ENERGIA METABOLIZABLE VERDADERA DE ALGUNAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA ALIMENTACION DE AVES EN EL ECUADOR

TESIS

Presentada al Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias

Iniversidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario

Por

LINO GERMAN PAVON A.

Como requisito parcial para optar al título de

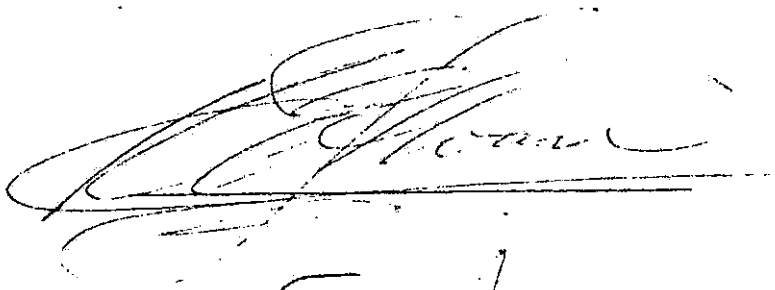
MAGISTER SCIENTIAE

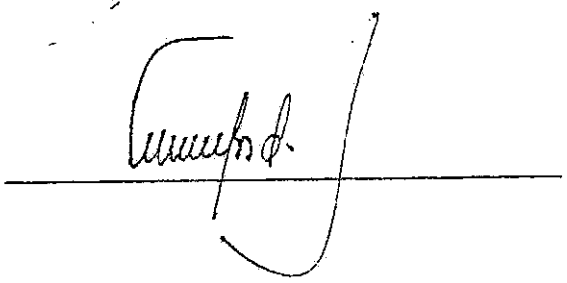
Bogotá, Colombia

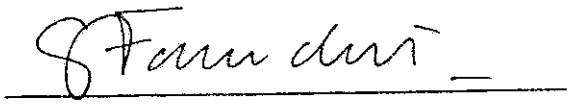
1982

TESIS APROBADA POR

COMITE CONSEJERO:

HECTOR ALVAREZ G. M.S. 

ALBERTO MONCADA B. M.S. 

GERMAN AFANADOR T. M.S. 

El Presidente de Tesis y el Consejo Examinador, no serán responsables de las ideas emitidas por el candidato (Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional de Colombia.)

AGRADECIMIENTOS

En especial al doctor Germán Afanador T., por su permanente ayuda y estímulo en la realización del trabajo.

A los doctores Héctor Alvarez G. y Alberto Moncada B., por su amplia colaboración como consejeros.

A la doctora María Luz Cortez, por su apoyo en la revisión bibliográfica.

A todos los funcionarios del Laboratorio de Nutrición Animal, por la facilidad que me brindaron en la realización de los análisis, en especial a la doctora Aurora Cuesta y a la señorita Mercedes Rocha.

A la CIA. LTDA. APAP. HNOS., por obsequiar gentilmente las materias primas.

DEDICO:

A mis padres

A mi esposa e hijo

A mis hermanos

CONTENIDO

		PAGINA
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION DE LITERATURA	3
3.	MATERIALES Y METODOS	27
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	32
5.	CONCLUSIONES	51
6.	RESUMEN	53
7.	SUMMARY	56
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	58

LISTA DE TABLAS

TABLA No.		PAGINA
1	Análisis proximal de las materias primas[1]	28
2	Correlación entre las variables en el ave control	33
3	Correlación entre las variables en el ave alimentada	46
4	Regresiones estimadas en el ave control y alimentada	34
5	Valores de energía metabolizable de las materias primas analizadas (Kcal/Kg).	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.		PAGINA
1	Efecto del peso corporal (X) sobre la energía bruta de la excreta (Y) en el ave control	36
2	Efecto de los g. de excreta (X) sobre la pérdida de peso (Y) en el ave control	37
3	Efecto del tiempo de recolección (X) sobre la pérdida de peso (Y) en el ave control	38
4	Efecto del tiempo de recolección (X) sobre la excreta (Y) en el ave alimentada	41
5	Efecto de la excreta (X) sobre la energía bruta de la excreta (Y) del ave alimentada	42
6	Efecto de la fibra bruta del alimento (X) sobre la excreta del ave alimentada (Y)	43
7	Efecto del tiempo de recolección (X) sobre la pérdida de peso (Y) del ave alimentada	44
8	Efecto de la fibra cruda del alimento (X) sobre los valores de energía metabolizable verdadera (E.M.V.) por MUZTAR (Y)	49

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.		PAGINA
9	Efecto de la fibra cruda del alimento (X) sobre los valores de energía metabolizable verdadera (E.M.V.) por SIBBALD (Y)	50

1. INTRODUCCION

Cuando la dieta alimenticia contiene, la proporción exacta de energía para producir un crecimiento óptimo, una producción deseada, o un mantenimiento acorde con las exigencias del medio ambiente, se dice que la eficiencia energética es positiva. Para lograr este objetivo los nutricionistas tratan de basarse en el conocimiento preciso de los valores energéticos aportados por cada materia prima.

El punto de vista económico es muy exigente en la industria avícola, debido a que tiene características de ser exclusivamente intensiva, por lo tanto, una estimación errónea del valor calórico en una mezcla alimenticia puede ocasionar reducciones significantes en los ingresos. Es así como los investigadores estudian cada vez más métodos rápidos, económicos y de fácil aplicación, con el fín de evaluar energéticamente las materias primas; no obstante, todavía no han podido aclarar por completo cuál es el método que independiente de la técnica de procedimiento proporcione datos de energía más cercanos a la realidad.

Para el conocimiento de la energía metabolizable verdadera (E.M.V), Sibbald, (1976), presentó un método que más se acerca a las consideraciones deseadas, proporcionando resultados satisfactorios.

En la República del Ecuador, existe poca información sobre valores

de energía metabolizable de ingredientes utilizados en la formulación de dietas para aves, lo que obliga a los formuladores de alimentos a utilizar datos obtenidos en otros países, con lo cual corren el riesgo de elaborar mezclas desbalanceadas y más costosas. Por esta razón fue necesario realizar un experimento para evaluar materias primas ecuatorianas y así obtener valores más adaptados al lugar donde van a ser utilizados.

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes: primero, determinar energía metabolizable verdadera de materias primas utilizadas en la formulación de dietas para aves; segundo, colaborar en algo con el esclarecimiento de algunas incognitas inherentes al método propuesto por Sibbald (1976).

2. REVISION DE LITERATURA

El sistema de energía metabolizable aparente (E.M.A.) para aves obtenida de los trabajos de Hill y Anderson (1958), ha sido ampliamente usado y aceptado como una base confiable para la formulación de dietas, este sistema produce valores que son más correctamente definidos como aparentes, al no tener en cuenta para su determinación las pérdidas de energía fecal metabólica (EFm), y urinaria endógena (EUe) (Sibbald, 1975, 1976, 1977; Farrell, 1978).

No obstante, este método ha jugado un papel importante en el desarrollo de la nutrición avícola, sin embargo persisten para su utilización algunas variaciones, que podrían ser originadas por factores como el nivel de ingestión. Al respecto, Guillaume y Summers (1970), en gallos adultos observaron que un nivel de consumo por debajo de 40 g. (requerimiento de mantenimiento), tiene un efecto marcado sobre los valores de E.M.A.

Sibbald (1975), confirmó esta hipótesis en trigo entero y demostró que el contenido de E.M.A. del grano, variaba con el consumo de alimento; más tarde, Sibbald y Price (1976), observaron que ante una dieta poco palatable, el nivel de ingestión disminuye afectando los valores de E.M.A.

Farrell (1978), demostró que la variación en la composición química de varias muestras de un mismo ingrediente afectaba los contenidos de energía metabolizable, particularmente en harinas de carne y hueso, pescado y semillas de oleaginosas; y ciertas sustancias comunes en los ingredientes, como el gosipol, taninos y polisacáridos (Vohra, 1966; Kohler y Kuzmicky, 1970), así como el reemplazo de calorías provenientes de carbohidratos por calorías de orígen graso (Dale y Fuller, 1979), la interacción de los lípidos con otros componentes de la dieta (Sibbald y Kramer, 1977) y el contenido de proteína en una dieta o ingrediente (Sibbald y Slinger, 1962), limitan la utilización de los valores de E.M.A.

Otros factores retrospectivamente analizados por la literatura que producen cambios, en los valores de E.M.A. son: La especie (Sugden, 1974), la línea (Hochtetler y Scott, 1975), el acostumbramiento de la dieta (Lodhi et. al., 1969), la humedad y proceso de peletización (Summers et. al., 1968), el nivel de inclusión del ingrediente bajo prueba (Guirguis, 1976; Farrell, 1978), la duración del período de recolección de la excreta (Sibbald y Price, 1975), y el sexo (Guirguis, 1976).

Carew (1973) afirmó además que con este método se incrementa la necesidad de análisis de laboratorio como también de equipos sofisticados, lo que provoca amplia variación en los porcentajes de óxido de cromo en la dieta y en la excreta entre diferentes laboratorios.

Farrell (1979), observó que las propiedades electrostáticas de óxido de cromo, varían también los resultados de energía metabolizable.

Una tendencia del método es subestimar los valores de energía metabolizable de un ingrediente alimenticio (Vohra, 1972; Farrell, 1978); Sibbald (1977), argumentó que los altos costos del ensayo, las elevadas cantidades del material bajo prueba y los amplios períodos necesarios para obtener los resultados son restrictivos en la utilización del sistema. Actualmente se utilizan dos métodos para determinar rápidamente el contenido de energía metabolizable de los alimentos en aves: el método de energía metabolizable verdadera (E.M.V.), creado por Sibbald (1976); el otro ideado por Farrell (1978), toma como base los alineamientos del anterior y expresa los valores en términos de energía metabolizable aparente (E.M.A.).

Sibbald (1976) propuso la siguiente ecuación para obtener los valores de E.M.V. de un ingrediente, probando la hipótesis de que para cada alimento hay una relación lineal, entre la energía perdida en la excreta sobre el alimento consumido:

$$\text{E.M.V.} \quad (\text{Kcal/g}) = \frac{(\text{G.Ef} \times \text{X}) - (\text{Yef} - \text{Yec})}{\text{X}}$$

Donde:

G.Ef = Energía bruta del alimento (Kcal/g).

Yef = Energía evacuada en la excreta por el ave alimentada.

Yec = Energía evacuada en la excreta por ave no alimentada

X = Peso del alimento consumido en gramos.

También explica que Ye (Energía excretada) es una función de X (nivel de consumo), entonces E.M.V. es independiente de X.

Los bioensayos para evaluar E.M.V. involucran la colocación de cantidades conocidas del alimento en el buche de gallos adultos; Sibbald (1976), durante los ensayos observó que grandes cantidades de alimento incrementaron la incidencia de regurgitación. Sin embargo, los efectos del error experimental fueron inversamente proporcionales a la cantidad de alimento administrado. Concluye que el nivel de consumo depende de la naturaleza del alimento y el tamaño del ave. Para gallos adultos considera un nivel de consumo óptimo de 20-25 g.; lo cual está cerca del 1% del peso corporal. Estudios de Guillaume y Summers (1970), demostraron claramente que era necesario un mínimo de ingestión diaria para medir la energía metabolizable.

El método Farrell (1978), se basa en el acostumbramiento de gallos adultos a comer de 80-110 g. de un alimento peletizado al frío en el lapso de una hora, siguiendo un régimen de 32 horas de ayuno más un período de 32 horas para recolectar las excretas. La asunción principal de estos dos métodos es que la pérdida de energía en la excreta está relacionada directamente con la energía ingerida con el alimento.

Sibbald (1977), afirma que al hacer el cálculo de valores de energía metabolizable aparente (E.M.A.), asume que la energía excretada en las heces y orinas provienen directamente del alimento, pero ésto es incorrecto, ya que las excretas están compuestas de residuos de alimento no absorvido, más productos metabólicos tales como: bilis, jugos digestivos y células que recubren el tracto digestivo, la energía de estos productos es la energía fecal metabólica (EFm). La orina contiene además algunos compuestos obtenidos directamente del alimento, más productos de degradación tisular producidos durante el metabolismo basal, ésto representa la energía urinaria endógena (EUe); continúa diciendo el investigador, que cuando se corrige la E.M.A. para estas pérdidas se obtiene E.M.V. postula lo siguiente:

E.M.A. = Energía del alimento - energía de la excreta - (EFm - EUe)

EM.V. = E.M.A. + EFm + EUe

Donde:

E.M.A. = Energía metabolizable aparente

E.M.V. = Energía metabolizable verdadera

EFm. = Energía fecal metabólica

EUe. = Energía urinaria endógena

aunque la corrección para EFm y EUe es muy pequeña, es importante porque remueve muchas de las variaciones asociadas con los valores de E.M.A.

El ensayo para evaluar E.M.V. requiere para cada ave, las pérdidas de EFm + EUe empleando para su efecto un ave control, ya que las variaciones en los valores de éstas pérdidas pueden reflejar diferencias en condiciones experimentales; la confianza al establecer un valor previo de éstas puede llevar a datos erróneos de E.M.V. y el uso de factores preestablecidos ampliamente divergentes podrían cambiar los valores de energía metabolizable verdadera, (Muztar y Slinger, 1981).

El ayuno es el método más ampliamente usado y recomendado por Sibbald (1976), para medir EFm + EUe; sin embargo, las mismas aves en ayuno evacuan cantidades variables de energía fecal metabólica y endógena en la excreta, valores que oscilan desde 32,5 a 82 KJ/ave/día (Farrell, 1978), y desde 25 a 69 KJ/ave/día según Sibbald y Price (1978); Guillaume y Summers (1970), observan valores promedio de 21,7 KJ/Kg/día; estas diferencias aparentemente no están asociadas con el peso del ave (Farrell, 1978; Muztar y Slinger, 1980); aunque, Shires y colaboradores, (1979) encontraron que la energía fecal metabólica más la energía urinaria endógena, variaba de acuerdo al peso corporal.

Sibbald y Price (1978), al medir la pérdida de EFm + EUe en 300 gallos adultos White Leghorn durante un período de 24 horas previó un tiempo similar de ayuno; estimaron que solamente el 23% de la variación fué explicado por diferencias en el peso corporal y cambio de peso, concluyeron que hay mucha variación en las pérdidas de EFm + UEe y

es necesario medirlas directamente en cada ensayo.

Los mismos investigadores (1980), confirmaron que la corrección para pérdidas de EFm + EUe podría no ser satisfactoria a causa de la baja correlación entre el peso corporal y las perdidas de energía fecal metabólica y energía urinaria endógena, igualmente observan que la excreta evacuada en el período de 0 a 24 horas es invariablemente mayor que en uno de 24 a 48 horas, éstos resultados concuerdan con los de Sibbald (1976, 1980).

Utilizando gallos adultos en ayuno Farrell y Swain (1977), demostraron que la temperatura ambiental y la adaptación a ésta, tiene efecto sobre la pérdida de EFm + EUe ; al respecto Dale y Fuller (1981), observaron diferencias en la pérdida de energía fecal metabólica y urinaria endógena, utilizando aves en ayuno con variaciones estacionales de temperatura ambiental; en invierno a una temperatura de 5°C las pérdidas fueron de 133,9 KJ/48 horas bajando a 75,3 KJ/48 horas en verano a una temperatura de 30°C.

Shires y colaboradores, (1980), afirmaron que la variación atribuída a la edad de las aves en la corrección de la E.M.A., para pérdidas de EFm y EUe disminuyeron; además explican que se mantuvo una relación lineal entre altos niveles de ingestión y pérdidas de energía en la excreta utilizando harina de alfalfa.

Miski y colaboradores (1981), demostraron que el sexo de los pollos broiler entre 18 y 107 días de edad, no afectó la pérdida de EFm + EUe. Sin embargo, el promedio de estas pérdidas expresada como WKg. $^{.}75$ fué influenciada por la edad; además, indican que las pérdidas de EFm + EUe disminuyeron progresivamente conforme aumenta la edad de las aves, de 18 a 77 días, para posteriormente estabilizarse en un mínimo entre 77 y 107 días de edad. En los gallos White Lehhorn de 122 días, las pérdidas de EFm + EUe son significativamente más altos que para los pollos de 107 días; tales variaciones en aves adultas de igual o diferente raza y sexo, son atribuídas principalmente a diferencias en la composición de su cuerpo y a las necesidades energéticas para mantener el metabolismo basal.

Pym y Farrell (1977), acorde con lo anterior sostienen que la línea del ave causan variación en la pérdida de energía fecal metabólica y urinaria endógena.

Sibbald (1976), plantea ecuaciones de regresión entre la pérdida de energía en la excreta (Ye) y el alimento ingerido (X), en donde el valor del intercepto es 9,84 Kcal. aproximadamente y observa que los coeficientes de regresión aumentaban con la cantidad del "material indigestible", además explica que para todos los alimentos estudiados existió la linearidad entre (Ye) y (X); así mismo demostró que los coeficientes de correlación para todos los ingredientes excepto para la glucosa fueron altamente significativos ($P < .01$).

Tenesaca (1978), determinó que la influencia de un material totalmente indigestible (gel de sílice) sobre la pérdida de EFm + EUe a diferentes niveles utilizando gallos pequeños como White Leghorn, los resultados confirmaron que la pérdida de energía fecal metabólica y urinaria endógena aumentaba con el incremento del nivel de ingestión del material indigestible.

Shires y colaboradores (1979), observaron que las pérdidas de energía en la excreta tanto en aves alimentadas o en ayunas, estaban relacionadas directamente con la previa ingestión de proteína, no así con la ingestión de celulosa a niveles de 0, 7,5 y 15%.

Sibbald (1980), estudió los efectos de materiales inertes (celulosa y arena) relacionados con la pérdida de excresiones metabólicas y endógenas, con previo ayuno de 24 horas y luego forzados a comer 25 g. del material a estudiarse; concluyó que la celulosa y arena a diferentes niveles no afectan las pérdidas de EFm + EUe, en gallos Leghorn.

Sibbald (1981), investigó la relación de materiales inertes como la celulosa (carboximetil celulosa) y aserrín en diferentes niveles y períodos de recolección sobre las excreciones metabólicas endógenas y demostró que los coeficientes de regresión lineal no fueron diferentes a (P .05) lo que indica que las pérdidas de energía fecal metabólica y urinaria endógena no aumentaron ni decrecieron cuando se administró celulosa o el aserrín.

No obstante, Tenesaca y colaboradores (1981), demostraron lo contrario al decir, que la energía de excresión aumenta linealmente con el incremento del material indigestible; la ecuación para la energía excretada (Kcal/24 horas) es = 9,87 + (.47 x g. GS), describe el efecto del gel sílice.

En resumen la incognita de si la naturaleza del alimento tiene influencia sobre las pérdidas de EFm y EUe es discutible y ciertas evidencias a veces son contradictorias (Shires y colaboradores, Robblee, Hardin y Clandinin, 1979).

Recientemente Farrell (1981), presentó datos que demostraron la influencia de la fibra detergente neutra (FDN) de la dieta sobre las pérdidas de energía en las heces, observó que los valores de intercepto son heterogéneos para un grupo de alimentos probados; los ingredientes con un porcentaje de F.D.N. alrededor del 12% alcanzaron valores de EFm y EUe de 21 Kcal en 32 horas.

El método de energía metabolizable verdadera (E.M.V.) conlleva el uso de aves en ayuno. Para vaciar el tracto digestivo, inicialmente Sibbald (1976) recomienda 21 horas de ayuno como suficientes; Sibbald (1976) sin embargo, observó que no hubo efectos significantes con la prolongación de períodos de ayuno que fluctuaban entre 24 y 96 horas sobre los valores de energía metabolizable verdadera (E.M.V.); no obstante, como la EFm y EUe decrecen con la duración del ayuno al igual

que el peso corporal, las aves control no alimentadas y las alimentadas deben tener el mismo período de ayuno. El mismo autor, dice que en 18 horas se puede lograr el vaciado del tracto digestivo, pero períodos de 24 horas son preferibles. (Sibbald, 1977).

Otra alternativa para determinar la E.M.V. de algunos alimentos y materias primas, es la que hace referencia al empleo de gallos adultos, los cuales pueden ser más convenientes que otras clases de aves, ya que pueden ser usados en una serie de ensayos, están más próximos al equilibrio metabólico y tienen una mayor capacidad para soportar dietas desequilibradas (Sibbald y Price, 1975). Farrell (1979), explica que los gallos adultos tienen un crecimiento completo y un pequeño depósito de tejidos protéicos, por lo cual es innecesario corregir los valores de energía metabolizable para equilibrio de nitrógeno.

Sibbald (1976, 1978), al estudiar la dependencia de la E.M.V. a las características del ave como raza y edad, observó que había una diferencia significativa ($P < .01$) a favor de pavas en postura que en gallinas reproductoras de carne, pero no encontró diferencias de valores entre gallos adultos comparados con gallinas en postura, gallinas reproductoras de carne, pavas adultas y pollos; estos resultados muestran que se pueden usar los valores de E.M.V. obtenida con gallos adultos en la formulación de dietas para ponedoras y pollos.

Muztar y colaboradores (1979), afirman que los contenidos de E.M.V.

obtenidos con aves de 10 meses de edad, no fueron significativamente diferentes de aquellos determinados con las mismas aves a la edad de 2 años. Shires et. al., (1980), confirma estos resultados al encontrar que los valores de E.M.V. con gallos adultos, no diferían de los obtenidos con pollos en crecimiento.

Sibbald (1977), argumenta que los componentes de una dieta alimenticia pueden interactuar, dando valores de energía metabolizable verdadera diferentes a los calculados individualmente. Es importante determinar por lo tanto si el contenido de nutrientes obtenidos con aplicación en un ensayo son aditivos (Sibbald, 1977), para ello realizó un experimento con cinco ingredientes y diez dietas preparadas con ellos, observó que no hubo diferencias significativas entre los valores calculados y observados.

El efecto del peletizado al frío (Sibbald, 1976), incrementa la energía metabolizable verdadera en 3,5% en el trigo, 0,9% en la cebada, pero decrece en la avena en 3,5%, siendo mayor el efecto en la avena con cáscara. Al estudiar el efecto del peletizado al vapor con los valores de energía metabolizable verdadera, encontró que no hubo diferencias antes o después de la peletización, este proceso no mejoró además la energía metabolizable verdadera de las dietas bajas en fibra y libres de depresantes termolábiles del crecimiento. (Sibbald, 1977).

Chami y colaboradores (1980), observaron que sustancias tóxicas

como el ácido tánico y el gosipol adicionados (1,0 - 0,5% respectivamente) al maíz y harina de soya, reducen los contenidos de E.M.A. y E.M.V.

Sibbald (1977), observa que el error estandar promedio de los valores de energía metabolizable verdadera, tendió a decrecer cuando el nivel de consumo se incrementó; surge la pregunta si las aves son capaces o no de retener suficiente N de cantidades relativamente pequeñas de alimento (20-35 g.) empleadas en el método de E.M.V., para balancear la pérdida de N durante el período de ayuno, (Muztar y Slinger, 1981).

Una de las principales consideraciones en la evaluación de los valores de energía metabolizable verdadera (EMV), es la duración del período de recolección de heces en los diferentes alimentos para aves.

Sibbald (1976), recomienda la recolección de excretas 24 horas después de haber suministrado el ingrediente a estudiar; sin embargo, existen abundantes evidencias que se requieren períodos de recolección mayores (Muztar y Slinger, 1979, 1980, 1981; Sibbald, 1979, 1980; Farrell, 1978, 1980), en una amplia variedad de muestras.

Sibbald (1979), afirmó que los residuos de alfalfa deshidratada y harina de pescado, requirieron más de 24 horas para poder ser evacuados completamente del canal alimenticio. El mismo investigador (1980), re-

portó que los valores de E.M.V. para la avena fueron significativamente más bajos cuando la excreta se recolectó después de 48 horas de haber alimentado el ave, que cuando se recolectó a las 24 horas. Muztar y Slinger (1980), demostraron que 36 horas después de haber suministrado 33 g. de 3 diferentes alimentos, se encontró de 1 a 5 g. de residuos en base seca a nivel de la molleja y aproximadamente 0,5 g. en el resto del tracto digestivo.

Chami y colaboradores (1980), confirmaron que los valores de E.M.V. depende del período de recolección y es así como los recolectados a las 24 horas fueron significativamente más altos que aquellos de recolección en 48 horas, para granos de cervecería, harina de soya, y granos de cereales forrajeros; éstos resultados están de acuerdo con los de Jones y Sibbald (1979), donde demostraron que al prolongar el período de recolección de la excreta a 48 horas causó algunos cambios en el promedio de los valores de E.M.V. en once productos.

Sibbald (1980), al estudiar la tasa de pasaje de los residuos alimenticios de varias materias primas, encontró que en algunos casos era necesario recolectar las excretas 52 horas después de suministrado el alimento; sin embargo, Farrell (1981), critica esta afirmación aduciendo que duranre las últimas horas de recolección, los residuos pueden ser de orígen endógeno y no alimenticio. El concepto de utilizar períodos de recolección de 24 o 48 horas para determinar energía metabolizable verdadera, es cuestionable sostienen Chamí y colaboradores (1980).

Muztar y Slinger (1981), argumentaron que una de las principales causas de error en el método de E.M.V. es la imposibilidad de las aves para eliminar completamente residuos alimenticios entre las 24 o 36 horas siguientes al consumo del alimento.

Kessler y Thomas (1978), estudiaron el efecto del pretratamiento de dietas de baja energía - alta fibra y alta energía - baja fibra durante cinco días previo al ensayo sobre los valores de energía metabolizable verdadera y observaron que no hubo ningún efecto significativo. Shires y colaboradores (1979), igualmente realizaron un experimento con gallos adultos White Leghorn para determinar el efecto de ingestión de proteína, celulosa purificada, duración del período de ayuno previo al ensayo sobre los valores de E.M.V. y observaron que los niveles de 10, 20 y 30% de proteína o de 0, 7,5 y 15% de celulosa suplementada en diferentes distribuciones de peso corporal no tuvieron efectos significativos (P .05) sobre los contenidos de E.M.V. del maíz. El período de ayuno de 12 horas antes de la alimentación mostró una disminución significativa (P .05) del 4% en los valores de E.M.V. del maíz, mientras que períodos de 24 horas a 48 horas no tuvieron efectos significantes.

Sibbald (1980), también sostiene que la E.M.V. de dietas comerciales y maíz suplementado, no fueron alterados cuando se sobreadicionó celulosa, lo cual indica que la celulosa contiene energía no disponible y además no tiene efecto sobre la energía contenida en dietas comerciales

a base de maíz. Sin embargo, Tenesaca y Sell (1981), demostraron lo contrario al decir que un material indigestible al pasar a través del tracto gastrointestinal, altera la pérdida de energía metabólica + endógena y consecuentemente cambia los valores de E.M.V. del alimento con el cual es mezclado.

Muztar y colaboradores (1981), determinó la variación de los contenidos de energía metabolizable verdadera (E.M.V.) entre dos laboratorios, utilizando muestras de harina de soya, maíz y una dieta comercial de postura, solas o mezclados con una dieta basal y observó que el rango de variación estaba entre el 6 y 9%; estos resultados indican la necesidad de verificar la reproductividad de los valores entre laboratorios antes de ser aplicados a la práctica.

Sibbald y Price (1977), fueron los primeros en estudiar el efecto de las grasas relacionado con los valores de energía metabolizable verdadera (E.M.V.), y afirmaron que el nivel de inclusión de sebo de ganado y aceite de soya en la dieta, afecta los contenidos de E.M.V. más aún, cuando los niveles de calcio aumentaban en la dieta basal.

Sibbald y Kramer (1977), al medir la E.M.V. de varios materiales grasos, constataron que algunas grasas tenían valores de E.M.V. superiores a los obtenidos en la energía bruta, lo cual sugiere que las grasas podrían interactuar y permitir un incremento en la utilización de energía de otros componentes de la dieta. También observan que los va-

lores de algunas mezclas de grasas eran superiores a la suma de los valores de E.M.V. de sus componentes individuales, causa que posiblemente sea originada por los bajos niveles de ácidos grasos saturados o a los altos niveles de ácido dienoíco;y concluyeron que la localización del ácido graso en la molécula de glicerol afecta el valor de E.M.V.

Sibbald y Kramer (1978), estudiaron el efecto de la dieta basal sobre el contenido de energía metabolizable del sebo de ganado, utilizando cuatro niveles de inclusión (0, 5, 10, 15%). El cálculo de E.M.V. del sebo se realizó por diferencia, observando que este valor varía con el nivel de inclusión en la dieta basal ($P < .01$) así como también, de acuerdo a la dieta con la cual fué mezclado y concluyeron que hubo una relación lineal significativa entre el valor de E.M.V. del sebo y la cantidad de fosfolípidos y ácido linoléico por unidad de peso de la grasa dietética.

Sibbald (1978), determinó la relación de la grasa de una ración alimenticia con el contenido de E.M.V. en una mezcla de dos grasas. Cuando el aceite de soya es adicionado en reemplazo de sebo en una pequeña proporción de 2 partes de aceite de soya y 98 de sebo, encontró un incremento de E.M.V. del sebo; igualmente el valor de la mezcla fué mayor a la suma de las partes individuales, cuando se mezcló manteca de cerdo con sebo los valores de E.M.V. fueron aditivos.

Halloran y Sibbald (1979), evaluaron la inclusión de grasa en 4 ni-

veles (0, 5, 10, 15%), y constataron que, el nivel de inclusión tenía un efecto variable sobre los contenidos de E.M.V. de las grasas, pero que este efecto variaba de acuerdo al tipo de grasa; también demostraron que la E.M.V., al 5% de inclusión es mayor que su respectiva energía bruta.

Sibbald y Kramer (1980), al estudiar el efecto del sebo de ganado en gallos adultos con un ayuno de 24 horas antes de suministrarles 30 g. de una mezcla de dieta basal, más diferentes niveles de sebo de ganado (0, 1,5, 3.0, 4.5 g.) encontraron, que el valor de energía metabolizable verdadera del sebo variaba entre las dietas basales y el nivel inclusión en la dieta.

Mateos y Sell (1980), dieron valores de E.M.V. y E.M.A. corregida para nitrógeno (EMAn) de 11,567 y 9,367 Kcal/Kg. respectivamente cuando el nivel de inclusión de la grasa amarilla fué de 3%, bajando a 8,907 y 8,653 kcal/kg. respectivamente cuando la grasa amarilla constituyó el 15% de la ración; la variación en la composición de ácidos grasos en el total de la grasa dietética, asociado a cambios en los valores de E.M.V. y E.M.An. de la grasa amarilla son discutibles y sugieren que es necesario más investigaciones destinadas a detectar los efectos de la interacción entre grasas suplementadas, carbohidratos y componentes proteícos en raciones para aves.

Muztar y colaboradores (1981), utilizando tres sistemas diferen-

tes para determinar energía metabolizable, observaron un sinergismo positivo entre dos fuentes diferentes de grasas y además constataron un incremento de los valores observados sobre los calculados de 3.94, 5.26, 5.72% para los métodos de: recolección total convencional, óxido de cromo, y E.M.V. respectivamente.

Recientemente, la corrección de el balance de nitrógeno en la determinación de energía metabolizable verdadera (E.M.V.), es una medida usual utilizada por los investigadores.. Shires y colaboradores (1980), dieron valores de pérdidas de nitrógeno (N) promedios de 1313 ± 114 mg. y 241±48 mg. de N/kg. de peso/24 horas para pollos y gallos adultos respectivamente y observaron además una reducción de 2 a 12% en los valores de energía en los alimentos, con alguna excepción en el maíz y harina de soya. Concluyeron que la relativa importancia de la degradación de proteína para mantener las funciones corporales vitales de pollos y aves adultas durante el ayuno, es evidente en el análisis de pérdidas de peso corporal y nitrógeno.

Sibbald (1981) demostró, que la excreción de N. no fué afectada por inclusión de celulosa o aserrín en la dieta, no bostante la excreción por ave aumentó durante un período de 24 a 48 horas, y el efecto altamente significativo ($P < .01$) demostró que a medida que progresa el ayuno hay un incremento en el catabolismo del N. de los tejidos.

Muztar y Slinger (1981) utilizando gallos White Leghorn deter-

minaron el efecto de la corrección de N. sobre los valores de E.M.V. de ingredientes solos o mezclados y encontraron que los valores de E.M.V. corregidos para N. (EMVn) fueron consistentemente mayores que los correspondientes contenidos de E.M.V.; sin embargo, concluyeron que solo el 46 a 48% de la variación en los datos de EMVn. está asociada a diferencias en la cantidad de N consumido.

Likuski y Dorrell (1978), demostraron que el método de E.M.V. puede ser usado para determinar disponibilidad de aminoácidos esenciales (DAAE).

Sibbald (1979), concluyó que al administrar niveles de glucosa (0-30 g.) no afectó la excreción de los 13 aminoácidos esenciales; sin embargo, al alimentar con niveles graduados de harina de soya sola o mezclada con glucosa, causaba un incremento lineal en la excreción de aminoácidos metabólicos y endógenos.

Sibbald (1979), observó que utilizando cinco granos de cereales, la diferencia entre aminoácidos consumidos, excretados y la energía, aumentaba en una forma curvilínea con el nivel de consumo alimenticio (10, 20, 30 g.) y que cuando se realizó la corrección para las excreciones metabólicas y endógenas, la variabilidad entre los niveles de consumo mostró ser no significativo.

Muztar y Slinger (1980), utilizando el método de E.M.V., encon-

traron que los valores de disponibilidad de aminoácidos esenciales (DAAE) no variaban entre dos laboratorios, pero sugirieron que es necesario más investigación con períodos de recolección mayores a 24 horas.

Sibbald (1980), concluyó que la celulosa suplementada no tuvo efecto sobre la excreción de aminoácidos en gallos adultos Leghorn; sin embargo, las cantidades excretadas durante el período de recolección de 24 a 48 horas fué significativamente menor que el período de 0 a 24 horas, lo que refuerza más la conclusión que la mayoría de los residuos del alimento desocupan el canal alimenticio dentro de las 24 horas posteriores a su ingestión.

Al utilizar un régimen de 30 horas de ayuno y 30 horas de recolección de heces, Muztar y Slinger (1981), demostraron que existe una correlación significante ($P < .05$), entre el peso corporal de las aves y la excreción de la mayoría de los aminoácidos metabólicos y endógenos (AAME), además afirmaron que la máxima variación en la excreción de A.A.M.E. esta asociada con los cambios en el peso corporal de las aves en el orden del 20%.

VENTAJAS, enunciadas por Engster y colaboradores, (1981) en el campo de la aplicación comercial:

a) El período de ensayo es corto

b) Es menor el error experimental comparado con el sistema de E.M.A., ya que hay una corrección para pérdidas de EFm y EUe

c) Las mismas aves pueden ser usadas para varios ensayos

d) El ensayo puede ser iniciado con el poco tiempo de planeado

e) Solo una pequeña cantidad del material bajo prueba es requerido, 400 a 500 g. contra 25 kg. empleado en el método de E.M.A.

f) El costo del ensayo y los requerimientos de mano de obra son bajos comparados con los de la determinación de E.M.A.

g) El procedimiento es reproducible entre o dentro de laboratorios

h) Permite detectar diferencias de energía en los mismos materiales de alimento de acuerdo a la localización geográfica, al proveedor y a las variaciones estacionales en la cosecha del producto.

i) El método puede detectar diferencias relativas de digestibilidad entre grupos similares de ingredientes, lo que ofrece importante información a los compradores de alimentos.

j) Permite determinar variaciones del contenido energético en los productos finales.

k) Puede ser usado para determinar la digestibilidad de todos los aminoácidos esenciales.

l) Las grasas y aceites han sido examinadas y analizadas, particularmente en mezclas.

DESVENTAJAS emitidas por algunos investigadores respecto a la aplicación del método de E.M.V. son:

a) El período de recolección de excretas de 24 horas es corto (Chami y colaboradores, 1980; Muztar y Slinger, 1981).

b) Falta precisión para medir las pérdidas endógenas (Muztar y Slinger 1981; Muztar y colaboradores, 1981; Tenesaca y Sell, 1981).

c) Las pequeñas cantidades de alimento utilizado (20 a 35 g.) hace dudar que el ave sea capaz de retener N. para balancear sus pérdidas durante el ayuno (Muztar y Slinger, 1981; Farrell, 1981).

d) La dificultad para verificar los valores obtenidos, con otros aproximados (Farrell, 1981).

e) El período de ayuno de 24 horas es muy reducido (Farrell, 1981).

Dale y Fuller (1981) señalaron que un mínimo de tres aspectos deben ser evaluados en un sistema de energía para su aplicación en la formulación de alimentos para aves:

a) El ensayo debe proporcionar datos reproducibles.

b) Los valores de energía en alimentos individuales deben ser aditivos.

c) El contenido energético de las dietas atribuídos al ensayo, debe reflejarse en parámetros de producción observados. Al cumplir con estos requisitos el sistema de E.M.V. puede ser usado positivamente en la formulación de dietas para pollos de engorde.

En Colombia Albornoz (1978) y Villegas (1979), corroboran los anteriores criterios al concluír que el método de E.M.V. presenta un sinnúmero de ventajas, sobre otros métodos en cuento a proceso y exactitud de datos.

3. MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en el Centro Nacinonal de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá", Sección de Avicultura y Laboratorio de Nutrición, ubicado en la Sabana de Bogotá, a una altura de 2.640 m.s.n.m. temperatura promedio de 13°C., precipitación pluviométrica de 625 mm y humedad relativa de 72%.

El experimento consistió en determinar la energía metabolizable verdadera (E.M.V.) en base a la metodología propuesta por Sibbald (1976) de las siguientes quince materias primas utilizadas en la alimentación de aves en la República del Ecuador; maíz fino amarillo, maíz fino blanco, maíz harinoso, pescado de pampa (de Bahía de Caraquez), plátano sin cáscara, trigo, fríjol rojo, torta de soya, plátano con cáscara, quinua, cebada, salvado de trigo, salvado de arroz, torta de algodón y alfalfa deshidratada. El análisis proximal de estas materias primas el cual incluye Ca. y P total, se presenta en la Tabla 1.

3.1. EXPERIMENTO

Se utilizaron 120 gallos adultos de 20 semanas de edad, de la línea de huevo Shaver 579, con un peso inicial promedio de 2.696 Kg., repartidos completamente al azár en 15 tratamientos, cuatro replicaciones y dos gallos por replicación; los cuales fueron sometidos al siguiente proceso experimental:

TABLA 1. Análisis proximal de las materias primas[1]

Alimento	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Cenizas %	Ca %	P %
Maíz fino amarillo	8,35	4,90	2.12	1,74	0.03	0.16
Maíz fino blanco	7,46	4,45	1,52	1,30	0,06	0,21
Maíz harinoso	8,70	5,80	1,46	2,12	0,04	0,24
Pescado de pampa	40,51	8,02	0,22	32,14	7,68	2,10
Plátano sin cáscara	2,51	0,88	1,01	2,22	0,09	0,01
Trigo	9,47	1,58	2,71	2,13	0,05	0,42
Fríjol rojo	20,48	0,75	5,09	8,44	0,08	0,23
Torta de soya	41,00	1,15	5,94	8,31	0,22	0,48
Plátano con cáscara	2,22	1,25	1,97	5,09	0,09	0,04
Quínua	13,81	5,76	2,56	7,48	0,09	0,21
Cebada	8,44	1,44	7,00	2,96	0,05	0,12
Salvado de trigo	13,51	3,75	9,98	5,47	0,11	0,80
Salvado de arroz	6,06	6,24	15,06	14,96	0,15	1,19
Torta de algodón	39,42	2,37	12,20	8,43	0,17	1,20
Alfalfa deshidratada	11,70	2,06	23,66	8,60	1,13	0,21

[1]Los analisis fueron realizados en el Laboratorio Nacional de Nutrición Animal del ICA.

Los datos son los promedios de dos análisis por muestra y están expresados a porcentaje en base a materia seca parcial.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

3.1.1. Alojados en jaulas individuales sin alimento por 21 horas, pero con libre acceso al agua.

3.1.2. Una ave al azár se seleccionó, se pesó y se forzó a comer una cantidad exactamente pesada de 27 g. para todas las materias primas bajo investigación, excepto para la alfalfa deshidratada que fué de 20 g. Esta alimentación forzada se realizó con ayuda de un tuvo de vidrio de 5.5 mm de diámetro, insertado vía esofágica hasta el buche; un embudo facilitó la entrada del alimento y una varilla de vidrio sirvió como émbolo. La materia prima se administró en forma de harina y a un solo nivel de ingestión, para cada una de las materias primas.

3.1.3. El ave una vez alimentada fué retornada a su jaula de orígen y una bandeja plástica fué colocada debajo de ella para recolectar la excreta y se registró el tiempo de encacetamiento.

3.1.4. Otra ave con peso similar se seleccionó, se registró su peso y fué llevada a una jaula (dejando vacante la jaula alterna para evitar contaminación de excretas) sin alimento, colocando la bandeja plástica debajo de ella y registrando igualmente el tiempo de encacetamiento. Esta ave sirvió como control para medir las pérdidas de energía fecal metabólica y urinaria endógena (EFm + EUe).

3.1.5. Exactamente 24 horas después se removieron las bandejas plásticas excepto para los tratamientos: Cebada, salvado de trigo, salvado de arroz, torta de algodón y alfalfa deshidratada, las que fueron retiradas a las 44 horas, ingredientes que por tener altos porcentajes de fibra, necesitan más tiempo para vaciar el tracto digestivo. Las escretas fueron recolectadas cuantitativamente, congeladas a 0°C. y secadas en un horno "PARETLOW GRIVE-HENDRY Co. Inc." con temperatura règulada a 37,8°C., se dejaron llegar a equilibrio con la humedad ambiental, luego molidas en un mortero y pasadas por un tamiz no. 20. Respecto a las aves estas fueron pesadas nuevamente para determinar la pérdida de peso a las 24 horas. La anterior secuencia fué seguida para cada materia prima y para cada replicación. A la materia prima en estudio, a las excretas del ave control y la alimentada, les fué determinado su valor de energía bruta, por medio de la Bomba Calorimétrica de Parr.

3.2. Cálculos

La energía metabolizable verdadera (E.M.V.), fué calculada aplicando las siguientes ecuaciones: La ecuación desarrollada por Sibbald, 1976):

$$\text{E.M.V. (Kcal/g.)} = \frac{(G.Ef \times X) - (Yef - Yec)}{X}$$

Donde:

G.Ef = Energía bruta del alimento

Yef = Energía evacuada en la excreta por el ave alimentada

Yec = Energía evacuada en la excreta por el ave no alimentada

X = Peso del alimento consumido en g.

y la aplicación adicional postulada por MUZTAR y colaboradores (1981):

$$\text{E.M.V. (Kcal/g.)} = \frac{(F \times GEf + EnE_x \times GEn) - E_x \times GE_x)}{F}$$

Donde:

F = Consumo de alimento (g.)

GEf = Energía bruta del alimento (Kcal/g).

EnEx = Excreta del ave control no alimentada (g.)

GEn = Energía bruta fecal metabólica + urinaria endógena (Kcal/g.)

Ex = Excreta de las aves alimentadas (g.)

GEx = Energía bruta de excreta de las aves alimentadas (Kcal/g.)

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los 60 gallos empleados como control para medir las pérdidas endógenas, tenían un peso inicial promedio de 2.696 ± 0.177 kg. y sufrieron una pérdida de peso durante la fase experimental de 0.096 ± 0.028 kg.

La pérdida de peso en el ave control se asoció significativamente ($P < 0.01$) con el tiempo de ayuno (Fig. 3). Un 30% de la variación en el peso corporal está determinado por el período de ayuno, la tendencia lineal señala una pérdida de 3.05 g. por hora de ayuno; igualmente la pérdida de peso se asoció significativamente ($P < 0.01$) con los g. de excreta. Un 43% de la variación en el peso está asociado con la cantidad de excreta (Fig. 2). Se estimó en 14.45 g. la pérdida de peso por gramo de excreta. Acorde con los resultados de Sibbald y Price, 1978) y Villegas (1980), la pérdida de peso no se relacionó con la energía evacuada en la excreta (Tabla 2).

El peso corporal se asoció significativa y positivamente ($P < .01$) con la energía bruta de la excreta (Kcal/g.), además se determinó que un 86% de la variación de la energía bruta de la excreta está influenciada por el peso corporal del ave (Fig. 1). Se observó una tendencia lineal para las condiciones del experimento con una pérdida de energía endógena de 0.96 Kcal/g. de peso corporal del ave control (Tabla 4).

TABLA 2 CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES EN EL AVE CONTROL

	Peso corporal (g)	Excreta del ave (g)	E.B. Excreta Kcal/g.	Pérdida de peso (g)	Tiempo h.
Excreta del ave	- 0.08	-			
E.B. Excreta.	0.93 **	- 0.15	-		
Pérdida de peso	0.15	0.66 **	- 0.02	-	-
Tiempo	-	0.66 **	-	0.63 **	-

** Altamente significativo ($P < 0.01$)

TABLA 4 REGRESIONES ESTIMADAS EN EL AVE CONTROL Y ALIMENTADA

V. Dependiente (Y)	V. Independiente (X)	Ecuación de Regresión	Ecuación de Regresión por el orígen	r
E.B. excreta ave control Kcal/g.	Peso corporal (g) ave control	Y = 270.9457 + 0.8665X	Y = 0.96664 X	0.93 **
Pérdida de peso ave control (g)	g. de excreta ave control	Y = 32.7624 + 9.8235X	Y = 14.4575 X	0.66 **
Excreta del ave (g) control	Tiempo de recolección (h.)	Y = 2.3423 + 0.1356X	Y = 0.2053X	0.66 **
Pérdida de peso ave control (g)	Tiempo de recolección (h.)	Y = 43.1233 + 1.8046X	Y = 3.0490X	0.63 **
Excreta del ave alimentada (g)	Tiempo de recolección (h.)	Y = o.723 + 0.4559X	Y =0.4774 X	0.70 **
E.B. excreta ave alimentada Kcal/g.	Excreta evacuada (g)	Y = 3.319 - 0.403X	Y = 0.7061X	0.57 **
Excreta evacuada ave alimentada (g)	Fibra cruda del alimento (%)	Y = 8.41 + 0.8671X	Y = 1.61 X	.67 **
Excreta evacuada ave alimentada (g)	Ceniza del alimento (%)	Y = 11.855 + 0.4460X	Y = 1.33X	.47 *
Pérdida de peso ave alimentada (g)	Tiempo de recolección (h.)	Y = 11.769 + 2.156X	Y = 2.5X	.56 **
Pérdida de peso ave alimentada (g)	Fibra cruda del alimento (%)	Y = 52.667 + 3.723X	Y = 8.91 X	.46 *

* Significativo ($P < 0.05$)

** Altamente significativo ($P < 0.01$)

(Cont.)

TABLA 4 (Cont.) REGRESIONES ESTIMADAS EN EL AVE CONTROL Y ALIMENTADA

V. Dependiente (Y)	V. Independiente (X)	Ecuación de Regresión	Ecuación de Regresión por el orígen	r
E.B. de excreta ave alimentada (Kcal/g)	Cenizas del alimento (%)	Y = 3.413.34 - 31.455X	Y = 224.78X	.33 *
E.M.V. por Muztar (Kcal/g)	Fibra cruda del alimento (%)	Y = 2.789.646 - 72.3270X	Y = 147.6550X	- .52 *
E.M.V. por Sibbald (Kcal/g)	Fibra cruda del alimento (%)	Y = 3.861.5846 - 53.6299X	Y = 250.8818X	- .53 *

* Significativo ($P < 0.05$)

** Altamente significativo ($P < 0.01$)

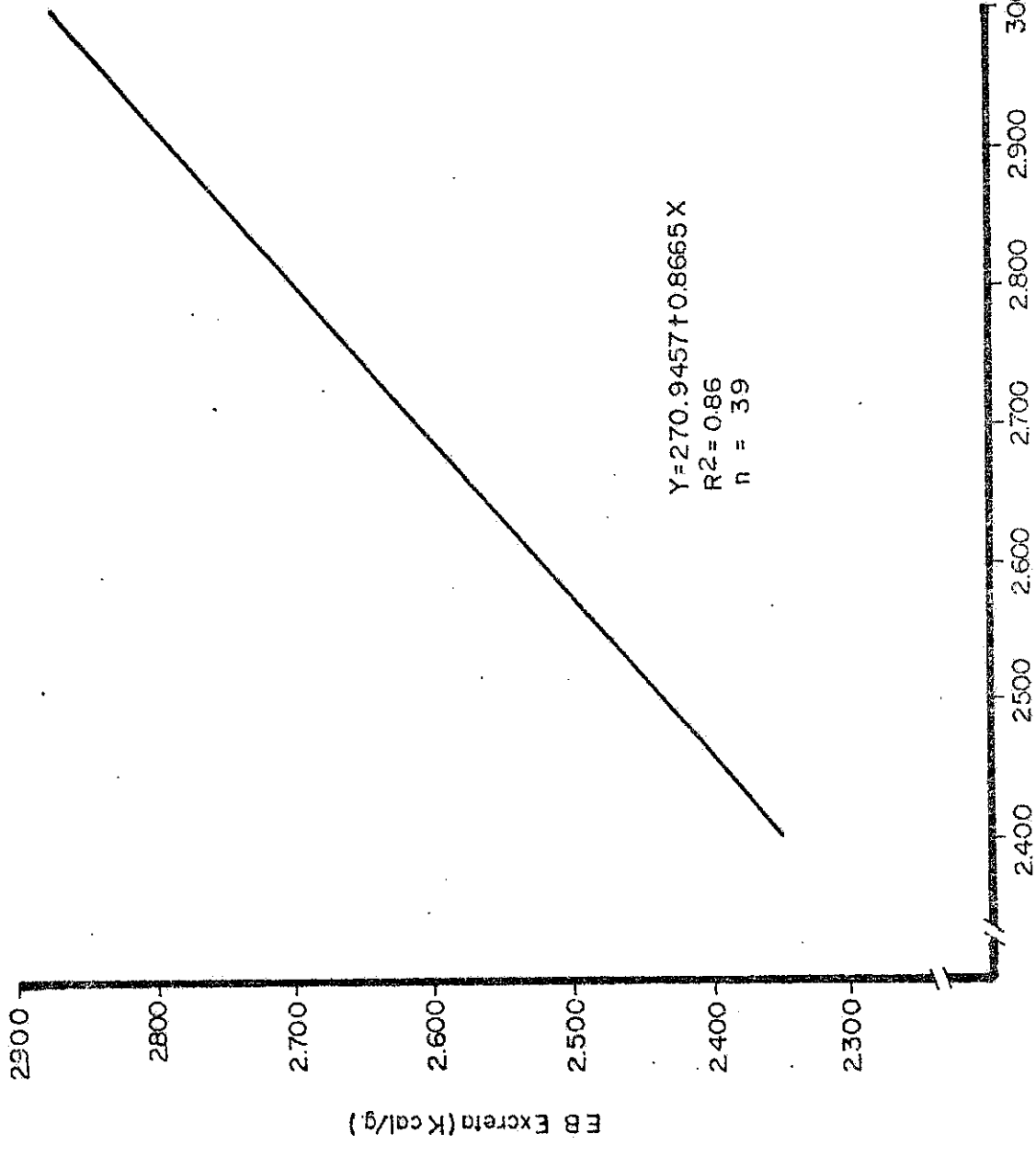


FIGURA 1. Efecto del peso corporal (X) sobre la energía bruta de la excreta (Y) en el ave control.

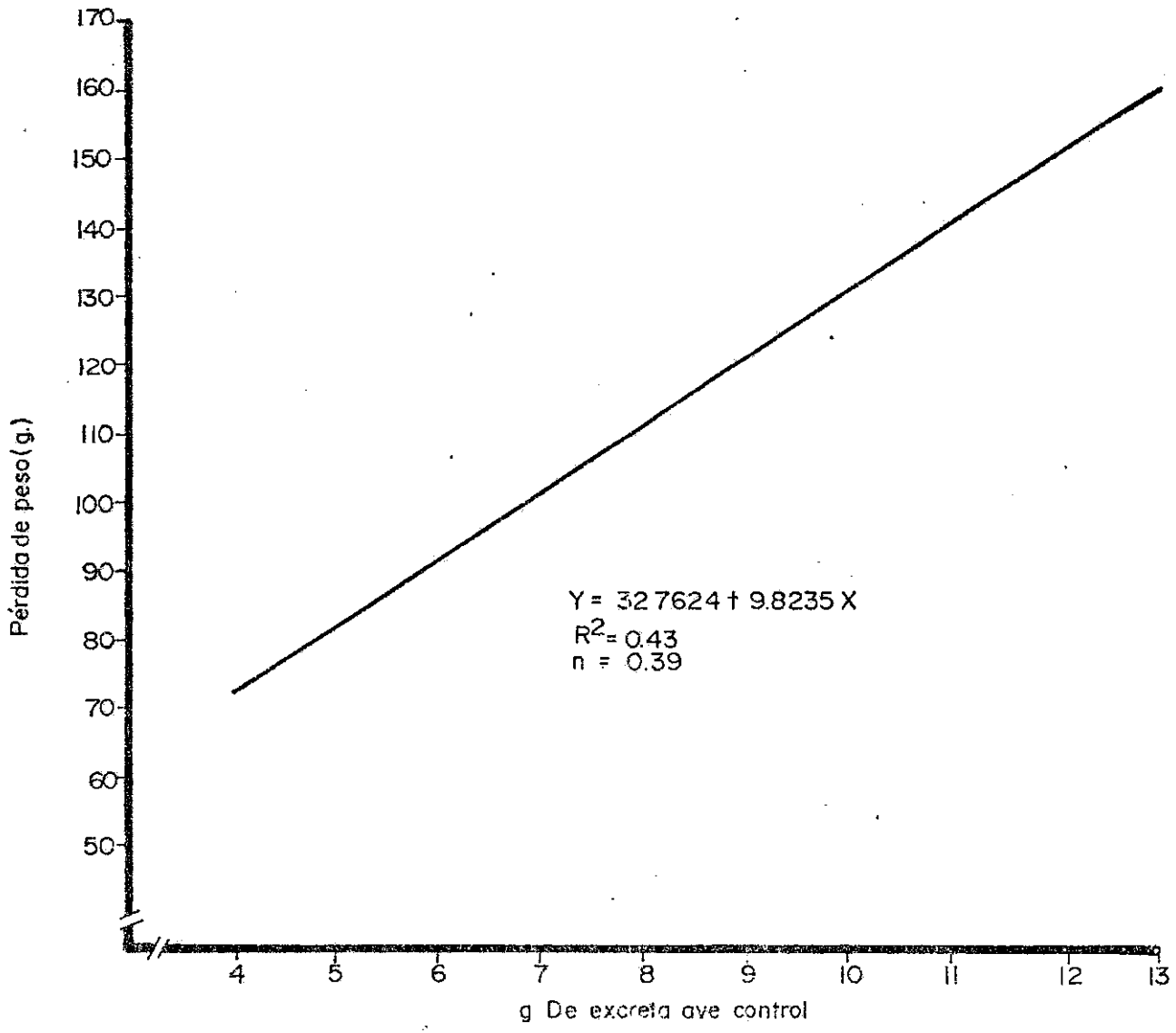


FIGURA 2. Efecto de los g de excreta (X) sobre la pérdida de peso (Y) en el ave control.

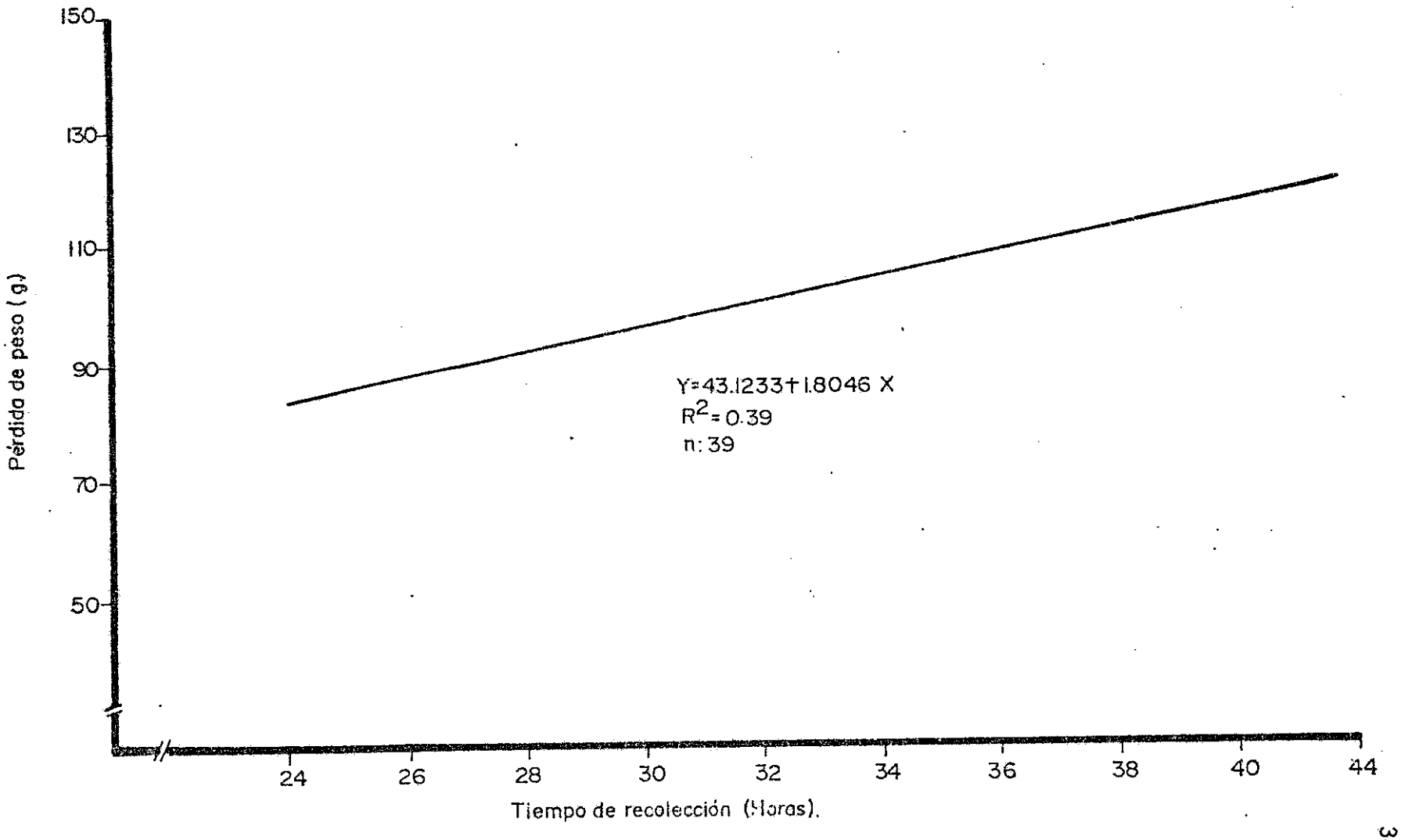


FIGURA 3. Efecto del tiempo de recolección (X) sobre la pérdida de peso (Y) en el ave control.

Lo anterior concuerda con lo reportado por Shires y colaboradores (1979), quienes afirman que la EFm + EUe varían de acuerdo al peso corporal.

Las pérdidas de energía fecal metabólica más energía urinaria endógena fueron de: 16.670 ±0.304 Kcal/ave/24 horas y 22.064 ± 0034/ Kcal/ave/44 horas, con una pérdida más consistente en las primeras 24 horas. Estas pérdidas de EFm + EUe, fueron mayores y más variables que las reportadas por Sibbald (1976) de 9.84 ± 0.28 Kcal/ave/ 24 horas, lo cual es reflejo de las condiciones locales de experimentación. Sin embargo los resultados concuerdan a lo expresado por Sibbald (1976, 1980) quien afirma que la excreta evacuada de 0-24 horas es invariablemente mayor que de 24 a 48 horas. Esta variación es explicada en un 43% por la relación lineal entre estas dos variables; se estimó en 20g. por hora la cantidad de excreta evacuada (Tabla 4).

El valor de éstas pérdidas traducidas a Kg. de peso corporal fueron de 6,18 Kcal/Kg. de peso corporal/24 horas y de 8.18 Kcal/Kg. de peso corporal a las 44 horas. Igualmente tales valores fueron más altos que los reportados por (Albornoz, 1978 y Villegas, 1980) a nivel local de 3.93 y 4.62 Kcal./Kg. de peso/día respectivamente y por otros investigadores (Guillaumme y Summers, 1970); (Sibbald, 1975,1976), lo anterior confirma que la confianza en valores preestablecidos pueden llevar a errores en los cálculos de energía metabolizable y que éstas pérdidas deben ser evaluadas en cada experimento, (Sibbald y Price,

1978).

Para las aves alimentadas se registró una asociación significativa ($P < .01$) al igual que en las aves control entre los gramos de excreta y pérdida de peso con el tiempo de recolección (Tabla 3). Un 49% y un 31% de la variación respectivamente, fueron explicadas por el tiempo de recolección (Fig. 4.7). Se estimó en .47 g. de excreta y 2.5 g. la pérdida de peso corporal por hora durante el período experimental. De otra parte, contrarios a las aves control hubo una asociación significativa y negativa ($P < 0.01$) entre los g. de excreta y la energía bruta /Kcal/g. (Fig. 5); un 32% de esta variación fué determinada por dicha asociación, se estimó una pérdida de .70 Kcal/g. de excreta.

Al relacionar el análisis proximal de las materias estudiadas con las variables analizadas en las aves alimentadas se observó que un 44% de la variación en la cantidad de excreta (g.) fué explicada por el contenido de fibra cruda (Fig. 6) y un 22% por la cantidad de cenizas; se estimó en 1.61 y 1.33 g. respectivamente, los gramos de excreta por ciento de la cantidad de fibra y cenizas del alimento. Lo anterior confirma lo expuesto por algunos investigadores (Tenesaca y Sell, 1978, 1981), en el sentido que la naturaleza del alimento tiene inferencia sobre los valores de EFm + EUe y contradice lo expuesto por Sibbald (1981), quien afirma que los cambios de las pérdidas metabólicas y endógenas inducidas por la naturaleza del alimento son insignificantes.

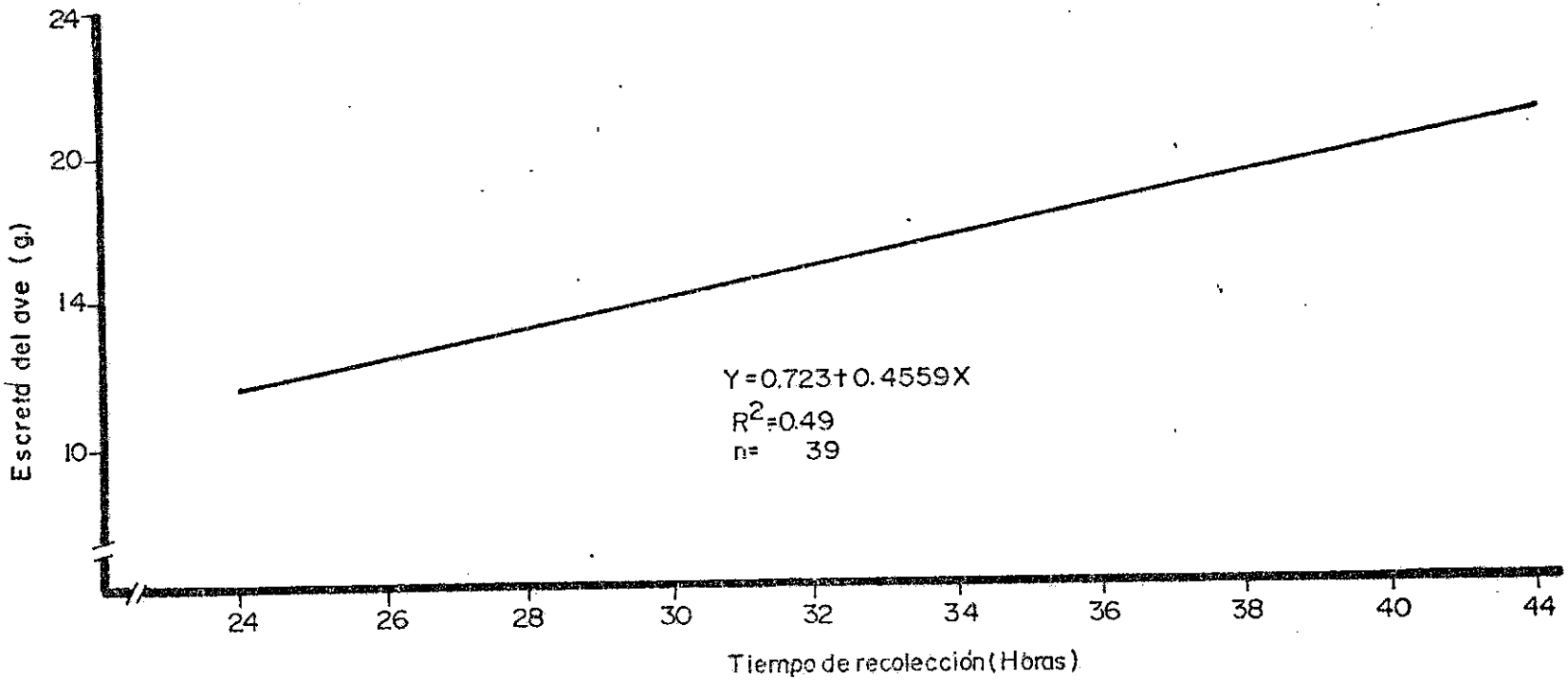


FIGURA 4. Efecto del tiempo de recolección (X) sobre la excreta (Y) en el ave alimentada.

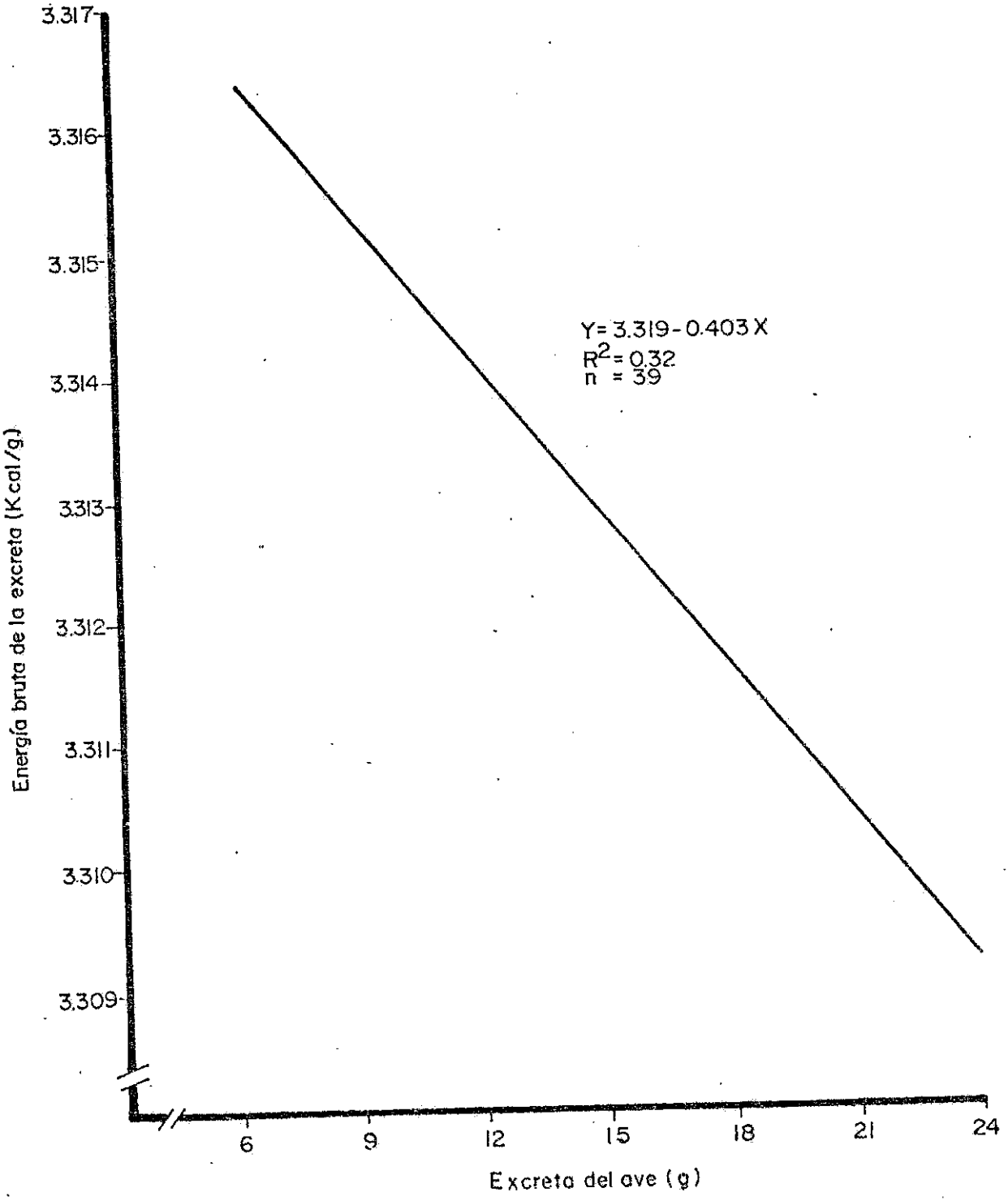


FIGURA 5. Efecto de la excreta (X) sobre la energía bruta de la excreta (Y) del ave alimentada.

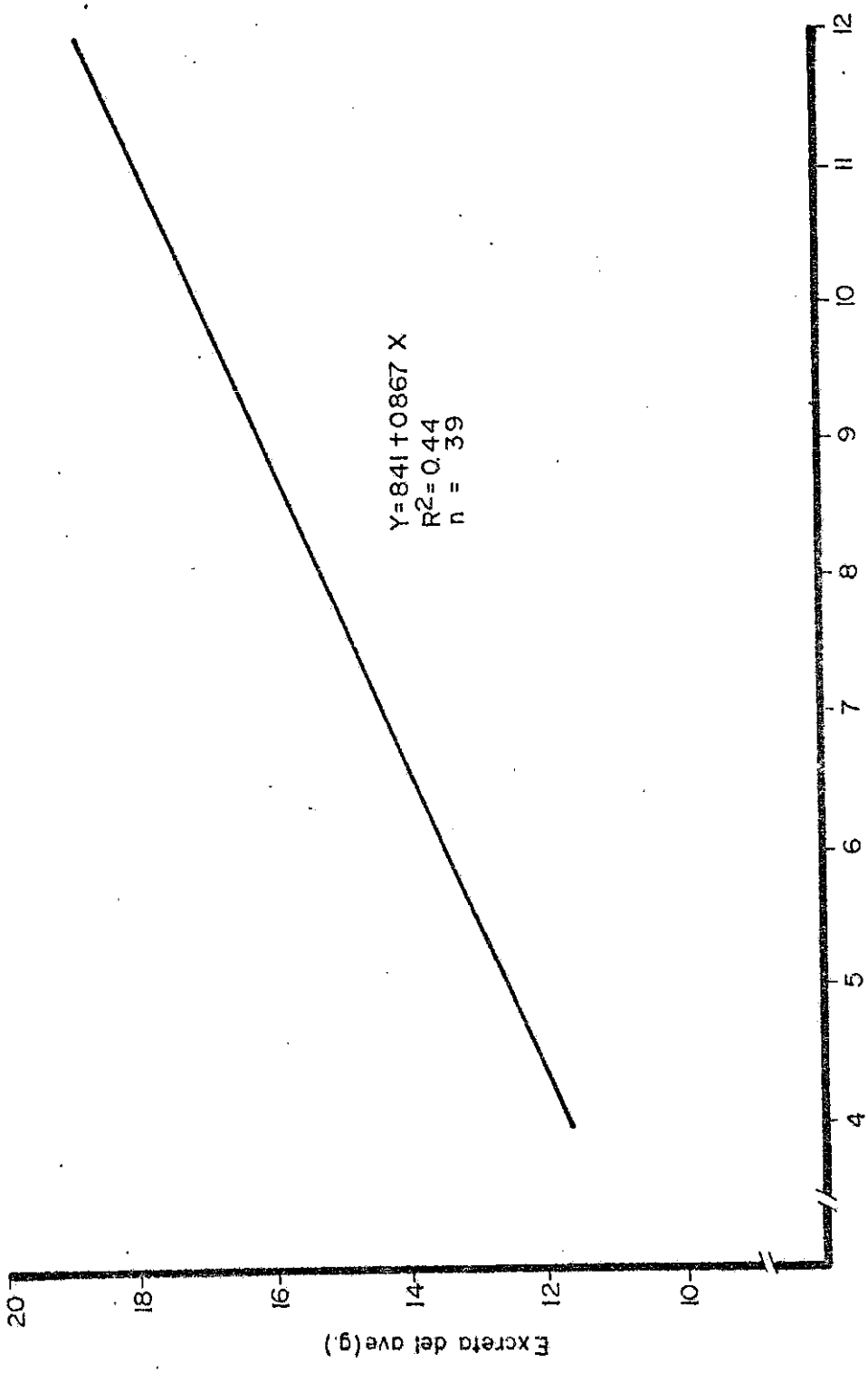


FIGURA 6. Efecto de la fibra bruta del alimento (X) sobre la excreta del ave alimentada (Y).

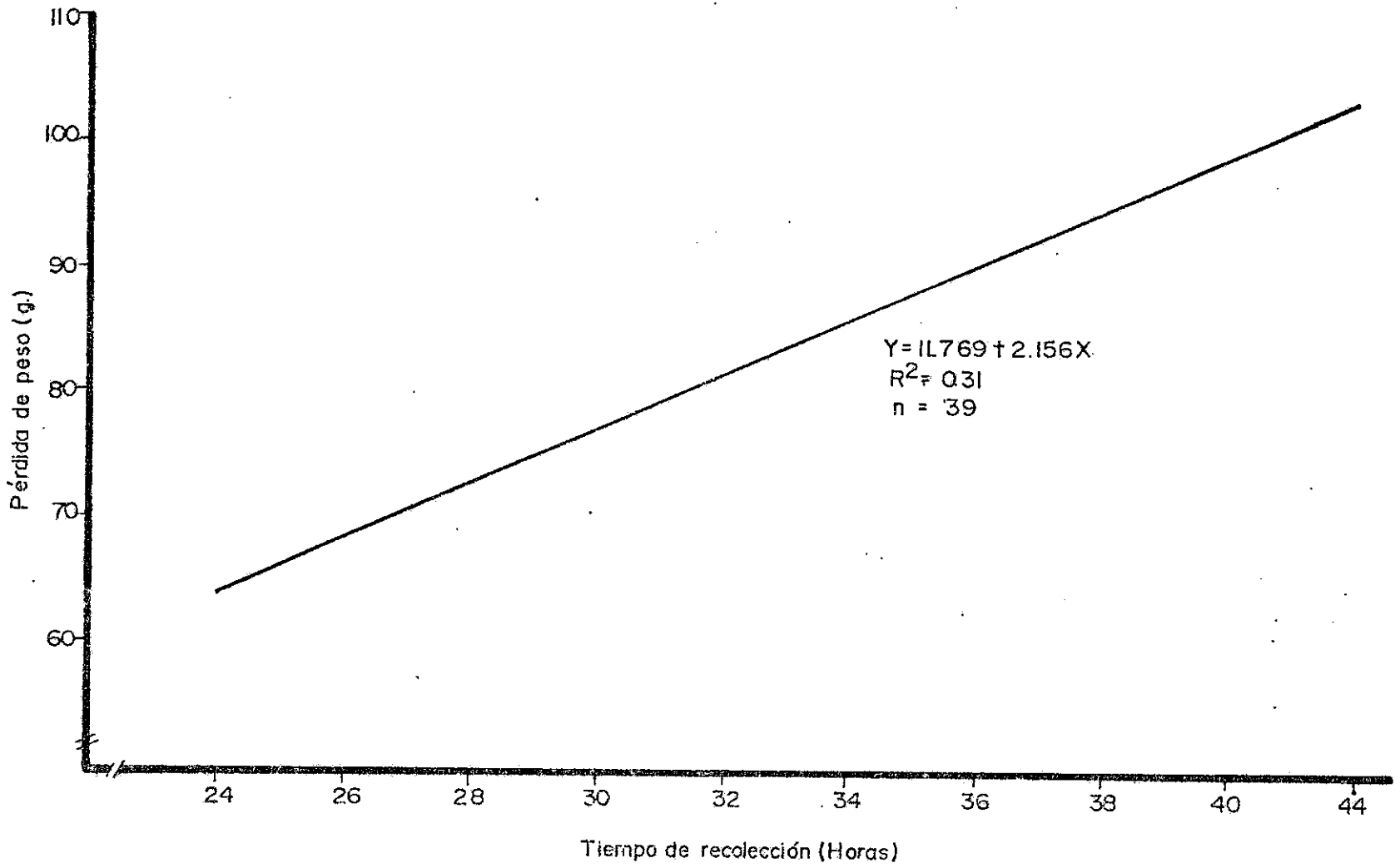


FIGURA 7. Efecto del tiempo de recolección (X) sobre la pérdida de peso (Y) del ave alimentada.

La pérdida de peso y la de energía bruta (E.B.) de la excreta se asociaron positiva y significativamente ($P < 0.05$) con el contenido de fibra y cenizas del alimento; respectivamente un 22% y 11% ilustran dichas pérdidas por efecto de los parámetros fibra y cenizas (Tabla 4).

Los valores de energía metabolizable verdadera (E.M.V.) de las diferentes materias primas obtenidas a partir de la ecuación desarrollada por Sibbald y a los ajustes realizados por Muztar y Slinger (1981), son presentados en la Tabla 5.

Los valores de energía metabolizable aparente (E.M.A.) se calcularon sin tener en cuenta la EFm + EUe de las aves control.

Los parámetros de E.M.V. tendieron a ser mayores aunque no menos variables tanto para Muztar y Sibbald comparados con la energía metabolizable aparente; esta variación presentó cierta consistencia al analizar individualmente cada ingrediente en su composición química especialmente por sus contenidos de fibra y ceniza en aquellas materias primas cuya información es marginal para la alimentación en aves como: pescado de pampa, harina de plátano con y sin cáscara, y quinua. En las Tablas 3 y 4 se observa la asociación significativa y negativa entre los valores de E.M.V. y el contenido de fibra del material estudiado tanto para Sibbald como Muztar, ($P < 0.05$); un 27% de la variación energética de los ingredientes analizados está definido por el contenido

TABLA 3 CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES EN EL AVE ALIMENTADA

	Peso Corporal (g)	Excreta del ave (g)	Pérdida de Peso (g)	Tiempo h.	E.B. Excreta Kcal/g.	EMVM[1]	EMVS[2]
g. DE excreta	- 0.15	-	-				
Pérdida de Peso	0.20	.13	-				
Tiempo	-	.70 **	.56 **				
E.B. Excreta	0.04	.57 **	.03	.091	-	-	-
EMVM	- 0.21	.22	.29	.061	.013	-	-
EMVS	- 0.26	.112	.08	.14	.27	.52 *	
F	-	.67 **	.46 *	-	.023	- 0.52 *	-0.53 *
C	-	.47*	.048	-	.33 *	- 0.26	-0.26

* Significativo ($P < 0.05$)

** Altamente significativo ($P < 0.01$)

1. EMVM = Energía metabolizable verdadera corregida por Muztar.
2. EMVS = Energía metabolizable verdadera por Sibbald

TABLA 5 VALORES DE ENERGIA METABOLIZABLE DE LAS MATERIAS PRIMAS ANALIZADAS (Kcal/Kg)

	E.M.V.M.[1]	E.M.A.[2]	E.M.V.S[3]
Maíz fino blanco	3.911,91 ± 92,81	3.514,13 ± 23,19	3.922 ± 68,021
Maíz fino amarillo	4.079,36 ± 25,97	3.353,90 ± 68,71	4.045.± 38.631
Maíz harinoso	3.788,26 ± 80,43	3.344,04 ± 66,63	4.020 ± 43,007
Pescado pampa	2.339,80 ± 372,14	1.754,44 ± 241,71	2.999 ± 97,755
Hna. plátano sin cáscara	2.264,15 ± 120,95	1.626,88 ± 88,89	3.561 ± 29,555
Trigo	3.265,76 ± 61,92	2.545,72 ± 193,45	3.414 ± 58,833
Fríjol rojo	1.349,69 ± 116,02	3,008,73 ± 116,02	4.612 ± 41,123
Soya torta	1.995,02 ± 50,24	1.381,91 ± 50,26	3.086 ± 33,952
Hna. de plátano con cáscara	2.116,74 ± 123,53	1.495,40 ± 82,02	3.324 ± 66,275
Quínua	1.314,73 ± 133,19	2.899,80 ± 106,20	4.001 ± 33,272
Cebada	2.600,14 ± 177,03	1.900,99 ± 130,73	3.383 ± 18,985
Salvado de trigo	994,19 ± 161,37	----------	2.845 ± 29,773
Salvado arroz	2.235,23 ± 47,20	1.161.53 ± 56,43	3.812 ± 47,838
Algodón torta	2.440,53 ± 73,89	1.725,64 ± 75,25	3.764 ± 63,238
Alfalfa deshidratada	990,72 ± 54,90	----------	1.943 ± 70,538

1. Energía metabolizable verdadera corregida por Muztar
2. Energía metabolizable aparente
3. Energía metabolizable verdadera por Sibbald

de fibra (Fig. 8.9); se estimó en 147.65 y 250.88 Kcal/Kg. la pérdida para Sibbald y Muztar respectivamente por ciento del contenido de fibra.

Un análisis del valor energético determinado en cada materia prima se observa en la Tabla 5. Al compararlos con otros valores obtenidos en condiciones geográficas son diferentes, por consiguiente se deben generar valores secuenciales en condiciones locales, lo anterior, constituye una de las ventajas del método.

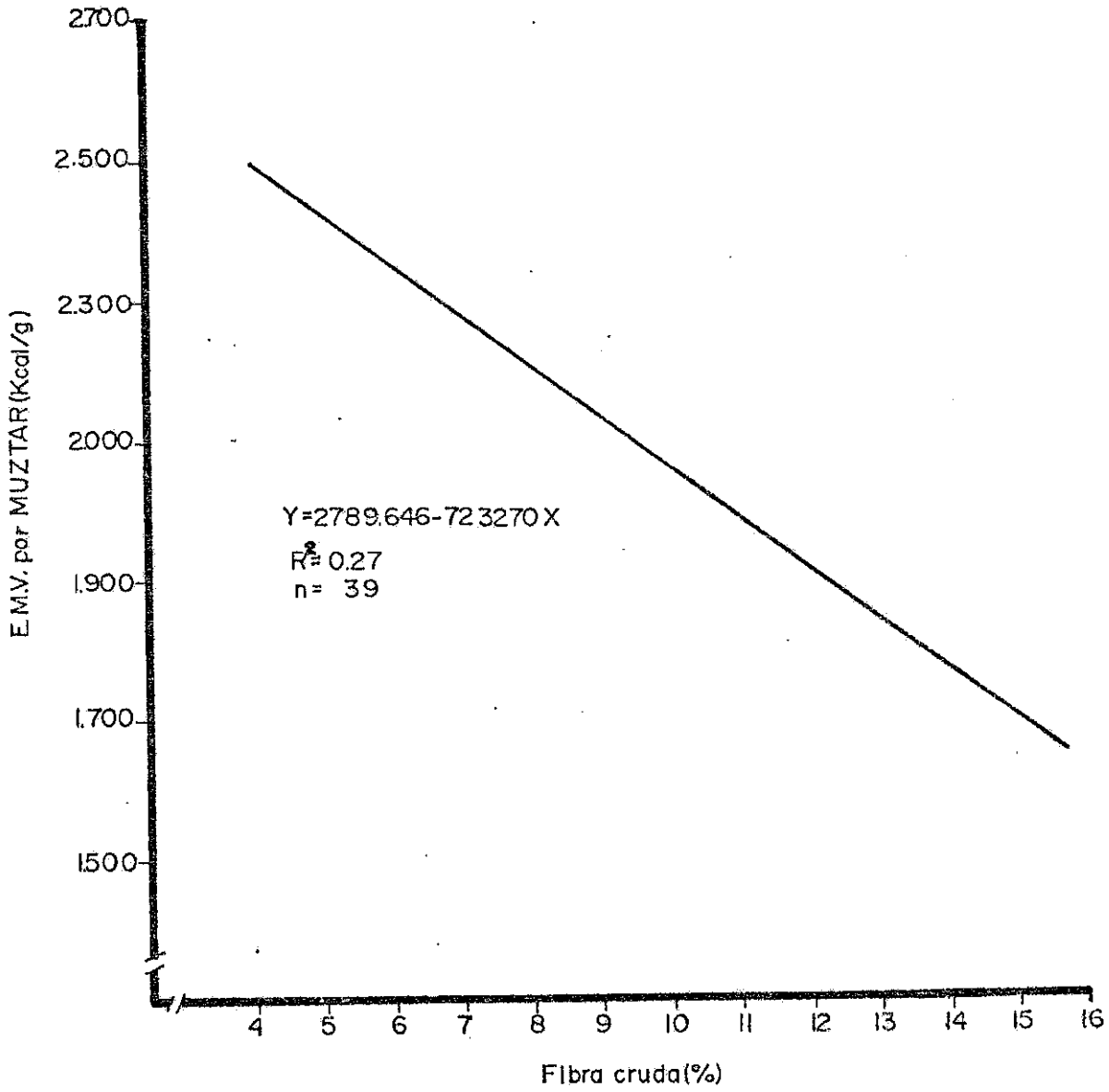


FIGURA 8. Efecto de la fibra cruda del alimento (X) sobre los valores de energía metabolizable verdadera (E.M.V.) por MUZTAR (Y).

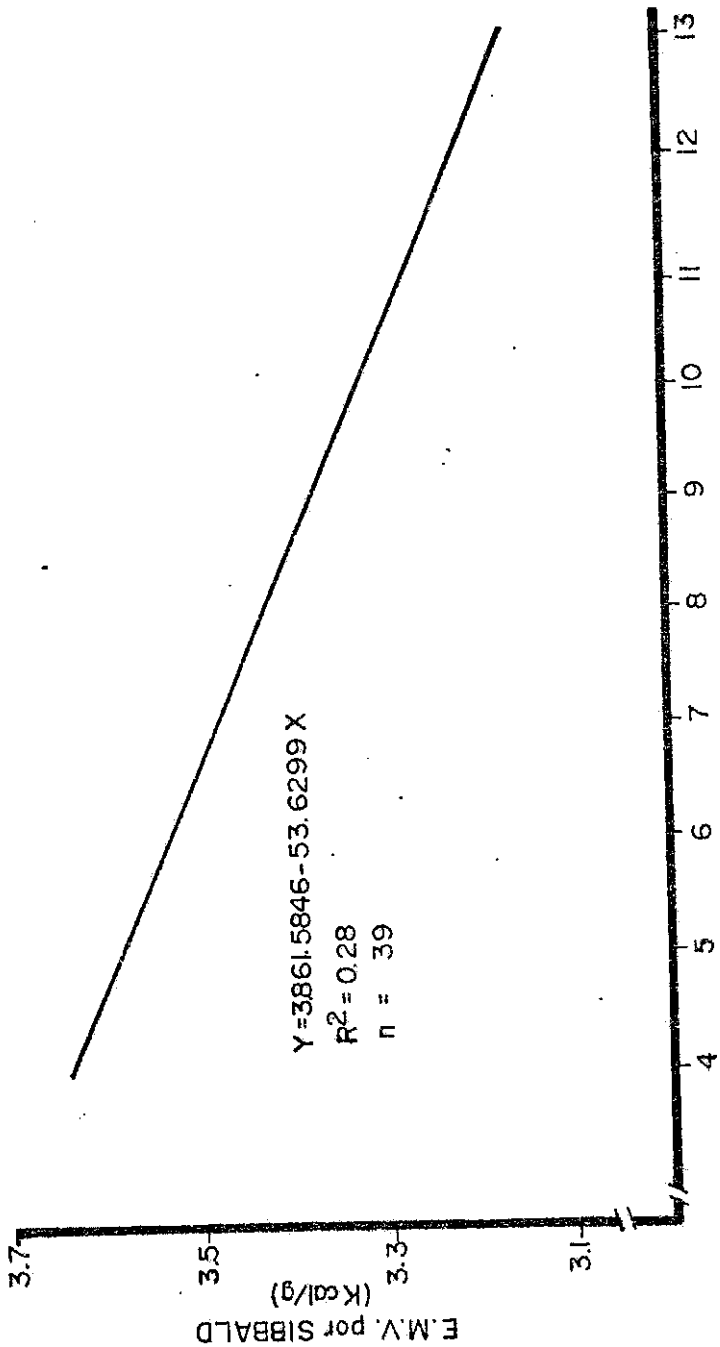


FIGURA 9. Efecto de la fibra cruda del alimento (X) sobre los valores de energía metabolizable verdadera (E.M.V.) por SIBBALD (Y).

5. CONCLUSIONES

Los valores de Energía Metabolizable Verdadera (E.M.V.) fueron mayores aunque no menos variables comparados con la E.M.A. Para el salvado de trigo y harina de alfalfa la corrección teórica de E.M.A. fue negativa producida por la gran cantidad de excreta evacuada por el gallo alimentado.

Un 25% de la variación energética de los ingredientes analizados está definido por el contenido de fibra bruta, al influír sobre la cantidad de excreta evacuada por el ave alimentada, produciendo cambios en las pérdidas metabólicas y endógenas.

Los valores de energía fecal metabólica más energía urinaria endógena (EFm + EUe) deben ser medidos en cada experimento con una consistencia mayor para dichas pérdidas en las primeras 24 horas.

El peso corporal se asoció con la energía bruta de la excreta en el ave control. La pérdida de peso y la cantidad de excreta están relacionados con el tiempo de ayuno en el ave control y alimentada.

Por ser esta la primera información respecto al contenido energético de E.M.V. de algunas materias primas utilizadas en la República del Ecuador sus valores son poco concluyentes al no existir resultados comparativos en iguales o diferentes condiciones geográficas, sin embargo

es importante continuar analizando las ventajas del método, y en experimentos adicionales observar la repetibilidad y aplicación de los valores encontrados en alimentos completos para aves.

6. RESUMEN

En el Centro Experimental de Tibaitatá, del Instituto Colombiano Agropecuario, se realizó un experimento con el fín de determinar energía metabolizable verdadera (E.M.V.) de quince materias primas utilizadas en la alimentación de aves en la República del Ecuador, utilizando el método ideado por Sibbald (1976). Se utilizaron 120 gallos de la línea de huevo Shaver 579, repartidos completamente al azár para las quince materias primas, cuatro replicaciones y dos gallos por replicación, de los cuales uno fué forzado a comer una cantidad exactamente pesada de la materia prima bajo estudio y el otro sirvió como control para medir las pérdidas de energía fecal metabólica y urinaria endógena (EFm + EUe).

Los valores de energía metabolizable verdadera (E.M.V.) tendieron a ser mayores aunque no menos variables tanto por la ecuación de Sibbald como en la de Muztar comparados con la energía metabolizable aparente (E.M.A); esta variación presentó cierta consistencia al analizar individualmente cada ingrediente en base a su composición química, especialmente por sus contenidos de fibra y de ceniza, como el caso del pescado de pampa, salvado de trigo y alfalfa deshidratada, materias primas que presentaron valores inconsistentes de E.M.A.

Los contenidos de E.M.V. de las tres variedades de maíz: maíz fino

amarillo, maíz fino blanco y maíz harinoso mostraron ser homogéneos con los valores de E.M.A.

Para el salvado de trigo y alfalfa deshidratada la corrección teórica de E.M.A. fué negativa producida por la gran cantidad de excreta evacuada por el gallo alimentado.

Los gallos control sufrieron una pérdida de peso corporal de 0.096 ± 0.028 kg. durante la fase experimental. Las pérdidas de energía fecal metabólica y urinaria endógena fueron de 16,760 ± 0,304 Kcal/ave/24 horas y 22.064 ± 0034 Kcal/ave/44 horas. Se observó, una asociación significativa ($P < 0.01$) entre los gramos de excreta, tiempo de recolección comparados con las pérdidas de peso; un 43% y 39% respectivamente indican esta variación.

En las aves alimentadas se observó una asociación significativa ($P < .01$) al igual que en las aves control entre los gramos de excreta y pérdida de peso corporal (g.) con tiempo de recolección. Un 49% y un 31% de estas variaciones respectivamente fueron explicados por el tiempo de recolección. Contrario a las aves control hubo una asociación significativa ($P < .01$) entre los g. de excreta y la energía bruta de la excreta (Kcal/g.)

Una vez superado, ciertas incognitas relacionadas con la variación en las pérdidas de energía endógena, el método propuesto por Sibbald

(1976) para determinar energía metabolizable verdadera mostrará ser en poco tiempo un sistema altamente eficiente en cuanto a rapidez y aplicación práctica para evaluar los contenidos energéticos de materias primas utilizadas en la alimentación de aves.

7. SUMMARY

At the Tibaitatá Experimental Center, a dependence of the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), an experiment was realized, in order to determine the true metabolizable energy (T.M.E.) values of fifteen feestuffs used in poultry nutrition in the Republic of Ecuador, using the method developed by Sibbald (1976).

120 roosters shaver 579 egg line, were utilized; distributed completely at random, four replications and two rooster by replication, one of wich was forced to eat an exactly weighed amount of the tested feedstuff and the other one was used as control to determine the metabolic fecal energy (F.Em) and endogenous urinary energy (UEe) losses.

The values of the TME were higher, but showed slight variations for both ecuations, that of Sibbald and that of Muztar, comparing with the values of apparent metabolizable energy (AME); this variation showed some consistency when the chemical composition of every ingredient was analized, specially the contents of fiber and ash, as in the case of the sundried fish, wheat bran and dehydrated alfalfa, feedstuffs wich showed inconsistent values of AME.

The contents of TME of the three corns: fine yellow corn, fine white corn and flour corn, showed homogenity with the values of AME.

For the wheatbran and for the dehydrated alfalfa the theoretic correction of AME was negative, due to the large amount of excreta voided by the FED rooster.

The unfed roosters had body weight losses of 0.096 ± 0,028 kg. in the experimental phase. The losses of FEM adid of UEe were 16,760 ± 0.304 Kcal/bird/24 hours and 22,064 ± 00.34 kcal/bird/44 hours. A significative association ($P < 0.01$) between the grams of excreta and the collection period compared with the losses of weight was noted; 43% and 39% respectively, indicate this variation.

With the fed roosters as with the unfed roosters a significative association ($P < .01$) between the grams of excreta and body weight losses (g.) compared with the collection period was noted. 49% and 31% of these variations respectively, are determined by the collection period. Different from the unfed roosters, a significative association ($P < .01$) between the grams of excreta and the excreta gross energy (Kcal/g.) was noted.

After making clear some factors related to the variation of the losses of endogenous energy, the Sibbald's method (1976) of TME, will be in a short time, a fast and practical sistem, highly efficient to evaluate the energetic content of feedstuffs used for poultry nutrition.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALBORNOZ, R. Determinación de la energía metabolizable verdadera en materias primas colombianas en aves. Bogotá, UNC-ICA, 1978. 55 p. (Tesis Mag. Sci.).

2. ANDERSON, D. L.; HILL, F. W.; RENNER, R. Studies of the metabolizable and productive energy of glucose for the growing chick. Journal of Nutrition (Estados Unidos) v.65 no.4, p. 561-574. 1958.

3. BAYLEY, H. S.; SUMMERS, J. D.; SLINGER, S. J. Effect of heat treatment on the metabolizable energy value of wheat germ meal and other wheat milling by-products. Cereal Chemistry (Estados Unidos) v.45 no.6, p. 557-563. 1968.

4. CAREW JUNIOR, L. B. Established standarized procedures for metabolizable energy determination. Feedstuffs (Estados Unidos) v.45 no.12, p. 25. 1973.

5. CHAMI, D. B.; VOHRA, P.; KRATZER, H. F. Evaluation of a method for determination of true metabolizable energy of feed ingredients. Poultry Science (Estados Unidos) v.59 no.3, p. 569-571. 1980.

6. DALE, N. M.; FULLER, L. G. Effects of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. I. Dietary fat level. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.6, p. 1529-1534. 1979.

7. _____; _____. Additivity of true metabolizable energy values as measured with roosters broiler chicks and poults. Poultry Science (Estados Unidos) v.59 no.6, p. 1941-1942. 1980.

8. _____; _____. Energy Simposium at Georgia Conference. En: Proceeding of the Georgia Nutrition Conference, Georgia, 1981, p. 50-57.

9. _____; _____. True metabolizable energy for formulating poultry rations. Feedstuffs (Estados Unidos) v.53 no.18, p. 16-26. 1981.

10. ENGSTER, H. M.; SNETSINGER, D. C.; KESSLER, J. W. Comercial aplication of the true metabolizable energy system. St. Louis, Missouri, Ralston Purina, 1981. p. 26.

11. FARRELL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. British Pultry Science v.19 no. 3, p. 303-308. 1978.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

12. FARRELL, D. J. Energy systems for pigs and poultry. Journal Australian Institute Agricultural Science v.45 no.1, p. 21-34. 1979.

13. _____. La determinación rápida de la energía metabolizable de las sustancias de los alimentos para aves de corral. Bruselas, National Renderers Association, 1979. 2 p. (Bulletin, no. 745).

14. _____. An assessment of quick bioassays for determining the true metabolizable energy and apparent metabolizable energy of poultry feedstuffs. World's Poultry Science Journal (Inglaterra) v.37 no.2, p. 72-83. 1981.

15. _____; SWAIN, S. Effects of temperature treatments on the heat production of starving cockerels. British Poultry Science v.18 no.6, p. 725-734. 1977.

16. _____; _____. Effects of temperature treatments on the energy and nitrogen metabolism of fed chickens. British Poultry Science v.18 no.6, p. 735-748. 1977.

17. FISHER, C.; SHANNON, F. W. D. Metabolizable energy determinations using chickens and turkeys. British Poultry Science v.14 no.5, p. 609-613. 1973.

18. FOSTER, W. H. Variation between and within brids in the stimation of the metabolizable energy content of diets for laying hens. Journal of Agricultural Science (Estados Unidos) v.71 no.1, p. 153-159. 1968.

19. GUILLAUMME, J.; SUMMERS, J. D. Maintenance energy requeriment of the rooster and influence of plane of nutrition on metabolizable energy. Canadian Journal of Animal Science v.50 no.2, p. 363-369. 1970.

20. GUIRGUIS, N. Metabolizable energy values of fats and protein concentrates for poultry: effect of sex and inclusion level of feedstuffs. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry v.16 no.82, p. 691-695. 1976.

21. HALLORAN, H. R. A mayor problem in metabolizable energy determinations of feedstuffs for poultry. Feedstuffs (Estados Unidos) v.44 no. , p. 38. 1972.

22. _____; SIBBALD, I. R. Metabolizable energy values of fats measured by several procedures. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.5, p. 1299-1307. 1979.

23. HAN, I. K.; HOTCHTTLER, H. W.; SCOTT, M. L. Metabolizable energy values of some poultry feeds determined by various methods and their estimation using metabolizability of the dry matter. Poultry Science (Estados Unidos) v.55 no.4, p. 1335-1342. 1976.

24. HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. Journal of Nutrition (Estados Unidos) v.64 no.4, p. 587-603. 1958.

25. _____; _____; RENNER, R.; CAREW JUNIOR, L.B. Studies of the metabolizable energy of grain and grain products for chickens. Poultry Science (Estados Unidos) v.39 no.3, p. 573-579. 1960.

26. HOCHSTETLER, H. W.; SCOTT, M. L. Metabolizable energy determinations with adult chickens. Proceeding of the Maryland Nutrition Conference. Maryland University (Estados Unidos), 1976. p. 81-86.

27 HUBBELL, CH. Notes on the 1980 feedstuffs analysis table. Feedstuffs (Estados Unidos) v.52 no.3, p. 42-43. 1980.

28. JONES, J. D.; SIBBALD, R. I. The true metabolizable energy values for poultry of fractions of rapessed. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.2, p. 385-391. 1979.

29. KESSLER, J. W.; THOMAS, O. P. An evaluation of the "true metabolizable energy" system. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.4, p. 1072-1073. 1979.

30. KOHLER, G. O.; KUZMICKY, D. D. Problems concerned with determination and interpretation of metabolizable energy values. Feedstuffs (Estados Unidos) v.42 no.12, p. 18. 1970.

31. LEESON, S.; BOORMAN, N. K.; LEWIS, D.; SHRIMPTON, D. H. Metabolizable energy studies with turkeys: metabolizable energy of dietary ingredients. British Poultry Science v.15 no.1, p. 183-189. 1974.

32. LIKUSKI, H. J. A.; DORRELL, H. G. A bioassay for rapid determinations of amino acids availability values. Poultry Science (Estados Unidos) v.57 no.6, p. 1658-1660. 1978.

33. LOCKHART, W. C.; BRYANT, L. R.; BOLIN, W. D. Factors affecting the use of classical metabolizable caloric values. Poultry Science (Estados Unidos) v.42 no.5, p. 1285. 1963.

34. LODHI, G. N.; RENNER, R.; CLANDININ, D. R. Studies on the metabolizable energy of rapessed meal for growing chickens and laying hen. Poultry Science (Estados Unidos) v.48 no.3, p. 964-970. 1969.

35. LODHI, G. N.; RENNER, R.; CLANDININ, D. R. Factors affecting the metabolizable energy value of rapessed meal. Poultry Science (Estados Unidos) v.49 no.4, p. 991-999. 1970.

36. MARCH, B. E.; BIELY, J. Factors affecting the response of chicks to dieta of different protein value: breed and age. Poultry Science (Estados Unidos) v.50 no.5, p. 1036-1040. 1971.

37. MATEOS, G. G.; SELL, J. L. True and apparent metabolizable energy value of fat for laying hens: influence of level of use. Poultry Science (Estados Unidos) v.59 no.2, p. 369-373. 1980.

38. MISKI, A. M. A.; QUAZI, S. Influence of age and sex of growing broiler chicks and body weight of roosters on their endogenous and metabolizable energy losses. Poultry Science (Estados Unidos) v.60 no.4, p. 781-785. 1981

39. MUZTAR, A. J.; SLINGER, S. J. Some factors affecting the true metabolizable energy values of soybean meal and rapessed meals. Canadian Journal of Animal Science. v.59 no.2, p.317-321. 1979.

40. _____; _____. Apparent amino acid availability and apparent metabolizable energy values of tower and candle rapeseeds and rapeseed meals. Poultry Science (Estados Unidos) v.59 no.7, p. 1430-1433. 1980.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

41. MUZTAR, A. J.; SLINGER, S. J. Effect of blending and level of inclusion on the metabolizable energy of tallow and tower rapeseed soapstocks. Poultry Science (Estados Unidos) v.60 no.2, p. 365-372. 1981.

42. _____; _____. True metabolizable energy values of a number of feedingstuffs and complete diets as determined in two laboratories. Poultry Science (Estados Unidos) v.60 no.2, p. 373-377. 1981.

43. _____; _____. An evaluation of the true metabolizable energy assay for monitoring the apparent metabolizable energy values of poultry diets. Poultry Science (Estados Unidos) v.60 no.3, p. 598-602. 1981.

44. _____; _____. A comparison of the true and apparent metabolizable energy measures using corn and soybean meal samples. Poultry Science (Estados Unidos) v.60 no.3, p. 611-616. 1981.

45. _____; _____. Relationship between body weight and amino acid excretion in fasted mature cockerels. Poultry Science (Estados Unidos) v.60 no.4, p. 790-794. 1981.

46. _____; _____. An evaluation fo the nitrogen correction in the true metabolizable energy assay. Poultry Science (Estados Unidos) v.60 no.4, p. 835-839. 1981.

47. PROUDMAN, J. A.; MELLEN, W. J.; ANDERSON, D. L. Utilization of feed in fast and slow growing lines of chickens. Poultry Science (Estados Unidos) v.49 no.4, p. 961-972. 1970.

48. PYM, R. A. E.; FARRELL, D. J. A comparison of the energy and nitrogen metabolism of broiler chickens selected for increased growth rate, food consumption and conversion of food to gain. British Poultry Science v.18 no.4, p. 411-426. 1977.

49. RAO, P. V.; CLANDININ, D. R. Effect of method of determination of the metabolizable energy value of rapeseed meal. Poultry Science (Estados Unidos) v.49 no.4, p. 1069-1074. 1970.

50. RENNER, R.; HILL, F. W. The utilization of corn oil, lard and tallow by chickens of various ages. Poultry Science (Estados Unidos) v.39 no.4, p. 849-854. 1960.

51. SHIRES, A.; ROBBLEE, A. R.; HARDIN, R. T.; CLANDININ, D. R. Effect of age of chicken on the true metabolizable energy value of corn. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.3, p. 602-608. 1979.

52. _____; _____; _____; CLANDININ, D. R. Effect of age of chicken on the ture metabolizable energy values of feed ingredients. Poultry Science (Estados Unidos) v.59 no.2, p. 369-403. 1980.

53. SIBBALD, I. R. The effect of feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters. Poultry Science (Estados Unidos) v.54 no.4, p. 1990-1997. 1975.

54. _____. Indirect methods for measuring metabolizable energy in poultry feeds and ingredients. Feedstuffs (Estados Unidos) v. 47 no.7, p. 22-24. 1975.

55. _____. A bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. Poultry Science (Estados Unidos v.55 no.1, p. 303-308. 1976.

56. _____. The effect of the duration of starvation or the assay bird on the true metabolizable energy values. Poultry Science (Estados Unidos) v.4 no.4, p. 1578-1579. 1976.

57. _____. The effect of cold pelleting on the true metabolizable energy values of cereal grains fed to adult roosters and a comparison of observed with predicted metabolizable energy values. Poultry Science (Estados Unidos) v.55 no.3, p. 970-974. 1976.

58. _____. The true metabolizable energy values of several feedingstuffs measured with roosters, laying hen, turkeys and broiler hens. Poultry Science (Estados Unidos) v.55 no.4, p. 1459-1463. 1976.

59. SIBBALD, I. R. Atest of the additivity of true metabolizable energy values of feedingstuffs. Poultry Science (Estados Unidos) v.56 no.1, p. 363-366. 1977.

60. _____. The true metabolizable energy values of some feedingstuffs. Poultry Science (Estados Unidos) v.56 no.1, p. 380-382. 1977.

61. _____. The effect of level of feed input on true metabolizable energy values. Poultry Science (Estados Unidos) v.56 no.5, p. 1662-1663. 1977.

62. _____. The effect of steam pelleting on the true metabolizable energy values of poultry diets. Poultry Science (Estados Unidos) vo.56 no.5, p. 1686-1688. 1977.

63. _____. The true metabolizable energy values for poultry of rapeseed and of the meal and derived therefrom. Poultry Science (Estados Unidos) v.56 no.5, p. 1652-1656. 1977.

64. _____. The "true metabolizable energy" system. Feedstuffs (Estados Unidos) v.49 no.42/43, p. 22-23. 1977.

65. SIBBALD, I. R. The effect of the age of the assay brid on the true metabolizable energy values of feedingstuffs. Poultry Science (Estados Unidos) v.57 no.4, p. 1008-1012. 1978.

66. _____. The effect of the duration of the time interval between assay on true metabolizable energy values measured with adult roosters. Poultry Science (Estados Unidos) v.57 no.2, p. 455-460. 1978.

67. _____. The true metabolizable energy values of mixtures of tallow with either soybean oil or lard. Poultry Science (Estados Unidos) v.57 no.2, p. 473-477. 1978.

68. _____. Scientists study metabolizable energy variations in swine and poultry diets. Feedstuffs (Estados Unidos) v.50 no.48, p. 20-21. 1978.

69. _____. Passage of feed through the adult rooster. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.2, p. 446-459. 1979.

70. _____. A bioassay for available amino acids and true metabolizable energy in feedingstuffs. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.3, p. 668-675. 1979.

71. SIBBALD, I. R. The effect of the duration of the excreta collection period on the true metabolizable energy values of feedingstuffs with slow rates of pasage. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.4, p. 896-899. 1979.

72. _____. Effects of level of feed input dilution of test material and duration of excreta collection on true metabolizable energy values. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.5, p. 1325-1329. 1979.

73. _____. Bioavailable amino acids and true metabolizable energy of cereal grains. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.4, p. 934-939. 1979.

74. _____. The true metabolizable energy values for poultry of fractions of rapeseed (Brassica napus cv. tower). Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.2, p.385-391. 1979.

75. _____. The effect of the drying procedure on excreta energy values for poultry and other species. Poultry Science (Estados Unidos) v.58 no.5, p. 1392-1394. 1979.

76. _____. The clearance time and rate of passage of feed residues. Poultry Science (Estados Unidos) v.59 no.2, p. 374-377. 1980.

77. SIBBALD, I. R. The effect of dietaty cellulose and sand on the combined metabolic plus endogenous energy and amino acid outputs of adult cockerels. Poultry Science (Estados Unidos) v.59 no.4, p. 836-844. 1980.

78. _____. Metabolic plus endogenous energy and nitrogen losses of adult cockerels: the correction used in the bioassay for true metabolizable energy. Poultry Science (Estados Unidos) v.60 no.3, p. 805-811. 1981.

79. _____. Energy values of feediny fats for poultry. Feedstuffs (Estados Unidos) v.53 no.23, p. 19-20. 1981.

80. _____; KRAMER, J. K. G. The true metabolizable energy values of fats and fat mixtures. Poultry Science (Estados Unidos) v.56 no.6, p. 2079-2086. 1977.

81. _____; _____. The effect of the basal diet on the true metabolizable energy value of fat. Poultry Science (Estados Unidos) v.57 no.3, p. 685-691. 1978.

82. _____; _____. The effect of the basal diet on the utilization of fat as a source of true metabolizable energy lipid and fatty acids. Poultry Science (Estados Unidos) v.59 no.4, p. 316-324. 1980.

83. SIBBALD, I. R.; PRICE, K. Variation in the metabolizable energy values of diets and dietary components fed to adult roosters. Poultry Science (Estados Unidos) v.54 no.2, p. 448-456 1975.

84. _____; _____. Relationships between metabolizable energy values for poultry and some physical and chemical data describing canadian wheats, oats and barleys. Canadian Journal Animal Science v. 56 no.2, p. 255-261. 1976.

85. _____; _____. The effect of level of dietary inclusion and of calcium on the true metabolizable energy values of fats. Poultry Science (Estados Unidos) v.56 no.6, p. 2070-2078. 1977.

86. _____; _____. The metabolic and endogenous energy losses of adult roosters. Poultry Science (Estados Unidos) v.57 no.2, p. 556-557. 1978.

87. _____; _____. Variability in metabolic plus endogenous energy losses of adult cockerels and in the true metabolizable energy values and rates of pasage of dehydrated alfalfa. Poultry Science (Estados Unidos) v.59 no.6, p. 1275-1279. 1980.

88. SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. 10. A study of the effect of level of dietary inclusion on the metabolizable energy values of several high protein feedingstuffs. Poultry Science (Estados Unidos) v.41 no.4, p. 1282-1289. 1962.

89. _____; _____. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demostrate some of the problems associated with the evaluation of fats. Poultry Science (Estados Unidos) v.42 no.2, p. 313-325. 1963.

90. _____; _____. The effects of breed, sex and arsenical and nutrient density on the utilization of dietary energy. Poultry Science (Estados Unidos) v.42 no.5, p. 1325-1332. 1963.

91. SLINGER, S. J.; SIBBALD, I. R.; PEPPER, W. F. The relative abilities of two breeds of chickens and two turkeys to metabolizable dietary energy and dietary nitrogen. Poultry Science (Estados Unidos) v.43 no.2, p. 329-333. 1964.

92. SUGDEN, L. G. Energy metabolized by bantam chickens and blue - winged teal. Poultry Science (Estados Unidos) v.53 no.6, p. 2227-2228. 1974.

93. SUMMERS, J. D.; BENTLEY, H. U.; SLINGER, S. J. Influence of method of pelling on utilization of energy from corn, wheat, shorts and bran. Cereal Chemistry (Estados Unidos) v.45 no.6, p. 612-614. 1968.

94. TENESACA, L. G.; SELL, J. L. Influence of indigestible material on energy excretion and true metabolizable energy of corn. Poultry Science (Estados Unidos) v.57 no.4, p. 1167. 1978.

95. _____; _____. Influence of an indigestible material on energy excretion by roosters and on true metabolizable energy of corn. Poultry Science (Estados Unidos) v.60 no.3, p.623-630. 1981.

96. VILLEGAS, C. Energía metabolizable aparente y verdadera de materias primas utilizadas en raciones para aves en Colombia. Bogotá, UNC-ICA, 1979. 68p. (Tesis Mag. Sci.).

97. VOHRA, P. Energy concepts for poultry nutrition. World's Poultry Science Journal (Inglaterra) v.22 no.1, p. 6-24. 1966.

98. _____. Evaluation of metabolizable energy for poultry. World's Poultry Science Journal (Inglaterra) v.29 no.2, p. 204-214. 1972.

99. ZELENKA, L. Influence of the age of chicken on metabolizable energy values of poultry diets. British Poultry Science v.9 no. , p. 135-142. 1968.