL, 1984).

3.7 FACTORES LIMITANTES DEL SORGO.

3.7.1 TANINOS.

LOS PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL GRANO DE SORGO, SON LA MALA CALIDAD DE LA PROTEÍNA Y LA PRESENCIA DE ALGUNOS COMPUESTOS POLIFENÓLICOS COMUNEMENTE LLAMADOS - TANINOS.

LOS TANINOS SE LOCALIZAN EN EL PERICARPIO DEL GRANO, EN ESPECIAL EN SORGOS DE CUBIERTA OSCURA. ALGUNOS AUTORES, SEÑALAN QUE LOS TANINOS PUEDEN PRODUCIR RETARDO EN EL CRECIMIENTO DE LOS ANIMALES ALIMENTADOS CON SORGOS DE VARIEDADES ALTAS EN ESTOS COM-

PUESTOS (CHANG Y FULLER, 1964; ARMSTRONG ET AL., 1973;1974).

SE HA POSTULADO QUE LOS TANINOS EN LAS PLANTAS TIENEN LA FUNCIÓN DE PROTEGERLOS DE LAS PLAGAS, AVES SILVESTRES Y MAMÍFEROS.- ESTOS COMPUESTOS PRODUCEN UN SABOR DESAGRADABLE, DEBIDO A LA PRECIPITACIÓN DE LAS PROTEÍNAS DE LA SALIVA. AUNQUE NO HAY INFORMACIÓN SOBRE EL EFECTO DE LOS TANINOS EN LA ACEPTABILIDAD DEL ALIMENTO POR LAS AVES DOMÉSTICAS, LAS EVIDENCIAS INDICAN QUE LAS AVES SILVESTRES PREFIEREN LOS SORGOS QUE CONTIENEN BAJOS NIVELES DE - TANINOS (SOSA, 1984).

LOS TANINOS, EJERCEN UN EFECTO INHIBITORIO SOBRE LA ACTIVIDAD DE LAS ENZIMAS AMILOLÍTICAS (ALFA AMILASA) Y ADEMÁS TIENEN LA PROPIEDAD DE PRECIPITAR LAS PROTEÍNAS EN SOLUCIONES ACUOSAS, HACIÉNDOLAS INDISPONIBLES PARA LOS ANIMALES (ROSTAGNO ET AL., 1973).

MENDEZ (1984), SEÑALA QUE NIVELES DE HASTA 4.5% DE TANINOS EN EL SORGO NO AFECTAN SIGNIFICATIVAMENTE LA GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS POLLOS DE ENGORDA.

SE HAN PROBADO DIVERSOS MÉTODOS PARA REDUCIR O ELIMINAR LOS TANINOS DEL GRANO DE SORGO; ESTOS INCLUYEN EL TRATAMIENTO DEL GRANO CON ÁCIDOS, ALCALIS Y LA ELIMINACIÓN MEDIANTE EL REMOJADO EN AGUA. AUNQUE LA REDUCCIÓN EN EL CONTENIDO DE TANINOS QUÍMICAMENTE DETECTABLES PUEDEN SER DE UN 100% Y SE PRODUCEN MEJORAS EN LA GANAN

CIA DE PESO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS POLLOS, ESTA CORRECCIÓN ES PEQUEÑA SOBRE EL GRANO DE SORGO NO TRATADO, POR LO QUE DEBE TOMARSE EN CUENTA EL COSTO DEL TRATAMIENTO EN RELACIÓN AL BENEFICIO QUE APORTE A LA PRODUCCIÓN (TEETER ET AL., 1986).

3.7.2 INTERACCIONES DE AMINOACIDOS.

DESDE HACE TIEMPO SE CONOCE LA IMPORTANCIA DE LAS FUENTES DE PROTEÍNA PARA LA ALIMENTACIÓN DE LAS AVES, POR LO TANTO ES NECESARIO CONOCER SU CALIDAD PARA COMPLEMENTAR SUS DEFICIENCIAS EN CUANTO A LAS NECESIDADES NUTRITIVAS DE LOS ANIMALES. CADA PROTEÍNA CONTIENE UNA CANTIDAD DETERMINADA DE LOS DIFERENTES AMINOÁCIDOS, SIENDO ALGUNAS DE ESTAS PROTEÍNAS, FUENTES DE TODOS LOS AMINOÁCIDOS ESENCIALES NECESARIOS PARA LAS AVES, TENIÉNDOSE EN ESTE CASO PROTEÍNA DE ALTA CALIDAD; EXISTEN TAMBIÉN OTRAS QUE PUEDEN SER DEFICIENTES O LIMITANTES EN UNO O MÁS AMINOÁCIDOS ESENCIALES, POR LO QUE SE LES CONSIDERA DE UN VALOR BIOLÓGICO BAJO (ÁVILA, 1981).

HA SIDO RECONOCIDO DESDE HACE VARIOS AÑOS QUE LA ADICIÓN DE MEZCLAS INCOMPLETAS DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES CON RESPECTO AL REQUERIMIENTO DEL POLLO EN LA DIETA, CAUSA SEVERA DEPRESIÓN DEL CRECIMIENTO, LO CUAL PUEDE SER EVITADO MEDIANTE LA COMPLEMENTACIÓN DE LA PROTEÍNA CON SUS AMINOÁCIDOS MÁS LIMITANTES (D'MELLO Y LEWIS, 1970).

VARIOS INFORMES, INDICAN LAS INTERACCIONES ENTRE CIERTOS AMINOÁCIDOS ESENCIALES, UNA DE LAS CUALES ES LA EXISTENTE - ENTRE LA LISINA Y ARGININA, PRESENTÁNDOSE EN ESTE CASO UN FENÓMENO CONOCIDO COMO ANTAGONISMO. SE HA OBSERVADO QUE EL EXCESO DE LISINA EN LA DIETA INCREMENTA EL REQUERIMIENTO DE ARGININA EN LOS POLLOS JÓVENES. POR OTRO LADO EL EXCESO DE ARGININA PRODUCE RETARDO EN EL CRECIMIENTO DE POLLOS ALIMENTADOS CON DIETAS CON UN NIVEL BAJO DE LISINA; ESTE EFECTO ES COMPLETAMENTE REVERSIBLE MEDIANTE LA COMPLEMENTACIÓN CON ESTE ÚLTIMO AMINOÁCIDO (D'MELLO Y LEWIS, 1970; TUTTLE Y BALLOUN, 1976). OTRO ANTAGONISMO SE HA OBSERVADO ES EL EXISTENTE ENTRE LOS AMINOÁCIDOS DE CADENA RAMIFICADA (LEUCINA, ISOLEUCINA Y VALINA), EN ESTE CASO SE HA OBSERVADO QUE EL EXCESO DE LEUCINA INCREMENTA EL REQUERIMIENTO DE ISOLEUCINA Y VALINA; EN CAMBIO UN EXCESO DE VALINA NO AFECTA EL CRECIMIENTO, NI ALTERA EL METABOLISMO DE LEUCINA. EL EXCESO DE LEUCINA PRODUCE DEPRESIÓN DEL CRECIMIENTO, LO CUAL PUEDE SER REVERTIDO MEDIANTE LA SUPLEMENTACIÓN DE VALINA. ES PROBABLE QUE LOS REQUERIMIENTOS DE VALINA E ISOLEUCINA SEAN MÁS ALTOS EN DIETAS QUE CONTIENEN UNA PROPORCIÓN ALTA DE MAÍZ, GLUTEN DE MAÍZ O SORGO, DEBIDO A SU ALTA CONCENTRACIÓN DE LEUCINA (D'MELLO Y LEWIS, 1970).

LOS RESULTADOS DE LOS EXÁMENES DE LOS AMINOÁCIDOS PLASMÁTICOS DE AVES ALIMENTADAS CON DIETAS PURIFICADAS, COMPLEMENTADAS CON LEUCINA E ISOLEUCINA, INDICARON QUE CONFORME LA CONCENTRACIÓN DE LEUCINA EN LA DIETA SE INCREMENTABA, HABÍA UNA LIGERA DISMINUCIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DE ISOLEUCINA Y VALINA CIRCULAN-

TES. LA ADICIÓN DE ISOLEUCINA SOLA O EN COMBINACIÓN CON LEUCINA, PRODUJO UNA DEPRESIÓN EN LA CONCENTRACIÓN PLASMÁTICA DE VALINA, MIENTRAS QUE OTROS AMINOÁCIDOS ESENCIALES NO PRESENTABAN VARIACIONES SIGNIFICATIVAS EN SU CONCENTRACIÓN PLASMÁTICA; ESTO INDICA QUE LA VALINA ES SENSIBLE AL BALANCE ISOLEUCINA-LEUCINA, ESPECIALMENTE SI ESTOS DOS AMINOÁCIDOS ESTÁN PRESENTES EN CANTIDADES EXCESIVAS. EL NIVEL DE VALINA NECESARIO PARA CONTRA RESTAR LOS EFECTOS ADVERSOS EN EL CRECIMIENTO, PRODUCIDOS POR EL EXCESO DE LEUCINA, DEPENDEN DEL NIVEL DE ESTE ÚLTIMO AMINOÁCIDO EN LA DIETA (D'MELLO Y LEWIS, 1970).

EN EL CASO DEL GLUTEN DE SORGO, LA PROTEÍNA ESTÁ CONSTITUIDA PRINCIPALMENTE POR PROLAMINAS Y GLUTELINAS, DE LAS CUALES LA PRIMERA ES DEFICIENTE EN LISINA Y LA SEGUNDA AUNQUE PRESENTA UNA MAYOR PROPORCIÓN DE LISINA, SE ENCUENTRA EN MENOR CANTIDAD, LO CUAL OCASIONA LA BAJA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO. TANTO EL GLUTEN DE SORGO COMO EL GLUTEN DE MAÍZ POSEEN ELEVADAS CONCENTRACIONES DE LEUCINA LO CUAL PRODUCE UN DESEQUILIBRIO EN SU CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS (WALL Y BLESSIN, 1969).

EN EL CUADRO 5, APARECE EL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DEL GLUTEN DE SORGO, EXPRESADO COMO PORCENTAJE DE LA PROTEÍNA. ESTA INFORMACIÓN FUE OBTENIDA POR UNA COMPAÑÍA MEXICANA PRODUCTORA DE ALMIDÓN DE MAÍZ Y SORGO. SE PUEDE OBSERVAR QUE AL COMPARAR EL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES DEL GLUTEN DE SORGO, CON LAS NECESIDADES DEL POLLO EN CRECIMIENTO (N.R.C., 1977), LA

CUADRO 5

CONTENIDO DE AMINOACIDOS DEL GLUTEN DE SORGO COMO % DE LA PROTEINA Y SU COMPARACION CON LAS NECESIDADES PARA POLLOS

AMINOACIDOS	% DE LA PROTEINA TOTAL		% DE
	CONTENIDO _A	NECESIDADES _B	SUFICIENCIA
ARGININA	2.77	6.26	44.25
GLICINA+SERINA	6.85	6.52	105.06
HISTIDINA	1.78	1.52	117.11
ISOLEUCINA	4.05	3.48	116.38
LEUCINA	15.59	5.87	265.59
LISINA	1.37	5.22	26.25
METIONINA	1.33	2.17	61.29
FENILALANINA+TIR.	9.51	5.83	163.12
FENILALANINA	5.49	3.13	175.40
TREONINA	2.94	3.26	90.18
TRIPTOFANO	0.74	1.00	74.00
VALINA	4.82	3.56	135.39

A/ CORN PRODUCTS, INC. (1984)

B/ N.R.C. (1977).

PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO ES LIMITANTE EN LISINA, ARGININA, METIONINA, TRIPTÓFANO Y TREONINA, TAMBIÉN SE PUEDE APRECIAR QUE CONTIENE UN EXCESO DE LEUCINA; ESTO ÚLTIMO SUGIERE QUE EL EMPLEO DE GRANDES CANTIDADES DE GLUTEN DE SORGO EN LA DIETA DE LAS AVES, PUEDE OCASIONAR UN PROBLEMA DE ANTAGONISMO.

3.8 EMPLEO DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAIZ EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.

EL GLUTEN DE MAÍZ HA SIDO UTILIZADO DESDE HACE MUCHO TIEMPO PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL COMO COMPLEMENTO PROTEÍCO. LOS MEJORES RESULTADOS SE HAN OBTENIDO EN BOVINOS, EN ESPECIAL - CON ANIMALES EN CRECIMIENTO; EN LOS CUALES SE HA OBTENIDO UN CRECIMIENTO SUPERIOR AL ALCANZADO CON ENSILADOS DE ALFALFA, AVENA Y COMBINACIONES DE SORGO Y SOYA. EN ESTOS CASOS LA ALIMENTACIÓN SE HIZO A BASE DE GLUTEN DE MAÍZ HÚMEDO, OBSERVÁNDOSE QUE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA MATERIA SECA ERA - SUPERIOR A LA DEL ENSILADO DE ALFALFA (76.6% VS 60.7%); ASÍ COMO UNA MAYOR DIGESTIBILIDAD PARA LA FIBRA DETERGENTE ÁCIDO, HEMICELULOSA Y PROTEÍNA CRUDA, TAMBIÉN SE OBSERVÓ UNA MENOR CONCENTRACIÓN DE ACETATO Y MAYOR DE PROPIONATO (JASTER ET AL., 1984; STAPLES ET AL., 1984).

EN VACAS LACTANTES SU EMPLEO HA ORIGINADO QUE SE LIMITE A NIVELES BAJOS YA QUE SE OBSERVÓ UN EFECTO NEGATIVO. LA DIGESTIBILIDAD Y LA INGESTIÓN DE MATERIA SECA, TENDÍAN A DISMINUIR EN RELACIÓN DIRECTA CON EL INCREMENTO DE GLUTEN DE MAÍZ EN LA DIETA; TAMBIÉN SE HA OBSERVADO UNA BAJA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE, SIN EMBARGO, LA PRODUCCIÓN CORREGIDA AL 4% DE GRASA SE MANTUVO SIN CAMBIOS. LOS SÓLIDOS NO GRASOS DE LA LECHE FUERON DEPRIMIDOS POR LOS NIVELES CRECIENTES DE GLUTEN DE MAÍZ, - COINCIDIENDO CON UN INCREMENTO EN EL PORCENTAJE DE ACETATO EN EL RUMEN Y UNA DISMINUCIÓN DEL PROPIONATO; ESTOS EFECTOS INDESEABLES, FUERON MENOS NOTORIOS CUANDO EL GLUTEN DE MAÍZ REEMPLAZÓ MENOS DEL 50% DE LA MEZCLA DE CONCENTRADO EN RACIONES A BASE DE ENSILADO DE MAÍZ (STAPLES ET AL., 1984).

EN CERDOS SE HA OBSERVADO QUE LA INCLUSIÓN DE CANTIDADES GRANDES DE GLUTEN DE MAÍZ EN LA DIETA, INCREMENTA LA DEPOSICIÓN DE ÁCIDO LINOLEICO EN LA GRASA, PRODUCIENDO UNA APARIENCIA DESAGRADABLE DEBIDO A QUE TIENDE A SUAVIZAR LA GRASA. EN EXPERIMENTOS REALIZADOS SE HA OBSERVADO QUE NO OBASTANTE LA INCLUSIÓN DE 30% DE GLUTEN DE MAÍZ EN LA DIETA, NO CAUSA PROBLEMAS EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, SI PUEDE AFECTAR ADVERSAMENTE LA APARIENCIA DE LA GRASA (EDWARDS ET AL., 1984).

POR LO QUE RESPECTA AL EMPLEO DEL GLUTEN DE MAÍZ EN DIETAS PARA AVES, ESTA SE LIMITA A NIVELES BAJOS EN DIETAS PARA POLLO

DE ENGORDA; UTILIZÁNDOSE PRINCIPALMENTE COMO FUENTE DE ENERGÍA Y CAROTENOIDES DEBIDO A LA POBRE CALIDAD DE LA PROTEÍNA (SCOTT ET AL., 1982).

EN CUANTO AL GLUTEN DE SORGO, NO EXISTEN EN LA ACTUALIDAD INFORMES RESPECTO A SU UTILIZACIÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS ANIMALES, POR LO QUE ES NECESARIO INVESTIGAR AL RESPECTO PARA PODER DETERMINAR SU UTILIDAD EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.

3.9 METODOS PARA CONOCER EL CONTENIDO DE ENERGIA METABOLIZABLE.

EXISTEN TRES MÉTODOS QUE SON COMUNTE UTILIZADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA METABOLIZABLE DE LOS ALIMENTOS PARA LAS AVES; DOS DE ELLOS, EL MÉTODO DE HILL Y ANDERSON (1958) Y EL DE FARRELL (1978), ESTIMAN EL CONTENIDO DE ENERGÍA METABOLIZABLE APARENTE (EMA), MIENTRAS QUE EL TERCERO DESCRITO POR SIBBALD (1976_A; 1976_B), PERMITE CONOCER EL CONTENIDO DE ENERGÍA METABOLIZABLE VERDADERA. EL MÉTODO DESARROLLADO POR HILL Y ANDERSON (1958), SE BASA EN LA UTILIZACIÓN DEL VALOR ENERGÉTICO DE LA GLUCOSA PARA EL POLLO, COMO ESTANDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS VALORES ENERGÉTICOS DE OTROS ALIMENTOS, ASUMIENDO QUE EL VALOR PROMEDIO DE ENERGÍA METABOLIZABLE PARA LA GLUCOSA ES DE 3.64 Kcal/g (ANDERSON ET AL., 1958). ESTE MÉTODO ES CONSIDERADO TARDADO Y COSTOSO, POR LO QUE RECIENTEMENTE SE HAN DESARROLLADO LOS

LLAMADOS MÉTODOS RÁPIDOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA METABOLIZABLE; UNO DE ESTOS MÉTODOS FUE DESARROLLADO POR SIBBALD (1976_A;1976_B) Y OTRO POR FARRELL (1978), EN AMBOS SE UTILIZAN GALLOS ADULTOS DE RAZA LEGHORN, PARA DETERMINAR LA ENERGÍA METABOLIZABLE, LA DIFERENCIA ENTRE LOS 2 AUTORES ES QUE EN EL MÉTODO DE FARRELL LA ESTIMACIÓN ES APARENTE Y EN SIBBALD ES VERDADERA.

4. OBJETIVO GENERAL.

EN EL PRESENTE TRABAJO SE INVESTIGÓ EL VALOR NUTRITIVO DEL GLUTEN DE SORGO, OBTENIDO DE LA MOLIENDA HÚMEDA DE SORGOS PRODUCIDOS EN MÉXICO. PARA LO CUAL SE DESARROLLARON ESTUDIOS EN DONDE SE ESTIMÓ SU VALOR ENERGÉTICO Y CALIDAD DE LA PROTEÍNA PARA LAS AVES, COMPARÁNDOLA CON OTROS DOS SUPLEMENTOS PROTEICOS (GLUTEN DE MAÍZ Y PASTA DE SOYA), COMUNMENTE UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE LAS AVES.

5. MATERIAL Y METODOS GENERALES.

SE REALIZARON SIETE EXPERIMENTOS, DONDE SE ESTIMÓ EL CONTENIDO DE ENERGÍA METABOLIZABLE APARENTE (EMA), ENERGÍA METABOLIZABLE VERDADERA (EMV), DIGESTIBILIDAD APARENTE DE AMINOÁCIDOS (DAAA), DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE AMINOÁCIDOS (DVAA), CALIDAD DE LA PROTEÍNA Y SE HIZO UNA PRUEBA DE COMPORTAMIENTO EN AVES DE POSTURA EN PRODUCCIÓN Y OTRA EN POLLO DE ENGORDA, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL PECUARIO "EL HORNO", MÉXICO; DEPENDIENTE DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS, PERTENECIENTE A LA SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS.

EN TODOS LOS EXPERIMENTOS SE UTILIZÓ UN DISEÑO TOTALMENTE AL AZAR CON TRES O CUATRO RÉPLICAS POR TRATAMIENTO; SIENDO

LOS TRABAJOS FUERON REALIZADOS BAJO LAS MISMAS CONDICIONES, LOS DATOS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO SE ANALIZARON POR MEDIO DE ANÁLISIS DE VARIANZA Y EN CASO DE SIGNIFICANCIA SE COMPARARON LAS MEDIAS CON LA PRUEBA DE DUNCAN, (STEEL Y TORRIE,1980).

6. ANALISIS QUIMICOS.

EL ANÁLISIS PROXIMAL DEL GLUTEN DE SORGO, FUE HECHO DE ACUERDO A LOS LINEAMIENTOS SEÑALADOS POR LA A.O.A.C.(1980). ESTE FUE EL PRIMER PASO QUE SE DIÓ PARA ESTIMAR EL VALOR NUTRITIVO DE ESTE INGREDIENTE. EL CUADRO 6 MUESTRA LOS DATOS PROMEDIO DEL VALOR NUTRITIVO ASÍ MISMO DETERMINÓ LA CONCENTRACION DE CALCIO Y FÓSFORO, SEGÚN LAS TÉCNICAS DESCRITAS POR TEJADA (1985) Y EL CONTENIDO DE TANINOS FUE DETERMINADO POR EL MÉTODO DE LA VAINILLINA, ADAPTADO POR SOSA ET AL.(1985), PARA FINES COMPARATIVOS, TAMBIÉN SE EFECTUÓ UN ANÁLISIS QUÍMICO SIMILAR PARA EL GLUTEN DE MAÍZ *, EXCEPTUANDO LA DETERMINACION DE TANINOS.

LA COMPOSICIÓN, PROXIMAL DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAÍZ UTILIZADOS, ESTÁ DENTRO DE LOS VALORES INFORMADOS EN LA LITERATURA PARA ESTOS INGREDIENTES (HUBBELL, 1983).

* MATERIAL GENTILMENTE PROPORCIONADO POR PRODUCTOS DE MAÍZ, S. A.

CUADRO 6

ANÁLISIS QUÍMICO DEL GLUTEN DE SORGO Y DE MAÍZ, EMPLEADOS EN
LOS EXPERIMENTOS A/

CONSTITUYENTE	GLUTEN DE SORGO (% BASE HUMEDA)	GLUTEN DE MAÍZ (% BASE HUMEDA)
HUMEDAD (100-110 C)	6.20	7.90
PROTEÍNA CRUDA (NX6.25)	50.58	48.45
GRASA CRUDA	4.90	1.50
FIBRA CRUDA	2.60	2.30
MATERIA MINERAL (550-600 C)	3.80	2.40
EXTO. LIBRE DE NITRÓGENO	31.92	37.45
CALCIO <u>B/</u>	0.77	0.24
FOSFORO <u>B/</u>	1.00	0.72
TANINOS <u>1/</u>	2.65	--

A/ ANÁLISIS PROXIMAL EFECTUADO SEGÚN LAS TÉCNICAS DESCRITAS
POR A.O.A.C. (1980).

B/ ANÁLISIS QUÍMICO EFECTUADO SEGÚN LAS TÉCNICAS DESCRITAS
POR TEJADA (1985).

1/ DETERMINACIÓN EFECTUADA SEGÚN LA TÉCNICA DESCRITA POR
SOSA ET AL. (1985)

COMO SE PUEDE OBSERVAR, EN EL CUADRO 6 EL CONTENIDO DE TANINOS DEL GLUTEN DE SORGO FUE DE 2.65% EN BASE HÚMEDA, LO CUAL ES CONSIDERADO COMO UN NIVEL BAJO (SOSA *); EN ESTUDIOS REALIZADOS POR MENDEZ (1984) SE SEÑALA QUE HASTA - 4.5% DE TANINOS, NO PRODUCEN EFECTOS ADVERSOS EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS POLLOS.

* SOSA, E. M. COMUNICACIÓN PERSONAL (1985).

7. EXPERIMENTO 1.

DETERMINACION DE LA ENERGIA METABOLIZABLE APARENTE DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAIZ POR EL METODO CLASICO.

7.1 INTRODUCCION.

EL MÉTODO CLÁSICO DE HILL Y ANDERSON (1958), ES EL QUE TRADICIONALMENTE HA SIDO ACEPTADO PARA CONOCER EL VALOR DE - ENERGÍA METABOLIZABLE APARENTE (EMA) DE LOS ALIMENTOS UTILIZADOS EN DIETAS PARA AVES. UTILIZA UNA DIETA DE REFERENCIA CON GLUCOSA, QUE ES SUBSTITUIDA POR EL INGREDIENTE A PROBAR, EN - UNA CANTIDAD CONOCIDA (40% DE LA DIETA). PARA EVITAR LA NECESIDAD DE LA COLECCIÓN TOTAL DE LAS EXCRETAS Y LA MEDICIÓN DEL - CONSUMO DE ALIMENTO SE UTILIZA EL ÓXIDO DE CROMO COMO UN MARCADOR INTERNO; SIN EMBARGO, LA REPETIBILIDAD DE LOS DATOS ANALÍTICOS PARA EL SESQUIÓXIDO DE CROMO, HA SIDO CUESTIONADA POR ALGUNOS INVESTIGADORES, QUEDANDO AÚN LA DUDA DE UNA POSIBLE ABSORCIÓN DEL ÓXIDO DE CROMO POR EL INTESTINO DE LOS POLLOS (SCHANG ET AL., 1982; HAN ET AL., 1976).

ALGUNOS INVESTIGADORES (SCHANG ET AL., 1982) HAN DESARROLLADO MÉTODOS BASADOS EN LA DETERMINACIÓN DE CENIZAS INSOLUBLES EN ÁCIDO (CIA), LAS CUALES PUEDEN SER MARCADORES INTERNOS ÚTILES EN ESTUDIOS DE DIGESTIBILIDAD, ADEMÁS DE QUE SU - DETERMINACIÓN ES MÁS RÁPIDA Y BARATA, QUE LA DETERMINACIÓN -

DEL ÓXIDO DE CROMO, ELIMINÁNDOSE ADEMÁS EL RIESGO DE LA SEPARACIÓN ELECTROSTÁTICA ASOCIADA CON EL ÓXIDO DE CROMO DURANTE EL MEZCLADO DEL ALIMENTO.

POR OTRA PARTE SE HA ENCONTRADO QUE LAS CENIZAS INSOLUBLES EN ÁCIDO PUEDEN SER INDICADORES MÁS APROPIADOS EN LOS ESTUDIOS DE DIGESTIBILIDAD Y DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA METABOLIZABLE APARENTE, DADO QUE NO SE ENCONTRARON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA RECOLECCIÓN TOTAL Y LOS OBTENIDOS CON EL EMPLEO DE CIA COMO MARCADOR; - EXISTE ADEMÁS EVIDENCIA DE QUE LAS CIA PUEDEN REFLEJAR CON MAYOR PRECISIÓN EL FLUJO DEL ALIMENTO, DADO QUE FORMAN PARTE INTEGRAL DEL MISMO (SCHANG ET AL., 1982; SCOTT ET AL., 1982; VOGTMANN ET AL., 1975).

7.2 OBJETIVO.

EL OBJETIVO DE ESTE EXPERIMENTO FUE, DETERMINAR LA EMA DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAÍZ, POR EL MÉTODO CLÁSICO DE HILL Y ANDERSON (1958). PARALELAMENTE, TAMBIÉN SE DETERMINÓ LA EMA, UTILIZANDO LAS CIA COMO MARCADORES, CON LA FINALIDAD DE OBSERVAR SI LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA EMA ERAN COMPARABLES A AQUELLOS OBTENIDOS CON EL EMPLEO DEL ÓXIDO DE CROMO COMO MARCADOR.

7.3 MATERIAL Y METODOS.

SE UTILIZARON 90 POLLITOS DE ENGORDA DE UNA LÍNEA COMERCIAL (ARBOR ACRES), SIN SEXAR DE DOS SEMANAS DE EDAD, REPARTIDOS EN 3 TRATAMIENTOS CON TRES RÉPLICAS DE 10 POLLOS CADA UNA. LA COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES, SE MUESTRAN EN EL CUADRO 7.

LOS POLLITOS FUERON ALOJADOS EN CRIADORAS EN BATERÍA, CON CALEFACCIÓN ELÉCTRICA REGULADA POR TERMOSTATO. SE LES PROPORCIONÓ EL ALIMENTO Y AGUA A LIBERTAD DURANTE LA PRUEBA QUE FUE DE 14 DÍAS; DE LOS CUALES LOS 10 PRIMEROS FUERON PARA ACOSTUMBRAR A LOS POLLITOS AL ALIMENTO Y LOS CUATRO RESTANTES CORRESPONDIERON AL PERÍODO DE COLECCIÓN DE LAS EXCRETAS. SE LLEVARON REGISTROS DE GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN.

LAS EXCRETAS FUERON COLECTADAS DIARIAMENTE MEDIANTE EL USO DE CHAROLAS METÁLICAS RECUBIERTAS CON PAPEL ALUMINIO, PROCURANDO OBTENER UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DE CADA RÉPLICA, - EVITANDO EN LO POSIBLE LA CONTAMINACIÓN CON PLUMAS, ALIMENTO O CUALQUIER OTRO MATERIAL EXTRAÑO. LAS MUESTRAS SE MANTUVIERON CONGELADAS HASTA EL FINAL DEL PERÍODO DE COLECCIÓN, DESPUÉS DEL CUAL FUERON REUNIDAS LAS RÉPLICAS POR TRATAMIENTOS, HOMOGENIZADAS Y ACIDIFICADAS CON ÁCIDO CLORHÍDRICO 0,5 N, PARA REDUCIR

CUADRO 7

COMPOSICION DE LAS DIETAS UTILIZADAS PARA LA DETERMINACION DE LA ENERGIA METABOLIZABLE APARENTE DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAIZ POR EL METODO DE HILL Y ANDERSON (1958), EN POLLITOS DE 14 A 28 DIAS DE EDAD.

INGREDIENTE (%)	D I E T A S		
	REFERENCIA	G. DE SORGO	G. DE MAIZ
GLUCOSA	46.260	6.260	6.260
PASTA DE SOYA	44.228	44.228	44.228
GLUTEN DE SORGO	--	40.000	--
GLUTEN DE MAIZ	--	--	40.000
ACEITE VEGETAL	5.000	5.000	5.000
FOSFATO DICALCICO	2.140	2.140	2.140
CARBONATO DE CALCIO	1.010	1.010	1.010
SAL COMUN	0.450	0.450	0.450
DL-METIONINA	0.280	0.280	0.280
OXIDO DE CROMO <u>A/</u>	0.400	0.400	0.400
VITAMINAS Y MINERALES <u>B/</u>	0.232	0.232	0.232
TOTAL	100.000	100.000	100.000

ANALISIS CALCULADO : %

PROTEINA CRUDA	20.000	40.230	39.360
METIONINA + CISTINA	0.860	1.340	1.580
LISINA	1.270	1.735	1.875
ENERGIA MET. (KCAL/G)	3.140	2.776	3.286

A/ OXIDO DE CROMO COMO PAN DE CROMO (50% DE Cr_2O_3 Y 50% DE ALMIDÓN DE TRIGO.)

B/ LA COMPOSICIÓN DE LAS PREMEZCLAS DE VITAMINAS Y MINERALES SE MUESTRAN EN EL CUADRO 8.

CUADRO 8

COMPOSICION DE LAS PREMEZCLAS DE VITAMINAS Y MINERALES EMPELADAS EN LAS DIETAS DEL EXPERIMENTO DE ENERGIA METABOLIZABLE.

COMPONENTE: CANTIDAD / KG DE ALIMENTO A/

VITAMINAS:

VITAMINA A	8,000	U.I.
" D ₃	3,000	U.I.P.
" E	10.0	U.I.
" K	2.2	MG
" B ₁₂	15.0	MCG
RIBOFLAVINA	5.0	MG
PANTOTENATO DE CALCIO	15.0	MG
NIACINA	25.0	MG
COLINA	450.0	MG

MINERALES: B/

CaCO ₃	16.0	MG
KI	2.5	MG
ZnCO ₃	65.0	MG
MnSO ₄	225.0	MG

1/ CUCA ET AL. (1982).

A/ LAS VITAMINAS SE EXPRESAN COMO BASE PURA.

B/ ESTA MEZCLA PROPORCIONA EN PPM Ca: 6.4; I:1.91; Zn:33.6;
Mn: 61.0.

SU PH A 3.5, PROCEDIÉNDOSE POSTERIORMENTE AL SECADO EN UNA ESTUFA DE AIRE FORZADO A UNA TEMPERATURA DE 70 C. LAS MUESTRAS SECAS DE CADA UNA DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES, FUERON MOLIDAS Y EQUILIBRADAS A TEMPERATURA Y HUMEDAD AMBIENTALES, PROCEDIÉNDOSE A LA DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO, ENERGÍA BRUTA, HUMEDAD, CENIZAS INSOLUBLES EN ÁCIDO Y ÓXIDO DE CROMO.

EL ÓXIDO DE CROMO, HUMEDAD Y NITRÓGENO, FUERON DETERMINADOS SEGÚN LAS TÉCNICAS DESCRITAS POR TEJADA (1985); LA DETERMINACIÓN DE LAS CIA, SE HIZO MEDIANTE LA TÉCNICA DESCRITA POR VOGTMANN ET AL., (1975); LA ENERGÍA DEL ALIMENTO Y LAS EXCRETAS, FUERON DETERMINADAS EN UNA BOMBA CALORIMÉTRICA DE TIPO ADIABÁTICO (PARR INSTRUMENT Co., 1970).

LA DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA METABOLIZABLE APARENTE CORREGIDA POR RETENCIÓN DE NITRÓGENO (EMA_N), FUE EFECTUADA SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DESCRITO POR SCOTT ET AL., (1982), UTILIZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LAS DETERMINACIONES PREVIAS DE ENERGÍA, NITRÓGENO, ÓXIDO DE CROMO Y CIA DE CADA TRATAMIENTO. EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES DE EMA_N EN LOS DOS INGREDIENTES Y CON DIFERENTE MARCADOR, FUE ANALIZADO CONFORME UN ARREGLO FACTORIAL 2×2 .

7.4 RESULTADOS Y DISCUSION.

LOS RESULTADOS EN CUANTO A GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN, SE MUESTRAN EN EL CUADRO 9. NO SE ENCONTRARON DIFERENCIAS ($p > 0,05$), ENTRE LAS DIETAS DE REFERENCIA Y LAS DIETAS SUBSTITUIDAS CON 40% DE - GLUTEN DE MAÍZ O SORGO EN NINGUNA DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS. (CUADRO 10).

LOS VALORES DE EMA_N UTILIZANDO ÓXIDO DE CROMO COMO MARCADOR INTERNO Y LOS OBTENIDOS A PARTIR DE CENIZAS INSOLUBLES, APARECEN EN EL CUADRO 11. EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS (CUADRO 12), INDICÓ QUE EXISTIERON DIFERENCIAS ($p < 0,05$) ENTRE INGREDIENTES, SIENDO LA EMA_N MAYOR PARA EL GLUTEN DE MAÍZ. TAMBIÉN SE ENCONTRARON DIFERENCIAS ENTRE LOS VALORES DETERMINADOS CON ÓXIDO DE CROMO Y CENIZAS INSOLUBLES EN ÁCIDO ($p < 0,05$), SIENDO EL VALOR DE EMA_N MAYOR EN LOS INGREDIENTES ESTUDIADOS CON EL EMPLEO DE CIA EN UN 12,3%. POR OTRO LADO NO SE ENCONTRÓ INTERACCIÓN ENTRE INGREDIENTES POR MÉTODOS ($p > 0,05$), TRADICIONALMENTE EL ÓXIDO DE CROMO HA SIDO EL PROCEDIMIENTO (SCOTT ET AL., 1982) MEDIANTE EL CUAL SE HAN DETERMINADO LOS VALORES DE EMA QUE APARECEN EN LAS PUBLICACIONES DEL - N. R. C. (1977) Y DEL FEEDSTUFFS (HUBBELL, 1983). - RECIENTEMENTE (SCHANG ET AL., 1982) SE HA SUGERIDO QUE LAS CIA, PUEDEN SER UN MEJOR ESTIMADOR DE LA EMA QUE EL

ÓXIDO DE CROMO, COMO LO MUESTRAN LOS RESULTADOS EN ESTE ESTUDIO, ADEMÁS DE QUE ES UNA TÉCNICA FÁCIL, ECONÓMICA, POCO TEDIOSA Y REQUIERE MENOS TIEMPO, ELIMINANDO TAMBIÉN LOS PROBLEMAS DE SEPARACIÓN ELECTROSTÁTICA ASOCIADA AL ÓXIDO DE CROMO, ADEMÁS DE QUE EL FLUJO DE CIA A TRAVÉS DEL TRACTO DIGESTIVO REFLEJA MEJOR LA CANTIDAD DE RESIDUOS INDIGESTIBLES DEL ALIMENTO.

EL VALOR DE EMA OBTENIDO PARA AMBOS INGREDIENTES, INDICA QUE ESTOS SUBPRODUCTOS POR SER ALTOS EN ENERGÍA SON APROPIADOS PARA LA FORMULACIÓN DE ALIMENTO PARA AVES, RESULTANDO SER MÁS ATRACTIVO EL GLUTEN DE MAÍZ. HUBBELL (1983) SEÑALA 2.728 - KCAL/G Y 4.004 KCAL/G DE EMA PARA EL GLUTEN DE SORGO Y DE MAÍZ RESPECTIVAMENTE. EL H.R.C. (1977) INDICA UN VALOR DE 3,72 KCAL/G PARA EL GLUTEN DE MAÍZ. LOS RESULTADOS DE ESTE EXPERIMENTO CON EL CIA PARA EMA FUERON DE 2.760 Y 3.957 KCAL/G, PARA EL GLUTEN DE SORGO Y DE MAÍZ, LO CUAL COINCIDE CON LO SEÑALADO POR HUBBELL (1983).

CUADRO 9

GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO E INDICE DE CONVERSION DEL EXPERIMENTO CON POLLOS DE ENGORDA PARA DETERMINAR EMA DEL GLUTEN DE SORGO 1/ .

VARIABLE	DIETA DE REFERENCIA	DIETA CON GLUTEN DE SORGO	DIETA CON GLUTEN DE MAIZ
GANANCIA DE PESO (G)	454	408	372
CONSUMO DE ALIMENTO (G)	659	618	616
INDICE DE CONVERSION	1.47	1.52	1.67

1/ No se encontraron diferencias ($P > 0.05$).

CUADRO 10

ANALISIS DE VARIANZA PARA GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO E INDICE DE CONVERSION DEL EXPERIMENTO CON POLLOS DE ENGORDA PARA DETERMINAR EMA DEL GLUTEN DE SORGO,

FUENTE DE VARIACION	GL	CUADRADOS MEDIOS		
		GANANCIA DE PESO	CONSUMO DE ALIMENTO	INDICE DE CONVERSION
TOTALES	8			
TRATAMIENTOS	2	0.0049	0.00163	0.0357
ERROR	6	0.0074	0.00086	0.016

($P > 0.05$)

CUADRO 11

VALORES DE ENERGIA METABOLIZABLE APARENTE CORREGIDA POR NITROGENO (EMA_N) PARA EL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAIZ, OBTENIDOS POR EL METODO CLASICO Y DE CENIZAS INSOLUBLES EN ACIDO (CIA).

INGREDIENTE	OXIDO DE CROMO	CIA	PROMEDIO
GLUTEN DE SORGO (Kcal/G)	2.485	2.760	2.622 ^{A_{1/}}
GLUTEN DE MAIZ (Kcal/G)	3.499	3.957	3.728 ^D
PROMEDIO	2.992 ^B	3.359 ^C	

1/ MEDIAS CON DISTINTA LITERAL SON DIFERENTES ($P < 0.05$)

CUADRO 12

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZABLE APARENTE CORREGIDA POR
HITRUGENO (EM_{AN}) DEL GLUTEN DE SORGO Y DE MAIZ.

FUENTE DE VARIACION	GL	CUADRADOS MEDIOS
TOTALES	11	
TRATAMIENTOS	3	1,35 **
INGREDIENTE	(1)	3,63 **
METODO	(1)	0,4047 **
INGREDIENTE POR METODO	(1)	0,0293
ERROR	8	0,075

** ($p < 0,01$)

8. EXPERIMENTO 2.

ESTIMACION DEL CONTENIDO DE ENERGIA METABOLIZABLE VERDADERA DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAIZ.

8.1. INTRODUCCION.

LA DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA METABOLIZABLE APARENTE POR EL MÉTODO CLÁSICO DE HILL Y ANDERSON (1958), ES UN MÉTODO TARDADO Y COSTOSO, YA QUE ES NECESARIA LA ALIMENTACIÓN DE GRUPOS DE AVES DURANTE 14 DÍAS, CON LAS CONSECUENTES NECESIDADES DE ALOJAMIENTO Y PERSONAL PARA SU ATENCIÓN.

LA DETERMINACIÓN DE ENERGÍA METABOLIZABLE VERDADERA - (EMV), PROPUESTA POR SIBBALD (1976_A) ES UN MÉTODO RÁPIDO Y REQUIERE DE MENOR TIEMPO QUE EL CLÁSICO ADEMÁS DE QUE SE REDUCEN CONSIDERABLEMENTE LAS NECESIDADES DE ALOJAMIENTO, ANIMALES Y ATENCIÓN PARA LAS AVES. EN ESTE MÉTODO (SIBBALD, 1976_A; 1983; FRASER Y SIBBALD, 1983), SE UTILIZAN GALLOS - ADULTOS, AYUNADOS POR 24 HR., LA ALIMENTACIÓN SE HACE FORZADA, ADMINISTRÁNDOSE MEDIANTE UNA SONDA HASTA EL BUCHE UNA CANTIDAD CONOCIDA DE ALIMENTO QUE VARÍA ENTRE 30 Y 40 G. SE HA OBSERVADO QUE EL FORZAR CANTIDADES MAYORES, PUEDE PRODUCIR REGURGITACIÓN O IMPACTACIÓN (SIBBALD, 1977_B).

ESTA CANTIDAD, HA SIDO CONSIDERADA POR ALGUNOS AUTORES INSUFICIENTE PARA EVALUAR CON PRECISIÓN LA ENERGÍA METABOLIZABLE. ADEMÁS, SE CONSIDERA QUE EL FORZAR ALIMENTO, PRODUCE UN ESTADO DE TENSIÓN AL ANIMAL, LO CUAL PUEDE AFECTAR LOS VALORES DE EMV OBTENIDOS (FARRELL, 1981).

POSTERIORMENTE A LA ADMINISTRACIÓN DEL ALIMENTO, SE PROCEDE A UN PERÍODO DE RECOLECCIÓN DE EXCRETA QUE HA SIDO ESTAN-
DARIZADO A UN PERÍODO DE 30 HR., AUNQUE ALIMENTOS ALTOS EN -
FIBRA PUEDEN REQUERIR HASTA 48 Ó 60 HR., PARA SU ELIMINACIÓN
COMPLETA (SIBBALD, 1979_A; SIBBALD Y MORSE, 1982_A), PARA PO-
DER ESTIMAR LA EMV, ES NECESARIO CONOCER LA CANTIDAD DE ENER-
GÍA ENDÓGENA EXCRETADA POR LAS AVES, LA CUAL SE OBTIENE ME-
DIANTE LA RECOLECCIÓN DE LAS EXCRETAS ELIMINADAS DURANTE 30 HR.
DESPUÉS DE UN PERÍODO DE AYUNO DE 24 HR.

OTRA CORRECCIÓN QUE SE HA SUGERIDO, PARA OBTENER ESTIMA-
CIONES MÁS PRECISAS DE EMV, ES LA CORRECCIÓN POR NITRÓGENO.
CON ESTO SE PRETENDE ELIMINAR LAS VARIACIONES DEBIDAS AL CON-
TENIDO DE NITRÓGENO DE LOS DIVERSOS INGREDIENTES, ADEMÁS DE
AJUSTAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS A UN BALANCE CERO DE NITRÓ-
GENO, SUPONIENDO QUE LOS GALLOS ESTARÁN EN UN BALANCE NEGATI-
VO DE NITRÓGENO, DADO QUE SERÍA MUY DIFÍCIL QUE CON UNA CAN-
TIDAD LIMITADA DE ALIMENTO SE MANTUVIERAN EN UN BALANCE NEU-

TRO O POSITIVO (SIBBALD, 1983; SIBBALD Y MORSE, 1982_B; JABBAR Y SLINGER, 1981_A, 1981_B; LESSON ET AL., 1977).

LA COLECCIÓN DE EXCRETAS MEDIANTE CHAROLAS COLOCADAS BAJO LA JAULA; TIENE EL INCONVENIENTE DE LA CONTAMINACIÓN CON PLUMAS Y DESCAMACIONES Y AUNQUE ÉSTO PUEDE REDUCIRSE, NORMALMENTE ES DIFÍCIL OBTENER EXCRETAS LIBRES DE CONTAMINACIÓN (SIBBALD, 1978). ALGUNOS INVESTIGADORES DESARROLLARON UNA TÉCNICA QUE PERMITE EVITAR POR COMPLETO LA CONTAMINACIÓN DE LAS EXCRETAS, MEDIANTE EL EMPLEO DE BOLSAS FIJADAS A CÁNULAS QUE SE ADAPTAN A LA CLOACA DE LOS GALLOS (HAYES Y AUSTIC, 1982).

8.2 OBJETIVO.

EN ESTE EXPERIMENTO SE DETERMINÓ LA ENERGÍA METABOLIZABLE VERDADERA (EMV) POR EL MÉTODO DESCRITO POR SIBBALD - (1976_A, 1976_B), CON ALGUNAS MODIFICACIONES EN CUANTO A LA RECOLECCIÓN DE LAS EXCRETAS Y RETENCIÓN DE NITRÓGENO; DEL GLUTEN DE SORGO Y DE MAÍZ.

8.3 MATERIAL Y METODOS.

SE UTILIZARON 12 GALLOS ADULTOS DE 40 SEMANAS DE EDAD DE LA RAZA LEGHORN (HYLIN), DE LOS CUALES A 6 SE LES ADAPTÓ UNA CÁNULA DE PLÁSTICO EN LA CLOACA SEGÚN EL MÉTODO DESCR

TO POR HAYES Y AUSTIC (1982), CON ALGUNAS MODIFICACIONES (APÉNDICE).

LOS GALLOS CON CÁNULA FUERON ALOJADOS EN JAULAS INDIVIDUALES DONDE SE LES PROPORCIONÓ ALIMENTO Y AGUA A LIBERTAD DURANTE UNA SEMANA; ESTO FUE HECHO CON LA FINALIDAD DE EVITAR EN LO POSIBLE EL EFECTO QUE TUVIERA LA FIJACIÓN DE LAS CÁNULAS, ADEMÁS DE PERMITIR LA COMPLETA CICATRIZACIÓN DE LOS TEJIDOS INVOLUCRADOS.

SE EMPLEARON LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS POR SIBBALD (1983), RESPECTO AL MÉTODO ORIGINAL, LOS GALLOS CON CÁNULA Y SIN CÁNULA FUERON SOMETIDOS A AYUNO DE ALIMENTO DE 24 HR., DURANTE EL CUAL TODAS LAS AVES FUERON ALOJADAS EN JAULAS INDIVIDUALES. UNA VEZ CONCLUIDO EL PERÍODO DE AYUNO, LOS GALLOS FUERON IDENTIFICADOS, PESADOS Y REPARTIDOS EN CUATRO TRATAMIENTOS QUE CONSISTIERON EN LA ALIMENTACIÓN FORZADA DE 30 G DE GLUTEN DE SORGO O DE MAÍZ, EN GALLOS CON O SIN CÁNULAS. _ CADA TRATAMIENTO CONSTÓ DE 3 RÉPLICAS, CONSIDERÁNDOSE A CADA GALLO COMO UNA SOLA.

LA ADMINISTRACIÓN FORZADA DE ALIMENTO, SE EFECTUÓ MEDIANTE UNA Sonda CONSTITUÍDA POR UN TUBO DE VIDRIO ACOPLADO A UN EMBUDO, QUE HACÍA LLEGAR EL ALIMENTO HASTA EL BUCHE; SE PROCURÓ TARDAR EL MENOR TIEMPO POSIBLE EN ESTA OPERACIÓN, PARA EVITAR AL MÁXIMO GENERAR UN ESTADO DE TENSIÓN AL AVE. INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ALIMENTO, SE -

COLOCÓ LA BOLSA DE PLÁSTICO A LOS GALLOS, PROCEDIÉNDOSE A UN PERÍODO DE RECOLECCIÓN DE EXCRETAS DE 30 HR., YA SEA EN BOLSAS O EN CHAROLAS CUBIERTAS CON PLÁSTICO COLOCADAS BAJO LAS JAULAS PARA ESTE FIN.

DURANTE EL PERÍODO DE RECOLECCIÓN, SE LES PROPORCIONÓ AGUA A LIBERTAD; TERMINANDO ESTE PERÍODO, SE RETIRARON LAS BOLSAS Y CHAROLAS Y SE PESÓ A LOS GALLOS. EL CONTENIDO DE LAS BOLSAS DE LOS GALLOS A LOS QUE SE LES FIJÓ LA CÁNULA FUE VACIADO EN VASOS DE PRECIPITADO, EN LOS CUALES SE HOMOGENIZÓ Y ACIDIFICÓ CON UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO 0.5 N, - HASTA QUE ALCANZÓ UN PH DE 3.5; ESTO FUE HECHO CON LA FINALIDAD DE EVITAR LA CONTAMINACIÓN BACTERIANA Y PÉRDIDA DE NITRÓGENO DURANTE EL SECADO; NO FUE NECESARIO ACIDIFICAR LAS EXCRETAS OBTENIDAS EN LAS CHAROLAS, YA QUE SU CONTENIDO DE HUMEDAD ERA BAJO.

UNA VEZ SECAS LAS MUESTRAS, FUERON PESADAS Y EQUILIBRADAS A TEMPERATURA Y HUMEDAD AMBIENTALES, PROCEDIÉNDOSE DESPUÉS A LA DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO POR LOS PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES Y ENERGÍA, EN UNA BOMBA CALORIMÉTRICA DE TIPO ADIABÁTICO.

PARA LA OBTENCIÓN DE LAS EXCRETAS ENDÓGENAS, SE SIGUIÓ EL MISMO PROCEDIMIENTO DESCRITO ANTERIORMENTE, EXCEPTUANDO

LA ADMINISTRACIÓN FORZADA DEL ALIMENTO. UNA VEZ QUE HUBIERON RECUPERADO SU PESO ORIGINAL (APROXIMADAMENTE UNA SEMANA), LAS EXCRETAS OBTENIDAS DE ESTA MANERA, FUERON SECADAS Y SE LES MIDió SU CONTENIDO DE ENERGÍA BRUTA Y NITRÓGENO.

LA EMV, FUE CALCULADA SEGÚN LA FÓRMULA DESCRITA POR - SIBBALD (1976_A), TAMBIÉN SE DETERMINÓ LA EMV_N SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DESCRITO POR SIBBALD (1983), UTILIZANDO EL FACTOR 8.73, PARA LA CORRECCIÓN POR NITRÓGENO; ESTE FACTOR REPRESENTA EL VALOR ENERGÉTICO DEL ÁCIDO ÚRICO QUE ES EL PRINCIPAL COMPUESTO NITROGENADO DE DESECHO EN AVES.

LOS DATOS OBTENIDOS FUERON ANALIZADOS POR MEDIO DE ANÁLISIS DE VARIANZA, PARA UN ARREGLO FACTORIAL 2x2x2; SIENDO LOS FACTORES LOS DOS INGREDIENTES; LA DETERMINACIÓN CON CÁNULA Y SIN CÁNULA Y EL VALOR DE EMV Y EMV_N (STEEL Y TORRIE, 1980),

8.4 RESULTADOS Y DISCUSION.

LOS RESULTADOS DE ESTE EXPERIMENTO SE MUESTRAN EN EL CUADRO 13. EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS (CUADRO 14), INDICÓ QUE EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE EMV Y EMV_N ($p < 0.01$), SIENDO SUPERIOR EL VALOR DE LA EMV CON RESPECTO A LA EMV_N EN UN 4.5% PARA EL GLUTEN DE SORGO Y EN UN 6.4% PARA EL GLUTEN DE MAÍZ. ESTO APOYA LO DESCRITO POR -

SIBBALD (1983) Y SIBBALD Y MORSE (1982_B); LOS CUALES INDICAN QUE LA EMV_N GENERALMENTE ES MENOR, PUES REDUCE LA VARIACIÓN EN LOS VALORES DE EMV DEBIDA A DIFERENCIAS EN LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO ENDÓGENO. POR OTRO LADO EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE LOS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN CON O SIN CÁNULA ($p < 0.01$), SIENDO SUPERIOR EN PROMEDIO LA ENERGÍA METEABOLIZABLE CON CÁNULA EN UN 10.8% PARA EL GLUTEN DE SORGO Y 2% PARA EL GLUTEN DE MAÍZ. ESTA INFORMACIÓN CORROBORA LO SEÑALADO POR HAYES Y AUSTIC (1982), QUIENES MOSTRARON QUE EL EMPLEO DE CÁNULAS PERMITE UNA MEJOR ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA, YA QUE LAS EXCRETAS SE OBTIENEN LIBRES DE PLUMAS Y ESCAMAS. EXISTIÓ ADEMÁS UNA INTERACCIÓN ENTRE INGREDIENTE POR MÉTODO DE RECOLECCIÓN ($p < 0.01$), ESTO SE EXPLICA POR EL DIFERENTE COMPORTAMIENTO ENTRE EL GLUTEN DE SORGO Y DE MAÍZ CON RESPECTO AL MÉTODO DE RECOLECCIÓN, EN DONDE LA VARIACIÓN ENTRE LOS DOS MÉTODOS ES MENOS NOTABLE PARA EL GLUTEN DE MAÍZ. LOS VALORES PROMEDIO DE ENERGÍA DEL GLUTEN DE SORGO 3.317 Kcal/g vs 3.253 Kcal/g EN EL CASO DEL GLUTEN DE MAÍZ (CUADRO 13); EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO NO MOSTRÓ DIFERENCIAS ($p > 0.05$) ENTRE INGREDIENTES. ESTO ÚLTIMO CONTRADICE AL EXPERIMENTO 1, EN DONDE SE DETERMINÓ UN VALOR DE EM_A MAYOR EN EL GLUTEN DE MAÍZ RESPECTO A EL GLUTEN DE SORGO Y SE MENCIONABA QUE LA INFORMACIÓN ERA SIMILAR A LA PUBLICADA POR HUBBELL (1983); ES PROBABLE QUE EL BAJO VALOR OBTENIDO EN EL CASO DEL GLUTEN DE MAÍZ SE DEBA AL PERÍODO DE RECOLECCIÓN DE EXCRETAS QUE FUE SOLO DE 30 HR. Y EN MATERIALES SEMEJANTES HAN ENCONTRADO QUE DEBE SER DE 48 HR. (DALE, 1987).

DALE (1987) MENCIONA QUE SE HA ENCONTRADO UNA GRAN VARIACIÓN AL TRATAR DE RECONFIRMAR LOS VALORES PUBLICADOS DE EMÁ POR EL MÉTODO DE HILL Y ANDERSON (1958) EN LOS INGREDIENTES, ENCONTRÁNDOSE EN MUCHOS CASOS DISCREPANCIA ENTRE LOS VALORES DE CUADROS Y DETERMINACIONES EXPERIMENTALES RECIENTES.

ESTA VARIACIÓN SE HA REDUCIDO NOTABLEMENTE, MEDIANTE EL EMPLEO DEL MÉTODO DE EMV DESARROLLADO POR SIBBALD (1976_A) CON ALGUNAS MODIFICACIONES COMO LA CORRECCIÓN POR RETENCIÓN CERO DE NITRÓGENO PARA OBTENER LA EMV_N. DALE (1987) EN BASE A VALORES OBTENIDOS DE EMV_N EN ALGUNOS INGREDIENTES Y SU COMPOSICIÓN PROXIMAL, HA DESARROLLADO CURVAS DE PREDICCIÓN DE LA ENERGÍA QUE PUEDEN RESULTAR MUY ÚTILES EN UN FUTURO. EN BASE A LO ANTERIOR LA METODOLOGÍA DE EMV_N RESULTA UN MEJOR MÉTODO PARA ESTIMAR LA ENERGÍA DISPONIBLE EN LOS INGREDIENTES; QUEDA POR INVESTIGAR EN PRÓXIMOS EXPERIMENTOS CON OTRAS MUESTRAS, SI EL VALOR DE ENERGÍA DEL GLUTEN DE SORGO RESULTA SIMILAR AL DEL MAÍZ CON PERÍODOS DE RECOLECCIÓN DE EXCRETAS DE 48 HR; YA QUE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LOS INGREDIENTES EN ESTE ESTUDIO (CUADRO 6) FUE MUY SEMEJANTE.

CUADRO 13

ENERGIA METABOLIZABLE VERDADERA Y ENERGIA METABOLIZABLE VERDADERA CORREGIDA POR NITROGENO OBTENIDA POR EL METODO DE SIBBALD UTILIZANDO 2 METODOS DE RECOLECCION DIFERENTES.

GLUTEN		ENERGIA Kcal/g		PROMEDIO
		EMV	EMV _N	
SORGO	CON CANULA	3,581	3,395	3,488 _C
	SIN CANULA	<u>3,151</u>	<u>3,143</u>	<u>3,147_D</u>
	PROMEDIO	3,416 _A	3,269 _B	3,317 _E
MAIZ	CON CANULA	3,417	3,153	3,285 _C
	SIN CANULA	<u>3,290</u>	<u>3,150</u>	<u>3,220_D</u>
	PROMEDIO	3,353 _A	3,151 _B	3,253 _E

MEDIAS CON DISTINTA LITERAL PARA EFECTOS PRINCIPALES SON DIFERENTES ($p < 0,05$)

CUADRO 14

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZABLE VERDADERA Y ENERGIA METABOLIZABLE VERDADERA CORREGIDA POR NITROGENO OBTENIDA POR EL METODO DE SIBBALD UTILIZANDO 2 METODOS DE RECOLECCION DIFERENTES.

FUENTE DE VARIACION	GL	CUADRADOS MEDIOS
TOTALES	23	
ENERGIA	(1)	0.133502 **
INGREDIENTE	(1)	0.02522
ENERGIA POR INGREDIENTE	(1)	0.016645
CANULA	(1)	0.24685 **
ENERGIA POR CANULA	(1)	0.034353
INGREDIENTE POR CANULA	(1)	0.1132566 **
ENERGIA POR INGREDIENTE POR CANULA	(1)	0.017733
ERROR	16	0.00862398

** ($P < 0.01$)

9. EXPERIMENTO 3.

DIGESTIBILIDAD APARENTE Y VERDADERA DE AMINOACIDOS DEL GLUTEN DE SORGO Y DEL GLUTEN DE MAIZ EMPLEANDO GALLOS ADULTOS.

9.1 INTRODUCCION.

LA OBTENCIÓN DE LOS VALORES DE DIGESTIBILIDAD DE LOS AMINOÁCIDOS REQUIERE GENERALMENTE DE ENSAYOS QUE NORMALMENTE SON COSTOSOS Y LENTOS (ELWELL Y SUARES, 1975). RECIENTEMENTE SE HA DESARROLLADO UN BIOENSAYO RÁPIDO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS AMINOÁCIDOS BASADOS EN LA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA METABOLIZABLE VERDADERA (SIBBALD, 1976_A; 1979_B). ESTA METODOLOGÍA ES SENCILLA Y OFRECE LA POSIBILIDAD DE PODER EVALUAR A UN TIEMPO, EL CONTENIDO DE ENERGÍA Y LA DIGESTIBILIDAD DE LOS AMINOÁCIDOS EN UN INGREDIENTE (SALMON, 1984).

LOS VALORES DE DIGESTIBILIDAD APARENTE Y VERDADERA DE LOS AMINOÁCIDOS, OBTENIDOS EN GALLOS ADULTOS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DESCRITA POR SIBBALD (1976_A; 1976_B) SON SIMILARES A LOS OBTENIDOS CUANDO SE UTILIZAN TÉCNICAS DE ANÁLISIS DEL CONTENIDO ILEAL EN POLLOS Y CERDOS (LIKUSKI Y DORRELL 1978).

DIVERSOS AUTORES SEÑALAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GALLOS COMUNES O GALLOS GNOTOBIÓTICOS (ELWELL Y SUARES, 1975; LIKUSKI Y DORRELL, 1978).

9.2 OBJETIVO.

EN ESTE EXPERIMENTO SE ESTIMÓ LA DIGESTIBILIDAD APARENTE (DAAA) Y DIGESTIBILIDAD VERDADERA (DVAA) DE AMINOÁCIDOS, PARA LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAÍZ.

9.3 MATERIAL Y METODOS.

SE UTILIZARON LAS MUESTRAS OBTENIDAS DE LOS GALLOS SIN CÁNULA EN LOS QUE SE DETERMINÓ LA EMV DEL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAÍZ; DADO QUE LA CANTIDAD DE EXCRETAS ENDÓGENAS ERA DEMASIADO PEQUEÑA, SE PROCEDIÓ HACER UNA MEZCLA HOMOGÉNEA DE ELLAS PARA CADA INGREDIENTE, YA QUE SEGÚN INDICA - SIBBALD (1979_B) LA VARIACIÓN EN LA EXCRECIÓN DE AMINOÁCIDOS ENDÓGENOS ES PEQUEÑA, POR LO QUE PUEDE USARSE UN VALOR ÚNICO PARA LA OBTENCIÓN DE DAAA Y DVAA.

LAS MUESTRAS DE EXCRETAS OBTENIDAS DE LAS AVES ALIMENTADAS EN FORMA FORZADA CON GLUTEN DE SORGO Y MAÍZ, JUNTO CON - UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DEL ALIMENTO Y EXCRETAS DE ORIGEN ENDÓGENO, FUERON ENVIADAS POR DUPLICADO PARA LA REALIZACIÓN DE LOS AMINOGRAMAS; LOS CUALES FUERON EFECTUADOS GRACIAS A LA COLABORACIÓN DE PRODUCTOS DE MAÍZ, S. A.

LOS DATOS OBTENIDOS SE PROMEDIARON Y LA DAAA Y DVAA, FUERON DETERMINADAS, SEGÚN LO DESCRITO POR SIBBALD (1979_B).

LAS FÓRMULAS QUE SE EMPLEARON FUERON LAS SIGUIENTES:

$$\% \text{ DAAA} = \frac{\text{AA}_C - \text{AA}_A}{\text{AA}_C} \times 100$$

$$\% \text{ DVAA} = \frac{\text{AA}_C - (\text{AA}_A - \text{AA}_E)}{\text{AA}_C} \times 100$$

DE DONDE: AA_C = CONSUMO TOTAL DE AMINOÁCIDOS (MG) POR LAS AVES ALIMENTADAS.

AA_A = EXCRECIÓN TOTAL DE AMINOÁCIDOS (MG) DE LAS AVES ALIMENTADAS.

AA_E = EXCRECIÓN TOTAL DE AMINOÁCIDOS (MG) POR LAS AVES NO ALIMENTADAS.

9.4 RESULTADOS Y DISCUSION:

LOS RESULTADOS PARA EL GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAÍZ SE MUESTRAN EN LOS CUADROS 15 Y 16 RESPECTIVAMENTE, LOS CUALES INDICAN QUE LA DIGESTIBILIDAD DE LOS AMINOÁCIDOS CONTENIDOS EN EL GLUTEN DE SORGO ES EN GENERAL MÁS BAJA RESPECTO AL GLUTEN DE MAÍZ, YA QUE EN PROMEDIO LA DIGESTIBILIDAD APARENTE ES DE 73.63% Y LA VERDADERA DE 80.68%; ALGUNOS AMINOÁCIDOS EN ESPECIAL LA LISINA PRESENTA UNA DIGESTIBILIDAD VERDADERA SUMAMENTE BAJA (64.08%). ESTA BAJA DIGESTIBILIDAD COIN-

CUADRO 15

VALORES PROMEDIO DE CONTENIDO DE AMINOACIDOS Y DIGESTIBILIDAD APARENTE (DAAA) Y VERDADERA DE AMINOACIDOS (DVAA), OBTENIDOS PARA EL GLUTEN DE SORGO.

AMINOACIDO	CONTENIDO ¹	CONTENIDO ²	DAAA	DVAA
	(MG/G)	(MG/G)	(%)	(%)
LISINA	5.70	5.51	44.37	64.08
HISTIDINA	7.38	9.22	68.30	72.05
ARGININA	11.50	11.60	65.88	75.93
TREONINA	12.20	14.50	70.32	76.82
VALINA	20.00	23.70	74.84	78.32
METIONINA	5.50	7.03	77.08	83.04
ISOLEUCINA	16.80	18.00	78.86	82.34
LEUCINA	64.70	77.90	84.60	86.22
TIROSINA	16.70	21.10	81.75	84.43
FENILALANINA	22.80	28.20	82.11	84.40
TRIPTOFANO	3.08	5.09	81.86	99.84
PROMEDIO:			73.63±11.5	80.68±9.09

1 CORN PRODUCTS, INC., 1984.

2 PRODUCTOS DE MAÍZ, S.A., 1986.

CUADRO 16

VALORES PROMEDIO DE CONTENIDO DE AMINOACIDOS Y DIGESTIBILIDAD APARENTE (DAAA) Y VERDADERA DE AMINOACIDOS (DVAA), OBTENIDOS PARA EL GLUTEN DE MAIZ.

AMINOACIDO	CONTENIDO ¹	CONTENIDO ²	DAAA	DVAA
	(MG/G)	(MG/G)	(%)	(%)
LISINA	8.00	7.20	61.76	80.16
HISTIDINA	10.00	9.02	84.11	88.29
ARGININA	14.00	12.00	82.08	94.76
TREONINA	14.00	14.30	80.84	88.31
VALINA	18.00	17.80	82.03	88.57
METIONINA	10.00	7.91	92.90	95.96
ISOLEUCINA	16.00	11.50	81.25	87.47
LEUCINA	60.00	66.60	93.68	95.73
TIROSINA	17.00	16.80	85.09	88.54
FENILALANINA	23.00	24.00	90.06	93.57
TRIPTOFANO	2.00	7.50	95.77	97.52
PROMEDIO:			84.51±9.3	90.81±5.16

1 HUBBELL, 1983.

2 PRODUCTOS DE MAIZ, S. A., 1986.

CIDE CON LOS VALORES INFORMADOS POR ROSTAGNO ET AL., (1973) PARA LA DAAA DE ESTE AMINOÁCIDO EN VARIEDADES DE SORGO CONTENIENDO 1.4% DE ÁCIDO TÁNICO. CABE SEÑALAR QUE EL GLUTEN DE SORGO EMPLEADO CONTENÍA 2.65% DE TANINOS, LO CUAL PODRÍA SER LA CAUSA DE LA BAJA DIGESTIBILIDAD DE LOS AMINOÁCIDOS - OBSERVADA EN ESTOS EXPERIMENTOS, ESTE NIVEL DE TANINOS CORRESPONDE AL DE UN GRANO DE SORGO CON NIVEL MEDIO DE TANINOS COMO LO INFORMA SOSA (1984) Y AUNQUE NO SON ELEVADOS, ÉSTOS PUDIERON HABER REACCIONADO CON LA PROTEÍNA, INSOLUBILIZARLA Y DE ESTA FORMA SER INDISPONIBLE PARA EL ANIMAL (SOSA,1984). ESTO LIMITA LA DISPONIBILIDAD DE LA PROTEÍNA ADEMÁS DE LA BAJA CALIDAD DE ÉSTA, DEBIDO A SU LIMITADO CONTENIDO DE LISINA, ARGININA Y METIONINA Y AL ALTO CONTENIDO DE LEUCINA, FENILALANINA Y VALINA. LO QUE CONTRASTA CON LA DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE LOS AMINOÁCIDOS MÁS ELEVADA DEL GLUTEN DE MAÍZ (90.8%), EL CUAL CONTIENE UN NIVEL MÁS ALTO DE LISINA Y CON MAYOR DIGESTIBILIDAD (80.16%) (CUADRO 16). ESTO EXPLICA EN PARTE PORQUE ES MÁS ELEVADA LA DIGESTIBILIDAD PARA LOS AMINOÁCIDOS DE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE MAÍZ, A PESAR DE - POSEER UNA PROTEÍNA SIMILAR, TIENE UNA DIGESTIBILIDAD APARENTE Y VERDADERA DE AMINOÁCIDOS SUPERIOR A LA OBTENIDA PARA EL GLUTEN DE SORGO.

LOS RESULTADOS DE ESTE EXPERIMENTO APOYAN LO ASEVERADO POR SIBBALD (1979_B) DE QUE ES POSIBLE ESTIMAR A UN TIEMPO

LOS VALORES DE ENERGÍA METABOLIZABLE VERDADERA, DAAA Y DVAA.
ES RECOMENDABLE QUE EN CASO DE QUE SE PLANEE LA ESTIMACIÓN
DE ESTOS DOS PARÁMETROS, SE UTILICE UN NÚMERO ADECUADO DE -
GALLOS, PARA OBTENER UNA CANTIDAD SUFICIENTE DE MUESTRAS DE
EXCRETAS, EN ESPECIAL DE LAS ENDÓGENAS.

10. EXPERIMENTO 4.

EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA PROTEINA DEL GLUTEN DE SORGO PARA EL POLLO EN CRECIMIENTO.

10.1 INTRODUCCION.

EL GLUTEN DE SORGO ES UN INGREDIENTE CON UN PERFIL DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES (CUADRO 5) INADECUADO PARA UN ÓPTIMO CRECIMIENTO, A PESAR DE SU ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNA; ESTE INGREDIENTE PUEDE MEJORAR LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DE UNA DIETA SI SE COMPLEMENTA CON ALGÚN OTRO INGREDIENTE EN CANTIDADES APROPIADAS PARA REDUCIR EL DESEQUILIBRIO DE LOS AMINOÁCIDOS. WALL Y PAULIS (1978), INFORMAN QUE PUEDE SER UNA BUENA FUENTE DE PROTEÍNA SI SE SUPLEMENTA CON PASTA DE SOYA. LA PASTA DE SOYA ES UNA DE LAS MEJORES FUENTES DE PROTEÍNA, DEBIDO A SU BALANCE DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES Y CONTENIDO EN LISINA (AVILA, 1981); QUE ES EL PRIMER AMINOÁCIDO LIMITANTE EN LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO.

10.2 OBJETIVO.

EL OBJETIVO DE ESTE EXPERIMENTO FUE EVALUAR LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO, COMPARÁNDOLA CON UNA PROTEÍNA DE BUENA CALIDAD COMO LA PROTEÍNA DE PASTA DE SOYA.

10.3 MATERIAL Y METODOS.

PARA ESTE EXPERIMENTO SE UTILIZARON 120 POLLOS DE ENGORDA, DE UNA SEMANA DE EDAD SIN SEXAR, DE UNA LÍNEA COMERCIAL (ÁRBOR ÁCREs); LOS CUALES FUERON REPARTIDOS AL AZAR EN CUATRO TRATAMIENTOS CON TRES RÉPLICAS DE 10 POLLOS CADA UNA; LOS POLLOS FUERON ALOJADOS EN CRIADORAS EN BATERÍA, CON CALEFACCIÓN ELÉCTRICA REGULADA POR TERMOSTATO; DONDE SE LES DIÓ ALIMENTO Y AGUA A LIBERTAD.

LOS TRATAMIENTOS CONSISTIERON EN LA INCLUSIÓN DEL 0.00, 33.33, 66.66 Y 100% DE PROTEÍNA DE GLUTEN DE SORGO POR PASTA DE SOYA EN UNA DIETA SEMIPURIFICADA DONDE SE EMPLEÓ COMO ÚNICA FUENTE DE PROTEÍNA A LA PASTA DE SOYA. TODAS LAS DIETAS UTILIZADAS POSEÍAN UN PORCENTAJE DE PROTEÍNA DEL 15%; ESTE MENOR PORCENTAJE DE PROTEÍNA RESPECTO AL REQUERIMIENTO DEL POLLITO, FUE UTILIZADO PARA PODER OBSERVAR CON MAYOR CLARIDAD, LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO, EN RELACIÓN A LA PROTEÍNA DE PASTA DE SOYA. EN EL CUADRO 17 SE PRESENTA LA COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES EMPLEADAS. SE PUEDE APRECIAR QUE LAS DIETAS FUERON ISOPROTEICAS POR UN AJUSTE EN LA CANTIDAD DEL ALMIDÓN DE MAÍZ.

CUADRO 17

COMPOSICION DE LAS DIETAS EMPLEADAS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA PROTEINA DE GLUTEN DE SORGO. PARA POLLITOS EN CRECIMIENTO DE 7 A 21 DIAS DE EDAD.

INGREDIENTE %	PORCENTAJE DE SUBSTITUCION DE LA PROTEINA DE PASTA DE SOYA, POR PROTEINA DE GLUTEN DE SORGO.			
	0	33.33	66.66	100.00
PASTA DE SOYA	30.60	20.40	10.20	--
GLUTEN DE SORGO	--	9.84	19.69	29.53
ALMIDON DE MAIZ	59.82	60.18	60.53	60.89
ACEITE VEGETAL	2.00	2.00	2.00	2.00
DL-METIONINA	0.20	0.20	0.20	0.20
CLORURO DE COLINA (25%)	1.80	1.80	1.80	1.80
VITAMINAS <u>A/</u>	0.20	0.20	0.20	0.20
MINERALES <u>B/</u>	5.38	5.38	5.38	5.38
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

ANALISIS CALCULADO (%)

PROTEINA CRUDA	15.000	15.000	15.000	15.000
METIONINA + CISTINA	0.644	0.565	0.370	0.232
LISINA	0.963	0.705	0.437	0.168
ARGININA	1.102	0.846	0.590	0.334
TRIPTOFANO	0.194	0.165	0.134	0.103
LEUCINA	1.163	1.576	1.990	2.404
ENERGIA MET (Kcal/g)	3.100	3.109	3.117	3.126

A/ LA PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES EMPLEADAS SE MUESTRAN EN EL CUADRO 18.

CUADRO 18

COMPOSICION DE LAS PREMEZCLAS DE VITAMINAS Y MINERALES COMPLETOS

COMPONENTE	CANTIDAD A/
------------	-------------

VITAMINAS:	POR / 100 KG DE ALIMENTO.
------------	---------------------------

VITAMINA A	600,000 U.I.
VITAMINA D ₃	300,000 U.I.P.
VITAMINA E	1,000 U.I.
VITAMINA K	0.11 G
VITAMINA B ₁₂	2.00 MG
TIAMINA	2.00 G
BIOTINA	0.06 G
PIRIDOXINA	0.60 G
RIBOFLAVINA	1.60 G
NIACINA	2.70 G
PANTOTENATO DE CALCIO (D)	2.00 G
INOSITOL	10.00 G
ACIDO FOLICO	0.40 G
ACIDO P- AMINOBENZOICO	0.20 G
ACIDO ASCORBICO	25.00 G
VEHICULO C.S.P.	200.00 G

MINERALES:	(%)
------------	-----

CaCO ₃	1.857
KH ₂ PO ₄	1.050
CaHPO ₄ .2H ₂ O	1.451
NaCl	0.450
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.510
FeSO ₄ .7H ₂ O	0.030
MnSO ₄ .7H ₂ O	0.020
ZnCO ₃	0.010
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.002
NaMoO ₄ .2H ₂ O	0.001
KI	0.001

A/ NIVEL DE LAS VITAMINAS EMPLEADAS EN BASE PURA.

* PROYECTO DE NUTRICIÓN AVÍCOLA-INIFAP.

LA DURACIÓN DE LA PRUEBA FUE DE 14 DÍAS, REALIZÁNDOSE DOS REGISTROS A LOS 7 Y 14 DÍAS PARA CONSUMO DE ALIMENTO, GANANCIA DE PESO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN ; ASÍ MISMO SE ESTIMÓ LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEICA (REP)=GANANCIA DE PESO/CONSUMO DE PROTEÍNA).

10.4 RESULTADOS Y DISCUSION.

LAS MEDIAS GENERALES SE MUESTRAN EN EL CUADRO 19, EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO (CUADRO 20) INDICÓ DIFERENCIA ($P < 0.01$) EN LAS VARIABLES ESTUDIADAS, SE VIÓ QUE LA GANANCIA DE PESO Y EL CONSUMO DE ALIMENTO SE REDUCEN EN FORMA CUADRÁTICA, NOTÁNDOSE UN CAMBIO DE PENDIENTE DESPUÉS DE LA INCLUSIÓN DE 33.33%, EN DONDE LA GANANCIA DE PESO Y CONSUMO DE ALIMENTO VA DISMINUYENDO A MEDIDA QUE SE SUBSTITUYE LA PASTA DE SOYA POR GLUTEN DE SORGO. EL ÍNDICE DE CONVERSIÓN TAMBIÉN PRESENTÓ UN EFECTO DE TIPO CUADRÁTICO NEGATIVO EN ESTA VARIABLE, EL CAMBIO DE PENDIENTE FUE DESPUÉS DEL NIVEL DE 66.66% DE GLUTEN. EN LAS GRÁFICAS 1,2 Y 3 SE OBSERVAN LAS ECUACIONES DE REGRESIÓN QUE EXPLICAN CLARAMENTE EL EFECTO DETRIMENTAL A NIVELES ALTOS DE GLUTEN DE SORGO.

POR LO QUE RESPECTA A LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA EVALUADA EN ESTE TRABAJO POR MEDIO DEL REP, ÉSTE FUE DISMINUYENDO - (CUADRO 19) A MEDIDA QUE SE SUSTITUYA A LA PASTA DE SOYA POR GLUTEN DE SORGO ($P < 0.01$) (CUADRO 21).

CUADRO 19

GANANCIA DE PESO DE LOS POLLOS, CONSUMO DE ALIMENTO, INDICE DE CONVERSION Y RELACION DE EFICIENCIA PROTEICA CON DIETAS DE DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO.

CARACTERISTICA	% DE SUBSTITUCION			
	0.00	33.3	66.66	100.00
GANANCIA DE PESO (g)	166,8 ^A	143,3 ^B	76,5 ^C	12,8 ^D
CONSUMO DE ALIMENTO (g)	352,5 ^A	352,5 ^A	265,5 ^B	172,7 ^C
INDICE DE CONVERSION (g)	2,26 ^A	2,34 ^A	2,79 ^A	10,02 ^B
RELACION DE EFICIENCIA PROTEICA (REP)	3,15 ^A	2,70 ^B	1,91 ^C	0,49 ^D

MEDIAS CON DISTINTA LITERAL, SON ESTADÍSTICAMENTE DIFERENTES ($p < 0,01$).

CUADRO 20

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS VALORES DE GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO E INDICE DE CONVERSION CON DIETAS DE DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO.

FUENTE DE VARIACION	GL	CUADRADOS MEDIOS		
		GANANCIA DE PESO	CONSUMO DE ALIMENTO	INDICE DE CONVERSION
TRATAMIENTO	3	14,492.92**	22,086.40**	42.964**
LINEAL	(1)	41,939.13**	58,818.966**	140.93**
CUADRÁTICO	(1)	1,218.07**	6,449.603**	63.89**
RESIDUO	(1)	321.55*	990.64	10.05*
ERROR	8	59.74	353.733	0.599

** ($p < 0.01$)

* ($p < 0.05$)

CUADRO 21

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS VALORES DE RELACION DE EFICIENCIA PROTEICA (REP) CON DIETAS DE DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO.

FUENTE DE VARIACION	GL	CUADRADOS MEDIOS
TOTALES	11	
TRATAMIENTOS	3	4.10433 **
ERROR	8	0.02926

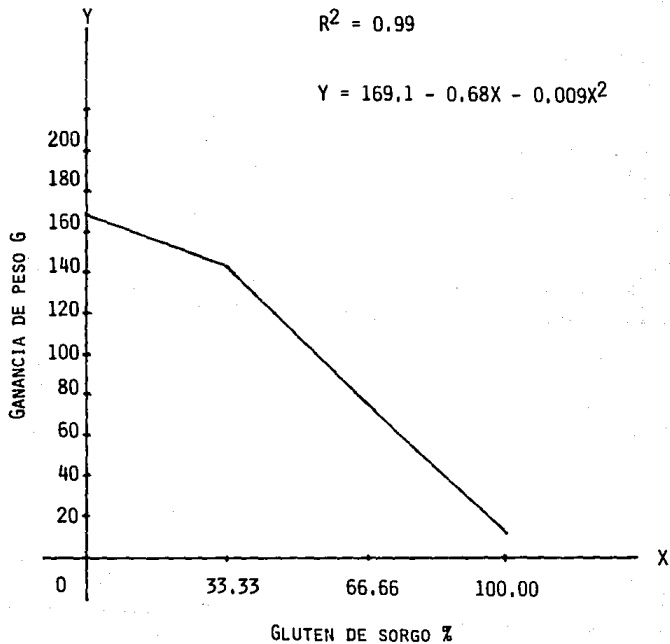
— ** ($P < 0,01$)

SE PUEDE VER EN EL CUADRO 19 QUE EXISTE UNA DIFERENCIA NOTABLE, ENTRE EL REP DE LA DIETA DE PASTA DE SOYA (3.15 VS - 0.49) Y LA DE LA DIETA QUE INCLUYÓ 100% DE PROTEÍNA DE GLUTEN.

LOS RESULTADOS DE ESTE EXPERIMENTO INDICAN QUE EL GLUTEN DE SORGO ES UNA PROTEÍNA DE MÁS BAJA CALIDAD CUANDO SE COMPARA CON LA PASTA DE SOYA Y QUE SOLO PEQUEÑAS CANTIDADES DE PASTA DE SOYA PUEDEN SER REEMPLAZADAS. LOS DATOS OBTENIDOS DE REDUCCIÓN EN EL CRECIMIENTO, PUEDEN SER ATRIBUIDOS AL DESEQUILIBRIO DE LOS AMINOÁCIDOS ESENCIALES DE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO CON RESPECTO A LAS NECESIDADES DEL POLLO (CUADRO 5); YA QUE ES DEFICIENTE EN VARIOS AMINOÁCIDOS ESENCIALES (LISINA, METIONINA, ARGININA, TREONINA Y TRIPTÓFANO) Y POR OTRA PARTE CONTIENE CANTIDADES EXCESIVAS DE LEUCINA, QUE EN UN MOMENTO DADO PUEDEN PRODUCIR UN EFECTO ANTAGÓNICO CON OTROS AMINOÁCIDOS DE CADENA RAMIFICADA, COMO LA ISOLEUCINA Y VALINA, SEGÚN LO DESCRITO POR D'MELLO (1975), POR LO TANTO SU EMPLEO DEBE LIMITARSE A NIVELES BAJOS EN LAS DIETAS.

GRAFICA 1.

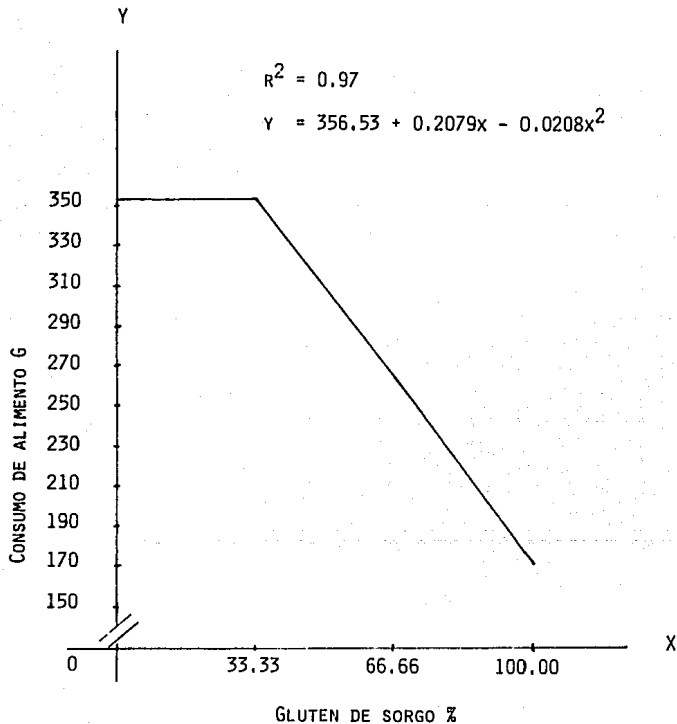
GANANCIA DE PESO DE POLLITOS CON DIFERENTS NIVELES
DE INCLUSIÓN DE GLUTEN DE SORGO.



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

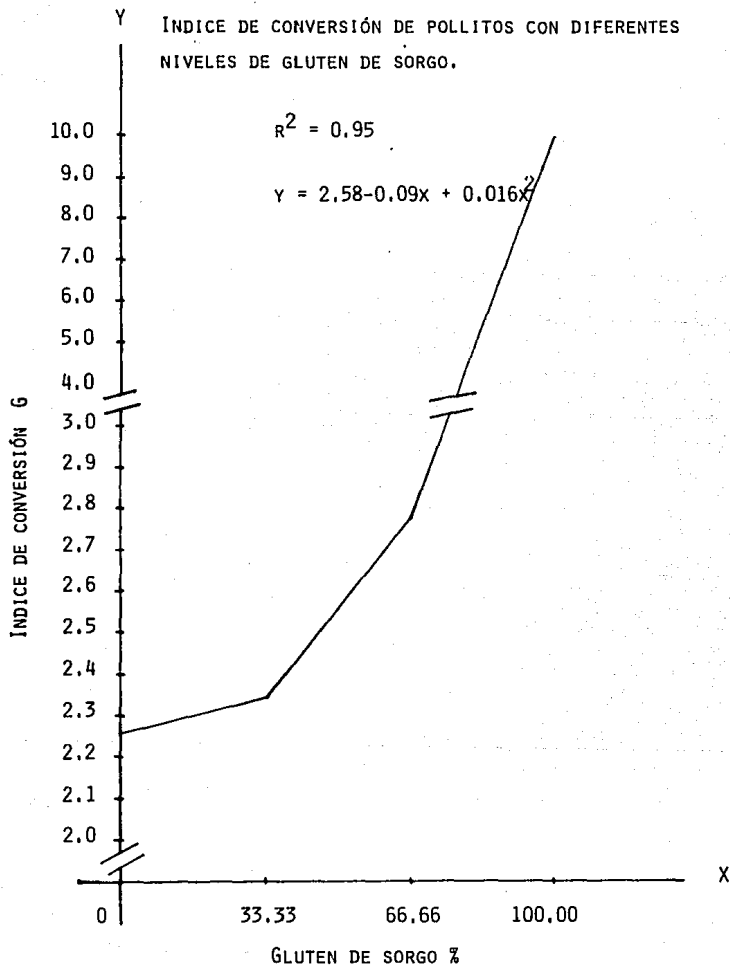
GRAFICA 2.

CONSUMO DE ALIMENTO DE POLLITOS CON DIFERENTES NIVELES
DE GLUTEN DE SORGO.



GRAFICA 3.

INDICE DE CONVERSIÓN DE POLLITOS CON DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO.



11. EXPERIMENTO 5.

EFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS CRISTALINOS,
SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL GLUTEN DE SORGO.

11.1 INTRODUCCION.

LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO, ESTÁ CONSTITUIDA PRINCIPALMENTE POR PROLAMINAS Y GLUTELINAS, DE LAS CUALES LA PRIMERA ES DEFICIENTE EN LISINA; ESTO OCASIONA UNA BAJA CALIDAD GLOBAL DE LA PROTEÍNA. POR OTRO LADO TANTO EL GLUTEN DE SORGO, COMO EL GLUTEN DE MAÍZ POSEEN ELEVADAS CONCENTRACIONES DE LEUCINA, LO CUAL PRODUCE UN DESBALANCE EN SU CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS - (WALL, 1969).

DESDE HACE VARIOS AÑOS SE HA OBSERVADO QUE LAS ADICIONES A DIETAS PURIFICADAS, DE MEZCLAS INCOMPLETAS DE AMINOÁCIDOS, CAUSAN SEVERA DEPRESIÓN DEL CRECIMIENTO, LO CUAL PUEDE SER EVITADO MEDIANTE LA COMPLEMENTACIÓN DE LAS DIETAS CON AMINOÁCIDOS MÁS LIMITANTES (D'MELLO, 1970).

ALGUNOS INFORMES TAMBIÉN INDICAN LAS INTERACCIONES ENTRE CIERTOS AMINOÁCIDOS ESENCIALES; UNA DE ÉSTAS ES LA EXISTENTE ENTRE LA LISINA Y LA ARGININA, YA QUE SE HA OBSERVADO QUE EL EXCESO DE LISINA, INCREMENTA EL REQUERIMIENTO DE ARGININA EN LOS POLLOS JÓVENES. OTRAS INTERACCIONES QUE SE HAN OBSERVADO, SON LAS EXISTENTES ENTRE LOS AMINOÁCIDOS DE CADENA RAMIFICADA, SE HA

DEMOSTRANDO QUE EL EXCESO DE LEUCINA, INCREMENTA LOS REQUERIMIENTOS DE ISOLEUCINA Y VALINA (D'MELLO, 1970).

11.2 OBJETIVO.

OBSERVAR SI LA SUPLEMENTACIÓN CON AMINOÁCIDOS CRISTALINOS EN LOS QUE ES DEFICIENTE LA PROTEÍNA DE GLUTEN DE SORGO, MEJORA SU VALOR NUTRITIVO PARA EL POLLO EN CRECIMIENTO.

11.3 MATERIAL Y METODOS.

PARA ESTE EXPERIMENTO SE UTILIZARON 84 POLLITOS DE ENGORDA DE UNA SEMANA DE EDAD, SIN SEXAR, DE UNA LÍNEA COMERCIAL, LOS CUALES FUERON REPARTIDOS AL AZAR EN SIETE TRATAMIENTOS, - CON DOS RÉPLICAS DE 6 POLLOS CADA UNA. LOS POLLITOS FUERON ALOJADOS EN CRIADORAS EN BATERÍA CON CALEFACCIÓN ELÉCTRICA REGULADA POR TERMOSTATO.

LOS TRATAMIENTOS CONSISTIERON EN LA SUPLEMENTACIÓN DE UNA DIETA BASAL A BASE DE GLUTEN DE SORGO COMO ÚNICA FUENTE DE - PROTEÍNA (CUADRO 22), CON LOS AMINOÁCIDOS QUE POR CÁLCULO ERAN MÁS LIMITANTES A EXPENSAS DEL ALMIDÓN DE LA DIETA BASAL, BASÁNDOSE EN LOS DATOS OBTENIDOS RESPECTO AL CONTENIDO DE - AMINOÁCIDOS DE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO Y LA COMPARACIÓN DE ESTOS NIVELES CON LOS REQUERIMIENTOS DEL POLLO EN CRECIMIENTO SEGÚN SE MUESTRA EN EL CUADRO 5 (PAG 31).

CUADRO 22

COMPOSICION DE LA DIETA BASAL DEL GLUTEN DE SORGO EMPLEADA PARA ESTUDIAR EL EFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS SINTETICOS.

INGREDIENTE	%
ALMIDON DE MAIZ	60.89
GLUTEN DE SORGO	29.53
ACEITE VEGETAL	2.00
CLORURO DE COLINA (25%)	1.80
PREMEZCLA DE VITAMINAS COMPLETAS A/	0.20
PREMEZCLA DE MINERALES COMPLETOS A/	5.38
TOTAL	100.00

ANALISIS CALCULADO

PROTEINA	15.00
METIONINA + CISTINA	0.32
LISINA	0.17
ARGININA	0.33
TRIPTOFANO	0.10
LEUCINA	2.40
TREONINA	0.43
VALINA	0.68
ENERGIA METABOLIZABLE (Kcal/G)	3.126

A/ VÉASE CUADRO 18 PARA LA PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES COMPLETOS.

LOS SIETE TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES FUERON: 1) DIETA BASAL; 2) COMO 1 + 0.447% DE LISINA (APORTADA COMO L-LISINA HCL); 3) COMO 2 + 0.52% DE L-ARGININA; 4) COMO 3 + 0.21% DE DL-METIONINA; 5) COMO 4 + 0.05% DE L-TREONINA; 6) COMO 5 + 0.04% DE L-TRIPTÓFANO Y 7) COMO 6 + 0.17% DE L-VALINA. EL AGUA Y EL ALIMENTO SE OFRECIERON A LIBERTAD. LA DURACIÓN DE LA PRUEBA FUE DE 7 DÍAS; DURANTE ESTE PERÍODO, SE LLEVÓ REGISTRO DE LA GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y EFICIENCIA ALIMENTICIA.

11.4 RESULTADOS Y DISCUSION.

EL CUADRO 23 MUESTRA UN RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS. EN GANANCIA DE PESO SE OBSERVA QUE LA SUPLEMENTACIÓN DE LISINA PRODUCE UNA MEJORA ($p < 0.05$) Y QUE LA ADICIÓN DE ARGININA A LA DIETA, SUPLEMENTADA CON LISINA, MEJORA AÚN MÁS ESTA RESPUESTA; LAS ADICIONES DE LOS DEMÁS AMINOÁCIDOS EN ESTUDIO, NO MEJORARON ESTA VARIABLE ($p > 0.05$),

EL CONSUMO DE ALIMENTO MEJORÓ ($p < 0.05$) CON LA SUPLEMENTACIÓN DE LISINA Y SE INCREMENTÓ EN MAYOR GRADO ($p < 0.05$), CON LA ADICIÓN DE LISINA Y ARGININA; NO HABIENDO MEJORAS CON LA ADICIÓN DE LOS DEMÁS AMINOÁCIDOS. ALGUNOS AUTORES (BAKER, ET AL., 1981) HAN SUGERIDO QUE LA EFICIENCIA ALIMENTICIA (GANANCIA DE PESO/CONSUMO DE ALIMENTO), ES UN MEJOR CRITERIO

CUADRO 23

GANANCIA DIARIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y EFICIENCIA ALIMENTICIA DE POLLOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA BASAL DE GLUTEN DE SORGO SUPLEMENTADA CON AMINOACIDOS.

V A R I A B L E	AMINOACIDOS SUPLEMENTADOS						
	SIN SUPLEMENTO	LYS	ARG	MET	TRP	THR	VAL
GANANCIA DIARIA DE PESO (g)	3.1 ^A	13.7 ^B	38.8 ^C	35.0 ^C	38.2 ^C	42.75 ^C	40.5 ^C
CONSUMO DE ALIMENTO (g)	87.7 ^A	100.75 ^B	120.25 ^C	119.25 ^C	114.25 ^C	120.17 ^C	121.84 ^C
EFICIENCIA ALIMENTICIA	0.04 ^A	0.14 ^B	0.32 ^C	0.30 ^C	0.34 ^C	0.36 ^C	0.34 ^C

MEDIAS CON DISTINTAS LITERALES DIFIEREN (P < 0.05),

DE RESPUESTA PARA EVALUAR LA SUPLEMENTACIÓN CON AMINOÁCIDOS. LA SUPLEMENTACIÓN CON LISINA O LISINA Y ARGININA MEJORAN LA EFICIENCIA ALIMENTICIA ($P < 0.05$) EN AVES ALIMENTADAS CON GLUTEN DE SORGO COMO ÚNICA FUENTE DE PROTEÍNA (CUADRO 24).

LOS DATOS DE ESTE EXPERIMENTO INDICAN QUE EL PRIMER AMINOÁCIDO LIMITANTE DEL GLUTEN DE SORGO ES LISINA, SEGUIDO DE LA ARGININA. LA ADICIÓN DE METIONINA, TRIPTÓFANO, TREONINA Y VALINA, NO PRODUJERON MEJORAS ADICIONALES AL SER SUPLEMENTADOS, LO CUAL INDICA QUE ESTOS AMINOÁCIDOS PUEDEN NO SER TAN CRÍTICOS EN EL DESEQUILIBRIO DE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO. HAY QUE ACLARAR QUE LOS CÁLCULOS SE HICIERON DE ACUERDO A CUADROS (CORN PRODUCTS INC., 1984 Y HUBBELL, 1983) SIN TOMAR EN CUENTA LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA EN ESTUDIO, POR LO QUE NIVELES MAYORES DE AMINOÁCIDOS PROBABLEMENTE MEJORARÍAN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DADO QUE EN EL EXPERIMENTO ANTERIOR LA DIGESTIBILIDAD ES BAJA.

EN EL CASO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON VALINA SOLO EJERCE UN EFECTO CUANDO SE ADICIONA A DIETAS ALTAS EN ISOLEUCINA O EN COMBINACIÓN CON LEUCINA (D'MELLO, 1970; 1975). EN ESTE ESTUDIO NO SE ADICIONÓ ISOLEUCINA A LAS DIETAS A PESAR DE QUE SU REQUERIMIENTO SE INCREMENTA DEBIDO A LOS NIVELES EXCESIVOS DE LEUCINA, POR ESTA RAZÓN SE SUGIEREN EXPERIMENTOS POSTERIORES EN LOS QUE SE AGREGEN NIVELES SUFICIENTES DE ISOLEUCINA, PARA CUBRIR LA DEMANDA DEBIDA AL EXCESO DE LEUCINA.

CUADRO 24

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS VALORES DE GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y EFICIENCIA ALIMENTICIA DE LOS POLLOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA BASAL DE GLUTEN DE SORGO SUPLEMENTADA CON AMINOACIDOS.

FUENTE	GL	CUADRADOS MEDIOS		
		GANANCIA DE PESO	CONSUMO DE ALIMENTO	RELACION DE EFICIENCIA ALIMENTICIA
TOTALES	13			
TRATAMIENTOS	6	477.06 **	335.972 **	0.0303 **
ERROR	7	20.64	15.865	0.00116

** ($P < 0.01$)

CABE SEÑALAR QUE PARA LA ADICIÓN DE LISINA A LA DIETA NO SE TOMÓ EN CUENTA LA DIGESTIBILIDAD TAN BAJA ENCONTRADA PARA ESTE AMINOÁCIDO EN EL EXPERIMENTO 3. ES PROBABLE QUE LA DIETA BASAL RESPONDA AÚN MAS A NIVELES MAYORES DE SUPLEMENTACIÓN DE LISINA SINTÉTICA.

12. EXPERIMENTO 6.

EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO EN DIETAS SORGO Y SOYA, PARA GALLINAS DE POSTURA.

12.1 INTRODUCCION.

EN LOS EXPERIMENTOS 4 Y 5, SE OBSERVÓ QUE EL GLUTEN DE SORGO, CONTIENE UNA PROTEÍNA DE BAJA CALIDAD, QUE ES LIMITANTE EN LISINA Y ARGININA. EN EL CASO DE LA LISINA, LA SUPLEMENTACIÓN NO REPRESENTA UN PROBLEMA DESDE EL PUNTO DE VISTA PRÁCTICO, YA QUE EXISTE DISPONIBILIDAD DE ESTE AMINOÁCIDO A NIVEL COMERCIAL; SIN EMBARGO LA ARGININA SOLO ES DISPONIBLE EN FORMA SINTÉTICA PARA USO EXPERIMENTAL; DADAS ESTAS LIMITACIONES, LOS NIVELES DE INCLUSIÓN QUE PUEDEN USARSE EN LAS DIETAS SON BAJOS, POR LO QUE EN ESTE EXPERIMENTO SE INVESTIGÓ EL EMPLEO DE UN NIVEL MÁXIMO DEL 6% DE GLUTEN DE SORGO EN LAS DIETAS PARA GALLINA DE POSTURA.

12.2 OBJETIVO.

EL OBJETIVO DE ESTE EXPERIMENTO FUE OBSERVAR EL COMPORTAMIENTO DE GALLINAS DE POSTURA, ALIMENTADAS CON DIETAS CONTIENIENDO DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO, COMPARÁNDOLA CON UNA PROTEÍNA SIMILAR COMO ES EL GLUTEN DE MAÍZ.

12.3 MATERIAL Y METODOS.

PARA ESTE EXPERIMENTO SE UTILIZARON 240 AVES AL INICIO DE LA POSTURA (22 SEMANAS DE EDAD) DE UNA LÍNEA COMERCIAL LEGHORN BLANCA (HY-LINE), LAS CUALES FUERON REPARTIDAS AL AZAR EN 8 TRATAMIENTOS CON 3 RÉPLICAS DE 10 AVES CADA UNA, LAS AVES FUERON ALOJADAS EN JAULAS INDIVIDUALES, PROPORCIONÁNDOSELES ALIMENTO Y AGUA A LIBERTAD. LA ILUMINACIÓN FUE NATURAL DURANTE EL DÍA Y SE LES PROPORCIONÓ ADEMÁS ILUMINACIÓN ARTIFICIAL SUFICIENTE PARA COMPLETAR UN CICLO DE 16 HR DE LUZ Y 8 HR DE OSCURIDAD.

LOS TRATAMIENTOS EMPLEADOS CONSISTIERON EN OCHO DIETAS SORGO + SOYA QUE CONTENÍAN NIVELES DE 0,0; 2,0; 4,0 Y 6,0% DE GLUTEN DE SORGO O GLUTEN DE MAÍZ EN UN ARREGLO FACTORIAL 2 x 4 . LA COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES EMPLEADAS SE MUESTRAN EN EL CUADRO 25. TODAS LAS DIETAS FUERON ISOPROTEICAS (16% DE P.C), IGUALES EN EL CONTENIDO DE METIONINA + CISTINA, CALCIO, FÓSFORO Y CUBRÍAN POR CÁLCULO LAS NECESIDADES ESTABLECIDAS DE LISINA POR EL N.R.C. (1977).

LA DURACIÓN DE ESTE EXPERIMENTO FUE DE 84 DÍAS, LLEVÁNDOSE UN REGISTRO SEMANAL DEL CONSUMO POR AVE, PORCENTAJE DE POSTURA DIARIO, PESO DEL HUEVO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN.

CUADRO 25

COMPOSICION DE LAS DIETAS PARA GALLINAS DE POSTURA, CON DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAIZ

INGREDIENTE	TRATAMIENTOS (%)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
GLUTEN DE SORGO	---	2.000	4.000	6.000	---	---	---	---
GLUTEN DE MAIZ	---	---	---	---	---	2.000	4.000	---
SORGO	68.558	68.660	68.777	68.890	68.558	68.591	68.624	68.650
PASTA DE SOYA	21.617	19.402	17.180	14.957	21.617	19.507	17.394	15.281
CARBONATO DE CALCIO	7.594	7.609	7.620	7.639	7.594	7.612	7.630	7.634
ORTOFOSFATO DE CALCIO	1.590	1.620	1.650	1.680	1.590	1.602	1.629	1.657
SAL	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
VITAMINAS Y MINERALES ^{A/}	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
PIGMENTO	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
L-LISINA HCL	---	0.066	0.128	0.189	---	0.061	0.119	0.178
D L-METIONINA	0.078	0.080	0.082	0.082	0.078	0.051	0.051	0.037
TOTAL	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ANALISIS CALCULADO								
PROTEINA CRUDA	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
LISINA	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814
METIONINA + CISTINA	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
ARGININA	0.969	0.928	0.886	0.845	0.969	0.920	0.870	0.821
ISOLEUCINA	0.825	0.802	0.782	0.738	0.825	0.804	0.787	0.769
TRIPTOFANO	0.187	0.179	0.175	0.159	0.187	0.180	0.175	0.167
LEUCINA	1.737	1.813	1.893	1.939	1.737	1.816	1.899	1.982
CALCIO TOTAL	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
FOSFATO TOTAL	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
ENERGIA METABOLIZABLE (KCAL / G)	2.751	2.772	2.783	2.800	2.751	2.768	2.783	2.800

A/ LA COMPOSICIÓN DE LA PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES SE MUESTRA EN EL CUADRO 29.

12.4 RESULTADOS Y DISCUSION.

EN EL CUADRO 26, SE MUESTRAN LOS DATOS PROMEDIO DE COMPORTAMIENTO DE LAS GALLINAS EN LOS 84 DÍAS DE EXPERIMENTACIÓN; NO HAY DIFERENCIAS ($p > 0,05$) ENTRE TRATAMIENTOS EN LAS VARIABLES ESTUDIADAS. LA PRODUCCIÓN DE HUEVO FUE SIMILAR EN LAS GALLINAS ALIMENTADAS CON DIETAS QUE CONTENÍAN GLUTEN DE SORGO O GLUTEN DE MAÍZ, INDEPENDIEMENTE DEL NIVEL DE INCLUSIÓN, DE IGUAL MANERA EL PESO PROMEDIO DEL HUEVO RESULTÓ SER SEMEJANTE ($p > 0,05$) ENTRE LAS DOS FUENTES DE PROTEÍNA INVESTIGADAS. POR LO QUE RESPECTA AL CONSUMO DE ALIMENTO Y AL ÍNDICE DE CONVERSIÓN, SE PUEDE OBSERVAR QUE LOS DATOS - FUERON SIMILARES ($p > 0,05$), CON LOS DOS PRODUCTOS A LOS NIVELES ESTUDIADOS (CUADRO 27).

ESTOS DATOS INDICAN QUE EL GLUTEN DE SORGO A LOS NIVELES ESTUDIADOS TIENE UN COMPORTAMIENTO SEMEJANTE AL DEL GLUTEN DE MAÍZ EN DIETAS SORGO-SOYA PARA GALLINAS. EL ANÁLISIS CALCULADO DE LAS DIETAS, LAS QUE CONTENÍAN 6% DE GLUTEN ERAN - SOLAMENTE MARGINALES EN ARGININA CON RESPECTO AL REQUERIDO QUE ES DE 0,880% (IIRC, 1977), POR LO QUE SE PUEDE INCLUIR HASTA UN 6% DE GLUTEN DE SORGO O GLUTEN DE MAÍZ SIN QUE HAYA UN EFECTO ADVERSO EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE GALLINAS.

CUADRO 26

% DE POSTURA, PESO DEL HUEVO, CONSUMO DE ALIMENTO E INDICE DE CONVERSION DE GALLINAS ALIMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO O DE MAIZ A/

GLUTEN	NIVELES %				PROMEDIO
	0	2	4	6	
	% DE POSTURA				
MAIZ	82.0	85.7	86.8	83.7	84.5
SORGO	<u>85.2</u>	<u>85.2</u>	<u>82.9</u>	<u>85.6</u>	84.7
PROMEDIO	83.6	85.5	84.8	84.6	
	PESO DEL HUEVO G				
MAIZ	51.0	50.6	50.7	50.2	50.2
SORGO	<u>51.2</u>	<u>50.9</u>	<u>50.8</u>	<u>50.4</u>	50.8
PROMEDIO	51.1	50.7	50.7	50.3	
	CONSUMO DE ALIMENTO / AVE G				
MAIZ	98.4	101.3	103.6	107.1	102.6
SORGO	<u>102.8</u>	<u>102.4</u>	<u>101.8</u>	<u>98.9</u>	101.4
PROMEDIO	100.6	101.9	102.5	103.0	
	INDICE DE CONVERSION				
MAIZ	2.39	2.34	2.37	2.40	2.37
SORGO	<u>2.36</u>	<u>2.47</u>	<u>2.47</u>	<u>2.29</u>	2.40
PROMEDIO	2.38	2.41	2.42	2.35	

A/ No se encontraron diferencias entre tratamientos (P > 0.05)

CUADRO 27

ANALISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE POSTURA, PESO DEL HUEVO, CONSUMO DE ALIMENTO E INDICE DE CONVERSION DEL EXPERIMENTO DE GALLINAS ALIMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO O DE MAIZ.

FUENTE DE VARIACION	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		PORCENTAJE DE POSTURA	PESO DEL HUEVO	CONSUMO DE ALIMENTO	INDICE DE CONVERSION
TOTALES	23				
TRATAMIENTOS	7	7,83083	0.29	0.16	0.011
MAIZ VS SORGO	(1)	0.23125	0.257	0.06	0.004
NIVELES	(3)	3,5455267	0.569	0.05	0.006
FUENTES POR NIVELES	(3)	14.64	0.024	0.30	0.018
ERROR EXPERIMENTAL	16	7.595	0.5738	0.29	0.021

(P > 0.05)

13. EXPERIMENTO 7.

EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO EN DIETAS SORGO SOYA PARA POLLOS EN INICIACION.

13.1 INTRODUCCION.

EN EL EXPERIMENTO 6 CON GALLINAS DE POSTURA, SE ESTUDIARON NIVELES BAJOS DE INCLUSIÓN DE GLUTEN DE SORGO Y DE MAÍZ; LOS RESULTADOS OBTENIDOS MOSTRARON UNA SIMILITUD EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS. EN ESTE EXPERIMENTO SE INVESTIGÓ SI EN POLLOS EN CRECIMIENTO SE PODÍAN OBTENER LOS MISMOS RESULTADOS.

13.2 OBJETIVO.

EL OBJETIVO DE ESTE EXPERIMENTO FUE OBSERVAR EL COMPORTAMIENTO DE POLLOS DE ENGORDA ALIMENTADOS CON DIETAS QUE INCLUFAN DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO Y DE MAÍZ.

13.3 MATERIAL Y METODOS.

PARA ESTE EXPERIMENTO, SE UTILIZARON 240 POLLITOS DE ENGORDA DE 7 DÍAS DE EDAD, DE UNA LÍNEA COMERCIAL (ARBOR ACRES), SIN SEXAR; LOS CUALES FUERON REPARTIDOS AL AZAR EN 8 TRATAMIENTOS CON 3 RÉPLICAS DE 10 POLLOS CADA UNA. LOS POLLOS -

FUERON ALOJADOS EN CRIADORAS EN BATERÍA, CON CALEFACCIÓN ELÉCTRICA REGULADA POR TERMOSTATO Y SE LES PROPORCIONÓ ALIMENTO Y AGUA A LIBERTAD POR UN PERÍODO DE 4 SEMANAS. SE EMPLEÓ UN ARREGLO FACTORIAL 2×4 , SIENDO LOS FACTORES GLUTEN DE SORGO O GLUTEN DE MAÍZ Y EL EMPLEO DE CUATRO DIFERENTES NIVELES (0,0; 2,0; 4,0; Y 6,0%) EN DIETAS SORGO + SOYA.

LA COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS Y SU ANÁLISIS CALCULADO SE MUESTRAN EN EL CUADRO 28. TODAS LAS DIETAS FUERON ISO-PROTEICAS Y CON UN CONTENIDO SIMILAR DE ENERGÍA, LISINA Y METIONINA + CISTINA. SE LLEVÓ UN REGISTRO SEMANAL DE LA GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN.

13.4 RESULTADOS Y DISCUSION.

LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS CUATRO SEMANAS DE EXPERIMENTACIÓN SE MUESTRAN EN EL CUADRO 30. PARA GANANCIA DE PESO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN, SE ENCONTRÓ UNA MEJORA ($p < 0,05$) EN LOS POLLOS ALIMENTADOS CON GLUTEN DE SORGO EN RELACIÓN A LOS ALIMENTADOS CON GLUTEN DE MAÍZ. NO ENCONTRÁNDOSE EFECTO ($p > 0,05$) A NIVELES DE GLUTEN. LA INTERACCIÓN PRODUCTO POR NIVEL, NO FUE SIGNIFICATIVA. PARA CONSUMO DE ALIMENTO NO EXISTIERON DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS NI NIVELES. LA INTERACCIÓN DE FUENTE POR NIVEL TAMPOCO FUE SIGNIFICATIVO ($p > 0,05$).

CUADRO 28

COMPOSICION DE LAS DIETAS PARA POLLO DE ENGORDA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO Y GLUTEN DE MAIZ

INGREDIENTES %	TRATAMIENTOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
GLUTEN DE MAIZ	---	---	---	---	---	2,000	4,000	6,000
GLUTEN DE SORGO	---	2,000	4,000	6,000	---	---	---	---
SORGO	67,910	68,067	68,225	68,382	67,910	67,985	68,050	68,139
PASTA DE SOYA	23,375	21,145	18,914	16,684	23,375	21,225	19,140	17,011
HARIÑA DE PESCADO	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
FOSFATO DE CALCIO	1,800	1,815	1,828	1,845	1,800	1,800	1,800	1,800
CARBONATO DE CALCIO	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841
D L METIONINA	0,260	0,260	0,262	0,262	0,260	0,247	0,234	0,221
VITAMINAS 1/	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201
MINERALES 1/	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
SAL	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-LISINA HCL	0,176	0,234	0,292	0,250	0,176	0,234	0,272	0,350
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
	ANALISIS CALCULADO							
PROTEINA CRUDA	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
LISINA	1,200	1,204	1,201	1,197	1,200	1,208	1,202	1,205
RET + CIST	0,860	0,859	0,860	0,860	0,860	0,862	0,862	0,863
ARGINIINA	1,208	1,159	1,109	1,059	1,208	1,166	1,152	1,083
ENERGIA METABOLIZABLE (KCAL / G)	2,916	2,933	2,951	2,968	2,916	2,934	2,951	2,969

1/ LA PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES SE MUESTRA EN EL CUADRO 29.

CUADRO 29

COMPOSICION DE LA PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES, EMPLEADA EN LAS PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO EN POLLO DE ENGORDA.

COMPONENTE: CANTIDAD/TON DE ALIMENTO

VITAMINAS: 1/

VITAMINA A	8.000 000 U.I.	
" D ₃	3.000 000 U.I.P.	
" E	10.000	U.I.
" K	2.2	G
" B ₁₂	15.0	MG
RIBOFLAVINA	5.0	G
PANTOTENATO DE CALCIO	15.0	G
NIACINA	25.0	G
COLINA	450.0	G

MINERALES: B/

CaCO ₃ (VEHÍCULO)	16.0	MG
KI (R. A.)	2.5	MG
ZnCO ₃ (R. A)	65.0	MG
Mn SO ₄ (U.S. P)	225.0	MG

1/ CUCA ET AL., (1982)

A/ LAS VITAMINAS SE EXPRESAN COMO BASE PURA.

B/ ESTA MEZCLA PROPORCIONA EN PPM Ca: 6.4; I: 1.91; Zn: 33.6;
Mn: 61.0

CUADRO 30

DATOS PROMEDIO OBTENIDOS EN POLLITOS EN INICIACION DE 7 A 35 DIAS DE EDAD ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO O DE MAIZ.

GLUTEN	NIVELES %				
	0	2	4	6	
GANANCIA DE PESO <u>1/</u>					
SORGO	641.3	686.8	689.3	659.5	669.2 ^{A/}
MAIZ	<u>631.9</u>	<u>628.6</u>	<u>617.9</u>	<u>632.8</u>	627.8 ^{B/}
PROMEDIO	636.6	657.7	653.6	646.2	
CONSUMO DE ALIMENTO / AVE G <u>1/</u>					
SORGO	1,266	1,356	1,426	1,309	1,399 ^{A/}
MAIZ	<u>1,280</u>	<u>1,284</u>	<u>1,266</u>	<u>1,252</u>	1,271 ^{A/}
PROMEDIO	1,273	1,320	1,346	1,281	
IIIDICE DE CONVERSION <u>1/</u>					
SORGO	1.96	1.97	1.93	1.96	1.96 ^{A/}
MAIZ	<u>2.00</u>	<u>2.04</u>	<u>2.06</u>	<u>1.96</u>	2.02 ^{B/}
PROMEDIO	1.98	2.01	2.00	1.96	

1/ VALORES CON DISTINTA LITERAL SON DIFERENTES (P < 0.05)

ESTOS RESULTADOS INDICAN QUE EL GLUTEN DE SORGO SE PUEDE INCLUIR EN DIETAS PARA POLLOS EN CRECIMIENTO, PUDIÉNDOSE OBTENER CIERTA MEJORÍA EN EL CRECIMIENTO DE LOS POLLOS Y EN EL ÍNDICE DE CONVERSIÓN (CUADRO 31).

SECRET

CUADRO 31

ANALISIS DE VARIANZA PARA GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO E INDICE DE CONVERSION DEL EXPERIMENTO CON POLLITOS EN INICIACION DE 7 A 35 DIAS DE EDAD ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE GLUTEN DE SORGO O DE MAIZ.

FUENTE DE VARIACION	GL	CUADRADOS MEDIOS		
		GANANCIA DE PESO	CONSUMO DE ALIMENTO	INDICE DE CONVERSION
TOTALES	23			
TRATAMIENTOS	7	2212.235	0.0107	0.0061
MAIZ VS SORGO	(1)	10300.28 *	0.0216	0.0222 *
NIVELES	(3)	516.139	0.009	0.0025
FUENTE POR NIVELES	(3)	1212.3	0.00866	0.0044
ERROR EXPERIMENTAL	16	2010.278	0.0085	0.0049

* ($P < 0.05$)

14. CONCLUSIONES.

- 1 LA ENERGÍA METABOLIZABLE APARENTE DEL GLUTEN DE SORGO OBTENIDA POR EL MÉTODO CLÁSICO RESULTÓ INFERIOR A LA DEL GLUTEN DE MAÍZ (2.622 VS 3.728 KCAL/G), CON ESTA METODOLOGÍA, SE TUVO UNA MEJOR ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA EMPLEANDO COMO MARCADOR A LAS CENIZAS INSOLUBLES EN ÁCIDO. LOS VALORES OBTENIDOS FUERON SIMILARES A LOS INFORMADOS EN LA LITERATURA.
- 2 EL VALOR DE EMV_N OBTENIDO POR EL MÉTODO DE SIBBALD(1976) INDICÓ QUE EL CONTENIDO DE ENERGÍA PARA EL GLUTEN DE SORGO ES SIMILAR AL DEL GLUTEN DE MAÍZ (3.317 VS 3.253 KCAL/G). SE REQUIERE UN MAYOR TIEMPO DE RECOLECCIÓN DE EXCRETAS PARA DETECTAR DIFERENCIAS ENTRE INGREDIENTES. EL EMPLEO DE CÁNULAS FACILITA LA RECOLECCIÓN SIN PÉRDIDAS NI CONTAMINACIÓN DE EXCRETAS POR ESCAMAS Y PLUMAS.
- 3 LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO FUE MENOR A LA DE LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE MAÍZ. ESTO ES DEBIDO A QUE LA DAAA Y DVAA DE LOS AMINOÁCIDOS EN EL GLUTEN DE SORGO ES MENOR PROBABLEMENTE POR LA PRESENCIA DE COMPUESTOS POLIFENÓLICOS LLAMADOS TANINOS.

- 4 LA PROTEÍNA DEL GLUTEN DE SORGO ES DE BAJA CALIDAD; LISINA Y ARGININA SON EL PRIMERO Y SEGUNDO AMINOÁCIDOS LIMITANTES PARA EL POLLO EN CRECIMIENTO. LA SUPLEMENTACIÓN DE ESTOS AMINOÁCIDOS MEJORÓ EL VALOR NUTRITIVO DEL GLUTEN DE SORGO.

- 5 EN DIETAS DE TIPO PRÁCTICO PARA GALLINAS DE POSTURA Y POLLO DE ENGORDA SE PUEDE INCLUIR HASTA 6% DE GLUTEN DE SORGO SIN QUE HAYA EFECTOS ADVERSOS.

- 6 EL EMPLEO DEL GLUTEN DE SORGO PARA POLLO EN CRECIMIENTO EN DIETAS DE TIPO PRÁCTICO FUE MEJOR QUE EL GLUTEN DE MAÍZ, ENCONTRÁNDOSE MEJORAS EN LA GANANCIA DE PESO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN.

15. LITERATURA CITADA.

ANDERSON, D. L., F. W. HILL AND R. RENNER, 1958. STUDIES OF THE METABOLIZABLE AND PRODUCTIVE ENERGY OF GLUCOSA FOR THE GROWING CHICK. J. NUTR., 65: 561-574.

A.O.A.C., 1980. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS; ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 13 TH. EDITION, WASHINGTON, D.C.

ARMSTRONG, W. D., W. R. FEATHERSTON AND J. C. ROGLER, 1973. INFLUENCE OF METHIONINE AND OTHER DIETARY ADDITIONS ON THE PERFORMANCE OF CHICKS FEED BIRD RESISTANT SORGHUM GRAIN DIETS. POULT, SCI., 52:1592-1599.

AVILA, E., 1981. AMINOÁCIDOS LIMITANTES DE ALGUNAS FUENTES DE PROTEÍNA DE ORIGEN VEGETAL. II REUNIÓN DE PROTEÍNA AMINOÁCIDOS. FERMEX, S. A. DE C. V., MÉXICO, D. F.

BAKER, D. H., R. C. BLITENTHAL, K. P. BOEBEL, G. L. CZARNECKI, L. L. SOUTHERN AND G. M. WILLIS, 1981. PROTEIN-AMINOACID - - EVALUATION OF STEAM-PROCESSED FEATHER MEAL. POULT, SCI., 60: 1865-1872.

CORN PRODUCTS, INC., 1984. REPORT: MEXICO-MILO GLUTEN MEAL. AV. RIO CONSULADO 721, MÉXICO, D. F.

CORN REFINERS ASSOCIATION, INC. 1985. 1001 CONNECTICUT, AVE.,
N. W., WASHINGTON, D. C. 10036.

CUCA, G. M., E. AVILA G. Y A. PRÓ M., 1982. ALIMENTACIÓN DE LAS
AVES. COLEGIO DE POSTGRADUADOS, CHAPINGO, MEX.

CHANG, S. I. AND H. L. FULLER, 1964. EFFECT OF TANNIN CONTENT
OF GRAIN SORHUMS ON THEIR FEEDING VALUE OF GROWING CHICKS.
POULT, SCI. 43: 30-36.

DALE, N., 1987. AVANCES EN LA DETERMINACIÓN DE ENERGÍA METABO-
LIZABLE PARA AVES. VIII CICLO DE CONFERENCIAS INTERNACIONALES
SOBRE AVICULTURA. AMENA, MÉXICO, D. F.

D'MELLO, J. P. F. AND D. LEWIS, 1970. AMINO ACID INTERACCIONS
IN CHICK NUTRITION. BR. POULT, SCI., 2: 367-385.

D'MELLO, J.P.F., 1975. AMINO ACID REQUIREMENTS OF THE YOUNG
TURKEY: LEUCINE, ISOLEUCINE AND VALINE. BR. POULT., SCI., 16:
607-615.

EDWARDS, S. A. AND N. J. PRESCOTT, 1984. EFFECTS OF LEVEL OF
MAIZE GLUTEN FOOD IN THE DIET ON PIG PERFORMANCE AND CARCASS
QUALITY. ANIM. PROD., 38:539.

ELWELL, D. AND S. A. SUARES, JR., 1975. AMINO ACID BIOAVAILA-
BILITY: A COMPARATIVE EVALUATION OF SEVERAL ASSAY TECHNIQUES.
POULT, SCI., 54: 78-85.

FARRELL, D. J., 1978. RAPID DETERMINATION OF METABOLIZABLE ENERGY OF FOOD USING COCKERELS. BR. POULT. SCI., 19:303-308.

FARRELL, D. J., 1981. AN ASSESSMENT OF CHICK BIOASSAYS FOR DETERMINING THE TRUE METABOLIZABLE ENERGY AND APPARENT METABOLIZABLE ENERGY OF POULTRY FEEDSTUFFS. WORLD'S POULT. SCI. J., 37:72-82.

FRASER, D. AND I. R. SIBBLAD, 1983. THE EFFECTS OF PRECISION FEEDING ON THE BEHAVIOR FOR ADULT COCKERELS. POULT. SCI., 62: 2224-2226.

FULLER, H.L., S. I. CHANG AND D. K. POTTER, 1967. DETOXIFICATION OF DIETARY TANNIC ACID BY THE CHICK. J. NUTR. 91: 477-481.

HAN, I. K., H. W. HOCHSTELER AND M. L. SCOTT, 1976. METABOLIZABLE ENERGY VALUES OF SOME POULTRY FEEDS DETERMINED BY VARIOUS METHODS AND THEIR ESTIMATION USING METABOLIZABILITY OF THE DRY MATTER. POULT. SCI., 55: 1335-1342.

HAYES, J. P. AND R. E. AUSTIC, 1982. AN EASY AND ACCURATE TECHNIQUE FOR FEACES COLLECTION IN ADULT ROOSTERS. POULT. SCI., 61:2294-2295.

HILL, F. W. AND D. L. ANDERSON, 1958. COMPARISON OF METABOLIZABLE ENERGY AND PRODUCTIVE ENERGY DETERMINATIONS WITH GROWING CHICKS. J. NUTR. 64: 587-604.

HUBBELL, C. H., 1983. NOTES ON THE 1983 FEEDSTUFFS ANALYSIS TABLE. FEEDSTUFFS FEBRUARY 14.

JABBAR, M. A. AND S. J. SLINGER, 1981_A AN EVALUATION OF THE NITROGEN CORRECTION IN THE TRUE METABOLIZABLE ENERGY ASSAY. POULT. SCI., 60: 835-839.

JABBAR, M. A. AND S. J. SLINGER, 1981_B. AN EVALUATION OF THE TRUE METABOLIZABLE ENERGY ASSAY FOR MONITORING THE APARENT METABOLIZABLE ENERGY VALUES OF POULTRY DIETS. POULT. SCI., 60: 598-602.

JASTER, E. H., C. R. STAPLES, G. C. Mc COY, 1984. EVALUATION OF WET CORN GLUTEN FEED, OATLAGE, SORGHUM-SOYBEAN SILAGE AND ALFALFA HYLAGE FOR DAIRY HEIFERS. DAIRY SCI., 67: 1976-1982.

LESSON, S. K. N. BOORMAN, D. LEWIS, 1977. METABOLIZABLE ENERGY ESTUDIES WITH TURKEYS: NITROGEN CORRECTION FACTOR IN METABOLIZABLE ENERGY DETERMINATIONS. BR. POULT. SCI., 18: 373-379.

LIKUSKI, H. J. A. AND H. G. DORRELL, 1978. A BIOASSAY FOR RAPID DETERMINATION OF AMINO ACID AVAILABILITY VALUES. POULT. SCI., 57: 1658-1660.

MENDEZ, R. A., 1984. DETERMINACIÓN DE E. M. Y EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE SORGOS CON DIFERENTES CONTENIDOS DE TANINOS EN DIETAS PARA POLLO DE ENGORDA Y GALLINA DE POSTURA, TESIS DE MAESTRO EN CIENCIAS, COLEGIO DE POSTGRADUADOS, CHAPINGO, MEX.

NEUMANN, P.E. AND J.S. WALL, 1984_A. CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF PROTEINS IN WET-MILLED CORN GLUTEN. CEREAL CHEM., 61 (4): 353-356.

NEUMANN, P.E., B. K. JASBERG AND J. S. WALL, 1984_B. UNIQUELY TEXTURED PRODUCTS OBTAINED BY COEXTRUSION OF CORN GLUTEN MEAL AND SOY FLOUR. CEREAL CHEM., 61 (5): 439-445.

N. R. C., 1977, NUTRIENT REQUIREMENTS OF POULTRY, THE NACIONAL RESEARCH COUNCIL, 7 TH EDITION, NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, WASHINGTON, D. C.

PARR INSTRUMENT Co., 1970. INSTRUCTIONS FOR 1241 AND 1242 ADIABATIC CALORIMETERS. PARR INSTRUMENT Co. (MOLINE, I 11) . MANUAL No. 142.

PRÓ, M. A. Y E. SOSA M., 1980, ESTUDIOS DE LOS SORGOS ALTOS EN TANINOS EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDA, V CICLO INTERNACIONAL DE CONFERENCIAS SOBRE AVICULTURA. COLEGIO DE POSTGRADUADOS. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES PECUARIAS. 17-24.

PRODUCTOS DE MAÍZ, S. A., 1986, REPORT: AMINO ACID COMPOSITIONS OF CORN AND SORGHUM GLUTEN MEALS, AV. Rfo CONSULADO No 721, MÉXICO, D. F.

REINERS, R. A., J.B. HUMMEL, J. C. PRESSICK AND R. E.MORGAN, 1973_A. COMPOSITION OF FEED PRODUCTS FROM THE WETMILLING OF GRAIN SORGHUM. CEREAL SCI., TODAY, 18 (11): 378-383.

REINERS, R. A., J.B. HUMMEL, J.C. PRESSICK AND R. E.MORGAN, 1973_B COMPOSITION OF FEED PRODUCTS FROM THE WETMILLING OF CORN. CEREAL SCI. TODAY, 18(11): 372-377.

ROONEY, L.W. AND L.E. CLARK, 1968. THE CHEMISTRY AND PROCESSING OF SORGHUM GRAIN. CEREAL SCI., TODAY, 13(7):259-261.

ROSTAGNO, H.S., W. R. FEATHERSTON AND J. C. ROGLER, 1973, STUDIES ON THE NUTRITIONAL VALUE OF SORGHUM GRAIN WITH VARYING TANNIN CONTENTS FOR CHICKS. POULT.SCI., 52:765-772.

SALMON, R.E., 1984. THE TRUE METABOLIZABLE ENERGY AND TOTAL AND AVAILABLE AMINOACIDS OF CANDLE, ALTEX AND REGENT CANOLA MEALS. POULT.SCI., 63: 135-138.

SCOTT, M. L., M. C. NESHEIM AND R. J. YOUNG, 1982. NUTRITION OF THE CHICKEN, M. L. SCOTT AND ASSOCIATES, ITHACA, NEW YORK.

SCHANG, J. J., I. R. SIBBALD, AND R. M. G. HAMILTON, 1982. COMPARISON OF TWO DIRECT BIOASSAYS USING YOUNG CHICKS AND TWO INTERNAL INDICATORS FOR ESTIMATING THE METABOLIZABLE - ENERGY CONTENT OF FEEDINGSTUFFS. POULT.SCI., 62:117-124.

- SIBBALD, I. R., 1976_A. A BIASSAY FOR TRUE METABOLIZABLE ENERGY IN FEEDING STUFFS. POULT. SCI., 55: 303-308.
- SIBBALD, I. R., 1976_B. THE EFFECT OF THE DURATION OF STARVATION OF THE ASSAY BIRD ON TRUE METABOLIZABLE ENERGY VALUES. POULT. SCI., 55: 1578-1579.
- SIBBALD, I. R., 1977_A. THE TRUE METABOLIZABLE ENERGY VALUES OF SOME FEEDINGSTUFFS. POULT. SCI., 56: 380-382.
- SIBBALD, I. R., 1977_B. THE EFFECT OF LEVEL OF FEED IN PUT ON TRUE METABOLIZABLE ENERGY VALUES. POULT. SCI., 56:1662-1663.
- SIBBALD, I. R., 1978. THE EFFECT OF THE AGE OF THE ASSAY BIRD ON THE TRUE METABOLIZABLE ENERGY VALUES OF FEEDINGSTUFFS. POULT.SCI., 57: 1008-1012.
- SIBBALD, I. R., 1979_A. PASSAGE OF FEED THROUGHT THE ADULT ROOSTER. POULT. SCI., 58: 446-459.
- SIBBALD, I. R., 1979_B. A BIOASSAY FOR AVAILABLE AMINO ACIDS AND TRUE METABOLIZABLE ENERGY IN FEEDINGSTUFFS. POULT.SCI., 58: 668-673.
- SIBBALD, I. R. AND P. M. MORSE, 1982_A. THE EFFECTS OF FEED INPUT AND EXCRETA COLLECTION TIME ON ESTIMATES OF METABOLIC PLUS ENDOGENOUS ENERGY LOSSES IN THE BIOASSAY FOR TRUE METABOLIZABLE ENERGY. POULT.SCI., 62: 68-76.

SIBBALD, I. R. AND P. M. MORSE, 1982_B. EFFECTS OF THE NITROGEN CORRECTION AND OF FEED INTAKE ON TRUE METABOLIZABLE ENERGY VALUES. POULT. SCI., 62: 138-142.

SIBBALD, I. R., 1983. MODIFICACIONES EN LA PRUEBA PARA ENERGÍA METABOLIZABLE VERDADERA. AVICULTURA PROFESIONAL, MARZO: 33-44.

SOSA, M. E., 1984. ALGUNAS CONSIDERACIONES NUTRICIONALES Y QUÍMICAS DE SORGOS CON DIFERENTES CONTENIDOS DE TANINOS. - TESIS DE MAESTRO EN CIENCIAS. COLEGIO DE POSTGRADUADOS, - CHAPINGO, MÉXICO.

SOSA, M. E., 1985. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS PARA ALIMENTOS DE CONSUMO ANIMAL. DPTO. DE ZOOTECNIA, U.A.CH., CHAPINGO, MÉXICO.

STANLEY, A. W., 1975. SORHUM PRODUCTION AND UTILIZATION. WILLIAM ROSS, ED. HEMISFERIO SUR, BUENOS AIRES, ARGENTINA, 1A. ED. 341-347.

STAPLES, C. R., C. L. DAVIS, G. C. Mc COY, 1984. FEEDING VALUE OF WET CORN GLUTEN FEED FOR LACTING DAIRY COWS. DAIRY SCI., 67: 1214-1220.

STEEL, R. G. D. AND J. H. TORRIE, 1980. PRINCIPLES AND PROCEDURES OF STATISTICS A BIOMETRICAL APPROACH. SECOND EDITION, MCGRAW-HILL BOOK INC., NEW YORK.

TAYLOR, J. R. N., L. SCHUSSLER AND W.H. VANDER WALT, 1984_A.
FRACTIONATION OF PROTEIN FROM LOW-TANNIN SORGHUM GRAIN.
J. AGRIC. FOOD CHEM., 32: 149-154.

TAYLOR, J. R. N., L. NOVELLIE AND N. VANDER WALT W. LICBENBERG,
1984_B. SORGHUM PROTEIN BODY COMPOSITION AND ULTRAESTRUCTURE.
CEREAL CHEM., 6 (1) : 69-73.

TEETER, R. G., S. SARANI, M. O. SMITH AND C. A. HIBBERD, 1986.
DETOXIFICATION OF HIGH TANNIN SORHUM GRAIN. POULT. SCI., 65:
67- 71.

TEJADA, DE H. I., 1985. MANUAL DE LABORATORIO PARA ANÁLISIS DE
INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL. IA. REIMPRESIÓN,
PAIEPEME, A.C., MÉXICO.

TUTTLE, W. L. AND S. L. BALLOUN, 1976. LEUCINE, ISOLEUCINE AND
VALINE INTERACTIONS IN TURKEY POULTS. POULT. SCI., 55: 1737-
1743.

VOGTMANN, H., H. P. PFIRTER AND A. L. PRABUCKI, 1975. A NEW
METHOD OF DETERMINING METABOLIZABILITY OF ENERGY AND DIGESTIBI-
LITY OF FATTY ACIDS IN BROILER DIETS, BR. POULT. SCI., 16: 531-
534.

WALL, J. S. AND C. W. BLESSIN, 1969. COMPOSITION AND ESTRUCTURE OF SORGHUM GRAINS. CEREAL SCI. TODAY, 6 (8): 264-270.

WALL, J. S. AND J. W. PAULIS, 1978. CORN AND SORGHUM GRAIN PROTEINS ADVANCES IN CEREAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS INC. VOL. II

16.

APENDICE

TÉCNICA EMPLEADA EN EL EXPERIMENTO 2, PARA LA RECOLECCIÓN DE EXCRETAS EN GALLOS ADULTOS.

MATERIAL.

CÁNULA DE PLÁSTICO DE TIPO P.V.C. (CONDUIT) DE UNA PULGADA DE DIÁMETRO INTERNO.

BOLSAS PARA BIBERÓN ESTÉRIL DESECHABLE.

LIGAS DELGADAS.

MONOFILAMENTO DE NAYLON DE 60 MM.

AGUJA DE SEMICÍRCULO BORDE CORTANTE DEL No. 0.

JERINGA DE 5 CM CON AGUJA DE 21 X 32 MM.

TIJERAS.

PINZAS DE DIENTE DE RATÓN.

PORTAGUJA.

ANTISÉPTICO LOCAL (TINTURA DE BENZAL).

DESINFECTANTE PARA MATERIAL QUIRÚRGICO(BENZAL CONCENTRADO AL 1 %).

COMPRESAS DE GASA.

ALGODÓN.

CICATRIZANTE (VIOGEL, AZUL PIOTÁNICO).

ANTIBIÓTICO POR VÍA SISTÉMICA (OXITETRACICLINA 50 MG/ KG DE PESO VIVO Ó PENICILINA 33,000 U. I. / KG DE PESO VIVO).

ANESTÉSICO LOCAL (XILOCAÍNA AL 2% CON EPINEFRINA DE LABORATORIOS ASTRA Ó ANESTYL DE LABORATORIOS FIORY; EN CASO DE NO CONTENER - EPINEFRINA EN EL ANESTÉSICO SE PUEDE EMPLEAR ADRENALINA DE LAB. BROVEL, SE AGREGA 0.5 ML DE ESTA SOLUCIÓN POR CADA 50 ML DE XILOCAÍNA AL 2%.

ELABORACIÓN DE LA CÁNULA:

PARA ELABORAR LA CÁNULA, SE UTILIZÓ EL TUBO P.V.C QUE SE EMPLEA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS; TAMBIÉN SE PUEDE UTILIZAR TUBOS DE CENTRÍFUGA, SEGÚN LA TÉCNICA DESCRITA POR HAYES Y AUSTIC (1982), PERO EN LAS CONDICIONES DE MÉXICO ESTO ES BASTANTE CARO.

SE SECCIONARON TUBOS DE 4 CM DE LONGITUD, SE LES HIZO UN CORTE ANGULAR DE 1 CM, CON LO QUE LA PARTE MÁS BAJA DEL TUBO MIDÍÓ 3 CM. (VER FIGURA 5).

CON UNA PLANCHA CALIENTE SE APLANARON LOS BORDES Y SE RECORTARON LAS REBABAS QUE QUEDABAN EN LA PARTE INTERNA CON EL FIN DE QUE LOS BORDES QUE ESTABAN EN CONTACTO CON LA CLOACA NO LASTIMEN Y SE AMOLDEN MEJOR AL ANIMAL, EL BORDE INFERIOR SIRVIÓ PARA DETENER LA LIGA QUE SUJETEABA LA BOLSA DE PLÁSTICO DONDE SE RECOLECTARON LAS EXCRETAS. POR ÚLTIMO SE HICIERON 6 PERFORACIONES EN EL BORDE QUE ESTÁ CORTADO EN ÁNGULO.

PROCEDIMIENTO:

SE DESPLUMA MANUALMENTE Y SIN LASTIMAR AL ANIMAL A 3 Ó 4 CM AL REDEDOR DE LA CLOACA Y SE RECORTAN LAS PLUMAS QUE TAPEN LA VISIBILIDAD EN ESTA ZONA. SE PROCEDE A LA ASEPSIA CON LA TINTURA DE BENZAL, EN SEGUIDA INFILTRAMOS DE 4 A 5 CM DE ANESTESIA LOCAL, DANDO SUAVES MASAJES PARA QUE SE DISTRIBUYA MEJOR EL ANESTÉSICO, SE PUEDE HACER EN SECUANCIA A TODAS LAS AVES QUE SE VAN A UTILIZAR Y POSTERIORMENTE SE INTERVIENE A LA PRIMERA ANESTESIADA. ES IMPORTANTE UTILIAR XILOCAÍNA CON EPINEFRINA PARA REDUCIR EL SANGRADO, ADEMÁS DE QUE SE PROLONGA LA DURACIÓN DEL ANESTÉSICO Y SE

REDUCE LA ABSORCIÓN DEL MISMO, EVITANDO POSIBLES DISTURBIOS - CIRCULATORIOS (TAQUICARDIA O PARO CARDIACO).

CUANDO EL ESFINTER DE LA CLOACA SE VEA RELAJADO MAS O MENOS DE 5 A 10 MIN. DESPUÉS DE LA INFILTRACIÓN DEL ANESTÉSICO, SE PROCEDE A LA FIJACIÓN DE LA CÁNULA. LA CÁNULA SE VA A FIJAR UTILIZANDO MATERIAL DE SUTURA NO ABSORBIBLE, BIOLÓGICAMENTE INERTE Y RESISTENTE, POR LO QUE EMPLEAMOS MONOFILAMENTO DE NAYLON. COMO SE PUEDE OBSERVAR EN LA FIGURA 6 SE HACEN PUNTOS SEPARADOS INICIANDO POR LA PARTE DORSAL, PARA COMPRENDER MEJOR SE NUMERARON ESTOS PUNTOS 1 Y 2 ARRIBA, 3 Y 4 ABAJO Y EN LOS EXTREMOS 5 Y 6.

CADA PUNTO DEBE TOMAR 0,5 CM DE PIEL PARA EVITAR RUPTURA - DEBIDO AL PESO DE LA BOLSA. LOS PUNTOS DEBEN SER LO SUFICIENTEMENTE FLOJOS Y BIEN ASEGURADOS PARA EVITAR NECROSIS DE LA PIEL Y DESPRENDIMIENTO DEL PUNTO.

UNA VEZ TERMINADA LA FIJACIÓN DE LA CÁNULA SE LIMPIA PERFECTAMENTE ESTA REGIÓN PROCURANDO NO DEJAR RESTOS DE SANGRE Y SE COLOCA UN ANTISÉPTICO COMERCIAL E INYECTANDO ANTIBIÓTICO POR VÍA SISTÉMICA.

CON UN POCO DE PRÁCTICA ESTA INTERVENCIÓN SE DEBE DE REALIZAR EN 10 Ó 15 MINUTOS (FIGURA 7).

PARA MANTENER FUNCIONANDO LA CÁNULA SE NECESITA LIMPIEZA PERIÓDICA, SE QUITAN LAS PLUMAS NUEVAS Y SE VUELVEN A COCER LOS PUNTOS DESPRENDIDOS, PUDIENDO DURAR POR TIEMPO INDEFINIDO.

FIGURA 5

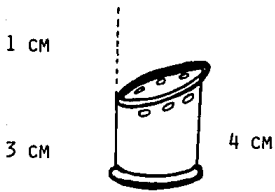


FIGURA 6



FIGURA 7

