

EFFECTO DE NIVELES ALTOS DE COBRE DIETETICO EN EL POLLO EN CRECIMIENTO

FERNANDO CISNEROS G. ²

JUAN LOPEZ ²

JOSE LUIS ROMANO M. ²

MARCELA FRAGOSO ³

Se realizó un experimento con el fin de conocer los efectos de diferentes niveles de cobre (Cu) suplementario en el comportamiento productivo del pollo. Se utilizó una dieta sorgo-soya a la que se añadió sulfato de cobre a fin de obtener niveles suplementarios de 0,200, 400 y 800 ppm. No se encontró efecto al nivel de Cu sobre la ganancia de peso y el consumo de alimento totales, pero sí sobre la eficiencia alimenticia ($P < .05$). Se encontró una correlación lineal negativa significativa ($r^2 = -.74$) entre el nivel de Cu y el peso del ciego expresado como porciento del peso corporal. El cobre adicional a niveles de cero y 200 ppm mejoró la ganancia de peso y el consumo de alimento durante el último período experimental al compararse con los niveles más altos de Cu. Los niveles de cobre por encima de 400 ppm tuvieron efectos tóxicos. Se observaron diferencias ($P < 0.05$) en la tasa de

ganancia de función del tiempo, que sugieren una mayor susceptibilidad a mayor tiempo, que se asoció con una capacidad máxima de acumulación de Cu en hígado.

La suplementación de Cu a niveles de 150-250 ppm ha sido estudiada en pollos por varios grupos de investigadores (Fisher y Laursen Jones, 1973; Jenkins, 1970; King, 1972; Doerr et al., 1981) y han encontrado diferencias del .5 al 1% en incremento de peso, así como una mejoría en eficiencia alimenticia. Sin embargo, el uso de niveles más altos, ya sea por error en la formulación o en busca de un efecto de promoción del crecimiento más marcado, puede dar lugar a cuadros de intoxicación; en este sentido se han realizado algunos trabajos en pollos en los que los resultados no han sido del todo consistentes (Jensen, 1977; King, 1975). En otras especies de aves domésticas la intoxicación por Cu ha tenido resultados dramáticos, por ejemplo Henderson en 1975, encontró erosión en la molleja y proventrículo acompañado de muerte súbita con niveles de 324-613 ppm en gansos.

El objetivo de este trabajo fue esclarecer algunos de los eventos que

1 Trabajo realizado como parte de las prácticas de la Maestría en Nutrición Animal, FESC-UNAM-INIFAP.

2 Departamento de Nutrición Animal, INIFAP Sector Pecuario. SARH Apdo. Postal 41-652, Palo Alto, D. F..

3 Dirección General de Alimentación y Aprovechamientos Forrajeros (DGAAF), Insurgentes Sur 670, México, D. F.

se presentan por un elevado consumo de Cu, con ingredientes nacionales y sentar antecedentes para futuras experiencias bajo nuestras condiciones.

El trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Análisis Instrumental del INIFAP, Sector Pecuario, Unidad Central, Palo Alto, D. F.

Se utilizaron 48 pollos machos Rhode Island de 4 días de edad con un peso inicial promedio de 32 g. Los pollos fueron alojados en criadoras Petersime modelo 25D con una superficie por jaula de .35 m² con comedero frontal, bebedero de frasco y piso de rejilla de alambre. Se usaron dos repeticiones de 6 pollos cada una, las cuales fueron asignadas al azar en cuatro tratamientos.

El período experimental comprendió de los 4 a los 19 días de edad, período durante el cual las aves tuvieron libre acceso a alimento y

agua, se midió diariamente el consumo de alimento y cada 5 días la ganancia de peso.

Al final del período experimental se sacrificaron 2 pollos de cada tratamiento por dislocación cervical a fin de medir el tamaño relativo del ciego, hígado y hematocritos, midiéndose además la concentración de cobre hepático por flamometría en dos pollos de cada tratamiento.

La dieta basal usada en este estudio (Cuadro 1) fue formulada a fin de tener 20% de proteína cruda y 2860 Kcal de EM en base original; a ésta se le adicionó Cu en forma de CuSO₄·5H₂O a fin de obtener niveles suplementarios de 0, 200, 400 y 800 ppm a expensas de almidón.

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y para detectar diferencias entre medias se usó el método de SNK según lo describe

C U A D R O 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES^a

| Ingredientes | Control | Nivel de Cu Suplementario (ppm) | | |
|--------------------------------------|---------|---------------------------------|--------|--------|
| | | 200 | 400 | 800 |
| Sorgo molido | 65.545 | 65.545 | 65.545 | 65.545 |
| P. soya | 28.340 | 28.340 | 28.340 | 28.340 |
| CaCO ₃ | 1.700 | 1.700 | 1.700 | 1.700 |
| Na ₂ HPO ₄ | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| L-lisina | 0.198 | 0.198 | 0.198 | 0.198 |
| DL-metionina | 0.217 | 0.217 | 0.217 | 0.217 |
| Premezcla vitaminas ^b | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Premezcla minerales ^c | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| CuSO ₄ ·5H ₂ O | ----- | 0.079 | 0.158 | 0.316 |
| Almidón | 0.5 | 0.421 | 0.342 | 0.184 |

C U A D R O 2
GANANCIA DE PESO TOTAL Y POR PERIODO (g)^a

| Período | Nivel de Cu suplementario (ppm) | | | | EEM ^e |
|------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| | 0 | 200 | 400 | 800 | |
| Total | 472.6 | 502.4 | 445.0 | 358.3 | 16.40 |
| 1-5 días | 133.0 ^b | 123.0 ^{bc} | 112.8 ^c | 105.8 ^c | 5.00 |
| 6-10 días | 138.1 ^b | 158.0 ^b | 139.6 ^b | 103.7 ^c | 10.00 |
| 11-15 días | 201.2 | 221.2 | 129.6 ^c | 146.4 | 7.74 |

a/ Medias de 2 grupos y 6 pollos cada uno.

b,c,d/ Datos con distinta literal son diferentes ($P \leq 0.05$).

e/ Error estándar de la media .

Anderson (1974). El modelo utilizado fue:

$$Y_{ij} = M_i + C_i + E_{ij}$$

donde: M= media poblacional
C= nivel de cobre
E= error residual

La ganancia de peso total no fue afectada por los diferentes tratamientos (Cuadro 2), sin embargo al hacer el análisis por período, incluyendo el factor tiempo, se observó que a medida que transcurría el tiempo se encontraban diferencias significativas a favor de los tratamientos de 0 y 200 ppm, aunque al hacer una correlación entre tiempo y ganancia de peso para los cuatro niveles de Cu (Gráfica 1) se observó una diferencia numérica entre tratamientos, y fueron los de 200 y 400 ppm de Cu suplementario los mejores, ya que presentaron una mayor pendiente. Esto sugiere que a medida que pasa el tiempo los efectos de promoción del crecimiento del Cu se hacen más evidentes, quizá debido al incremento en los niveles sépticos de las jaulas.

Se observó un efecto tóxico ante el nivel más alto de Cu, ya que la ganancia de peso mostró ser menor con respecto al testigo y a los animales suplementados con 200 ppm de Cu, lo que se hizo más evidente al final de la prueba.

En cuanto al consumo de alimento total no se observaron diferencias significativas (Cuadro 3) entre tratamientos ($P > 0.05$), aunque al analizarlos e incluir el efecto del tiempo se encontró que durante el segundo y tercer período del experimento los tratamientos testigo y con 200 ppm de Cu adicional presentaron un mayor consumo de alimento que el observado en los otros dos niveles de Cu. El nivel de 800 ppm de Cu deprimió ($P \leq 0.05$) el consumo de alimento, como una clara adaptación a fin de disminuir los efectos tóxicos del Cu.

Lo anterior se refleja en la eficiencia alimenticia (Cuadro 4) ya que en el primer período experimental no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos; durante el segundo período el nivel de 800 ppm deprimió la eficiencia alimenticia para recuperarse

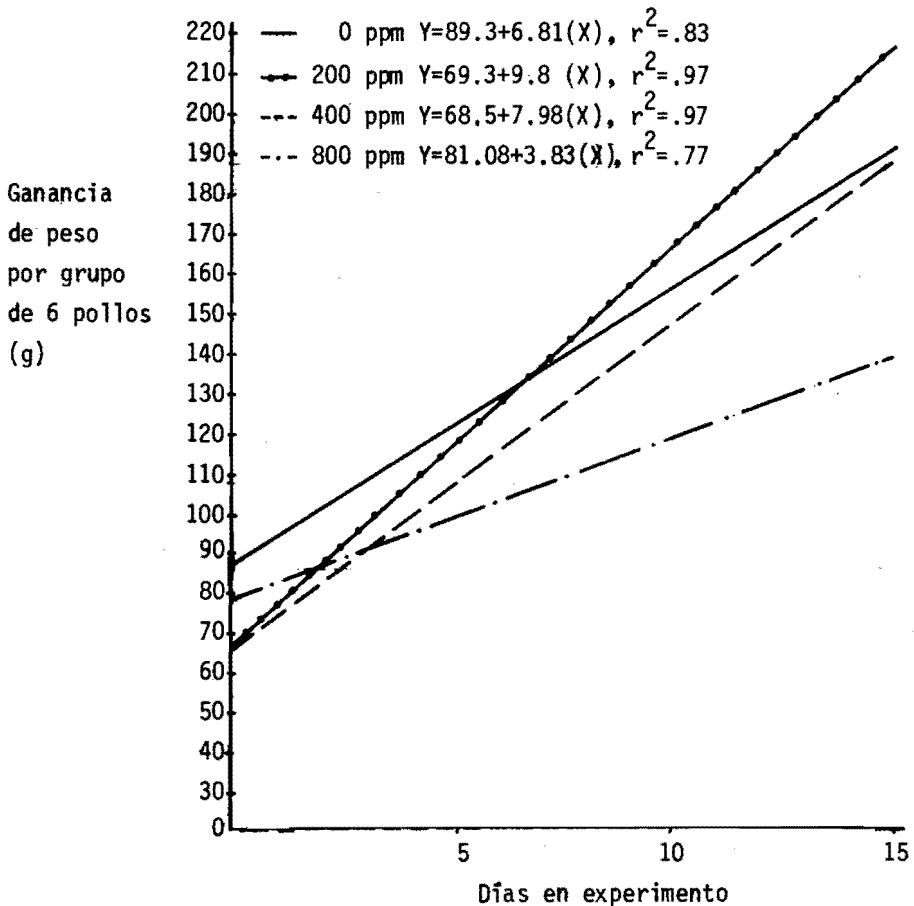
durante el tercer período como respuesta a la disminución en el consumo de alimento.

Es de notarse que el nivel de 400 ppm, a pesar de provocar un menor consumo de alimento en el segundo y tercer período, mantuvo una eficiencia alimenticia igual a los niveles de 0 y 200 ppm de Cu durante el primero y tercer período, o sea que disminuye-

ron su consumo y por lo tanto ganancia, manteniéndose la eficiencia alimenticia, quizá como respuesta compensatoria al prevenir el consumo de cantidades tóxicas de Cu. Cabe aclarar que el consumo de Cu (Cuadro 5) siguió un comportamiento lógico al aumentarse los niveles de Cu en la dieta; no así la acumulación de Cu en hígado, ya que entre los 200 y 400

G R A F I C A 1

GANANCIA DE PESO POR GRUPO DE 6 POLLOS ALIMENTADOS CON NIVELES CRECIENTES DE Cu



C U A D R O 3

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL Y POR PERIODO(g)^a

| Período | Nivel de Cu suplementario (ppm) | | | | EEM ^e |
|------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| | 0 | 200 | 400 | 800 | |
| Total | 976.15 | 994.35 | 898.80 | 853.10 | 16.43 |
| 1-5 días | 198.10 | 213.00 | 192.70 | 195.60 | 9.90 |
| 6-10 días | 320.00 ^b | 325.00 ^b | 300.00 ^c | 284.00 ^d | 3.53 |
| 11-15 días | 461.50 ^b | 457.50 ^b | 400.60 ^c | 372.60 ^d | 6.08 |

a) Medias de 2 grupos de 6 pollos cada uno.

bcd) Datos con distinta literal son diferentes ($P < 0.05$),

e) Error estándar de la media.

ppm de Cu suplementario se observaron los mayores cambios en la acumulación del mineral; mientras que de 0 a 200 y de 400 a 800 ppm ($P < 0.05$) la acumulación fue menor (Cuadro 5) resultando en este estudio que por cada miligramo de Cu consumido se acumulan .000222 miligramos en hígado (.022%) según se describe en la Gráfica 2. Esto sugiere que la acumulación de este mineral en el hígado tiene un nivel máximo ya que entre 400 y 800 ppm de Cu suplementario no hubo una mayor acumulación en hígado.

Al analizar el peso del ciego como porcentaje del peso corporal (Cuadro 6) se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) entre tratamientos; este comportamiento fue explicado por una regresión lineal negativa ($r^2 = .74$) indicando que a medida que se aumentó el nivel de Cu en la dieta, el tamaño del ciego disminuyó.

Por otro lado, los valores del tamaño relativo del hígado y hematocrito no mostraron diferencias entre

tratamientos (Cuadro 6).

El análisis de las pendientes mostró que los niveles de 200 y 400 ppm de Cu suplementario resultaron en las mayores ganancias de peso por día transcurrido; lo que indica que a medida que pasa el tiempo es más evidente el efecto de promoción del crecimiento atribuido al Cu, esto concuerda con las observaciones de King (1972), Fisher *et al.*, (1973), Jenkins (1970) y Doerr *et al.*, (1981). Esto se explica como debido al efecto bacteriostático del Cu, que resultó benéfico ante el aumento de los niveles sépticos de las jaulas y medio ambiente.

Al observarse en el tratamiento de 800 ppm de Cu suplementario una recuperación en la ganancia de peso del segundo al tercer período experimental, sugiere una posible adaptación al consumo de altos niveles de Cu. El consumo se vio afectado por los niveles de 400 y 800 ppm de Cu en el último período experimental, aún cuando la eficiencia alimenticia

se mantiene, lo que sugiere que las aves trataron de disminuir sus consumos de Cu.

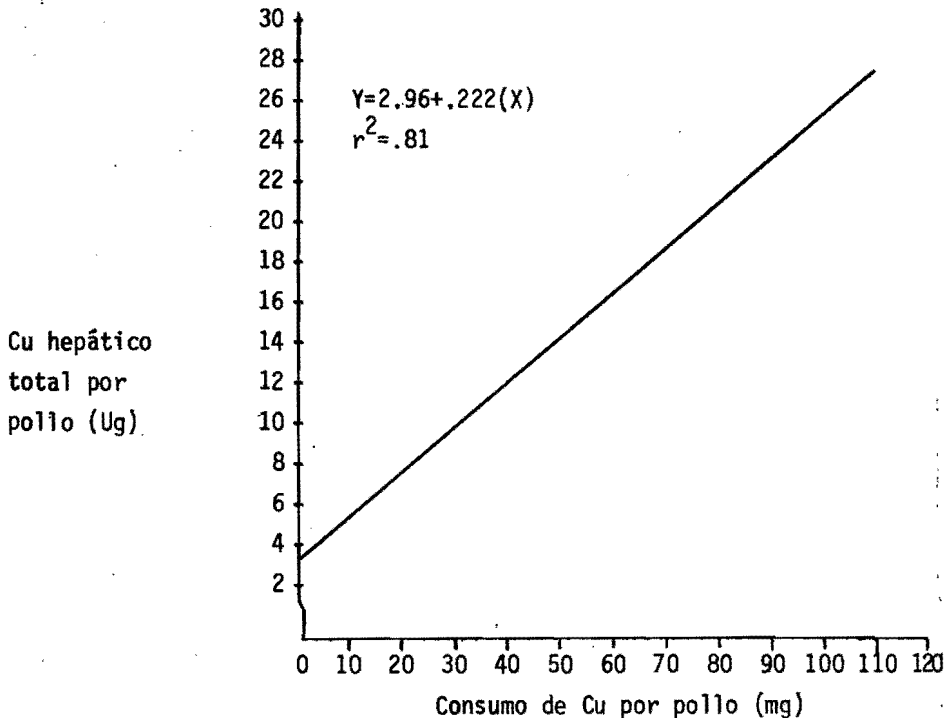
Estos resultados coinciden con los que informó Jenkins (1970) en el sentido de que el tratamiento con 200 ppm de Cu tiene efectos de promoción del crecimiento y que niveles más altos son detrimentales.

En cuanto a la acumulación de Cu en hígado los datos coinciden con Stevenson (1980) y Rangechar (1976) en cuanto a que este mineral se acumula en dicho órgano y guarda una relación estrecha con los niveles de Cu en la dieta, sin embargo, conforme los resultados obtenidos en este trabajo, la acumulación de Cu es más rápida entre los niveles de 200 a 400 ppm, pudiendo el animal manejar

su Cu hepático en los niveles más altos o más bajos, quizá al modificar los patrones de consumo alimenticio, tratando de evitar una posible toxicidad, o bien que la acumulación de Cu ante la adición de 400 ppm en la dieta resultó en una acumulación de carácter más agudo, y alcanza los niveles de saturación hepática más rápidamente.

Un dato interesante es que a medida que se incrementó el nivel suplementario de Cu, disminuyó el peso del ciego al expresarse como por ciento del peso corporal, lo que confirma los hallazgos de King (1972 y 1975), y se explica este efecto por una disminución de la actividad microbiana debido a la acción antibacteriana del Cu.

G R A F I C A 2
CORRELACION ENTRE NIVEL DE Cu CONSUMIDO Y EL Cu HEPATICO TOTAL DE
POLLOS CONSUMIENDO NIVELES CRECIENTES DE Cu



C U A D R O 4

EFICIENCIA ALIMENTICIA TOTAL Y POR PERIODO (GANANCIA/CONSUMO)

| Periodo | Nivel de Cu suplementario (ppm) | | | | EEM ^a |
|------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | 0 | 200 | 400 | 800 | |
| Total | 0.48 ^b | 0.50 ^b | 0.50 ^b | 0.42 ^c | 0.019 |
| 1-5 días | 0.66 | 0.57 | 0.58 | 0.55 | 0.064 |
| 6-10 días | 0.43 ^b | 0.48 ^b | 0.46 ^b | 0.28 ^c | 0.024 |
| 11-15 días | 0.43 | 0.48 | 0.47 | 0.39 | 0.025 |

a) Error estándar de la media.

bc) Valores con distinta literal son estadísticamente diferentes (P

0.05)

Los efectos de hipertrofia hepática mencionados por Shivanandappa en 1983 ante niveles de 900-1200 ppm de Cu en gallos, no se encontraron en este trabajo quizá por ser niveles más bajos por tratarse de animales más jóvenes o por haber seguido un período experimental más corto.

Aún cuando se esperaban diferencias en el hematocrito, éstas no se detectaron ($P > 0.05$), lo que confirma las observaciones de Stevenson (1980)

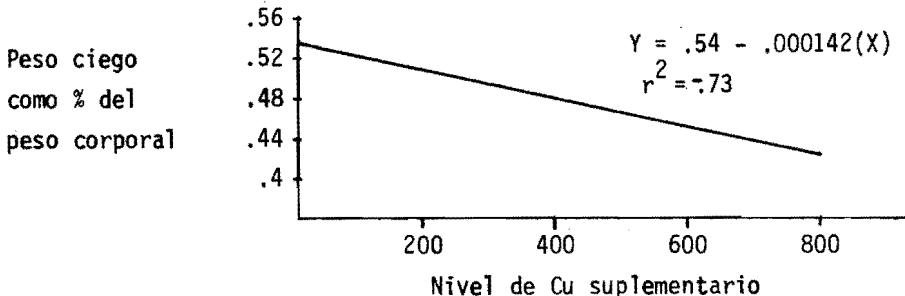
en el sentido de que los pollos no presentaron una crisis hemolítica como respuesta a niveles tóxicos de Cu.

Finalmente podemos aseverar que niveles de Cu superiores a las 400 ppm tuvieron efectos tóxicos en los pollos observados como un menor consumo de alimento y ganancia de peso. Durante el período experimental los niveles de 200 y 400 ppm de Cu suplementario resultaron en un efecto de promoción del crecimiento, pero

G R A F I C A 3

CORRELACION ENTRE NIVEL DE Cu SUPLEMENTARIO Y EL PESO DEL CIEGO COMO %

DEL PESO CORPORAL DE POLLOS CONSUMIENDO NIVELES CRECIENTES DE Cu



C U A D R O 5

CONSUMO DE Cu (mg) TOTAL Y SU ACUMULACION EN HIGADO AL FINAL DEL EXPERIMENTO.

| | Nivel de Cu Suplementario (ppm) | | | | EEM ^g |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| | 0 | 200 | 400 | 800 | |
| Consumo de Cu (mg) ^a | 16.59 ^c | 198.88 ^d | 357.52 ^e | 682.48 ^f | 2.263 |
| Cu hepático (ppm) ^b | 3.00 ^c | 7.00 ^c | 26.50 ^d | 34.00 ^d | 3.889 |
| Cu hepático total (Ug) ^b | 2.69 ^c | 6.76 ^c | 22.49 ^d | 26.03 ^d | 3.082 |

ante el nivel cúprico de 400 ppm esta respuesta se vio substituida por una depresión en la ganancia de peso después de los primeros días bajo tratamiento.

La eficiencia alimenticia no se vio afectada por la inclusión de Cu, aún cuando el consumo fue menor a mayor concentración de Cu en la dieta.

A mayores niveles suplementarios de Cu disminuyó el peso relativo del ciego; hígado y hematocrito no fueron afectados.

La acumulación de Cu hepático guarda relación con el consumo de Cu, sin embargo de cero a 200 ppm y de 400 a 800 ppm la tasa de acumulación no fue tan grande como en los niveles intermedios.

SUMMARY

An experiment was conducted to investigate the effect of different levels of supplementary cooper on chick performance and some physiological variables. A sorhum-soybean meal diet was added with Cu at zero, 200, 400 & 800 ppm levels. The high cooper level depressed weight gain, feed intake and the gain/feed ratio. It was found a negative linear correla-

tion ($r^2 = .73$) between cooper level and relative cecum weight; additional cooper at zero or 200 ppm resulted in improved rate of gain and feed intake as compared with superior cooper levels. We conclude that cooper at levels above 200 ppm results in a toxic effect. However a difference in rate of gain was observed as function of time, suggesting higher susceptibility with increasing time or a maximum capacity of cooper accumulation in liver.

LITERATURA CITADA

ANDERSON and McLEAN, 1974. Design of experiments. Ed. Marcel Dekker, U.S.A.

BECK, A.B., 1961. Observations on the copper metabolism of the domestic fowl and duck. *Aust. J. Agric. Res.*, 12:743.

FISHER, C. and LAURSEN-JONES, A.P., 1973. The effect of copper sulphate on performance and the structure of the gizzard in broilers. *Br. Poultry Sci.*, 14:55.

HENDERSON, B.M., WINTERFIELD, R. W., 1975. Acute copper toxicosis in the Canada goose. *Au. Dis.*, 19:385.

JENKINS, N.K., MORRIS, T.R., and VALAMOTIS, D. 1970. The effect of diet and cooper supplementation on chick growth. *Brit. Poultry Sci.*, 11:241.

- JENSEN, L.S., and MAURICE, D.F., 1978. Effect of high dietary copper on the ceca of chicks. **Poult. Sci.**, 57:166.
- KING, J.O.L. 1972. The effect of copper sulphate to growing fowls. 1972. **Br. Poult. Sci.**, 13:61.
- KING, J.O.L. 1975. The effect of copper sulphate to ducklings **Br. Poult. Sci.**, 16:409.
- RANGECHAR, T.R.S., 1976. Further studies on the biochemical responses in the liver to copper supplementation in poultry. **Nutr. Abs. Rev. series B.**, 47:794 (Abstr.).
- SHIVANANDAPPA, T., KRISHNAKUMARI, M. K., and MAJUMDER, S.K. 1983. Testicular atrophy in *Gallus domesticus* fed acute doses of copper fungicides. **Poult Sci.** 62:405.
- STEVENSON, M.H., and JACKSON, N., 1980. Effects of withdrawal of copper sulphate from the diet of the mature domestic fowl with special reference to production and tissue mineral content. **Br. J. Nutr.**, 43:551.