

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
DIRETOR: Prof. Dr. João Soares Veiga

APLICABILIDADE DO MÉTODO INDICADOR - ÓXIDO CRÔMICO-PARA A
DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE APARENTE EM PINTOS LEGHORN.*

(Applicability of the indicator method - chromic oxide - for
the apparent digestibility determination in Leghorn chickens)

Fernando Andreasi
Professor Associado

João S. Marcondes Veiga
Veterinário

Recentes aquisições, no campo da nutrição animal, têm proporcionado inúmeras simplificações nos experimentos que envolvem o estudo do metabolismo.

Os métodos dos indicadores, que visam a substituição do clássico método convencional, vêm sendo exaustivamente estudados na maioria das espécies de interesse econômico, dadas as características de simplicidade que encerram, a par das promessas que acenam, no que tange à determinação da digestibilidade e de consumo dos diferentes nutrientes.

Entretanto, em aves, poucas investigações têm sido realizadas até aqui, utilizando as substâncias índices. Assim é que, WHITSON et al, (1943) usaram, nesta espécie, o sulfato de bário como indicador. Por outro lado, OLSSON (1950) e DANSKY e HILL (1952), MUELLER (1956), YOSHIDA e MORIMOTO (1957) e HILL e ANDERSON (1958) empregaram o óxido crômico como indicador em ensaios com aves.

* Apresentado no VIII Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária realizado em Belo Horizonte (julho, 1962).

O objetivo do presente experimento é o de estudar a aplicabilidade do método do óxido crômico em quantidades reduzidas, comparando-o com o método convencional para o conhecimento da digestibilidade em aves.

MATERIAL E MÉTODO

Pintos Leghorn com 47 dias de idade, machos, foram mantidos em gaiolas coletivas e distribuídos em dois grupos desiguais, contendo 5 e 11 aves. A desigualdade dos grupos deveu-se aos diferentes pesos apresentados pelos animais no momento da constituição dos lotes. Formaram-se, então, dois grupos com procurada homogeneidade de peso vivo.

R A Ç ã O Adquirida no comércio, a ração foi fornecida aos animais durante um período preliminar de 7 dias e um período de colheita de 5 dias.

A composição química da ração está contida na tabela I.

T A B E L A I

CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DA RAÇÃO, SOBRE A MATÉRIA SÊCA (EM PORCENTAGEM)

M.S.	Proteína	E.E.	Carboid.	M. Org.	Cinzas	Ca	P.	Cr O
88,5	22,5	3,2	61,3	87,0	13,0	2,8	1,1	2,3 0,27

O consumo de alimento foi registrado diariamente.

As determinações de matéria sêca, proteína, extrato etéreo, cinzas e cálcio foram feitas segundo os métodos oficiais A.O. A.C. (1945). O fósforo obtido obedeceu ao método de FISKE e SUBBAROW (1925) e o óxido crômico foi conseguido consoante o método de SCHURCH et al (1950). Os demais nutrientes foram calculados por diferença.

ADMINISTRAÇÃO DO ÓXIDO CRÔMICO A adição do indicador - óxido crômico - foi feita de sorte a proporcionar a concentração de 0,2% sobre a matéria úmida.

O indicador, pesado, foi incorporado e homogeneizado em quantidade de ração suficiente para atender às necessidades das aves durante a vigência do ensaio.

COLHEITA DE FEZES Estas foram obtidas segundo o critério seguinte:

1. fezes individuais colhidas às 7 horas durante 5 dias consecutivos;
2. fezes individuais obtidas às 18 horas durante 5 dias seguidos.

Para isso, as aves foram transferidas para gaiolas individuais, onde permaneceram o tempo necessário para a eliminação de uma porção de fezes. Estas eram colocadas em vidros numerados, que ficavam em estufa a 65°C, aguardando a colheita subsequente;

3. fezes totais por lote e de acordo com o período da colheita.

a - colheita das fezes eliminadas às 7 horas, por lote de aves.

Para tanto as fezes das 7 horas, correspondentes ao intervalo de 13 horas - 18 horas de um dia até às 7 horas da manhã seguinte - após retirada cuidadosa de penas e restos de ração, eram reunidas, homogeneizadas e pesadas para, finalmente, uma porção das mesmas ser transferida para recipiente numerado, que permanecia em estufa à 65°C durante toda a fase experimental (5 dias);

b - fezes das 18 horas, por lote.

Outro recipiente recebia apenas porção das fezes expedidas no decorrer de período de 11 horas - 7 às 18 - durante 5 dias;

4. fezes totais, por lote.

Além disso amostras de fezes das 7 horas eram reunidas às alíquotas das 18 horas, durante os 5 dias da colheita, de sorte a obter-se amostra representativa da excreção total, por lote;

5. fezes diárias, por lote.

Essas amostras eram constituídas pela reunião das fezes excretadas às 7 e 18 horas e, por dia, com o fito de surpreender as variações das excreções totais diárias do indicador.

RESULTADOS

As concentrações de óxido crômico, obtidas em diferentes horas e de acordo com o critério de colheita descrito acima, são

vistas na tabela II.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca, consignados nas colheitas individuais das 7 e 18 horas e referentes aos métodos convencional e óxido crômico, figuram na tabela III.

O confronto estabelecido entre as séries de resultados, destacou que os coeficientes de digestibilidade médios, relativos às amostras individuais das 7 e 18 horas, para ambos os lotes, não foram significativamente diferentes. Os coeficientes de variação e levados, exceção feita ao lote 2 (18 horas), talvez expliquem esses resultados.

Os resultados constantes da tabela IV compreendem os coeficientes de digestibilidade apurados nas colheitas diárias por lote, isto é, das amostras reunidas em períodos sucessivos de 24 horas, ao lado dos valores obtidos através das amostras parciais relativas às colheitas separadas das 7 e 18 horas.

A interpretação estatística dos resultados, revelou que as diferenças entre as séries de valores obtidos pelos dois métodos, não foram julgadas significantes, para as colheitas sucessivas diárias.

Com o objetivo de verificar o grau de recuperação do óxido crômico nas fezes, procedeu-se ao cálculo da mesma, cujos resultados, atribuídos às colheitas individuais, podem ser vistos na tabela V.

Verifica-se que a discrepância dos valores auferidos é acentuada nas duas séries correspondentes ao lote 1, enquanto a recuperação do indicador nas fezes do lote 2 mostrou-se concordante, embora, consideravelmente baixa.

Por seu turno, as provas de recuperações atinentes às colheitas sucessivas de 24 horas por lote, e a consignada para as colheitas separadas das 7 e 18 horas, também por lote, são vistas na tabela VI.

As excreções percentuais médias do indicador revelaram - se baixas, exceção feita à colheita separada das 18 horas para o lote 2, enquanto as recuperações médias, em períodos sucessivos de 24 horas, e o total do lote 1, apresentaram níveis satisfatórios, embora o primeiro mostrasse variabilidade acentuada.

T A B E L A I I

CONCENTRAÇÕES PERCENTUAIS DE ÓXIDO CRÔMICO OBTIDAS DE
ACÔRDO COM O PERÍODO DE COLHEITA (SÔBRE MATÉRIA SÊCA)

Ave n°	Lote 1		Lote 2	
	7 horas	18 horas	7 horas	18 horas
Colheitas individuais (5 dias)				
1	0,48	0,49	0,49	0,43
2	0,42	0,47	0,36	0,44
3	0,42	0,58	0,45	0,43
4	0,45	0,48	0,42	0,41
5	0,44	0,50	0,39	0,42
6	0,47	0,41		
7	0,39	0,42		
8	0,52	0,49		
9	0,36	0,38		
10	0,39	0,48		
11	0,50	0,48		
média	0,44 ± 0,01	0,47 ± 0,02	0,42 ± 0,02	0,43 ± 0,01
C.V. %	11,2	11,3	12,1	2,8
Colheitas parciais (por lote) (5 dias)				
média	0,44	0,49	0,48	0,53
Colheitas diárias (por lote) (7 + 18 horas)				
Dia				
1	0,50		0,47	
2	0,52		0,46	
3	0,52		0,51	
4	0,52		0,46	
5	0,46		0,56	
média	0,50 ± 0,01		0,49 ± 0,02	
C.V. %	5,3		9,0	
Colheita total (5 dias)				
	0,49		0,49	

T A B E L A III

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA, OBTIDOS PELOS MÉTODOS DO ÓXIDO CRÔMICO E CONVENCIONAL, RELATIVOS ÀS COLEITAS INDIVIDUAIS DAS 7 E 18 HORAS.

Ave n°	Coeficientes de digestibilidade (em porcentagem)			
	Método do óxido crômico			
	Lote 1		Lote 2	
	7 horas	18 horas	7 horas	18 horas
1	43,7	44,9	44,9	37,2
2	35,7	42,5	25,0	38,6
3	35,7	53,4	40,0	37,2
4	40,0	43,7	35,7	34,1
5	38,6	46,0	30,8	35,7
6	42,5	34,1		
7	30,8	35,7		
8	48,1	44,9		
9	25,0	28,9		
10	30,8	43,7		
11	46,0	43,7		
média	37,9 ± 2,2	42,0 ± 2,0	35,3 ± 3,5	36,6 ± 0,8
C.V. %	19,3	15,9	22,0	4,7
Convencional	47,1		51,5	

T A B E L A I V

CORFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SÊCA, REFERENTES ÀS COLHEITAS DIÁRIAS POR LOTE, AO LADO DOS VALÔRES ATRIBUIDOS ÀS 7 E 18 HORAS, SEPARADAMENTE, DURANTE CINCO DIAS CONSECUTIVOS.

Dia	Convencional		Óxido crômico	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
1	48,2	51,4	46,0	42,5
2	43,8	52,5	48,1	41,3
3	42,5	50,6	48,1	47,1
4	47,4	43,9	48,1	41,3
5	53,7	58,9	41,3	51,8
média	47,1 ± 2,0	51,5 ± 2,4	46,3 ± 1,3	44,8 ± 2,0
C.V. %	9,3	10,4	6,3	10,2
7 horas	-	-	38,6	43,8
18 horas	-	-	44,9	49,1
Total	47,1	51,5	44,9	44,9

TABELA V

RECUPERAÇÃO PERCENTUAL DO ÓXIDO CRÔMICO DETERMINADA EM FEZES INDIVIDUAIS COLHIDAS ÀS 7 E 18 HORAS, DURANTE 5 DIAS SEGUIDOS.

Ave nº	Lote 1		Lote 2	
	7 horas	18 horas	7 horas	18 horas
1	93,6	95,5	86,4	77,3
2	81,9	91,7	63,6	77,3
3	81,9	113,1	86,4	77,3
4	87,7	93,6	77,3	72,7
5	85,8	97,5	68,1	77,3
6	91,7	79,9		
7	76,0	81,9		
8	101,4	95,5		
9	70,2	74,1		
10	76,0	96,6		
11	97,5	93,6		
média	85,8 ± 2,9	91,8 ± 3,1	76,4 ± 4,7	76,4 ± 0,9
C.V. %	11,3	11,3	13,6	2,7

TABELA VI

RECUPERAÇÕES DO INDICADOR - EM PERCENTAGEM - ATRIBUÍDAS ÀS COLHEITAS SUCESSIVAS DE 24 HORAS, POR LOTE, ASSIM COMO A RELATIVA ÀS AMOSTRAS OBTIDAS ÀS 7 E 18 HORAS.

Dia	Lote 1 (11 aves)	Lote 2 (5 aves)
1	95,8	89,0
2	108,1	85,1
3	110,6	98,2
4	101,3	100,5
5	78,8	89,5
média	98,9 ± 5,6	92,5 ± 2,9
C.V. %	12,8	7,1
7 horas	110,7	85,9
18 horas	68,5	95,6
Total	95,9	87,4

D I C U S S Ã O

Teòricamente, se o indicador se distribuisse, uniformemente, com o excreta, o emprego do método para os ensaios de digestibilidade, em qualquer espécie, proporcionaria ao investigador a possibilidade de colher uma única e reduzida amostra de fezes para determinar a parte não recuperada de um dado nutriente ingerido.

Entretanto, em aves, os processos fisiológicos que se desenvolvem em ritmo acelerado - principalmente em pintos - fornecem excrementos cuja composição é bastante heterogênea durante período de 24 horas. Desta forma, a colheita pura e simples de uma amostra, em dado momento de um intervalo de 24 horas, pode levar à obtenção de concentrações do indicador que se afastam consideravelmente da média.

No presente trabalho, as colheitas representativas de um período de 5 dias (tabela II), mostram que as fezes expelidas à noite são menos ricas em óxido crômico do que as provenientes da colheita procedida durante o dia (18 horas). Esta diferença foi mais evidente para as aves pertencentes ao lote 1, se cotejada às médias apuradas no lote 2. Estes resultados estão de acordo com as observações de MUELLER (1956), que consignou concentrações mais elevadas de óxido crômico nas fezes do dia, enquanto observara o inverso para aves adultas. Atribuiu como razão principal para as diferenças de níveis percentuais auferidos, ao reduzido teor do óxido crômico no ceco em relação à maior concentração do mesmo indicador no intestino. Por outro lado, adiantou o citado autor que, por

razões não aparentes, verificara, em galos, teor mais acentuado do indicador no ceco que, regularmente, se esvasiava durante a noite.

Diferenças de concentrações do inditador nas fezes das 7 e 18 horas foram ainda mais pronunciadas nas amostras atribuídas às colheitas parciais, por lote (tabela II).

Por seu turno, as colheitas sucessivas de 24 horas por lote, cujas médias foram de 0,50 e 0,49% para os lotes 1 e 2 respectivamente, revelaram níveis percentuais de óxido crômico praticamente iguais, máxime se comparados à colheita total - 0,49% - que representa o teor médio das excreções de 5 dias seguidos e de todas as horas (tabela II).

Os diferentes níveis percentuais de óxido crômico encontrados nas diversas colheitas individuais são refletidos, naturalmente, nos coeficientes de digestibilidade assinalados na tabela III. Verifica-se assim que, embora diferenças nas concentrações do indicador fossem surpreendidas às 7 e 18 horas, os coeficientes de digestibilidade médios correspondentes, não diferem entre si, porém, discrepam, significativamente, se forem comparados com os coeficientes auferidos pelo método convencional.

As reduzidas recuperações percentuais do indicador (tabela V) destacam a invalidade do critério adotado na colheita de amostras, máxime para o lote 2, cujas recuperações, das 7 e 18 horas, não ultrapassaram o nível de 76,4%.

No que diz respeito aos dados apurados na tabela IV e resultantes das amostras de fezes rejeitadas em períodos sucessivos de 24 horas, observou-se que os resultados são mais elevados e concordantes com o convencional total. Os coeficientes de variação, calculados, e referentes aos 2 lotes, alcançam o nível de 10%.

As provas de recuperação vistas na tabela VI e atribuídas aos períodos sucessivos de 24 horas, atingiram níveis médios satisfatórios, se os confrontarmos com os obtidos nas colheitas individuais (tabela V). As médias verificadas de 98,9% e 92,5% para os lotes 1 e 2, respectivamente, superaram a média de recuperação da colheita total do lote 2 (87,4%) a qual representa o teor médio de óxido crômico obtido, por lote, durante o desenvolvimento do período experimental.

As recuperações quase ideais, encontradas por MUELLER (1956) e YOSHIDA e MORIMOTO (1957) não puderam ser confirmadas neste trabalho. DANSKY e HILL (1952), trabalhando com pintos de 4 e 5 semanas de idade, e empregando 0,2% de óxido crômico, apresentaram níveis de recuperação que variavam de 92 a 95% em três experimentos repetidos.

A concentração do indicador no presente trabalho, foi da ordem de 0,27% sobre a matéria seca da ração comercial, composta de alimentos típicos destinados à alimentação de pintos. Além disso, a responsabilidade das diferenças observadas não poderá ser inculcada à idade dos pintos utilizados - 7 semanas - ou ainda, ao meio de administração do indicador, uma vez que MUELLER (1956) empregou aves com idade idêntica e observou critério semelhante de fornecimento da substância inerte.

As diferenças consignadas entre os dados das provas de recuperação do presente trabalho e os obtidos por outros autores, os quais atingiram valores quase ~~teóricos~~ - 100% - 102,3% (YOSHIDA e MORIMOTO 1957), 95,0% - 101,2% (MUELLER 1956) - somente poderiam ser atribuídas ao período experimental mais longo - 8 dias - por eles adotado.

Por outro lado, o período preliminar de 7 dias, obedecido neste trabalho, foi adequado, se nos reportarmos às observações de MUELLER (1956), que verificou concentrações quase constantes do indicador nas fezes, já no segundo dia após iniciar-se a administração da ração.

Em ensaios de digestibilidade pelo método convencional em aves, devem ser destacadas etapas importantes que se relacionam com a colheita total de fezes e o registro da ração consumida. Assim, causas de erro, incontornáveis, poderiam ser apontadas, entre as quais, a dificuldade de se determinar, com o rigor devido, a ração não consumida, assim como a colheita total dos excrementos.

Os dados que figuram na tabela IV e VI, referentes às colheitas separadas das 7 e 18 horas, durante 5 dias consecutivos, encerram três fontes de erro bem definidas, ou sejam:

- a - erro de "amostragem", oriundo da tomada de amostra em um período determinado do dia (7 e 18 horas);
- b - erro atribuído às dificuldades insuperáveis e inerentes à obtenção das fezes totais excretadas;
- c - falhas na avaliação do consumo da ração. Ora, esses dois últimos fatores influenciam decisivamente as provas de recuperação, mas não afetam os valores atribuídos às concentrações do óxido crômico, a expressão dos quais é dada em porcentagem.

Os coeficientes de digestibilidade consignados pelo método do indicador e os correspondentes níveis percentuais de recuperação, resumidos na tabela VII e relativos aos lotes, ressaltam as considerações acima.

T A B E L A V I I

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SÊCA E RECUPERAÇÕES DO INDICADOR NAS COLHEITAS PARCIAIS - 7 E 18 HORAS - OBTIDOS PELO MÉTODO DO ÓXIDO CRÔMICO (EM PORCENTAGEM).

L o t e 1				L o t e 2			
7 horas		18 horas		7 horas		18 horas	
Coef. dig.	Recup. %	Coef. dig.	Recup. %	Coef. dig.	Recup. %	Coef. dig.	Recup. %
38,6	110,7	44,9	68,5	43,8	85,9	49,1	95,6

Os resultados constantes da tabela VII, com exceção feita àqueles referentes às 18 horas (lote 2), contrariam o princípio do método dos indicadores, o qual, ensina que elevadas concentrações do indicador nas fezes devem resultar coeficientes de digestibilidade também elevados.

Todavia, MUELLER (1956) acentuou que, excluindo-se o erro oriundo das variações diurnas dos níveis do indicador nas fezes, o que conseguiu à custa de apropriadas tomadas de amostras, o rigor dos métodos indicadores dependerá, principalmente, da recuperação da substância índice ingerida.

Estabeleceu ainda que a perda de 10% do indicador, por exemplo, determinará um erro de 9% para o nutriente cuja digestibilidade seja de 20% e somente 2% de erro para o mesmo

nutriente que apresente 80% de digestibilidade.

No âmbito do erro proposto por MILLER (1956) as porcentagens de recuperação - 98,9 e 92,5 - apontados na tabela VI, em colheitas sucessivas de 24 horas durante 5 dias consecutivos, são satisfatórias e refletem os coeficientes de digestibilidade mais uniformes, verificados no experimento.

Todavia, no que se relaciona à colheita total (tabela VI), a recuperação foi satisfatória apenas para o lote 1, muito embora os coeficientes de digestibilidade de ambos os grupos estejam próximos dos auferidos nas colheitas sucessivas de 24 horas.

Se nos reportarmos então às falhas atribuídas ao método convencional, e as compararmos às fontes de erro - excluídas as relativas à "amostragem" - advindas do método indicador, parece-nos que a adoção deste último proporciona resultados mais fidedignos.

RESUMO E CONCLUSÕES

Os autores estudaram em pintos Leghorn o emprego do óxido crômico para a determinação do coeficiente de digestibilidade da matéria seca de ração comercial.

As aves foram distribuídas em dois lotes de 11 e 5 pintos, os quais permaneceram em gaiolas coletivas.

A ração e as fezes foram pesadas após observar-se período preliminar de sete dias.

As fezes foram colhidas de acordo com o esquema seguinte:

1. fezes individuais obtidas às 7 e às 18 horas, separadamente,

durante 5 dias consecutivos;

2. fezes por lote às 7 e às 18 horas, colhidas separadamente;
3. fezes totais, colhidas no decorrer do experimento;
4. fezes diárias, por períodos sucessivos de 24 horas (7 e 18 horas).

O indicador foi misturado à ração na proporção de 0,27 % sobre a matéria seca.

Face ao critério adotado no presente experimento, parece-nos lícito formular as seguintes conclusões:

1. o método do óxido crômico, comparado ao convencional, parece o ferecer, em aves, coeficientes de digestibilidade mais rigoro sos, dadas as reduzidas causas de êrro que incidem na sua determi nação;
2. utilizando-se concentração de 0,27% de óxido crômico na ração, as colheitas sucessivas de 24 horas, por lote, proporcionam resultados que mais se harmonizam com os da colheita total;
3. a adoção de lotes de aves, para a determinação de digestibilida de, apesar de abolir a variabilidade individual, mostrou cons tituir-se método eficiente, desde que o critério de colheita de fe zes seja adequado;
4. as concentrações do indicador, obtidas em fezes individuais pro venientes de colheitas separadas, da manhã e da tarde - 7 e 18 horas - durante 5 dias consecutivos, conferiram coeficien tes de digestibilidade extremamente baixos, se confrontados aos con signados através da colheita total;
5. nem sempre os resultados das provas de recuperação traduzem com fidelidade os coeficientes de digestibilidade, uma vez que as

mesmas são influenciadas pelos problemas inerentes à colheita de fezes e do consumo de ração.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The authors studied the applicability of chromic oxide method in determining the digestibility coefficients of commercial ration in Leghorn chickens.

Male Leghorn chickens 47 days old, obtained from a commercial hatchery were divided in two different groups, one with eleven and other with five chickens, which were placed in collective batteries.

Water and food were supplied "ad libitum" throughout the experiment. After a seven days preliminary period, ration was controlled and feces collections started according the following scheme:

1. individual feces obtained two times a day. - 7 A.M. and 6 P.M. during five consecutive days. The chicken was placed in an individual cage just the time to eliminate a feces sample;
2. feces per lot collected at 7 A.M. and 6 P.M.;
3. total feces, collected throughout the experiment;
4. daily feces for 24 hours successive periods.

The level of chromic oxide indicator added to the ration was 0,27 % on dry matter basis.

By the orientation which was followed in this work, it seems licit to conclude:

a - due to the reduced error causes showed, it seems that the chromic oxide indicator method offers a more accurate digestibility data as compared to the conventional one;

b - successive collection periods of 24 hours, per group, showed the most accurate results as compared with the total collection;

c - in spite of leaving aside individual variations, the adoption of chickens groups for digestibility determination, showed to be an efficient method since the feces collection is adequate;

d - the indicator levels, obtained in individual feces or from separate collection, at 7 A.M. or 6 P.M. during five consecutive days, showed extremely low results, as compared with the total collection;

e - the recovery tests utilized, were not totally efficient in determining the accuracy of the used method due to the fact that those tests are influenced by various problems such as feces collections and the exact determination of consumed ration.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Association of Official Agricultural Chemists - 1945 - Official and tentative methods of analyses of the association of Official Agricultural Chemists. 6 th ed. Washington, George Banta Publishing Co.

DANSKY, L.M. - HILL, F.W. - 1952 - Application of chromic oxide indicator method to balance studies with growing chickens. J. Nutr., 47:449-459

- FLSKE, C.H. - SUBBAROW, Y. - 1925 - The colorimetric determination of phosphorus. J. Biol. Chem., 66:375-380
- HILL, F.W. - ANDERSON, D.L. - 1958 - Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. J. Nutr., 64 (4):587-603
- MUELLER, W.J. - 1956 - Feasibility of chromic oxide and lignin indicator methods for metabolism experiments with chickens. J. Nutr., 58:29-36
- OLSSON, N. - 1950 - Digestion experiments on poultry. Kungl. Lantbrukshogskolan och Lantbruksforsok Statens Husdjursforsok Meddelande Nr., 43, pp. 1-69
- SCHURCH, A.F. - LLOYD, L.E. - CRAMPTON, E.W. - 1950 - The use chromic oxide as an index for determining the digestibility of a diet. J. Nutr., 41 (4):629-636
- WHITSON, D.C. - CARRICK, C.W. - ROBERTS, R.E. - HAUGE, S.M. - 1943 - Utilization of fat by chickens - a method for determining the absorption of nutrients. Poultry Sci., 22 (2):137-141
- YOSHIDA, M. - MORIMOTO, H. - 1957 - Reliability of chromic oxide indicator method for determination of digestibility with growing chickens. J. Nutr., 61 (1):31-38