

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ESTUDIO NUTRICIONAL DEL MIJO PERLA
(Pennisetum americanum (L.) Leek), Y SU
UTILIZACION EN ALIMENTACION DE POLLOS**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS**

POR

BALTAZAR CUEVAS HERNANDEZ

MONTERREY, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1992



TD
SF488
.M6
C8
c.1

1992

BALTAZAR CÚEVAS HERNANDEZ

79



1080072485



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ESTUDIO NUTRICIONAL DEL MIJO PERLA
(*Pennisetum americanum* (L.) Link), Y SU
UTILIZACION EN ALIMENTACION DE POLLOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS

POR

BALTAZAR CUEVAS HERNANDEZ

MONTERREY, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1992

TD
SF488
M 6
8



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ESTUDIO NUTRICIONAL DEL MIJO PERLA
(*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), Y SU
UTILIZACION EN ALIMENTACION DE POLLOS**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS**

POR

BALTAZAR CUEVAS HERNANDEZ

MONTERREY, N.L.

SEPTIEMBRE DE 1992

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**ESTUDIO NUTRICIONAL DEL MIJO PERLA
(*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), Y SU UTILIZACION
EN ALIMENTACION DE POLLOS**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS**

POR

BALTAZAR CUEVAS HERNANDEZ

COMISION DE TESIS

APROBADA

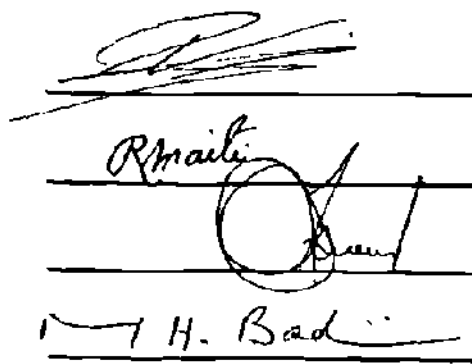
DR. PEDRO WESCHE EBELING (Director)

DR. RATIKANTA MAITI (Co Director)

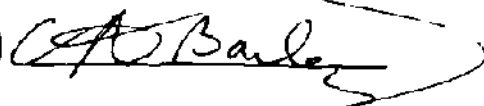
DR. ROQUE G RAMIREZ (Co Asesor)

DR. M.H. BADI (Co Asesor)

DR. CHRISTOPHER A BAILEY (Director externo)



Handwritten signatures of the thesis committee members: Pedro Wesche Ebeling, Ratikanta Maiti, Roque G Ramirez, and M.H. Badi.



Handwritten signature of Christopher A Bailey.

MONTERREY, N.L.

SEPTIEMBRE DE 1992

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**ESTUDIO NUTRICIONAL DEL MIJO PERLA
(*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), Y SU UTILIZACION
EN ALIMENTACION DE POLLOS**

TESIS

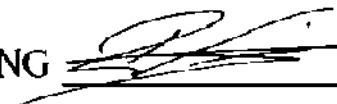
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS**

POR

BALTAZAR CUEVAS HERNANDEZ

JURADO DEL EXAMEN DOCTORAL

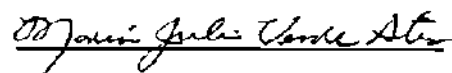
PRESIDENTE: DR. PEDRO WESCHE EBELING



SECRETARIO: DR. RATIKANTA MAITI



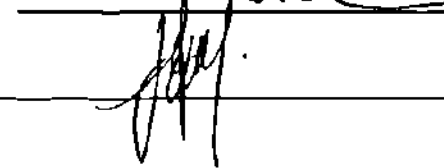
VOCAL: DRA. MA. JULIA VERDE STAR



VOCAL: DR. M.H. BADI



VOCAL: DRA. ELIZABETH CRUZ SUAREZ



MONTERREY, N.L.

SEPTIEMBRE DE 1992

AGRADECIMIENTOS

(Sin Palabras)

A DIOS

A MIS PADRES

Juan Cirilo Cuevas M. (Q.E.P.D)
Lorenza Hernández de Cuevas (Q.E.P.D)

A MI ESPOSA

Raquel Martínez de Cuevas

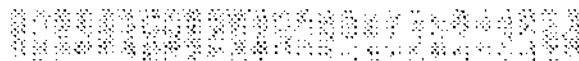
A MIS HIJAS

Raquel Irasema Cuevas Martínez
Judith Anabel Cuevas Martínez
Loida Saraí Cuevas Martínez



**Porque en EL vivimos
y nos movemos
y somos.**

HEBREOS 17:28



AGRADEZCO AMPLIAMENTE A:

LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON.

LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS.

EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA.

TEXAS A&M UNIVERSITY (Poultry Science Dep.)

Dr. PEDRO A. WESCHE EBELING. Por su ayuda continua y Dirección en este trabajo.

Dr. CHRISTOPHER A. BAILEY. Por su Paciencia, Dirección y el proporcionarme la mayor parte del material requerido para este trabajo.

Dr. RATIKANTA MAITI. Por sus sabios consejos y ser el principal introductor del Mijo perla a México.

M.Sc. MA. GUADALUPE ALANIS DE GARCIA E ING. CARLOS LEONEL GARCIA Por su ayuda y apoyo constantemente.

Dr. ULRICO LOPEZ DOMINGUEZ Por su ayuda en la obtención del grano.

Dr. SERGIO OTHON SERNA SALDIVAR Por su ayuda en la obtención del grano.

Dra. MA. JULIA VERDE STAR. Por su ayuda en la revisión de la tesis.

Dr. ROQUE G. RAMIREZ LOZANO Por su ayuda en la revisión de la tesis.

Dr. M.H. BADIL. Por su ayuda estadística y la revisión de la tesis.

Q.B.P. MA. ANTONIA GONZALEZ SANCHEZ. Por su ayuda en algunos análisis.

Dra. ELIZABETH CRUZ RICQE. Por su amistad y apoyo.

Finalmente de una manera especial deseo agradecer al Biól. Raúl García P. y Familia así como al Ing. Lázaro Vargas Guerra.

RESUMEN

El objetivo general de la investigación fue determinar el valor nutricional del grano de mijo perla y su efecto en alimentación de pollos. Para lo anterior se diseñaron tres experimentos. El primero consistió en un análisis químico del grano de mijo perla. Los resultados indican que tiene más proteína que el maíz o el sorgo, así como más ácidos grasos, de los cuales el linoleico es el más abundante. De los aminoácidos, la leucina, fenilalanina y el ácido glutámico fueron los más abundantes y la tirosina se encontró en menor cantidad. Los compuestos tóxicos no rebasaron el límite de tolerancia para pollos y los niveles promedio fueron: 0.025 g/100g de taninos y 0.028 g/100g para polifenoles (como equivalentes de catequina) y 0.021 mg/g de inhibidores de tripsina. En el segundo experimento se midió la energía metabolizable del mijo, maíz y sorgo, utilizando la sacarosa como referencia, observándose que la energía metabolizable no varió significativamente entre el mijo perla (3,191 Cal/g), sorgo (3,236 Cal/g) y maíz (3,497 Cal/g), indicando ésto la posibilidad de utilizar cualquiera de los granos en dietas balanceadas. En el tercer experimento se utilizó mijo como único cereal y en combinación con maíz y sorgo en dietas para pollos de engorda. Se empleó un diseño experimental con 10 tratamientos, 5 repeticiones y 7 animales por repetición. En los primeros 5 tratamientos el maíz fue sustituyendo al mijo perla en las dietas en los siguientes porcentajes: 100, 75, 50, 25 y 0. En los otros 5 tratamientos el sorgo fue sustituyendo al mijo en las mismas proporciones. Se utilizaron pollos "Vantress" machos de 1 día de edad, vacunados y libres de enfermedad y alojados en criadoras con temperatura regulable a 37°C. El alimento se ofreció *Ad-libitum*. Se midió el consumo de alimento, el aumento de peso, perosis, conversión alimenticia y mortalidad. Los resultados obtenidos indicaron una conversión entre 1.97 y 2.17 para las proporciones Mijo:Maíz y entre 2.00 a 2.25 para las proporciones de Mijo: Sorgo; sin embargo, no existió diferencia significativa ($P=0.05$) entre los tratamientos. Durante la etapa de iniciación de pollos de engorda de la raza "Vantress", el mijo perla variedad "Arkansas" se puede combinar en cualquier proporción con maíz o sorgo teniendo cuidado de controlar la energía metabolizable.

ABSTRACT

The objective was to determine the nutritive value of pearl millet grain *Pennisetum americanum* and its effect on broilers. Three experiments were done. In the first one, chemical composition of the grain of pearl millet harvested in 1989 in Nuevo León, México, was analyzed. The results indicated that protein content in millet was higher than in corn or sorghum. Fatty acid content is higher in millet than sorghum or corn, and Linoleic acid was the most abundant fatty acid. Aminoacids such as leucine, phenylalanine and glutamic acid were the most abundant and lysine was the first limiting aminoacid as in sorghum and corn. Levels of toxic components in millet such as tannins (0.025 g/100g); polyphenols (0.028 g/100g), and protein inhibitors (0.021 mg/g) are at a safe level for broilers. The second experiment consisted in determining the Metabolizable Energy (ME). Millet, sorghum and corn were compared and sucrose was used as a reference. The results were 3,191 Kcal ME/Kg for millet, 3,236 Kcal ME/Kg for sorghum and 3,497 Kcal ME/Kg for corn. ANOVA indicated no significant differences in ME between the grains. In the third experiment, pearl millet was substituted for corn and sorghum in broiler diets. The experimental design was 10 treatments, 5 repetitions and 7 birds per repetition. In five treatments, corn was substituted by pearl millet as follows (%): 100, 75, 50, 25, 0; in the other five treatments, sorghum was substituted by pearl millet in same percentages. One day old, healthy "Vantress" male birds were used in Petersime-Brood Units at 37 C. They were fed *Ad libitum*. The results in Feed Conversion Ratios were 1.97 to 2.17 for the Millet:Corne combinations, and 2.00 to 2.25 for the Millet:Sorghum combinations. ANOVA indicated that there were no significant differences between the combinations. It may be concluded that during the initiation step, "Vantress" broilers may be fed with 'Arkansas' pearl millet grain in any combination with sorghum or corn, but being careful with in maintaining an adequate Metabolizable Energy and protein level.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
Agradecimientos	I
Resumen	III
Abstract	IV
Indice	V
Abreviaturas del texto	VII
INTRODUCCION	1
ORIGINALIDAD	3
ANTECEDENTES	4
Distribución geográfica	4
Prácticas culturales	4
Utilización	6
Composición química	7
Aminoácidos y proteínas	7
Azúcares	10
Lípidos	10
Minerales	11
Vitaminas	11
Sustancias antinutricionales	12
Polifenoles y taninos	12
Inhibidores de tripsina	13
Energía metabolizable	13
Metodología	13
Pollos de engorda	15
Utilización de mijo, maíz y Sorgo en alimentación de aves	16
MATERIALES Y METODOS	19
Mijo perla	19
Ingredientes de las dietas	19
Métodos para los análisis químicos	20
Diseño experimental para medir la energía metabolizable	22
Formulación de dietas para la energía metabolizable	23
Metodología para medir los parámetros de la energía metabolizable	23
Diseño experimental para dietas a base de mijo:maíz y mijo:sorgo	24
Formulación de dietas con mijo:maíz y mijo:sorgo	25

RESULTADOS	26
Análisis Químicos	26
Proximal	26
Perfil de aminoácidos	26
Compuestos tóxicos	26
Acidos grasos	26
Energía metabolizable	27
Efecto de las dietas con mijo:maíz	28
Efecto de las dietas con mijo:sorgo	29
DISCUSION	31
Valor nutricional del mijo perla	32
Energía metabolizable del mijo perla	34
Dietas mijo/maíz y mijo/sorgo.	38
CONCLUSIONES	39
LITERATURA CITADA	40

ABREVIATURAS DEL TEXTO

<i>Ad-libitum</i>	A voluntad
E.C.	Equivalente de catequina
AVWT	Aumento promedio de peso
FECON	Conversión alimenticia
LEG	Perosis
SAT	Trópicos semi-áridos
SAS	Sistema de Análisis Estadísticos.
ICRISAT	Instituto Internacional de Investigación para los granos de los Trópicos Semi-Aridos
INTSORMIL	Instituto de Investigación para Sorgo y Mijo (EUA)
AOAC	Asociación Oficial de Químicos Analíticos
DEPLETAR	Privar del alimento o algún nutriente específico a un individuo por un tiempo corto.
AME	Energía metabolizable aparente
TME	Energía metabolizable verdadera

INTRODUCCION

Los granos representan aproximadamente el 60% del total de una ración para aves. En México se utiliza principalmente el sorgo, aunque existen otros granos que ofrecen grandes posibilidades porque se han adaptado a condiciones áridas, suelos pobres y su valor alimenticio es similar al maíz y sorgo (Baysderfer *et al.*, 1988). Uno de ellos es el mijo perla *Pennisetum americanum* (L.) Leeke. Este es un cereal que ofrece grandes posibilidades de cultivarse en las zonas temporaleras del país (Maití *et al.*, 1990; López, 1991). Estudios en alimentación animal indican que el mijo perla tiene un gran potencial para ser utilizado en Estados Unidos y México (Christensen *et al.*, 1982; Sullivan *et al.*, 1990).

En algunos países de Asia y Africa ya ha sido bastante estudiado el mijo perla, y es de los cereales más importantes en la alimentación animal y humana (Chaudharty, 1982; Dihindsa *et al.*, 1982). Se cultiva en regiones donde a causa de la sequía, el sorgo y el maíz no producen grano, aunque se ha visto que el rendimiento por hectárea es menor en el mijo que en el sorgo (Christensen *et al.*, 1982). En la India y Africa el mijo perla es usado ampliamente en la dieta para humanos, y el resto de la planta como forraje en la alimentación de rumiantes (Oyeyiola, 1991).

El Instituto Internacional de Investigaciones para los Cultivos de los Trópicos Semiáridos (ICRISAT), localizado en Patancheru, India, así como el Instituto de Investigaciones de Sorgo y Mijo (INTSORMIL) en Estados Unidos de Norteamérica, e investigadores como Maití, *et al.* (1990) y López-Domínguez (1991) en México, han estudiado el mijo perla. Estos últimos reportan que es posible establecer al mijo perla con facilidad en las regiones semiáridas de México, por ser tolerante a las condiciones de sequía y suelos pobres. En trabajos preliminares sembrando mijo, sorgo y maíz en los municipios de Los Herreras y Cd. Anáhuac, Nuevo León, México, a principios de 1989 se observó que el mijo es el más resistente a la sequía (observación personal).

Aunado a lo anterior, el mijo perla ofrece una ventaja como cultivo de emergencia, ya que comparado con el maíz y el sorgo, se cosecha más rápido por ser cultivo de crecimiento acelerado. Otra ventaja del mijo perla es que algunas variedades poseen un alto valor

nutricional, ya que tienen hasta 21% de proteína cruda (Singh *et al.*, 1987; Mosee *et al.*, 1989), colocándolo en los primeros lugares con respecto a los demás cereales. El valor nutricional en cuanto a contenido de proteínas, lípidos, fibra, patrón de aminoácidos del grano de mijo perla es en general muy similar al del sorgo (*Sorghum vulgare*) y al del maíz (*Zea mays*), los cuales se utilizan ampliamente en alimentación de pollos en México y Estados Unidos respectivamente (Hulse *et al.*, 1980)

En México no se han reportado estudios con mijo perla en alimentación de pollos, por lo que se hace necesaria la investigación para caracterizarlo y comprender su grado de utilización.

Compuestos tóxicos como polifenoles, taninos, hemaglutininas, inhibidores de tripsina y compuestos que inducen el desarrollo del bocio (sustancias goitrogénicas) se han reportado en el mijo perla en algunas regiones de Sudán, Asia, India y México (Gaitán *et al.*, 1989; Osman *et al.*, 1983; Wesche-Ebeling *et al.*, 1991), pero no se sabe si en las variedades disponibles en México, estos compuestos tóxicos representen un peligro potencial, por lo que se hace necesario investigarlo.

Por otra parte, se han utilizado algunas variedades diferentes a la del presente trabajo en la alimentación de pollos, ponedoras, pavos, ganado vacuno, pero los autores concluyen que se desconoce el aporte calórico del mijo perla en la dieta principalmente en pollos de engorda, por no existir datos sobre la energía metabolizable (EM) por lo que es indispensable conocer este parámetro. Existen algunos trabajos sobre la utilización de otros mijos en alimentación de pollos, pero sólo se ha registrado uno con relación al mijo perla (Yubero, 1966; Sullivan *et al.*, 1990).

Se han registrado años en los que escasean los granos básicos para el consumo humano y animal en México, por lo cual es muy importante estudiar otras alternativas y como posibles fuentes el mijo perla representa una buena opción.

OBJETIVOS

El objetivo general de la presente Investigación es el de determinar el valor nutricional del grano de Mijo perla "Poblacional", *Pennisetum americanum* (L.), y su efecto con maíz amarillo comercial, *Zea mays* y sorgo comercial, *Sorghum vulgare*, sobre el aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en pollos de engorda de la raza "Vantress".

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- A) Determinar el valor nutricional y los compuestos tóxicos del grano de mijo perla.
- B) Determinar la Energía Metabolizable en pollos de engorda
- C) En base a los resultados anteriores, establecer la proporción óptima tanto del mijo perla con el maíz, como del mijo perla con el sorgo y su efecto en combinación con maíz y sorgo en pollos de engorda.

HIPOTESIS

En base a que el mijo perla es un cereal muy similar al maíz y al sorgo, es posible utilizarlo en alimentación de pollos de engorda en las mismas proporciones en que se utiliza al sorgo y al maíz.

ORIGINALIDAD

En México existen condiciones apropiadas para el cultivo de mijo perla (Maiti *et al.*, 1990). El mijo se ha utilizado ampliamente en alimentación humana en Africa, en las regiones áridas de la India, y en algunos países de Asia. Se consume en forma de tortillas, panes, galletas, atoles, bebidas fermentadas, ya sea solo o en combinación con trigo, sorgo, maíz, arroz u otros cereales (Olewnilk *et al.*, 1984; Bookwalter *et al.*, 1987). En países europeos así como en Estados Unidos de Norteamérica, se han realizado estudios utilizando el mijo perla en combinación con el maíz en raciones para pollos de engorda (Luis *et al.*, 1982; Abate *et al.*, 1984; Sullivan, *et al.*, 1981). En América Latina no existen reportes bibliográficos de su uso en alimentación de pollos; por lo que el presente estudio será el primero en este campo donde prácticamente solamente el sorgo es el cereal usado para pollos de engorda.

A N T E C E D E N T E S

DISTRIBUCION GEOGRAFICA

El término mijo es utilizado para designar a aproximadamente 10 géneros diferentes de cereales cuya semilla es pequeña y ampliamente usada en alimentación humana, sobre todo en Africa y algunas regiones de la India (Olewnik *et al.*, 1984).

La FAO (1976) reportó que el mijo se cultivó en Africa en una extensión de 16 millones de hectáreas, en Asia 53 millones de hectáreas, en Sudamérica 24,000 hectáreas, siendo Argentina y Colombia los únicos países que lo cosecharon. En general se cultivaron 73 millones de hectáreas en todo el mundo.

Robles (1978) explica que el mijo perla en Estados Unidos de Norteamérica se usa en baja escala como forraje; en la India, Corea y Rusia se cultiva principalmente para alimento humano; en algunos lugares de Africa forma parte básica de la dieta humana y en la India ocupa el cuarto lugar en la producción de cereales. En la India está considerado como el cereal más resistente a la sequía y su grano más nutritivo que el del maíz y el más importante cultivo en los trópicos semiáridos (SAT) (Hulse *et al.*, 1980; Osman, 1983).

Según Osagie *et al.* (1984) por sus características fisiológicas, la planta es totalmente adaptable a la sequía; se cultiva en toda la zona desértica que atraviesa Africa y esencialmente en zonas cercanas al desierto de Sahara y en las zonas semiáridas de la India.

Okoh *et al.* (1985) encontraron que en Nigeria del 70 al 90% de la proteína ingerida proviene del mijo perla y es uno de los países donde más es conocido y cultivado.

En la República Mexicana los mijos se cosecharon en 70,000 ha, este valor ocupa el penúltimo lugar de lo cultivado en 18 países y la mayor parte de las áreas cultivadas en México no es destinado al consumo del grano (FAO, 1976). Sin embargo Maiti *et al.* (1990) encontraron regiones con las condiciones apropiadas para producir grano con más alto rendimiento que en los lugares de origen.

PRACTICAS CULTURALES

Comúnmente el mijo perla se siembra en primavera para forraje. La preparación del terreno en esta temporada se prefiere a la de otoño, ya que ésta destruye las malezas (Fariás

et al., 1984). Normalmente la preparación del terreno consiste de un barbecho, luego un paso de rastra es necesario debido al pequeño tamaño de la semilla, una cama de siembra fina y firme. Si el mijo se va a henificar, antes de sembrarlo, el terreno deberá estar perfectamente nivelado y todos los terrones deberán romperse con la finalidad de que al momento de cosechar no se tengan problemas con la máquina segadora.

Por otra parte López-Domínguez (1991) y Maiti *et al.* (1990) recomiendan sembrarlo en el noreste de México cuando la tierra está caliente (Julio); los resultados de sus investigaciones indican que la época de siembra sí influye en el rendimiento.

El establecimiento del mijo perla no representa ningún problema a menos de que al emerger las plántulas, se presente un período de sequía prolongado. Por lo general, el deshierbe no es necesario debido a que las plantas jóvenes crecen muy rápido. La fecha de siembra es bastante amplia debido a su período corto de crecimiento, sin embargo, debe tomarse muy en cuenta que el mijo no debe sembrarse hasta que el terreno esté lo suficientemente caliente. En México los mejores rendimientos se lograron al sembrar en la segunda quincena de Julio (Maiti *et al.*, 1990). Con relación a la densidad de siembra, se usan de 28 a 33 kg de semilla/ha. Si usa para producción de forraje en zonas húmedas de 11 a 17 kg/ha, y en zonas semiáridas de 11 a 17 kg/ha, con una cama de siembra bien hecha y usando sembradora de grano. Cuando la producción es para forraje, se siembra comúnmente al voleo o en surcos separados de 17 a 25 cm. Cuando es para grano, se recomienda 10 a 15 semillas/m², en surcos de 45 a 60 cm de separación con una población variable de 120,000 a 150,000 plantas/ha (Andrews, 1990). El rendimiento del grano no fue afectado por el fotoperíodo en poblaciones altas, pero el rendimiento se redujo hasta 35 % cuando el fotoperíodo se extendió a bajas poblaciones por la mejor contribución de los hijuelos. Con relación al área foliar, los fotoperíodos largos tuvieron mayor área foliar que los que las plantas que se encontraron en fotoperíodos cortos. Los principales factores que influyen en la producción del mijo y del sorgo son las técnicas de cultivo, la tierra y los fertilizantes (Malton, 1990).

En Estados Unidos de Norteamérica el mijo perla se sembraba principalmente como cultivo trampa y no era importante como parte de un sistema de producción de cultivos. La mayoría de los agricultores lo usaban cuando existía escasez de heno para ocupar un terreno que de otra manera se llenaría de malezas, sin embargo, los últimos estudios con las nuevas variedades obtenidas ya contemplan el mijo perla como un cultivo potencial en Estados Unidos (Christensen *et al.*, 1982).

UTILIZACION

El sorgo y el mijo perla representan el 25% del total de los cereales consumidos por los humanos en el mundo. En Kenia, el sorgo y el mijo perla son usados principalmente para consumo humano, y aunque en muchos países han sido desplazados por el maíz y el arroz, los mijos siguen siendo importantes componentes en la dieta. Se consumen en forma de atole y en bebidas fermentadas (Arnoud *et al.*, 1971).

El mijo perla se ha utilizado como alimento para humanos desde hace muchos años; fué uno de los primeros domesticados por el hombre encontrándose granos pretrificados al oriente y poniente de Africa en lugares habitados hace 4,000-5,000 años (Brunken *et al.*, 1977). Usado para alimentación animal, el mijo perla se puede pastorear directamente o cortarse para heno ó para ensilarlo. El corte o el pastoreo se indica entre las 4 y 6 semanas después de la siembra; las plantas rebotan bien y se puede repetir esta práctica hasta 6 veces. Un corte por estación antes ó durante la floración ó en estado lechoso es una práctica común en algunas regiones.

El uso principal del mijo perla es como heno, para alimentar rumiantes y caballos, debe cortarse antes de la floración ya que el valor nutricional para esos animales es mejor en estas condiciones (Flores, 1978).

Kenney *et al.* (1973), al alimentar ratas con niveles del 10% de proteínas provenientes de mijo perla, encontraron que disminuyeron de peso, pero al adicionar lisina, los resultados mejoraron notablemente. Christensen *et al.* (1990) estudiaron el mijo perla rolado comparándolo con sorgo en las mismas condiciones en ganado vacuno de engorda en la etapa de finalización, concluyendo que el mijo perla es una excelente fuente de proteínas para ganado

vacuno y cuando se usó flora microbiana (rumesin) en becerros, estadísticamente el crecimiento fué mejor con el mijo que con el sorgo.

COMPOSICION QUIMICA

Aminoácidos y proteínas

Shepherd *et al.* (1971) reportaron que la proteína del grano del mijo perla varió de 11.5 a 13.8%. En Asia, Uprety *et al.* (1972) encontraron variedades cuyo valor de proteína osciló entre 11.3 a 19.2%. En la India se reportaron variedades de mijo perla cuyo promedio proteico fué de 12.6% (Balsasubramanian *et al.*, 1952). Bailey *et al.* (1981) patentaron el procedimiento para la obtención de un concentrado proteico a partir del mijo perla alto en proteínas. Lo anterior era posible una vez que la harina desgrasada era sometida a la extracción con alcohol isopropílico acuoso, hidróxido de sodio y un ácido mineral diluido, dando como resultado la obtención de 3 fracciones ricas en proteínas. Qureshi (1987) utilizó el cromatógrafo líquido de alta resolución con detector de fluorescencia con columna de fase inversa (C18) para cuantificar los aminoácidos de fluidos biológicos obteniendo resultados similares pero más rápidamente a aquellos obtenidos por métodos tradicionales.

Haragopal (1982) encontró que la digestibilidad *in vitro* con pepsina y papaína fué de 90% y disminuyó con tripsina, siendo el aminoácido limitante la lisina. Por otra parte, al fraccionar el contenido de proteínas de 7 variedades de grano de mijo perla se encontró que la albúmina varió de 10.01 a 19.19%, la globulina de 10.0 a 13.98% y la prolamina de 30.7 a 33.16% de la proteína total (Dhillon *et al.*, 1982 ; Dhindsa *et al.*, 1982) y Monteiro *et al.* (1982) concuerdan que la prolamina es la fracción proteica más abundante en el grano; Dhindsa (1982) encontró que varía de 4.24 a 14.87%, siendo el promedio 11.14%. Okoh *et al.* (1985) estudiaron la variación de las proteínas del mijo perla en 7 variedades 4 tempranas y 3 tardías, y separaron 5 fracciones proteicas (Tablas 1 y 2).

Existen variedades altas en proteína. Singh *et al.* (1987) encontraron niveles de 20.8%, esto representa un 60% mayor al encontrado normalmente en el mijo perla sin embargo en estas variedades el almidón y los azúcares reductores disminuyeron 40%, la fibra se incrementó 10% y el valor biológico fue marcadamente inferior. Badi *et al.* (1976) al comparar los

aminoácidos de dos variedades de sorgo con mijo perla encontraron que la lisina era mayor en el mijo, sin embargo tenía menos leucina (Tabla 3). Con relación a los aminoácidos esenciales (Serna-Saldívar *et al.*, 1990) encontraron que la lisina es el limitante y el score químico de 47.8% (Tabla 4).

Tabla 1. Contenido de proteína y peso de 1000 semillas de variedades tempranas y tardías de mijo perla (Okoh *et al.*, 1985).

Cultívar	Proteína (g/100 g Peso seco)	Peso de 1000 semillas (g)
Mijos tempranos		
Ex. Borno	13.7	8.3
Ex. Benue	13.4	9.2
Compuesto Nigeriano	13.1	8.5
Compuesto Mundial	13.1	8.5
Mijos tardíos		
Ex. Riyom	16.1	10.8
Ex. Tukuú	14.1	10.8
Ex. Gashua	16.1	10.3

Tabla 2. Distribución del contenido de nitrógeno según el método de Landry-Moureaux, en 5 fracciones de mijos tempranos y tardíos [% del total de nitrógeno de la semilla].

	MIJO TEMPRANO		MIJO TARDIO				
	Ex. Borno	Ex. Benue	Compuesto Nigeriano	Compuesto Mundial	Ex. Riyom	Ex. Tukurú	Ex. Gashua
I (albúmina-globulina)	22.0	22.7	22.3	22.1	22.8	22.9	22.8
II (prolaminas)	40.1	40.1	40.0	40.0	40.6	40.5	40.7
III (tipo prolamina)	6.4	6.8	6.1	6.0	6.1	6.4	6.4
IV (tipo glutelina)	9.5	9.7	9.2	9.0	9.8	9.9	10.4
V (glutelina)	21.3	21.1	21.1	21.1	21.5	21.1	21.4
N total extraído	99.5	100.6	98.9	98.5	100.1	100.9	101.4

Tabla 3. Composición de aminoácidos (g AA/100 g de proteína) para dos variedades de sorgo y una de mijo perla (Badi *et al.*, 1976).

AMINOACIDO	SORGO COMERCIAL	SORGO C-42Y	MIJO PERLA
Lisina	2.2	2.5	3.6
Histidina	1.7	2.3	2.6
Arginina	3.2	4.0	6.0
Ac. Aspártico	6.9	6.6	8.2
Treonina	3.6	3.0	4.1
Serina	4.7	4.3	4.9
Ac. Glutámico	22.3	20.8	19.0
Prolina	7.2	8.8	5.9
Glicina	3.4	3.0	3.7
Alanina	9.1	8.6	7.8
Valina	4.5	4.5	5.2
Metionina	1.2	1.4	1.9
Isoleucina	3.8	3.7	3.9
Leucina	13.1	13.1	9.8
Tirosina	3.4	3.6	3.5
Fenilalanina	4.9	4.8	5.0

Tabla 4. Composición de aminoácidos esenciales del mijo perla (FAO, 1976).

Aminoácido	FAO/WHO patrón	Mijo perla g/100g Prot.
Lisina	5.44	2.6
Leucina	7.04	17.4
Fenilalanina	6.08	4.9
Valina	4.96	5.7
Triptófano	0.96	2.3
Metionina	3.52	2.5
Treonina	4.00	4.9
Isoleucina	4.00	4.3
Histidina *	-	2.1
Escore Químico	100.00	47.8

* Histidina es esencial sólo para infantes.

Azúcares

ALMIDONES Y OTROS POLISACÁRIDOS. Generalmente los almidones y los azúcares reductores están relacionados inversamente con la cantidad de proteínas en todos los cereales (Hulse *et al.*, 1980). Los gránulos de almidón del mijo perla son más pequeños que los del maíz y el sorgo, del 18 al 25% del almidón es amilosa y el resto amilopectina (Wesche-Ebeling *et al.*, 1991). Se han encontrado otros polisacáridos solubles diferentes al almidón predominando el arabinogalactano. Al hidrolizarlos se encontraron ramnosa, L-arabinosa, xilosa, manosa, galactosa y glucosa. Beleia *et al.* (1981) al estudiar el efecto de las amilasas del mijo perla sobre gránulos intactos de almidón encontraron que era más fácilmente degradado el almidón del sorgo que el del mijo perla. Los polisacáridos fibrosos como la celulosa y las pentosanas, se encuentran en mayor cantidad en otros cereales en comparación con el mijo (Hulse *et al.*, 1980).

AZÚCARES REDUCTORES. Dhillon *et al.* (1982) encontraron en 7 variedades de mijo perla de alto rendimiento lo siguiente: 188-239 mg sacarosa y 273-308 mg de maltosa por 10 g de harina. Por otra parte, Subramanian *et al.* (1981) al analizar los azúcares en el grano de 9 cultivares de mijo perla encontraron estaquiosa, sacarosa y rafinosa, predominando ésta en todos los cultivares, siendo el contenido de rafinosa mayor en mijo perla comparada con otros cereales. No se encontró maltosa.

Lípidos

Singh y Gupta (1982) al cuantificar los lípidos del mijo perla encontraron que el ácido palmítico varió de 10.5% a 28.0 %, el esteárico de 0.75% a 9.92 % y con relación a los ácidos insaturados el oleico varió de 14.0% a 40.0 %, el linoleico de 20.5% a 52.5 % y el linolénico de 0.3% a 6.0%, encontrándose trazas de los ácidos saturados láurico, mirístico y araquídico.

Osagie *et al.* (1984) encontraron una concentración de lípidos en la semilla de mijo perla de 7.2 % (peso seco); de esa cantidad, el 85 % fueron lípidos neutros, 12 % fosfolípidos y 3 % glicolípidos. Los lípidos neutros estaban formados en su mayor parte de triacilgliceroles y una mínima parte de mono- y diacilgliceroles, esteroides y ácidos grasos libres. Por otra parte, al comparar los lípidos del grano del mijo perla y sorgo, se encontró 5.5% y 3.3%

respectivamente, concentrándose éstos en el germen y predominando los ácidos grasos insaturados en el mijo perla con respecto al sorgo y maíz (Rooney, 1978). Al comparar el contenido de lípidos del maíz, sorgo y mijo perla se encontró mayor cantidad en el mijo perla, esta diferencia se ha encontrado que es de gran beneficio cuando se alimenta ganado de engorda, sobre todo si se procesa como mijo rolado, lo anterior porque esta energía adicional es altamente aprovechable por los rumiantes (Christensen *et al.*, 1990). Para pollos no se ha encontrado este efecto.

Minerales

Con relación a los minerales, el mijo perla y el sorgo tienen similares contenidos de fósforo, calcio, potasio y magnesio (Adams *et al.*, 1976). Hulse *et al.* (1980) informan que los minerales del mijo perla se encuentran entre los siguientes valores (mg/100 g): calcio 30-62, fósforo 248-950 y hierro. Ifon *et al.* (1981) al estudiar en ratas la bio-disponibilidad del hierro del mijo perla, maíz, soya y sorgo, encontraron que este mineral se absorbe en un 35.7 % para el mijo, 29.7% para el sorgo, 37.5 % para el maíz y 40.0% para la soya; estos valores indican en general alta disponibilidad del hierro en estos granos.

Vitaminas

Smironova (1982) al estudiar la tiamina, riboflavina y niacina encontró que estas se pierden durante el procesamiento y que el factor que determina dicha pérdida es la duración del tratamiento térmico. Klopfenstein *et al.* (1981) encontraron un efecto positivo de ácido ascórbico en cuyos (conejiños de indias) alimentados con sorgo y mijo perla. Al administrar 60 mg de la vitamina/día encontraron los animales más saludables y con mayor capacidad de reproducción; también observaron reducción del colesterol sanguíneo. Los alimentados exclusivamente con sorgo crecían lentamente debido a que el grano tiene alto contenido de leucina, la cual conduce a una deficiencia en niacina y al suplementar las dietas con altos niveles de ácido ascórbico aparece un efecto de suplementación, lo anterior porque el ácido ascórbico es un agente reductor que lo hace capaz de reducir citocromos, nucleótidos de flavina y otros compuestos (Martín *et al.*, 1984). Durante siete semanas se alimentó a ratas con mijo perla suplementado con vitaminas y minerales, así como con sorgo suplementado

de igual forma. El mijo perla produjo mayores ganancias de peso.

Sustancias Antinutricionales

POLIFENOLES Y TANINOS. Emiola (1981) al analizar el mijo perla por métodos cromatográficos en placas y UV, encontró que el principal compuesto fenólico es el ácido férulico, seguido de ácido cafeico y otros dos no identificados.

El contenido de taninos influye en el crecimiento de los pollos de engorda. Los estudios de Rostagno *et al.* (1973) indicaron que 3 niveles de ácido tánico 0.33 %, 1.088% y 1.41 % en la dieta mostraron efectos adversos, propiciando la excreción de aminoácidos. Así por ejemplo, la digestibilidad para lisina del sorgo con 0.33 % de ácido tánico fué 58.8 % y al incrementarse el ácido tánico a 0.59 % la digestibilidad de este aminoácido disminuyó a 23.1 %, similarmente ocurre con otros aminoácidos.

Por otra parte Wesche *et al.* (1991) al estudiar los taninos condensados de 15 variedades de mijo perla, encontraron que 9 de ellas presentan cantidades similares a las del trigo y avena, y sólo dos con altas cantidades (> 10 mg/g). Concluyen que es recomendable utilizar las variedades con menor contenido de taninos ya que el mijo perla utilizado tiene mayor cantidad de proteína que los cereales como el maíz y sorgo.

Osman *et al.* (1983), al estudiar en niñas escolares los agentes causantes del bocio provenientes del mijo perla (*Pennisetum typhoides*) en una provincia de Sudán, encontraron que el nivel sanguíneo de tiocianato en niñas con bocio era alto. Este compuesto se pudo originar de la ingestión de iso-tiocianato preferentemente en el mijo perla.

George *et al.* (1981) aislaron una lectina del mijo perla. Los ensayos de hemaglutinización con eritrocitos humanos revelaron actividad para todos los grupos, siendo más fuerte para el grupo AB y menor para el grupo O. Al adicionar iones metálicos, la actividad no se detectó. Al usar eritrocitos de conejo, la actividad aglutinante fué 200 veces mayor que en el humano, también se han encontrado toxinas de naturaleza lipídica.

O'Neill *et al.* (1982) encontraron fragmento de sílice en el afrecho del mijo perla cosechado en el noreste de China. Este tipo de molécula se ha encontrado en el tejido mucoso periférico de los tumores esofágicos de la población donde su dieta incluye este alimento; los autores

concluyen que tal vez sea un tipo no usual de contaminación en el grano y no precisamente un compuesto natural del grano, pero que sí está ligado al cáncer endémico de la región.

INHIBIDORES DE TRIPSINA. Chandrasekhar *et al.* (1982) estudiaron los inhibidores de proteasas de 23 variedades de mijo perla (*Pennisetum typhoideum*), 12 variedades de *Echinochloa colona*, 12 variedades de *Setaria italica*, 11 variedades de *Panicum milare*, 13 variedades de mijo proso (*Panicum milaceum*), 29 variedades de sorgo y 11 variedades de Kodo (*Paspalum scroviolanum*), no encontrando actividad inhibitoria en el mijo proso, kodo y milare, mientras que el mijo perla, *P.setaria* y *E.colona* presentaron actividad antitriptica. Estos mismos autores aislaron y caracterizaron 2 inhibidores de tripsina del grano de mijo perla que fueron termoestables y activos en amplios rangos de pH (1 a 9).

ENERGÍA METABOLIZABLE

Metodología

La energía metabolizable aparente (AME) se define como la energía gruesa del alimento consumido menos la energía gruesa contenida en las heces, orina y productos gaseosos de la digestión. En la metodología utilizada para pollos no es posible medir la energía de los productos gaseosos de la digestión ni es posible separar las heces de la orina por métodos mecánicos o químicos; comúnmente se aplica un factor de corrección para el nitrógeno retenido por el ave. También existe la Energía Metabolizable Verdadera (TME) que es la energía gruesa del alimento menos la energía gruesa de la excreta del alimento en estudio. En este caso también se aplica el factor de corrección para el nitrógeno retenido. Uno de los métodos más usados fué desarrollado en la década de los cincuentas por Hill y Anderson (1957). También Shibald *et al.* (1976) desarrollaron un método para la TME. La diferencia entre estos dos métodos radica en que la energía verdadera contempla una cantidad exacta de alimento colocado directamente en el tracto digestivo y por otra parte la excreta exclusivamente del alimento. El grupo de Shibald *et al.* (1976) utiliza animales ya adultos depletados por 24 hr y previamente fistulados. A través de una cánula hacen llegar exactamente 30 g del alimento. Las heces se colectan exactamente por un período de 24 hs posteriores a la ingesta. Sin embargo el grupo de Hill *et al.* (1957) no fistulan sino que utilizan como

indicador al óxido crómico en el alimento ya que no se absorbe ni se altera a través de su paso por el sistema digestivo del ave. La cuantificación exacta de este compuesto químico en las heces y en el alimento es empleada para calcular la cantidad de excretas derivadas de una unidad de alimento consumido. Se ha visto que el método propuesto por el grupo de Shibald *et al.* (1976) subestima en algunos alimentos ricos en grasa la energía, ya que las 24 hr que dura el período de recolección de heces no es suficiente para coleccionar todas las heces provenientes de los alimentos. Además el trabajo práctico deberá ser por personal altamente capacitado para colocar adecuadamente la cánula por la fistula.

Hallgran *et al.* (1980) compararon la AME propuesta por el grupo de Hill y Anderson (1957) y la TME propuesta por el grupo de Shibald *et al.* (1976) encontrando los siguiente (Kcal/Kg): AME 3.5 (maíz), 1.43 (alfalfa) y 3.18 (harina de pescado) y para la TME 4.08 (maíz), 1.60 (alfalfa) y 3.66 (harina de pescado).

Escasos son los reportes sobre la EM del mijo perla. Fancher *et al.* (1987) encontraron valores de 2,890 a 3,204 Kcal/g en varios cultivares de mijo perla. Laurin *et al.* (1985) ensayaron varios métodos para medir la EM y encontraron que el tiempo es importante y que a 1 semana fue menor la EM que a 3 semanas, también encontraron diferencia en el nivel de grasa adicionada a la dieta; a mayor cantidad de grasa menor EM del alimento, finalmente concluyen que la línea genética también influye ya que al comparar la EM en 3 diferentes líneas genéticas de pollos se registraron diferencias. El único factor que no influye en la EM es la cantidad de alimento ingerido (Sibbald 1976), este mismo autor encontró que la EM para el maíz fué de 3,935 Kcal/g. Dale *et al.* (1982) al estudiar el efecto del peso de los pollos sobre la energía metabolizable encontraron que al aumentar el peso también aumenta la AME y lo mismo ocurre con la TME la cual es 13-14 % mayor que la AME. Nield *et al.* (1985) estudiaron la digestibilidad *in vitro* de la energía de los alimentos con la finalidad de predecir la EM y al medir directamente la EM el alimento formulado y la EM de cada uno de los nutrientes reportados en las tablas encontraron grandes diferencias y advierten el peligro de usar la EM de cada uno de los ingredientes de las tablas para formular el alimento final. Por otra parte, Halley *et al.* (1985) investigaron la relación entre

la EM y la digestibilidad de la materia seca del maíz, trigo, avena y harina de soya y encontraron alta correlación entre la digestibilidad de la materia seca de todos los granos utilizados y la AME.

Pollos de Engorda

El valor de la energía metabolizable propuesto para algunos alimentos destinados a pollos de engorda de pollos aparecen en la Tabla 5.

Tabla 5. Valor de la energía metabolizable de algunos alimentos destinados a pollos de engorda de pollos (Smith, 1977).

Ingrediente	ME Kcal/Kg
Maíz amarillo	4,120
Gluten de Maíz	2,630
Harina de pescado	3,320
Harina de carne	3,100
Avena	3,650
H. de Soya 44%	2,950
Trigo	3,850
Levadura de cerveza	3,150
Levadura (Torula)	3,080
Harina de girasol	2,570

Estos valores no deben tomarse estrictamente como aparecen ya que en el caso de los granos su madurez esta altamente relacionada con la EM, así el maíz por ejemplo con una humedad superior a 30% disminuyó su EM 12 Kcal/Kg por cada 1% de aumento en su contenido de humedad al recolectarlo, por lo anterior se aconseja hacer un ajuste en la EM para los granos cuando la cosecha se hace en estado de madurez incompleta. Para los pollos la EM del maíz con 31% de humedad fue de 3,310 Kcal/Kg. Conocer la EM en los alimentos usados en las explotaciones de pollos es indispensable ya que en general se acepta que no es afectada por las condiciones del medio ambiente, esta altamente correlacionada con la conversión alimenticia y el incremento de peso, no esta altamente influenciada por la variedad de los animales; los principales factores que la determinan son: el contenido y la disponibilidad de carbohidratos, lípidos y proteínas (Matterson, 1969; Baghel *et al.*, 1989). Los taninos también modifican

la EM; Douglas *et al.* (1990) al comparar tres granos diferentes de sorgo bajos en taninos con otro grano de sorgo alto en taninos y con maíz amarillo encontró que la EM de los tres granos de sorgo bajos en taninos fue igual a la del maíz pero diferente significativamente que la del sorgo alto en taninos.

La relación entre la TME y la retención de energía en el carcás de los pollos fué estudiada por Mittelstaedt *et al.* (1990) quienes concluyeron que la energía contenida en el carcás varió con los ingredientes utilizados a pesar de ser igual la TME consumida.

Luis *et al.* (1982) compararon el valor nutricional del mijo proso con sorgo y maíz en pollos de engorda y encontraron que cuando reportaban la misma cantidad de proteína (15%), el mijo redujo significativamente la ganancia en peso y la conversión alimenticia en pollos a las 4 semanas. Al suplementar estas mismas dietas con metionina y lisina mejoraron significativamente los resultados.

UTILIZACION DE MIJO PERLA, MAIZ Y SORGO EN ALIMENTACION DE AVES

Qureshi (1967) diseñó un estudio para comparar el maíz y el mijo perla, en raciones para pollos de engorda, no encontrando diferencias estadísticas en cuanto a la ganancia de peso y conversión (Tabla 6). El rango de mortalidad fue de 6.5% para (A) y (D); 10.9% para (B) y (E) y 9.3% para (C) y (F). No se observaron deficiencias nutricionales entre los pollos de las raciones (A), (C), y (F), pero 12 casos de perosis (algunos de ellos severos) y retardo en el crecimiento aparecieron en las raciones (B) y (E). El autor concluye que las raciones conteniendo solamente maíz o maíz con mijo perla fueron mejores para los pollos que las de mijo perla sólo durante 18 semanas.

Sullivan *et al.* (1990) evaluaron en pollos de engorda raciones conteniendo mijo perla, este grano con la siguiente composición química: 12.3% de proteína, 6.4% de extracto etéreo, 4,663 Kcal/Kg de energía gruesa. Compararon el mijo perla con el maíz amarillo y con el sorgo bajo en taninos. Realizaron 2 experimentos, en el primero alimentaron pollos de 1 a 21 días de edad alojados en criadoras para pollos; en el segundo también alimentaron pollos

Tabla 6. Comparación del maíz y mijo perla en raciones para pollos de engorda (Qureshi, 1967).

Ración	10% de Ración	Proteína total en la ración
(A) Maíz	57.0	20.1
(B) Mijo Perla	57.0	22.7
(C) Maíz	28.5	
Mijo Perla	28.5	21.7
(D) Maíz	66.0	16.4
(E) Mijo Perla	66.0	18.9
(F) Maíz	33.0	
Mijo Perla	33.0	17.6

pero de 1 a 42 días y creciendo en el piso. Las dietas fueron isoproteicas e isocalóricas. Las ganancias de peso para el último experimento fueron: 1,372 g para el maíz amarillo, 1,329 g para el sorgo bajo en taninos, 1,384 g para el sorgo bajo en taninos mas grasa y 1,466 g para el mijo perla. Los autores concluyen que en base a esto y a que en los Estados Unidos ya se lograron obtener híbridos de alto rendimiento y adaptados al cultivo mecanizado, el mijo perla se está empezando a ver como un grano con mucho futuro y gran potencial en la engorda de pollos.

Luis *et al.* (1982), al hacer un estudio en ponedoras de 13 meses de edad y pollas de 7 meses, encontraron que para las primeras tanto el maíz como el sorgo y el mijo daban similares resultados con respecto a producción de huevo, peso de huevo, consumo de alimento y eficiencia alimentaria. Las pollas alimentadas con mijo y maíz dieron mejores resultados que las alimentadas con sorgo.

Sullivan *et al.* (1981) compararon mijo proso, maíz y sorgo en aves ponedoras, midiendo el peso del huevo, la producción y la conversión alimenticia. El consumo fue similar en el caso del mijo y el sorgo. Al adicionar alfalfa a las dietas se observó mejor color de la yema con el maíz, después con el mijo y finalmente con el sorgo (Tabla 7). Los resultados indican que no hubo diferencia en cuanto al índice de transformación en los lotes A, B, y D, y el lote C, conteniendo solamente mijo, resultó ser más desfavorable, sin embargo los autores concluyen que los requerimientos calóricos no se cumplieron satisfactoriamente en todos los lotes.

Tabla 7. Comparación del mijo proso, maíz y sorgo en aves ponedoras (Sullivan *et al.*, 1981).

Componente	Lote A	Lote B	Lote C	Lote D
Maíz	50	36	36	36
Sorgo	-	14	-	7
Mijo	-	-	14	7
Cebada	11	11	11	11
Salvado	9	9	9	9
H.de Soya (44%)	12	12	12	12
H.de Pescado	12	12	12	12
H.de Alfalfa (17%)	3	3	3	3
Vit + Min.	3	3	3	3

MATERIALES Y METODOS

Ingredientes de las dietas

MUJO PERLA: El grano se obtuvo inicialmente del ICRISAT (India) y se cultivó en la zona de Nuevo León, para propagar la semilla. La población híbrida resultante de las variedades sembradas fué utilizada para la determinación del valor nutricional, compuestos tóxicos y energía metabolizable. Una vez cosechado, una muestra fue molida en un turbo molino de laboratorio marca Tecator y conservada a 4°C hasta su utilización. Para la determinación de la energía metabolizable el mijo se utilizó entero y para el experimento con pollos de engorda se utilizó mijo variedad Arkansas que fue proporcionado por el Departamento de Avicultura de Texas A & M University (TAMU).

SORGO: El grano fue proporcionado por el Departamento de Avicultura de TAMU (Milo 9% TAMU). Una muestra fue molida en un turbomolino Tecator y almacenada a 4°C hasta su análisis, el resto fue quebrado y almacenado en silos hasta su utilización.

MAÍZ: Se utilizó maíz amarillo casechado en TAMU (Corn-TAMU); fue molido en un turbomolino Tecator y almacenado a 4°C hasta su utilización. El grano destinado a los pollos fue quebrado y almacenado en silos hasta su utilización.

SOYA: Se utilizó torta de soya proveniente de un establecimiento comercial con no menos de 45 % de proteína cruda, sin actividad ureásica e inhibitoria (Soy 48 TAMU).

GRASA: Mezcla de grasa animal y vegetal incluyendo antioxidante elaborada por el Departamento de Avicultura de TAMU.

COMPONENTES MENORES: Las sales minerales, vitaminas, lisina y metionina así como el Cobán 45 usado como parasiticida, fueron proporcionados por el Departamento de Avicultura de TAMU.

Aves

Se utilizaron pollitos machos de un día de edad de la raza "Vantress" vacunados y libres de enfermedad. Fueron colocados en criadoras (Petersime Brood Unit) con temperatura regulable. Todos los animales fueron colocados en la sala de experimentación a 28°C y distribuidos de acuerdo al diseño experimental.

Métodos para los análisis químicos

ANÁLISIS PROXIMAL: los análisis se efectuaron de acuerdo a AOAC (1975): proteína cruda (PC, 2.048, p.15), extracto etéreo ó lípidos (EE, 7.045 y 7.046, p.135), fibra cruda (FC, 7.054, p.137), cenizas (CEN, 7.010, p.130), humedad (HUM, 7.001, p.120), extracto libre de nitrógeno (ELN, por diferencia).

AMINOÁCIDOS: la muestra de mijo perla finamente molida y seca fue pesada para proporcionar 5 mg de proteína por ml de ácido utilizado para la digestión y colocada en tubos de ensaye de rosca de 16*150 mm según Gehrke *et al.*, (1985) bajo atmósfera de nitrógeno y puestos en un bloque de calentamiento a 110°C/20 hr. El extracto fue diluido a 100 ml con agua bi-destilada, las muestras fueron filtradas a través de filtros viales para HPLC. Los aminoácidos fueron derivatizados automáticamente al momento de inyectarlos, con *o*-ftaldialdehido (Qureshi *et al.*, 1967); se utilizó un cromatógrafo líquido de alta resolución (IBM modelo LC 9533 gradiente ternario) equipado con una columna C18 de fase inversa (4.6mm * 15 cm y tamaño de partículas de 5 µm, Alltech Adsorbosphere C18 Column) juntamente con un inyector automático de muestras (IBM modelo 9505); el gradiente de elusión se desarrolló usando una fase móvil consistente en acetato de sodio 0.2M, metanol y agua y un flujo de 1ml/min. Los aminoácidos derivatizados fueron detectados con un detector de fluorescencia a 400 nm (LC/9524) y los datos fueron procesados por una computadora Digital 350 usando el programa Water's Expect Chromatography.

LISINA DISPONIBLE: el método se basa en que la amina del carbono épsilon de la lisina reacciona con el 2,4-dinitrofluorobenzeno (reactivo de Sanger) formando el complejo DPN-lisina de color amarillo que se lee en el espectrofotómetro. En el procedimiento analítico se adiciona primero el reactivo de Sanger a la muestra y posteriormente se somete a hidrólisis la proteína con HCl 6N/6hr en autoclave a 16 libras de presión y 121°C. Concluido este paso se procede a lavar los hidrolizados primeramente con agua, después con éter y el filtrado de cada uno se lee a 360 nm.

ACIDOS GRASOS LIBRES: la muestra finamente molida del mijo perla fue sometida a extracción con cloroformo/metanol 2:1 bajo reflujo por 16 hr (Osagie *et al.*, 1984); el extracto fue

purificado 3 veces con cloroformo/metanol/agua 3:48:47 y concentrado bajo corriente de nitrógeno para la determinación de lípidos totales. La muestra fue colocada en cloroformo y posteriormente se le adicionó trifluoruro de boro en metanol al 14% para metilar los ácidos grasos; para ello se uso reflujo y posteriormente se extrajeron con hexano los ácidos esterificados, los cuales fueron determinados en un cromatógrafo de gases Varian 2400, usando una columna 100/120 mesh Chromsorb, de 6 pies y de acero inoxidable, 1/8" de diámetro externo y 2 mm de diámetro interno; el gas transportador fue nitrógeno a un flujo de 20 ml/min (AOAC, 1975).

FENOLES TOTALES Y TANINOS: los fenoles fueron extraídos con metanol en medio ácido sometiendo a agitación las muestras por 2 hr y posterior centrifugación. El residuo se secó para obtener su peso. La cuantificación se realiza usando el reactivo de Folin-Ciocalteau (ácido fosforico, tungstato de sodio y ácido fosfomolibico); el fundamento está basado en el poder reductor de los hidroxilos aromáticos con el complejo fosfomolibdato del reactivo de Folin; los taninos se cuantificaron usando la vanillina como estándar, el color rojo expresado se mide a 600 nm (Kaluza *et al.*, 1980; Tiitto *et al.*, 1985).

INHIBIDORES DE TRIPSINA (IT): el método está basado en la acción enzimática de la tripsina sobre un sustrato sintético, el cloruro de benzoil-DL-arginin-p-nitroanilida (BAPA). La acción enzimática libera p-nitroanilida que puede ser cuantificada a 410 nm espectrofotométricamente, la absorbancia de un estándar de tripsina es comparada a la absorbancia de las muestras que contienen el inhibidor. La diferencia en absorbancia es un indicador de la cantidad de IT. Según los autores del método (Hamerstrand *et al.*, 1981) un μg de tripsina pura tiene una actividad equivalente a 0.019 unidades de absorbancia. La determinación incluye primeramente la extracción del inhibidor con NaOH 0.01N (pH 8.4-10.0) por 3 hr en agitación continua a una muestra desengrasada; posteriormente una serie de 5 tubos conteniendo agua, tripsina y una alícuota diluída del extracto con el inhibidor son colocados a 37°C/10 min y después de esto se adiciona el sustrato (BAPA) precalentado (37°C) a todos los tubos y se mantienen a 37°C/10 min finalmente se leen en el espectrofotómetro como se indicó anteriormente.

Diseño experimental para medir la Energía Metabolizable (EM)

Se utilizó el método de Hill *et al.* (1957) basado en determinar la EM de una dieta control y las dietas bajo estudio, con una composición basal, pero variando el ingrediente bajo estudio; dichas dietas se suministran a pollos de los 14 a los 28 días de edad. En los últimos 4 días se recolectaron las excretas y también se tomaron muestras de las dietas, las cuales contenían óxido crómico, ya que este pasa a través del tracto intestinal sin sufrir modificaciones y no es absorbido. La concentración de óxido crómico en las dietas y en las excretas fue empleado para calcular la cantidad de excretas derivadas de una unidad de alimento consumido: las determinaciones necesarias para calcular la EM son: humedad (% materia seca), energía gruesa (Kcal/g), nitrógeno (gr N/gr muestra), óxido crómico (mg/g de ración o excreta).

El presente estudio se realizó de la siguiente manera: pollos de un día de edad fueron alimentados con alimento balanceado por tres semanas, al término de las cuales se diseñaron cuatro tratamientos correspondientes a 4 dietas a base de mijo perla, maíz, sorgo y sacarosa (referencia) con 4 repeticiones. Los animales fueron distribuidos al azar en jaulas criadoras (Petersime Brood Unit) y depletados de alimento por 3 días. Posteriormente fueron alimentados por 3 días con las dietas experimentales (Tabla 8) y al final las excretas fueron recogidas, deshidratadas, pesadas y molidas para su análisis.

La EM fue calculada de la siguiente manera:

$$EM = Ed - Ee - 8.22 (N)$$

donde: EM = energía metabolizable/g ración; Ed = energía gruesa de la dieta (Cal/g); Ee = energía de las excretas/g ración (Cal/g excretas [(Dióxido de cromo/g de dieta) / (Dióxido de cromo/g de excreta)]); 8.22 = energía del ácido úrico/g de nitrógeno retenido; N = g nitrógeno retenidos/g ración (N/g de la ración - N/g de las excretas [(Dióxido de cromo/g de dieta) / (Dióxido de cromo/g en excretas)]).

Los resultados fueron analizados por análisis de varianza (SAS, 1970).

Tabla 8. Dieta basal para la determinación de energía metabolizable.

INGREDIENTE	PESO (g)	%
SACAROSA	1,910	15.92
HARINA DE SOYA	8,427	70.22
GRASA	877	7.31
FOSFATO DE CALCIO	324	2.70
CARBONATO DE CALCIO	277	2.31
SAL	100	0.83
VITAMINAS	50	0.42
METIONINA	25	0.21
MINERALES TRAZA	10	0.08
T O T A L	12,000	100.00

Metodología para medir los parámetros de la Energía Metabolizable

ENERGÍA GRUESA: el método esta basado en la combustión de la muestra en una bomba adiabática, el calor producido es medido por el incremento de la temperatura del agua que rodea la cámara de combustión. Las muestras tanto del alimento como de las excretas fueron deshidratadas y molidas para su análisis utilizando una bomba calorimétrica Parr (Sibbald, 1980).

DIÓXIDO DE CROMO: El método está basado en la oxidación o digestión del óxido crómico a dicromato utilizando ácido nítrico y ácido perclórico en presencia de molibdato como catalizador. El dicromato obtenido se lee a 415 nm y la curva estándar se prepara con dicromato de potasio. En las determinaciones las dietas conteniendo el mijo perla, maíz, sorgo y sacarosa así como las excretas de los pollos alimentados con estas dietas fueron deshidratados y desgrasados, posteriormente alícuotas conteniendo 0.25% de dicromato fueron colocadas en matraces Kjeldahl a los cuales se adicionó el ácido nítrico y el catalizador, en este paso es muy importante regular la temperatura la cual se va incrementando poco a poco hasta completar la digestión lo cual se reconoce por el color verdoso que toma el digerido. Al finalizar esta etapa se enfría y se adiciona el ácido perclórico al 70% y se pone a ebullición en el digestor hasta que finalice la digestión lo cual se reconoce por el color amarillo que toma el producto después de 15 minutos aproximadamente, en éste momento el método recomienda agitar los matraces y continuar el calentamiento por 3 minutos mas, al finalizar la

digestión se pasan las muestras ya frías a matraces volumétricos para su dilución y lectura en el espectrofotómetro (Kimura *et al.*, 1957)

Diseño experimental para dietas a base de Mijo:Maíz y Mijo:Sorgo

En el segundo experimento con pollos se diseñaron 10 tratamientos con 5 repeticiones y 7 animales por repetición, para dar un total de 350 animales alojados en 50 jaulas; en 5 tratamientos se utilizó el mijo perla y el maíz como únicos cereales y en los otros 5 el mijo perla y sorgo (Tablas 9 y 10).

Tabla 9. Diseño de las dietas con combinaciones Mijo:Maíz y Mijo:Sorgo (%).

DIETAS	MIJO	M6AIZ	DIETAS	MIJO	SORGO
1	100	0	6	100	0
2	75	25	7	75	25
3	50	50	8	50	50
4	25	75	9	25	25
5	0	100	10	0	100

Las dietas experimentales aparecen en la Tabla 10 (Ver también el Apéndice). El alimento fue elaborado en la planta de producción de alimentos balanceados de Texas A&M University, controlando automáticamente el peso y el mezclado de los ingredientes. Se utilizaron pollos de 1 día de edad de la raza "Vantrees" vacunados y libres de enfermedad; fueron distribuidos al azar 7 pollos en cada jaula de las criadoras Petersime Brood Unit con temperatura regulable. El agua era cambiada diariamente y el alimento se ofreció *Ad-libitum*. Cada semana eran pesados los pollos, el alimento consumido, y diariamente se observaron para determinar perosis, mortalidad y estado general.

Los resultados fueron analizados estadísticamente con el programa Statistical Analysis System (SAS, 1970).

Tabla 10. Composición de las dietas experimentales a base de mijo perla y maíz (1 - 5) y mijo perla y sorgo (6 - 10) en la alimentación de pollos durante la etapa de iniciación.

INGREDIENTES (%)	1	2	3	4	5
Mijo perla	58.482	44.000	29.500	15.000	0.000
Maíz	0.000	17.551	32.249	46.961	62.180
Pasta de soya	26.768	27.322	29.397	31.400	33.472
Grasa	9.734	7.065	4.829	2.610	0.315
Fosfato monocálcico	1.571	1.613	1.635	1.658	1.682
Carbonato de calcio	1.498	1.488	1.476	1.465	1.453
Sal	0.321	0.328	0.333	0.338	0.343
Vitaminas	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
Metionina	0.196	0.196	0.181	0.168	0.155
Lisina	0.034	0.040	0.000	0.000	0.000
Coccidostato	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Minerales	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
T O T A L	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

INGREDIENTES (%)	6	7	8	9	10
Mijo perla	59.482	44.000	29.500	15.000	0.000
Sorgo	0.000	17.265	32.386	47.144	62.423
Pasta de soya	26.768	27.165	28.508	30.188	31.868
Grasa	9.734	7.504	5.551	3.644	1.683
Fosfato monocálcico	1.571	1.566	1.553	1.538	1.524
Carbonato de calcio	1.498	1.505	1.508	1.511	1.514
Sal	0.321	0.332	0.342	0.351	0.361
Vitaminas	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
Metionina	0.191	0.213	0.220	0.224	0.228
Lisina	0.034	0.050	0.031	0.000	0.000
Coccidostato	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Minerales	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
T O T A L	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

R E S U L T A D O S

Análisis químicos

PROXIMAL. En la Tabla 11 se aprecia la composición proximal del mijo perla cosechado en Nuevo León, México, que fue utilizado para la determinación del valor nutricional y la energía metabolizable. El contenido de proteínas fue de 11.1% y 5.1% de grasa.

Tabla 11. Análisis proximal del mijo perla *Pennisetum americanum* (% Peso seco).

	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra Cruda	E.L.N.
\bar{x}	9.8	11.1	5.1	2.3	70.3
s	0.6	0.2	0.1	0.01	0.3

PERFIL DE AMINOÁCIDOS. Con relación a los aminoácidos se puede apreciar en la Tabla 12 que la leucina constituye el aminoácido más abundante, seguido de la fenilalanina. Los tiempos de retención obtenidos fueron cortos, sin embargo no fue posible la detección del triptofano, y la lisina detectada fue 4.5 g/100g de proteína. También se cuantificó separadamente la lisina disponible, encontrándose 3.0 gramos de lisina por 100 gramos de proteína.

COMPUESTOS TÓXICOS. Con respecto a los componentes tóxicos del mijo perla se detectaron polifenoles (0.028 %, como equivalente de catequina), taninos (0.025 %, como equivalente de catequina), e inhibidores de tripsina (0.021 mg/g; Tabla 13).

ACIDOS GRASOS. Los ácidos grasos libres identificados fueron: mirístico (14:0), palmítico (16:0), palmitoleico (16:1), esteárico (18:0), oleico (18:1), linoleico (18:2) y araquídico (20:0). Las determinaciones fueron hechas en el extracto cloroformo-metanol (2:1, v/v) y no corresponden a los ácidos grasos esterificados en grasas neutras u otros lípidos. La Tabla 14 muestra que el ácido linoleico fue el que se encontró en mayor cantidad, seguido del oleico, constituyendo entre los dos el 70% del extracto clorofórmico.

Tabla 12. Composición de aminoácidos del mijo perla *Pennisetum americanum* (g /100g proteína).

Aminoácido	\bar{x}	s	Aminoácido	\bar{x}	s
Ac. Aspártico	2.63	0.121	Ac. Glutámico	9.47	0.183
Serina	4.37	0.300	Glicina	7.14	0.358
Treonina	4.61	0.384	Alanina	8.17	0.420
Tirosina	1.25	0.142	Metionina	2.95	0.284
Valina	7.44	0.131	Fenilalanina	10.95	0.291
Isoleucina	6.73	0.168	Leucina	20.31	0.510
Arginina e Histidina	9.51	1.585	Lisina	4.50	0.373

Tabla 13. Compuestos tóxicos del mijo perla, *Pennisetum americanum*.

Taninos	0.025 % (Equivalentes de catequina)
Fenoles totales	0.028 % (Equivalentes de catequina)
Inhibidores de Tripsina	0.021 mg/g

Tabla 14. Acidos grasos libres del mijo perla, *Pennisetum americanum*.

	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0
	Mirístico	Palmitico	Palmitoleico	Estárico	Oleico	Linoleico	Linoléico	Arquico
\bar{x}	0.09	19.30	0.29	4.85	26.16	45.85	3.46	0.21
s	0.02	1.30	0.21	0.30	0.19	0.79	0.50	0.10

ENERGIA METABOLIZABLE (EM)

La dieta basal para la determinación de la EM que fue ajustada a 33.7 % de proteína cruda aparece en la Tabla 8, donde también se nota que la sacarosa, la pasta de soya y la grasa fueron las únicas fuentes de energía. Las dietas experimentales para la determinación de la EM se muestran en la Tabla 15, en donde se aprecia que los valores del mijo perla, sorgo y maíz fueron ajustados a la misma cantidad que la referencia. La comparación de las energías gruesas de los ingredientes a compararse, mijo perla, sorgo y maíz, se muestran en la Tabla 16. Los resultados finales de la energía metabolizable indican que no existe diferencia significativa ($P= 0.05$) entre el mijo perla, el sorgo y el maíz, ya que los valores fueron muy próximos (Tabla 17).

Tabla 15. Composición de las dietas experimentales utilizadas para la determinación de la energía metabolizable en pollos de engorda (* usada como referencia).

	# 1	# 2	# 3	# 4*
DIETA BASAL (g)	1,200	1,200	12,000	12,000
OXIDO CROMICO (g)	10	10	10	10
MIJO PERLA (g)	2,000			
SORGO (g)		2,000		
MAIZ (g)			2,000	
SACAROSA (g)				2,000

Tabla 16. Energía gruesa (Cal/g) comparativa entre el sorgo (*Sorghum vulgare*), el maíz (*Zea mays*) y el mijo perla (*Pennisetum americanum*).

	R1	R2	\bar{x}	s
SORGO	4,544	4,562	4,553	12.73
MAIZ	4,576	4,587	4,581	7.78
MIJO PERLA	4,593	4,596	4,594	2.12

Tabla 17. Energía metabolizable del mijo perla, sorgo y maíz en pollos de engorda.

Energía	Metabolizable		Gruesa (Cal/g)
	Cal/g	Cal/lb	
MIJO PERLA	3,191	1,451	4,594
SORGO	3,236	1,471	4,553
MAIZ	3,497	1,590	4,581

Efecto de las dietas con Mijo:Maíz

Las dietas experimentales con sus respectivas proporciones de mijo/maíz aparecen en la Tabla 10, y la composición de cada una de ellas en el Apéndice. Se nota claramente que al ir disminuyendo el mijo perla en las dietas también la grasa va disminuyendo desde 9.7 % hasta 0.31 %, sin embargo, la pasta de soya se va incrementando, lo anterior para mantener las dietas isoproteicas e isocalóricas, es decir 21% de proteínas y 2,970 EM/Kg.

El aumento de peso registrado en los pollos fue: 449.7 g para la proporción (100:0), 510.4 g para la (75:25), 485.2 g para la (50:50), 466.7 g para la (25:75) y 471.1 g para (0:100). El análisis estadístico reveló que no existieron diferencias significativas ($P= 0.05$) entre los

tratamientos (Tabla 18). La conversión alimenticia (FECON), fue de 2.17 para la proporción (100:0), 1.97 para la (75:25), 2.20 para (50:50), 2.07 para (25:75) y 2.04 para (0:100). En este aspecto tan importante tampoco se registraron diferencias significativas entre las medias ($P= 0.05$; Tabla 19).

Efecto de las dietas con Mijo:Sorgo

Las dietas a base de mijo perla/sorgo, y que corresponden de la 6 a la 10, aparecen en la Tabla 10. Al igual que las dietas anteriores, a medida que disminuye el mijo, también disminuye la grasa y se incrementa la pasta de soya para compensar la pérdida de proteína, debido a que el mijo tiene más proteína que el sorgo, para hacerlas isoproteicas (21%) e isocalóricas (2,970 EM/Kg).

El aumento de peso registrado en los pollos fue: 492.0 g para la proporción (100:0), 440.6 g para la (75:25), 457.1 g para la (50:50), 475.9 g para la (25:75) y 433.0 g para (0:100). El análisis estadístico reveló que no existen diferencias significativas ($P= 0.05$) entre los tratamientos (Tabla 18). La conversión alimenticia (FECON), fue de 2.08 para la proporción (100:0), 2.25 para la (75:25), 2.10 para (50:50), 2.00 para (25:75) y 2.00 para (0:100). Los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($P= 0.05$; Tabla 19).

Tabla 18. Aumento de peso ($\bar{x} \pm$ error estándar, g) en pollos alimentados con diferentes proporciones de mijo perla en combinación con maíz y sorgo.

PROPORCION	MIJO:MAIZ	MIJO:SORGO
100:0	449.71 \pm 6.2	492.05 \pm 22.8
75:25	510.43 \pm 26.3	440.57 \pm 12.7
50:50	485.20 \pm 16.5	457.06 \pm 20.4
25:75	466.71 \pm 8.4	475.86 \pm 13.1
0:100	471.71 \pm 23.3	433.05 \pm 16.1

Tabla 19. Conversión alimenticia ($\bar{x} \pm$ error estándar) en pollos alimentados con diferentes proporciones de mijo perla en combinación con maíz y sorgo.

PROPORCION	MIJO:MAIZ	MIJO:SORGO
100:0	2.17 \pm 0.08	2.08 \pm 0.08
75:25	1.97 \pm 0.07	2.25 \pm 0.15
50:50	2.02 \pm 0.07	2.10 \pm 0.11
25:75	2.07 \pm 0.04	2.00 \pm 0.03
0:100	2.04 \pm 0.05	2.10 \pm 0.04

DISCUSION

En México las actividades agrícolas y avícolas representan renglones muy importantes desde el punto de vista de producción de alimentos, así como fuente de trabajo para miles de personas. La industria avícola es una de las más importantes, por ser el huevo y el pollo productos de consumo básico.

Existe una gran necesidad de alimento balanceado para mantener la industria avícola, y anualmente se importan considerables cantidades de grano para este fin, principalmente sorgo. Uno de los principales motivos son las condiciones adversas de temperatura y precipitación (SARH, 1984), sobre todo en las regiones semiáridas del noreste de México, lo cual reduce fuertemente la producción de alimentos.

Una de las metas que se ha fijado la SARH es la de incorporar nuevos cultivos que demanden poca agua, inclusive en las regiones de riego como en la comarca Lagunera, debido al abatimiento del manto freático. Por todo lo anterior se requieren alternativas para investigar nuevos cultivos y que puedan adaptarse a las condiciones de temperatura alta, precipitación escasa y suelos pobres que existen en las zonas semiáridas. Actualmente el maíz y el sorgo son los cereales más usados para alimentación humana y animal, surgiendo una competencia por estos cultivos. Los campesinos que habitan las zonas temporaleras más desfavorecidas se ven obligados a perder sus cosechas por falta de agua. Para contribuir en parte a la solución de este problema, se han hecho investigaciones en el noreste de México introduciendo cultivos que pueden adaptarse a estas regiones (Maiti *et al.*, 1983; López-Domínguez, 1991). El resultado de las investigaciones indican que el mijo perla, *Pennisetum americanum* L. Leeke, ofrece un grande potencial, produciendo algunas variedades más grano y forraje que en su propio lugar de origen.

Algunas de las ventajas de este grano son:

- a) no compite con el maíz en la alimentación
- b) es más fácilmente adaptable a la sequía
- c) el grano tiene más proteínas
- d) su ciclo es ligeramente más corto

e) ya existen variedades, que al igual que el sorgo y el maíz, es posible cultivar con equipo agrícola, fertilizantes y nuevas técnicas y el rendimiento por hectárea es igual o ligeramente menor (Ganry *et al.*, 1974; Balyan *et al.*, 1982; Christensen *et al.*, 1982).

Esta investigación se realizó con la finalidad de conocer el valor nutricional del grano de mijo perla y el efecto que produce con maíz y sorgo en pollos de engorda.

VALOR NUTRICIONAL DEL MIJO PERLA

Las proteínas representan uno de los más importantes componentes y para el mijo perla fue de 11.1%, teniendo presente que el método Kjeldhal sólo cuantifica nitrógeno. La conversión de nitrógeno a proteína se realizó utilizando el factor 6.25 (100% átomos en proteínas / 16% átomos de N en proteínas). La proteína del mijo en estudio es baja comparada con variedades reportadas que tienen de 14 hasta 20 % (Singh *et al.*, 1987; NRC, 1982). Los motivos de esto posiblemente sean: variedad del grano, nitrógeno del suelo y rendimiento por hectárea, ya que existe una correlación alta entre estos 3 factores y la proteína del grano. Este efecto se presenta en todos los cereales (Liang *et al.*, 1969), sin embargo el grano de mijo perla variedad "Arkansas" utilizado en la alimentación de pollos en este estudio tenía 14.7% de proteína, es decir el mijo poblacional cosechado en Nuevo León, México, y utilizado en la determinación de energía metabolizable tenía menos proteínas que el cosechado en E.U.A.

El extracto etéreo fue de 5% del peso seco en el mijo. Este valor concuerda con el reportado en la literatura (Rooney, 1978; NRC, 1982) y es mayor comparado con el del maíz y sorgo, aunque esto no representa ventajas para el mijo, sino al contrario, se ha visto que debido a esto el tiempo de almacenaje del grano es menor. Osagie *et al.* (1984) y Lai *et al.* (1980) molieron grano de mijo perla y almacenaron la harina a 58% de humedad relativa y 19°C, detectando cambios en el olor debido a la rancidez de los lípidos, pero cuando se extrajeron los lípidos con éter hasta dejar 3% en la harina, no se presentaron cambios en 30 días, aún almacenada a 30°C y 90% de humedad relativa. En el presente estudio los porcentajes de mijo perla que se usaron en las dietas experimentales fueron 0 a 59% y no se observaron cambios en el olor o color por los lípidos presentes. Con relación a la metodo-

logía utilizada para la determinación de proteínas y lípidos es la oficial (AOAC, 1975) al igual que en la bibliografía consultada.

Con relación a la fibra cruda se han reportado variedades que oscilan entre 1.2 y 7.3% (Hulse *et al.*, 1980). El valor encontrado en este experimento fue de 2.3% para el mijo perla, 2.5% para el sorgo y 4.5% para el maíz. De todos los mijos conocidos, mijo cola de zorro, mijo "finger", mijo común, mijo kodo, mijo pequeño y mijo perla, el mijo perla es el que tiene la más baja cantidad de fibra, lo que concuerda con los datos reportados por la mayoría de los investigadores (Barham *et al.*, 1946; Bressani *et al.*, 1962; Capote *et al.*, 1972; Rooney *et al.*, 1982). Esto representa una ventaja, ya que con relación al sorgo, los valores no son diferentes y al momento de balancear las dietas, usar uno u otro grano no representaría problema en esta parte por ser la fibra un componente importante en las dietas para pollos de engorda.

Con relación a la ceniza, el valor promedio encontrado en este estudio fue de 1.49% y la mayor parte correspondió al fósforo. Al formular las dietas este valor no se considera ya que además de ser pequeño la mayor parte del fósforo está en forma de fitatos y no es aprovechable (Hulse *et al.*, 1980; NRC, 1984).

Con relación a los ácidos grasos libres, el método empleado en este experimento extrajo más del 85% de los lípidos y de esa cantidad aproximadamente el 80% son lípidos neutros. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos fueron preparados por metanólisis usando metanol con trifluoruro de boro en reflujo. Osagie *et al.* (1984) utilizaron 8 métodos de extracción para el mijo perla, entre ellos cloroformo/metanol (2:1) recomendado por el (AOAC), usando metanólisis para la esterificación. Sus resultados concuerdan con los encontrados en esta investigación. El mijo perla tiene mayor cantidad de ácido linoleico que el sorgo (Weihrauch *et al.*, 1976) lo cual es ventajoso ya que es un ácido graso esencial en la alimentación.

Con relación a los aminoácidos, la metodología empleada no permite la determinación del triptofano, ya que se destruye durante la digestión ácida de la muestra (Carpenter, 1960). El resto de los aminoácidos encontrados en el mijo perla concuerdan con los reportados por Waldrup (1969), Serna *et al.* (1990) y NRC (1982). La lisina es el primer aminoácido

limitante y en esto es similar al sorgo; el segundo limitante para el método utilizado fué la metionina, concordando esto con lo reportado por Serna *et al.* (1990), pero esta en desacuerdo con Okoh *et al.* (1985) quienes reportan como segundo limitante al triptofano, aminoácido que no pudo ser cuantificado en este estudio.

Con relación a los compuestos tóxicos del mijo perla, los valores encontrados en este experimento para taninos, polifenoles e inhibidores de tripsina no resultaron altos. Para el caso de los taninos, se registraron 0.25 mg/100 mg como equivalentes de catequina. Según las investigaciones hechas por Chang *et al.* (1964) y Hahn *et al.* (1986), los taninos influyen fuertemente en la digestibilidad de las proteínas, la energía metabolizable (EM) y la conversión alimenticia (FECON). Así por ejemplo, para pollos la EM del sorgo con 0.20 mg/100 mg de taninos fue de 1,591 Cal/lb, y cuando se incrementaron los taninos a 3.00 mg/100 mg, la EM fue de 1,392 Cal/lb. La digestibilidad y la FECON se alteran en pollos cuando la cantidad de taninos en la dieta rebasa los 3 mg/100 mg (Fuller *et al.*, 1980). Es importante señalar que la cantidad de taninos encontrada en el mijo usado en el presente experimento no necesariamente se encuentra en otras variedades de mijo perla, ya que los estudios hechos por Hahn *et al.* (1986), Maxson *et al.* (1972) y Wesche-Ebeling *et al.* (1991) indican que cada variedad tiene su propia cantidad de taninos. Los taninos encontrados en el presente estudio parecen no haber influido en la EM, FECON y digestibilidad en los pollos.

Los inhibidores de tripsina no se han reportado para el mijo perla, sin embargo se incluyó en esta investigación porque en otros mijos sí se han encontrado (Chandrasekhar *et al.*, 1982). Aunque los pollos producen la tripsina en su intestino, no existen datos sobre los niveles mínimos de inhibidores que afectan la digestión en los pollos, por lo anterior sería deseable investigar el nivel mínimo de inhibidores de tripsina que afectan el crecimiento de los pollos.

ENERGIA METABOLIZABLE MIJO PERLA (EM)

Aunque los métodos químicos son útiles para el análisis de los ingredientes alimenticios y para estimar el valor energético de los alimentos, no miden directamente la respuesta animal (Hill *et al.*, 1957). La energía de un alimento es proporcionada por todos los ingredientes, especialmente los carbohidratos. Al consumirse un alimento, parte de la energía se

absorbe y el resto se excreta. En el caso de los pollos la energía que se absorbe se llama EM y es utilizada para desarrollar las diferentes funciones del organismo. Sin embargo, del total de nitrógeno en forma de proteínas que consume el animal una parte se retiene y otra es excretada en forma de ácido úrico junto con las heces. Cuando se considera esta energía excretada se habla de Energía no Metabolizable (Sibbald *et al.*, 1980, 1985).

Por otra parte es importante tomar en cuenta que independientemente del nitrógeno que se ingiere, se está excretando nitrógeno de las células, y nitrógeno de las enzimas digestivas, aún cuando se mantiene en ayuno al animal, es decir este es el nitrógeno endógeno, al considerar la energía excretada en estas condiciones se habla de EMV (Energía metabolizable verdadera) (Boldaji *et al.*, 1981; Lessire *et al.*, 1985; Sibbald *et al.*, 1985).

Es indispensable conocer la EM de un cereal, sin este dato no es posible balancear adecuadamente una ración para pollos.

El método descrito por Hill y Anderson (1956) fue el utilizado en el presente estudio y se basa en determinar la EM de 2 raciones, una es la dieta de referencia y la otra es la dieta a estudiar. En la dieta de referencia la glucosa es usada como principal fuente de energía y se incluye en un 45.7% y el resto son vitaminas, minerales y proteínas. En la dieta a estudiar, la glucosa se sustituye por el ingrediente a estudiar. Ambas dietas deben tener óxido de cromo como marcador el cual pasa a través del intestino de los pollos sin ser modificado ni absorbido.

Estas dietas se suministran a grupos de pollos desde los 14 hasta los 28 días de edad, en los últimos 4 días del período de alimentación se recogen las excretas cuidadosamente, la concentración relativa de óxido de cromo en el alimento y en las excretas es empleado para calcular la cantidad de excreta derivada de una unidad de alimento consumida.

El método descrito anteriormente fue modificado en el presente estudio: los animales se depletaron por 3 días para calcular la EMV, el período de alimentación fue de 3 días y se utilizó sacarosa en lugar de glucosa. Estas modificaciones no alteran el fundamento del método ya que los pollos tienen enzimas que hidrolizan la sacarosa (Heuser, 1955); además el método descrito por Hill y Anderson (1956) es aparente la energía metabolizable, es decir

no considera ni la energía ni el nitrógeno endógenos.

La energía total o energía gruesa del grano de mijo perla determinada en el calorímetro fue de 4,594 kcal/Kg, de esa cantidad los pollos utilizaron el 69,46% es decir 3,191 kcal/kg; esta es la Energía Metabolizable para el *Penussetum americanum* en al presente experimento. Este valor es diferente al reportado por el grupo de Fancher *et al.* (1988) quienes reportan 2,891 Cal/g para el mijo perla. Posiblemente la metodología empleada por estos investigadores fue el motivo de la diferencia, ya que este grupo midió la EM a los los 12 días, quizá apoyados en el experimento de Laurin *et al.* (1984) quienes no encontraron diferencias de la EM usando el método de Hill y Anderson (1956) en pollos de 1 y 3 semanas, pero sí encontraron diferencia en la digestibilidad de las grasas a diferente edad. Esto sí es importante y posiblemente haya influido en la baja EM que encontró el grupo de Fancher *et al.* (1988) para el mijo perla. Finalmente, este grupo concluye que el valor de la EM encontrado por puede ser subestimado en un 21% dependiendo de la variedad de mijo perla de que se trate.

Sibbald *et al.* (1976) propusieron otro método para medir la EMV en pollos y el fundamento consiste en depletar de alimento por 24 hr a pollos adultos, posteriormente una ave es alimentada forzosamente con 30 g del alimento en estudio anotándose la hora. Se escoge otra ave con igual peso y se mantiene sin alimento, sólo agua. Los pasos anteriores se realizan con varias repeticiones. Se coloca una bolsa de plástico en la jaula para recoger las heces. Exactamente 24 hr después de la colocación de las bolsas, se recoge la excreta, se deja secar al aire y se pesa finalmente las muestras de los ingredientes y las excretas y se muelen para determinarles la energía gruesa. Con los datos anteriores se calcula la EMV de la siguiente manera

$$EMV = \frac{(EBi * X) - (Ya - Ys)}{X}$$

en donde: EMV = energía metabolizable verdadera; EBi = energía gruesa del ingrediente; Ya = energía excretada por el ave alimenta forzosamente; Ys = energía excretada por el ave sin alimentar; X = Peso del ingrediente.

Este método tiene ventajas y desventajas; entre las primeras y más importante es que no requiere tanto tiempo, además de que se puede trabajar con pollos adultos (21 a 50 días de edad) con resultados más consistentes que en pollos de 1 y 2 semanas. Entre las desventajas se tiene que el período de 24 horas para recolectar las heces no es suficiente para los alimentos fibrosos porque todavía quedan en el tracto intestinal.

En el experimento realizado en el presente trabajo no se utilizó este método por que además de la desventaja mencionada anteriormente, alimentar a los pollos forzadamente es difícil, inclusive Sibbald (1976) tuvo la necesidad de fistular, es decir insertó un tubo de vidrio al esófago de los pollos para colocar por allí el alimento. Por lo dificultoso, no se utiliza generalmente esta metodología. En otros experimentos posteriores (Sibbald y Wolynetz, 1985, 1987) propusieron modelos matemáticos para calcular la EMA y la EMV con sólo cuantificar en el laboratorio la energía gruesa del alimento ingerido (E.I); así propone lo siguiente:

$$\text{EMA} = - 0.252 + 0.798 (\text{E.I})$$

$$\text{EMV} = 0.086 + 0.798 (\text{E.I})$$

Para algunos alimentos la correlación fue alta, pero para otros no la fue. Pudiera resultar favorable en un futuro usar modelos matemáticos al ampliar las investigaciones a este aspecto.

Por otra parte la Energía Metabolizable encontrada en el presente experimento para el maíz y el sorgo concuerdan con las reportadas en la literatura; NRC (1984) reporta una EM de 3,350 Cal/Kg y 3,212 Cal/Kg para el maíz amarillo y el sorgo respectivamente, y en el presente estudio se encontró 3,497 Cal/Kg y 3,226 Cal/Kg para el maíz y el sorgo respectivamente, siendo los valores ligeramente mayores en el presente estudio debido a que el NRC reporta EMA y en este experimento se investigó EMV.

Con relación al mijo perla, el NRC (1984) reporta como mijo perla al *Pennisetum glaucum* y a este le da un valor de 2,554 Cal/Kg de EM, sin embargo en el presente estudio se encontró 3,191 Cal/Kg. Seguramente esta diferencia se debe a que existen variedades con diferentes niveles de proteínas y energía. Finalmente, es conveniente puntualizar que los datos de la EM para los ingredientes sí tienen correlación con la EM del alimento final, esta

afirmación se ha encontrado experimentalmente (Smith, 1977).

DIETAS MIJO/MAÍZ Y MIJO/SORGO

En base a la composición química y a la EM del mijo perla encontrados en el presente experimento y comparada con el maíz y sorgo, pensamos que el mijo perla podría tener gran potencial como grano por lo cual se procedió a diseñar diferentes dietas para medir su efecto en el crecimiento de pollos, y para conocer cual sería la dieta que ofreciera los mejores rendimientos y económica a la vez.

En el presente experimento se esperaba que al ir aumentando el mijo perla en la ración los pollos perdieran peso, sin embargo esto no sucedió, no se registraron diferencias significativas ($P = 0.05$). Es posible que esto se deba a que en todas las dietas se ajustó la misma cantidad de energía (2,970 Cal/kg) y proteínas (21%), inclusive la lisina y la metionina también fueron ajustadas automáticamente al balancear las raciones con el programa utilizado y la variación que se registró en cada dieta al incrementar el mijo perla no influyó en el crecimiento de los pollos.

Este trabajo concuerda con el realizado simultáneamente por Sullivan *et al.* (1990) en la Universidad de Nebraska, EUA. Estos autores al comparar el mijo perla *Pennisetum glaucum* con maíz y sorgo en pollos de engorda encontraron los siguientes aumentos de peso: 1,372 g, 1,329 g, 1,384g y 1466 g, para maíz amarillo, sorgo bajo en taninos, sorgo alto en taninos y mijo perla respectivamente. El experimento de este grupo indica que al prolongar el período de experimentación el mijo da mejores resultados que el maíz y el sorgo, ya que el período de alimentación de los pollos fue de 42 días, y en cambio en el presente experimento fue de 28 días (etapa de iniciación). También concuerda con Smith *et al.* (1990) quienes utilizaron el mijo perla, el sorgo y el triticale en reemplazo del maíz desde 50% hasta 100% en dietas isoproteicas e isocalóricas para pollos de engorda de 1 a 21 días de edad. Cuando el mijo perla y el sorgo reemplazaron al maíz no se registraron diferencias en cuanto a ganancia de peso y eficiencia de conversión, pero para el triticale estos dos parámetros fueron menores. Es importante señalar que el *Pennisetum americanum* es equivalente al *P. glaucum*.

CONCLUSIONES

Es posible usar el mijo perla en combinación con sorgo o con maíz en cualquier proporción siempre que se ajuste la energía metabolizable y la proteína en dietas para pollos de engorda durante la etapa de iniciación.

No existe el riesgo de componentes tóxicos en el mijo perla para los pollos como se sospechaba que podría producir perosis, siempre y cuando no se utilice como única gramínea en la formulación. La mejor recomendación para su uso según este estudio es la siguiente: Mijo perla 29.5 % , Maíz 32.2 % , Grasa 4.8 % y Soya 29.4 % . Lo anterior corresponde a la proporción 50:50 de Mijo:Maíz. En el caso de usar sorgo la mejor recomendación es la siguiente: Mijo Perla 29.5 % , Sorgo 32.4 % , Grasa 5.55 % y Soya 28.5 % . Las recomendaciones anteriores deberán ajustarse con las vitaminas, minerales, parasiticidas y los aminoácidos que se requieran. El criterio anterior es suponiendo que el precio del mijo perla y su disponibilidad en el mercado sea igual o mejor que el del maíz y el sorgo.

Como el mijo perla se adapta mejor que el sorgo y el maíz a zonas de temporal, es muy posible que en un futuro cercano se comercialice en México, sobre todo porque recientemente ya se han encontrado híbridos con alto rendimiento de grano por hectárea y con posibilidad de ser cosechados con maquinaria agrícola.

LITERATURA CITADA

- ABATE, A.N. & GOMEZ, N.** 1984. Substitution of finger millet Eleusine coracana and bulrush millet Pennisetum typhoides for maize in broiler feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10:291-299.
- ABDUL-HUSSAIN, S. & VARRIANO, M.E.** 1982. Amylolysis of perl millet starch and its fractions by pearl millet alpha amylase. *Cereal Chem.* 59:351-355.
- ADAMS, C.A., NOVELLIE, L. & LIEBENBERG, N.W.** 1976 Biochemical properties and ultrastructure of protein bodies isolated from select cereals. *Cereal.Chem.* 53:1-12
- ANDREWS, D.J.** 1990 Comunicacion personal. Department of Agronomy. University of Nebraska, Lincoln.
- A.O.A.C.** 1975. Official Methods of Analysis. 12th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington,D.C. pp.15,120,130-137.
- ARNOUD, J.P. & MICHE, J.C.** 1971. Review of the economic and utilization of the millets and sorghum in the world.*Agron.Trop.* 29:865-867.
- BADI, S.M., HOSENEY,R.C. & CASADY, A.J.** 1976. Pearl millet. I. Characterization aminoacid analysis, lipid composition, and prolamine solubility. *Cereal Chem.* 53(4):478-487.
- BAGHEL, R.P. & PRADHAN, K.** 1989. Energy, protein and limiting amino acid requirements of broilers at very high ambient temperature. *British Poultry Sci.* 30:295-303.
- BAILEY, A.V. & SUMBRELL, G.** 1981. Protein concentrate from high protein pearl millet. United States Patent. U.S.A. Office No.4 pp.254.
- BALSASUBRAMANIAN, S.C., RAMACHANDRON, M. & VISWANTHA, T.** 1952. Aminoacid composition of indian foodstuffs. Part. II- lysine, methionine, phenylalanine and histidine content of some cereals. *Indian J.Med.Res.* 40:219-234.
- BALYAN, R.S., MALIK, D.S., DHANKAR, R.S. & TOMER, P.S.** 1982. Effect of plant density and sowing time on nitrogen uptake, yield and yield attributing characters of hybrid pearl millet. *Harayana Agricultural University Journal of Research* 12(2): 301-304.

- BARHAM, N.H., WAGONER, J.A., CAMPBELL, C.L & HERCLERODE, E.H.** 1946. The Chemical composition of some sorghum grains and the properties of their starches - Technical Bull. 61. Agricultural Experiment station, Kansas College of Agriculture and Applied Science, Manhattan Kansas
- BAYSDEFER, C., WARMBRODT, R.D. & VAN-DER WOUDE, W.J.** 1988. Mechanisms of starvation tolerance in pearl millet. *Plant Physiol.* 88:1381-1387.
- BELEIA, A. & VARRIANO, M.E.** 1981. Pearl millet amylases. I. Properties of partially purified alpha amylase. *Cereal Chem.* 58(5):433-437.
- BELEIA, A. & VARRIANO, M.E.** 1981. Pearl millet Amylases. II. Activity toward and heated starch granules. *Cereal Chem.* 58(5):437-440.
- BIDINGER, F.R. MAHALASHMI, V., TALUKDAR, B.J.& ALAGARWASMY, G.** 1981. Improvement of dough resistance in pearl millet. ICRISAT. Conf. Hyderabad, India pp.44.
- BIDWELL, G.L. BOPST, L.E. & BOWLING, J.D.** 1922. A physical and chemical study of milo and feterita kernels. United States Department of Agriculture Bulletin No. 1129.
- BOLDAJL, F., ROUSH, W.B., NAKAUE, H.S., ARSCOTT, G.H.** 1981. True metabolizable energy values of corn and different varieties of wheat and barley using normal and dwarf single comb white leghorn roosters. *Poultry Sci.* 60:225-227.
- BOOKWALTER, G.N., LYLE, S.A. & WARNER, K.** 1987. Millet processing for improved stability and nutritional quality without functionality changes. *J.Food Sci.* 52(2):399-402.
- BRESSANI, R. & RIO, B.J.** 1962. The Chemical and essential amino acid composition of twenty-five selections of grain sorghum. *Cereal Chem.* 39:50-58.
- BRUNKEN, J., DE WET, J.M. & HARLAN, J.R.** 1977. Morphology and domestication of pearl millet. *Econ.Bot.* 31:163-174.
- CAPOTE, F.A., BOSCAN, L., TABORDA, F & INCIARTE, F.** 1960. Variations in nutritive composition of grain sorghum hybrids and - varieties cultivated in Venezuela. *Acta Cient. Venez.* 23:67.
- CARPENTER, K.J.** 1960. The estimation of the available lysine in animal products foods. *J.Biochem.* 77:604-610.

- CHANG, S.I. & FULLER, H.L.** 1964. Effect of tannin content of grain sorghum on their feeding value for growing chicks. *Poultry Sci.* 43:30-36.
- CHAUDHARTY, P.** 1982. Nutritive value of bajra flour as influenced by storage conditions. M.Sc. Thesis, Harayana Agricultural University, Hissar, India.
- CHANDRASEKHAR, G., & PATA BIRAMAN, T.N.,** 1982. Natural plant enzyme inhibitors: isolation and characterization of two trypsin inhibitors from Bajra typhoideum. *Indian Journal of Biochem. and Biophy.* 19 (1): 1-7,
- CHRISTENSEN, N.B. & VANDERLIP, R.L.** 1982. Yield stability comparisons of pearl millet (Pennisetum americanum (L.) Leeke) with grain sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench). *Agronomy Abstracts.* p.118.
- CONKERTON, E.J. & VERNOS, L.P.** 1959. Reaction of gossypol with free E-amino groups of lysine in proteins. *Arch. Biochem. Biophysics.* 81:130-134.
- CUEVAS-HERNANDEZ, B.** 1978. Utilización del frijol caupí Vigna sinensis y del grano de sorgo Sorghum vulgare en dietas para pollos de engorda. Tesis M.Sc. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. INCAP. Universidad de San Carlos. Guatemala, C.A. 85 p.
- DALE, N.M. & FULLER, H.L.** 1980. Comparison of apparent and true metabolizable energy systems in evaluating the calorie content of broiler diets. *Poultry Sci.* 59:1598 Abs.
- DALE, N.M. & FULLER, H.L.** 1982. True metabolizable energy of fats at low levels dietary inclusion. *Poultry Sci.* 61:2415-2420.
- DHILLON, S., POPLIS, S. & DHINDSA, K.S.** 1982. Chemical composition and protein fractions of some high yield varieties of bajra Pennisetum thyphoideum. *Bull.Grain.Tech.* 20(3):155-159.
- DHINDSA, K.S., DHILLON, S. & SOOD, D.R.** 1982. Nutritional quality of millets. *MILWAI Newsletter.* 1:2.
- DOUGLAS, J.H., SULLIVAN, T.W., BOND, P.L., STRUWE, F.J., BAIER, J.G. & ROBESON, L.G.** 1990. Influence of grinding, rolling and pelleting on the nutritional value of grain sorghums and yellow corn for broilers. *Sorghum and Millets Abs.* 16(3):59.

- DOUGLAS, J.H., SULLIVAN, T.W., BOND, P.L. & STRUWE, F.J. 1990. Nutrient composition and metabolizable energy values of selected grain sorghum varieties and yellow corn. *Sorghum and Millets Abs.* 16(2):37.
- EMIOLA, L.O. & DE LA ROSA, L.C. 1981. Characterization of pearl millet non-starchy polysacharides. *J.Food.Sci.*46:781-785.
- FANCHER, B.L., JENSEN, L.S., SMITH, R.L. & HANA, W.W. 1987. Metabolizable energy content of pearl millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). *Poultry Sci.* 66(10): 1693-1696.
- FARIAS, J.M. & FAZ, C.R. 1984 El mijo perla: Un nuevo forraje para la comarca lagunera. Campo agrícola experimental de de la Laguna. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Recursos Hidráulicos, SARH, México. pp 11.
- FAO. 1976 Production yearbook. Vol. 30 FAO, Roma pp.70
- GAITAN, E., LINDSAY, R.H., REICHERT, R.D., INGBAR, S.H., COOKSEY, R.C., LLEGAN, J., MEYDRECH, E.F., HILL, J. & KUBOTA, K. 1989. Antithyroid and goitrogenic effects of millet: Role of C-glicosylflavones. *J.Clin.Endocrinol.Metab.*68:707-714.
- GANRY, F. & BIDEAU, J. 1974. Effect of nitrogenous fertilization on the yields and nutritional value of a millet. *Souma III, Agron. Trop.* 29: 1006 - 1015.
- GEORGE, B., & RADHARISHNAN, T.M. 1981. Isolation of a lectin from pearl millet (*Pennisetum thypoideum*). *Indian J. Biochem. and Biophysics.* 18:180-121.
- FULLER, H.L., POTTER, D.K. & BROWN, A.R. 1980. The feeding value of grain sorghums in relation to their tannin content. In: "Sorghum and the millets: Their composition and nutritive value" Ed. Academic Press. Ottawa, Canada.
- GOMEZ-GONZALEZ, F. 1979. Determinación de la energía metabolizable verdadera para el sorgo (*Sorghum vulgare*. Pers.) variedad "Master gold" utilizando gallos adultos de una línea comercial. Tesis. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. ITESM.
- HAHN, D.L. & ROONEY, L.W. 1986. Effect of genotype on tannins and phenols of sorghum. *Cereal. Chem.* 63(1):4-8.

- HALLEY, J.T., NELSON, T.S., KIRBY, L.K. & JOHNSON, Z.B.** 1985. Relationship between dry matter digestion and metabolizable energy. *Poultry Sci.* 64:1934-1937.
- HALLORAN, H.R.** 1980. Comparison of metabolizable energy methods on identical ingredient samples. *Poultry Sci.* 59:1552-1553.
- HAMERSTRAND, G.E., BLACK, L.T. & GLOVER, J.D.** 1981. Trypsin inhibitors in soy products: modification of the standard analytical procedure. *Cereal Chem.* 58:42-45.
- HARAGOPAL, D.** 1982. *In vitro* enzymatic of the hidrolisis of the storage proteins of italian millet, Setaria italica. M.Sc. Thesis. University of Agricultural Science, Banglore Karana, India. 70 pp.
- HEUSER, G.F.** 1955. La alimentación en avicultura. Ed. Uteha. Mexico, D.F. pp. 82-111.
- HILL, F.W. & ANDERSON, D.L.** 1957. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *J.Nutr.* 64:587-603.
- HULSE, J.H., LAING, E.M. & PEARSON, O.E.** 1980. Sorghum and the millets: Their composition and nutritive value. Ed. Academic Press, Ottawa Canada pp.25-26.
- IFON, E.T.** 1981. Bioavailability to rats of the iron contents in selected cereals and pulses. *Nutr.Rep.Intl.* 24:25-30.
- KALUZA, W.Z., Mc. GRATH, R.M., ROBERTS, T.C. & SCHRODER, H.H.** 1980. Separation of Phenolics of Sorghum bicolor (L. Moench.) grain. *J. Agric. Food Chem.* 28 (6): 1191 - 1196.
- KENNEY, M.A. & PUAR, M.** 1973. Brain lipid and cholesterol in young rats feed millet. *Fed.Proc.* 32:901.
- KIMURA, F. & MILLER, V.L.** 1957. Improved determination of chromic oxide in cow food and feces. *J. Agric. Food Chem.* 5:216.
- KLOPFENSTEIN, C.F., HOSENEY, R.C., & VARRIANO - MARSTON,** 1981. Effects of ascorbic acid in guinea pigs fed millet and sorghum grain diets. *Nutrition Rep. Intl.* 24(6): 1099 - 1107
- LAI, C.C. & VARRIANO-MARSON, E.** 1980. Lipid content and fatty acid composition of free and bound lipids in pearl millets. *Cereal Chem.* 57:271.

- LAURIN, D.E., TOUCHBURN, S.P., CHAVEZ, E.R & CHAN C.W.** 1985. Methods of measuring utilization in broilers: Effect of genetic line and presence of supplemental dietary fat. *Poultry Sci.* 64:969-978.
- LESSIRE, M., LECLERCQ, B., CONAN, L & HALLOUIS, J.M.** 1985. A methodological study of the relationship between the metabolizable energy values of two meat meals and their level of inclusion in the diet. *Poultry Sci.* 64:1721-1728.
- LIANG, G.H., OVERLEY, C.V. & CASADY, A.J.** 1969. Interrelations among agronomic characters in grain sorghum *Sorghum bicolor*. *Moench. Crop. Science.* 9:299-302.
- LUIS, E.S., SULLIVAN, T.W. & NELSON, L.A.** 1982. Nutrient composition and feeding value of proso millet, sorghum grain and corn in broiler diets. *Poultry Sci.* 61:311-320.
- LITTLE, M.T. & HILLS, F.J** 1978. *Agricultural Experimentation and Analysis.* John Wiley and Sons, Inc. USA.
- LOPEZ-DOMINGUEZ, U.** 1991. Estudio agrobiológico del mijo perla (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), como alimento para el ganado. Dr. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. UANL. Monterrey, Nuevo León, México.
- MA. MONSERRAT L.G.** 1989. Extracción, análisis cuantitativo y comparativo de compuestos fenólicos en quince variedades de mijo perla *Pennisetum americanum*. Tesis Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León. México. pp.25
- MAITI, R.K. & GOMEZ SOTO, G.** 1983. Effect of four sowing date environments on growth, development and yield potentials of 15 pearl millet cultivars (*Pennisetum americanum* L.Leeke) during autumn-winter seasons in Marín, N.L., Mexico. *J.Exp.Botany* 41(233):1-7.
- MAKOTO, K., HIDEKI, Y., TSUNEO, I., KORCHI, S. & FUMIO, I.** 1987. An alpha amylase inhibitor from cranberry bean *Phaseolus vulgaris*. Its specificity in inhibition of mammalian pancreatic alpha amylases and formation of a complex with the porcine enzyme. *J.Nutr.Sci.-Vitaminol.* 33:359-367.
- MALTON, J.P.** 1990. Improving productivity in sorghum and pearl millet in semi arid Africa. *Food.Res.Inst.* 22(1):1-43.

- MARTIN, D.W., MAYES, P.A. & RODWELL, V.W.** 1984. Bioqímica de Harper. 9a. ed., El Manual Moderno. S.A. México, D.F. pp.98-114
- MATTERSON, L.D.** 1969. Factors influencing energy utilization. Paper presented at the Institute of Animal Nutrition. Edited by R.W.Serley. University of Georgia. Athens, Georgia. p 29.
- MATHESON, N.K.** 1975 The $\alpha(1-4)$, $\alpha(1-6)$ glucans from sweet and normal corns. *Phytochemistry* 14:2017-2021.
- MAXSON, E.D. & ROONEY, L.W.** 1972. Evaluation of methods for tannin analysis in sorghum grain. *Cereal Chem.* 49:719-728.
- MITTELSTAEDT, C.W., Mc DONALD, K & TEETER, R.G.** 1990. An evaluation of the true metabolizable energy system as judge by carcass energy retention. *Poultry Sci.* 69:180 Abs.
- Mc DOWELL, L., CONRAD, J.M., THOMAS, J.E & HARRIS, L.E.** 1974. Latin American Tables of Feed Composition. University of Florida Gainesville, Florida. pp 432.
- MOHAMMAD, S. & CHERYAN, M.** 1988. Sunflower protein concentrates and isolated low in polyphenols and phytates. *J.Food.Sci.* 53(4):1127-1131.
- MONTEIRO, P.V.** 1982. Non-starchy polysaccharides of italian millet *Setaria italica*. *J.Food Sci. and Tech.* 19:208-209.
- MOSEE, J., BAUDET, J., & JEAN - CLAUDE, H.** 1989. Relationships between amino acid composition and nitrogen of foxtail (Italian) millet *Setaria italica* grain of Different varieties *J. Sci. food Agric.* 46:383 - 392.
- NAIK, M.S.** 1968. Lysine and tryptophan in protein fractions of sorghum grain. *Indian J.Genet. Pl.Breed.* 28:142-146.
- NRC** 1982. National Research Council. United States-Canadian Tables of Feed Composition. Third revision. National Academy Press. Washington D.C. pp. 122-123.
- NRC** 1984. National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry. Eight Revised Edition, National Academy Press. Washington, D.C. pp. 6.
- NIELD, E.T. & MAURICE, D.W.** 1985. Prediction of metabolizable energy from chemical composition and in vitro digestibility of energy. *Poultry Sci.* 64:153.

- OKHO, P.N., CHRISTIAN, C.N. & CHRISTOPER, O.I.** 1985. Studies on seed protein of pearl millet. I Aminoacid composition of proteins fractions of early and late maturing varieties. *J.Agric.Food.Chem.* 33:55-57.
- OLEWNIK, M.C., R.C. HOSENEY & VARRIANO-MARSON.** 1984. A procedure to produce pearl millet Rotis. *Cereal Chem.* 61(1):28-33.
- O'NEILL, C., CLARKE, G., HODGES, G., JORDAN, P., NEWMAN, R., PAN, Q-Q., LIU, F.S., GE, M., CHANG, Y.M. & TOULSON, E.** 1982. Silica fragments from millet bran in mucosa surrounding oesophageal tumors in patients in northern China. *Lancet.* 1(8283):1202-1206.
- OSAGIE, U.A. & KATES, M.** 1984. Lipids composition of millet *Pennisetum americanum* seeds. *Lipids.* 19(12):958-965.
- OSMAN, A.K.** 1983. A goitrogenic agent from millet *Pennisetum typhoideum* in Darfur province, western Sudan. *Ann. Nutr.Metab.* 27:14-18.
- OYEYIOLA, G.P.** 1991. Fermentation of millet to produce kamu a Nigerian starch-cake food. *World J. Microbiol. and Biotechnol.* 7(2):196-201.
- QURESHI, M.S.** 1967. Value of maize and bajra alone and in combination in the starting and growing rations for chicken. *Agr. Pakist.* 18:519-529.
- QURESHI, G.A., FOHLIN, L. & GERGSTROM J.** 1987. Application of High-Performance Liquid Chromatography to the determination of free amino acids in physiological fluids. *J.Chromatography* 297:91-100.
- RIVAS, C.** 1987 *Manual de Laboratorio de Fisicoquímica. Depto, Bioquímica. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo Leon, México.*
- ROBLES,R.S.** 1978. *Producción de Granos y Forrajes.* Ed. Limusa. México, D.F. pp.333-342.
- ROONEY, L.W.** 1978. Sorghum and peral millet lipids. *Cereal Chem.* 55(5):584-590
- ROSTAGNO, H.S., ROGLER, J.C.& FEATHERSON, W.R.** 1973 - Studies on the nutritional value of sorghum grain with varying tannin contents for chicks.2. Amino Acid digestibility studies. *Poultry SCI.* 52:772 - 778.

- ROSTAGNO, H.S., FEATHERSON, W.R., & ROGLER, J.C. 1973.** Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks. 1. Growth studies. *Poultry Sci.* 52: 765-772.
- SERNA-SALDIVAR, S.O., MCDONOUGH, C.M. & ROONEY L.W. 1990** The millets. Technical contribution from Texas Agric. Experim. Station, Texas A&M University.
- SHEPHERD, A.D. & WOODHEAD, H.A. 1971.** Cereal Processing. In: "Annual Report. 1971-1972". East African Industrial Research Organization. pp. 23-52.
- SIBBALD, I.R. 1976.** A Bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Sci.* 55:303-308.
- SIBBALD, I.R. & KRAMER, J.K. 1980.** The effect of the basal diet on the utilization of fat as a source of true metabolizable energy, lipid and fatty acids. *Poultry Sci.* 59:316-324.
- SIBBAD, I.R. & WOLYNETZ, M.S. 1985.** Relationships between estimates of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks: effects of feed intake and nitrogen retention. *Poultry Sci.* 64:127-138.
- SIBBAD, I.R. & WOLYNETZ, M.S. 1987.** A comparison of the amounts of energy and nitrogen voided as excreta by cockereles housed over trays or fitted with harnesses and plastic collection bags. *Poultry Sci.* 66:1987-1994.
- SINGH, P., SINGH, U., EGGUM, B.O., KUMAR, K.A & ANDREWS, D.J. 1987.** Nutritional evaluation of high protein genotypes of pearl millet *Pennisetum americanum* (L.) Leeke. 38: 41-48.
- SING, P. & GUPTA, U.P. 1982.** Fatty acid composition in pearl millet. *Milwai Newsletter.* 1:2-3.
- SMITH, J.K. 1977.** Actualidades en nutrición animal. "Asociacion Americana de Soya". Boletín Informativo No.2. p.8
- SMITH, R.L., JENSEN, L.S., HOVELAND, C.S & HANNA, W.W. 1990.** Use of pearl millet, sorghum and triticale grain in broiler diets. *Sorghum and Millets Abst.* 15(2):40

- SMIRNOVA, L.A., KHACHATUROVA, L.V., NEKRASOVA, L.V. & GRIROREYVA, M.P.** 1982. Vitamin content in groats and different cereals. *Voprosy Pitaniya* 2:62-63. (Summary).
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM** 1970. SAS User's guide. SAS, Inc. Raleigh, N.C.
- SUBRAMANIAN,V, JAMBUNATHAN, R & SURYAPRAKASH, S.** 1981. Sugar of pearl millet *Pennisetum americanum* (L.) grains. *J.Food Sci.*46:1614.
- SULLIVAN, T.W., LUIS, E.S. & NELSON,L.A.** 1981. Value of proso millet in layer diets. *Poultry Sci.* 60(7):1741. (Abstracts)
- SULLIVAN, T.W., DOUGLAS, J.H.,BOND, P.L. & ANDREWS, D.J.** 1990 Nutritional value of pearl millet in broiler diets. *Poultry Sci.* 69:132. (Abstracts).
- TITO, J.** 1985. Phenolic constituents in the leaves of Northern willows: methods for the analysis of certain phenolics. *J.Agric. Food Chem.* 33:213-217.
- UPRETY, D.C. & AUSTIN, A.** 1972. Varietal differences in the nutrient composition of improved bajra (Pearl millet) hybrids. *Bull. Grain Technol.* 10:245-249.
- YUBERO, D.I.** Estudio comparativo del sorgo *Sorghum vulgare* y del mijo *Panicum miliaceum* como sustitutivos del maíz en la alimentación del broiler. "Congreso Mundial de Alimentación Animal". Madrid, España. 2-8 de Octubre. 1966 Memorias. pp. 427-429.
- WESCHE, E.P., CUEVAS-HERNANDEZ, B., MAITI, R., RODRIGUEZ-SANDOVAL V & LOPEZ-GUTIERREZ, MA. M.** 1991. Contenido y tipos de compuestos fenolicos y almidón en granos de 15 variedades de mijo perla (*Pennisetum americanum* L., Leeke). *Publicaciones Biológicas.* 5(2):31-36.

APENDICE

ROUNDED AMOUNT	INGREDIENT NUM NAME	PERCENT OF MIX	COST/ 100LB	LOW RANGE	HIGH RANGE	REST.\$/ 100LB	INGREDIENT MIN. MAX.	RESTRICTION	NUTRIENT			
									MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM	COST
43.53	105 CORN-TAMU	62.180	4.50	4.14	10.55			1 WEIGHT	1.00	1.00	1.00	
23.43	205 SOY48 TAMU	33.472	10.92	8.29	29.11			2 POULTRY ME/LB	1350.00	1350.00	1350.00	
1.18	755 MONO-DICAL PO4	1.682	11.50		672.09			3 POULTRY ME/KG		2970.00		
1.02	720 CALCIUM CARBONAT	1.453	2.00		31.65			9 CRUDE PROTEIN	20.93	20.92		0.156
0.24	760 SALT	0.343	2.50		9177			10 DIG. PROTEIN		20.99		
0.22	400 FAT A&V BLEND	0.315	11.00		13.38			12 ARGININE	1.20	1.41		
0.17	600 VITAMINS-BROILER	0.250	45.00			0.250	0.250	13 GLYCINE		0.90		
0.11	515 MHA MET86	0.155	50.00	14.70	450.96			14 SERINE		1.27		
0.07	800 COBAN45	0.100	258.00			0.100	0.100	15 HISTIDINE		0.66		
0.04	700 TRACE MINERALS	0.050	25.00			0.050	0.050	16 ISOLEUCINE		0.89		
0.00	126 MILLET (PEARL)	0.000	4.00		4.36	-0.36	0.000	17 LYSINE	1.11	1.19		
								18 METHIONINE	0.46	0.49		
								19 CYSTINE		0.35		
70.00		\$143.59 PER TON			\$7.18 PER 100LB			20 MET - CYS	0.34	0.34		0.421
	520 LYSINE HCL 98%	120.00	12.22					21 PHENYLALANINE		1.09		
								22 TYROSINE		0.34		
								23 THERONINE	0.74	0.81		
								24 TRYPTOPHAN	0.23	0.30		
								25 VALINE		1.04		
								26 CRUDE FIBER		2.53	5.00	
								27 CRUDE FAT		3.01		
								28 DRY MATTER		88.59		
								29 ELECTROLYTES		294.47		
								30 CALCIUM	0.92	0.92	0.92	
								31 TOTAL PHOS		0.74		
								32 AVAIL-PHOS	0.46	0.46		0.551
								33 AVAIL XANTH		1.48		
								34 ASH		3.21		
								35 SODIUM	0.16	0.16	0.16	
								36 CHLORIDE		0.24		
								37 POTASSIUM		0.87		
								38 MAGNESIUM		0.15		
								39 XANTHOPHYLL		2.74		
								40 LINOLEIC ACID		1.57		
								80 ENERGY FACTOR	1.35	0.00	1.00	

FINISHED

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
0:100 DE MIJO:MAIZ.

QUANTITY	INGREDIENT	PERCENT OF MIX	COST/100LB	LOW RANGE	HIGH RANGE	REST.\$/100LB	INGREDIENT		RESTRICTION	NUTRIENT				
							MIN.	MAX.		MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM	COST	
41.64	126 MILLET (PEARL)	59.482	4.00	3.23	6.65				1	WEIGHT	1.00	1.00	1.00	
18.74	205 SOY48 TANU	26.768	10.92	8.42	999999				2	POULTRY ME/LB	1350.00	1350.00	1350.00	
6.81	400 FAT A&V BLEND	9.734	11.00	7.13	3167			10.000	3	POULTRY ME/KG		2970.01		
1.10	755 MONO-DICAL PO4	1.571	11.50	0.23	187.05				9	CRUDE PROTEIN	20.93	21.50		
1.05	720 CALCIUM CARBONAT	1.498	2.00		28.80				10	DIG. PROTEIN		12.67		
0.22	760 SALT	0.321	2.50		1647				12	ARGININE	1.20	1.36		
0.17	600 TANINS-BROILER	0.250	45.00			0.250	0.250		13	GLYCINE		0.83		
0.13	515 MHA MET86	0.191	50.00		274.14				14	SERINE		1.25		
0.07	800 COBAN45	0.100	258.00			0.100	0.100		15	HISTIDINE		0.58		
0.04	700 TRACE MINERALS	0.050	25.00			0.050	0.050		16	ISOLEUCINE		0.80		
0.02	520 LYSINE HCL 98%	0.034	120.00		195.61				17	LYSINE	17.11	1.11		1.537
0.00	105 CORN-TANU	0.000	4.50		5.09	-0.59	0.000		18	METHIONINE	0.46	0.50		
									19	CYSTINE		0.34		
									20	MET + CYS	0.84	0.84		0.595
70.00		\$142.23 PER TON			\$7.11 PER 100LB				21	PHENYLALAMINE		1.01		
									22	TYROSINE		0.70		
									23	THREONINE	0.74	0.79		
									24	TRYPTOPHAN	0.23	0.23		4.146
									25	VALINE		0.94		
									26	CRUDE FIBER		3.50	5.00	
									27	CRUDE FAT		12.37		
									28	DRY MATTER		90.41		
									29	ELECTROLYTES		248.94		
									30	CALCIUM	0.92	0.92	0.92	
									31	TOTAL PHOS		0.69		
									32	AVAIL-PHOS	0.46	0.46		0.538
									33	AVAIL XANTH		0.00		
									34	ASH		1.76		
									35	SODIUM	0.16	0.16	0.16	
									36	CHLORIDE		0.29		
									37	POTASSIUM		0.80		
									38	MAGNESIUM		0.17		
									39	XANTHOPHYLL		0.00		
									40	LINOLEIC ACID		2.61		
									80	ENERGY FACTOR	1.35	0.00	1.00	

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
100:0 de MIJO:MAIZ.

QUANTITY	INGREDIENT	PERCENT	COST/	LOW	HIGH	REST. \$/	INGREDIENT	RESTRICTION	NUTRIENT			
NUM	NAME	OF MIX	100LB	RANGE	RANGE	100LB	MIN. MAX.		MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM	COST
21.57	105 CORN-TAMU	32.249	4.50		10.55			1 WEIGHT	1.00	1.00	1.00	
20.65	126 MILLET (. EARL)	29.500	4.00				29.500 29.500	2 POULTRY ME/LB	1350.00	1350.00	1350.00	
20.58	205 SOY48 TAMU	29.397	10.92	3.84	29.11			3 POULTRY ME/KG		2970.01		
3.38	400 FAT R47 BLEND	4.829	11.00		999999			9 CRUDE PROTEIN	20.93	20.92		0.156
1.14	755 MONO-DICAL PHOS	1.635	11.50		672.10			10 DIG. PROTEIN		16.60		
1.03	720 CALC UM CARBONAT	1.476	2.00		31.65			12 ARGENTINE	1.20	1.37		
0.23	760 SALT	0.333	2.50		9177			13 GLYCINE		0.85		
0.17	600 VITAMINS-BROILER	0.250	45.00				0.250 0.250	14 SERINE		1.24		
0.13	515 MEA MET86	0.181	50.00	14.70	660.86			15 HISTIDINE		0.61		
0.07	800 COBAM45	0.100	258.00				0.100 0.100	16 ISOLEUCINE		0.83		
0.04	700 TRACE MINERALS	0.050	25.00				0.050 0.050	17 LYSINE	1.11	1.11		
								18 METHIONINE	0.46	0.50		
								19 CYSTINE		0.34		
70.00		\$141.44 PER TON			\$7.07 PER 100LB			20 MET + CYS	0.84	0.84		0.023
	520 LYSINE HCL 98%	120.00	12.22					21 PHENYLALANINE		1.04		
								22 TYR. LNE		0.76		
								23 TEREONINE	0.74	0.79		
								24 TRYPTOPHAN	0.23	0.26		
								25 VALINE		0.98		
								26 CRUDE FIBER		3.01	5.00	
								27 CRUDE FAT		7.52		
								28 DRY MATTER		89.46		
								29 ELECTROLYTES		266.91		
								30 CALCIUM	0.92	0.92	0.92	
								31 TOTAL PHOS		0.72		
								32 AVAIL-PHOS	0.46	0.46		0.5%
								33 AVAIL LANTH		0.77		
								34 ASH		2.46		
								35 SODIUM	0.16	0.16	0.16	
								36 CHLORIDE		0.26		
								37 POTASSIUM		0.82		
								38 MAGNESIUM		0.16		
								39 XANTHOPHYLL		1.42		
								40 LINOLEIC ACID		2.07		
								80 ENERGY FACTOR	1.35	0.00	1.00	

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
50:50 DE MIJO:MAIZ.

BOUNDED AMOUNT	INGREDIENT NUM	NAME	PERCENT OF MIX	COST/100LB	LOW RANGE	HIGH RANGE	REST.\$/100LB	INGREDIENT		RESTRICTION	NUTRIENT				
								MIN.	MAX.		MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM	COST	
43.53	105	CORN-TAMU	62.180	4.50	4.14	10.55				1	WEIGHT	1.00	1.00	1.00	
23.43	205	SOY48 TAMU	33.472	10.92	8.29	29.11				2	POULTRY ME/LB	1350.00	1350.00	1350.00	
1.18	755	MONO-DICAL PO4	1.682	11.50		672.09				3	POULTRY ME/KG		2970.00		
1.02	720	CALCIUM CARBONAT	1.453	2.00		31.65				9	CRUDE PROTEIN	20.93	20.92		0.156
0.24	760	SALT	0.343	2.50		9177				10	DIG. PROTEIN		20.99		
0.22	400	FAT A&V BLEND	0.315	11.00		13.38				12	ARGININE	1.20	1.41		
0.17	600	VITAMINS-BROILER	0.250	45.00			0.250	0.250	-13	13	GLYCINE		0.90		
0.11	515	MHA MET86	0.155	50.00	14.70	450.96				14	SERINE		1.27		
0.07	800	COBAN45	0.100	258.00			0.100	0.100	15	HISTIDINE			0.66		
0.04	700	TRACE MINERALS	0.050	25.00			0.050	0.050	16	ISOLEUCINE			0.89		
0.00	126	MILLET (PEARL)	0.000	4.00		4.36	-0.36		0.000	17	LYSINE	1.11	1.19		
										18	METHIONINE	0.46	0.49		
										19	CYSTINE		0.35		
70.00			\$143.59 PER TON			\$7.18 PER 100LB				20	MEP - CYS	0.84	0.84		0.423
	520	LYSINE HCL 98%		120.00	12.22					21	PHENYLALANINE		1.09		
										22	TYROSINE		0.84		
										23	THREONINE	0.74	0.81		
										24	TRYPTOPHAN	0.23	0.30		
										25	VALINE		1.04		
										26	CRUDE FIBER		2.53	5.00	
										27	CRUDE FAT		3.01		
										28	DRY MATTER		88.59		
										29	ELECTROLYTES		294.47		
										30	CALCIUM	0.92	0.92	0.92	
										31	TOTAL PHOS		0.74		
										32	AVAIL-PHOS	0.46	0.46		0.552
										33	AVAIL LAMB		1.48		
										34	ASH		3.21		
										35	SODIUM	0.16	0.16	0.16	
										36	CHLORIDE		0.24		
										37	POTASSIUM		0.87		
										38	MAGNESIUM		0.15		
										39	XANTHOPHYLL		2.74		
										40	LINOLEIC ACID		1.57		
										80	ENERGY FACTOR	1.35	0.06	1.00	

FINISHED

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
0:100 DE MIJO:MAIZ.

ROUNDED AMOUNT	INGREDIENT NUM	NAME	PERCENT OF MIX	COST/100LB	LOW RANGE	HIGH RANGE	REST.\$/100LB	INGREDIENT MIN. MAX.	RESTRICTION	NUTRIENT		
										MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM COST
32.87	105	CORN-TANU	46.961	4.50		10.55			1 WEIGHT	1.00	1.00	1.00
21.98	205	SOY48 TANU	31.400	10.92	3.84	29.11			2 POULTRY ME, LB	1350.00	1350.00	1350.00
10.50	126	MILLET (PEARL)	15.000	4.00			15.000	15.000	3 POULTRY ME/KG		2970.00	
1.83	400	FAT A&V BLEND	2.610	11.00		999999			9 CRUDE PROTEIN	20.93	20.93	0.15
1.16	755	NOMO-FICAL PO4	1.658	11.50		672.10			10 DIG. PROTEIN		18.76	
1.03	720	CALCIUM CARBONAT	1.465	2.00		31.65			12 ARGININE	1.20	1.39	
0.24	760	SALT	0.338	2.50		9177			13 GLYCINE		0.87	
0.17	600	VITAMINS-BROILER	0.250	45.00			0.250	0.250	14 SERINE		1.26	
0.12	515	MBA MET86	0.168	50.00	14.70	660.86			15 HISTIDINE		0.64	
0.07	800	COBAN45	0.100	258.00			0.100	0.100	16 ISOLEUCINE		0.86	
0.04	700	TRACE MINERALS	0.050	25.00			0.050	0.050	17 LYSINE	1.11	1.15	
									18 METHIONINE	0.46	0.50	
									19 CYSTINE		0.35	
70.00			\$142.50 PER TON			\$7.12 PER 100LB			20 MET - CYS	0.84	0.84	0.42
									21 PHENYLALANINE		1.06	
	520	LYSINE HCL 98%		120.00	12.22				22 TYROSINE		0.80	
									23 THREONINE	0.74	0.80	
									24 TRYPTOPHAN	0.23	0.28	
									25 VALINE		1.01	
									26 CRUDE FIBER		2.77	5.00
									27 CRUDE FAT		5.30	
									28 DRY MATTER		89.04	
									29 ELECTROLYTES		280.45	
									30 CALCIUM	0.92	0.92	0.92
									31 TOTAL PHOS		0.73	
									32 AVAIL-PHOS	0.46	0.46	0.59
									33 AVAIL XANTH		1.12	
									34 ASH		2.83	
									35 SODIUM	0.16	0.16	0.16
									36 CHLORIDE		0.25	
									37 POTASSIUM		0.85	
									38 MAGNESIUM		0.16	
									39 XANTHOPHYLL		2.07	
									40 LINOLEIC ACID		1.82	
									80 ENERGY FACTOR	1.35	0.00	1.00

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
25:75 DE MIJO:MAIZ.

ROUNDED AMOUNT	INGREDIENT NUM	NAME	PERCENT OF MIX	COST/100LB	LOW RANGE	HIGH RANGE	REST.S. 100LB	INGREDIENT		RESTRICTION	NUTRIENT			
								MIN.	MAX.		MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM	COST
✓ 41.64	126	MILLET (PEARL)	59.482	4.00	3.46	6.65				1 WEIGHT	1.00	1.00	1.00	
✓ 18.74	205	SOY48 TANU	26.768	10.92	8.42	32.00				2 POULTRY ME/LB	1350.00	1350.00	1350.00	
✓ 6.81	400	FAT A&V BLEND	9.734	11.00	7.24	3167		10.000		3 POULTRY ME/KG		2970.01		
✓ 1.10	755	MONO-DICAL P04	1.571	11.50	0.23	329.22				9 CRUDE PROTEIN	20.93	21.49		
✓ 1.05	720	CALCIUM CARBONATE	1.498	2.00		28.80				10 DIG. PROTEIN		12.67		
✓ 0.22	760	SALT	0.321	2.50		766.81				12 ARGININE	1.20	1.36		
✓ 0.17	600	VITAMINS-BROILER	0.250	45.00			0.250	0.250		13 GLYCINE		0.83		
✓ 0.13	515	MHA MET86	0.191	50.00		274.14				14 SERINE		1.25		
✓ 0.07	800	COBAN45	0.100	258.00			0.100	0.100		15 HISTIDINE		0.58		
✓ 0.04	700	TRACE MINERALS	0.050	25.00			0.050	0.050		16 ISOLEUCINE		0.80		
✓ 0.02	520	LYSINE HCL 98%	0.034	120.00		195.61				17 LYSINE	1.11	1.11		1.53
✓ 0.00	125	MILD 9% TANU	0.000	4.10		4.59	-0.49	0.000		18 METHIONINE	0.46	0.50		
										19 CYSTINE		0.34		
										20 MET + CYS	0.84	0.84		0.59
										21 PHENYLALANINE		1.01		
										22 TYROSINE		0.70		
										23 THREONINE	0.74	0.79		
										24 TRYPTOPHAN	0.23	0.23		4.14
										25 VALINE		0.94		
										26 CRUDE FIBER		3.50	5.00	
										27 CRUDE FAT		12.37		
										28 DRY MATTER		90.41		
										29 ELECTROLYTES		248.94		
										30 CALCIUM	0.92	0.92	0.92	
										31 TOTAL PHOS		0.69		
										32 AVAIL-PHOS	0.46	0.46		0.53
										33 AVAIL XANTH		0.00		
										34 ASH		1.76		
										35 SODIUM	0.16	0.16	0.16	
										36 CHLORIDE		0.29		
										37 POTASSIUM		0.80		
										38 MAGNESIUM		0.17		
										40 LINOLEIC ACID		2.61		
										80 ENERGY FACTOR	1.35	0.00	1.00	
70.00			\$142.23 PER TON			\$7.11 PER 100LB								

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
100:0 DE MIJO:SORGO.

QUANTITY	INGREDIENT	PERCENT OF MIX	COST/100LB	LOW RANGE	HIGH RANGE	REST.\$/100LB	INGREDIENT MIN. MAX.	RESTRICTION	NUTRIENT		
									MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM
30.80	126 MILLFT (PEARL)	44.000	4.00			44.000	44.000	1 WEIGHT	1.00	1.00	1.00
19.13	205 SOY48 TAMU	27.322	10.92	8.02	31.92			2 POULTRY ME/LB	1350.00	1350.00	1350.00
12.29	105 CORN-TAMU	17.551	4.50		7.12			3 POULTRY ME/KG		2970.01	
4.94	400 P/F A&V BLEND	7.063	11.00		999999			9 CRUDE PROTEIN	20.93	20.92	0.08
1.13	755 MONO-DICAL PO4	1.613	11.50		280.33			10 DIG. PROTEIN		14.41	
1.04	720 CALCIUM CARBONAT	1.488	2.00		30.56			12 ARGININE	1.20	1.34	
0.23	760 SALT	0.328	2.50		6691			13 GLYCINE		0.83	
0.17	600 VITAMINS-BROILER	0.250	45.00			0.250	0.250	14 SERINE		1.23	
0.14	515 MHA MET86	0.196	50.00	6.39	295.19			15 HISTIDINE		0.58	
0.07	800 COBAN45	0.100	258.00			0.100	0.100	16 ISOLEUCINE		0.80	
0.04	700 TRACE MINERALS	0.050	25.00			0.050	0.050	17 LYSINE	1.11	1.11	1.46
0.03	520 LYSINE HCL 98%	0.040	120.00	12.22	203.83			18 METHIONINE	0.46	0.50	
								19 CYSTINE		0.33	
								20 MET + CYS	0.84	0.84	0.52
70.00		\$141.24 PER TON			\$7.06 PER 100LB			21 PHENYLALANINE		1.01	
								22 TYROSINE		0.72	
								23 THREONINE	0.74	0.78	
								24 TRYPTOPHAN	0.23	0.24	
								25 VALINE		0.95	
								26 CRUDE FIBER		3.24	5.00
								27 CRUDE FAT		9.76	
								28 DRY MATTER		89.89	
								29 ELECTROLYTES		252.80	
								30 CALCIUM	0.92	0.92	0.92
								31 TOTAL PHOS		0.71	
								32 AVAIL-PHOS	0.46	0.46	0.57
								33 AVAIL XANTH		0.42	
								34 ASH		2.08	
								35 SODIUM	0.16	0.16	0.16
								36 CHLORIDE		0.28	
								37 POTASSIUM		0.80	
								38 MAGNESIUM		0.16	
								39 XANTHOPHYLL		0.77	
								40 LINOLEIC ACID		2.32	
								80 ENERGY FACTOR	1.35	0.00	1.00

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
75:25 DE MIJO:MAIZ

QUANTITY	INGREDIENT	PERCENT OF MIX	COST/100LB	LOW RANGE	HIGH RANGE	REST.\$/100LB	INGREDIENT		RESTRICTION	NUTRIENT				
							MIN.	MAX.		MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM	COST	
22.57	105 CORN-TAMU	32.249	4.50		10.55				1	WEIGHT	1.00	1.00	1.00	
20.65	126 MILLET (EARL)	29.500	4.00			29.500	29.500		2	POULTRY NE/LB	1350.00	1350.00	1350.00	
20.58	205 SOY48 TAMU	29.397	10.92	3.84	29.11				3	POULTRY NE/KG		2970.01		
3.38	400 FAT AA7 BLEND	4.829	11.00		999999				9	CRUDE PROTEIN	20.93	20.92		0.196
1.14	755 MONO-DICAL PO4	1.635	11.50		672.10				10	DIG. PROTEIN		16.60		
1.03	720 CALC UM CARBONAT	1.476	2.00		31.65				12	ARGININE	1.20	1.37		
0.23	760 SALT	0.333	2.50		9177				13	GLYCINE		0.85		
0.17	600 VITAMINS-BROILER	0.250	45.00			0.250	0.250		14	SERINE		1.24		
0.13	515 MHA NET86	0.181	50.00	14.70	660.86				15	HISTIDINE		0.61		
0.07	800 COBAN45	0.100	258.00			0.100	0.100		16	ISOLEUCINE		0.83		
0.04	700 TRACE MINERALS	0.050	25.00			0.050	0.050		17	LYSINE	1.11	1.11		
									18	METHIONINE	0.46	0.50		
									19	CYSINE		0.34		
70.00		\$141.44 PER TON			\$7.07 PER 100LB				20	MET + CYS	0.84	0.84		0.423
	52% LYSINE HCL 98%	120.00	12.22						21	PHENYLALANTINE		1.04		
									22	TYR. INE		0.76		
									23	THREONINE	0.74	0.79		
									24	TRYPTOPHAN	0.23	0.26		
									25	VALINE		0.98		
									26	CRUDE FIBER		3.01	5.00	
									27	CRUDE FAT		7.52		
									28	DRY MATTER		89.46		
									29	ELECTROLYTES		266.91		
									30	CALCIUM	0.92	0.92	0.92	
									31	TOTAL PHOS		0.72		
									32	AVAIL-PHOS	0.46	0.46		0.555
									33	AVAIL XANTH		0.77		
									34	ASH		2.46		
									35	SODIUM	0.16	0.16	0.16	
									36	CHLORIDE		0.26		
									37	POTASSIUM		0.82		
									38	MAGNESIUM		0.16		
									39	XANTHOPHYLL		1.42		
									40	LINOLEIC ACID		2.07		
									80	ENERGY FACTOR	1.35	0.00	1.00	

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
50:50 DE MIJO:MAIZ.

QUANTITY	INGREDIENT NAME	PERCENT OF MIX	COST/100LB	LOW RANGE	HIGH RANGE	REST.S. 100LB	INGREDIENT MIN. MAX.	RESTRICTION	NUTRIENT		
									MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM COST
22.67	125 NILO 9½ TAMU	32.386	4.10		6.96			1 WEIGHT	1.00	1.00	1.00
20.65	126 MILLET (PEARL)	29.500	4.00			29.500	29.500	2 POULTRY ME/LB	1350.00	1350.00	1350.00
19.96	205 SOY48 TAMU	28.508	10.92	7.83	31.67			3 POULTRY ME/KG		2970.01	
3.89	400 FAT A&V BLEND	5.551	11.00		999999			9 CRUDE PROTEIN	20.93	20.92	0.094
1.09	755 MONO-DICAL PO4	1.553	13.50		410.11			10 DIG. PROTEIN		16.18	
1.06	720 CALCIUM CARBONAT	1.508	0.00		31.24			12 ARGININE	1.20	1.34	
0.24	760 SALT	0.342	2.50		4244			13 GLYCINE		0.83	
0.17	600 VITAMINS-BROILER	0.250	45.00			0.250	0.250	14 SERINE		1.21	
0.15	515 NHA NET86	0.220	50.00	6.58	291.60			15 HISTIDINE		0.59	
0.07	800 COBAN45	0.100	258.00			0.100	0.100	16 ISOLEUCINE		0.86	
0.04	700 TRACE MINERALS	0.050	25.00			0.050	0.050	17 LYSINE	1.11	1.11	1.466
0.02	520 LYSINE HCL 98½	0.031	120.00	12.36	208.47			18 METHIONINE	0.46	0.52	
								19 CYSTINE		0.32	
								20 MET + CYS	0.84	0.84	0.522
70.00		\$139.58 PER TON		\$6.03 PER 100LB				21 PHENYLALANINE		1.04	
								22 TYROSINE		0.75	
								23 THREONINE	0.74	0.78	
								24 TRYPTOPHAN	0.23	0.24	
								25 VALINE		0.99	
								26 CRUDE FIBER		2.81	5.00
								27 CRUDE FAT		8.04	
								28 DRY MATTER		89.68	
								29 ELECTROLYTES		256.67	
								30 CALCIUM	0.92	0.92	0.92
								31 TOTAL PHOS		0.70	
								32 AVAIL-PHOS	0.46	0.46	0.588
								33 AVAIL XANTH		0.00	
								34 ASH		2.43	
								35 SODIUM	0.16	0.16	0.16
								36 CHLORIDE		0.29	
								37 POTASSIUM		0.82	
								38 MAGNESIUM		0.17	
								40 LINOLEIC ACID		1.87	
								80 ENERGY FACTOR	1.35	0.00	1.00

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
50:50 DE MIJO:SORGO.

QUANTITY	INGREDIENT NAME	PERCENT OF MIX	COST/100 LB	LOW RANGE	HIGH RANGE	REST.\$/100LB	INGREDIENT MIN. MAX.	RESTRICTION	NUTRIENT		
									MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM
30.80	126 MILLET (PEARL)	44.000	4.30			44.000	44.000	1 WEIGHT	1.00	1.00	1.00
19.02	205 SOY48 TANU	27.165	16.92	7.83	999999			2 POULTRY ME/LB	1350.00	1350.00	1350.00
12.09	125 MILO 98 TANU	17.265	4.10		6.96			3 POULTRY ME/KG		2970.01	
5.25	400 FAT A&V BLEND	7.504	11.00		999999			9 CRUDE PROTEIN	20.93	21.04	
1.10	755 MONO-DICAL PO4	1.566	11.50		410.12			10 DIG. PROTEIN		14.30	
1.05	720 CALCIUM CARBONAT	1.505	2.00		30.01			12 ARGININE	1.20	1.33	
0.23	760 SALT	0.332	2.50		4244			13 GLYCINE		0.82	
0.17	600 VITAMINS-BROILER	0.250	45.00			0.250	0.250	14 SERINE		1.22	
0.15	515 MHA NET86	0.213	50.00		291.60			15 HISTIDINE		0.57	
0.07	800 COBAN45	0.100	258.00			0.100	0.100	16 ISOLEUCINE		0.82	
0.04	520 LYSINE HCL 984	0.050	120.00		208.47			17 LYSINE	1.11	1.11	1.549
0.04	700 TRACE MINERALS	0.050	25.00			0.050	0.050	18 METHIONINE	0.46	0.51	
								19 CYSTINE		0.33	
70.00		\$140.55 PER TON		\$7.03 PER 100LB				20 MET + CYS	0.84	0.84	0.605
								21 PHENYLALANINE		1.02	
								22 TYROSINE		0.72	
								23 SERONINE	0.74	0.78	
								24 TRYPTOPHAN	0.23	0.23	4.992
								25 VALINE		0.96	
								26 CRUDE FIBER		3.14	5.00
								27 CRUDE FAT		10.08	
								28 DRY MATTER		90.02	
								29 ELECTROLYTES		249.47	
								30 CALCIUM	0.92	0.92	0.92
								31 TOTAL PHOS		0.69	
								32 AVAIL-PHOS	0.46	0.46	0.563
								33 AVAIL XANTH		0.00	
								34 ASH		2.08	
								35 SODIUM	0.16	0.16	0.16
								36 CHLORIDE		0.29	
								37 POTASSIUM		0.80	
								38 MAGNESIUM		0.17	
								40 LINOLEIC ACID		2.22	
								80 ENERGY FACTOR	1.35	0.00	1.00

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
75:25 DE MIJO:SORGO.

QUANTITY	INGREDIENT NAME	PERCENT OF MIX	COST 100LB	LOW RANGE	HIGH RANGE	REST.S. 100LB	INGREDIENT		RESTRICTION	NUTRIENT				
							MIN.	MAX.		MINIMUM	ACTUAL	MAXIMUM	COST	
33.00	125 MILO 9% TAMU	47.144	4.10		6.96				1	WEIGHT	1.00	1.00	1.00	
21.13	205 SOY48 TAMU	30.188	10.92	7.83	31.67				2	POULTRY ME./LB	1350.00	1350.00	1350.00	
10.50	126 MILLET (PEARL)	15.000	4.00			15.000	15.000		3	POULTRY ME./KG		2970.00		
2.55	400 PAT A&V BLEND	3.644	11.00		999999				9	CRUDE PROTEIN	20.93	20.92		0.094
1.08	755 MONO-DICAL PO4	1.538	11.50		410.11				10	DIG. PROTEIN		18.19		
1.06	720 CALCIUM CARBONAT	1.511	2.00		31.24				12	ARGININE	1.20	1.35		
0.25	760 SALT	0.351	2.50		4244				13	GLYCINE		0.85		
0.17	600 VITAMINS-BROILER	0.250	45.00			0.250	0.250		14	SERINE		1.22		
0.16	515 MHA MET86	0.224	50.00	6.58	291.60				15	HISTIDINE		0.60		
0.07	800 COBAN45	0.100	258.00			0.100	0.100		16	ISOLEUCINE		0.90		
0.04	700 TRACE MINERALS	0.050	25.00			0.050	0.050		17	LYSINE	1.11	1.11		1.466
0.00	520 LYSINE HCL 98%	0.000	120.00	12.36	208.47				18	METHIONINE	0.46	0.52		
									19	CYSTINE		0.32		
									20	MET + CYS	0.84	0.84		0.522
70.00		\$138.82 PER TON			\$6.94 PER 100LB				21	PHENYLALANINE		1.07		
									22	TYROSINE		0.78		
									23	THREONINE	0.74	0.79		
									24	TRYPTOPHAN	0.23	0.24		
									25	VALINE		1.03		
									26	CRUDE FIBER		2.49	5.00	
									27	CRUDE FAT		6.04		
									28	DRY MATTER		89.35		
									29	ELECTROLYTES		266.18		
									30	CALCIUM	0.92	0.92	0.92	
									31	TOTAL PHOS		0.70		
									32	AVAIL-PHOS	0.46	0.46		0.588
									33	AVAIL XANTH		0.00		
									34	ASH		2.79		
									35	SODIUM	0.16	0.16	0.16	
									36	CHLORIDE		0.29		
									37	POTASSIUM		0.85		
									38	MAGNESIUM		0.17		
									40	LINOLEIC ACID		1.53		
									80	ENERGY FACTOR	1.35	0.00	1.00	

DIETA EXPERIMENTAL PARA LA PROPORCION
25:75 DE MIJO:SORGO.

TRT=1 LEVEL=0

MIJO : MAIZ

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Error	CV
5	AVWT	5	423.1929000	464.2857000	449.7142000	6.2007145	3.0831174
	FECON	5	2.0275160	2.4582610	2.1690884	0.0808529	8.3349579
	LEG	5	0	3.0000000	1.0000000	0.5477226	122.4744871
	PCTMORT	5	0	0	0	0	.

TRT=1 LEVEL=25

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Error	CV
5	AVWT	5	439.2857000	577.1429000	510.4285800	26.2188650	11.4858703
	FECON	5	1.7846110	2.1671210	1.9783926	0.0740028	8.3645071
	LEG	5	0	1.0000000	0.4000000	0.2449490	136.9306394
	PCTMORT	5	0	0	0	0	.

TRT=1 LEVEL=50

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Error	CV
5	AVWT	5	450.0000000	545.7143000	465.1190600	16.0496334	7.3977853
	FECON	5	1.7773300	2.1067350	2.0220758	0.0729684	5.0770256
	LEG	5	0	3.0000000	1.4000000	0.5099020	81.4411018
	PCTMORT	5	0	14.2857143	2.8571429	2.8571429	223.6067977

TRT=1 LEVEL=75

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Error	CV
5	AVWT	5	451.8333000	498.5714000	466.7095000	6.4335756	4.0406385
	FECON	5	1.9247850	2.1811020	2.0693854	0.0475200	5.1347613
	LEG	5	0	1.0000000	0.4000000	0.2449490	136.9306394
	PCTMORT	5	0	14.2857143	2.8571429	2.8571429	223.6067977

Promedio del Aumento de Peso;(AVWT), Conversión Alimenticia (FECON) Perosis;(LEG), y Conversión corregida por mortalidad;(PCTMORT). en pollos alimentados con 5 diferentes proporciones de Mijo;Maíz.

LEVEL	0	=	59.482%	Mijo	Perla	+	0.000%	Maíz
LEVEL	25	=	44.000%	"	"	+	17.551%	"
LEVEL	50	=	29.500%	"	"	+	32.249%	"
LEVEL	75	=	15.000%	"	"	+	46.961%	"
LEVEL	100	=	0.000%	"	"	+	62.180%	"

TRT=1 LEVEL=100

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Error	CV
5	AVWT	5	352.8571000	534.2857000	471.7142600	23.3665470	11.0764960
	FECOR	5	1.8890370	2.1927690	2.0472324	0.0506641	5.5337274
	LEG	5	0	2.0000000	0.6000000	0.4000000	149.0711985
	PCTMORT	5	0	0	0	0	.

TRT=2 LEVEL=0

MIJO : SORGO

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Error	CV
5	AVWT	5	452.8571000	580.7143000	492.0571200	22.8758323	10.3955240
	FECOR	5	1.8335550	2.3467510	2.0805750	0.0813078	8.7384353
	LEG	5	0	1.0000000	0.8000000	0.2000000	55.9016994
	PCTMORT	5	0	0	0	0	.

TRT=2 LEVEL=25

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Error	CV
5	AVWT	5	408.5714000	470.0000000	440.5714200	12.7503477	6.9715377
	FECOR	5	1.8694900	2.6574210	2.2517878	0.1598487	15.8701777
	LEG	5	0	2.0000000	0.8000000	0.3741657	194.8825077
	PCTMORT	5	0	14.2857143	2.8571429	2.8571429	227.6067977

TRT=2 LEVEL=50

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Error	CV
5	AVWT	5	403.1429000	523.1429000	457.0571800	20.4406876	10.0002295
	FECOR	5	1.7466140	2.4045360	2.1088530	0.1170527	12.4113625
	LEG	5	0	3.0000000	1.2000000	0.4898979	91.2870929
	PCTMORT	5	0	0	0	0	.

LEVEL 0 = 59.482% Mijo Perla + 0.000% Sorgo
 LEVEL 25 = 44.000% " " + 17.265% "
 LEVEL 50 = 29.500% " " + 32.386% "
 LEVEL 75 = 15.000% " " + 47.144% "
 LEVEL 100 = 0.000% " " + 62.423% "

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: AVWT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	10306.93781102	2576.73445275	16.1	0.2108
Error	20	12011.87652768	600.59383158		
Corrected Total	24	42318.81433870			

R-Square	C.V.	Root MSE	AVWT Mean
0.243555	8.391925	40.00742220	-76.73713600

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	10306.93781102	2576.73445275	16.1	0.2108

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	10306.93781102	2576.73445275	16.1	0.2108

Análisis de Varianza para el Aumento de Peso " AVWT " en pollos alimentados con 5 diferentes proporciones de Mijo Perla:Maíz.

Pr > F = P ≤ 0.05

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: AVWT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	11956.35590191	2989.08897548	1.94	0.1423
Error	20	30751.94496262	1537.59724814		
Corrected Total	24	42708.30086453			

R-Square	C.V.	Root MSE	AVWT Mean
0.279954	8.529620	39.21220790	459.71809600

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	11956.35590191	2989.08897548	1.94	0.1423

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	11956.35590191	2989.08897548	1.94	0.1423

Análisis de Varianza para el Aumento de Peso AVWT En pollos alimentados con 5 diferentes proporciones de Mijo perla:Sorgo.

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: AVWT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	25883.89024444	2875.98780494	1.83	0.0920
Error	40	62763.82159050	1569.09553976		
Corrected Total	49	88647.71183495			
	R-Square	E.V.	Root MSE		AVWT Mean
	0.291986	8.45994	39.61181061		468.22761600

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	1	3620.59653152	3620.59653152	2.31	0.1366
LEVEL	4	3285.89929913	821.47482478	0.52	0.7190
TRT*LEVEL	4	18977.39441379	4744.34860345	3.02	0.0286

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	1	3620.59653152	3620.59653152	2.31	0.1366
LEVEL	4	3285.89929913	821.47482478	0.52	0.7190
TRT*LEVEL	4	18977.39441379	4744.34860345	3.02	0.0286

Análisis de Varianza para el Aumento de Peso AVWT en pollos alimentados con 10 diferentes dietas a base de Mijo Perla:Maíz y Mijo Perla:Sorgo.

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: AVWT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 40 MSE= 1569.096

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	35.80	37.64	38.88	39.70

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	LEVEL
A	475.50	10	25
A			
A	471.28	10	75
A			
A	471.09	10	50
A			
A	470.89	10	0
A			
A	452.38	10	100

Prueba Múltiple de Duncan para el Aumento de Peso AVWT en pollos alimentados con 10 diferentes dietas a base de Mijo Perla:Maíz y de Mijo Perla:Sorgo.

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FECON

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.10184451	0.02546113	1.15	0.3626
Error	20	0.44325980	0.02216299		
Corrected Total	24	0.54510432			

R-Square	C.V.	Root MSE	FECON Mean
0.186835	7.237997	0.14887240	2.05681752

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	0.10184451	0.02546113	1.15	0.3626

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	0.10184451	0.02546113	1.15	0.3626

Análisis de Varianza para la Conversión Alimenticia FECON en Pollos alimentados con 5 diferentes proporciones de Mijo Perla:Maíz.

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FECON

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.19085532	0.04771383	0.98	0.4426
Error	20	0.97767739	0.04888387		
Corrected Total	24	1.16853271			

R-Square	C.V.	Root MSE	FECON Mean
0.163329	10.39392	0.22109697	2.12717556

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	0.19085532	0.04771383	0.98	0.4426

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	0.19085532	0.04771383	0.98	0.4426

Análisis de Varianza para la Conversión Alimenticia. FECON En Pollos alimentados con 5 diferentes proporciones de Mijo Perla:Sorgo.

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FECON

16,0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.35457801	0.03939756	1.11	0.3787
Error	40	1.42093719	0.03552343		
Corrected Total	49	1.77551520			
	R-Square	C.V.	Root MSE	FECON Mean	
	0.199704	9.009413	0.18847660	2.09199654	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	1	0.06187817	0.06187817	1.74	0.1944
LEVEL	4	0.06358058	0.01589514	0.45	0.7756
TRT*LEVEL	4	0.22911926	0.05727982	1.61	0.1900

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	1	0.06187817	0.06187817	1.74	0.1944
LEVEL	4	0.06358058	0.01589514	0.45	0.7756
TRT*LEVEL	4	0.22911926	0.05727982	1.61	0.1900

Análisis de Varianza para la Conversión Alimenticia. FECON En Pollos alimentados con 10 dietas a base de Mijo perla:Maíz y Mijo perla:Sorgo

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: FECON

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 40 MSE= 0.035523

Number of Means 2 3 4 5
Critical Range 0.170 0.179 0.186 0.189

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	LEVEL
A	2.1248	10	0
A			
A	2.1202	10	100
A			
A	2.1150	10	25
A			
A	2.0645	10	50
A			
A	2.0355	10	75

Prueba Múltiple de Duncan para la Conversión Alimenticia. FECON en pollos alimentados con 10 diferentes dietas a base de Mijo - perla:Maíz y Mijo perla:Sorgo.

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LEG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	3.76000000	0.94000000	1.12	0.3754
Error	20	16.80000000	0.84000000		
Corrected Total	24	20.56000000			

R-Square	C.V.	Root MSE	LEG Mean
0.182379	120.5941	0.91651514	6.76000000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	3.76000000	0.94000000	1.12	0.3754

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	3.76000000	0.94000000	1.12	0.3754

Análisis de Varianza para la " PEROSIS " en pollos alimentados con 5 diferentes proporciones de Mijo Perla:Maíz.

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LEG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.96000000	0.24000000	0.29	0.8792
Error	20	16.40000000	0.82000000		
Corrected Total	24	17.36000000			

R-Square	C.V.	Root M.E.	LEG Mean
0.055300	107.8022	0.90553851	0.84000000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	0.96000000	0.24000000	0.29	0.8792

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LEVEL	4	0.96000000	0.24000000	0.29	0.8792

Análisis de Varianza para la " PEROSIS " en pollos alimentados con 5 diferentes proporciones de Mijo Perla:Sorgo.

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LEG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	4.80000000	0.80000000	0.64	0.7541
Error	49	57.20000000	0.83000000		
Corrected Total	49	52.00000000			
	R-Square	C.V.	Root SE		LEG Mean
	0.126316	113.8894	0.9114336		1.20000000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	1	0.08000000	0.08000000	0.10	0.7578
LEVEL	4	3.80000000	0.95000000	1.14	0.3496
TRT*LEVEL	4	0.92000000	0.23000000	0.28	0.8910

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	1	0.08000000	0.08000000	0.10	0.7578
LEVEL	4	3.80000000	0.95000000	1.14	0.3496
TRT*LEVEL	4	0.92000000	0.23000000	0.28	0.8910

Análisis de Varianza para la " PEROSIS " en pollos alimentados con 10 diferentes dietas a base de Mijo Perla:Maíz y de Mijo Perla:Sorgo.

General Linear Model's Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: LEB

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 40 MSE= 0.83

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	0.823	0.866	0.894	0.913

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	LEVEL
A	1.300	10	50
A			
A	0.900	10	0
A			
A	0.600	10	25
A			
A	0.600	10	75
A			
A	0.600	10	100

Prueba Múltiple de Duncan para la " PEROSIS " en pollos alimentados con 10 diferentes dietas a base de Mijo Perla:Maíz y de Mijo Perla:Sorgo.

