

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
Departamento de Morfología Microscópica



TESIS DOCTORAL

**La interacción Ca-P en la codorniz (*Coturnix coturnix*  
japonica) : comportamiento alimentario y utilización  
nutritiva**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Luis García Diz**

Madrid, 2015

Luis García Diz

TF  
1982  
003



X-53-018940-1

LA INTERACCION CA-P EN LA CODORNIZ (COTURNIX COTURNIX  
JAPONICA): COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO Y UTILIZACION NUTRITIVA

Departamento de Morfología Microscópica  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Complutense de Madrid  
1982



BIBLIOTECA

© Luis García Diz  
Edita e imprime la Editorial de la Universidad  
Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía  
Noviciado, 3 Madrid-8  
Madrid, 1981  
Xerox 9200 XB 480  
Depósito Legal: M-32027-1981

DEPARTAMENTO DE FISILOGIA ANIMAL

FACULTAD DE FARMACIA

MADRID

La interacción Ca-P en la codorniz (*Coturnix coturnix*  
japonica) : comportamiento alimentario y utilización  
nutritiva.



MEMORIA presentada para aspirar al Grado  
de Doctor en Ciencias Biológicas  
por el Licenciado D. Luis García  
Diz.

Esta Tesis ha sido realizada bajo la dirección de:

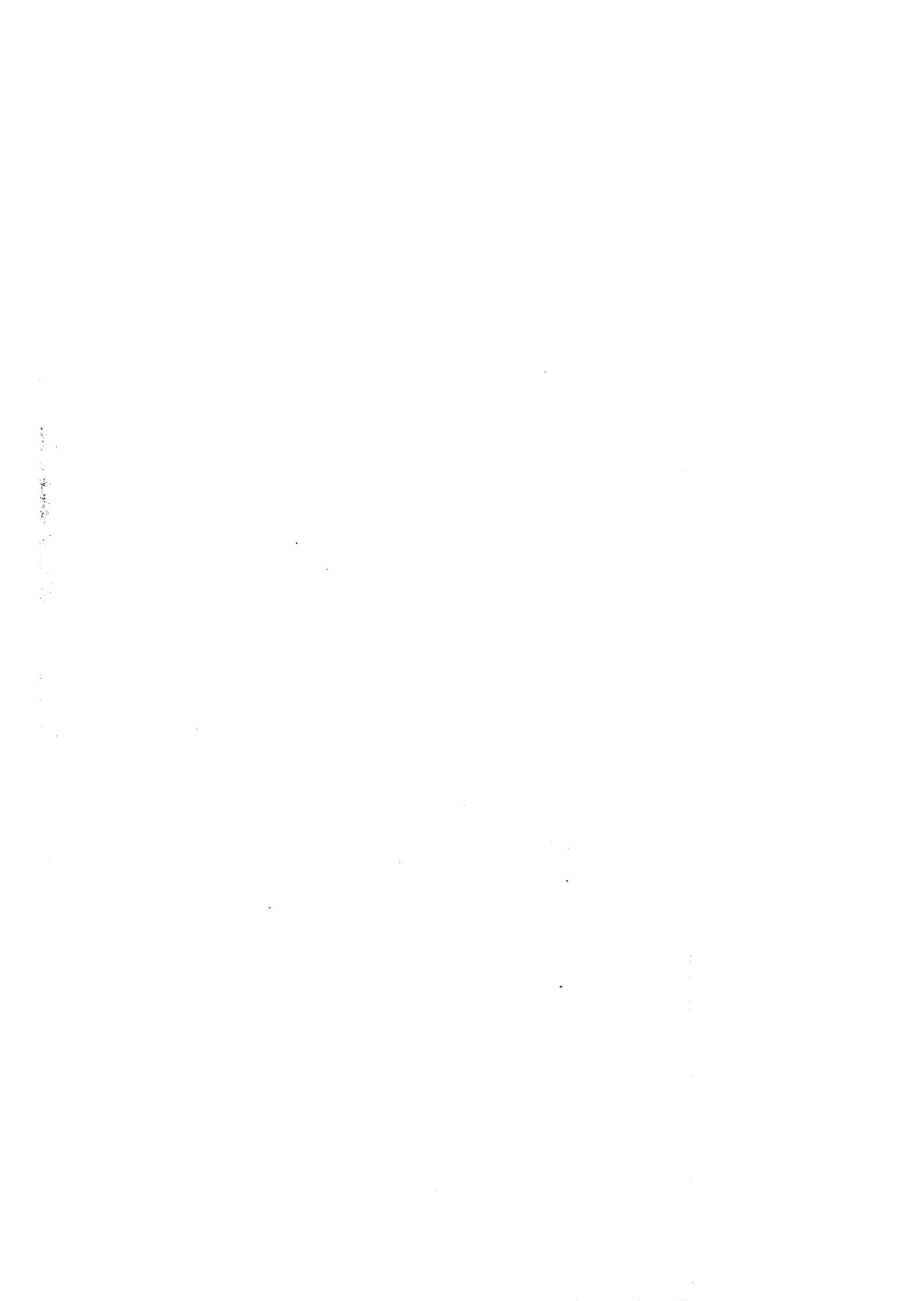
Prof. Dr. D. Gregorio Varela  
Mosquera



Licenciado D. Luis García Diz,  
aspirante al Grado de Doctor  
en Ciencias Biológicas.

Madrid, Febrero de 1980.





---

A la "ilusión" (de Lola, etc....):  
sin ella, este trabajo no se hubiera terminado.

La realización de esta memoria, ha sido posible gracias al trabajo y asesoramiento de unos pocos, junto con la ilusión y entusiasmo de muchos. A todos ellos quiero expresar mi reconocimiento y gratitud.

Durante todo este periodo ha habido momentos alegres e ilusionados, y otros, difíciles; son estos últimos los que ahora recuerdo con mayor agrado, porque me permitieron encontrar a los verdaderos maestros, a los amigos sinceros. Quienes sois, y lo que siento por vosotros, no hace falta que lo escriba en ningún sitio. Gracias.

INDICE

1.- Objeto.....	1
2.- Información bibliográfica.....	4
2.1.- Generalidades sobre la utilización del Ca y del P en las aves.....	5
2.2.- Aporte alimenticio.....	6
2.2.1.- Ingesta de Ca y P.....	6
2.2.1.1.- Problemática de los niveles de Ca y P en las dietas aviares.....	7
2.2.1.1.1.- Niveles de Ca y P.....	8
2.2.1.1.2.- Valores relativos de Ca y P contenidos en el alimento. Relación Ca:P...	10
2.2.1.2.- Regulación espontánea del consumo de Ca y P.....	13
2.2.1.2.1.- Aspectos generales.....	14
2.2.1.2.2.- Apetitos específicos para el Ca y el P.....	18
2.2.2.- Absorción en el tracto digestivo de las aves.	21
2.2.2.1.- Absorción del Ca.....	22
2.2.2.1.1.- Lugares donde se realiza.....	24
2.2.2.1.2.- Mecanismos de absorción	24
2.2.2.1.3.- Factores que la modulan	26
2.2.2.2.- Absorción de P.....	33
2.2.2.2.1.- Lugares donde se realiza.....	33
2.2.2.2.2.- Mecanismos de absorción	34
2.2.2.2.3.- Factores que la modulan	36

2.3.- Eliminaciones.....	39
2.3.1.- Secreción endógena.....	40
2.3.1.1.- Factores que la modifican.....	41
2.3.2.- Excrección urinaria.....	43
2.3.2.1.- Procesos de excrección urinaria de am- bos iones.....	43
2.3.2.2.- Factores que la condicionan.....	44
2.3.3.- Producción de huevos.....	46
2.3.3.1.- Factores que modulan la puesta.....	48
2.3.3.2.- Procesos a los que modula la puesta..	51
2.4.- Retención corporal.....	54
2.5.- Niveles hemáticos de Ca y P.....	55
2.5.1.- Algunos factores que alteran estos niveles.....	56
2.6.- Compartimento óseo.....	59
2.6.1.- Papel y estructura mineral básica. Hueso medular	59
2.6.2.- Factores que inciden sobre el metabolismo óseo.	62
3.- Método.....	66
3.1.- Diseño experimental.....	68
3.2.- Desarrollo de los experimentos.....	79
3.3.- Determinaciones analíticas.....	93
3.4.- Índices utilizados.....	96
3.5.- Tratamiento estadístico.....	97
4.- Resultados.....	98
5.- Discusión de resultados.....	193
5.1.- Ingestas.....	210
5.1.1.- Regulación espontánea del consumo de P y Ca....	210
5.1.1.1.- Elección entre dietas con distinto contenido en P.....	210

5.1.1.2.- Elección entre dietas con distinto contenido en Ca.....	212
5.1.2.- Consumo de alimentos. Influencia de las varia- ciones dietéticas.....	215
5.2.- Variaciones ponderales.....	216
5.3.- Puesta y características del huevo.....	217
5.4.- Constantes hemáticas.....	219
5.5.- Utilización global de Ca y P.....	220
5.5.1.- Utilización de Ca y P en los machos.....	220
5.5.1.1.- Ingestión y excreción.....	220
5.5.1.2.- Balances de ambos elementos.....	224
5.5.2.- Utilización de Ca y P en las hembras.....	225
5.5.2.1.- Aprovechamiento nutritivo del Ca.....	225
5.5.2.2.- Aprovechamiento nutritivo del B.....	229
5.6.- Consideraciones finales sobre la utilización del Ca y P y sobre la validez de la relación Ca:P como expresión de su interdependencia.....	231
6.- Resumen y conclusiones.....	233
7.- Bibliografía.....	238



1.- OBJETO

La interacción de los nutrientes del alimento a nivel digestivo y metabólico alcanza, día a día, mayor significado y es un hecho que condiciona la perfecta adecuación dietética.

Sin duda, una de las interrelaciones más conocidas sea la del Ca y el P, y quizá por ello, desde hace tiempo se hayan venido asociando en los estudios de nutrición, como posible reflejo de esa interconexión.

Si tenemos en cuenta que ambos elementos coinciden, por ejemplo, en el lumen y en la sangre, que poseen reguladores homeostáticos esencialmente comunes; que el componente fundamental del mineral óseo, el hidroxapatito, es una molécula de la que son constituyentes el Ca y el P; o que en el caso de una ponedora ambos elementos forman parte del huevo, se comprende fácilmente que las posibilidades de que la utilización de uno pueda estar condicionada por la presencia o ausencia del otro sean múltiples, y que la interacción pueda producirse en numerosos escalones de sus respectivos procesos de digestión, absorción y metabolismo.

Esta influencia mútua no es una pura especulación teórica, sin que tiene un significado real, y la importancia de su existencia se demuestra por la tendencia actual al estudio conjunto de sus metabolismos, y porque, como afirman diversos autores, la homeostasis de Ca y P puede ser modificada, al menos temporalmente, por influencias dietéticas; recordemos al hiperparatiroidismo nutricional secundario inducido por dietas inadecuadas.

La relación Ca:P dietética es un concepto tradicional en nutrición aviar con el que posiblemente se haya querido recoger en una expresión quizá demasiado simplificada, la cuantía de esa compleja interdependencia. Y así, se ha estudiado el efecto, no sólo de los niveles aislados de Ca y P, sino también de su relación dietética sobre numerosas características, fundamentalmente de las hembras en puesta: peso, mineralización, aprovechamiento de las raciones, calidad de los huevos, etc.

Por otra parte, hoy se apunta la posibilidad de que las aves domésticas puedan aún regular la composición de la dieta de una forma espontánea, ya sea innata o aprendida, y que sean capaces de ajustar el nivel de algunos minerales ingeridos; concretamente se habla del Ca y P en gallinas. La existencia de esta capacidad en codornices brindaría un nuevo camino para profundizar en el conocimiento de dicha interdependencia, ya que permitiría poner de manifiesto si la elección espontánea de cada uno de los minerales se halla condicionado por la concentración dietética del otro.

La bibliografía actual parece orientarse a considerar el efecto que tienen "per se" los valores absolutos en el alimento de cada nutriente, sobre diversos aspectos de su fisiologismo, tratando de descifrar el verdadero significado, cuantía y expresión de esas mutuas interacciones.

En este contexto podríamos indicar que para el Ca y el P la validez del significado de su conocida relación dietética está actualmente en litigio y autores de reconocida solvencia en la nutrición de las aves comienzan a considerarla como "una descripción pobre y poco adecuada de la interrelación Ca-P" (HURWITZ y col. 1978).

En esta línea nos propusimos realizar el presente trabajo, al objeto de estudiar la posible influencia de los contenidos dietéticos de Ca y P, absolutos y relativos, sobre la utilización nutritiva de ambos elementos por la codorniz, junto con la capacidad de estas aves para regular espontáneamente la ingesta de estos minerales, tratando de profundizar en las distintas situaciones, sobre el significado de sus mutuas influencias.

2.- INFORMACION BIBLIOGRAFICA

## 2.1.- Generalidades sobre la utilización del Ca y del P en las aves.

El estudio del metabolismo del Ca y P, ampliamente realizado en mamíferos, es particularmente interesante en las aves, sobre todo durante su periodo de puesta, en el cual la movilización del metal es unas 20 veces mas rápida que en mamíferos durante sus mas avanzados estados de gestación.

Las diferencias mas notables entre estas dos clases animales en cuanto al estudio del metabolismo del Ca y P según KENNY y DACKE (1975) son:

- 1) Mezcla de la orina y heces antes de la excreción.
- 2) Particulares influencias de las hormonas gonadales.
- 3) Formación de "hueso medular" en las cavidades medulares de los huesos largos.
- 4) Elevado "turnover" del calcio, fundamentalmente durante la producción de huevos.

En la inmensa mayoria de las aves, la actividad sexual posee un marcado caracter estacional, lo cual lleva a que la perturbación de la homeostasis del calcio, debida a la formación de la cáscara del huevo, sea tan solo transitoria. Fuera de este periodo de reproducción, su metabolismo cálcico no sufre modificaciones fundamentales en relación a lo que se conoce de otros vertebrados.

Sin embargo, las aves domésticas, presentan una fenomenologia particular, ya que su periodo de puesta puede extenderse practicamente a todo el año, como es el caso de la gallina o de la codorniz. Durante este lapso de tiempo una gallina ponedora, elimina cerca de unos 500 g de Ca, producto de unos 250 huevos, cantidad que supone 20 veces el contenido total de Ca de su esqueleto.

Son pues estos aspectos, los que hacen especialmente atractivo

el estudio del metabolismo del Ca en aves domésticas, en las que la puesta deja de ser episódica para convertirse en cotidiana, obligando a un neto reajuste de la homeostasis del citado metal, no de forma esporádica, sino de manera constante.

Esta regulación, tanto del Ca como del P, ha de realizarse a partir del control de:

- 1) los ingresos al organismo, evidentemente por aporte alimenticio.
- 2) de sus pérdidas, excreciones en su forma mas generica, a las que en algunos casos habrá que añadir el huevo, destino adicional al que se dirige una gran cantidad de Ca fundamentalmente.
- 3) de la distribución en los distintos compartimentos del organismo entre los que se reparten el Ca y el P que quedan retenidos en el animal, como consecuencia de las diferencias entre los aportes y las pérdidas, es decir, de su balance.

Por ello será de capital importancia considerar todos y cada uno de los factores que pueden incidir sobre esos tres aspectos que con su juego fisiológico, van a sustentar la homeostasis de ambos nutrientes.

De entre todos esos factores que pueden modificar alguna de las funciones ya mencionadas, concretamente pondremos especial interés en uno, los niveles dietéticos de calcio y fósforo y su mutua interrelación, por su potencialidad para introducir variaciones en la ingesta y utilización de ellos mismos en el organismo animal.

2.2.- Aporte alimenticio.

2.2.1.- Ingesta de Ca y P.

### 2.2.1.1.- Problemática de los niveles de Ca y P en las dietas aviares.

La domesticación de las aves ha creado la necesidad de elaborar piensos con que alimentarlas, que aporten las cantidades necesarias de nutrientes plásticos y energéticos, con vistas a la obtención de una máxima productividad.

Son estas motivaciones, muchas veces, ajenas a la biología, las que condicionan en gran parte la "optimización" de los niveles de los distintos componentes de una dieta.

Al buscar en la amplia bibliografía existente las necesidades nutritivas de tal o cual nutriente (Ca y P en nuestro caso), se encuentra una gran diversidad de datos debido a que estos ajustes se han hecho en base a criterios tan dispares como puedan ser, para el caso particular del Ca:

- 1) el incremento en el contenido en cenizas óseas.
- 2) la máxima tasa de puesta.
- 3) la correcta calcificación de la cáscara de los huevos.
- 4) la consecución de balances positivos con los mínimos aportes dietarios.
- 5) etc.

No puede generalizarse por lo tanto, el término de "óptimo" o "idóneo" al referirse a los requerimientos de un nutriente, de los que el Ca y el P son, tan solo, ejemplos, sin matizar los objetivos a conseguir.

Además a la hora de establecer las necesidades de Ca y P de las aves conviene tener presente que tampoco se pueden enjuiciar de modo aislado, porque existen una serie de factores propios del animal, edad, historia, situación fisiológica o ecológica, como temperatura, estación, alimento, etc. que de hecho van a modificar sus requerimientos.

Dentro de los factores que conciernen al alimento conviene tener presente las posibles interacciones entre los nutrientes dietéticos, de

la que merece destacarse la del Ca y el P, o la actuación positiva o negativa de otras sustancias, no nutritivas pero que a veces acompañan a estos.

2.2.1.1.1.- Niveles de Ca y P.

A pesar de estos condicionantes, es obvio suponer que para las aves domésticas y durante el periodo de puesta, dadas sus grandes demandas para la calcificación de la cáscara, es necesario un elevado aporte de Ca. En el resto de las situaciones, las necesidades se cifran en valores mucho mas inferiores.

A tenor de estas consideraciones previas se nos plantea la siguiente cuestión:

¿Puede, o mejor dicho, debe hablarse de una dieta con aportes "óptimos" de Ca y P?

La respuesta es diferente según la faceta que nos interese "optimizar".

Dietas con un contenido en Ca de 2.5% a 2.8% y en P de 0.75% a 0.85%, permiten a la codorniz, en periodo de puesta regular, calcificar correctamente la cáscara de los huevos que pone, según estimaba ya NORRIS en 1934. Con otras ponedoras, márgenes mas amplios para el contenido de Ca en la dieta, indican otros autores tales como GUTOWSKA y PARKHURS (1942), LEE y col. (1967) y DAVISON y col. (1970), cifrándolos entre 1.6% y 3%. Cantidades superiores, del 4% al 4.6%, son las que apuntan BALLOUN y col. (1962) y McINTIRE y col. (1963). Entre ambos rangos de valores un estudio comparativo de dietas con 2.25%, 3.75%, 4.50% y 5.25% de Ca señala al 3.75% como nivel que permite una calidad óptima en la cáscara de los huevos puestos (PETERSEN y col. 1939).

En relación con el correcto desarrollo de las aves en periodo de crecimiento, PETERSEN (1965), considera que piensos con el 1% de Ca son suficientes.

Para mantener una elevada producción de huevos, sin que estos alteren sus condiciones de fertilidad, incubabilidad, ni disminuya el espesor de sus cáscaras, WALDROUP y col. en 1974, probando dos niveles de Ca, 2.5% y 3.5%, y cuatro de P, 0.1%, 0.2%, 0.3% y 0.4%, indican que la dieta "óptima" es la que poseía 2.5% Ca y 0.3% de P para el caso de pavos en periodo de puesta.

Esta información, lejos de ser exhaustiva, tan solo pretende mostrar como junto a las diferencias existentes entre especies, los "objetivos perseguidos" condicionan las denominadas "necesidades" dietarias de los nutrientes que suministran a los animales, y aunque la finalidad buscada sea la misma, existe una gran disparidad de datos entre los distintos autores.

En cuanto al fósforo, el problema es similar, a pesar de que la bibliografía existente sobre él no sea tan amplia como en el caso del calcio.

Dietas que contienen desde 0.3 a 0.7% de P pueden considerarse idóneas para ponedoras ya que les permiten mantener una óptima calidad de la cáscara de los huevos (CROWLEY y col. 1961; WALTER y ATTKEN, 1962).

Por otro lado, CUISINIER-GLEIZEZ y col. (1971), establecen la existencia de un inmediato aumento en la resorción ósea subsiguiente al consumo de dietas con un nivel de P inferior a 0.4%.

Raciones con aproximadamente 0.7% de P, son las adecuadas para el mantenimiento del metabolismo general en los pollos, según opinión de MORRISEY y WASSERMAN (1971), e igualmente, para estabilizar la máxima tasa de producción de huevos y calidad de éstos, según HULAN y NIKOLAICZUK (1971), a la vez que no alteran el nivel hemático del propio P (CHOI y col. 1979a,b).

Ahora bien, a pesar de esta mayor homogeneidad de criterios en cuanto a los requerimientos de fósforo por las aves, estos se encuentran fuertemente mediatizados por la fuente que lo suministra.

La disponibilidad del fósforo de fuentes vegetales para las aves ha sido motivo de una gran controversia en décadas anteriores. En este sentido se ha publicado tanto la baja utilización del fósforo de dicha procedencia por los pollos e incluso también por las ratas (LOWE y col. 1939; KRIEGER y col. 1940), como su excelente disponibilidad para las aves, (SINGSSEN y col. 1950 y un gran número de autores posteriores).

Pese a ello, actualmente se acepta la mejor disponibilidad del P de los fosfatos inorgánicos frente al de otros orígenes, señalándose incluso (GILLIS y col. 1954; MUTZOK y col. 1956, 1957, 1965 y 1967; WALDROUP y col. 1965; NELSON, 1967), que dentro de estos hay diferencias en cuanto a su aprovechamiento. En esos trabajos se llama la atención, además, sobre los factores que modifican la utilización del P por el animal, recalcando junto a su ya mencionada fuente, los niveles de calcio y vitamina D de la dieta.

Informes más recientes han añadido otro factor: la misma concentración del fósforo en la dieta como gran modificadora de su propia disponibilidad. (SALMAN y col. 1969; ROLAND y HARMS, 1976, entre otros).

#### 2.2.1.1.2.- Valores relativos de Ca y P contenidos en el alimento. Relación Ca:P.

Por otro lado, el análisis preciso de los requerimientos de ambos elementos indica que las necesidades del Ca y del P, respectivamente, se hallan en general condicionados por la concentración que del otro le acompaña en el alimento.

McCOLLUM y col., escriben ya en 1921: "en lo que al calcio y fósforo concierne, la relación fisiológica entre los dos en la dieta es íntimamente más importante, en orden a una calcificación normal, que las cantidades absolutas de las sales en sí mismas".

Los trabajos que publica TELFER en 1922-23 y 1923-24, demuestr

la gran inhibición que sobre la absorción del fosfato ejercen los altos niveles dietarios de calcio.

En este contexto surge el concepto nutricional de relación calcio:fósforo (Ca:P), como determinante de los requerimientos en ambos elementos.

KARELITZ y SHOHL en 1927, discuten en un artículo las distintas absorciones de calcio en base a la relación Ca:P suministrada con la dieta, marcando, desde entonces, la línea de numerosos trabajos posteriores.

Durante mucho tiempo la hipótesis de una precipitación en el lumen intestinal de fósforo cálcico ha sido soporte válido para que este parámetro, la relación Ca:P, fuera un valor indicativo mas importante que los propios niveles absolutos, en cuanto a la posible disponibilidad que de ambos elementos existía con vistas a su absorción (HURWITZ y GRIMINGER, 1962; HEIBOCK y col. 1966; HURWITZ y BAR, 1971).

En este sentido WASSERMAN en 1962, insiste sobre la necesidad del aporte en la dieta de una relación Ca:P equilibrada, dada las interacciones que a nivel digestivo se ejercen mutuamente ambos elementos, y STEWART y SCOTT (1968) insinúan que, además, el uso de una relación dietética adecuada entre Ca y P, minimiza los requerimientos en vitamina D, dificultando así la aparición de estados carenciales.

También se encuentra referenciada la importancia de este índice sobre mamíferos en una gran cantidad de trabajos, de los que entresacamos, a modo de ejemplo, uno cuyo título es suficientemente expresivo: "Importancia de la relación  $Ca:PO_4$  de la dieta sobre el metabolismo óseo, de Ca, de Mg y de  $PO_4$ " (CLARK, 1969), realizado en ratas.

El interés que se ha dado a este cociente, en los mamíferos es tal, que CLARK y RIVERA-CORDERO (1974), afirman que la relación Ca:P ingerida con la dieta determina la relación absorbida, lo que a su vez, condiciona

la relación plasmática y subsiguientemente la excretada por vía urinaria.

Cuando estudiamos el caso concreto de las aves, los niveles relativos de calcio y fósforo, cobran una mayor importancia, si cabe, que en los mamíferos, debido a su interrelación con la puesta.

HURWITZ y BORNSTEIN (1963), DUDLEY y col. (1966) y KOVAC (1967) destacan cómo no solo se requiere una suficiente cantidad de Ca en la dieta, sino una adecuada relación Ca:P, en orden a mantener una alta producción sobre gallinas ponedoras, indicando igualmente, que todo incremento en el Ca de la ración debe acompañarse de otra elevación de P, de forma que se mantenga inalterada la proporción relativa entre ambos. A las mismas conclusiones llegan posteriormente MOSTERT y SWART en 1968, PAUL y SNETSINGER en 1969, etc.

En esas fechas SCOTT (1968), publica una amplia revisión sobre la nutrición en pollos jóvenes haciendo especial hincapié en la necesidad de mantener ajustada la relación Ca:P en valores próximos a 2.

En cuanto al correcto desarrollo del crecimiento como fase previa a la madurez sexual, también ha sido relacionado en algunos trabajos con el aporte de relaciones Ca:P adecuadas, debiendo encontrarse estas dentro del rango 0.7 - 2.5 (SIMCO y STEPHENSON, 1960, y VANDEPOPULIERE y col. 1960).

Desde luego con los conocimientos actuales es evidente la gran influencia nutritiva ambos elementos, pero ¿hasta que punto éste índice, Ca define dicha interacción?

Para obtener alteraciones apreciables sobre distintos tejidos acausables a las distintas relaciones Ca:P de la dieta, se precisan condiciones extremas, no mostrando además, una dependencia lineal con el valor de dichos cocientes (DAVIS, 1963).

Por otra parte, el efecto osteoporótico producido por las excesivas concentraciones de fósforo en la dieta no puede ser evitado cuando se

incrementa su contenido en Ca hasta valores de relación Ca:P normales (ANDERSON y DRAPER, 1972; DRAPER y col. 1972).

En la misma línea HURWITZ y BAR (1971), reflejan la gran dependencia entre la relación Ca:P de la dieta y la que presenta el contenido intestinal, como era de esperar, pero no así con las cantidades absorbidas. Posteriormente se ha demostrado que el efecto achacado en un principio a la relación Ca:P sobre la activación de la CaBP, era debida a los niveles concretos de P. fundamentalmente (BAR y col. 1972).

Junto a estas opiniones que ponen en entredicho la significación del citado índice, tampoco hay acuerdo general a la hora de calcularlo, y así normalmente y como norma general, encontramos que el valor de la citada relación se ha hallado en base al contenido en peso, de calcio y fósforo de las dietas, diversos autores, entre ellos CLARK (1969), prefieren hacerlo con el número de equivalentes de uno y otro, ya que el nutriente que se absorbe es el fosfato y no el fósforo en sí mismo.

Además, puesto que la disponibilidad del fósforo depende en gran medida de la fuente que lo suministra, el cálculo del cociente Ca:P dietarios, es algo relativamente simplista en opinión de HURWITZ y col. (1978).

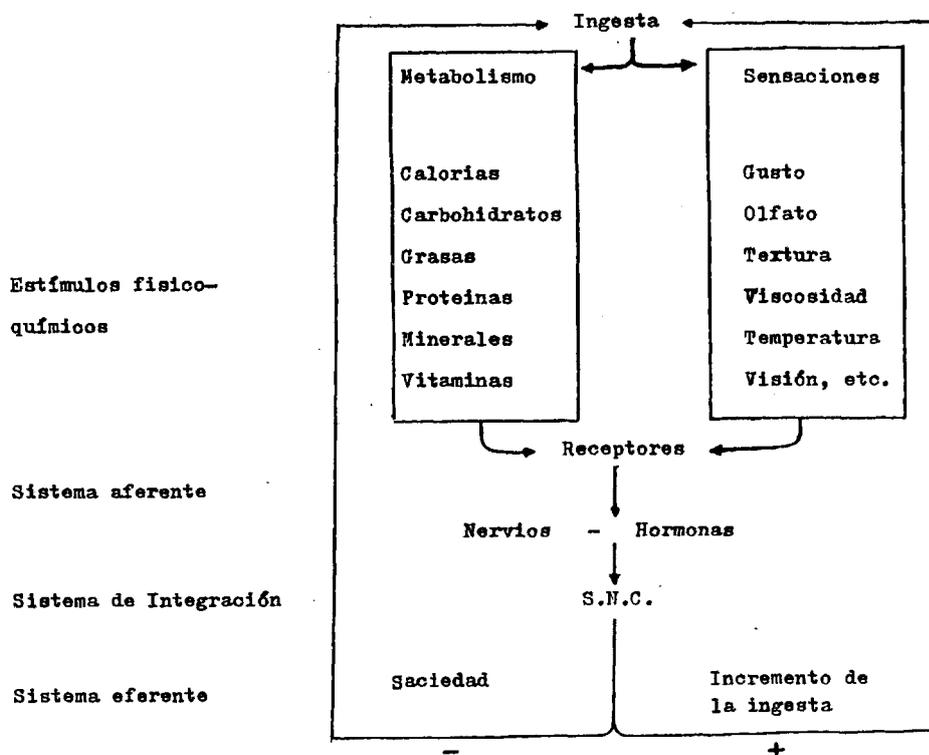
Por todo ello, pensamos junto a los propios ROLAND y HARMS (1976) y HURWITZ y col. (1978), autores que han empleado corrientemente este índice en la discusión de sus trabajos, que se ha sobreestimado la importancia de la relación Ca:P, no habiéndose encontrado hasta la fecha una descripción formal y definitiva de los efectos de la interacción entre el Ca y P contenidos en el alimento.

#### 2.2.1.2.- Regulación espontánea del consumo de Ca y P.

### 2.2.1.2.1.- Aspectos generales.

Cuando son los propios animales los encargados de seleccionar los alimentos que han de ingerir, ya sea porque viven en libertad, o porque las condiciones de cautividad así se lo permiten, lo han de hacer de acuerdo a sus propias capacidades innatas o adquiridas.

En el caso de la regulación espontánea de la ingestión de macronutrientes y energía, numerosos trabajos, revisiones e incluso libros, han sentado las bases de su existencia, y de los factores que la controlan y que MORGANE y JACOBS (1969) esquematizan de esta forma:



Al iniciar el estudio de unos nutrientes tales como sales minerales o vitaminas, debemos pensar que si la ingesta de estos estuviera ligada exclusivamente a la del alimento, y el apetito que controla el ingreso de los mismos, regido por factores ajenos al propio mineral o vitamina, nos encontraríamos con que sus mecanismos de absorción y excreción serían los únicos encargados del mantenimiento de los niveles normales de estos en el organismo. La regulación adecuada de los procesos de absorción y excreción, es un mecanismo efectivo bajo diversas condiciones ecológicas, siendo de hecho, la base usual de regulación en diversas especies animales. Por otro lado, es notorio que en situaciones adversas, tales como atravesar por largos periodos con déficit de determinadas sales, la aparición evolutiva de mecanismos neurofisiológicos determinantes de "apetitos específicos" a diversas sales, pudieron conferir una gran ventaja para superar con éxito dichas etapas. Trabajos clásicos en este campo son los pertenecientes a RICHTER y su escuela, recogidos fundamentalmente en su obra "Total Self Regulatory Functions in Animals and Human Beings" publicado en 1943.

De una manera general se han de reconocer al menos dos mecanismos independientes en que puede apoyarse la existencia de estas "hambres específicas", según sugiere DENTON en 1967:

- 1) Reconocimiento innato de la sustancia necesaria ya sea por el sabor o por el olor, tal como sucede con el "hambre de sodio" (DENTON, 1965).
- 2) Aprendizaje de la ingesta de alimentos adecuados en términos de preferencia o aversión, como es el caso del "hambre de tiamina" (ROZIN, 1967).

sea lo que fuere, pueden plantearse además, las siguientes cuestiones:

- 1) ¿Hay una regulación específica de la ingesta para una deter-

minada sal?, y si es así ¿es esto el reflejo de una organización neural en la que se hallan involucrados patrones de motivación y comportamiento, como situación paralela a la ingesta general de alimentos y agua?

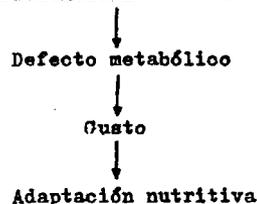
- 2) Si la ingesta de la sal se halla regulada, ¿es función de un sistema que conlleva una activación del apetito cuando ocurre un déficit en el cuerpo, y/o existe la vía correspondiente para determinar la aversión a la sustancia específica cuando el cuerpo se halla sobrecargado?.

No hay una contestación definitiva, y mucho menos genérica, a estas cuestiones, aunque TEPPERMAN en 1961, establece una serie de patrones de interacción entre el estado metabólico del animal y los receptores gustativos fundamentalmente:

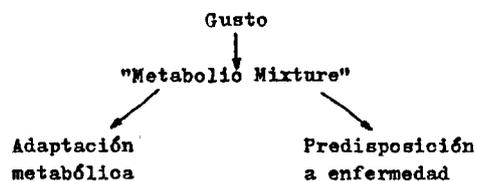
Patrón 1) Modificación del estado metabólico.



Patrón 2) Deficiencia nutritiva



Patrón 3)



En el patrón 1, los cambios fisiológicos que modifican el metabolismo dan lugar a una adaptación nutricional, presumiblemente con la participación del gusto y otros sentidos discriminativos tales como el olfato (TEPPERMAN, 1961). En este apartado podemos englobar los casos de cambios de dietas efectuados espontáneamente por animales con diabetes mellitus, pancreatectomizados, con insuficiencias renales, paratiroidectomizados, en lactación, en el periodo mas acelerado del crecimiento, etc., como señalan diversos trabajos de SHELLING, 1932; HARRIS y col. 1933, y RITCHER y col., 1936, 1937, 1941 y 1942.

El segundo tipo, patrón 2, es muy similar al anterior, siendo la causa desencadenante una alteración nutritiva, que origina un cambio metabólico, siguiendo a partir de este momento el mismo camino que en el primer caso (TEPPERMAN, 1961). Con este patrón se rigen las adaptaciones nutritivas subsiguientes a los casos de carencias de diversas vitaminas B, A y D, o de minerales, según muestran los trabajos y bibliografía que aportan en sus artículos TEPPERMAN de 1961, BELL de 1963 y de BOTT y col. de 1965, o ROZIN de 1967, entre otros.

En el último tipo, el 3, es fácil comprender como el gusto debe ayudar a establecer la composición de lo que el propio TEPPERMAN denomina "metabolic mixture", y que representa la mezcla de nutrientes y sus derivados que se ofrecen a los tejidos para su metabolismo. La naturaleza de este "metabolic mixture" puede conducir a una adaptación por modificación del metabolismo de los tejidos en orden a una mayor eficiencia en su oxidación, o bien llevar a una alteración metabólica no compensable que deje al organismo predispuesto para la enfermedad (TEPPERMAN, 1961).

Al abordar el estudio particular de las aves domésticas no debemos olvidar que en un principio vivían en libertad, al igual que los restan-

tes componentes de su clase zoológica, y por tanto debieron ser capaces, sin el auxilio del hombre y de su "ciencia", de controlar su alimentación para que en cada momento cubriera sus necesidades, adaptándose a las diversas circunstancias por las que atravesaban. El objetivo que en estas situaciones condiciona los requerimientos de cualquier nutriente, no es en ningún caso ajeno a la biología, sino que apunta directamente a la conservación del individuo, y a través de este, la de la especie a la que pertenece.

La forma peculiar en que se desarrolla la vida de las aves de corral en las granjas avícolas, les permite modificar, de acuerdo a sus necesidades particulares, la ingestión total del alimento que se les suministra, pero no su composición. Sin embargo, estos animales, al igual que los que viven libremente, pueden alterar la dinámica que rige sus procesos de absorción y excreción y la de aquellos que condicionan la distribución del nutriente retenido en los distintos compartimentos orgánicos.

En este contexto nos planteamos la siguiente cuestión: ¿Podrían actualmente las aves domésticas ajustar la composición del alimento, si tuvieran la oportunidad de hacerlo?.

En el caso concreto del Ca y del P parece ser afirmativa la contestación después de los trabajos de WOOD-GUSH y KARE, 1966; HUGHES y WOOD-GUSH, 1971; HOLCOMBE y col. de 1975 y 1976.

#### 2.2.1.2.2.- Apetitos específicos para el Ca y el P.

Es muy conocido que las gallinas en puesta, pican las paredes encaladas para proveerse de un aporte extra de Ca, cuando la dieta es pobre en este elemento.

Un interés creciente en el conocimiento profundo de los mecanismos que permiten y regulan estos "apetitos específicos" por determinadas sustancias, de forma que modifiquen la composición cualitativa y cuantitativa

de la dieta ingerida según las necesidades particulares en cada situación, ha llevado a la realización de una serie de trabajos experimentales (MORRIS y col. 1967; TAYLOR, 1970a; HUGHES y WOOD-GUSH, 1971; HUGHES, 1972; MONGIN y col. 1973; HOLCOMBE y col. 1975 y 1976; PICKARD, 1977), y alguna revisión (SAUVEUR y MONGIN 1974), que aportan luz sobre este aspecto de la nutrición de las aves domésticas.

Los hechos esenciales, según citan SAUVEUR y MONGIN en 1974, son los siguientes:

- Cuando la gallina recibe un alimento que contiene todo el calcio necesario, su consumo es mas elevado los días en que produce un huevo, que en los que no lo hace (MORRIS y TAYLOR 1967, entre otros autores).
- Si el calcio se aporta separado del alimento, el consumo de este último no varia cuando el ave se encuentra formando la cáscara del huevo, por el contrario, el del Ca es mas elevado (TAYLOR, 1970a).
- El consumo espontáneo de Ca no se reparte uniformemente durante toda la jornada, sino que es máximo durante la tarde, cuando tiene lugar la ovulación, según señala HUGHES en 1972. Un estudio mas profundo indica la existencia en la gallina de un ritmo nictameral de consumo con un máximo vespertino; la amplitud de este último, es modulada por la necesidad de calcificar o no un huevo, y por el lugar que este ocupa en la serie de puesta (MONGIN y SAUVEUR, 1973).

Todo ello prueba que la gallina, al igual que diversas especies de mamíferos como la rata (RICHTER y col. 1937), el cerdo (PICKARD, 1977) el conejo (DENTON, 1967), etc, es capaz de efectuar una elección entre el Ca y el resto del alimento, regulando parcialmente su propia ingesta cálcica. HUGHES

y WOOD-GUSH (1971) piensan que esta regulación es consecuencia de un aprendizaje en base a los efectos postingestionales, originados por el consumo de las distintas raciones disponibles simultáneamente por las aves, basándose la discriminación entre las dietas con distinta concentración de Ca, en la existencia de diferencias visuales y/o de palatabilidad, en contraposición a la existencia de un control homeostático innato del tipo postulado por RICHTER (1942-43).

Aunque mucho menos estudiado que el Ca, también parece demostrada la existencia de mecanismos específicos que aseguran un control de la ingesta de P por estas ponedoras, según los experimentos de HOLCOMBE y col. de 1976, lo que ya se conocía desde 1924 para los rumiantes gracias a la comunicación de THEILER y col. en la que indican que el ganado vacuno deficiente en P exhibe una marcada osteofagia.

Después de estas breves consideraciones, sería lícito pensar que las aves domésticas pueden aún, autorregular sus ingestas particulares de Ca y P, adaptándolas a las diversas situaciones por las que atraviesan. En tales circunstancias, la dieta ingerida por el ave es a la vez causa y objeto de regulación, puesto que su composición puede condicionar los apetitos específicos que desencadenan en definitiva el tipo de dieta que se consumirá. Así los estudios de HUGHES y WOOD-GUSH (1971) muestran como la composición del alimento ingerido previamente condiciona la dieta elegida por las aves en el período de control, y los de HOLCOMBE y col. (1976), sugieren que el nivel de Ca de la ración puede modificar el porcentaje de P consumido espontáneamente por ellas mismas.

Una vez más, se patentiza la gran interdependencia a nivel nutritivo de ambos elementos, y de cómo sus ingestas no deben ser consideradas aisladamente una de la otra, sino que han de enjuiciarse de forma conjunta.

### 2.2.2.- Absorción en el tracto digestivo de las aves.

Los componentes nutritivos que conforman el alimento ingerido por el animal han de ser absorbidos, para de ésta manera ingresar en la cadena metabólica del ser vivo.

Cuando el objeto de nuestro estudio son las aves, hay que tener presente las peculiaridades anatómicas y funcionales de su tubo digestivo.

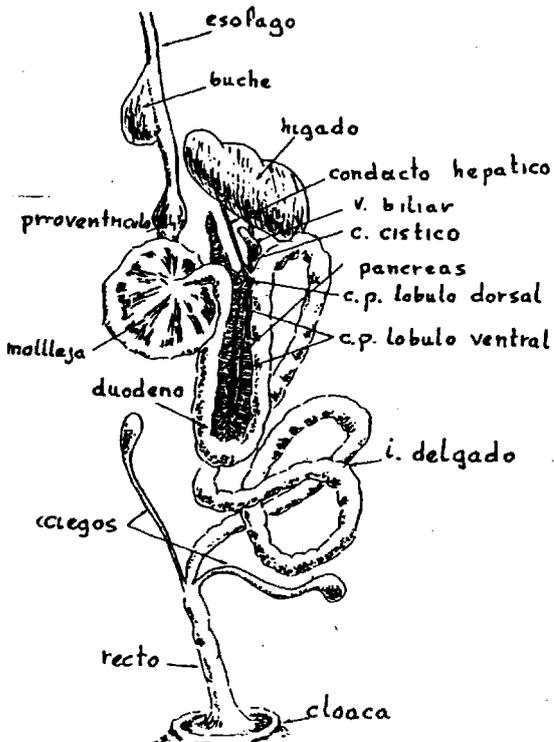


FIGURA I

Junto a esta anatomía particular, que difiere en gran parte de la de mamíferos, aunque la estructura genérica se mantenga, destacan algunas características específicas en el proceso digestivo, que pueden influenciar el paso de los distintos nutrientes y en particular, del Ca y del P a través de la barrera intestinal, tales como:

1) Un corto tiempo de permanencia del alimento en el tracto digestivo, debido, por un lado, a su menor longitud con respecto a la talla del ave que en el caso de los mamíferos (BROWNE, 1922) y por otro, a la mayor velocidad de tránsito de los alimentos a través de él (STURKIE, 1967a), aunque esta depende en gran parte de la textura, dureza y conte-

nido acuoso de la dieta según estudios de HEUSER que datan de 1945, y de factores propios del animal tales como edad, estado fisiológico, etc. (THORNTON y col. 1956, HILLERMAN y col. 1953, entre otros). Sin embargo, esta corta estancia de los nutrientes en los lugares especializados en su absorción, se ve compensada por un metabolismo muy intenso junto con una elevada temperatura orgánica (STURKIE, 1968a).

2) Una mayor concentración de hidrogeniones, lo que hace que presenten un pH inferior al encontrado en zonas análogas de mamíferos, siendo ácidos todos los tramos excepto la zona final del intestino delgado que se torna levemente alcalina. A esta acidez contribuye la elevada secreción de ClH por el proventrículo, y la bilis que presenta un marcado carácter ácido (WISERMAN y col. 1956, INGER y col. 1962, STURKIE, 1968b). Este último autor señala la modulación que sobre dicho pH ejercen la composición del alimento consumido y el tiempo transcurrido desde su ingestión, no alterándolo factores como sexo, edad, muda, o estado de reproducción.

#### 2.2.2.1.- Absorción del Ca.

La captura del Ca contenido en la luz intestinal, por las células que forman la mucosa digestiva se realiza, según una reciente revisión de WASSERMAN y TAYLOR de 1976, en dos etapas diferenciadas, cuya interrelación no se halla todavía, perfectamente establecida.

Etapas 1: En un principio y de modo rápido (menos de 1 minuto) tiene lugar un proceso no saturable por el propio Ca, que representa la adsorción de este elemento a los componentes de la superficie externa de la membrana celular.

Etapa 2: Fase mas lenta y subsiguiente a la anterior, que comprende la verdadera entrada del Ca en la célula. Muestra una dependencia del Ca exterior, de tipo curvilíneo, cuyo estudio indica que esta compuesta por dos procesos, uno saturable y otro lineal.

El Ca captado por las microvellosidades de la membrana celular puede acumularse en gránulos en el interior de éstas, según los estudios que SAMPSON y col. (1970) realizaron con auxilio de la microscopia electrónica, para seguir por el citoplasma celular o transportado por las mitocondrias, hacia la región lateral o basal de la membrana celular, desde donde una posible bomba de Ca lo expulsará al exterior en un proceso dependiente de energía (BORLE, 1974, WASSERMAN y TAYLOR, 1976; BEHAR y KERSTEIN, 1976).

En estos movimientos del calcio se halla involucrada una proteína específica, localizada por WASSERMAN y TAYLOR en 1966 sobre el borde en cepillo de la pared intestinal, a la que denominaron "Calcium-Binding Protein" (CaBP). Es inducida específicamente por la vitamina D, ya sea desreprimiendo la parte del genoma donde se halla codificada y provocando su biosíntesis "de novo" (CORRADINO y WASSERMAN, 1968), o bien activando la conversión de un precursor de elevado peso molecular ya existente en la célula (DRESCHER y DeLUCA, 1971). Esta estrecha relación con la vitamina antirraquítica unida a su elevada afinidad por el Ca, hicieron que rápidamente se la conectara con los procesos de absorción de este catión, hipótesis que ha sido demostrada posteriormente en un elevado número de trabajos. A pesar de ello, su papel exacto en el proceso de absorción cálcica, no está todavía dilucidado, puesto que no se sabe hoy por hoy, si actúa como un "transportador" en algún momento de la translocación del calcio acoplado en serie en el proceso, o bien conforma un canal de baja resistencia para el flujo del ión, representando un camino paralelo.

Junto con esta vía intracelular, los resultados obtenidos de

la interferencia mutua que se ejercen el calcio y el lantano en cuanto a su absorción, llevaron a WASSERMAN y col. en 1973, a postular la existencia de un transporte paracelular de este metal, como ya habian sugerido anteriores estudios cinéticos y termodinámicos.

#### 2.2.2.1.1.- Lugares donde se realiza.

Para numerosas especies de mamíferos, se halla sobradamente establecido que la absorción de Ca se realiza con una eficacia máxima en el duodeno, decreciendo gradualmente según nos alejamos de él.

En aves, este catión se absorbe, en mayor o menor cuantía, desde cualquier región del tracto digestivo, existiendo como es lógico, zonas donde se realiza con notoria eficacia.

Algunos autores asignan un papel, aunque poco importante, al buche, (STURKIE, 1968b y STONEROCK y col. 1975) y otros a la molleja (PETERSEN y col. 1960, HURWITZ y BAR, 1965) siendo a juicio de HURWITZ y BAR en trabajos de 1966a, 1969b,c, 1970, 1971 y 1972, y BELL y FREEMAN (1971-a) el yeyuno el lugar desde donde se realiza la mayor absorción de Ca en condiciones fisiológicas porque aunque la eficacia del proceso sea allí menor que en el duodeno, se trata de un tramo mas largo donde el alimento permanece mas tiempo.

#### 2.2.2.1.2.- Mecanismos de absorción.

Se encuentra perfectamente establecida la existencia simultánea de procesos de difusión y de transporte activo relacionados con el movimiento del Ca a través de las paredes intestinales.

En primer lugar, cuando la concentración de Ca contenida en la luz intestinal es elevada, la tasa de absorción es directamente proporcional a dicha concentración, reflejo de un transporte por difusión simple (WASSERMAN y TAYLOR, 1969; PAPWORTH y PATRICK, 1970).

Por el contrario cuando el contenido de Ca del lumen intesti-

nal es pobre, diversos autores demuestran la existencia de un transporte activo, ya que es dependiente de energía metabólica y saturable. (MARTIN y DeLUKA, 1969, WALLING y ROTHMAN, 1969, trabajando con ratas, ADAMS y NORMAN, 1970 y HURWITZ y col. 1967, en aves).

A estos movimientos del Ca hacia el interior del organismo, hay que añadir el flujo que desde éste se segrega hacia el lumen intestinal y que constituye la secreción endógena del metal, de la que hablaremos más adelante.

Todos estos procesos pueden englobarse en una cinética compleja que WILKINSON en 1971 describe:

$$J = \frac{J_{\max} (Ca)}{(Ca) + Kt} + D (Ca) - J_0$$

siendo:

$J_{\max}$ . = flujo máximo del componente saturable.

(Ca) = la concentración del ión Ca, en el lumen ("in vivo")  
o en la solución del baño de órganos ("in vitro").

Kt = constante de transporte (análoga a la constante de Michaelis-Menten).

D = coeficiente de difusión.

$J_0$  = flujo unidireccional de Ca desde la sangre al lumen intestinal.

En esta ecuación, el primer término del segundo miembro indica el componente saturable (transporte activo), el segundo el componente lineal (difusión), y ambos juntos el flujo total de entrada, frente al tercer componente que representa el flujo de salida de Ca desde el organismo a la luz intestinal (secreción endógena).

Diversas situaciones modifican de hecho, uno o varios de estos

componentes del transporte de Ca, como demuestran ZONITZER y col. (1971) para la fracción saturable, WILKINSON (1971), para el componente lineal independientemente o para ambos a la vez, y OSHIMA y NOZAKI (1964), para el flujo de secreción endógena. Por otro lado, también se han establecido diferencias entre el comportamiento de diversas regiones del intestino delgado, predominando el transporte pasivo en el ileon (WILKINSON, 1971; BEHAR y KERSTEIN, 1976).

#### 2.2.2.1.3.- Factores que la modulan

De entre la gran cantidad de factores que modifican de alguna forma la absorción del Ca, tan solo destacaremos los directamente implicados en nuestro trabajo, haciéndolo muy sucintamente con el resto, dada la gran cantidad de información que actualmente se posee sobre ellos, y su interés marginal en nuestro caso.

Dos nutrientes, calcio y fósforo con su interdependencia, son nuestros principales protagonistas. Junto a ellos dos factores endógenos fundamentales en su regulación metabólica, la parathormona (PTH) y la calcitonina (CT). A caballo entre ambos, la vitamina D (¿hormona o nutriente?, ¿factor endógeno o exógeno?).

##### .- Calcio.

Es bien conocido que alteraciones en el contenido de Ca de la dieta modifican la eficacia de sus procesos de absorción (MORRISSEY y WASSERMAN 1971, etc...).

Un animal que tome una dieta con un contenido normal de Ca, puede incrementar su capacidad de absorción cuando consume una ración deficiente. Para tratar de justificar esta adaptación de los animales, NICOLAYSEN en 1953, presupone la existencia de una hormona elaborada por el hueso y que denomina "factor endógeno" responsable del aumento en la absorción intestinal de

Ca. Pensaba que el hueso poco mineralizado, consecuencia de una dieta baja en Ca, se encargaría de la secreción de la hipotética hormona; cuando el hueso recobrar su estado fisiológico adecuado, la secreción de la citada hormona se deprimiría, completándose de esta forma el bucle de retroalimentación. Esta hipótesis muy atractiva en principio, en tanto que relaciona absorción de Ca con el contenido actual de su principal almacén, no ha tenido hasta la fecha apoyo experimental directo, ya que no se ha encontrado ningún "factor endógeno" que surja del hueso, a pesar de lo cual, algunos autores o bien no la desechan (STANBURY, 1968) o bien aportan pruebas indirectas en su favor (MORRISSEY y WASSERMAN, 1971, BRAITHWAITE, 1978b).

En estas adaptaciones al contenido cálcico de la dieta no cabe duda de que la responsable última es la CaBP. Numerosos trabajos refieren una estrecha correlación entre la concentración intestinal de dicha proteína y la absorción del calcio (MORRISSEY y col. 1971, BAR y col. 1972, CORRADINO 1974, entre otros, para el caso concreto de las aves). A su vez, un incremento en la concentración de esta proteína, estaría mediado por el 1,25 - dihidroxicolecalciferol ( $1,25-(OH)_2D_3$ ), sintetizado en el riñón como consecuencia de la modulación en la actividad de la 25-hidroxicoalecalciferol-1-hidroxilasa, causada por la dieta baja de Ca (TAYLOR y col. 1975; OMDAHL y DeLUCA, 1971; SOMMERVILLE y col. 1978). En definitiva, la adaptación de los animales a dietas con bajo contenido en calcio es modulada por la vitamina D y sus derivados, sin cuya presencia no se realiza (HARRISON y HARRISON, 1974).

Cuando, por el contrario, la dieta ingerida conlleva un aporte excesivo del metal, también el organismo puede responder adaptándose a la nueva situación. En estos casos se produce una notable disminución en la eficacia de los procesos absorbentes, con el fin de paliar la elevada ingesta de este nutriente (HARRISON, 1959). Esta merma evita la hipercalcemia consecuente

a la absorción de grandes cantidades de calcio, y el subsiguiente incremento en la aparición de cálculos y calcinosis renales (HARRISON y HARRISON, 1974)

•--Fósforo.

Es corrientemente aceptado el hecho de que las dietas con elevados contenidos en fosfatos deprimen notoriamente la absorción de calcio, a pesar de que algunos investigadores no hallan alteraciones duplicando o incluso triplicando los aportes necesarios (0.6% - 1.2% - 1.8% P) en la dieta (DRAPER y col. 1972). Dicho efecto se achacó a la formación de complejos insolubles de calcio, con lo que este no estaría disponible para su transporte. Esta simple explicación resultó adecuada para un número elevado de situaciones, aunque no para todos, encaminándose más tarde numerosas investigaciones a comprobar la interacción entre ambos nutrientes sobre los lugares específicos de absorción, de las que no se obtuvieron conclusiones contundentes. Por todo esto, hoy en día se piensa en un modelo de interacción digestiva entre el Ca y P más complejo.

Estudios "in vitro" realizados por HELBOCK y col. en 1966, señalan que el transporte de Ca en sacos intestinales invertidos depende de la presencia del ión fosfato. Trabajos similares de MARTIN y DeLUCA (1969) y de WALLI y ROTHMAN (1969), no confirman dicha proposición. Ensayos posteriores de MICHALASKA y col. en 1972, indican una clara independencia del transporte de Ca con respecto a la presencia o ausencia de P en la región duodenal, y una aparente dependencia, cuando la zona estudiada era el ileon.

"Con el uso de técnicas "in vivo", surge la necesidad de ajustar las dietas con una equilibrada relación Ca:P, debido fundamentalmente a la interacción de ambos iones a nivel digestivo" según opina WASSERMAN (1962), concluyendo en el citado artículo, que el efecto negativo recíproco de ambos iones, no puede ser debido, por completo, a la precipitación o formación de complejos inabsorbibles de Ca y P.

MORRISSEY y col. (1971) observan un aumento en la absorción de Ca, cuando los pollos se alimentan con una dieta escasa de P, efecto observado también con dietas pobres en calcio, aunque los mecanismos que afectan a la absorción del metal por una u otra causa son distintos en opinión de BONJOUR y col. (1977).

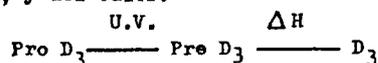
Por el contrario, al incrementar los niveles dietarios del citado elemento, de una manera suave, no se encuentran variaciones significativas en la absorción del Ca, cuando las experiencias se realizan en ratas o ratones (ANDERSON y DRAPER, 1972; DRAPER y col. 1972; KRISHNARAO y DRAPER, 1972).

La existencia de una interacción compleja entre ambos nutrientes es pues evidente, pero el mecanismo íntimo de esta aún permanece oscuro.

#### .- Vitamina D.

Un factor fundamental para el correcto metabolismo del calcio y del fósforo es la vitamina D, objeto de numerosos trabajos en los últimos años. Uno de los equipos que más ha profundizado en este campo es sin duda el dirigido por DeLUCA, realizando una gran recopilación histórica del conocimiento que sobre raquitismo, principios antirraquíticos, etc., se tiene desde el final de la prehistoria hasta la fecha de su publicación (OLSON y DeLUCA, 1973), estableciendo posteriormente (DeLUCA, 1974) de forma definitiva el papel de prohormona que desempeña la vitamina D, siendo fundamentalmente el  $1,25-(OH)_2D_3$  sintetizado por el riñón, la hormona efectiva que incide en el metabolismo del Ca y del P.

Otra revisión aún más reciente (HOLICK y CLARK, 1978) condensa las teorías que actualmente se poseen sobre la biosíntesis que el propio animal puede realizar, ayudado por la acción combinada de la luz ultravioleta que incide sobre su piel, y del calor.



A esto hay que agregar el reciente descubrimiento de sustancias que imitan la acción del  $1,25-(OH)_2D_3$ , en las especies vegetales habituales en los pastos de que se alimenta el ganado, la *Solanum malacoxylon* (WASSERMAN, 1974) y el *Cestrum diurnum* (WASSERMAN y col. 1976). La estructura de estos factores ha sido establecida por los últimos autores, tan solo para la primera especie, resultando ser un glicosido del propio  $1,25-(OH)_2D_3$ .

El efecto fundamental que la vitamina D y sus metabolitos activos ejercen, es incrementar notablemente la absorción intestinal del Ca, descrito en numerosos trabajos ya desde MELLANBY en 1919, a consecuencia de una serie de sucesos concatenados (WASSERMAN y TAYLOR, 1976):

- 1) Absorción intestinal de la vitamina, o biosíntesis en la piel.
- 2) Transferencia por la sangre de la vitamina hasta el hígado.
- 3) Hidroxilación en posición 25 por enzimas específicas hepáticas.
- 4) Transferencia por la sangre del  $25-OHD_3$  hasta el riñón.
- 5) Hidroxilación de este último por enzimas renales a la forma  $1,25-(OH)_2D_3$ .
- 6) Transferencia por la sangre hasta el intestino.
- 7) Interacción del  $1,25-(OH)_2D_3$  con el citosol y proteínas nucleares de las células entéricas.
- 8) Formación de un ARNm apropiado, y posterior síntesis y/o activación de proteínas involucradas en los procesos de absorción del Ca (CaBP, fosfatasa alcalina, y ATPasa -Ca dependiente entre las más importantes).

Todos estos efectos de la vitamina D y sus metabolitos sobre la absorción de Ca, y los que tiene sobre el P como veremos posteriormente, se

ven modulados a su vez, por los contenidos de Ca en la dieta (BOYLE y col. 1971), y de fosfatos inorgánicos (TANAKA y DeLUCA, 1973), cerrándose de esta forma un ciclo de retroalimentación. Esta interdependencia entre metabolismo de la vitamina D y Ca y P la condensan HOLICK y CLARK (1978) en este esquema:

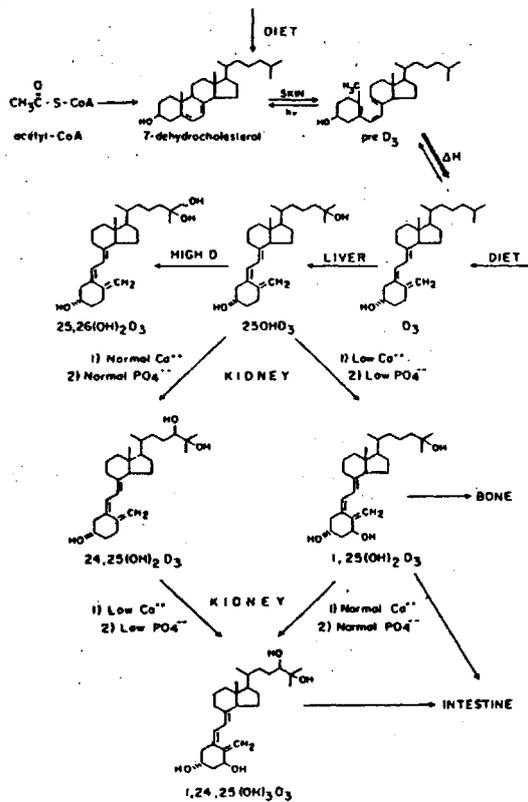


FIGURA 2

.- Parathormona (PTH).

La existencia de un efecto directo de la PTH sobre la absorción intestinal del Ca ha sido un punto de gran controversia. Resultados contrapuestos abogaban en favor y en contra de su posible acción, siendo la historia dietética del animal la responsable directa de tales contradicciones aparentes.

Hoy en día se acepta que posee una acción, directa o indirecta, activando la síntesis renal del  $1,25-(OH)_2D_3$  en aquellos animales adaptados a dietas pobres en Ca. (WASSERMAN y TAYLOR, 1976, BONJOUR y col. 1977).

.- Calcitonina (CT).

Es otra hormona con un claro papel en la regulación del nivel del Ca sérico, que ha llevado a discrepancias a la hora de asignarle un posible papel sobre la absorción del metal. Ensayos "in situ", usando dosis fisiológicas no permiten detectar acción alguna (CRAMER, 1973) y tampoco está claro un posible efecto mediado por la vitamina D, puesto que GALANTE y col. (1972), opinan que estimula la producción de  $1,25-(OH)_2D_3$ , mientras que RASMUSSEN y col. (1972), señalan resultados contrarios.

.- Otros factores.

Junto a los ya descritos, una gran cantidad de factores exógenos y endógenos influyen en mayor o menor medida los procesos concernientes a la absorción del Ca, destacando entre ellos diversos iones que la interfieren ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ , ...), compuestos orgánicos como azúcares (lactosa), proteínas, aminoácidos (lisina, arginina,...), polialcoholes (manitol, inositol,...), que la realzan, y otros, que actuando como precipitantes la dificultan. También pueden modificar esta absorción hormonas distintas de las mencionadas, entre las que destacan, glucocorticoides, estrógenos, STH.

## .- Puesta.

Junto a todos estos condicionantes, el ciclo de puesta, situación peculiar por la que el ave atraviesa en una época de su vida, es un gran modulador de la absorción del catión, realzándola en gran medida durante la calcificación de la cáscara de los huevos. El estudio detallado de esta fenomenología lo hemos desplazado al apartado en que contemplamos la puesta, aunque queremos adelantar que este efecto no involucra para nada a la CaBP, por lo que no puede llevarse a cabo según el mecanismo descrito para la adaptación a las dietas de bajo contenido cálcico.

## 2.2.2.2.- Absorción de P.

Mucho menos estudiada que la del Ca, HURWITZ y BAR (1972), la dividen en tres etapas fundamentales sobre las que pueden incidir diversos factores:

- 1) Captura del fósforo por la superficie de la mucosa.
- 2) Retención en los tejidos intestinales.
- 3) Transferencia al organismo.

## 2.2.2.2.1.- Lugares donde se realiza.

Diversos autores han realizado pruebas "in vitro" con objeto de resolver la localización de una o varias zonas de absorción específica del P. Los realizados con intestino de rata señalan al yeyuno como principal implicado en la absorción del fosfato (McHARDY y col. 1956, HARISSON y col. 1961, KOWARSKI y col. 1969, entre otros).

Estudios efectuados con pollos y gallinas adultas, por HURWITZ y BAR (1965, 1970), utilizando un marcador no absorbible, apuntan también al yeyuno como zona preferencial en el trasiego del P intestinal, matizando WASSERMAN y TAYLOR (1973) el cambio al duodeno si los pollos sufren raquitismo.

Cuando la especie estudiada era el caballo, la región inferior del intestino delgado y región dorsal y delgada del cólon, son las encargadas de la absorción del fosfato (SCHRYUER y col. 1972).

El lugar o lugares aparentes en que se realiza una absorción significativa del elemento, depende de factores tales como el método de ensayo efectuado, la especie estudiada, y el estado nutricional del individuo (WASSERMAN y TAYLOR, 1976), aunque la mayor parte de los trabajos coinciden en indicar la parte baja del intestino delgado, como la zona donde se realiza el mayor transporte del P.

#### 2.2.2.2.2.- Mecanismos de absorción.

Los procesos involucrados en la absorción del P se encuentran aún poco esclarecidos. De los primeros trabajos se infería, a través de evidencias indirectas, que la absorción del P era secundaria a la del Ca, captándose este elemento tan solo como co-lón del Ca (CARLSSON, 1954; MORGAN, 1969; CLARK 1969, entre otros). Sin embargo, los estudios específicos del problema realizados más recientemente, indican claramente que esta absorción es un suceso independiente de la del Ca.

El establecimiento de los lugares de máxima absorción del tubo digestivo para ambos elementos, Ca y P, localizándolos sobre zonas diferentes, sugiere ya la existencia de procesos distintos que se encargaran de cada una de las dos absorciones.

Trabajos sobre diversas especies, apoyan esta hipótesis, encontrándose entre ellos los efectuados perfundiendo intestino (yeyuno) de rata por MCHARDY y PARSONS en 1956, y MORGAN en 1969, que encuentran como la absorción de P es una función lineal de su concentración en la solución de perfusión. Mediante la aplicación de técnicas "in vivo" GRANER (1968), llega a las mismas

conclusiones en un trabajo efectuado en perro. En aves, y dentro de ellas, en gallina concretamente, los estudios realizados con intestino evertido por HURWITZ y BAR en 1970, también denotan una respuesta lineal entre el P absorbido y su concentración en la parte superior del yeyuno. Todo ello parece apuntar en la dirección de una difusión pasiva del P contenido en la luz intestinal hacia las regiones serosas del tubo digestivo.

Por otro lado, los estudios de HARRISON y col. (1961) demuestran que el P puede ser transportado en contra de gradiente de concentración, en preparaciones con sacos evertidos de intestino de rata, pudiendo ser este inhibido por la falta de  $O_2$ , o por la inclusión de cianida en el "buffer" del sistema; resultados confirmados por los trabajos de LIFSHITZ y col. (1967) y de HELBOCK y col. (1966). En aves, los informes de WASSERMAN y TAYLOR (1973), indican la existencia de un componente saturable en el proceso de absorción del P en pollos, cifrándolo en una concentración intraluminal de 2mM, habiendo realizado sus pruebas con concentraciones de fosfato desde 0,5 a 50 mM. Toda esta evidencia, parece indicar la existencia de un componente activo en la fase de absorción del P.

También para este elemento se ha demostrado, como en el caso del Ca, la existencia de flujo en la dirección serosa mucosa, responsable de una secreción endógena (KOWARSKI y col. 1969, BLANUSA y col. 1977).

Los datos actualmente conocidos pueden ser condensados en un modelo único, similar al establecido para el Ca, según el cual, cuando la concentración intraluminal de P es baja, sería el transporte activo el encargado de su absorción, saturándose sus "carriers" cuando se incrementaran los niveles, empezando a predominar ahora los sistemas de difusión pasiva (WASSERMAN y TAYLOR 1976).

El estudio más preciso de los mecanismos involucrados en el movimiento del P en estas regiones, señala la participación de diversos sistemas

enzimáticos tales como una ATPasa - potasio dependiente necesaria para la liberación del P desde la cara serosa (TAYLOR, 1976), o bien una fosfatasa alcalina íntimamente relacionada con la captura del fosfato en la cara mucosa según opinan MOOG y GLAZIER (1972) y WASSERMAN y TAYLOR (1973), aunque estos últimos autores llegan posteriormente a resultados opuestos (WASSERMAN y TAYLOR, 1976b).

Por otro lado, la búsqueda de una P BP, inducida por acción de la vitamina D, con función sobre la absorción de P, análoga a la que desempeña la bien conocida CaBP en el caso del Ca, no ha conducido aún, a resultados concluyentes, salvo en el caso de la "Escherichia coli" en que ha sido demostrada su existencia por MEDUECZKY y ROSENBERG en 1970 y 1971.

Los relativamente escasos datos actuales, y en algunos momentos contradictorios, no han permitido el establecimiento aún, de un modelo específico de transporte del P a nivel celular, si bien KOWARSKI y SCHACHTER en 1969 sugirieron la posible existencia en la mucosa intestinal de unos canales específicos a través de los cuales sería transportado el fosfato.

#### 2.2.2.2.3.- Factores que la modulan.

##### .- Calcio.

La presencia o no de Ca en el lumen intestinal, y caso de hallarse presente, su concentración, ha sido un factor sobre el que numerosos autores han fijado su atención desde que TELFER en 1922-23, señaló que una excesiva ingesta cálcica puede ocasionar la precipitación de los fosfatos de la dieta dificultando su utilización. Según las primeras hipótesis, actualmente desechadas, el P se absorbía como co-ión del Ca, siendo evidente la interdependencia entre ambos transportes; hipótesis deducida de resultados experimentales correctos, pero mal interpretados. Entre las experiencias más destacadas que parecen apuntar en esta dirección, se hallan los de MORGAN de 1969, en los que se dice que el incremento en la absorción de P, es consecuencia directa del

aumento de la absorción de Ca por efecto de la vitamina D, actualizando la hipótesis formulada por CARLSSON, (1954).

TAYLOR y col., establecen ya en 1973, con estudios "in vitro" la independencia entre la captura de P por la superficie mucosa y su transferencia hacia el lado de la serosa, de la presencia de Ca en el medio. Posteriormente WASSERMAN y TAYLOR (1976c) realizan un estudio con gallinas al objeto de observar la influencia de los niveles dietéticos de Ca sobre la absorción del P. Sobre asas intestinales ligadas, de dos grupos de animales alimentados con una dieta baja o normal en Ca respectivamente, miden la absorción de  $^{32}\text{P}$  y de  $^{45}\text{Ca}$ , encontrando un incremento en la absorción de ambos en el grupo que ingería poco calcio.

#### .- Fósforo.

También los niveles de P en la ración pueden alterar sus propios procesos de absorción, hecho evidente cuando hay un componente saturable en juego.

ANDERSON y DRAPER (1972), señalan un aumento en la absorción aparente del P, cuando se doblan los niveles de este en la dieta suministrada a las ratas. En otro trabajo mas amplio (DRAPER y col. 1972), demuestran que cada incremento en el fósforo de la dieta conduce a un aumento en el contenido del mismo en heces y orina, a la vez que aumenta la absorción aparente de este elemento según sube su nivel en la dieta.

Cuando el alimento consumido posee una reducida concentración de fósforo no se observa incremento significativo en la absorción como respuesta adaptativa (WASSERMAN y TAYLOR, 1976c).

#### .- Vitamina D.

Fuera de lugar cualquier duda sobre su capital importancia en todo lo que se refiera al estudio detallado de los procesos que involucran al Ca, se ha tratado de observar que repercusión tendría sobre el metabolismo del P.

Ya en 1937, NICOLAYSEN publica un trabajo en tres partes de las que las dos últimas se refieren específicamente a la acción de la vitamina D sobre la excreción fecal endógena de Ca y de P (NICOLAYSEN, 1937a) y al efecto que esta pudiera ejercer sobre la absorción intestinal de los citados elementos (NICOLAYSEN, 1937b). Con estos estudios, efectuados sobre ratas, el autor demuestra un incremento sobre la absorción de fosfato causado por la acción de la vitamina D, siendo necesaria la presencia de Ca para que el efecto sea observado. Años más tarde CARLSSON (1954) obtiene resultados similares pero cree que es tan solo consecuencia del estado general del animal.

En la misma línea, diversos autores trabajando en aves, no encuentran efectos apreciables de la vitamina D sobre la absorción del P, o los suponen consecuencia de su acción sobre el movimiento del Ca (HARRISON y HARRISON, 1961; MORGAN, 1969). Otros por el contrario, observan que dicha acción no está mediatizada por el Ca, puesto que no desaparece al hallarse ausente este metal (KOWARSKY y col. 1969, CORRADINO, 1973, WASSERMAN y TAYLOR, 1973), lo que apunta evidentemente en favor de la hipótesis de una acción directa de esta vitamina sobre el transporte de fosfato. Además HURWITZ y BAR (1972) indican que la vitamina D incrementa la absorción de Ca y no de P en el duodeno, realizándose la de éste último mientras que no se altera la del calcio, en el yeyuno.

El estudio detallado de la intervención vitamínica denota que afecta a cada una de las etapas de absorción del fosfato, ya sea a nivel de la captura por la superficie mucosa, como de su retención por los tejidos intestinales y de su transferencia al cuerpo (WASSERMAN y col. 1973).

Todo esto sugiere que la acción de la vitamina D sobre la absorción de P es independiente de su efecto sobre el transporte de Ca, además de confirmar que ambos transportes, evidentemente, no son el mismo.

.- Parathormona (PTH).

Pocos y contradictorios resultados se encuentran del posible

efecto de esta hormona sobre la absorción intestinal del P.

Qué aumenta dicha absorción concluyen BORLE y col. (1963), al observar una intensificación del flujo de fosfato en el sentido mucosa - serosa, permaneciendo inalterado el inverso, tras la administración de un extracto de paratiroides.

También se ha visto la absorción incrementada (CLARK y SMITH 1964), pero esta vez tras paratiroidectomía y cuando estos mismos autores administran extractos de paratiroides a ratas normales no observan ninguna alteración en este componente (CLARK y SMITH, 1971).

.- Calcitonina. (CT).

Como con la otra hormona, los pocos estudios realizados apuntan en las tres direcciones.

TANZER y NAVIA (1973) piensan en un efecto negativo de la calcitonina sobre la absorción de P, CRAMER y col. (1969) señalan que no posee influencia alguna y CANIGGIA y col. (1968) encuentran un neto aumento en la absorción del fósforo tras la administración de la hormona.

.- Otros factores.

De entre ellos cabe destacar el efecto perjudicial de las bajas concentraciones de  $H^+$  ó  $NH_4^+$ , la necesidad de  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ , etc.

Por último tan solo apuntar que recientes estudios del grupo de DeLUCA señalan que el transporte de plomo y el de fosfatos están de alguna forma relacionados (SMITH y col. 1978).

### 2.3.- Eliminaciones.

Antes de abordar el tema de las pérdidas de estos elementos por el organismo de las aves, en su sentido más estricto, mencionar tan solo

que, puesto que la absorción de ambos nutrientes no es del cien por cien, parte del que contenía el alimento se encontrará en las heces sin que represente una secreción o pérdida real del elemento en cuestión por el organismo, puesto que nunca estuvo en él, aunque bien podría considerarse el exponente de una pérdida potencial de algo que pudo haber sido absorbido y no lo fúé. Todo aquello que altere la eficacia de los procesos de absorción, modificará este componente pasivo.

#### 2.3.1.- Secreción endógena.

Pero no todo el Ca o P que se halla presente en las heces proviene del alimento, una importante fracción tiene origen endógeno; es segregada por el propio organismo, suponiendo una pérdida real de elementos corporales. Esta, representa una importante vía de salida del calcio, y aunque en menor cuantía también del fósforo, denominándose secreción endógena gastrointestinal. Este paso puede efectuarse, tal como apunta MITCHELL (1964):

- 1) De forma indirecta, ya sea tomando parte como constituyente de jugos digestivos, o bien como componente de las células de descamación.
- 2) De forma directa, segregándose desde la sangre hacia la luz intestinal.

Cantidades importantes de estas secreciones pueden ser de nuevo reabsorbidas en regiones distales del tubo digestivo, por las que han de ocurrir antes de ser expulsadas al exterior. La fracción que con este origen se excreta con las heces, constituye el componente fecal de origen endógeno.

Experiencias realizadas en aves, han puesto de manifiesto la presencia de dicho componente endógeno, resaltando además la gran dependencia que muestra de factores tanto propios del animal, de los que el estado del ciclo reproductor es un claro ejemplo, como de exógenos, de entre los que destacan los nutritivos.

La secreción de Ca a través de las paredes del intestino grueso en mamíferos, fué puesta de manifiesto por BERGEIN en 1926 y por STEWART y PERCIVAL en 1927. Desde entonces numerosos trabajos han ampliado sus estudios.

En el caso concreto de las aves ponedoras, OSHIMA y NUZAKI en 1964 y HURWITZ y BAR en 1970 entre otros, demuestran su existencia, localizándola esta vez en el intestino delgado, sobre el fleon proximal y duodeno, respectivamente, y sobre ambas regiones los propios HURWITZ y BAR en 1972. La posibilidad de un transporte activo como soporte de esta secreción la apuntan los propios OSHIMA y NUZAKI (1964) y HOLDSWORTH (1965) mostrándose HURWITZ y BAR (1965, 1969b) reacios a aceptarlo. Para la codorniz en particular también se ha demostrado su presencia recientemente (NAVARRO y MURILLO, 1976).

En el caso del fósforo los primeros informes ponían de manifiesto la falta, o mínima presencia, de componente endógeno en las heces, después de suministrar grandes dosis intravenosas del elemento (TELFER, 1922-23, ALBRIGHT y SUKOWITZ, 1938, CRAMER, 1961) mientras que otros señalaban no solo su presencia, sino incluso su importancia, puesto que podía llegar a constituir hasta el 50% del fósforo fecal (KLEIBER y col. 1951 y LOFGREEN y col. 1952).

La zona donde la secreción tiene lugar es en el intestino delgado superior, en contraposición a una evidente absorción realizada en regiones más distales (YANG y THOMAS, 1965, SCHRYUER y col. 1972).

Junto con los estudios realizados en mamíferos, los trabajos de SHIRLEY y col. (1952) demuestran la excreción de P radioactivo en varias regiones del intestino de gallinas, verificado más tarde por BLANUSA y col. (1977) aunque su cuantía no es muy importante (5-10% del P excretado).

#### 2.3.1.1.- Factores que la modifican.

.- Ciclo de puesta.

Entre los factores que inciden sobre estas secreciones cobra

singular importancia la puesta, ya que ambos fenómenos son de hecho competitivos (MUELLER, 1962). Una considerable reducción en la excreción endógena del Ca, coincide con la puesta de huevos, variando desde 7% a 12% en función de que esté o no formándose una cáscara (MUELLER y col. 1964 y BRONSCH y col. 1967).

En cuanto a los condicionantes exógenos que modulan estas excreciones, los nutritivos destacan fundamentalmente. De ellos, los que afecten a la absorción del calcio o del fósforo, como es el caso de cualquiera de los estudiados en el apartado anterior, pueden modificar de alguna manera esta excreción ya sea directamente o alterando su posterior reabsorción (VALVERDE, 1971; VARELA y MURILLO, 1971; MURILLO y col. 1972, entre otros, trabajando específicamente con secreciones endógenas).

#### .- Calcio.

El efecto modulador que ejercen los niveles dietéticos del Ca, sobre el valor de su secreción, es notorio. OSHIMA y NOZAKI (1964) demuestran una neta disminución de dicho componente al elevarse el aporte de calcio en la dieta. Por el contrario los trabajos de BLANUSA y col. (1976) demuestran un aumento en la excreción endógena de calcio, cuando este eleva su nivel en la dieta de gallinas en puesta. También refieren, los mismos autores, la prácticamente nula influencia que el aporte de calcio de la ración ejerce sobre el componente de fósforo de origen endógeno, lo que ha sido igualmente observado sobre mamíferos (COHN y col. 1968).

#### .- Fósforo.

Experiencias realizadas en pollos jóvenes muestran una marcada interdependencia entre la ingesta y absorción, y la ingesta y la excreción endógena, tanto de calcio como de fósforo, resueltos en todos los casos con una recta de regresión. Según estos trabajos, un aumento en la ingesta de Ca o de

P, conlleva a un incremento paralelo en su absorción y en su excreción endógena (BLANUSA y col. 1977).

En mamíferos, por el contrario, la elevación del P de la dieta determina una reducción en su excreción endógena, realizándose simultáneamente la del calcio (ANDERSON y DRAPER, 1972 y DRAPER y col. 1972).

#### - Relación Ca:P

Entre los escasos trabajos realizados relacionando el cociente Ca:P de la dieta con la excreción endógena gastrointestinal de estos elementos, para el caso de los mamíferos, ya sea trabajando en ovejas (LUEKER y LOFGREEN, 1961) o en humanos (FARQUHARSON y col. 1931) no se aprecia efecto alguno de las distintas relaciones ensayadas sobre el calcio endógeno fecal.

### 2.3.2.- Excreción urinaria.

La otra vía excretora de estos iones es la urinaria.

Antes de abordar su estudio detallado tan solo queremos recordar que la orina en las aves es formada por los riñones y transportada por los uréteres hasta la cloaca, desde la que se introduce en parte, en la porción terminal del recto, expulsándose al exterior juntamente con las heces, a las que envuelve en forma de característico precipitado blanco (STURKIE, 1968c; BELL y FREMAN, 1971b)

#### 2.3.2.1.- Procesos de excreción urinaria de ambos iones.

Las excreciones renales del calcio y el fósforo están reguladas por los procesos de reabsorción que sobre el filtrado glomerular se efectúan (BORLE, 1974).

#### - Calcio.

En el caso del calcio, sobre el túbulo proximal se realiza una reabsorción neta, paralela a la del sodio, con un gran movimiento del ión en ambas direcciones (FRICK, 1969; MOREL y col. 1969; DIBONA, 1971; MURAYAMA y

col. 1972, BORLE, 1974). También juegan un gran papel, el asa de Henle (MOREL y col. 1969), en cuya rama ascendente parece ser transportado desde su lumen de forma activa (MURAYAMA y col. 1972) y el túbulo contorneado distal, en el que también aparece una gran correlación entre la reabsorción del Ca y del Na (FRICK 1969, DAVIS y MURDAUGH, 1970).

.-Fósforo.

Para el caso del fosfato, la mayor parte de la reabsorción transcurre en el primer segmento del túbulo proximal (MOREL y col. 1969, AMIEL y col. 1970, MURAYAMA y col. 1972, DUSCHETT y col. 1972), encontrándose diversos autores que algo de reabsorción de fosfato se efectúa también en la región distal (AMIEL y col. 1970).

El transporte proximal del fosfato desde el lumen al plasma ocurre sin ningún flujo significativo de retorno (MURAYAMA y col. 1972) y muestra estar fuertemente correlacionado con los movimientos del sodio, calcio y bicarbonato (FRICK, 1969, PUSCHETT y GOLDBERG, 1969, PUSCHETT y col. 1972), no encontrándose en la bibliografía pruebas de secreción de fosfato por ningún segmento de la nefrona (BORLE, 1974).

Ambas reabsorciones, la del calcio por un lado y la del fosfato por otro, pueden jugar, en determinadas situaciones, un gran papel modulador sobre los niveles hemáticos de ambos elementos, dada la gran correlación encontrada en algunas circunstancias entre dichos niveles y sus excreciones urinarias (BIJUOET, 1969, NORDIN y PEACOCK, 1969, PEACOCK y col. 1969).

2.3.2.2.- Factores que la condicionan.

Como todo proceso biológico, la cuantía de estas reabsorciones se hallan moduladas por diversas situaciones; en nuestro caso la puesta, y algunas hormonas destacan principalmente.

.- Ciclo de puesta.

La excreción urinaria del calcio disminuye significativamente cuando la cáscara se halla en periodo de formación, hasta hacerse prácticamente nula, frente a valores de 50 mg/hora en ausencia de este fenómeno (FUSSEL 1960, TAYLOR y KIRLEY, 1967). Por el contrario durante ese tiempo, se realiza de forma notoria la excreción del fosfato (FUSSEL, 1960).

.- Vitamina D.

Estudios realizados con técnicas de micropuntura demuestran un efecto "per se" de la vitamina D y sus metabolitos, 25-OH D<sub>3</sub> y 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> sobre la reabsorción proximal del Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> y PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (GALANTE y col. 1972, PUSCHETT y col. 1972a,b).

Finalmente queremos mencionar el hallazgo de una CaBP aislada a partir de corteza renal, que pudiera estar involucrada en el transporte de Ca, aunque por el momento no hay evidencia de que se halle regulada por la vitamina D o sus derivados (SANDS y KESSLER, 1971, TAYLOR y WASSERMAN, 1972).

.- Parathormona (PTH).

La acción de la hormona del paratiroides sobre el túbulo proximal de la nefrona consiste en una inhibición de los transportes de Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> y CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup>. Dicha acción produce un incremento en la fosfatúria, pero no así en la calciuria, puesto que este ión se reabsorbe posteriormente de una forma muy efectiva, quizás por acción de la propia PTH sobre la región distal de la nefrona (BIJUOET y FROELING, 1973, BORLE, 1974).

.- Calcitonina (CT).

Los estudios realizados con la calcitonina, tanto usando dosis fisiológicas como farmacológicas, coinciden en afirmar que dicha hormona incrementa la excreción de Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> y PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (PAK y col. 1970, SAKALO y col. 1971, BARLET, 1972, BIJUOET y FROELING, 1973).

Estos efectos son explicados actualmente presuponiendo la actuación de la CT sobre el túbulo proximal, inhibiendo la reabsorción de la

mayoría de los iones. En el caso particular de la fosfaturia iniciada por la C T , quedó desechada la idea según la cual ésta era debida a la hipocalcemia producida por dicha hormona (BARLET, 1972; PAILLARD y col. 1972) o bien a la estimulación consiguiente de las glándulas paratiroides (BARLET, 1972, SORENSEN y col. 1972).

No olvidemos que tanto la secreción de PTH como de CT dependen fundamentalmente de los niveles en sangre de Ca y P, hallándose estos, condicionados en parte, por la composición de la dieta, lo que convierte a esta última en uno de los posibles desencadenantes de toda esta modulación. Por citar algún ejemplo, CLARK (1968) atribuye a las bajas relaciones Ca:P en la dieta, un efecto estimulante de la secreción de parathormona, que ocasionaría una reducción en el calcio urinario, y DRAPER y col. (1972) señalan un fuerte aumento en la excreción urinaria del P cuando se eleva su nivel en la dieta, consecuencia de la necesidad de eliminar el producto de una absorción desmesurada.

### 2.3.3.- Producción de huevos.

"How an eggshell is made" es el título de una deliciosa monografía que escribió TAYLOR, T.G., para "Scientific American" en 1970, siendo con el libro de ROMANOFF y ROMANOFF (1949), punto de partida obligado cuando se estudia cualquier tema relacionado con los huevos.

La producción de un huevo por las aves involucra a todo un complejo fisiologismo apoyado naturalmente en un soporte anatómico; ovario y oviducto primordialmente.

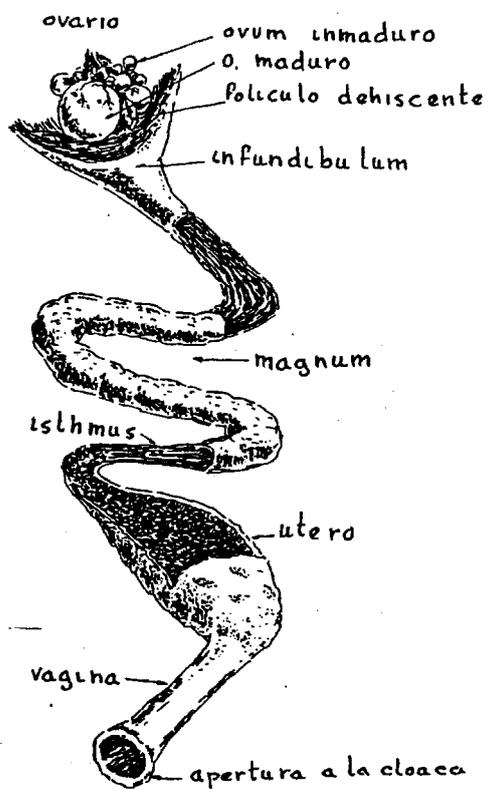


FIGURA 3

De todas las fases que comprende dicha formación una interesante especialmente en cuanto al metabolismo del calcio se refiere: la deposición en el útero o glándula cascárgena del carbonato cálcico que integrará la cáscara.

Algunas cifras pueden indicar brevemente la "agresión" que representa la calcificación de la cáscara de un huevo para la homeostasis cálcica en la gallina:

- 1) Una cáscara contiene unos 2g de calcio que, puesto que no se hallaba almacenado en el oviducto, ha de ser retirado de la sangre.
- 2) La calcificación ocupa entre 12 a 15 horas, por lo que se ha de captar de la sangre unos 150 mg/h.
- 3) El contenido total en Ca de la sangre es de unos 25 mg, por lo tanto, durante un periodo de aproximadamente 14 horas, se ha de reponer el calcio sanguíneo cada 10 minutos (SAUVEUR y MONGIN, 1974).

El huevo de la codorniz, *Coturnix coturnix japonica*, presenta una serie de peculiaridades frente al de gallina, recopilados por PEREZ (1974b). De entre ellas destacan su forma más ovoide con ejes de longitud  $3,14 \pm 0,12$  cm y  $2,41 \pm 0,24$  cm, peso de  $9,6 \pm 0,8$  g, siendo afectado por un gran número de factores, densidad muy uniforme próxima a 1,067 g/cc, factor estrechamente relacionado con sus posibilidades de incubabilidad (MUSEIN y HALBERSIEBEN, 1940). Su composición relativa indica la presencia de un 74,6% de agua, 13,1% de proteína, 11,2% de grasa, y 1,1% de cenizas totales (WHITING, 1966).

#### 2.3.3.1.- Factores que modulan la puesta.

Diversos factores pueden incidir sobre la producción de huevos y de entre ellos, hay que remarcar la importancia que el patrimonio genético (reflejo de su historia evolutiva) junto con el estado fisiológico actual (reflejo de su historia particular), obran sobre cada una de las ponedoras individualmente. Envolviendo cada una de estas particularidades, el entorno en el que se desenvuelve la vida del colectivo, actuando más o menos, uniformemente sobre cada individuo, termina de dibujar el cuadro que determina la puesta en sí.

Los condicionantes individuales se escapan al objetivo del presente trabajo, quedando obliterados en el diseño experimental, por lo que no vamos a profundizar en ellos.

De los factores extrínsecos al animal, muchos alteran notablemente tanto la puesta en sí, como las características de sus productos. Entre ellos son muy comentados el tiempo de iluminación (MORRIS y FOX, 1961), el tipo de radiación que suministra dicha iluminación (PEREZ, 1974a), la altitud sobre el nivel del mar (PEREZ, 1974a) y la temperatura ambiental (HUELLER, 1966; BRAGG y col. 1971), entre otros; y por supuesto, las características de la ración consumida por los animales.

Los niveles dietéticos de Ca y P de los piensos ingeridos por las aves, sin olvidar la gran interacción que mutuamente se ejercen, son un factor principal en el mantenimiento de la puesta y en la "calidad" de los huevos elaborados.

#### .- Calcio.

Bajos niveles dietarios de Ca conducen irremediablemente a una depresión en la producción, junto con una pérdida en la calidad de la cáscara de los huevos puestos, pudiendo suprimirse por completo si se mantienen estas condiciones desfavorables mucho tiempo (JENSEN y col. 1963, BERG y col. 1964, TAYLOR, 1965, NEVALAINEN, 1969, BELL y FREEMAN 1971c, TAYLOR, 1970c).

Cuando los niveles de Ca que aporta la dieta superan al 3% la producción y espesor de la cáscara son óptimas (BERG y col. 1964, PEPPER y col. 1968, KOUAC, 1968, HULAN y NIKOLAICZUK 1971, entre otros). Por encima del 4% se incrementa el espesor de esta cubierta, junto con el peso específico del huevo en su totalidad, según unos autores (PEPPER y col. 1961, HEYWANG y col. 1964, YATES y RUTHERFORD, 1967), no encontrando efectos apreciables GERRY y BIRD (1967), ni SALMAN y col. (1969).

Aunque muy pocos estudios llegan a utilizar dietas con un contenido en Ca tan alto como 5% o 6%, en alguno de ellos se refieren efectos adversos de niveles tan elevados sobre la producción de huevos (PETERSEN, 1965).

.- Fósforo.

En cuanto al nivel dietario del fósforo, también ejerce cierta influencia sobre la puesta y calidad de la misma, aunque no tan marcada como el calcio, existiendo poca bibliografía al respecto.

Bajas proporciones de P parecen ocasionar una reducción en el espesor de la cáscara (BARUAH y col. 1960, CROWLEY y col. 1961), mientras que al incrementar los niveles de fósforo en las dietas desde 0,3% a 0,7% no se observa ningún efecto sobre su calidad (EVANS y col. 1944, GILLIS y col. 1953, SINGSEN y col. 1962, WALTER y AITKEN, 1962, CROWLEY y col. 1963).

Un 0.8% de P en la ración permite una excelente producción de huevos con buenas condiciones de incubabilidad (NELSON y col. 1964). Niveles más altos aún, 1,25% de P, utilizan KRISHNA y HOWES (1966) en sus experimentos, no alterándose la calidad de la puesta.

.- Relación Ca:P

Otros autores estudian simultáneamente el efecto debido a los distintos contenidos de Ca y P en la dieta, refiriéndose a la relación Ca:P que en ella tienen, cuando han de discutir sus trabajos. En esta línea HURWITZ y BORNSTEIN (1963), KOUAC (1967), MOSTER y SWART (1968), PAUL y SNETSINGER (1969) entre otros, encuentran necesario un aumento parejo del Ca y P, manteniendo su relación invariable, para mejorar la puesta y calidad de la cáscara.

.- Vitamina D.

Por último el papel que la vitamina D<sub>3</sub> puede jugar sobre la puesta no está claro, aunque diversos autores sugieren que la favorece (TUNK y

McGINNIS, 1964, BRAGG y col. 1971), mientras que otros no aprecian efecto alguno (ANDERSON y col. 1957). Evidentemente ha de poseer una acción indirecta por su participación en el metabolismo del Ca y del P, como ya hemos visto hasta el momento.

#### 2.3.3.2.- Procesos a los que modula la puesta.

Al igual que un gran número de factores pueden afectar la formación del huevo, ésta a su vez puede ser factor modulador de distintos metabolismos, para adaptar el organismo a la especial situación que ella crea.

##### .- Absorción intestinal y resorción ósea.

Parece fuera de toda duda una modificación en la absorción intestinal del calcio, en términos de eficacia, cuando el ave procede a depositar la cáscara (HURWITZ y BAR, 1969a, BAR y col. 1972, BAR y col. 1976a,b); el rendimiento del proceso pasa de ser del 40% al 70%, según indican HURWITZ y BAR (1965).

Por otro lado, ya hemos visto como MUELLER y col. (1964) y BRONSCH y col. (1967) demuestran que la excreción fecal endógena de Ca se reduce a la mitad durante este periodo, hecho que bien pudiera ser la consecuencia inmediata de una reabsorción incrementada de dicha secreción.

El otro gran apartado fisiológico modificado netamente por la calcificación del huevo es sin duda la osificación. Un predominio de la formación sobre la resorción se observa en las fases previas a la puesta, y un desbalance en sentido contrario, mientras la glándula cascárgena deposita la calcita sobre las membranas externas del huevo (BLOOM y col. 1941, TAYLOR y col. 1971).

Es obvio que la enorme cantidad de calcio requerida para la formación de una cáscara ha de provenir en último término, o bien del alimento o del gran reservorio que supone el sistema óseo, siendo la sangre el vehículo

que lo lleva hasta el útero, cuando es requerido por éste, puesto que el oviducto en su totalidad, y en general el resto de los tejidos blandos, carece de capacidad de almacenamiento significativo del citado metal. Actualmente, distintas escuelas asignan el papel protagonista a uno u otro origen, existiendo una amplísima bibliografía sobre este apasionante debate; aún así, trataremos de efectuar un sucinto resumen.

Autores de gran relevancia desde NOZAKI y col. en 1952, están de acuerdo en que el intestino es el principal regulador, cuando el alimento posee un nivel de calcio suficiente, pensando que se ha sobreestimado la función del hueso en estas circunstancias (HURWITZ, 1964, 1970; HURWITZ y BAR, 1967, 1969c; ROLAND y col. 1973).

Partidarios de que es el hueso el principal implicado en el aporte de Ca como soporte de la puesta son BLOOM y col. (1941), TYLER (1954), TAYLOR (1963), COX y BALLOUM (1970, 1971), TAYLOR y col. (1971), etc..., constatando en diversos artículos la incorporación de radio-calcio procedente de los huesos a la cáscara, o alteraciones en los depósitos óseos coincidentes con la calcificación de ésta. Los propios HURWITZ y BAR (1969c) admiten la ineficacia del intestino para suplir por completo la gran demanda de Ca que supone el arranque de la puesta.

Aunque sea una evidencia indirecta en favor de esta teoría, se halla fuera de toda duda el depósito masivo de mineral en el hueso en la fase de pre-puesta (KYES y POTTER, 1934, ROMMON, 1938, TAYLOR, 1963, TAYLOR, 1970c)

Hasta aquí los hechos, ahora bien ¿cómo se controlan uno u otro, o quizás ambos fenómenos?.

En cuanto a los partidarios de la modulación de la absorción intestinal, aunque no poseen una explicación completa por el momento, excluyen de ésta la participación de la CaBP, puesto que su concentración no varía a lo largo del ciclo de puesta (BAR y HURWITZ, 1972, BAR y col. 1976a,b) y apuntan

en la dirección de los estudios efectuados por KENNY (1976) y BASKI y KENNY (1972) que en codornices demuestran, por primera vez, una gran modulación de la hidroxilación del  $25\text{-(OH)D}_3$ , que pasa a  $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$  ó  $24,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$  según la etapa en que se halla el ciclo de puesta, hallazgos confirmados en gallinas por el grupo de DeLUCA (TANAKA y col. 1976, CASTILLO y col. 1977).

Los que se inclinan por suponer que el suministro cálcico se realiza a expensas de una modificación en el metabolismo óseo plantean dos hipótesis de trabajo.

- 1) La resorción ósea sería debida a una reducción en el nivel de estrógenos circulantes (RIDDLE y col. 1945), hoy algo abandonada.
- 2) La resorción se halla controlada por la PTH, respondiendo ésta a una caída del calcio plasmático (TAYLOR, 1970b) o quizás a la acidosis que se produce simultáneamente a la producción de huevos (SAUVEUR y MONGIN, 1974).

Fuera de la situación en que el aporte de Ca contenido en el alimento sea suficiente, es evidente el papel principal que juega el esqueleto en la calcificación de los huevos que siguen poniéndose hasta que se interrumpe la ovulación, y que llega a suponer la pérdida de hasta el 40% del Ca que usualmente contiene (TAYLOR, 1970c, SAUVEUR, 1971).

.- Niveles hemáticos de Ca y P.

Dado el gran aporte de Ca necesario para la calcificación de la cáscara, y que la fuente inmediata ha de ser la sangre, los niveles de este componente en ella se ven fuertemente afectados por el ciclo de puesta, quedando claramente establecido en una revisión efectuada por HERTELENDY y TAYLOR en 1961, tema en el que insistiremos mas adelante.

También se incrementan en esta fase de calcificación los niveles

hemáticos de fósforo inorgánico (FEIBERG y col. 1937, PETERSON y PARRISH, 1939), consecuencia, según STURKIE (1968d), de la movilización del mineral del hueso durante esta fase y posterior retirada de la circulación del Ca mas rápidamente por el útero, que del P por el riñón.

#### 2.4.- Retención corporal.

Analizados hasta el momento los aspectos que se refieren a los aportes y pérdidas de calcio y fósforo, baste recordar que su desigualdad implica un movimiento en las reservas almacenadas, ya sea aumentandolas o disminuyéndolas.

El signo y cuantía de esta retención depende de circunstancias propias del animal, tales como edad, etapa de desarrollo, ciclo de puesta, etc. al igual que de condicionantes externos a él, de los que la temperatura ambiental o los niveles dietarios de cada elemento son un claro ejemplo.

La retención de Ca y P se ve generalmente incrementada durante la fase previa y de producción de huevos (TYLER y WILCOY, 1942, TAYLOR y MOORE, 1954, MUELLER, 1964, ITOH, 1967, HURWITZ y BAR, 1967, TANAKA, 1972, BALBUSA y col. 1976). Todo ello coincide con el inicio de la madurez sexual (TAYLOR, 1965). Gracias a este depósito inicial de mineral, las aves pueden encontrarse en balance negativo de calcio durante la primera época de producción (TYLER y WILCOY 1942, HURWITZ y BAR, 1969c, TANAKA, 1972).

También se ven modulados los valores de retención de Ca y P por sus niveles en la dieta, en opinión de BALBUSA y col. (1977). La máxima retención relativa de calcio oscila entre el 60% al 70%, valores descritos ya por COMMON en 1943, viendo que se conseguía el máximo de eficacia cuando la ingesta cálcica era tan baja como 0,9 g/día, permaneciendo, para ingestas superiores de hasta 4 g/día, cercana al 50%. HURWITZ y GRIMINGER en 1960, y WILLMOCK en 1970, confirman estos resultados, aunque aportando valores ligeramente superior-

res en cuanto a la eficacia relativa de la retención. MISKOVIC y col. (1964) y HURWITZ y BAR (1969b) también la encuentran disminuída al incrementar el nivel de Ca en la dieta, pero llaman la atención sobre el aumento paralelo y no inverso, de los valores absolutos de retención.

El nivel de P en la dieta también afecta, aunque sutilmente, la cantidad que de él mismo queda retenida por el animal. Los trabajos de ANDERSON y DRAPER (1972) muestran esta tendencia a aumentar la retención del P cuando se incrementan sus niveles dietarios, aunque no es suficiente para ser estadísticamente significativa.

El efecto genérico de la vitamina D y sus metabolitos sobre estas retenciones es favorecerlas (HURWITZ y col. 1969, BORIS y col. 1977) aunque en las aves no se patentice de modo tan acentuado como en los mamíferos en opinión de GARLICH y WYATT (1971).

Junto a los factores mencionados, otros componentes de las dietas sobre los que no vamos a hacer hincapié, ejercen una cierta influencia en relación con las cantidades de calcio o fósforo retenidos, tal es el caso de la metionina (MARTIN y PATRICK, 1962), etc...

#### 2.5.- Niveles hemáticos de Ca y P.

La cantidad de calcio encontrada por BALDINI y ZARROW (1952) en el plasma de la codorniz, oscila entre 14,1 y 15,4 mg/100 ml en machos, 14,0 y 14,8 mg/10 ml en hembras que no están en puesta, y 23,0 y 40,0 mg/100 ml, en las ponedoras. Este ión se halla repartido en dos fracciones (PETERSEN, 1965, TAYLOR, 1970c):

- 1) Difusible o ultrafiltrable, constituida fundamentalmente por el calcio ionizado.
- 2) No difusible o ligada, unida a proteínas, de entre las que destaca la fosfevitina dada su gran afinidad por el calcio.

De estas dos fracciones, la última cobra un significado preponderante en las ponedoras, siendo el calcio difusible mayoritario en machos y hembras que no se hallan en puesta.

En cuanto al fósforo, los valores encontrados por BAKSI y KENNY en 1978, son de  $7,4 \pm 0,4$  mg/100 ml, para el componente inorgánico presente en el plasma de las codornices.

Las concentraciones de estos elementos en el plasma de las aves muestran unas ciertas variaciones a lo largo del día (ritmo circadiano) sobre los valores medios referidos, influenciadas, a su vez, por el ciclo de ovoposición (SLOAN y col. 1974).

La gran interdependencia entre los niveles hemáticos de calcio y fósforo está fuera de toda duda, siendo normalmente aceptado la constancia del producto de sus concentraciones, aunque con matizaciones como la de RASMUSSEN (1970) quien indica que ha de calcularse como Ca ionizado x P inorgánico, o la de GARDINER (1969) que establece la constancia de la suma y no del producto. En todos los casos, el nivel de uno de ellos condiciona el del otro y viceversa, por lo que cualquier factor que afecte a uno debiera influir sobre el otro. Esta última hipótesis no se verifica en determinadas situaciones experimentales en que se observan alteraciones aisladas en sus concentraciones sanguíneas o modificaciones de los niveles de ambos, pero en el mismo sentido (WAIBEL y MRAZ, 1964, CLEMENS, WAIBEL y MRAZ, 1964, RASMUSSEN, 1970) lo que pone en tela de juicio la constancia de tal producto en todas las circunstancias.

#### 2.5.1.- Algunos factores que alteran estos niveles.

##### .- Puesta.

Un gran modulador de estos contenidos plasmáticos es la puesta en sí y no el sexo, puesto que no se aprecian diferencias entre machos y hembras

que no ponen, y sí de ambos con las que se encuentran en puesta activa. (RIDDLE y REINHART, 1925, STURKIE, 1968a, FEINBER y col. 1937, TAYLOR, 1970c, COX y BALLOUN, 1970).

Un gran incremento en los valores del Ca plasmático, que afecta a la fracción no difusible exclusivamente, se observa mientras se mantiene la producción (McDONALD y RIDDLE, 1945) al igual que en machos estrogenizados (URIST y col. 1958, URIST y SCHJEIDE, 1961). Junto a este aumento en la calcemia aparecen también elevados los valores de lipemia y proteinemia (BUTLER 1971, SAUVEUR y MONGIN, 1974), destacando la presencia de una fosfoproteína, la fosfovítina (fracción X de SCHJEIDE y URIST, 1956), y una lipoproteína, la lipovítelina (fracción  $X_2$  de SCHJEIDE y URIST, 1956) destinadas a constituir las reservas de vitelo del huevo y que muestran una extraordinaria afinidad por el Ca (CLARK, 1967, SAUVEUR y MONGIN, 1974). En opinión de estos últimos autores, la puesta representa en las aves la aparición simultánea a nivel sanguíneo de sistemas de transporte de Ca fundamentalmente, junto con sustancias destinadas a la formación del vitelo.

Mientras se realiza la calcificación de la cáscara del huevo, el útero ha de extraer ingentes cantidades del Ca hemático, con el que las células mucosas en un proceso complejo, coordinado fundamentalmente por la anhidrasa carbónica (PEARSON y col. 1977), darán lugar a la precipitación de calcita.

Estudios locales, considerando las diferencias arteriovenosas de la calcemia a nivel del útero, demuestran una extracción del 20% del Ca circulante cuando se está formando la cáscara, que afecta a ambas fracciones según se concluye de la mayor parte de los trabajos (WINGET y col. 1968, TAYLOR y HERTELENDY, 1961, HUNSAKER y STURKIE, 1961, HODGES, 1969) aunque algunos indican que sólo atañe al Ca ligado (WINGET y SMITH 1957) o al difusible (POLIN y

STURKIE, 1957). Todos estos resultados los explican SIMKISS (1967) y TAYLOR (1970) diciendo que la mucosa uterina utiliza específicamente el Ca iónico, restaurándose rápidamente su nivel hemático por la disociación de una parte del hígado.

Cuando el estudio se realiza a niveles de circulación sistémica, los efectos lógicamente se diluyen, apareciendo resultados más confusos. Autores como POPE y col. (1960) y NESTOR y col. (1972) no detectan variaciones, mientras que WINGET y SMITH (1957), HERTELENDY y TAYLOR (1971), y HODGES (1969) SLOAN y col. (1974), sí.

En cuanto al fósforo también se observa una variación en sus concentraciones plasmáticas correlacionada con la etapa de calcificación del huevo (FEINBER y col. 1937, PETERSON y PARRISH, 1939), debido probablemente, como ya tuvimos ocasión de indicar anteriormente, a la movilización del mineral óseo con el fin de suministrar el Ca requerido por la glándula cascárgena en esa etapa del ciclo.

.- Contenido de Ca y P en el alimento.

La influencia de los niveles dietéticos de Ca y P sobre sus concentraciones en sangre es algo que también suscita grandes desacuerdos.

Dietas con escaso contenido en uno u otro mineral ocasionan un descenso en su propio nivel hemático según indican HURWITZ y BAR (1966b), MUELLER y col. (1970) y NORRIS y col. (1971) para el Ca, GARDINER (1969) para el P, y ONDAHL y DeLUCA (1977) para ambos, mientras que se incrementa el nivel en sangre del otro elemento.

Contenidos excesivos de Ca en el alimento pueden elevar su nivel hemático en pollos (ONDAHL y DeLUCA, 1977), tal como sucede en mamíferos según señalan CLARK (1969) y CLARK y RIVERA-CORDERO (1974).

Trabajando también en mamíferos el grupo de DRAPER establece sin lugar a dudas, la aparición de un hiperparatiroidismo secundario tras la

administración de dietas con elevadas concentraciones de fósforo, no siendo atribuible a un descenso en la calcemia, puesto que esto no sucedía (ANDERSON y DRAPER, 1972, DRAPER y col. 1972). Por el contrario KROOK (1968) indicaba la hipocalcemia como efecto subsiguiente al consumo de este tipo de dietas.

Alimentos con bajo contenido en fosfatos tampoco alteran la cuantía de su presencia en sangre mas que en condiciones muy extremas (DRAPER y col. 1972).

En el caso de las aves, BASKI y KENNY (1972), trabajando con codornices, tampoco encuentran alteración de la fosfatemia en diversas condiciones dietarias, al igual que les sucede a MORRISSEY y WASSERMAN (1971) con gallinas, y a SIFRI y col. (1978) con pollos y codornices en crecimiento.

En cuanto al posible efecto de la relación Ca:P de la dieta sobre estos parámetros, CLARK (1969) y CLARK y RIVERA-CORDERO (1973 y 1974) piensan que altas relaciones se acompañan de hipercalcemia e hipofosfatemia mientras que ANDUJAR y col. (1977) no encuentra alteración debida a la variación de este índice.

Todo ello sugiere la existencia de una regulación de este parámetro plasmático, la fosfatemia, que al igual que sucede para la calcemia, se habría depurado por el devenir evolutivo entrando en liza gran cantidad de factores, para mantener una situación fisiológica adecuada e independiente, todo lo posible, de las variaciones del medio externo.

## 2.6.- Compartimento óseo.

### 2.6.1.- Papel y estructura mineral básica. Hueso medular.

Podríamos definir la mineralización biológica como el depósito de una fase sólida inorgánica sobre tejidos de organismos vivos, fenómeno ampliamente observado tanto en el reino vegetal como animal.

Dentro del reino animal, el carbonato cálcico es la principal fase mineral que poseen los invertebrados, mientras que los fosfatos cálcicos lo son de los vertebrados, destacando en la mayoría de los casos el Ca como factor común en todos estos procesos de mineralización, lo que origina el que se denominen usualmente, procesos de calcificación.

Junto a las obvias características mecánicas de estos tejidos, la fase sólida constituye una gran "reserva de iones"; baste pensar que en ella se encuentran el 99% del Ca, 85% del P, 65% del Mg y 50% del Na corporales (GLIMCHER, 1976), reserva hacia, y desde la que son transportados los iones para mantener en los líquidos orgánicos concentraciones adecuadas.

El mineral del hueso de las aves posee, como en el resto de los vertebrados, un componente mayoritario formado por una mezcla cristalina y amorfa de hidroxil-apatito (TERMINE y POSNER, 1967, EAMES, 1970, TERMINE, 1972, GLIMCHER, 1976).

Coexistiendo con este componente mayoritario se ha detectado la presencia de calcita como fase separada, en trabajos como los de BILTZ y FELLEGRINO (1969) o en los de LORCHER y NEWSELY (1969). Ambos componentes pueden cuantificarse porcentualmente en opinión de BILTZ y col. (1969) sin más que calcular la relación Ca:P que el hueso posee, siendo 1,67 su valor cuando no hay presencia de carbonatos, aumentando cuando estos aparecen.

El que las gallinas ponedoras sean capaces de perder el 10% de su material óseo en menos de un día, es un hecho extraordinario pero no único; todas las aves que han sido estudiadas pueden movilizar sus reservas esqueléticas de calcio para la formación de la cáscara del huevo, a velocidades imprevisiblemente altas, según refiere TAYLOR (1970c). Este mismo autor, opina que la gran disponibilidad de las reservas óseas se halla asociada a la aparición y desarrollo evolutivo de un tipo especial de hueso secundario, que rellena

las cavidades medulares de los huesos largos: el hueso medular.

Este hueso medular fué descrito inicialmente por FOOTE en 1916, y redescubierto por KYES y POTTER en 1934, en la paloma. Su estructura es semejante a la del hueso esponjoso, finas trabéculas muy irrigadas rellenan las cavidades medulares sin interferir con el aporte sanguíneo (TAYLOR, 1970c). En cuanto a su composición no hay acuerdo, puesto que TAYLOR y col. (1971) dicen que están constituidas básicamente por hidroxapatita, y LORCHER y NEMSELEY (1969) y PELLEGRINO y BIITZ (1970) detectan la presencia abundante de carbonato cálcico cristalino.

La inducción de este tipo peculiar de hueso, que aparece espontáneamente en las hembras durante el ciclo de puesta (TAYLOR y MOORE, 1956, TAYLOR, 1970, SAUVEUR y MONGIN, 1974...) puede realizarse en hembras inmaduras y machos por la administración de estrógenos tan solo, o por la asociación de estos con andrógenos, los dos tipos de hormonas producidas por el ovario de las aves (TAYLOR, 1965, 1966 y 1970c, STURKIE 1968, NAVARRO, 1973). En condiciones naturales, su regulación pudiera implicar junto a las hormonas sexuales a otros miembros de la orquesta endocrina, tales como los del tiroides (BENOIT y CLAVERT, 1947), o a las hipofisiarias y paratiroides (TAYLOR, 1970), etc.

Desde los trabajos de COMMON en 1933, es conocido que cuando las gallinas alcanzan la madurez sexual, incrementan notablemente la retención tanto del calcio como del fósforo, debido fundamentalmente, a una reducción en la excreción de ambos elementos. Estudios posteriores de CLAVERT y BENOIT en 1942, ya demuestran que estos elementos retenidos, son almacenados casi en su totalidad sobre los huesos. Imitando experimentalmente estas situaciones, por la administración de estrógenos y andrógenos, se confirman estos hallazgos (GOVAERTS y col. 1951). "La retención máxima de Ca y su absorción intestinal se hallan condicionados por la capacidad del hueso para almacenar calcio" señala textualmente BRAITWAITE (1978b).

Tanto en condiciones naturales como experimentales, la inducción de los procesos de formación del hueso en las aves presenta dos peculiaridades de gran trascendencia, y en las que COMMON en 1936 ya hizo hincapié.

- 1) El calcio depositado bajo el efecto de los esteroides no se reparte de manera homogénea por todo el esqueleto; los huesos de los miembros son de hecho más receptivos.
- 2) La relación Ca:P del material depositado desde el inicio del ciclo de puesta, parece ser superior a la que tienen previamente los huesos.

Al considerar la existencia del hueso medular en las hembras que se encuentran en periodo de puesta, surge la aclaración a estas dos observaciones:

- 1 - La aparición de esta variedad ósea explica el almacenamiento preferencial del Ca sobre los huesos de las extremidades.
- 2 - El posible depósito prioritario de carbonato cálcico sobre éste, justificaría el incremento en la relación Ca:P del mineral que contienen.

#### 2.6.2.- Factores que inciden sobre el metabolismo óseo.

El papel que desempeña el esqueleto como reservorio de calcio, almacenándolo cuando su aporte supera las necesidades, y pasando a ser fuente inmediata del metal al ser mayores las demandas que los ingresos, es objeto de constantes estudios. Para las aves, en que la puesta representa una movilización extraordinaria de este elemento, la bibliografía se interesa fundamentalmente por:

- 1.- Observar como modulan el metabolismo óseo las distintas situaciones fisiológicas, y en definitiva, los factores endógenos que las pro-

vocan y regulan.

2.- Cuantificar la incidencia sobre dicho metabolismo de condicionantes exógenos al propio animal.

Del primer apartado nos interesa la puesta sobre todo, del segundo los factores nutritivos.

.- Puesta.

La gran interconexión entre la mineralización ósea y el ciclo de puesta ya la comentamos al referirnos a esta última.

Los estudios realizados en la paloma, que pone uno o dos huevos al año, y en la gallina, ponedora habitual, establecen claramente la sincronización entre los ciclos de acreción y resorción ósea y de calcificación de la cáscara (KYES y POTTER, 1934, TAYLOR, 1970c, TAYLOR y col. 1971).

A pesar de que TAYLOR y MOORE (1954), ZALLONE y MUELLER (1969) opinan que estos fenómenos no afectan al hueso medular, la mayoría de los autores ven en él al principal implicado en la provisión del calcio necesario para la deposición de la cáscara, dados los cambios cíclicos en su población osteoblástica y osteoclástica, coincidentes con las etapas de calcificación del huevo (TAYLOR y col. 1971) y su elevado "turnover" (SAUVEUR y MONGIN, 1974).

.- Algunos factores nutritivos.

Otro gran condicionante de la mineralización del tejido óseo, es la composición de la dieta que ingieren los animales. Es esta en definitiva, la que suministra los "ladrillos" con los que construir el "edificio" óseo.

Raciones con escaso contenido en Ca desencadenan toda una serie de alteraciones ya descritas, sobre las que no insistiremos más, que desembocan claramente en la supresión de la puesta y en el incremento de la resorción ósea, a fin de mantener la calcemia dentro de los rangos fisiológicos, factor que en opinión de RAISZ (1976) es prioritario (HURWITZ y BAR, 1966b,

FRITZ y col. 1971, CHAN y col. 1972...).

Por el contrario, cuando la ración ingerida posee un aporte de calcio en exceso, se produce un notable aumento en la densidad de la matriz ósea (SHANE, 1969), junto con una considerable elevación del contenido en cenizas del hueso (WALDROUP y col. 1964, y TWINING y col. 1965, XOHN y col. 1968, entre otros).

También se ha estudiado el efecto que la concentración de fósforo en el alimento pudiera ejercer sobre el "turnover" óseo, y así los trabajos realizados por BLANUSA y col. (1977) demuestran la gran dependencia que existe entre los aportes de Ca como de P en el alimento y su retención.

Diversos autores estudian conjuntamente ambos niveles dietarios, cuantificándolos por su cociente, insistiendo en la necesidad de que esta relación Ca:P esté ajustada en vistas a conseguir una correcta osificación (WAIBEL y MRAZ, 1964, RUCKER y col. 1968, para aves, KROOK y LOWE, 1964, SHAH y col. 1967, ANDERSON y DRAPER, 1972, para mamíferos).

Por otro lado, el nivel dietario del P "per se", ha revelado que juega un gran papel en cuanto al "turnover" óseo, ya que estudios realizados fundamentalmente en mamíferos, ponen de manifiesto un marcado efecto osteoporótico de las dietas que aportan una cantidad excesiva del nutriente. (KROOK y col. 1963, KROOK y LOWE, 1964, SHAH y col. 1967, DRAPER y col. 1972), achacado posteriormente al desencadenamiento de un hiperparatiroidismo secundado originado por el elevado contenido de P en el alimento (ANDERSON y DRAPER, 1972, DRAPER y col. 1972, KRISHNARAO y DRAPER, 1972, ANDERSON y col. 1978).

Mientras que unos informes destacan el claro incremento en la osificación como efecto directo de la vitamina D en las aves, (WAIBEL y MRAZ, 1964, SUMMERS y col. 1970, BORIS y col. 1977...) otros no lo encuentran (WASSERMAN, 1962, PAUL, 1969,...). En lo que sí hay acuerdo general es en la marcada

resorción ósea subsiguiente al consumo de grandes dosis de esta vitamina, demostrado también para las aves por THORNTON en 1970.

De todas formas lo que está perfectamente establecido es que su efecto indirecto sobre el hueso se realiza a través del ya comentado incremento en la absorción del calcio y el fosfato, que transportados por la sangre podrían así depositarse sobre la matriz ósea, tal como había apuntado WASSERMAN en 1962, y corroboran posteriormente los trabajos de WAIBEL y NRAZ (1964), PAUL (1969), RASMUSSEN (1970), etc.

3.- METODO.

### 3.1.- Diseño experimental.

3.1.1.- Estudio de los balances de Ca y P con diferentes niveles dietéticos de ambos, en codornices machos y hembras.

3.1.1.1.- Estudio de los balances de Ca y P en los dos sexos, con los niveles iniciales de ambos minerales (Ca:P inicial).

#### 3.1.1.1.1.- Ensayo B-1

**Animales:**

10 codornices ♂ (nº 1-10)

**Duración:**

Periodo previo: 10 días de adaptación

Periodo principal: 8 días de balance

**Dieta:**

F-1 (Ca = 1.54%, P = 0.80%, Ca:P = 1.9)

#### 3.1.1.1.2.- Ensayo: B-2

**Animales:**

10 codornices ♀ (nº 11-20)

**Duración:**

Periodo previo: 10 días de adaptación.

Periodo principal: 8 días de balance.

Periodo accesorio: 1 día para recogida de huevos.

**Dieta:**

F-2 (Ca = 3.40%, P = 0.85%, Ca:P = 4.0)

3.1.1.2.- Influencia de la elevación del nivel dietético de Ca y consecuentemente de la relación Ca:P

## 3.1.1.2.1.- Ensayo B-3

## Animales:

10 codornices ♂ (nº 21-30)

## Duración:

Periodo previo: 10 días de adaptación.

Periodo principal: 8 días de balance.

## Dieta:

F-3 (Ca = 3.20%, P = 0.81%, Ca:P = 4.0)

## 3.1.1.2.2.- Ensayo B-4

## Animales:

10 codornices ♀ (nº 31-40)

## Duración:

Periodo previo: 10 días de adaptación.

Periodo principal: 8 días de balance.

Periodo accesorio: 1 día de recogida.

## Dieta:

F-4 (Ca = 6.60%, P = 0.82%, Ca:P = 8.1)

3.1.1.3.- Influencia de la elevación del nivel dietético de P, y consecuen-  
temente de la disminución de la relación Ca:P.

## 3.1.1.3.1.- Ensayo B-5

## Animales:

10 codornices ♂ (nº 41-50)

## Duración:

Periodo previo: 10 días de adaptación.

Periodo principal: 8 días de balance.

## Dieta:

F-5 (Ca = 1.57%, P = 1.66%, Ca:P = 1.0)

## 3.1.1.3.2.- Ensayo B-6

## Animales:

10 codornices ♀ (nº 51-60)

## Duración:

Periodo previo: 10 días de adaptación.

Periodo principal: 8 días de balance.

Periodo accesorio: 1 día de recogida de huevos.

## Dieta:

F-6 (Ca = 3.48%, P = 1.63%, Ca:P = 2.1)

## 3.1.1.4.- Influencia de la elevación paralela de los niveles dietéticos de ambos minerales, Ca y P, manteniendo invariables la relación inicial entre ellos (Ca:P inalterado)

## 3.1.1.4.1.- Ensayo B-7

## Animales:

10 codornices ♂ (nº 61-70)

## Duración:

Periodo previo: 10 días de adaptación.

Periodo principal: 8 días de balance.

## Dieta:

F-7 (Ca = 3.40%, P = 1.71%, Ca:P = 2.0)

## 3.1.1.4.2.- Ensayo B-8

## Animales:

10 codornices ♀ (nº 71-80)

## Duración:

Periodo previo: 10 días de adaptación.

Periodo principal: 8 días de balance.

Periodo accesorio: 1 día de recogida de huevos.

Dieta:

F-8 (Ca = 6.54%, P = 1.68%, Ca:P = 3.9)

Los parámetros controlados en todos y cada uno de los ensayos de balance mencionados, fueron:

Humedad, contenido en cenizas, Ca y P en las dietas y excretas de los animales, peso inicial y final de los mismos al igual que el peso y contenido en cenizas de sus fémures, tanto en el caso de los machos como en el de las hembras. Sobre este último sexo, también controlamos la cantidad de humedad, cenizas, Ca y P que poseían la cáscara y parte comestible de los huevos independientemente, así como la frecuencia de puesta de las codornices, y el peso, volumen, densidad, longitud de los ejes y espesor de la cáscara de los huevos puestos.

3.1.2.- Estudio en codornices machos y hembras, de la elección entre dos dietas con distintos contenidos de uno u otro mineral, para conocer el valor de la ingesta de cada uno de ellos y la influencia sobre dichos valores de la proporción dietética del otro.

Los ensayos efectuados con este fin, respondieron todos a un mismo esquema genérico, de complejo desarrollo, que mostramos a continuación con el fin de facilitar en lo posible su mejor comprensión.

**ENSAYOS DE ELECCION DE DIETAS CON NIVELES DIFERENTES DE UN MINERAL (X) Y EL EFECTO DE LA DUPLICACION DEL OTRO (Y)**

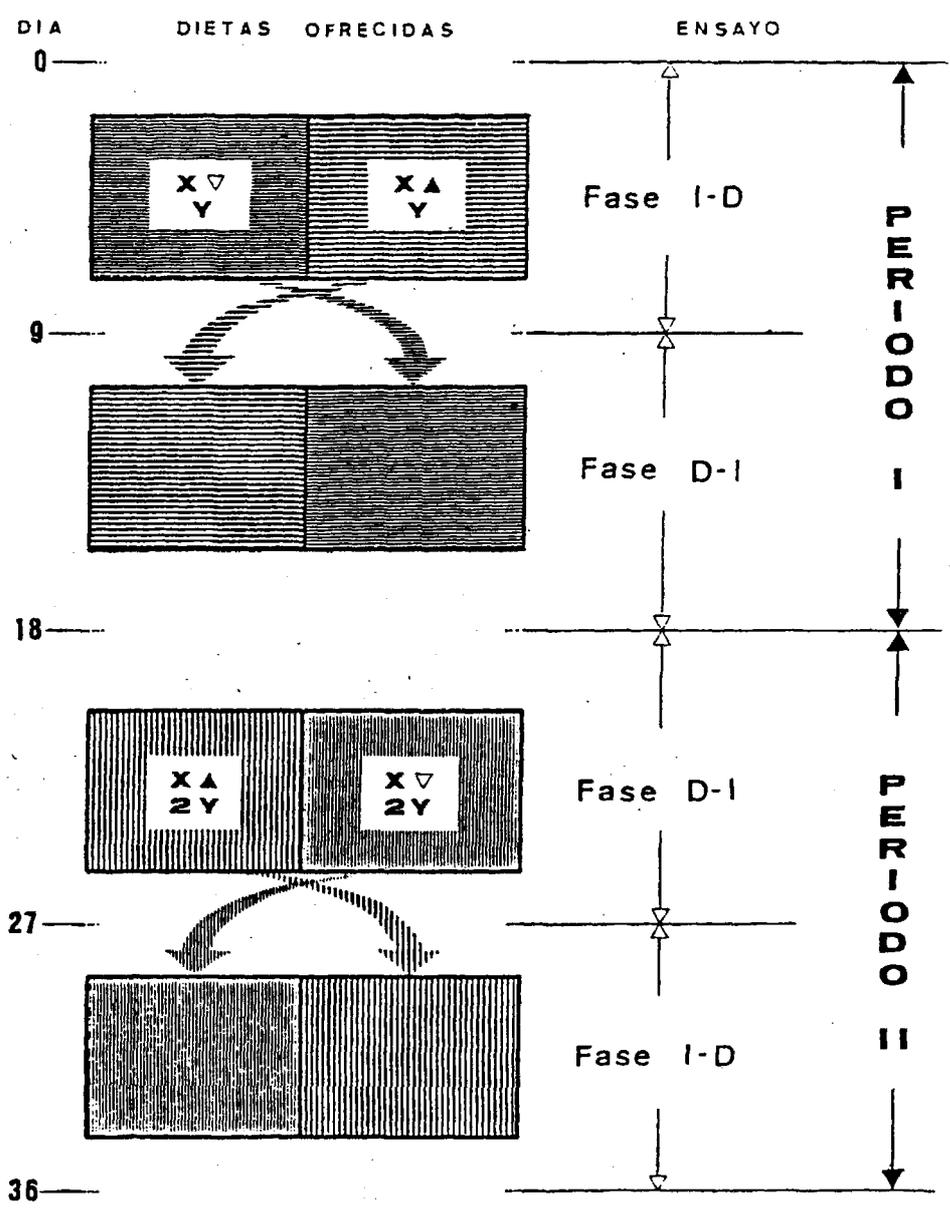


FIGURA 4

3.1.2.1.- Estudio sobre ambos sexos de la elección entre dietas con distintas concentraciones de Ca y un nivel inicial de P, y la posible influenciada la elevación de este último.

3.1.2.1.1.- Elección entre dietas con distinto nivel de Ca en machos.

3.1.2.1.1.1.- Ensayo V-1

Animales:

10 codornices ♂ (nº 101-110)

Duración:

Periodo I

Fase I-D - 9 días

Fase D-I - 9 días

Periodo II

Fase D-I - 9 días

Fase I-D - 9 días

Dietas:

Las codornices disponían en cada periodo de las dos dietas simultáneamente.

Periodo I

A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-2-I (Ca = 4.08%, P = 0.70%)

Periodo II

A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-2-II (Ca = 4.10%, P = 1.45%)

3.1.2.1.1.2.- Ensayo V-2

Animales:

10 codornices ♂ (nº 111-120)

**Duración:****Periodo I**

Fase I-D - 9 dias

Fase D-I - 9 dias

**Periodo II**

Fase D-I - 9 dias

Fase I-D - 9 dias

**Dietas:**

Las codornices disponian en cada periodo de las dos dietas simultaneamente.

**Periodo I**

A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-3-I (Ca = 7.50%, P = 0.70%)

**Periodo II**

A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-3-II (Ca = 7.50%, P = 1.45%)

3.1.2.1.2.- Elección de dietas con distinto nivel de Ca en hembras.

3.1.2.1.2.1.- Ensayo V-3

**Animales:**

10 codornices ♀ (nº 121-130)

**Duración:****Periodo I**

Fase I-D - 9 dias

Fase D-I - 9 dias

**Periodo II**

Fase D-I - 9 dias

Fase I-D - 9 dias

## Dietas:

Las codornices disponian en cada periodo de las dos dietas simultaneamente.

## Periodo I

A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-2-I (Ca = 4.08%, P = 0.70%)

## Periodo II

A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-2-II (Ca = 4.10%, P = 1.45%)

## 3.1.2.1.2.2.- Ensayo V-4

## Animales:

10 codornices ♀ (n° 131-140)

## Duración:

## Periodo I

Fase I-D - 9 dias

Fase D-I - 9 dias

## Periodo II

Fase D-I - 9 dias

Fase I-D - 9 dias

## Dietas:

Las codornices disponian en cada periodo de las dos dietas simultaneamente.

## Periodo I

A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-3-I (Ca = 7.50%, P = 0.70%)

## Periodo II

A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-3-II (Ca = 7.50%, P = 1.45%)

3.1.2.2.- Estudio sobre ambos sexos de la elección entre dietas con distintas concentraciones de P y un nivel inicial de Ca, y la posible influencia de la elevación de este último.

3.1.2.2.1.- Elección entre dietas con distinto nivel de P en machos.

3.1.2.2.1.1.- Ensayo V-5

Animales:

10 codornices ♂ (nº 141-150)

Duración:

Periodo I

Fase I-D - 9 días

Fase D-I - 9 días

Periodo II

Fase D-I - 9 días

Fase I-D - 9 días

Dietas:

Las codornices disponían en cada periodo de las dos dietas simultáneamente.

Periodo I

A-4-I (Ca = 1.40%, P = 0.74%)

A-5-I (Ca = 1.40%, P = 1.52%)

Periodo II

A-4-II (Ca = 3.00%, P = 0.73%)

A-5-II (Ca = 3.01%, P = 1.52%)

3.1.2.2.1.2.- Ensayo V-6

Animales:

10 codornices ♂ (nº 151-160)

**Duración:****Periodo I**

Fase I-D - 9 días

Fase D-I - 9 días

**Periodo II**

Fase D-I - 9 días

Fase I-D - 9 días

**Dietas:**

Las codornices disponían en cada periodo de las dos dietas simultaneamente.

**Periodo I**

A-4-I (Ca = 1.40%, P = 0.74%)

A-6-I (Ca = 1.42%, P = 2.07%)

**Periodo II**

A-4-II (Ca = 3.00%, P = 0.73%)

A-6-II (Ca = 3.00%, P = 2.06%)

3.1.2.2.2.- Elección entre dietas con distinto nivel de P en hembras.

**Animales:**

10 codornices ♀ (nº 151-160)

**Duración:****Periodo I**

Fase I-D - 9 días

Fase D-I - 9 días

**Periodo II**

Fase D-I - 9 días

Fase I-D - 9 días

**Dietas:**

Las codornices disponian en cada periodo de las dos dietas simultaneamente.

**Periodo I**

A-7-I (Ca = 3.01%, P = 0.74%)

A-8-I (Ca = 3.01%, P = 1.52%)

**Periodo II**

A-7-II (Ca = 6.25%, P = 0.73%)

A-8-II (Ca = 6.25%, P = 1.52%)

**3.1.2.2.2.2.- Ensayo V-8****Animales:**

10 codornices ♀ (nº 171-180)

**Duración:****Periodo I**

Fase I-D - 9 dias

Fase D-I - 9 dias

**Periodo II**

Fase D-I - 9 dias

Fase I-D - 9 dias

**Dietas:**

Las codornices disponian en cada periodo de las dos dietas simultaneamente.

**Periodo I**

A-7-I (Ca = 3.01%, P = 0.74%)

A-9-I (Ca = 3.00%, P = 2.06%)

**Periodo II**

A-7-II (Ca = 6.25%, P = 0.73%)

A-9-II (Ca = 6.24%, P = 2.06%)

Los parámetros estudiados en estos ensayos de elección entre dietas distintas fueron:

Humedad, cenizas, Ca y P en las dietas, consumo diario por ave de cada uno de ellos, variaciones ponderales, peso, cenizas, Ca y P del fémur, niveles de Ca en plasma y sangre total, y frecuencia de puesta en las hembras.

3.1.3.- Estudio de los balances de Ca y P con los niveles dietéticos de ambos minerales obtenidos de los ensayos de elección de dietas.

3.1.3.1.- Ensayo B-9

Animales:

10 codornices ♂ (nº 81-90)

Duración:

Periodo previo = 10 días de adaptación.

Periodo principal = 8 días de balance.

Dieta:

F-9 (Ca = 2.20%, P = 0.81%, Ca:P = 2.7)

3.1.3.2.- Ensayo B-10

Animales:

10 codornices ♀ (nº 91-100)

Duración:

Periodo previo: 10 días de adaptación.

Periodo principal: 8 días de balance

Periodo accesorio: 1 día para la recogida de huevos.

Dieta:

F-10 (Ca = 2.80%, P = 0.90%, Ca:P = 3.1)

En estos ensayos los parámetros controlados fueron:

Humedad, cenizas, Ca y P en dietas y excretas, variaciones ponderales, peso, cenizas, Ca y P del fémur, niveles de Ca en plasma y sangre total, en ambos sexos. En las hembras se controló además, humedad, cenizas, Ca y P de la cáscara y parte comestible del huevo, así como su número, peso, volumen, densidad, longitud de sus ejes y espesor de la cáscara.

### 3.2.- Desarrollo de los experimentos.

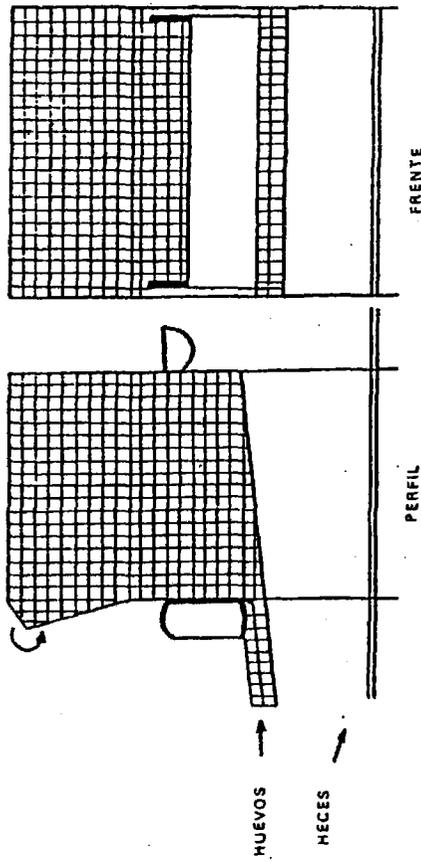
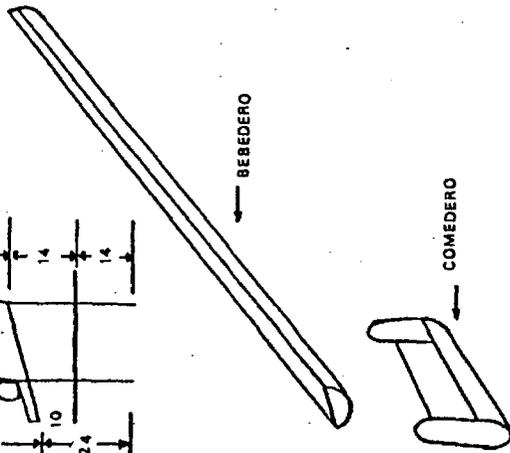
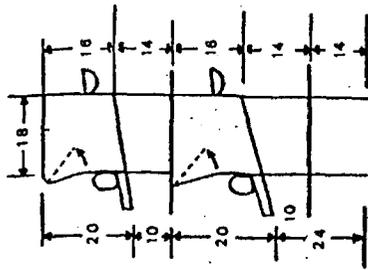
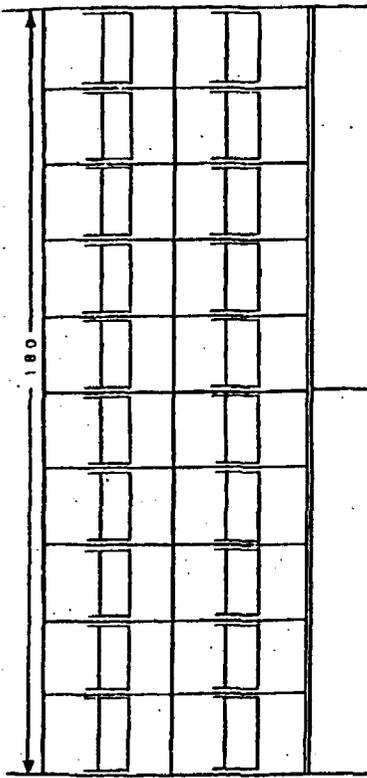
#### 3.2.1.- Animales.

Todos los ensayos se realizaron con codornices adultas de ambos sexos, de raza japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), procedentes de una granja avícola situada en las afueras de Madrid. Dichas aves se trajeron a nuestros laboratorios a los 30 días de la eclosión, permaneciendo en instalaciones adecuadas otros 30 días, comiendo un pienso comercial.

Los animales eran trasladados a sus alojamientos definitivos, distribuyéndolos en lotes de peso homogéneo, una semana antes de comenzar cada ensayo, con objeto de minimizar el que los posibles efectos debidos al "stress" afectaran a los periodos de control. Durante este periodo se variaba lentamente la comida que se les suministraba mezclando el pienso comercial con la dieta del ensayo a que iban a ser sometidos, en proporciones cada vez mayores hasta su total reemplazamiento.

#### 3.2.2.- Alojamiento.

Realizamos los experimentos en una cámara termorregulada a  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ , y con un periodo de luz-oscuridad de 14 horas de iluminación (7 a.m. a 9 p.m.) y 10 de oscuridad. En su interior se hallaban instaladas baterías de jaulas especiales con celdas individuales dotadas de sistemas de suministro de agua y alimento, y de recogida de excretas y huevos. (Figura 5 )

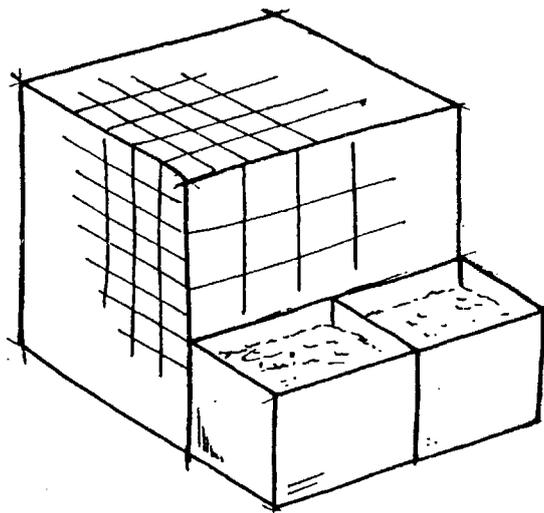


CELDA UNIDAD

«FIGURA 5»

Mención especial merecen los comederos puesto que fué el único elemento que varió en los distintos experimentos. Mientras que en los ensayos de balance cada vez poseía un único comedero, en los de elección de dieta, había dos iguales frente a cada codorniz.

### **COMEDEROS UTILIZADOS EN ESTOS ENSAYOS DE:**



**BALANCES**  
"único"

**ELECCION DE DIETAS**  
"dos iguales"

### 3.2.3.- Dietas.

#### 3.2.3.1.- Preparación del pienso base.

Para la realización de las distintas dietas utilizadas a lo largo de los ensayos, preparamos un pienso básico inicial, al que añadiríamos posteriormente distintas cantidades de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y  $\text{PO}_4\text{H Na}_2$ , como fuentes de Ca y P respectivamente.

Esta dieta base fué ajustada de acuerdo con las necesidades de este tipo de animales a partir de productos naturales debidamente triturados en forma de grano fino y mezclados en un molino adecuado, según las siguientes proporciones:

Maiz .....	49%
Harina de pescado .....	7%
Harina de girasol .....	8%
Alfalfa desecada .....	4%
Trigo .....	13%
Salvado de trigo .....	9%
Caseína .....	10%

En el momento de confeccionar cada dieta particular, se añaden la grasa, vitaminas y minerales que le faltaban y que no fueron adicionados en un principio para evitar el enranciamiento de la ración o alteraciones en estos micronutrientes.

#### Complemento graso/Kg de dieta:

Aceite de girasol ..... 10g

#### Complemento vitamínico/Kg de dieta:

Vitamina A .....	8 mg
Vitamina B <sub>1</sub> .....	4,5 mg
Vitamina B <sub>2</sub> .....	7 mg
Vitamina B <sub>6</sub> .....	3,5 mg

Vitamina B <sub>12</sub> .....	0,15mg
Vitamina D <sub>3</sub> .....	2 mg
Vitamina C .....	100 mg
Vitamina E .....	35 mg
Vitamina H .....	0.15 mg
Vitamina K .....	3 mg
Acido Pantotenico .....	10 mg
Nicotinamida .....	25 mg
Cloruro de Colina .....	700 mg
Metionina .....	300 mg

Complemento mineral/Kg de dieta:

Sulfato cúprico .....	20 mg
Sulfato ferroso .....	100 mg
Sulfato de manganeso .....	300 mg
Sulfato de zinc .....	150 mg
Sulfato de cobalto .....	2.5mg
Ioduro potásico .....	2 mg
Cloruro sódico .....	3.000 mg

El Ca y P se suministran aparte con el fin de variarlos de forma adecuada en las diferentes dietas.

Para la preparación de las dietas se siguió siempre el mismo patrón a fin de que estas tan solo difirieran en su contenido en Ca y P.

Pienso base .....	800 g de s.s.
Complemento graso .....	10 g
Complemento vitamínico .....	1.5 g

Complemento mineral .....	3.5 g.
Ca ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) .....	el elegido en cada caso.
P ( $\text{PO}_4\text{HNa}_2$ ) .....	el elegido en cada caso.
Almidón.....	c.s.p. 1 kg

Con esta formulación definitiva los análisis de las dietas dieron los siguientes resultados:

Proteína .....	22.5% sobre s.s.
Grasa .....	4.0% sobre s.s.
Fibra .....	5.0% sobre s.s.

variando el resto de los componentes en función de la dieta preparada. Hay que destacar en este punto, que el contenido calórico de las distintas dietas difería, ya que la suplementación de estas con  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y  $\text{PO}_4\text{HNa}_2$ , se hizo a expensas de reducir la cantidad de almidón que contenían, por lo que necesariamente en aquellas que la concentración de calcio y/o de fósforo era más elevada, su valor energético estaba disminuido en alguna medida. A pesar de ello, esta variación no es muy importante, ya que considerando las dietas más extremas, su contenido en Calorías variaba entre:

A-1-I .....	392.1 C/100 g s.s.
A-3-II .....	329.0 C/100 g s.s.

El valor calórico de las restantes estaba comprendido entre ambas cifras. Esta desviación supone tan solo un  $\pm 9\%$ , siendo inferior al rango de variaciones espontáneas que presentan en sus ingestas de calorías, las codornices que toman una misma dieta.

Esta metodología nos permite conseguir que la modificación en el contenido en el calcio y fósforo, de las distintas raciones confeccionadas, incida tan solo en el componente mayoritario de la dieta, con lo que su variación relativa es menor que cualquiera de las que conseguiríamos modificando los otros nutrientes. De este modo se logra igualmente que todas las dietas posean el mismo contenido en proteínas, grasa, y fibra, factores nutritivos cuya incidencia en cuanto a la utilización del calcio, sobre todo, y del fósforo, ha sido puesta de manifiesto en la revisión bibliográfica.

### 3.2.3.2.- Preparación de las dietas.

#### Dieta F-1

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	26 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	21 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 1.54%, P = 0.80%

#### Dieta F-2

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	61 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	21 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 3.40%, P = 0.85%

## Dieta F-3

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	61 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	21 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

## Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 3.20%, P = 0.81%

## Dieta F-4

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	126 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	21 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

## Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 6.60%, P = 0.82%

## Dieta F-5

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	26 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	54 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

## Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 1.57%, P = 1.66%

## Dieta F-6

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	61 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	54 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

## Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 3.48%, P = 1.63%

## Dieta F-7

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	61 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	54 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 3.40%, P = 1.71%

## Dieta F-8

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	126 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	54 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 6.54%, P = 1.68%

## Dieta A-1-I

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	11 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	20 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 1.01%, P = 0.70%

## Dieta A-1-II

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	11 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	45 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 1.00%, P = 1.45%

## Dieta A-2-I

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	88 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	20 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

## Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 4.08%, P = 0.70%

## Dieta A-2-II

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	88 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	45 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

## Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 4.10%, P = 1.45%

## Dieta A-3-I

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	140 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	20 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

## Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 7.50%, P = 0.70%

## Dieta A+3-II

Pienso - complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	140 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	45 g
Almidón .....	—

## Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 7.50%, P = 1.45%

## Dieta A-4-I

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	20 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	20 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 1.40%, P = 0.74%

## Dieta A-4-II

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	60 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	20 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 3.00%, P = 0.73%

## Dieta A-5-I

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	20 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	50 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 1.40%, P = 1.52%

## Dieta A-5-II

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	60 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	50 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 3.01%, P = 1.52%

## Dieta A-6-I

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	20 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	82 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 1.42%, P = 2.06%

## Dieta A-6-II

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	60 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	82 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 3.00%, P = 2.06%

## Dieta A-7-I

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	60 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	20 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 3.01%, P = 0.74%

## Dieta A-7-II

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
$\text{CO}_3\text{Ca}$ .....	120 g
$\text{PO}_4\text{HNa}_2$ .....	20 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 6.25%, P = 0.73%

## Dieta A-8-I

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	60 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	50 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 3.01%, P = 1.52%

## Dieta A-8-II

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	120 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	50 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 6.25%, P = 1.52%

## Dieta A-9-I

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	60 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	82 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 3.00%, P = 2.07%

## Dieta A-9-II

Pienso + complementos .....	815 g de s.s.
CO <sub>3</sub> Ca .....	120 g
PO <sub>4</sub> HNa <sub>2</sub> .....	82 g
Almidón .....	c.s.p. 1 kg

Composición en Ca y P según análisis:

Ca = 6.24%, P = 2.06%

### 3.2.4.- Procedimiento.

#### 3.2.4.1.- Ensayos de balances.

Las codornices alojadas en las células de metabolismo individuales dispusieron de un único comedero como el descrito en la figura 6, en el que se le suministraba la dieta adecuada.

Se pesaron los animales al comienzo de cada ensayo, constando estos de un periodo inicial de 10 días de duración en el que se permite al ave adaptarse a la dieta ofrecida. En los 8 días siguientes se realizó el periodo de control, cuantificandose diariamente los huevos puestos, y globalmente la ingesta y excretas efectuadas. Terminado este periodo se pesan y sacrifican los animales, extrayendoles la sangre y el fémur izquierdo para su posterior análisis. En el caso de las hembras, se deja transcurrir un día más para obtener el huevo correspondiente al último día del periodo de control y se procede de igual forma.

#### 3.2.4.2.- Ensayos de elección de dieta, (figura 4).

Las codornices, alojadas igualmente en las células de metabolismo individuales, dispusieron cada una, de dos comederos ya descritos en la figura 6, donde se les ofrecieron dos dietas que diferían en la concentración de Ca o de P.

En cada lote de animales, la mitad de las codornices disponían de una de las dietas a la izquierda y la otra a la derecha, mientras que la otra mitad los tenía situadas a la inversa a fin de compensar la posible preferencia a consumir mayor cantidad de alimento de una de las posiciones.

El día "0" (Periodo I - Fase I-D), del ensayo, se pesaban los animales, se sustituía el pienso comercial de que disponían hasta entonces en ambos comederos por las dos dietas propias del experimento, raciones que recordamos, tan solo difieren en su contenido en Ca o en P, incluyéndose la misma cantidad de pienso en cada uno de los comederos. Se controló diariamente el consumo de cada una de ellos por animal, reponiéndose en los comederos la cantidad ingerida.

El día "9" (Periodo I - Fase D-I), después de controlar el consumo de alimento, se invirtió la posición relativa (izquierda-derecha por derecha-izquierda) en que se presentaban las dietas al animal. En caso de mostrar las aves preferencia a consumir una de ellas, deberán cambiar su hábito alimentario a comer más del lado derecho, por el izquierdo, o viceversa. Con ello confirmariamos que la posible elección no era fortuita.

El día "18" (Periodo II - Fase D-I) se pesaban los animales y reemplazamos las dietas por otras similares que contenían duplicado el nivel del elemento en el que no diferían. Mantuvimos en este caso la misma situación de las dietas frente al animal, a fin de constatar tan solo el posible efecto del aumento del nivel dietético del elemento antes citado, sobre el consumo de ambas dietas.

El día "27" (Periodo II - Fase I-D), nuevamente se invirtió la posición relativa en que se ofrecían las dietas a las codornices, con objeto de verificar nuevamente si la posible preferencia por una de ellas no era fortuita.

Por último, el día "36", después de efectuado el último control de consumo de alimento se pesaron y sacrificaron los animales, de los que se obtuvieron muestras de sangre y el fémur izquierdo para posteriores análisis.

En caso de que encontrásemos una nivelación espontánea de las ingestas de Ca y P por estos animales, procederíamos a la realización de unos últimos ensayos de balance, con las dietas por ellos ajustadas, hecho que realmente ocurrió y con dichos niveles ajustamos las dietas F-9 y F-10 y realizamos los ensayos B-9 y B-10, ya descritos.

### 3.3.- Determinaciones analíticas.

#### 3.3.1.- Preparación de las muestras.

Dietas.-

Se muele finamente una parte de la misma y se toman porciones para análisis.

## Excretas.-

Desecadas previamente a 23°C, se pesan y homogeneizan, tomando se partes alícuotas donde realizamos las distintas determinaciones.

## Huevos.-

Se estudian sus características físicas (peso, tamaño, densidad) separando posteriormente la parte comestible de la cáscara, midiéndose el espesor de esta última. De cada una de estas fracciones, una vez homogeneizadas, se toman muestras para su análisis.

## Cáscara de los huevos.-

Se fractura levemente la cáscara de los huevos en la zona ecuatorial de estos, cuidando de no romper las membranas subyacentes, separándose una pequeña porción con unas pinzas finas para su medida, incorporándose enseguida al resto para su análisis.

## Sangre.-

De la sangre hepanimizada, se separa una parte para el posterior análisis y el resto se centrifuga a 3.000 r.p.m. durante 15 minutos, extrayéndose el plasma para determinar su contenido en Ca.

## Fémur.-

Una vez extraído de los animales y libre de restos musculares, se deseca a 105°C durante 24h. y se pesa, procediendo seguidamente a su análisis.

## 3.3.2.- Técnicas empleadas.

## Humedad.-

Por pérdida de peso en estufa a  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  hasta peso constante.

## Nitrógeno.-

Determinación por el método de "Kjeldahl" utilizando una mezcla de  $\text{Se}$ ,  $\text{SO}_4\text{K}_2$  y  $\text{SO}_4\text{Ca}$  como catalizador.

**Extracto etéreo.-**

En extracción en "Soxhlet" con eter de petróleo (p.e. 30° - 50°C) y desecación total del extracto etéreo.

**Fibra bruta.-**

Por el método de "Weende", sometiendo la muestra a un tratamiento por ácido y alcalí. Los residuos filtrados por placa filtrante de vidrio, se desecan hasta peso constante, se calcinan y se pesan.

**Cenizas.-**

Por calcinación de la muestra a 500°C hasta peso constante.

**Calcio.-**

Se valora en el filtrado de la disolución clorhídrica de las cenizas con un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 420. Se utiliza La al 1% para evitar interferencias de otros elementos en la lectura de la absorbancia.

**Fósforo.-**

Se determina fotocolorimétricamente sobre el filtrado de la disolución clorhídrica diluida de las cenizas, que se tampona añadiendo reactivo de Morgan (acético-acetato, pH:4.75-4.85), y agregándose molibdato amónico y amidol. El color azul de los productos de oxidación obtenidos se lee en un espectrofotómetro de doble haz Perkin-Elmer 124.

**Tamaño de los huevos.-**

Por medida con un calibre.

**Densidad de los huevos.-**

Por valoración en balanza de precisión del empuje que sufren tras su inmersión en agua destilada a temperatura conocida.

**Espesor de la cáscara.-**

Mediante un microcalibrador FEL CE 35/10 de puntas hemisféricas.

### 3.4.- Índices utilizados.

Junto con aquellos obtenidos directamente de la evaluación de los parámetros controlados, calculamos otros, resultado de la combinación de varios de ellos y cuyo significado detallamos a continuación.

#### 3.4.1.- En los ensayos de balance usamos:

I = cantidad ingerida del elemento estudiado.

Ex = cantidad contenida en las excretas (heces y orina juntas).

Hu = cantidad presente en el huevo.

El =  $Ex + Hu$  : Cuantifica la eliminación total diaria del elemento a través de las distintas vías.

U =  $I - Ex$  : Indica la porción ingerida no excretada por heces y orina, es decir el valor disponible para la puesta y retención corporal.

R =  $I - El$  : Representa la cantidad retenida corporalmente por ave y día.

#### 3.4.2.- En los experimentos de elección de dietas:

- Ingesta relativa de las dietas disponibles.

Expresa el porcentaje que los animales de un mismo lote consumieron de cada una de las dos dietas de que disponían.

- Ingesta media adoptada:

Es la media de las ingestas diarias descontados los tres días siguientes a cada alteración de las condiciones del ensayo.

Representa la cantidad a la que los animales estabilizan espontáneamente su consumo después de un breve periodo de adaptación a las condiciones experimentales.

- Niveles medios adoptados:

Se obtienen refiriendo la "ingesta media adoptada" para el Ca o el P a la "ingesta media adoptada" de sustancia seca.

Representa el nivel del nutriente que debería poseer una dieta para aportar las mismas cantidades de dicho nutriente y de sustancia seca que los adoptados espontáneamente por el ave.

3.5.- Tratamiento estadístico.

La significación estadística de las diferencias entre los valores medios de una misma variable para dos lotes o situaciones distintas, la estudiamos por el test de la "t" de Student, para muestras independientes o para valores apareados respectivamente, según los casos.

La comparación simultánea de diversos lotes, los efectuamos por análisis de varianza sobre modelo jerárquico con 1 o 2 fuentes de variación.

Efectuamos también un estudio, dentro de cada lote, de la correlación existente entre las distintas variables controladas en cada animal, ajustando la recta de regresión cuando dicha correlación indicaba netamente una dependencia lineal entre las variables estudiadas.

Por último, cuando se trató del estudio de variables correlacionados entre sí, éste se realizó por análisis de covarianza a fin de descontar el efecto sobre la varianza total, debido a la regresión de una sobre otra.

4.- Resultados

Abreviaturas utilizadas en las tablas de resultados:

$\bar{X}$  = media.

E.S. = error estandar de la media.

Balances

I = Cantidad ingerida.

Ex = " excretada (heces+orina).

Hu = " contenida en los huevos.

E1 = " eliminada en excretas y huevos.

U = " utilizada por el ave.

R = " retenida corporalmente.

Huevos

Vol = Volumen.

$\rho$  = Densidad.

d = Longitud de su eje menor.

D = " " " " mayor.

Esp = Espesor de la cascara.

Parametros hematicos.

Hto = Indice microhematocrito.

Tabla Nº 1

Balance de Ca en machos

Ensayo: B - 1

Dieta: F - 1 (Ca = 1.54% , P = 0.80%, Ca:P = 1.9)

Nº	I.	Ex.	R.
	(mg Ca/día)		
1	201.9	241.8	-39.9
2	229.5	276.2	-46.7
3	218.7	270.5	-51.8
4	174.3	213.8	-39.5
5	224.2	265.9	-41.7
6	207.0	247.6	-40.6
7	215.7	253.2	-37.5
8	215.7	253.4	-37.7
9	207.0	242.8	-35.8
10	231.2	296.9	-65.7
$\bar{X}$	212.5	256.2	-43.7
E.S.	5.2	7.2	2.9

Tabla Nº 2  
Balance de P en machos

Ensayo: B-1

Dieta: F-1 (Ca = 1.54%, P = 0.80%, Ca:P = 1.9)

Nº	I.	Ex.	R.
	(mg P/día)		
1	107.3	99.1	8.2
2	124.7	109.9	14.8
3	117.9	114.8	3.1
4	89.9	67.6	22.3
5	121.4	110.7	10.7
6	110.5	113.7	- 3.2
7	116.0	101.1	14.9
8	116.0	111.8	4.2
9	110.5	101.7	8.8
10	125.7	128.7	- 3.0
$\bar{X}$	114.0	105.9	8.1
E.S.	3.3	5.0	2.6

Tabla Nº 3

Balance de Ca en hembras

Ensayo: B-2

Dieta: F-2 (Ca = 3.40%, P = 0.85%, Ca:P = 4.0)

Nº	I.	Ex.	Hu.	El.	U.	R.
	(mg Ca/dfa)					
11	873.9	469.9	275.1	745.0	403.9	128.8
12	879.2	528.8	307.5	836.3	350.4	42.9
13	821.7	445.5	265.1	710.6	376.3	111.2
14	664.7	420.4	125.1	545.5	244.4	119.2
15	847.8	516.7	281.6	799.2	331.2	49.6
16	753.6	441.9	253.0	649.9	311.7	58.7
17	900.2	518.6	277.9	796.5	381.9	103.7
18	915.9	463.8	304.1	767.9	452.2	148.0
19	858.2	473.8	286.8	760.5	384.4	97.6
20	706.5	379.8	211.1	590.9	326.7	115.6
$\bar{X}$	822.2	465.9	258.7	724.7	356.3	97.5
E.S.	27.0	14.9	17.2	29.4	18.1	11.2

Tabla N° 4

Balance de P en hembras

Ensayo: B-2

Dieta: F-2 (Ca = 3.40%, P = 0.85%, Ca:P = 4.0)

N°	I.	Ex.	(mg P/dfa)				R.
			Hu.	El.	U.		
11	213.8	173.3	22.3	195.6	40.5	18.2	
12	215.2	193.8	22.7	216.5	21.4	- 1.3	
13	199.9	185.0	25.1	210.1	14.8	-10.2	
14	157.8	139.5	9.3	148.8	18.3	9.0	
15	206.9	176.3	23.4	199.7	30.6	7.2	
16	181.7	167.0	19.7	186.6	14.7	- 5.0	
17.	220.8	200.0	19.8	219.9	20.8	1.0	
18	225.0	160.0	27.4	187.4	65.0	37.6	
19	209.6	166.4	23.6	190.1	43.2	19.6	
20	169.0	153.8	16.6	170.4	15.2	- 1.4	
$\bar{X}$	200.0	171.5	21.0	192.5	28.5	7.5	
E.S.	13.2	5.8	1.6	6.8	5.2	4.5	

Tabla Nº 5

Balance de Ca en machos

Ensayo: B - 3

Dieta: F - 3 (Ca = 3.20%, P = 0.81%, Ca:P = 4.0)

Nº	I.	Ex.	R.
	————— (mg Ca / día) —————		
21	473.6	419.3	54.3
22	508.8	445.3	63.5
23	362.6	302.9	59.7
24	433.1	351.7	81.4
25	379.2	323.4	55.8
26	366.4	300.8	65.6
27	471.8	351.6	120.2
28	377.4	365.3	12.1
29	494.0	404.7	89.3
30	466.2	373.7	92.5
$\bar{X}$	433.3	363.9	69.4
.....			
E.S.	18.0	15.3	19.1

Tabla Nº 6

Balance de P en machos

Ensayo: B-3

Dieta: F-3 (Ca = 3.20%, P = 0.81%, Ca:P = 4.0)

Nº	I.	Ex.	R.
	(mg P / día)		
21	117.6	94.2	23.4
22	127.8	125.2	2.6
23	85.4	85.8	- 0.4
24	105.8	104.2	1.7
25	90.2	87.9	2.3
26	86.5	85.8	0.7
27	117.1	113.6	3.5
28	89.7	105.5	-15.8
29	123.5	136.1	-12.6
30	115.4	123.6	- 8.2
$\bar{X}$	105.9	106.2	- 0.3
E.S.	5.2	5.7	3.4

Tabla Nº 7

Balance de Ca en hembras

Ensayo: B-4

Dieta: F-4 (Ca = 6.60%, P = 0.82%, Ca:P = 8.1)

Nº	I.	Ex.	Hu.	El.	U.	R.
31	1293.6	1000.4	127.7	1128.1	293.2	165.5
32	1500.0	1110.7	262.0	1372.7	389.4	127.4
33	1180.8	839.6	214.4	1054.0	341.2	126.8
34	1121.4	883.8	184.7	1068.5	237.6	52.9
35	1653.6	1168.1	271.6	1439.7	485.5	213.9
36	1811.4	1322.5	290.3	1612.7	488.9	198.7
37	1608.6	1025.1	314.5	1339.6	583.5	269.0
38	1391.4	1015.2	188.1	1203.3	376.1	188.1
39	1713.6	1307.9	263.1	1570.9	405.7	142.7
40	1635.0	1007.9	305.5	1313.4	627.1	321.6
$\bar{X}$	1490.9	1068.1	242.2	1310.3	422.8	180.7
E.S.	74.2	50.9	19.3	62.3	39.0	24.2

Tabla Nº 8

Balance de P en hembras

Ensayo: B-4

Dieta: F-4 (Ca = 6.60%, P = 0.82%, Ca:P = 8.1)

Nº	I.	Ex.	Hu.	El.	U.	R.
	(mg P/dfa)					
31	155.4	126.8	11.8	133.6	28.5	16.8
32	185.0	188.5	19.4	207.9	- 3.5	-22.9
33	139.3	159.0	15.8	174.8	-19.8	-35.5
34	130.7	-144.4	13.5	157.9	-13.7	-27.2
35	207.0	221.4	20.1	251.5	-14.4	-34.5
36	229.6	211.6	24.0	235.6	18.0	- 6.0
37	200.6	210.3	20.3	230.7	- 9.8	-30.1
38	169.4	187.8	14.8	202.7	-18.4	-33.2
39	215.6	216.1	20.5	236.6	- 0.5	- 0.2
40	204.4	164.3	24.2	188.5	40.0	17.1
$\bar{x}$	183.7	183.1	18.4	201.5	0.6	-17.8
E.S.	10.6	10.4	1.4	11.4	6.6	6.3

Tabla Nº 9

Balance de Ca en machos

Ensayo: B - 5

Dieta: F - 5 (Ca = 1.57%, P = 1.66%, Ca:P = 1.0)

Nº	I.	Ex.	R.
	(mg Ca / día)		
41	172.3	210.9	-38.6
42	176.7	206.1	-29.4
43	167.7	200.1	-32.4
44	231.6	263.1	-31.5
45	158.2	202.5	-44.3
46	180.2	210.6	-30.4
47	158.9	200.4	-41.5
48	167.7	218.2	-50.5
49	180.2	223.7	-43.5
50	170.4	207.2	-36.8
$\bar{x}$	176.4	214.3	-37.9
E.S.	6.6	5.9	2.2

Tabla N° 10

Balance de P en machos

Ensayo: B-5

Dieta: F-5 (Ca = 1.57%, P = 1.66%, Ca:P = 1.0)

N°	I.	Ex.		R.
		(mg P / día)		
41	180.7	174.2		6.5
42	185.4	166.2		19.2
43	176.0	180.5		- 4.5
44	243.0	241.1		1.9
45	166.0	199.5		-33.5
46	189.1	186.7		2.4
47	166.8	183.6		-16.8
48	176.0	178.3		- 2.8
49	189.1	189.5		- 0.4
50	178.8	179.4		- 0.6
$\bar{X}$	185.1	188.0		- 2.9
E.S.	6.9	6.5		4.4

Tabla N° 11

Balance de Ca en hembras

Ensayo: B-6

Dieta: F-6 (Ca = 3.48%, P = 1.63%, Ca:P = 2.1)

N°	I.	Ex.	Hu.	El.	U.	R.
51	612.2	432.6	94.4	527.0	179.5	85.2
52	454.1	364.1	0.0	364.1	90.0	90.0
53	558.1	387.7	64.5	452.2	170.4	105.8
54	817.9	443.4	257.3	700.7	374.5	117.2
55	+	+	+	+	+	+
56	740.2	437.4	283.3	720.7	302.8	19.5
57	817.9	543.4	259.1	802.5	274.6	15.5
58	766.1	505.6	234.4	740.0	260.5	26.1
59	753.9	470.4	250.9	721.3	283.5	32.6
60	550.1	368.4	155.9	524.3	181.7	25.8
$\bar{x}$	674.5	439.2	177.8	617.0	235.3	57.5
E.S.	44.4	20.3	34.3	50.8	28.8	13.7

Tabla N° 12

Balance de P en hembras

Ensayo: B-6

Dieta: F-6 (Ca = 3.48%, P = 1.63%, Ca:P = 2.1)

N°	I.	Ex.	Hu.	El.	U.	R.
	(mg P/dfa)					
51	283.1	271.4	9.1	280.5	11.7	2.6
52	210.0	237.5	0.0	237.5	-27.5	-27.5
53	258.1	191.7	5.1	196.7	66.5	61.4
54	378.3	283.8	20.4	304.2	94.5	74.1
55	+	+	+	+	+	+
56	342.3	300.8	22.3	323.1	41.5	19.3
57	378.3	310.9	18.3	329.1	62.4	49.2
58	354.3	294.7	16.0	300.7	59.6	43.6
59	348.7	299.0	20.8	319.8	49.7	28.9
60	254.4	213.9	12.9	226.8	40.5	27.6
$\bar{X}$	312.0	267.1	13.9	280.9	44.9	31.0
E.S.	20.5	14.2	2.6	16.2	11.8	10.3



Tabla N° 13

Balance de Ca en machos

Ensayo: B - 7

Dieta: F - 7 (Ca = 3.40%, P = 1.71%, Ca:P = 2.0)

N°	I.	Ex.	R.
	(mg Ca /día)		
61	393.8	319.4	74.4
62	508.1	403.5	104.6
63	437.2	356.2	81.0
64	307.2	273.7	33.5
65	551.2	404.7	146.5
66	448.7	405.4	43.3
67	559.1	429.7	129.4
68	571.1	437.6	133.5
69	499.3	368.9	130.4
70	586.8	514.1	72.7
$\bar{X}$	486.3	391.3	95.0
E.S.	28.3	21.1	12.6

Tabla N° 14

Balance de P en machos

Ensayo: B-7

Dieta: F-7 (Ca = 3.40%, P = 1.71%, Ca:P = 2.0)

N°	I.	Ex.	R.
	(mg P / día)		
61	193.8	178.9	14.9
62	250.0	201.8	48.2
63	215.1	181.8	33.3
64	151.1	170.5	-19.4
65	271.2	299.0	-27.8
66	220.9	243.7	-22.8
67	275.1	325.5	-50.4
68	281.0	230.0	51.0
69	245.7	267.4	-21.7
70	288.8	284.1	4.7
$\bar{X}$	239.3	238.3	1.0
E.S.	13.9	17.3	11.0

Tabla Nº 15

## Balance de Ca en hembras

Ensayo: B-8

Dieta: F-8 (Ca = 6.54%, P = 1.68%, CasP = 3.9)

Nº	I.	Ex.	Hu.	El.	U.	R.
	(mg Ca/dfa)					
71	1214.0	1171.6	127.4	1299.0	42.4	-85.0
72	842.5	880.3	21.1	901.4	-37.8	-58.9
73	1510.2	1490.6	165.5	1656.1	19.6	-145.9
74	1350.6	1256.9	176.9	1433.8	93.7	-83.3
75	1130.8	1113.0	13.5	1126.4	17.9	4.4
76	1138.1	813.3	27.6	840.9	324.8	297.2
77	+	+	+	+	+	+
78	+	+	+	+	+	+
79	1411.3	1272.9	95.8	1368.7	138.4	42.6
80	1001.6	1141.7	0.0	1141.7	-140.1	-140.1
$\bar{x}$	1199.9	1142.5	78.5	1221.0	57.4	-21.1
E.S.	77.9	76.8	25.4	96.8	48.3	50.9

Tabla N° 16

Balance de P en hembras

Ensayo: B-8

Dieta: F-8 (Ca = 6.54%, P = 1.68%, Ca:P = 3.9)

N°	I.	Ex.	Hu.	El.	U.	R.
	(mg P/dfa)					
71	308.0	296.4	10.3	306.8	11.6	1.3
72	213.8	228.8	2.1	231.0	-15.1	-17.2
73	383.2	384.9	16.1	401.0	- 1.6	-17.7
74	342.7	326.9	15.1	341.9	15.9	0.8
75	287.0	310.2	2.8	313.0	-23.2	-26.0
76	288.9	314.2	2.5	346.7	-55.3	-57.8
77	+	+	+	+	+	+
78	+	+	+	+	+	+
79	358.0	356.8	8.0	364.8	1.2	- 6.7
80	254.1	283.4	0.0	283.4	-29.3	-29.3
$\bar{X}$	304.5	316.4	7.1	323.6	-12.0	-19.1
E.S.	19.8	17.1	2.2	18.5	8.4	6.9

Tabla N° 17

Balance de Ca en machos

Ensayo: B - 9

Dieta: F - 9 (Ca = 2.20%, P = 0.81%, Ca:P = 2.7)

Nº	I.	Ex. (mg Ca/día)	R.
81	281.6	311.5	-29.9
82	338.8	312.0	26.8
83	255.2	269.8	-14.6
84	415.8	380.4	35.4
85	272.8	287.8	-15.0
86	264.0	285.8	-21.8
87	356.4	331.9	24.5
88	343.2	328.9	14.3
89	316.8	306.4	10.4
90	323.4	320.9	2.5
$\bar{x}$	316.8	313.5	3.3
E.S.	15.8	9.7	7.1

Tabla N<sup>o</sup>. 18Balance de P en machos

Ensayo: B-9

Dieta: F-9 (Ca = 2.20%, P = 0.81%, Ca:P = 2.7)

N <sup>o</sup>	I.	Ex.	R.
	(mg P/día)		
81	103.7	104.7	- 1.0
82	124.7	125.0	- 0.3
83	94.0	90.0	4.0
84	153.1	159.4	- 6.3
85	100.4	100.0	0.4
86	97.2	98.0	- 0.1
87	131.2	132.2	- 1.0
88	126.4	125.9	0.5
89	116.6	115.0	1.6
90	119.1	120.0	- 0.9
$\bar{X}$	116.6	117.0	0.4
E.S.	5.8	6.4	0.8

Tabla Nº 19

Balance de Ca en hembras

Ensayo: B-10

Dieta: F-10 (Ca = 2.80%, P = 0.90%, Ca:P = 3.1)

Nº	I.	Ex.	Hu.	El.	U.	R.
	(mg Ca/dfa)					
91	—	—	—	—	—	—
92	—	—	—	—	—	—
93	741.5	475.5	259.8	735.3	266.0	6.0
94	—	—	—	—	—	—
95	—	—	—	—	—	—
96	523.8	324.9	198.6	523.4	198.9	0.4
97	657.4	390.3	281.5	671.8	267.1	-14.4
98	784.6	508.0	250.4	758.4	276.6	26.2
99	742.3	446.9	275.5	722.2	295.4	19.9
100	600.8	339.6	275.8	615.2	261.2	-14.8
$\bar{X}$	675.0	414.2	256.9	671.1	260.8	3.9
E.S.	40.6	30.4	12.6	36.2	13.4	7.0

Tabla Nº 20  
Balance de P en hembras

Ensayo: B-10

Dieta: F-10 (Ca = 2.80%, P = 0.90%, Ca:P = 3.1)

Nº	I.	Ex.	Hu.	El.	U.	R.
91	—	—	—	—	—	—
92	—	—	—	—	—	—
93	238.5	226.7	20.8	247.6	11.8	- 9.1
94	—	—	—	—	—	—
95	—	—	—	—	—	—
96	168.4	161.5	14.7	176.2	6.9	- 7.8
97	211.4	182.6	20.9	203.5	26.8	7.9
98	252.3	212.7	19.9	232.6	39.6	19.7
99	238.7	204.5	23.4	227.9	34.2	10.8
100	193.2	173.4	21.2	195.6	19.8	- 1.4
$\bar{x}$	217.0	193.5	20.2	213.9	23.2	3.4
E.S.	13.0	10.2	1.2	10.9	5.2	4.6

Frecuencia de puesta de las codornices en los ensayos de balance

Tabla Nº 21

Ensayo: B-2 Dieta: F-2		Ensayo: B-4 Dieta: F-4		Ensayo: B-6 Dieta: F-6		Ensayo: B-8 Dieta: F-8		Ensayo: B-10 Dieta: F-10	
Nº	huevos/día	Nº	uevos/día	Nº	huevos/día	Nº	huevos/día	Nº	huevos/día
11	1.000	31	0.500	51	0.375	71	0.500	91	1.000
12	1.000	32	1.000	52	0.000	72	0.125	92	1.000
13	1.000	33	0.875	53	0.250	73	0.625	93	1.000
14	0.500	34	0.750	54	0.750	74	0.750	94	0.875
15	1.000	35	0.875	55	+	75	0.125	95	1.000
16	1.000	36	0.875	56	1.000	76	0.125	96	0.750
17	0.833	37	1.000	57	1.000	77	+	97	1.000
18	1.000	38	0.750	58	0.750	78	+	98	0.875
19	1.000	39	0.875	59	0.875	79	0.375	99	1.000
20	0.833	40	0.875	60	0.625	80	0.000	100	1.000
<hr/>		<hr/>		<hr/>		<hr/>		<hr/>	
$\bar{X}$	0.917	$\bar{X}$	0.838	$\bar{X}$	0.625	$\bar{X}$	0.328	$\bar{X}$	0.950
.....		.....		.....		.....		.....	
E.S.	0.051	E.S.	0.046	E.S.	0.116	E.S.	0.097	E.S.	0.028
<hr/>		<hr/>		<hr/>		<hr/>		<hr/>	

Tabla N° 22

Características físicas de los huevos

Ensayo: B-2

Dieta: F-2 (Ca = 3.40%, P = 0.85%, Ca:P = 4.0)

Nº	Peso (g)	Vol. (c.c.)	$\rho$ (g/cc)	d (cm)	D (cm)	Esp. ( $\mu$ )
11	10.868	10.169	1.072	2.51	3.18	170
12	10.848	10.163	1.057	2.47	3.27	179
13	10.782	10.158	1.061	2.52	3.14	148
14	9.005	8.440	1.067	2.37	2.95	158
15	9.900	9.232	1.072	2.46	2.98	173
16	9.266	8.657	1.070	2.38	3.04	167
17	11.129	10.362	1.074	2.54	3.22	183
18	11.739	10.990	1.068	2.58	3.27	193
19	11.263	10.528	1.070	2.51	3.31	182
20	9.944	9.324	1.067	2.42	3.20	173
$\bar{x}$	10.474	9.802	1.068	2.48	3.16	173
E.S.	0.284	0.266	0.002	0.02	0.04	4

Tabla N° 23

Características físicas de los huevos

Ensayo: B-4

Dieta: F-4 (Ca = 6.60%, P = 0.82%, Ca:P = 8.1)

N°	Peso (g)	Vol. (c.c.)	$\rho$ (g/cc)	d (cm)	D (cm)	Esp. ( $\mu$ )
31	9.942	9.378	1.060	2.42	3.19	155
32	9.663	9.073	1.065	2.41	3.07	164
33	9.209	8.550	1.077	2.38	2.94	157
34	9.255	8.703	1.063	2.38	3.06	158
35	11.489	10.756	1.068	2.57	3.15	166
36	12.145	11.373	1.068	2.58	3.39	163
37	10.600	9.882	1.073	2.48	3.10	180
38	10.091	9.506	1.062	2.42	3.15	146
39	11.019	10.359	1.064	2.49	3.27	161
40	11.248	10.466	1.075	2.55	3.17	202
$\bar{X}$	10.466	9.805	1.067	2.47	3.15	165
E.S.	0.315	0.293	0.002	0.02	0.04	5

Tabla N° 24

Características físicas de los huevos

Ensayo: B-6

Dieta: F-6 (Ca = 3.48%, P = 1.63%, Ca:P = 2.1)

Nº	Peso (g)	Vol. (c.c.)	$\rho$ (g/cc)	d. (cm)	D. (cm)	Esp. ( $\mu$ )
51	10.302	9.768	1.055	2.41	3.23	183
52	—	—	—	—	—	—
53	10.180	9.650	1.055	2.40	3.27	150
54	12.842	12.070	1.064	2.68	3.33	171
55	+	+	+	+	+	+
56	10.229	9.594	1.066	2.40	3.27	150
57	9.715	9.126	1.065	2.48	2.93	168
58	10.355	9.658	1.072	2.44	3.22	179
59	10.640	9.996	1.064	2.51	3.11	159
60	9.003	8.460	1.064	2.37	2.98	156
$\bar{X}$	10.408	9.790	1.063	2.46	3.17	165
E.S.	0.390	0.367	0.002	0.04	0.05	4

Tabla Nº 25

Características físicas de los huevos

Ensayo: B-8

Dieta: F-8 (Ca = 5.54%, P = 1.68%, Ca:P = 3.9)

Nº	Peso (g)	Vol. (c.c.)	$\rho$ (g/cc)	d. (cm)	D. (cm)	Esp. ( $\mu$ )
71	9.488	8.871	1.070	2.42	3.05	180
72	6.337	5.946	1.066	—	—	160
73	11.969	11.367	1.060	2.57	3.38	146
74	8.364	7.904	1.058	2.32	2.85	183
75	8.676	—	—	2.45	—	75
76	9.675	9.127	1.060	2.48	2.99	145
77	†	†	†	†	†	†
78	†	†	†	†	†	†
79	10.247	9.610	1.066	2.50	3.07	175
80	—	—	—	—	—	—
$\bar{x}$	9.949	8.804	1.063	2.46	3.07	152
E.S.	0.590	0.737	0.002	0.03	0.09	14

Tabla N° 26

Características físicas de los huevos

Ensayo: B-10

Dieta: F-10 (Ca = 2.80%, P = 0.90%, Ca:P = 3.1)

Nº	Peso (g)	Vol. (c.c.)	$\rho$ (g/cc)	d. (cm)	D. (cm)	Esp. ( $\mu$ )
91	9.711	9.093	1.068	2.40	3.04	173
92	10.720	10.123	1.059	2.54	3.02	173
93	10.463	9.779	1.070	2.57	3.26	190
94	10.893	10.257	1.062	2.51	3.22	158
95	10.150	9.504	1.068	2.45	3.09	165
96	9.257	8.708	1.063	2.47	2.97	174
97	11.072	10.328	1.072	2.44	3.10	172
98	10.872	10.170	1.069	2.53	3.13	172
99	10.835	10.136	1.069	2.48	3.20	176
100	11.176	10.445	1.070	2.51	3.24	135
$\bar{x}$	10.515	9.854	1.067	2.49	3.13	174
E.S.	0.198	0.183	0.001	0.02	0.03	3

Tabla Nº 27

Composición en Ca y P de los huevos

Ensayo: B-2

Dieta: F-2 (Ca = 3.40%, P = 0.85%, Ca:P = 4.0)

Nº	Huevo total		Cáscara	
	Ca (mg)	P (mg)	Ca (mg)	P (mg)
11	275.1	22.3	268.4	4.0
12	307.5	22.7	300.7	2.8
13	265.1	25.1	258.2	2.8
14	250.2	18.6	246.0	3.2
15	281.6	23.4	275.3	3.4
16	253.0	19.7	247.7	3.3
17	334.8	23.8	328.4	2.8
18	304.1	27.4	296.9	4.6
19	286.8	23.6	281.1	4.0
20	254.3	20.0	249.8	3.1
$\bar{X}$	281.3	22.7	275.3	3.4
E.S.	8.8	0.8	8.6	0.2

Tabla Nº 28

Composición en Ca y P de los huevos

Ensayo: B-4

Dieta: F-4 (Ca = 6.60%, P = 0.82%, Ca:P = 8.1)

Nº	Huevo total		Cáscara	
	Ca (mg)	P (mg)	Ca (mg)	P (mg)
31	255.4	23.5	249.9	4.7
32	262.0	19.4	256.4	4.1
33	245.0	15.4	239.2	3.9
34	246.3	17.9	240.6	3.9
35	310.4	23.0	298.5	5.1
36	331.8	27.4	323.7	6.3
37	314.5	20.3	309.0	4.2
38	250.8	19.8	246.1	3.6
39	300.7	23.5	294.5	4.9
40	349.2	27.7	342.3	6.1
$\bar{X}$	286.6	21.8	280.0	4.7
E.S.	12.4	1.3	12.0	0.3

Tabla N° 29

Composición en Ca y P de los huevos

Ensayo: B-6

Dieta: F-6 (Ca = 3.42%, P = 1.63%, Ca:P = 2.1)

N°	Huevo total		Cáscara	
	Ca (mg)	P (mg)	Ca (mg)	P (mg)
51	251.6	24.2	246.1	3.8
52	—	—	—	—
53	258.1	20.2	254.1	4.1
54	343.1	27.2	337.4	5.3
55	+	+	+	+
56	283.3	22.3	277.9	4.7
57	259.1	18.3	253.3	3.7
58	312.5	21.3	307.2	5.8
59	286.8	23.8	280.8	6.0
60	249.4	20.6	244.7	4.1
$\bar{x}$	280.5	22.2	275.2	4.7
E.S.	11.8	1.0	11.7	0.3

Tabla N° 30

Composición en Ca y P de los huevos

Ensayo: B-8

Dieta: F-8 (Ca = 6.54%, P = 1.68%, Ca:P = 3.9)

N°	Huevo total		Cáscara	
	Ca (mg)	P (mg)	Ca (mg)	P (mg)
71	254.7	20.7	249.9	2.7
72	169.0	17.0	165.3	1.7
73	264.8	25.7	257.0	2.8
74	235.9	20.1	232.4	2.6
75	107.7	22.5	102.2	1.0
76	220.5	20.0	215.9	2.2
77	+	+	+	+
78	+	+	+	+
79	255.5	21.2	249.9	3.2
80	—	—	—	—
$\bar{X}$	215.4	21.0	210.4	2.3
E.S.	21.7	1.0	21.6	0.3

Tabla N° 31

Composición en Ca y P de los huevos

Ensayo: B-10

Dieta: F-10 (Ca = 2.80%, P = 0.90%, Ca:P = 3.1)

N°	Huevo total		Cáscara	
	Ca (mg)	P (mg)	Ca (mg)	P (mg)
91	295.9	22.4	289.2	3.2
92	292.5	23.9	286.1	3.7
93	259.8	20.8	253.2	2.6
94	289.8	21.9	282.1	3.8
95	302.9	27.5	295.4	4.4
96	264.8	19.6	257.1	3.9
97	281.5	20.9	276.2	3.0
98	286.2	22.7	278.1	3.2
99	275.5	23.4	268.6	3.3
100	275.8	21.2	269.0	3.0
$\bar{x}$	282.5	22.4	275.5	3.4
E.S.	4.3	0.7	4.3	0.2

Tabla N° 32

Variaciones ponderales y cenizas óseas en machos

Ensayo: B-1

Dieta: F-1 (Ca = 1.54%, P = 0.80%, Ca:P = 1.9)

N°	Peso del ave		Incremento de peso (g)	Fémur	
	inicial (g)	final (g)		Peso seco (mg)	cenizas (mg)
1	170	153	-17	378.6	145.5
2	143	146	6	410.7	156.3
3	136	126	-10	370.5	156.3
4	130	124	- 6	370.9	153.1
5	146	146	0	366.4	149.5
6	141	139	- 2	373.6	147.6
7	150	146	- 4	355.0	163.1
8	123	127	- 1	340.1	143.6
9	127	124	- 3	315.0	130.6
10	145	143	- 2	364.6	141.3
$\bar{X}$	141	137	- 4	364.5	148.7
E.S.	4	4	2	7.9	2.9

Tabla N° 33

Variaciones ponderales y cenizas óseas en hembras

Ensayo: B-2

Dieta: F-2 (Ca = 3.40%, P = 0.85%, Ca:P = 4.00)

N°	Peso del ave		Incremento de peso (g)	Fémur	
	inicial (g)	final (g)		Peso seco (mg)	cenizas (mg)
11	192	166	-26	461.5	321.7
12	163	187	24	311.6	197.0
13	183	170	-13	402.7	279.8
14	166	160	- 6	417.4	283.1
15	170	170	0	295.5	178.1
16	157	168	11	375.0	252.3
17	167	171	4	292.9	160.9
18	158	169	11	324.8	205.8
19	156	170	14	346.9	230.2
20	192	159	-33	267.4	144.2
$\bar{X}$	170	169	-1	349.6	227.8
E.S.	4	2	6	19.9	17.8

Tabla N° 34

Variaciones ponderales y cenizas óseas en hembras

Ensayo: B-3

Dieta: F-3 (Ca = 3.20%, P = 0.81%, Ca:P = 4.0)

Nº	Peso del ave		Incremento de peso (g)	Fémur	
	inicial (g)	final (g)		Peso seco (mg)	cenizas (mg)
21	162	166	4	352.1	135.2
22	141	141	0	311.9	147.4
23	159	152	- 7	376.7	161.3
24	148	150	2	349.1	144.7
25	144	142	- 2	340.0	130.8
26	141	141	0	320.6	129.5
27	123	134	11	304.2	133.6
28	147	143	- 4	379.4	168.2
29	148	140	- 8	330.6	131.7
30	153	142	-11	302.5	128.6
$\bar{X}$	147	145	- 2	336.7	141.1
E.S.	3	3	2	8.8	4.4

Tabla N° 35

Variaciones ponderales y cenizas óseas en hembras

Ensayo: B-4

Dieta: F-4 (Ca = 6.60%, P = 0.82%, Ca:P = 8.1)

N°	Peso del ave		Incremento	Fémur	
	inicial (g)	final (g)	de peso (g)	Peso seco (mg)	cenizas (mg)
31	170	149	-21	275.0	160.1
32	169	164	- 5	310.9	187.6
33	177	160	-17	325.6	204.4
34	175	137	-38	325.5	202.2
35	193	197	4	365.6	249.1
36	193	187	- 6	388.7	250.6
37	181	164	-17	271.8	164.1
38	168	154	-14	328.3	217.8
39	180	175	- 5	311.6	199.9
40	193	161	-32	358.1	225.8
$\bar{x}$	180	164	-15	362.1	206.1
E.S.	3	6	4	11.8	9.8

Tabla N° 36

Variaciones ponderales y cenizas óseas en machos

Ensayo: B-5

Dieta: F-5 (Ca = 1.57%, P = 1.66%, Ca:P = 1.0)

N°	Peso del ave		Incremento de peso (g)	Fémur	
	inicial (g)	final (g)		Peso seco (mg)	cenizas (mg)
41	138	139	1	339.8	136.4
42	133	132	- 1	301.5	127.1
43	151	140	-11	319.1	132.5
44	158	158	0	348.8	147.1
45	143	138	- 5	362.5	141.3
46	145	151	6	342.9	131.1
47	131	123	- 8	338.9	124.5
48	145	147	2	399.7	152.7
49	158	146	-12	337.7	146.5
50	166	153	-13	371.3	146.4
$\bar{x}$	147	143	- 4	346.2	138.6
E.S.	4	3	2	8.6	2.9

Tabla Nº 37

Variaciones ponderales y cenizas óseas en hembras

Ensayo: B-6

Dieta: F-6 (Ca = 3.48%, P = 1.63%, Ca:P = 2.1)

Nº	Peso del ave		Incremento	Fémur	
	inicial (g)	final (g)	de peso (g)	Peso seco (mg)	cenizas (mg)
51	185	175	-10	310.1	194.5
52	164	134	-30	352.3	233.8
53	169	157	-12	377.5	261.2
54	208	192	-16	364.8	236.3
55	+	+	+	+	+
56	180	173	- 7	229.7	194.9
57	185	176	- 9	322.7	201.0
58	188	165	-23	332.0	220.0
59	178	180	2	354.2	233.1
60	168	169	1	342.2	225.8
$\bar{X}$	181	169	-12	339.5	222.3
E.S.	4	5	3	8.6	7.4

Tabla N° 38

Variaciones ponderales y cenizas óseas en machos

Ensayo: B-7

Dieta: F-7 (Ca = 3.40%, P = 1.71%, Ca:P = 2.0)

N°	Peso del ave		Incremento de peso (g)	Fémur	
	inicial (g)	final (g)		Peso seco (mg)	cenizas (mg)
61	160	136	-24	385.5	144.1
62	146	134	-12	359.1	152.9
63	136	122	-14	316.6	128.4
64	143	109	-34	359.9	149.8
65	150	133	-17	398.0	146.9
66	140	125	-15	322.8	146.9
67	125	110	-15	290.0	132.7
68	146	131	-15	361.4	147.9
69	129	123	- 6	354.0	140.6
70	143	140	- 3	408.6	147.5
$\bar{X}$	142	126	-16	355.6	142.0
E.S.	3	3	3	11.7	2.8

Tabla N° 39

Variaciones ponderales y cenizas óseas en hembras

Ensayo: B-8

Dieta: F-8 (Ca = 6.54%, P = 1.68%, Ca:P = 3.9)

N°	Peso del ave		Incremento de peso (g)	Fémur	
	inicial (g)	final (g)		Peso seco (mg)	cenizas (mg)
71	166	151	-15	371.8	253.0
72	161	125	-36	438.1	312.1
73	210	174	-36	354.2	227.8
74	154	134	-20	302.7	192.5
75	165	150	-15	375.0	264.3
76	185	140	-45	453.0	306.9
77	+	+	+	+	+
78	+	+	+	+	+
79	148	157	9	399.6	273.2
80	175	140	-35	427.8	290.1
$\bar{x}$	170	146	-24	390.3	265.0
E.S.	7	5	6	17.6	14.3

Tabla N° 40

Variaciones Ponderales en machos

Ensayo: B-9

Dieta: F-9 (Ca = 2.20%, P = 0.81%, Ca:P = 2.7)

N°	Peso del ave		Incremento de peso (g)
	inicial (g)	final (g)	
81	145	142	-3
82	149	150	1
83	145	141	-4
84	149	153	4
85	147	146	-1
86	131	133	2
87	152	154	2
88	149	148	-1
89	134	136	2
90	145	146	1
$\bar{x}$	145	145	0
E.S.	2	2	1

Mineralización ósea y Ca en sangre de codornices machos

Tabla Nº 41

Ensayos: B-9

Dieta: F-9 (Ca = 2.20%, P = 0.81% , Ca:P = 2.7)

Nº	Peso	Mineralización ósea				Valores hemáticos		
		Cenizas	Ca	P	Ca:P	Sangre	Plasma	Hto
		(mg/femur)				(mg Ca/100 ml)		
						%		
81	338.3	153.3	58.2	25.9	2.3	6.3	10.5	52
82	346.6	140.9	54.5	24.2	2.3	6.3	11.5	51
83	361.7	164.4	61.0	27.6	2.2	6.3	11.5	50
84	349.9	163.4	66.3	30.1	2.2	6.6	11.6	51
85	371.7	167.8	64.0	29.1	2.2	6.3	11.2	49
86	327.3	149.5	57.8	26.0	2.2	5.4	10.0	48
87	366.5	157.7	60.5	27.5	2.2	6.0	10.5	50
88	351.2	160.0	60.8	27.9	2.2	6.3	15.1	47
89	359.4	155.1	57.8	26.7	2.2	5.6	10.8	50
90	348.6	151.1	57.5	26.7	2.2	10.0	17.0	59
$\bar{X}$	352.1	157.3	59.8	27.2	2.2	6.5	12.0	50
E.S.	4.2	3.0	1.1	0.5	0.1	0.4	2.3	1

Tabla N° 42

Variaciones Ponderales en hembras

Ensayo: B-10

Dieta: F-10 (Ca = 2.80%, P = 0.90%, Ca:P = 3.1)

N°	Peso del ave		Incrémento de peso (g)
	inicial (g)	final (g)	
91	179	173	6
92	187	159	-28
93	188	207	19
94	168	150	-18
95	140	154	14
96	157	160	3
97	205	215	10
98	209	216	7
99	189	195	6
100	181	192	11
$\bar{X}$	180	182	2
E.S.	7	8	5

Mineralización ósea y Ca en sangre de codornices hembras

Tabla Nº 43

Ensayo: B-10

Dieta: F-10 (Ca = 2.80%, P = 0.90%, Ca:P = 3.1)

Nº	Peso	Mineralización ósea				Valores hemáticos		
		Cenizas (mg/femur)	Ca	P	Ca:P	Sangre (mg Ca/100 ml)	Plasma	Hto . %
91	395.3	254.7	95.2	46.3	2.1	18.3	29.0	41
92	322.7	205.8	81.5	40.0	2.0	19.1	29.9	39
93	371.5	238.6	92.3	44.5	2.1	15.1	26.1	41
94	340.0	215.6	84.8	40.4	2.1	17.8	27.5	37
95	309.8	200.5	87.2	41.5	2.1	18.3	26.9	43
96	332.8	211.4	82.4	40.4	2.0	16.8	26.8	42
97	347.2	221.6	85.2	40.7	2.1	18.0	31.0	44
98	400.1	258.7	97.3	47.3	2.1	18.0	25.4	45
99	293.8	184.1	69.7	34.6	2.0	16.6	25.6	39
100	340.1	216.6	84.1	41.2	2.0	18.1	29.4	41
$\bar{X}$	345.3	220.8	86.0	41.7	2.1	17.6	27.8	41
E.S.	10.9	7.5	2.5	1.1	0.1	0.4	0.6	1

Tabla Nº 44

## Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de Ca en machos

Ensayo: V-1 Período: I

Dietas: A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-2-I (Ca = 4.08%, P = 0.70%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-1-I (g/ave)	Dieta A-2-I (g/ave)	Dieta A-1-I %	Dieta A-2-I %
1	11.8 ± 1.4	6.4 ± 1.3	64.5	35.2
2	11.4 ± 0.7	5.2 ± 1.5	68.6	31.4
3	10.0 ± 0.6	5.6 ± 0.8	64.3	35.7
4	9.7 ± 1.1	4.6 ± 1.0	67.8	32.2
5	10.9 ± 1.1	5.5 ± 1.5	66.5	33.5
6	10.4 ± 0.9	5.5 ± 1.4	65.5	34.5
7	10.0 ± 0.9	5.1 ± 1.3	66.0	34.0
8	10.2 ± 1.0	4.9 ± 1.5	67.7	32.3
9	8.9 ± 1.1	5.6 ± 1.7	61.5	38.5
.....				
10	7.3 ± 1.3	6.8 ± 1.8	51.7	48.3
11	6.6 ± 1.2	7.9 ± 1.7	45.4	54.6
12	7.0 ± 1.4	7.5 ± 1.5	48.3	51.7
13	8.2 ± 1.4	6.9 ± 1.4	54.5	45.5
14	9.2 ± 1.3	6.8 ± 1.5	57.4	42.6
15	9.5 ± 1.3	6.9 ± 1.6	58.2	41.8
16	9.4 ± 1.1	6.2 ± 1.5	60.1	39.9
17	8.7 ± 1.4	5.8 ± 1.7	59.9	40.1
18	8.0 ± 1.2	6.3 ± 1.5	56.0	44.0
.....				

Tabla Nº 45

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en machos.

Ensayo: V-1      Periodo: I

Dietas: A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-2-I (Ca = 4.08%, P = 0.70%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca — (mg/ave) —	P	Ca %	Ca:P
1	16.3	341.7	114.0	2.70	3.0
2	14.8	293.9	103.9	1.98	2.8
3	14.0	296.1	97.7	2.12	3.0
4	12.8	256.6	89.5	2.00	2.8
5	14.7	300.5	102.7	2.05	2.9
6	14.2	296.0	99.6	2.08	3.0
7	13.5	277.7	94.6	2.06	3.0
8	13.5	272.1	94.6	2.01	2.9
9	13.0	286.2	90.9	2.20	3.1
.....					
10	12.6	316.0	88.5	2.50	3.6
11	13.0	350.1	91.0	2.69	3.8
12	13.0	339.0	91.0	2.61	3.7
13	13.5	327.7	94.7	2.42	3.5
14	14.3	333.0	100.3	2.32	3.3
15	14.7	339.4	102.8	2.31	3.3
16	14.0	312.8	97.8	2.23	3.2
17	13.0	291.7	90.9	2.25	3.2
18	12.8	303.8	89.7	2.37	3.4
.....					

Tabla N° 46

Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de Ca y duplicado de P en machos.

Ensayo: V-1 Período: II

Dietas: A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-2-II (Ca = 4.10%, P = 1.45%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-1-II (g/ave)	Dieta A-2-II (g/ave)	Dieta A-1-II %	Dieta A-2-II %
19	5.9 ± 0.7	6.5 ± 1.0	47.6	52.4
20	6.3 ± 0.9	8.4 ± 1.1	42.9	57.1
21	5.1 ± 0.8	7.8 ± 0.7	38.4	60.6
22	6.1 ± 1.1	8.3 ± 1.1	42.4	57.6
23	4.8 ± 0.7	8.6 ± 1.0	36.0	64.0
24	6.7 ± 1.3	7.4 ± 1.3	47.5	52.5
25	6.9 ± 1.3	7.2 ± 1.4	48.9	51.1
26	5.5 ± 0.9	5.6 ± 1.0	49.7	50.3
27	7.4 ± 1.1	7.3 ± 1.3	50.3	49.7
.....				
28	8.5 ± 0.5	4.6 ± 0.7	64.8	35.2
29	8.4 ± 0.9	5.9 ± 1.0	58.9	41.1
30	8.8 ± 0.8	5.2 ± 1.0	62.7	37.3
31	9.8 ± 0.5	4.4 ± 0.6	69.1	30.9
32	11.0 ± 0.7	5.4 ± 0.7	67.3	32.7
33	10.4 ± 0.6	4.4 ± 0.6	70.1	29.9
34	9.3 ± 0.7	4.3 ± 0.7	68.5	31.5
35	8.4 ± 0.8	3.3 ± 0.7	71.8	28.2
36	9.5 ± 0.7	4.3 ± 0.7	68.8	31.2

Tabla Nº 47

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en machos

Ensayo: V-1      Periodo: II

Dietas: A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-2-II (Ca = 4.10%, P = 1.45%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P	Ca %	Ca:P
19	11.2	295.3	162.6	2.63	1.8
20	13.3	369.7	192.8	2.78	1.9
21	11.7	336.5	169.3	2.88	2.0
22	13.0	364.2	188.9	2.80	1.9
23	12.1	363.7	175.9	3.00	2.1
24	12.7	336.0	184.9	2.64	1.8
25	12.7	330.4	184.8	2.59	1.8
26	10.0	258.2	145.5	2.57	1.8
27	13.3	338.6	192.7	2.54	1.8
.....					
28	11.8	247.9	171.4	2.10	1.4
29	12.9	295.4	187.3	2.29	1.6
30	12.6	272.9	183.3	2.15	1.5
31	12.8	252.1	185.7	1.97	1.4
32	14.8	300.1	214.6	2.03	1.4
33	13.3	257.5	193.6	1.92	1.3
34	12.3	243.9	177.9	1.99	1.4
35	10.6	198.5	153.0	1.88	1.3
36	12.5	250.0	181.3	2.00	1.4

Tabla N<sup>o</sup> 48

## Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de Ca en machos

Ensayo: V-2 Período: I

Dietas: A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-3-I (Ca = 7.50%, P = 0.70%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-1-I (g/ave)	Dieta A-3-I (g/ave)	Dieta A-1-I %	Dieta A-3-I %
1	8.3 ± 1.7	10.3 ± 1.8	44.6	55.4
2	10.8 ± 1.8	8.8 ± 2.3	54.9	45.1
3	13.7 ± 1.5	5.2 ± 1.6	72.3	27.7
4	11.5 ± 1.4	5.4 ± 1.4	68.0	32.0
5	10.8 ± 1.4	4.1 ± 1.4	72.3	27.7
6	11.2 ± 1.3	3.9 ± 1.3	74.0	26.0
7	13.7 ± 1.5	5.2 ± 1.6	72.3	27.7
8	12.1 ± 1.3	3.6 ± 1.2	77.0	23.0
9	11.2 ± 1.3	3.9 ± 1.3	74.0	26.0
.....				
10	10.8 ± 1.4	4.1 ± 1.4	72.3	27.7
11	11.4 ± 1.3	3.5 ± 1.2	76.6	23.4
12	10.2 ± 1.5	2.9 ± 0.8	77.7	22.3
13	13.1 ± 0.8	2.7 ± 0.7	83.7	16.3
14	13.4 ± 0.8	2.9 ± 0.8	82.2	17.8
15	14.1 ± 1.1	1.9 ± 0.6	88.0	12.0
16	13.5 ± 1.2	2.8 ± 1.0	83.0	17.0
17	14.2 ± 0.8	1.8 ± 0.8	88.7	11.3
18	12.0 ± 0.6	1.7 ± 0.3	87.9	12.1
.....				

Tabla Nº 49

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en machos

Ensayo: V-2 Período: I

Dietas: A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-3-I (Ca = 7.50%, P = 0.70%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P	Ca %	Ca:P
1	16.7	775.4	117.2	4.63	6.6
2	17.6	695.8	123.2	3.95	5.6
3	16.9	477.0	118.5	2.82	4.0
4	15.1	470.7	105.7	3.21	4.6
5	13.3	376.1	93.4	2.81	4.0
6	13.5	366.1	94.6	2.71	3.6
7	16.9	477.0	118.5	2.82	4.0
8	14.0	353.8	98.3	2.51	3.6
9	13.5	366.1	94.6	2.71	3.9
.....					
10	13.3	376.1	93.4	2.81	4.0
11	13.3	340.7	93.3	2.56	3.7
12	11.7	289.1	82.0	2.47	3.5
13	14.1	301.6	98.8	2.14	3.1
14	14.6	317.9	102.0	2.18	3.1
15	14.3	256.1	100.0	1.79	2.6
16	14.6	312.0	102.0	2.14	3.1
17	14.3	250.2	100.0	1.75	2.5
18	12.2	223.6	85.6	1.82	2.6
.....					

Tabla N° 50

Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de Ca y duplicado de P en machos.

Ensayo: V-2 Período: II

Dietas: A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-3-II (Ca = 7.50%, P = 1.45%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-1-II (g/ave)	Dieta A-3-II (g/ave)	Dieta A-1-II %	Dieta A-3-II %
19	9.2 ± 0.6	4.6 ± 0.6	66.5	33.5
20	10.0 ± 0.7	5.1 ± 0.8	66.3	33.7
21	8.3 ± 1.3	5.1 ± 1.4	62.2	37.8
22	10.1 ± 1.3	4.4 ± 1.4	69.5	30.5
23	8.8 ± 1.1	5.3 ± 1.2	62.3	37.7
24	10.0 ± 1.0	3.8 ± 1.3	72.6	27.4
25	11.7 ± 0.6	3.0 ± 0.7	79.5	20.5
26	9.3 ± 0.7	2.3 ± 0.5	80.0	20.0
27	12.1 ± 0.5	3.2 ± 0.5	79.0	21.0
.....				
28	11.4 ± 0.6	3.4 ± 0.7	77.3	22.7
29	10.9 ± 0.9	1.9 ± 0.6	85.3	14.7
30	9.1 ± 1.4	3.7 ± 0.7	71.4	28.6
31	9.9 ± 1.4	2.1 ± 0.4	82.4	15.6
32	10.7 ± 1.7	3.3 ± 0.8	76.5	23.5
33	11.4 ± 1.1	2.6 ± 0.6	81.1	18.9
34	11.5 ± 1.0	2.7 ± 0.8	81.3	18.7
35	11.1 ± 0.7	2.3 ± 0.6	82.6	17.4
36	11.4 ± 0.8	2.4 ± 0.6	82.6	17.4

Tabla Nº 51

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en machos

Ensayo: V-2    Periodo: II

Dietas: A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-3-II (Ca = 7.50%, P = 1.45%)

Dia	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P	Ca %	Ca:P
19	12.4	397.0	180.7	3.19	2.2
20	13.6	438.4	197.7	3.21	2.2
21	12.1	423.1	175.6	3.49	2.4
22	13.1	391.4	189.8	2.99	2.1
23	12.7	441.2	184.7	3.46	2.4
24	12.5	349.5	180.6	2.81	1.9
25	13.2	310.2	192.1	2.34	1.6
26	10.5	240.8	151.6	2.30	1.6
27	13.8	237.4	200.0	2.37	1.6
.....					
28	13.3	334.8	193.5	2.51	1.7
29	11.5	227.8	187.2	1.98	1.4
30	11.6	334.6	167.5	2.90	2.0
31	10.8	232.5	156.8	2.15	1.5
32	12.7	321.7	183.1	2.55	1.8
33	12.7	280.1	182.9	2.22	1.5
34	12.8	287.9	185.6	2.25	1.6
35	12.1	250.9	175.1	2.13	1.5
36	12.4	272.8	179.8	2.20	1.5

Tabla Nº 52

## Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de Ca en hembras

Ensayo: V-3 Período: I

Dietas: A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-2-I (Ca = 4.08%, P = 0.70%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-1-I (g/ave)	Dieta A-2-I (g/ave)	Dieta A-1-I %	Dieta A-2-I %
1	15.2 ± 2.1	8.4 ± 1.2	64.3	35.7
2	14.6 ± 1.8	9.7 ± 1.0	60.0	40.0
3	14.8 ± 1.2	12.5 ± 1.2	54.1	45.9
4	15.8 ± 1.3	12.2 ± 1.5	56.4	43.6
5	12.9 ± 1.7	13.4 ± 2.1	48.9	51.1
6	12.8 ± 1.7	13.5 ± 1.9	48.6	51.4
7	12.7 ± 1.1	13.8 ± 1.3	47.9	52.1
8	12.0 ± 1.5	14.1 ± 1.3	46.0	54.0
9	15.1 ± 1.5	13.0 ± 1.5	53.8	46.2
.....				
10	12.9 ± 1.5	10.7 ± 1.7	54.6	45.4
11	14.0 ± 2.3	11.9 ± 2.0	54.0	46.0
12	12.2 ± 2.0	13.2 ± 2.3	48.1	51.9
13	11.6 ± 2.0	14.7 ± 1.8	44.0	56.0
14	10.9 ± 1.7	15.8 ± 1.9	40.9	59.1
15	11.6 ± 2.1	16.3 ± 2.5	41.7	58.3
16	10.3 ± 1.7	15.4 ± 1.7	40.1	59.9
17	11.7 ± 1.8	15.8 ± 1.8	42.6	57.4
18	10.8 ± 2.0	15.4 ± 2.0	41.4	58.6
.....				

Tabla N° 53

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en hembras

Ensayo: V-3      Periodo: I

Dietas: A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-2-I (Ca = 4.08%, P = 0.70%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P ——	Ca %	Ca:P
1	21.1	445.9	147.8	2.11	3.0
2	21.8	488.4	152.4	2.24	3.2
3	24.5	593.2	171.2	2.42	3.5
4	25.1	591.2	175.6	2.36	3.4
5	23.6	609.2	165.1	2.59	3.7
6	23.6	612.0	161.1	2.60	3.7
7	23.8	622.2	166.3	2.62	3.7
8	23.4	626.9	163.8	2.68	3.8
9	25.2	614.3	176.3	2.44	3.5
.....					
10	21.2	509.9	148.0	2.41	3.4
11	23.2	563.9	162.5	2.43	3.5
12	22.8	595.6	159.4	2.61	3.7
13	23.6	645.4	165.2	2.74	3.9
14	24.0	679.6	167.7	2.84	4.1
15	25.0	704.3	175.3	2.81	4.0
16	23.1	659.4	161.5	2.85	4.1
17	24.7	680.8	172.7	2.78	4.0
18	23.5	663.9	164.6	2.82	4.0
.....					

Tabla N° 54

Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de Ca y duplicado de P en hembras.

Ensayo: V-3 Período: II

Dietas: A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-2-II (Ca = 4.10%, P = 1.45%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-1-II (g/ave)	Dieta A-2-II (g/ave)	Dieta A-1-II %	Dieta A-2-II %
19	9.9 ± 1.3	15.4 ± 1.9	39.2	60.8
20	8.5 ± 1.2	18.0 ± 1.7	32.2	67.8
21	8.2 ± 1.0	15.1 ± 1.8	35.2	64.8
22	6.4 ± 1.5	13.5 ± 1.2	32.3	67.7
23	8.2 ± 1.4	14.4 ± 1.5	36.3	63.7
24	10.2 ± 1.7	15.0 ± 1.7	40.6	59.4
25	8.2 ± 1.5	16.4 ± 1.5	33.4	66.6
26	7.4 ± 1.8	14.1 ± 1.8	34.5	65.5
27	8.2 ± 1.4	13.4 ± 1.9	38.0	62.0
.....				
28	10.7 ± 1.5	12.5 ± 1.0	46.0	54.0
29	7.7 ± 1.0	14.1 ± 0.8	35.5	64.5
30	9.7 ± 1.4	13.0 ± 1.5	42.6	57.3
31	8.3 ± 2.0	13.2 ± 2.1	38.7	61.3
32	11.2 ± 2.2	15.0 ± 2.0	42.8	57.2
33	11.8 ± 1.9	12.3 ± 2.0	48.9	51.1
34	10.7 ± 1.7	13.5 ± 2.2	44.2	55.8
35	9.1 ± 1.6	12.9 ± 2.2	41.5	58.5
36	8.5 ± 1.2	12.7 ± 1.8	40.2	59.7

Tabla N° 55

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en hembras

Ensayo: V-3      Periodo: II

Dietas: A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-2-II (Ca = 4.10%, P = 1.45%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (ng/ave) ——	P ——	Ca %	Ca:P
19	22.9	662.9	332.1	2.90	2.0
20	24.0	747.3	348.1	3.11	2.1
21	21.1	630.5	305.9	3.02	2.1
22	18.0	560.7	261.4	3.11	2.1
23	20.5	610.4	296.7	2.98	2.1
24	22.8	650.7	330.7	2.85	2.0
25	22.3	684.9	323.1	3.07	2.1
26	19.5	592.0	282.3	3.04	2.1
27	19.6	573.1	283.5	2.93	2.0
.....					
28	21.0	562.1	304.2	2.68	1.8
29	19.8	594.7	286.2	3.01	2.1
30	20.5	571.7	297.8	2.78	1.9
31	19.5	560.6	282.2	2.91	2.0
32	23.7	659.7	343.7	2.78	1.9
33	21.8	564.5	315.9	2.60	1.8
34	21.9	599.3	317.4	2.74	1.9
35	19.9	562.6	288.7	2.82	1.9
36	19.2	549.7	278.2	2.87	2.0

Tabla Nº 56

## Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de Ca en hembras

Ensayo: V-4 Período: I

Dietas: A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-3-I (Ca = 7.50%, P = 0.70%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-1-I (g/ave)	Dieta A-3-I (g/ave)	Dieta A-1-I %	Dieta A-3-I %
1	10.6 ± 1.4	16.4 ± 1.5	39.3	60.7
2	9.6 ± 1.1	18.5 ± 1.3	34.2	65.7
3	11.1 ± 1.6	16.9 ± 2.2	39.6	60.4
4	11.8 ± 2.0	16.3 ± 1.7	41.9	58.1
5	12.7 ± 2.3	15.3 ± 2.6	45.4	54.6
6	11.6 ± 1.7	16.9 ± 2.0	40.9	59.1
7	13.6 ± 2.5	12.4 ± 2.2	52.3	47.7
8	12.7 ± 2.3	12.1 ± 2.4	51.2	48.8
9	12.6 ± 2.3	13.1 ± 2.6	49.1	50.9
.....				
10	10.5 ± 2.2	14.2 ± 2.6	42.6	57.3
11	10.7 ± 1.9	16.8 ± 2.2	38.8	61.1
12	10.7 ± 1.7	14.9 ± 2.4	41.8	58.2
13	11.4 ± 1.4	16.8 ± 1.5	40.3	59.7
14	14.2 ± 1.9	49.9 ± 1.9	49.9	50.1
15	14.9 ± 1.5	14.6 ± 1.8	50.5	49.5
16	15.3 ± 1.9	12.2 ± 1.9	55.6	44.4
17	11.8 ± 1.5	14.6 ± 2.2	44.6	55.4
18	12.8 ± 1.6	14.8 ± 2.1	46.4	53.6
.....				

Tabla N° 57

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en hembras

Ensayo: V-4      Periodo: I

Dietas: A-1-I (Ca = 1.01%, P = 0.70%)

A-3-I (Ca = 7.50%, P = 0.70%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave)	P ——	Ca %	Ca:P
1	24.3	1211.0	170.2	4.98	7.1
2	25.3	1344.9	177.3	5.31	7.6
3	25.2	1249.5	176.5	5.00	7.1
4	25.3	1215.0	177.1	4.80	6.9
5	25.2	1155.1	176.3	4.58	6.5
6	25.7	1254.0	179.7	4.89	7.0
7	23.4	965.9	163.6	4.13	5.9
8	22.3	937.4	156.0	4.21	6.0
9	23.1	1004.5	161.8	4.35	6.2
.....					
10	22.2	1060.4	155.6	4.77	6.8
11	24.8	1239.1	173.4	5.00	7.1
12	23.0	1109.9	161.3	4.82	6.9
13	25.4	1245.5	177.8	4.90	7.0
14	25.5	1093.7	178.7	4.28	6.1
15	26.5	1127.3	185.6	4.25	6.1
16	24.7	967.6	172.9	3.92	5.6
17	23.8	1099.4	166.3	4.63	6.6
18	24.8	1122.0	173.8	4.52	6.5
.....					

Tabla No 58

Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de Ca y duplicado de P en hembras.

Ensayo: V-4 Período: II

Dietas: A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-3-II (Ca = 7.50%, P = 1.45%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-1-II (g/ave)	Dieta A-3-II (g/ave)	Dieta A-1-II %	Dieta A-3-II %
19	9.3 ± 1.7	14.0 ± 1.6	39.9	60.1
20	8.4 ± 1.7	17.4 ± 2.1	32.4	67.6
21	7.0 ± 1.2	16.7 ± 2.0	29.7	70.3
22	7.0 ± 0.9	10.4 ± 1.3	39.9	60.1
23	7.1 ± 1.8	14.3 ± 2.1	33.3	66.7
24	10.5 ± 1.8	12.7 ± 2.5	45.3	54.7
25	11.3 ± 2.1	10.6 ± 2.7	51.7	48.3
26	10.5 ± 1.6	8.5 ± 1.8	55.4	44.6
27	13.4 ± 1.2	10.6 ± 2.2	55.9	44.1
.....				
28	12.7 ± 1.2	8.3 ± 1.5	60.5	39.5
29	11.1 ± 1.1	6.6 ± 0.9	62.6	37.4
30	8.8 ± 1.3	9.4 ± 2.0	48.3	51.7
31	9.7 ± 1.1	10.0 ± 1.8	49.2	50.8
32	13.5 ± 1.2	10.2 ± 1.8	56.9	43.1
33	12.6 ± 1.3	9.1 ± 1.8	58.1	41.9
34	12.6 ± 1.4	9.5 ± 1.8	57.1	42.8
35	11.8 ± 1.2	8.8 ± 1.4	57.4	42.6
36	11.5 ± 1.3	7.9 ± 1.1	59.4	40.6

Tabla Nº 59

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en hembras

Ensayo: V-4 Período: II

Dietas: A-1-II (Ca = 1.00%, P = 1.45%)

A-3-II (Ca = 7.50%, P = 1.45%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P	Ca %	Ca:P
19	21.1	1040.2	308.1	4.92	3.4
20	23.4	1264.4	339.3	5.40	3.7
21	21.5	1204.0	311.8	5.60	3.9
22	15.8	773.5	228.6	4.91	3.4
23	19.4	1040.9	281.4	5.36	3.7
24	21.0	962.1	304.6	4.58	3.2
25	19.8	825.8	287.3	4.17	2.9
26	17.2	675.2	249.2	3.93	2.7
27	21.7	844.7	314.7	3.89	2.7
.....					
28	19.0	681.3	275.2	3.58	2.5
29	16.0	550.7	231.9	3.44	2.4
30	16.5	721.4	238.9	4.38	3.0
31	17.8	770.5	258.2	4.32	3.0
32	21.4	818.3	310.7	3.82	2.6
33	19.6	735.0	234.5	3.75	2.6
34	19.9	762.4	289.7	3.82	2.6
35	18.6	707.3	278.1	3.80	2.6
36	17.5	643.2	254.3	3.67	2.5

Tabla Nº 60

## Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de P en machos

Ensayo: V-5      Periodo: I

Dietas: A-4-I (Ca = 1.40%, P = 0.74%)

A-5-I (Ca = 1.40%, P = 1.52%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-4-I (g/ave)	Dieta A-5-I (g/ave)	Dieta A-4-I %	Dieta A-5-I %
1	4.0 ± 0.7	2.3 ± 0.7	64.0	36.0
2	8.2 ± 0.9	3.0 ± 0.7	73.4	26.6
3	8.9 ± 1.0	3.2 ± 0.6	73.3	26.7
4	9.5 ± 0.8	2.8 ± 0.5	76.9	23.1
5	11.4 ± 0.9	2.7 ± 0.8	81.0	19.0
6	12.3 ± 1.0	2.5 ± 0.7	83.2	16.8
7	12.4 ± 1.0	2.1 ± 0.7	85.3	14.7
8	12.3 ± 0.8	2.1 ± 0.8	85.5	14.5
9	12.6 ± 0.8	1.7 ± 0.7	88.3	11.7
.....				
10	8.7 ± 1.5	5.0 ± 1.2	63.5	36.5
11	11.0 ± 1.5	3.2 ± 0.9	77.2	22.7
12	12.1 ± 1.1	2.0 ± 0.5	86.2	13.8
13	12.4 ± 1.1	2.1 ± 0.8	85.7	14.3
14	11.8 ± 1.1	1.9 ± 0.9	86.5	13.5
15	11.5 ± 1.1	2.1 ± 0.9	84.8	15.2
16	11.9 ± 0.9	1.9 ± 0.7	86.4	13.6
17	12.0 ± 0.9	1.3 ± 0.7	90.0	10.0
18	12.1 ± 0.8	2.0 ± 0.9	85.9	14.1
.....				

Tabla N° 61

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en machos

Ensayo: V-5      Periodo: I

Dietas: A-4-I (Ca = 1.40%, P = 0.74%)

A-5-I (Ca = 1.40%, P = 1.52%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P —— (mg/ave) ——	P %	Ca:P
1	5.8	81.0	59.3	1.00	1.4
2	10.3	144.0	97.7	0.95	1.5
3	11.1	155.6	105.2	0.95	1.5
4	11.3	158.2	103.7	0.92	1.5
5	12.9	181.3	115.2	0.89	1.6
6	13.6	190.3	118.5	0.87	1.6
7	13.3	186.4	113.6	0.85	1.6
8	13.2	185.1	112.9	0.85	1.6
9	13.1	183.8	109.4	0.83	1.7
.....					
10	12.6	176.2	129.0	1.03	1.4
11	13.0	182.6	119.5	0.92	1.5
12	12.9	181.3	110.2	0.85	1.6
13	13.3	186.4	113.6	0.85	1.6
14	12.6	176.1	106.7	0.85	1.7
15	12.5	174.8	107.5	0.86	1.6
16	12.7	177.4	107.4	0.85	1.7
17	12.2	171.0	99.7	0.85	1.6
18	12.9	181.3	110.2	0.85	1.6
.....					

Tabla Nº 62

Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de P y duplicado de Ca en machos.

Ensayo: V-5 Período: II

Dietas: A-4-II (Ca = 3.00%, P = 0.73%)

A-5-II (Ca = 3.01%, P = 1.52%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-4-II (g/ave)	Dieta A-5-II (g/ave)	Dieta A-4-II %	Dieta A-5-II %
19	12.8 ± 0.7	2.3 ± 0.5	84.9	15.1
20	11.3 ± 1.0	2.8 ± 0.9	80.4	19.6
21	11.8 ± 1.0	4.2 ± 1.1	73.6	26.4
22	12.5 ± 0.8	2.3 ± 0.8	84.7	15.3
23	12.0 ± 0.7	1.8 ± 0.6	87.1	12.8
24	12.0 ± 0.8	2.1 ± 0.7	84.8	15.2
25	13.2 ± 0.7	2.2 ± 0.7	85.8	14.2
26	12.3 ± 0.9	2.0 ± 0.7	86.2	13.8
27	12.8 ± 0.9	2.4 ± 1.0	84.0	16.0
.....				
28	13.1 ± 0.5	2.3 ± 0.5	84.9	15.1
29	13.5 ± 1.0	1.8 ± 0.6	88.3	11.7
30	11.9 ± 1.3	1.4 ± 0.6	89.7	10.3
31	13.5 ± 0.9	1.7 ± 0.5	88.8	11.2
32	14.4 ± 0.6	1.1 ± 0.4	92.5	7.5
33	13.0 ± 0.5	1.1 ± 0.3	92.6	7.4
34	13.9 ± 0.5	1.3 ± 0.3	91.7	8.3
35	13.1 ± 0.5	1.4 ± 0.5	90.0	10.0
36	13.3 ± 0.5	1.0 ± 0.4	93.0	7.0

Tabla N° 63

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en machos

Ensayo: V-5      Periodo: II

Dietas: A-4-II (Ca = 3.00%, P = 0.73%)

A-5-II (Ca = 3.00%, P = 1.52%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P ——	P %	Ca:P
19	13.6	408.5	116.1	0.85	3.5
20	12.8	381.9	113.3	0.89	3.4
21	14.5	434.1	136.2	0.94	3.2
22	13.3	400.4	114.2	0.86	3.5
23	12.4	373.1	103.9	0.84	3.6
24	12.7	381.4	108.1	0.85	3.5
25	13.9	416.5	117.4	0.85	3.5
26	12.9	386.7	108.7	0.84	3.6
27	13.7	411.2	117.5	0.86	3.5
.....					
28	13.9	416.5	118.1	0.85	3.5
29	13.8	413.5	113.7	0.82	3.6
30	12.0	359.3	97.6	0.82	3.7
31	13.7	410.7	112.3	0.82	3.7
32	13.9	418.4	109.8	0.79	3.8
33	12.7	380.6	100.6	0.79	3.8
34	13.7	410.4	109.3	0.80	3.8
35	13.1	391.6	105.5	0.81	3.7
36	12.9	386.0	101.2	0.79	3.8

Tabla Nº 64

Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de P en machos

Ensayo: V-6 Período: I

Dietas: A-4-I (Ca = 1.40%, P = 0.74%)

A-6-I (Ca = 1.42%, P = 2.07%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-4-I (g/ave)	Dieta A-6-I (g/ave)	Dieta A-4-I %	Dieta A-6-I %
1	4.4 ± 1.1	2.0 ± 0.5	68.7	31.3
2	9.0 ± 1.2	2.0 ± 0.9	81.7	18.3
3	10.3 ± 0.9	2.4 ± 0.8	81.4	18.6
4	10.9 ± 0.6	1.2 ± 0.5	90.2	9.8
5	12.2 ± 0.7	1.9 ± 0.9	87.2	12.8
6	12.8 ± 0.8	2.0 ± 0.9	86.4	13.6
7	13.7 ± 0.8	1.2 ± 0.5	92.1	7.9
8	12.1 ± 0.5	1.4 ± 0.7	89.9	10.1
9	12.7 ± 0.4	1.3 ± 0.8	90.7	9.3
.....				
10	12.0 ± 1.3	2.1 ± 0.5	85.2	14.8
11	13.7 ± 0.6	1.1 ± 0.5	92.8	7.2
12	14.4 ± 0.8	0.6 ± 0.2	96.0	4.0
13	13.9 ± 0.6	0.9 ± 0.4	93.8	6.2
14	13.0 ± 0.5	0.5 ± 0.3	96.6	3.4
15	12.9 ± 0.5	0.3 ± 0.3	97.6	2.4
16	13.2 ± 0.5	0.4 ± 0.2	97.2	2.8
17	12.0 ± 0.5	0.2 ± 0.2	98.5	1.5
18	13.5 ± 0.4	0.5 ± 0.3	96.8	3.2
.....				

Tabla Nº 65

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en machos

Ensayo: V-6      Periodo: I

Dietas: A-4-I (Ca = 1.40%, P = 0.74%)

A-6-I (Ca = 1.42%, P = 2.07%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P ——	P %	Ca:P
1	5.9	82.9	68.1	1.15	1.2
2	10.1	142.5	99.3	0.98	1.4
3	11.7	164.5	115.8	0.99	1.4
4	11.1	156.7	96.9	0.87	1.6
5	12.9	182.6	119.1	0.92	1.5
6	13.6	191.7	125.1	0.92	1.5
7	13.7	192.9	115.9	0.85	1.7
8	12.4	174.8	108.9	0.88	1.6
9	12.9	181.3	111.1	0.86	1.6
.....					
10	13.0	182.6	121.6	0.94	1.5
11	13.6	191.6	114.0	0.84	1.7
12	13.8	194.2	109.3	0.79	1.8
13	13.6	191.6	111.6	0.82	1.7
14	12.4	174.8	97.8	0.79	1.8
15	12.1	170.9	93.4	0.77	1.8
16	12.5	176.1	97.3	0.78	1.8
17	11.2	157.9	85.3	0.76	1.9
18	12.9	181.2	101.2	0.79	1.8
.....					

Tabla Nº 66

Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de P y duplicado de Ca en machos.

Ensayo: V-6 P: II

Dietas: A-4-II (Ca = 3.00%, P = 0.73%)

A-6-II (Ca = 3.00%, P = 2.06%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-4-II (g/ave)	Dieta A-6-II (g/ave)	Dieta A-4-II %	Dieta A-6-II %
19	14.3 ± 0.8	1.0 ± 0.3	93.5	6.5
20	13.6 ± 0.4	0.9 ± 0.4	94.0	6.0
21	14.4 ± 0.3	1.0 ± 0.5	93.8	6.2
22	13.1 ± 0.4	0.7 ± 0.4	95.1	4.9
23	12.7 ± 0.6	0.7 ± 0.3	94.7	5.3
24	12.5 ± 0.7	0.9 ± 0.6	93.6	6.4
25	13.5 ± 0.8	1.1 ± 0.6	92.3	7.7
26	13.1 ± 0.8	0.6 ± 0.5	95.6	4.4
27	13.0 ± 0.7	1.0 ± 0.4	93.2	6.8
.....				
28	10.0 ± 1.9	3.0 ± 1.0	77.0	23.0
29	9.7 ± 1.5	2.0 ± 0.9	83.3	16.7
30	9.8 ± 1.4	1.0 ± 0.6	90.6	9.4
31	11.0 ± 1.6	1.9 ± 1.2	85.6	14.4
32	12.2 ± 0.6	1.4 ± 0.7	88.7	11.3
33	13.4 ± 0.4	1.1 ± 0.5	92.7	7.3
34	11.6 ± 1.4	1.4 ± 0.6	89.5	10.5
35	9.0 ± 1.2	0.8 ± 0.3	92.2	7.8
36	12.6 ± 0.9	0.6 ± 0.4	95.8	4.2

Tabla Nº 67

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en machos

Ensayo: V-6      Periodo: II

Dietas: A-4-II (Ca = 3.00%, P = 0.73%)

A-6-II (Ca = 3.00%, P = 2.06%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P	P %	Ca:P
19	13.8	413.1	112.8	0.82	3.7
20	13.0	391.4	106.3	0.81	3.7
21	13.9	415.7	113.5	0.82	3.7
22	12.4	372.3	99.2	0.80	3.8
23	12.1	361.6	96.6	0.80	3.7
24	12.1	361.7	99.1	0.82	3.7
25	13.1	394.3	109.5	0.83	3.6
26	12.3	369.6	97.3	0.79	3.8
27	12.6	378.0	104.3	0.83	3.6
.....					
28	11.8	352.8	122.8	1.04	2.9
29	10.6	316.9	101.8	0.96	3.1
30	9.7	291.8	83.3	0.85	3.5
31	11.0	349.2	108.3	0.93	3.2
32	12.2	387.6	106.7	0.87	3.4
33	13.1	391.6	108.8	0.83	3.6
34	11.7	351.4	102.8	0.88	3.4
35	8.3	264.7	74.3	0.84	3.6
36	11.9	356.1	94.1	0.79	3.8

Tabla N<sup>o</sup> 68

## Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de P en hembras

Ensayo: V-7 Período: I

Dietas: A-7-I (Ca = 3.01%, P = 0.74%)

A-8-I (Ca = 3.01%, P = 1.52%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-7-I (g/ave)	Dieta A-8-I (g/ave)	Dieta A-7-I %	Dieta A-8-I %
1	11.1 ± 1.8	7.6 ± 0.9	50.1	40.9
2	18.2 ± 1.3	8.9 ± 1.0	67.3	32.7
3	18.6 ± 1.8	7.6 ± 1.3	71.1	28.9
4	18.3 ± 1.9	7.4 ± 1.7	71.0	29.0
5	21.6 ± 1.2	6.2 ± 1.3	77.9	22.1
6	20.4 ± 1.1	4.9 ± 0.7	80.1	19.9
7	24.2 ± 2.0	4.2 ± 0.6	85.1	14.9
8	21.3 ± 1.4	5.5 ± 0.9	79.6	20.4
9	20.6 ± 1.5	5.3 ± 0.8	79.5	20.5
.....				
10	17.0 ± 1.6	7.0 ± 1.7	70.7	29.3
11	20.4 ± 1.3	5.3 ± 0.8	80.6	19.4
12	23.3 ± 1.2	4.0 ± 0.6	85.3	14.7
13	21.8 ± 1.2	3.4 ± 0.7	86.7	13.3
14	23.2 ± 1.1	3.4 ± 0.7	87.2	17.8
15	22.6 ± 1.0	2.1 ± 0.5	91.5	8.5
16	23.3 ± 1.1	2.7 ± 0.7	89.8	10.2
17	23.3 ± 1.1	1.6 ± 0.5	93.7	6.7
18	22.9 ± 1.0	2.6 ± 0.6	89.8	10.2
.....				

Tabla Nº 69

## Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en hembras

Ensayo: V-7      Periodo: I

Dietas: A-7-I (Ca = 3.01%, P = 0.74%)

A-8-I (Ca = 3.01%, P = 1.52%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P —— (mg/ave) ——	P %	Ca:P
1	17.2	516.6	181.7	1.06	2.8
2	24.9	748.2	248.0	1.00	3.0
3	24.0	723.2	232.5	0.97	3.1
4	23.6	709.4	227.6	0.97	3.1
5	25.5	766.9	233.1	0.92	3.3
6	23.2	697.8	206.8	0.89	3.4
7	26.0	783.1	222.7	0.86	3.5
8	24.6	739.3	221.3	0.90	3.3
9	23.7	714.4	213.8	0.90	3.3
.....					
10	22.0	662.5	213.3	0.97	3.1
11	23.6	708.9	212.4	0.90	3.3
12	25.0	752.7	213.8	0.86	3.5
13	23.1	694.8	195.3	0.85	3.6
14	24.4	733.3	204.7	0.84	3.6
15	22.6	680.7	182.5	0.81	3.7
16	23.8	716.6	195.6	0.82	3.7
17	22.8	686.1	180.2	0.79	3.8
18	23.4	702.9	191.5	0.82	3.7
.....					

Tabla N° 70

Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de P y duplicado de Ca en hembras.

Ensayo: V-7 Período: II

Dietas: A-7-II (Ca = 6.25%, P = 0.78%)

A-8-II (Ca = 6.25%, P = 1.53%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-7-II (g/ave)	Dieta A-8-II (g/ave)	Dieta A-7-II %	Dieta A-8-II %
19	23.0 ± 1.4	5.0 ± 0.8	88.2	11.8
20	22.5 ± 1.5	4.5 ± 0.7	83.3	16.7
21	24.1 ± 1.7	4.1 ± 1.7	85.6	14.4
22	23.4 ± 1.6	3.4 ± 0.9	87.4	12.6
23	23.1 ± 1.6	3.7 ± 0.9	86.1	13.9
24	21.5 ± 1.0	4.2 ± 0.5	83.8	16.2
25	22.8 ± 1.5	3.2 ± 0.5	87.6	12.4
26	23.3 ± 1.2	3.7 ± 0.5	86.3	13.7
27	21.8 ± 1.1	3.3 ± 0.6	86.8	13.2
.....				
28	16.5 ± 1.8	10.2 ± 2.0	61.8	38.2
29	17.2 ± 2.2	8.9 ± 2.1	65.8	34.2
30	19.2 ± 1.3	6.8 ± 1.5	74.0	26.0
31	19.1 ± 2.1	7.2 ± 1.8	72.6	27.4
32	20.3 ± 1.0	7.3 ± 2.0	73.6	26.4
33	21.1 ± 1.1	7.0 ± 1.8	75.2	24.8
34	20.3 ± 1.2	7.1 ± 1.5	74.1	25.9
35	21.6 ± 1.5	6.5 ± 1.2	76.9	23.1
36	19.2 ± 1.0	5.1 ± 1.3	79.0	21.0

Tabla Nº 71

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en hembras

Ensayo: V-7      Periodo: II

Dietas: A-7-II (Ca = 6.25%, P = 0.73%)

A-7-II (Ca = 6.25%, P = 1.53%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P	P %	Ca:P
19	25.0	1561.7	218.3	0.87	7.2
20	24.1	1505.5	208.1	0.86	7.2
21	25.1	1571.7	213.0	0.85	7.4
22	23.9	1493.1	198.8	0.83	7.5
23	23.9	1493.4	201.0	0.84	7.4
24	22.9	1432.9	197.5	0.86	7.3
25	23.1	1448.4	192.1	0.83	7.5
26	24.1	1504.6	202.3	0.84	7.4
27	22.3	1396.5	187.0	0.84	7.5
.....					
28	24.2	1512.7	252.0	1.04	6.0
29	23.4	1460.8	234.5	1.00	6.2
30	23.2	1452.7	218.5	0.94	6.6
31	23.5	1469.8	223.3	0.95	6.6
32	24.7	1542.2	232.5	0.94	6.6
33	25.1	1569.6	233.5	0.93	6.7
34	24.5	1530.8	229.7	0.94	6.6
35	25.1	1569.0	229.9	0.92	6.8
36	21.7	1356.2	195.0	0.90	7.0

Tabla Nº 72

## Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de P en hembras

Ensayo: V-8 Período: I

Dietas: A-7-I (Ca = 3.01%, P = 0.74%)

A-9-I (Ca = 3.00%, P = 2.06%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-7-I (g/ave)	Dieta A-9-I (g/ave)	Dieta A-7-I %	Dieta A-9-I %
1	11.1 ± 1.8	7.6 ± 0.9	59.2	40.8
2	19.7 ± 1.4	5.9 ± 1.1	77.1	22.9
3	19.3 ± 1.7	4.9 ± 1.0	79.8	20.2
4	22.1 ± 2.2	3.3 ± 1.1	86.6	13.4
5	21.6 ± 1.2	6.2 ± 1.3	77.9	22.1
6	23.8 ± 1.9	3.0 ± 1.1	88.7	11.3
7	24.6 ± 2.3	3.6 ± 1.5	87.2	12.8
8	24.6 ± 1.6	2.3 ± 1.1	91.6	8.4
9	25.3 ± 2.0	1.8 ± 1.5	91.6	8.4
.....				
10	22.8 ± 1.6	3.2 ± 0.8	87.8	12.2
11	24.7 ± 1.1	2.0 ± 0.5	92.4	7.6
12	22.6 ± 0.7	2.8 ± 0.6	89.3	10.7
13	23.7 ± 0.8	2.2 ± 0.6	91.4	8.6
14	24.4 ± 1.0	1.8 ± 0.5	93.2	6.8
15	23.8 ± 1.3	0.8 ± 0.2	96.9	3.1
16	24.4 ± 1.0	1.2 ± 0.4	94.9	5.1
17	24.5 ± 1.2	0.7 ± 0.3	97.2	2.3
18	22.5 ± 1.2	1.1 ± 0.4	95.3	4.7
.....				

Tabla N° 73

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en hembras

Ensayo: V-8      Periodo: I

Dietas: A-7-I (Ca = 3.01%, P = 0.74%)

A-9-I (Ca = 3.00%, P = 2.06%)

Día	S.S. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P —— (mg/ave) ——	P %	Ca:P
1	17.2	516.1	220.3	1.28	2.3
2	23.5	704.8	246.1	1.05	2.9
3	22.2	666.1	224.3	1.01	3.0
4	23.3	698.4	212.7	0.91	3.3
5	25.5	765.3	264.7	1.04	2.9
6	24.6	736.7	218.4	0.89	3.4
7	25.8	775.4	235.3	0.91	3.3
8	24.7	739.2	216.5	0.85	3.5
9	24.8	744.5	205.7	0.83	3.6
.....					
10	23.8	714.9	215.5	0.90	3.3
11	24.5	733.6	205.4	0.84	3.6
12	23.3	698.2	206.5	0.89	3.4
13	23.7	711.7	202.5	0.85	3.5
14	24.0	719.8	199.6	0.83	3.6
15	22.5	675.6	176.4	0.78	3.8
16	23.4	703.2	188.1	0.80	3.7
17	23.1	692.0	179.3	0.78	3.9
18	21.6	648.2	173.4	0.80	3.7
.....					

Tabla Nº 74

Consumo espontáneo de dos dietas con distintos niveles de P y duplicados de Ca en hembras.

Ensayo: V-8      Periodo: II

Dietas: A-7-II (Ca = 6.25%, P = 0.73%)

A-9-II (Ca = 6.24%, P = 2.06%)

Días	Consumo absoluto		Consumo relativo	
	Dieta A-7-II (g/ave)	Dieta A-9-II (g/ave)	Dieta A-7-II %	Dieta A-9-II %
19	23.3 ± 1.6	2.4 ± 0.4	90.5	9.5
20	23.3 ± 1.2	2.4 ± 0.6	90.6	9.4
21	25.8 ± 1.2	2.3 ± 0.5	91.8	8.2
22	25.1 ± 1.2	1.7 ± 0.4	93.7	6.3
23	24.0 ± 1.2	2.6 ± 0.9	90.3	9.7
24	23.3 ± 1.5	2.4 ± 0.9	90.8	9.2
25	25.7 ± 1.5	2.6 ± 0.7	90.9	9.1
26	23.4 ± 1.7	2.0 ± 1.1	92.1	7.9
27	25.4 ± 1.5	2.5 ± 1.1	91.0	9.0
.....				
28	17.0 ± 2.7	6.6 ± 2.0	72.1	27.9
29	19.7 ± 2.9	6.0 ± 2.6	76.7	23.3
30	22.0 ± 2.0	3.9 ± 1.2	85.1	14.9
31	21.6 ± 2.4	3.6 ± 1.3	85.8	14.2
32	23.5 ± 2.4	3.7 ± 1.4	86.5	13.5
33	23.2 ± 2.3	3.4 ± 1.2	87.3	12.7
34	21.4 ± 1.8	2.4 ± 0.9	89.8	10.2
35	21.7 ± 1.5	2.9 ± 1.0	88.1	11.9
36	17.8 ± 2.0	3.2 ± 1.3	84.8	15.2

Tabla N° 75

Ingestas consecuentes al consumo espontáneo de ambas dietas en hembras

Ensayo: V-8      Periodo: II

Dietas: A-7-II (Ca = 6.25%, P = 0.73%)

A-9-II (Ca = 6.24%, P = 2.06%)

Día	s.s. (g/ave)	Ca —— (mg/ave) ——	P	P %	Ca:P
19	22.9	1431.0	196.2	0.86	7.3
20	22.9	1431.0	196.2	0.86	7.3
21	25.0	1564.2	210.5	0.84	7.4
22	23.9	1491.2	194.7	0.82	7.7
23	23.7	1481.2	204.4	0.86	7.2
24	22.9	1431.0	196.2	0.86	7.3
25	25.2	1575.7	215.5	0.85	7.3
26	22.6	1413.8	189.3	0.84	7.5
27	24.9	1553.3	211.7	0.85	7.3
.....					
28	21.1	1319.5	232.9	1.11	5.6
29	23.0	1435.5	240.2	1.05	6.0
30	23.1	1443.9	215.8	0.93	6.7
31	22.5	1404.7	207.6	0.92	6.8
32	24.3	1515.9	221.8	0.91	6.8
33	23.7	1482.2	214.2	0.90	6.9
34	21.2	1325.4	183.8	0.87	7.2
35	22.0	1370.5	195.1	0.89	7.0
36	18.7	1170.8	175.4	0.94	6.7

Tabla N° 76

Variaciones ponderales en machos

Ensayo: V-1

Dietas: Periodo I (días 1-18) A-1-I y A-2-I

Periodo II (días 19-36) A-1-II y A-2-II

N°	Peso del ave			Incremento de peso	
	Día 0	Día 18 (g)	Día 36	Periodo I (g/18 días)	Periodo II
101	147	151	151	4	0
102	123	152	155	29	3
103	154	163	151	9	-12
104	141	140	134	-1	-6
105	157	164	154	7	-10
106	158	159	143	1	-16
107	150	148	145	-2	-3
108	129	132	135	3	3
109	162	164	164	2	0
110	158	167	159	9	-8
$\bar{X}$	148	154	149	6	4
E.S.	4	4	3	3	2

Tabla N° 77

Variaciones ponderales en machos

Ensayo: V-2

Dietas: Periodo I (dias 1-18) A-1-I y A-3-I

Periodo II (dias 19-36) A-1-II y A-3-II

N°	Peso del ave			Incremento de peso	
	Dia 0	Dia 18	Dia 36	Periodo I	Periodo II
	(g)			(g/18 dias)	
111	186	200	185	14	-15
112	148	152	147	4	- 5
113	120	152	144	32	8
114	146	145	130	- 1	-15
115	130	134	132	4	- 2
116	142	139	141	- 3	2
117	164	159	159	- 5	0
118	154	156	148	2	- 8
119	153	147	153	- 6	6
120	134	128	139	- 6	11
$\bar{x}$	147	151	147	4	- 4
E.S.	6	6	5	4	3

Tabla N° 78

Variaciones ponderales en hembras

Ensayo: V-3

Dietas: Periodo I (días 1-18) A-1-I y A-2-I

Periodo II (días 19-36) A-1-II y A-2-II

N°	Peso del ave			Incremento de peso	
	Día 0	Día 18	Día 36	Periodo I	Periodo II
	(g)			(g/18 días)	
121	175	199	161	24	-38
122	172	188	183	16	- 5
123	181	194	166	14	-28
124	180	191	172	11	-19
125	174	182	166	8	-16
126	160	174	159	14	-15
127	183	167	163	-16	- 4
128	218	214	199	- 4	-15
129	195	204	160	9	-44
130	174	187	171	13	-16
$\bar{x}$	181	190	170	9	20
E.S.	5	4	4	3	4

Tabla N° 79

Variaciones ponderales en hembras

Ensayo: V-4

Dietas: Periodo I (días 1-18) A-1-I y A-3-I

Periodo II (días 19-36) A-1-II y A-3-II

N°	Peso del ave			Incremento de peso	
	Día 0	Día 18	Día 36	Periodo I	Periodo II
	(g)			(g/18 días)	
131	177	185	158	9	-27
132	181	207	188	26	-19
133	159	167	136	8	-31
134	202	217	156	15	-62
135	193	187	150	- 6	-37
136	184	196	188	12	- 8
137	178	176	171	- 2	- 5
138	176	170	150	- 6	-20
139	174	178	161	4	-17
140	180	196	183	16	-13
$\bar{x}$	181	188	164	7	-24
E.S.	4	5	6	3	5

Tabla N° 80

Variaciones ponderales en machos

Ensayo: V-5

Dietas: Periodo I (días 1-18) A-4-I y A-5-I

Periodo II (días 19-36) A-4-II y A-5-II

N°	Peso del ave			Incremento de peso	
	Día 0	Día 18	Día 36	Periodo I	Periodo II
	(g)			(g/18 días)	
141	171	163	169	- 8	6
142	150	143	143	7	0
143	152	159	155	7	4
144	155	142	145	-13	3
145	145	141	146	- 4	5
146	190	180	181	-10	1
147	148	146	149	- 2	3
148	150	143	151	- 7	8
149	135	133	137	- 2	4
150	135	145	141	11	- 4
$\bar{X}$	153	147	150	- 4	2
E.S.	5	5	5	2	1

Tabla Nº 81

Variaciones ponderales en machos

Ensayo: V-6

Dietas: Periodo I (dias 1-18) A-4-I y A-6-I

Periodo II (dias 19-36) A-4-II y A-6-II

Nº	Peso del ave			Incremento de peso	
	Dia 0	Dia 18	Dia 36	Periodo I	Periodo II
	(g)			(g/18 dias)	
151	172	169	168	- 3	- 1
152	166	165	167	- 1	2
153	159	165	167	6	2
154	173	165	158	- 8	- 7
155	148	144	144	- 4	0
156	159	156	149	- 3	- 7
157	133	130	131	- 3	1
158	147	144	140	- 3	- 4
159	137	135	140	- 2	5
160	137	138	141	1	3
$\bar{x}$	153	151	150	- 2	1
E.S.	5	5	4	1	1

Tabla N° 82

Variaciones ponderales en hembras

Ensayo: V-7

Dietas: Periodo I (días 1-18) A-7-I y A-8-I

Periodo II (días 19-36) A-7-II y A-8-II

N°	Peso del ave			Incremento de peso	
	Día 0	Día 18 (g)	Día 36	Periodo I (g/18 días)	Periodo II
161	185	188	191	3	3
162	188	189	184	1	- 5
163	150	143	146	- 8	3
164	189	184	189	- 5	5
165	171	176	177	5	1
166	174	162	170	-12	8
167	191	206	214	15	8
168	176	183	183	7	0
169	176	187	189	11	2
170	191	190	193	- 1	3
$\bar{x}$	179	181	184	1	3
E.S.	4	5	4	3	1

Tabla Nº 83

Variaciones ponderales en hembras

Ensayo: V-8

Dietas: Periodo I (días 1-18) A-7-I y A-9-I

Periodo II (días 19-36) A-7-II y A-9-II

Nº	Peso del ave			Incremento de peso	
	Día 0	Día 18	Día 36	Periodo I	Periodo II
	(g)			(g/18 días)	
171	182	178	165	- 4	-13
172	197	206	203	9	- 3
173	202	209	205	7	- 4
174	172	176	177	4	1
175	179	161	126	-18	-35
176	167	177	178	10	1
177	180	186	186	6	0
178	171	188	198	17	10
179	166	171	162	5	- 8
180	180	185	175	5	-10
$\bar{x}$	180	184	177	4	- 6
E.S.	4	5	7	3	4

Frecuencia de puesta en las codornices que consumen dietas  
con distintos niveles de Ca

Tabla Nº 84

Ensayo: V-3

Dietas: Periodo I A-1-I y A-2-I  
Periodo II A-1-II y A-2-II

Nº	Periodo I —— (huevos/día) ——	Periodo II —— (huevos/día) ——
121	0.833	0.722
122	0.778	0.722
123	1.000	0.722
124	1.000	0.944
215	1.000	0.944
126	1.000	0.944
127	0.833	0.333
128	1.000	0.833
129	1.000	0.556
130	0.667	0.556
$\bar{X}$	0.911	0.728
E.S.	0.039	0.064

Ensayo: V-4

Dietas: Periodo I A-1-I y A-3-I  
Periodo II A-1-II y A-3-II

Nº	Periodo I —— (huevos/día) ——	Periodo II —— (huevos/día) ——
131	1.000	0.556
132	1.000	0.444
133	1.000	0.778
134	1.000	0.778
135	1.000	0.772
136	1.000	0.611
137	0.833	0.389
138	0.667	0.333
139	0.944	0.883
140	1.000	0.944
$\bar{X}$	0.944	0.639
E.S.	0.035	0.065

Frecuencia de puesta en las codornices que consumen dietas  
con distintos valores de P

Tabla Nº 85

Ensayo: V-7

Dietas: Periodo I A-7-I y A-8-I  
Periodo II A-7-II y A-8-II

Nº	Periodo I —— (huevos/día) ——	Periodo II —— (huevos/día) ——
161	0.778	0.833
162	1.000	1.000
163	0.944	1.000
164	0.889	1.000
165	0.944	1.000
166	0.778	0.778
167	0.722	0.500
168	0.889	0.889
169	0.944	1.000
170	0.889	0.889
<hr/>		
$\bar{X}$	0.877	0.889
E.S.	0.034	0.050

Ensayo: V-8

Dietas: Periodo I A-7-I y A-9-I  
Periodo II A-7-II y A-9-II

Nº	Periodo I —— (huevos/día) ——	Periodo II —— (huevos/día) ——
171	0.833	0.778
172	1.000	0.889
173	0.778	0.778
174	0.889	0.889
175	0.778	0.722
176	1.000	1.000
177	0.889	0.833
178	1.000	1.000
179	1.000	1.000
180	0.667	0.722
<hr/>		
$\bar{X}$	0.883	0.861
E.S.	0.037	0.035

Mineralización ósea y Ca en sangre de codornices machos

Tabla Nº 86

Ensayo: V-1

Dietas: Periodo I A-1-I y A-2-I

Periodo II A-1-II y A-2-II

Nº	Peso	Mineralización ósea			Ca:P	Valores hemáticos		
		Cenizas	Ca	P		Sangre	Plasma	Hto
		(mg/femur)			-(mg Ca/100 ml)-			
101	371.7	146.5	54.4	25.6	2.1	5.4	13.1	46
102	358.4	145.4	53.3	26.3	2.0	6.9	13.5	48
103	361.8	146.0	52.3	26.0	2.0	7.0	14.6	56
104	369.5	166.8	59.0	30.0	2.0	5.9	13.5	50
105	373.9	149.4	54.1	26.5	2.0	5.4	13.0	54
106	334.6	139.4	50.0	24.6	2.0	6.8	14.3	52
107	402.4	170.1	62.7	30.1	2.1	5.3	10.9	50
108	340.1	140.1	51.6	25.3	2.0	5.7	10.3	50
109	398.9	156.6	55.5	27.9	2.0	5.8	11.0	55
110	391.0	154.5	54.6	27.9	2.0	6.3	10.1	54
$\bar{X}$	370.2	151.5	54.7	27.1	2.0	6.1	12.4	51
E.S.	7.2	3.3	0.6	0.6	0.1	0.2	0.5	1

Mineralización ósea y Ca en sangre de codornices machos

Tabla Nº 87

Ensayo: V-2

Dietas: Periodo I A-1-I y A-3-I

Periodo II A-1-II y A-3-II

Nº	Peso	Mineralización ósea				Ca:P	Valores hemáticos		
		Cenizas	Ca	P			Sangre	Plasma	Hto
		(mg/femur)						(mg Ca/100 ml)	%
111	404.8	164.4	59.5	29.6	2.0	5.7	13.1	52	
112	379.1	156.0	58.8	27.9	2.1	6.6	13.5	46	
113	329.1	120.5	43.3	21.3	2.0	6.3	14.6	46	
114	353.6	141.6	50.6	26.3	1.9	6.3	13.5	53	
115	356.1	151.8	52.9	26.3	2.0	5.4	13.0	48	
116	351.1	146.1	53.8	26.4	2.0	6.7	14.3	46	
117	392.1	155.8	56.6	28.7	2.0	5.7	10.9	47	
118	384.2	164.9	58.4	29.7	2.0	5.6	10.3	50	
119	399.3	159.2	56.9	28.7	2.0	5.7	11.0	48	
120	353.8	147.1	52.3	27.1	1.9	5.1	10.1	53	
$\bar{X}$	349.7	150.7	54.3	27.2	2.0	6.2	12.4	49	
E.S.	8.3	4.1	0.5	0.8	0.1	0.4	0.5	1	

Ensayo: V-3

Dietas: Periodo I A-1-I y A-2-I

Periodo II A-1-II y A-2-II

Nº	Mineralización ósea					Valores hemáticos		
	Peso	Cenizas	Ca	P	Ca:P	Sangre	Plasma	Hto
	(mg/femur)					(mg Ca/100 ml)		
121	328.0	182.2	65.4	33.9	1.9	9.6	19.9	49
122	325.6	207.3	80.0	38.8	2.1	13.9	22.1	38
123	363.3	222.4	81.3	40.0	2.0	8.8	18.0	46
124	302.4	190.4	69.0	34.2	2.0	14.7	22.1	38
125	343.6	231.4	86.0	40.0	2.2	12.2	23.2	35
126	279.5	173.1	63.8	30.5	2.1	11.1	25.1	43
127	371.7	234.2	87.5	41.5	2.1	12.2	19.1	42
128	337.5	206.9	75.0	37.9	2.0	11.2	21.6	40
129	301.3	185.8	68.5	34.8	2.0	7.9	17.0	50
130	362.8	242.1	87.3	42.7	2.0	20.0	21.3	50
$\bar{X}$	331.6	207.6	76.4	37.4	2.0	12.2	20.9	43
E.S.	9.6	7.7	2.9	1.2	0.1	1.1	0.8	2

Mineralización ósea y Ca en sangre de codornices hembras.

Tabla Nº 89

Ensayo: V-4

Dietas: Periodo I A-1-I y A-3-I

Periodo II A-1-II y A-3-II

Nº	Peso	Mineralización ósea				Valores hemáticos		
		Cenizas	Ca	P	Ca:P	Sangre	Plasma	Hto
		(mg/femur)				(mg Ca/100 ml)		
						%		
131	365.4	236.4	85.5	42.5	2.0	12.0	20.0	48
132	367.8	236.3	83.9	41.7	2.0	14.6	19.5	38
133	278.1	169.9	61.3	30.5	2.0	12.1	20.9	44
134	337.5	215.2	77.5	38.2	2.0	7.7	17.0	43
135	341.8	221.5	96.5	48.5	2.0	13.1	24.4	47
136	335.9	217.2	77.0	38.6	2.0	11.9	21.5	47
137	337.7	214.1	75.0	38.2	2.0	14.3	20.0	41
138	336.9	227.3	80.0	40.2	2.0	12.0	16.0	40
139	251.6	161.8	58.7	28.6	2.1	13.6	23.1	40
140	352.7	229.8	86.6	40.1	2.2	12.2	22.4	42
$\bar{X}$	330.5	213.0	78.2	38.7	2.0	12.4	20.5	43
E.S.	11.7	8.3	3.6	1.8	0.1	0.6	0.8	1

Ensayo: V-5

Dietas: Periodo I A-4-I y A-5-I

Periodo II A-4-II y A-5-II

Nº	Peso	Mineralización ósea			Ca:P	Valores Hemáticos		Hto %
		Cenizas	Ca	P		Sangre	Plasma	
		(mg/femur)			(mg Ca/100 ml)			
141	334.4	150.6	58.3	26.1	2.2	6.0	9.4	55
142	325.2	139.6	53.6	25.0	2.1	5.8	9.7	50
143	405.6	160.4	61.7	28.4	2.2	6.2	10.3	44
144	372.2	162.0	63.2	28.5	2.2	7.1	13.4	52
145	343.7	144.5	53.6	25.9	2.1	6.5	10.0	46
146	415.8	160.0	61.2	28.4	2.2	6.8	11.6	48
147	333.8	151.0	57.3	26.1	2.2	6.0	10.6	53
148	335.5	143.4	56.0	26.1	2.2	7.3	11.6	49
149	335.0	151.7	56.7	26.1	2.2	6.1	9.9	43
150	338.3	145.6	55.2	26.0	2.1	6.2	9.9	53
$\bar{X}$	353.9	150.9	57.6	26.6	2.2	6.6	10.6	50
E.S.	10.3	2.5	1.0	0.4	0.1	0.2	0.4	1

Mineralización ósea y Ca en sangre de codornices machos

Tabla Nº 91

Ensayo: V-6

Dietas: Periodo I A-4-I y A-6-I

Periodo II A-4-II y A-6-II

Nº	Mineralización ósea					Valores hemáticos		
	Peso	Cenizas	Ca	P	Ca:P	Sangre	Plasma	Hto
	(mg/femur)					(mg Ca/100 ml)		
151	335.4	144.2	56.2	26.5	2.1	5.8	9.6	46
152	368.2	164.3	62.4	29.3	2.1	6.2	10.3	48
153	398.3	173.2	65.7	31.3	2.1	7.2	11.6	45
154	384.0	146.1	58.4	26.7	2.2	6.3	9.9	46
155	308.8	131.0	52.5	23.7	2.2	6.0	9.9	47
156	355.8	145.7	55.6	26.6	2.1	7.8	11.8	47
157	307.2	135.2	52.3	24.1	2.2	6.1	9.4	48
158	361.0	159.2	56.8	27.0	2.1	6.7	12.2	53
159	320.4	136.2	53.8	25.1	2.2	6.2	9.5	52
160	334.2	140.9	55.6	24.9	2.2	7.1	11.1	49
$\bar{X}$	347.3	147.6	53.9	26.5	2.2	6.5	10.5	48
E.S.	9.9	4.3	1.4	0.7	0.1	0.2	0.4	1

Ensayo: V-7

Dietas: Periodo I A-7-I y A-8-I

Periodo II A-7-II y A-8-II

Nº	Peso	Mineralización ósea			Ca:P	Valores hemáticos		Hto %
		Cenizas	Ca	P		Sangre (mg Ca/100 ml)	Plasma	
		(mg/femur)						
161	400.8	251.5	88.6	42.3	2.1	17.9	25.8	38
162	347.0	214.6	86.9	39.5	2.2	21.6	29.8	39
163	369.4	231.3	86.9	41.7	2.1	19.5	28.5	41
164	384.2	247.9	85.7	44.3	1.9	16.9	28.6	46
165	316.2	189.3	80.8	38.2	2.1	19.0	28.8	38
166	461.7	323.9	101.9	50.9	2.0	19.5	28.0	41
167	432.3	272.5	102.5	47.0	2.2	18.6	27.0	46
168	318.5	183.2	80.8	38.5	2.1	20.8	30.4	42
169	298.4	174.2	79.4	36.6	2.2	21.1	28.0	46
170	365.1	224.5	84.3	39.6	2.1	20.1	29.3	36
$\bar{X}$	369.4	231.3	87.2	41.9	2.1	19.5	28.5	41
E.S.	18.5	16.1	2.6	1.4	0.1	0.5	0.5	1

Mineralización ósea y Ca en sangre de codornices hembras.

Tabla Nº 93

Ensayo: V-8

Dietas: Periodo I A-7-I y A-9-I

Periodo II A-7-II y A-9-II

Nº	Mineralización ósea					Valores hemáticos		
	Peso	Cenizas	Ca	P	Ca:P	Sangre	Plasma	Hto
	(mg/femur)					(mg Ca/100 ml)		
171	266.9	158.5	71.2	32.8	2.2	18.9	26.9	44
172	376.6	233.3	86.0	40.8	2.1	17.9	26.8	40
173	425.5	280.9	101.2	49.0	2.1	17.4	25.0	43
174	306.5	179.0	70.4	31.8	2.2	16.9	27.1	39
175	423.5	263.6	100.2	47.0	2.1	17.0	23.4	51
176	404.0	279.7	99.2	48.9	2.0	19.4	30.0	42
177	382.6	234.9	87.3	42.5	2.1	18.7	29.2	43
178	402.5	240.6	88.8	42.6	2.1	20.5	30.5	41
179	333.1	199.5	76.4	35.9	2.1	19.2	27.3	38
180	390.9	271.1	99.7	47.0	2.1	16.1	25.9	40
$\bar{x}$	371.2	234.5	88.0	41.8	2.1	18.2	27.2	42
E.S.	16.6	13.6	4.0	2.1	0.1	0.4	0.7	1

5.- DISCUSION DE RESULTADOS.

Ingesta de alimento, variaciones ponderales, puesta y mineralización del fémur en los ensayos y balances

TABLA I

Ensayo	Nivel dietario		ss ingerida (g/ave/día)	Δ peso (g/18 días)	Fr. puesta (huevo/día)	Mineralización del fémur				
	Ca %	P %				Peso seco	Ceniza	Ca	P	Ca:P
B-1 (♂)	1.54	0.80	13.8 a	- 4	--	364.5 a	147.8 a	-	-	-
B-3 (♂)	3.20	0.81	13.1 a	- 2	--	336.7 a	141.1 a	-	-	-
B-5 (♂)	1.57	1.66	11.2 b	- 4	--	346.2 a	138.6 a	-	-	-
B-7 (♂)	3.40	1.71	13.9 a	-16 *	--	355.6 a	142.0 a	-	-	-
B-9 (♂)	2.20	0.81	14.4 a	0	--	352.1 a	157.3 a	59.8	27.2	2.2
B-2 (♀)	3.40	0.85	23.8 a	- 1	0.917 a	349.6 a	227.8 a	-	-	-
B-4 (♀)	6.60	0.82	22.5 a	-15 *	0.838 a	326.1 a	206.1 a	-	-	-
B-6 (♀)	3.42	1.63	19.0 b	-12 *	0.625 b	339.5 a	222.3 a	-	-	-
B-8 (♀)	6.54	1.68	18.2 b	-24 *	0.328 a	390.3 a	265.0 a	-	-	-
B-10(♀)	2.80	0.90	24.0 a	2	0.950 a	328.5 a	216.8 a	81.8	37.1	2.2

Distinta letra indica diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los animales de un mismo sexo.

\* Variaciones de peso distintas de cero significativamente ( $P < 0.05$ ).

Balance de Ca en los distintos ensayos

TABLA II

Ensayos	Dieta	Ca %	P %	I Ex Hu El U R					
				(mg/ave/dfa)					
B-1 (♂)	F-1	1.54	0.80	212.5	256.2	-	-	-	-43.7 b
B-3 (♂)	F-3	3.20	0.81	433.3	363.9	-	-	-	69.4 c
B-5 (♂)	F-5	1.57	1.66	176.4	214.3	-	-	-	-37.9 b
B-7 (♂)	F-7	3.40	1.71	486.3	391.3	-	-	-	95.0 c
B-9 (♂)	F-9	2.20	0.81	316.8	313.5	-	-	-	3.3 a
B-2 (♀)	F-2	3.40	0.85	822.2	465.9	258.7	724.7	356.3	92.5 c
B-4 (♀)	F-4	6.60	0.82	1490.9	1068.1	242.2	1310.2	422.8	180.7 d
B-6 (♀)	F-6	3.42	1.63	674.5	439.2	177.8	617.0	235.3	57.5 b
B-8 (♀)	F-8	6.54	1.68	1199.9	1142.5	78.5	1221.0	57.4	-21.1 a
B-10(♀)	F-10	2.80	0.90	675.0	414.2	256.9	671.1	260.8	3.9 a

Letras diferentes de la "a" indican balance distinto de cero ( $P < 0.05$ ). Machos y hembras se estudiaron independientemente.

Balance de P en los distintos ensayos

TABLA III

Ensayos	Dieta	Ca %	P %	I	Ex	Hu (mg/ave/día)				R
						E1	U			
B-1 (♂)	F-1	1.54	0.80	114.0	105.9	-	-	-	-	8.1 b
B-3 (♂)	F-3	3.20	0.81	105.9	106.2	-	-	-	-	-0.3 a
B-5 (♂)	F-5	1.57	1.66	185.1	188.0	-	-	-	-	-2.9 a
B-7 (♂)	F-7	3.40	1.71	239.3	238.3	-	-	-	-	1.0 a
B-9 (♂)	F-9	2.20	0.81	116.6	117.0	-	-	-	-	0.4 a
B-2 (♀)	F-2	3.40	0.85	200.0	171.5	21.0	192.5	28.5		7.5 a
B-4 (♀)	F-4	6.60	0.82	188.7	183.1	18.4	201.5	0.6		-17.8 a
B-6 (♀)	F-6	3.42	1.63	312.0	267.1	13.9	280.9	44.9		31.0 b
B-8 (♀)	F-8	6.54	1.68	304.5	316.4	7.1	323.6	-12.0		-19.1 c
B-10(♀)	F-10	2.80	0.90	217.1	193.5	20.2	213.9	23.2		3.4 a

Letra diferente de la "a" indica balance distinto de cero ( $P < 0.05$ ) Machos y hembras se estudiaron independientemente.

Características de los huevos de los ensayos de balance      TABLA IV

Parámetros físicos

Ensayo	Peso (g)	Vol. (cc)	$\rho$ (g/cc)	d — (cm) —	D	Esp. ( $\mu$ )
B-2	10.474	9.802	1.068 a	2.48	3.16	1.73
B-4	10.466	9.804	1.067 a	2.47	3.15	165
B-6	10.408	9.790	1.063 b	2.46	3.07	152
B-8	9.949	8.804	1.063 b	2.46	3.07	152
B-10	10.515	9.854	1.067 a	2.49	3.13	174

Composición en Ca y P

Ensayo	Huevo		Cascara	
	Ca —— (mg) ——	P	Ca —— (mg) ——	P
B-2	281.3 a	22.7	275.3 a	3.4 a
B-4	286.6 a	21.8	280.0 a	4.7 a
B-6	280.5 a	22.2	275.2 a	4.7 a
B-8	215.4 b	21.0	210.4 b	2.3 b
B-10	282.5 a	22.4	272.5 c	3.4 a

Cuando existen diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) se señalan con distintas letras.

CONSUMO RELATIVO DE DOS DIETAS CON DISTINTO NIVEL DE Ca POR ♂  
 ENSAYO V-1

11

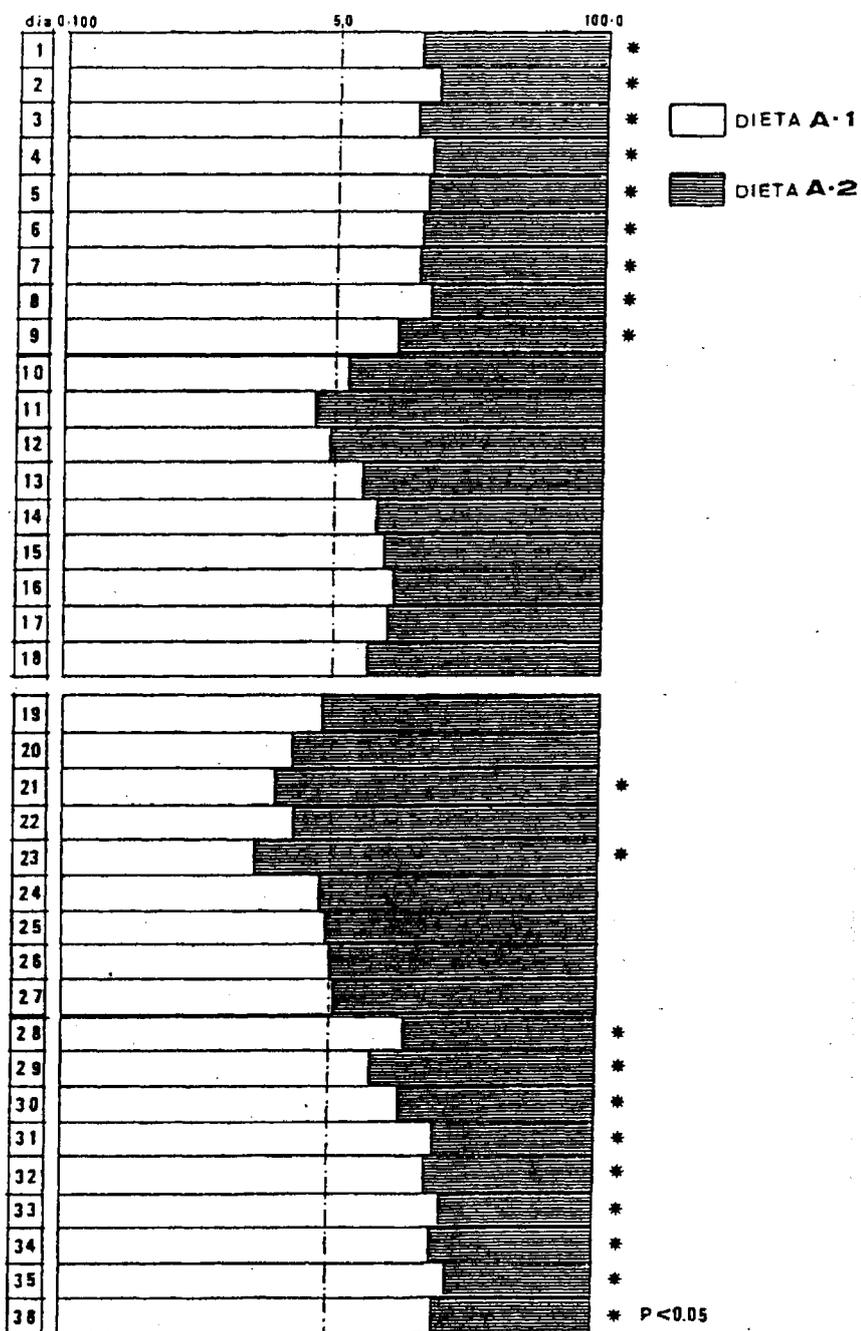


FIGURA 7

RESUMEN RELATIVO DE DOS DIETAS CON DISTINTO NIVEL DE Ca POR ♂  
 ENSAYO V-2

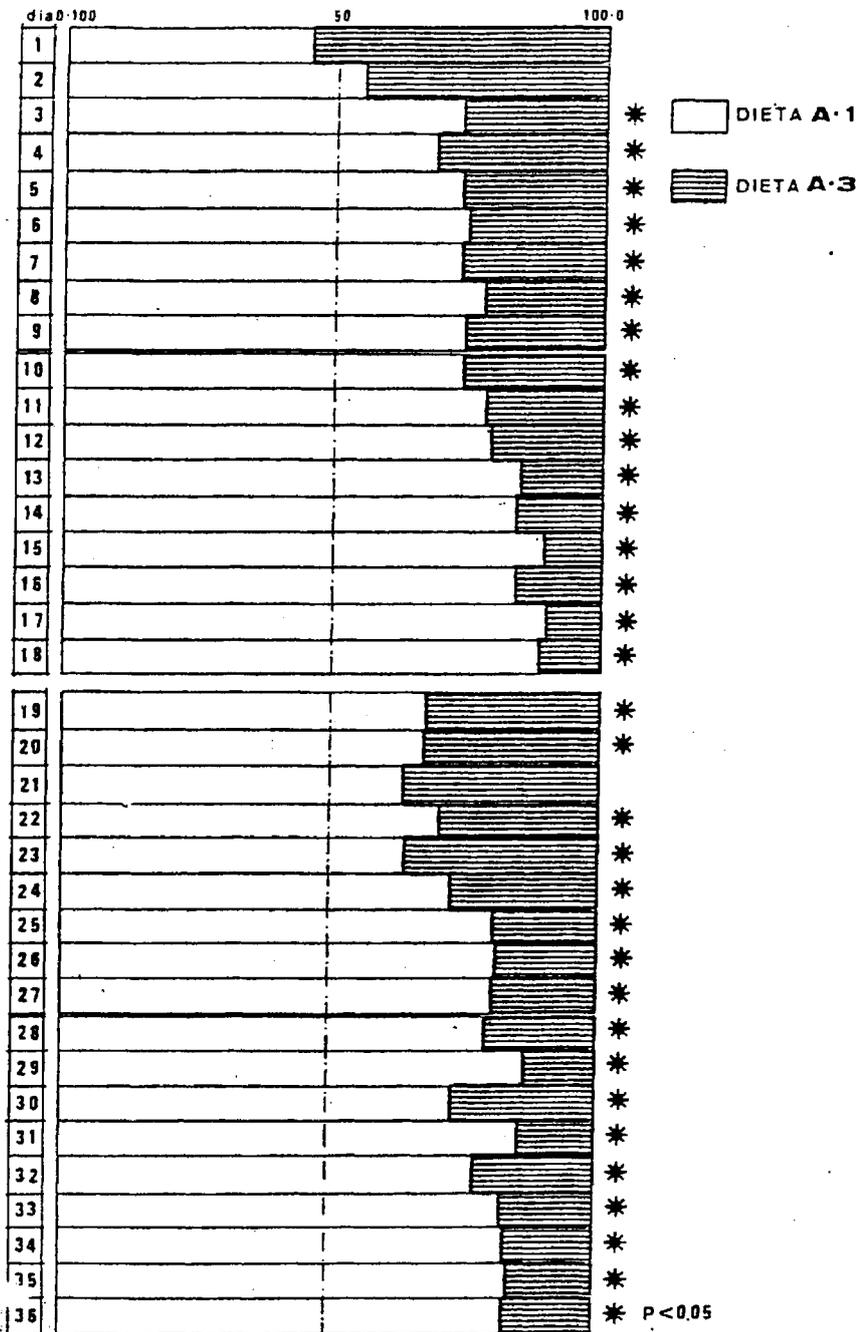


FIGURA 4



SUMO RELATIVO DE DOS DIETAS CON DISTINTO NIVEL DE Ca POR ♀  
 ENSAYO V-4

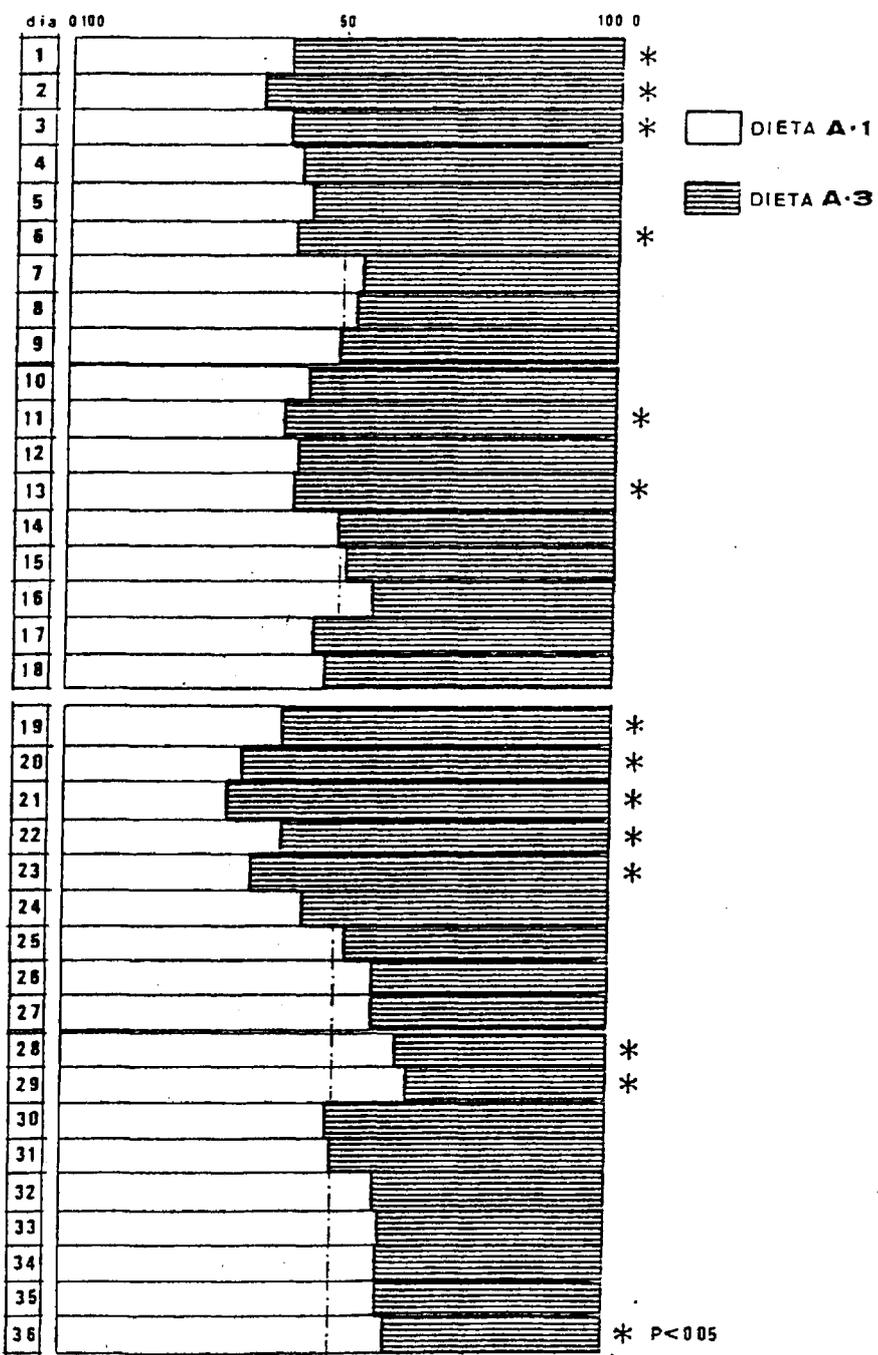


FIGURA 10

Ingesta de Ca seleccionada por las codornices

TABLA V

Ensayos	Ingesta		Nivel sobre ss		
	ss (g)	Ca (mg)	Ca %	P %	
V-1 (♂)	Periodo I	13.7 ± 0.2 a	299.8 ± 7.3 a	2.19	0.70
	Periodo II	12.5 ± 0.4 b	291.1 ± 15.7 a	2.33	1.45
V-2 (♂)	Periodo I	14.2 ± 0.3 a	399.2 ± 23.1 a	2.38	0.70
	Periodo II	12.4 ± 0.3 b	308.9 ± 18.0 a	2.48	1.45
V-3 (♀)	Periodo I	24.1 ± 0.2 a	642.4 ± 10.1 a	2.68	0.70
	Periodo II	20.7 ± 0.5 b	597.6 ± 13.0 b	2.89	1.45
V-4 (♀)	Periodo I	24.6 ± 0.4 a	1099.0 ± 31.8 c	4.46	0.70
	Periodo II	19.1 ± 0.5 c	796.6 ± 32.9 d	4.17	1.45

Distintas letras indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los animales de un mismo sexo.

SUMO RELATIVO DE DOS DIETAS CON DISTINTO NIVEL DE P POR  $\sigma^2$  203  
 ENSAYO V-5

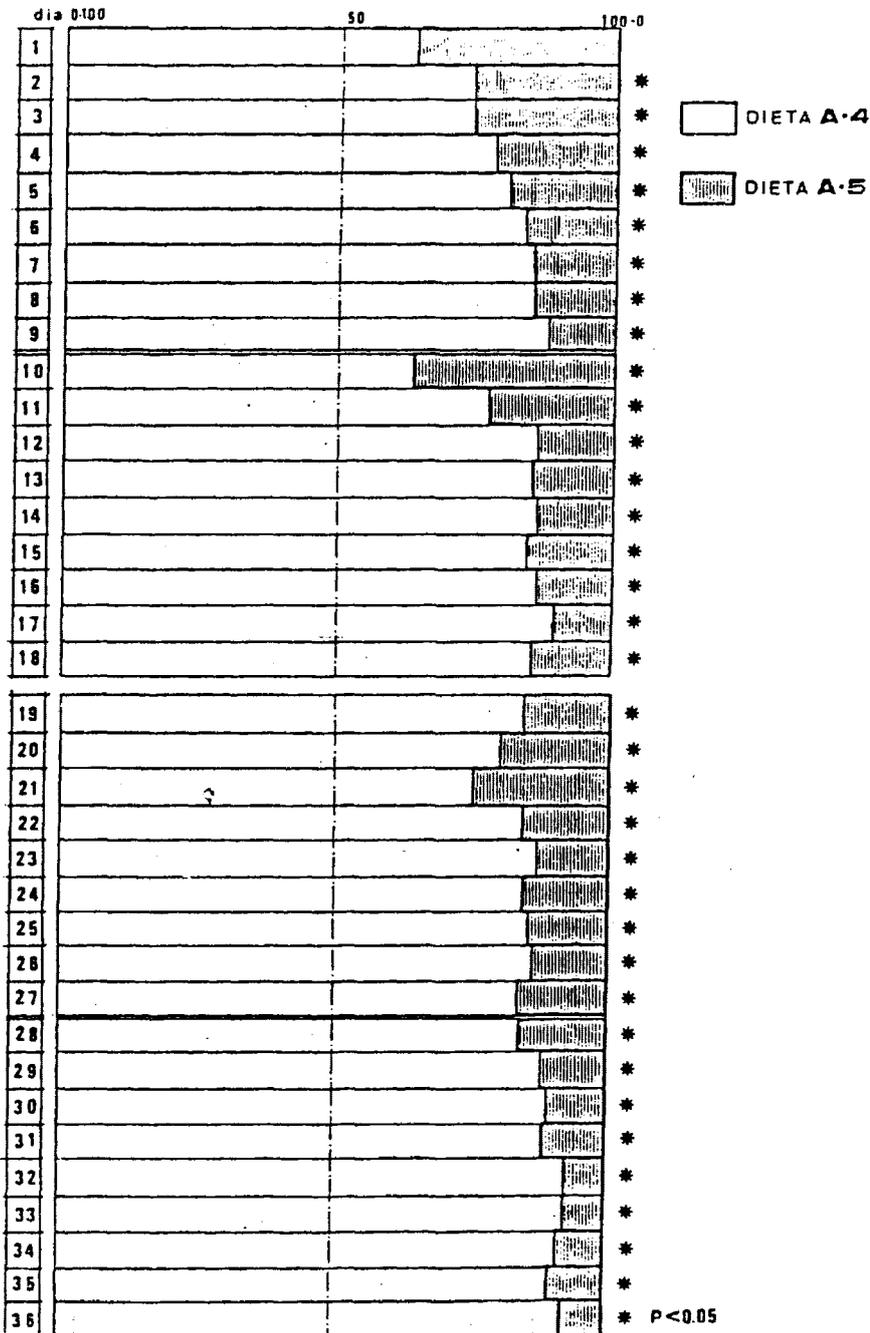


FIGURA II

CONSUMO RELATIVO DE DOS DIETAS CON DISTINTO NIVEL DE P POR ♂ 20/1  
 ENSAYO V-6

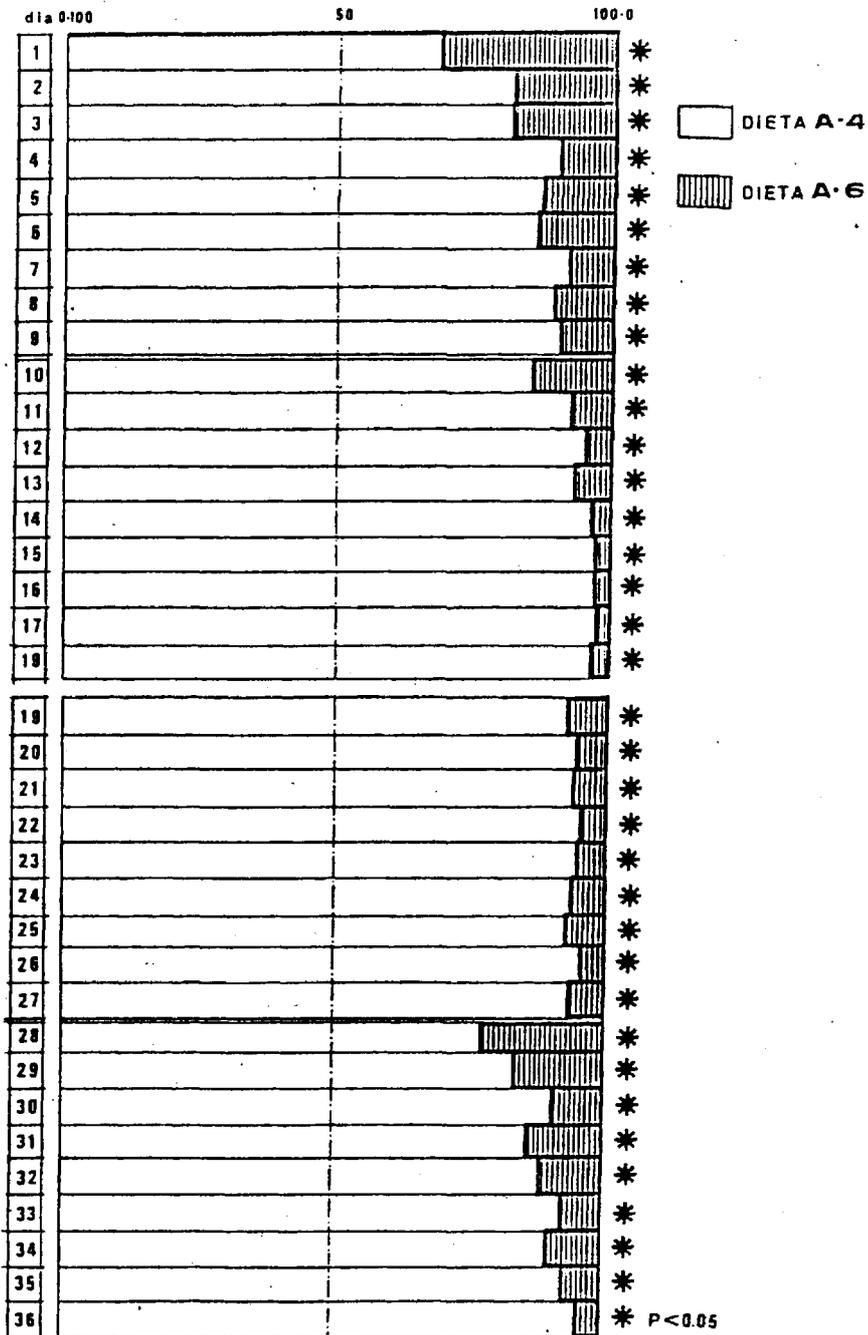


FIGURA 12



CONSUMO RELATIVO DE DOS DIETAS CON DISTINTO NIVEL DE P POR Q  
 ENSAYO V-8

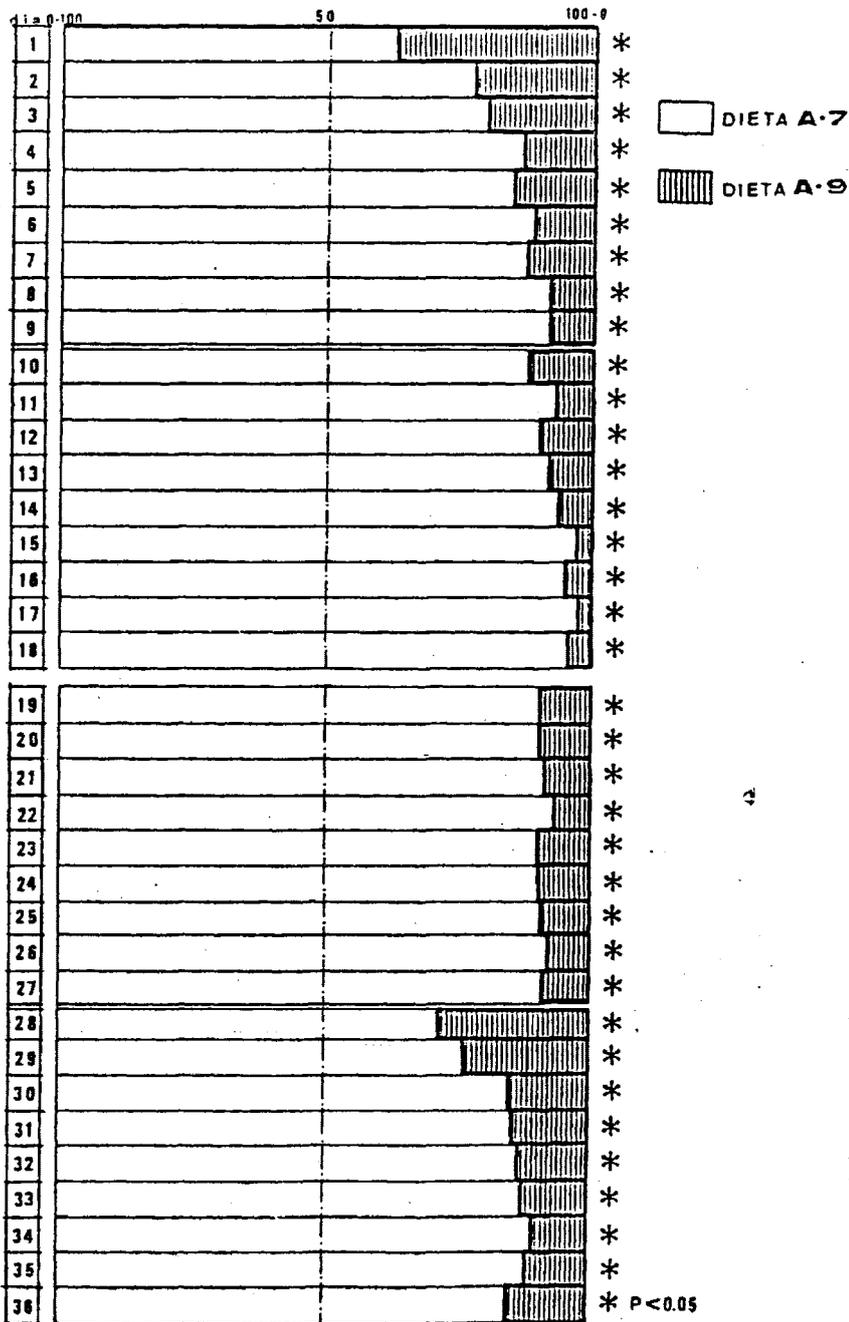


FIGURA 14

Ingesta de P seleccionada por las codornices

TABLA VI

Ensayos		Ingesta		Nivel sobre ss	
		ss (g)	p (mg)	Ca %	P %
V-5 (♂)	Periodo I	12.8 ± 0.2 a	109.0 ± 1.5 a	1.40	0.86
	Periodo II	13.2 ± 0.2 a	109.0 ± 1.6 a	3.00	0.83
V-6 (♂)	Periodo I	12.6 ± 0.3 a	105.3 ± 3.4 ab	1.40	0.83
	Periodo II	11.9 ± 0.4 a	100.1 ± 2.8 b	3.00	0.83
V-7 (♀)	Periodo I	23.9 ± 0.3 a	206.3 ± 5.1 a	3.01	0.86
	Periodo II	23.7 ± 0.3 a	210.2 ± 5.2 a	6.25	0.89
V-8 (♀)	Periodo I	23.9 ± 0.1 a	206.1 ± 7.6 a	3.00	0.86
	Periodo II	23.0 ± 0.5 a	200.8 ± 4.1 a	6.25	0.88

Distintas letras indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los animales de un mismo sexo.

Variaciones ponderales, frecuencia de puesta y Ca en sangre en los ensayos de elección de dieta

TABLA VII

Ensayos	----- Periodo I -----				----- Periodo II -----				Valores hemáticos		
	consumo de		$\Delta$ peso g/18d.	Fr. puesta huevos/d.	consumo de		$\Delta$ peso g/18d.	Fr. puesta huevos/d.	Sangre (mg Ca/100 ml)	Plasma	Hto. %
Ca %	P %	Ca %			P %						
V-1 (♂)	2.19	0.70	6	-	2.33	1.45	4	-	6.1	12.4	51
V-2 (♂)	2.38	0.70	4	-	2.48	1.45	-4	-	6.2	12.4	49
V-5 (♂)	1.40	0.86	-4	-	3.00	0.83	2	-	6.6	10.6	50
V-6 (♂)	1.40	0.83	-2	-	3.00	0.83	1	-	6.5	10.5	43
V-3 (♀)	2.68	0.70	9 *	0.911 a	2.89	1.45	-20 *	0.728 b	12.2 a	20.9 a	43
V-4 (♀)	4.46	0.70	7 *	0.944 a	4.17	1.45	-24 *	0.639 b	12.4 a	20.5 a	43
V-7 (♀)	3.01	0.86	1	0.877 a	6.25	0.89	3	0.889 a	19.5 b	28.5 b	41
V-8 (♀)	3.00	0.86	4	0.883 a	6.25	0.88	-6	0.861 a	18.2 b	27.2 b	42

Distinta letra indica diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre lotes. El estudio de la variación en la frecuencia de puesta se hizo tomando el periodo I como control del segundo, dentro de cada grupo

\* Variaciones de peso distintas de cero significativamente ( $P < 0.05$ ).

Mineralización del fémur en los ensayos de elección de dietas.

TABLA VIII

Ensayo	Consumo de		Peso seco	Cenizas (mg)	Ca	P	Ca:P
	Ca %	P %					
V-1 (♂)	2.33	1.45	370.2	151.5	54.7	27.1	2.0
V-2 (♂)	2.48	1.45	349.7	150.7	54.3	27.2	2.0
V-5 (♂)	3.00	0.83	353.9	150.9	57.6	26.6	2.2
V-6 (♂)	3.00	0.83	347.3	147.6	53.9	26.5	2.2
V-3 (♀)	2.89	1.45	331.6	207.6	76.4 a	37.4	2.0
V-4 (♀)	4.17	1.45	330.5	213.0	78.2 a	38.7	2.0
V-7 (♀)	6.25	0.89	369.4	231.3	87.8 b	41.9	2.1
V-8 (♀)	6.25	0.88	371.2	234.5	88.0 b	41.8	2.1

Cuando existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) se indican con distintas letras. Machos y hembras se analizan independientemente.

## 5.1.- Ingestas.

### 5.1.1.- Regulación espontánea del consumo de P y Ca.

#### 5.1.1.1.- Elección entre dietas con distinto contenido en P.

Las codornices machos a las que se las pone en situación de elegir entre dietas con un contenido fijo inicial Ca ( $1\%$ ) pero con distinta concentración de P,  $0,74\%$  y  $1,52\%$  en un grupo y  $0,74\%$  y  $2,06\%$  en el otro, muestran desde el comienzo del ensayo una marcada inclinación, fuertemente significativa, hacia la dieta menos concentrada, lo que se acusa especialmente en el lote de animales que eligen entre las dietas con los niveles mas dispares, como puede observarse en las fig. 11 y 12.

La existencia de esta preferencia, voluntaria y no fortuita, entre dietas que tan solo difieren en su contenido en fosfatos, se confirma por que cuando a cada animal se le invierte la posición relativa en que le son ofrecidas las raciones, la respuesta inmediata es una alteración de su comportamiento alimentario, pero rápidamente, transcurridos 2 o 3 dias, vuelven a estabilizarse en los consumos de la fase anterior.

La elevación del nivel fijo de Ca hasta  $3\%$  no modifica el comportamiento observado en el primer periodo, y el patrón de consumo de ambas dietas es comparable al de la fase anterior.

Las hembras eligiendo tambien entre raciones con distinto contenido de P, muestran igualmente esa inclinación preferencial por el alimento menos rico en dicho elemento ya descrita para los machos, con unos consumos relativos de cada una de ellas paralelos a los observados en aquellos, a pesar de sus diferencias en los valores absolutos, dependientes de la mayor ingesta en este sexo.

Parecidas apetencias por las dietas menos concentradas de P fueron puestas de manifiesto por HOLCOMBE y col.(1976) en gallinas jóvenes y

adultas, aunque los contenidos de P de sus raciones eran muy diferentes a los de las muestras.

Al elevar la concentración de Ca en su alimento las hembras siguen discriminando e inclinándose igualmente por la dieta diluida en P, si bien, la proporción consumida de la más concentrada experimenta en este período una sutil elevación que está lejos de alcanzar significación estadística, por lo que no podemos aunar nuestros resultados con las observaciones de HOLCOMBE y col. (1976), ya comentados, quienes indican un incremento en el consumo de las raciones ricas en P tras la duplicación del Ca.

La ingesta total de sustancia seca de las codornices de un mismo sexo no se ve modificada en ninguna de las situaciones ensayadas, presentando un consumo medio de 12,5 g los machos y 23,5 las hembras. La ingesta de P referida a la de sustancia seca equivaldría a una dieta única del 0,85% aproximadamente, para ambos sexos, a pesar de sus distintas cantidades absolutas ingeridas.

A la vista de estos esquemas dietéticos, llama poderosamente la atención la capacidad de las codornices machos y hembras para ajustar su ingesta diaria de P de un modo muy estable y dentro de unos rangos extremadamente precisos, 100-110 mg los machos y 200-210mg las hembras, independientemente de la disparidad en la concentración de P de las dietas ofrecidas, y del nivel de Ca que contenían.

Las codornices, que presentan un comportamiento alimentario que dista mucho de ser fortuito, están, pensamos, eligiendo realmente esa ingesta de P, y en base a ello adoptan su patrón de consumo alimenticio descrito, que no modifican ni siquiera cuando el pienso ofrecido contiene doble cantidad de Ca, lo que hace que consuman en esta segunda parte dietas con relación Ca:P doble que en la primera de cada uno de los ensayos.

Esta posibilidad de elección parece estar sustentada en la capacidad de aprendizaje de las aves, porque el esquema dietético escogido

para regular su ingesta de P no se logra de un modo rápido, sino que ha de transcurrir un cierto tiempo, 2 o 3 días, hasta alcanzarlo. Y además, porque cuando se invierte la posición de las dietas la conducta alimentaria del animal se altera y es necesario un nuevo lapso temporal para restablecerlo. En opinión de HUGHES y WOOD-GUSH (1971) este intervalo es necesario para que la situación nacida de la absorción y metabolismo del nutriente refuerce la tendencia a consumir una u otra dieta, intervalo que virtualmente desaparecería si la respuesta fuera dependiente de un control homeostático innato del tipo sugerido por RICHTER (1942-43).

Durante este tiempo la codorniz aprende a distinguir las dos dietas de que dispone, guiada por factores de palatabilidad basados en los posibles caracteres organolépticos de la fuente de fósforo adicionada ( $PO_4HNa_2$ ), ya que no era posible la discriminación visual porque las dietas se prepararon con el mismo aspecto y tonalidad, y el cambio en la situación de los comederos ya comentado, junto al posterior análisis de los resultados obtenidos en nuestros ensayos, indicaron que la posición relativa de las dietas no fué la señal que permitió esta distinción. Estos factores palatables juegan, igualmente, un gran papel según el HUGHES y WOOD-GUSH (1971) para la elección del calcio en pollos en crecimiento. A la vez,

A la vez, en este tiempo, el estado nutritivo, resultante de la absorción y metabolismo del nutriente, puede condicionar el nivel de ingesta de P adecuado, que la codorniz puede lograr al haber aprendido a distinguir ambas dietas.

#### 5.1.1.2.- Elección entre dietas con distinto contenido en Ca.

Cuando la elección se realiza entre dietas con distinta concentración de Ca ( $1\%$  -  $4\%$  y  $1\%$  -  $7.5\%$ ), los machos prefieren significativamente la del  $1\%$  en ambos casos llegando a estabilizar el consumo relativo de ambos después de un breve periodo inicial, y este patrón de comportamiento, al igual que con el P, se restablece rápidamente tras la inversión de la situación de las dietas, lo cual nos lleva a pensar que otra vez estamos frente a un comportamiento

aprendido de las mismas características del que acabamos de comentar para el fósforo, apoyado en este caso, en la palatabilidad del ión  $\text{CO}_3^{2-}$  para las aves, puesta de manifiesto por HUDGES y WOOD-GUSH (1971).

Al doblar la concentración dietética de P, la respuesta inmediata es disminuir la ingesta total de alimento y modificar el reparto de consumo entre dietas, aumentando la proporción ingerida de las mas concentradas, si bien al cabo de 5 o 6 dias se recuperan los niveles iniciales por lo que a largo plazo no se altera el patrón de ingestas relativas por efecto del fósforo.

Las hembras, disponiendo de las mismas dietas, se comportan de forma totalmente distinta, y a lo largo del ensayo el gasto de cada una de las raciones osciló en torno al 50%, siendo el rango de variación mayor en el ensayo V-4, cuyas dietas tenían porcentajes cálcicos mas alejados.

Este patrón oscilante no se ve alterado por el cambio de posición de los comederos.

Al doblar la proporción de P en las raciones ofrecidas, las hembras, en un principio, muestran la misma tendencia ya comentada para los machos tanto en la disminución de la ingesta total de alimento como en el aumento del consumo de la de mayor contenido en Ca, aunque aquí la cantidad elegida de la mas concentrada se agudiza y llega a ser preferencial, fundamentalmente en el ensayo V-3. Sin embargo, deberíamos añadir que quizá no sea el P responsable del cambio presentado, ya que en las figuras 9 y 10, puede observarse, por una parte, que antes de duplicar la concentración de P en el alimento (dia 18) las codornices ya habian iniciado la inclinación hacia la dieta mas concentrada, y por otra, porque tambien en este segundo periodo se patentizan las fluctuaciones previamente comentadas para el primero.

Con las distintas dietas presentes en nuestros ensayos, los machos regulan su ingesta cálcica dentro de un rango de valores bastante precisos, 290-310 mg/dia, y aunque la elevación de P supone un detrimento significativo en el alimento total consumido, la cantidad real de Ca ingerida sigue

siendo estable y dentro del mismo rango, ya que los animales lo obviaron sabiamente con un incremento no significativo, pero sí suficiente, del consumo de la dieta más concentrada. Esta ingesta de Ca diaria sería igualmente aportada por una dieta que contuviera aproximadamente 2,2 - 2,4 % del nutriente.

Las hembras no llegan a esas ingestas similares y precisas para todos los ensayos que hemos visto en los machos, y la cantidad de calcio ingerida diariamente varía entre unos valores medios muy alejados, 600 - 1100 mg/día, como consecuencia de ese consumo casi equilibrado entre las dietas disponibles y de sus distintas riquezas en calcio.

A unos rangos de variación similares para la ingestión diaria del catión llegan, HOLCOMBE y col. (1975) trabajando con gallinas, aunque ellos los consideran ligados en algunos casos a una elección preferencial, poco clara en nuestra opinión, entre dietas. Pensamos, que con nuestro diseño experimental que coincide con el de esos autores, tan solo puede afirmarse que no ha habido un ajuste estable del calcio ingerido comparable con el que presentan los machos.

Sin embargo, no podemos negar que en las codornices hembras no haya existido una verdadera regulación de la ingesta del nutriente, que con este diseño no somos capaces de poner de manifiesto. Por el contrario, nos inclinamos a pensar que así haya sido, ya que si los machos manifiestan esa capacidad, las hembras, para las que el metabolismo del calcio ha de ser más primordial, deben sin duda, poseerla igualmente. Lo que si es posible, es que se trate de formas diferentes de regulación y que su elección la hagan de acuerdo con patrones oscilantes, o incluso sin ellos, guiadas por necesidades fisiológicas diarias, según el estado de mineralización ósea, puesta, etc.

A todo ello podría añadirse que dadas las diferentes capacidades metabólicas, entre ambos sexos, a las que antes aludíamos, las hembras puedan tener mejores mecanismos de regulación a otros niveles, por lo que siempre que no se trate de situaciones muy extremas, que no eran las de nuestros

ensayos, puedan servirle igualmente bien todas las ingestas comprendidas dentro de un amplio rango.

De hecho tanto las codornices que ingirieron 600 mg/día como las que toman 1100 mg de calcio por día muestran un mismo estado general en cuanto a peso, puesta, valores hemáticos y mineralización ósea.

#### 5.1.2.- Consumo de alimento. Influencia de las variaciones dietéticas.

A lo largo de los distintos ensayos las codornices machos y hembras no presentan variaciones significativas en el gasto total de alimento, que es igual para cada sexo en los experimentos de balance que comen una sola dieta y en los de elección en los que lo hacen de dos de ellas. No existe, por tanto, en los primeros ese despilfarro de alimento al que aluden LEWSON y col. (1979) en gallinas. Podríamos añadir incluso que a todas las variaciones alimentarias los animales responden de un modo paralelo en ambos grupos de ensayos.

Alguna bibliografía (TAYLOR, 1970; MEYER y col. 1970; GOTO y SAWANURA, 1973; GLEAVES y col. 1977) presenta al Ca, y en cierta medida al P, como moduladores de la ingesta de alimento; en nuestro caso las dietas más ricas en Ca no alteran el apetito de ninguno de los dos sexos y la cantidad de alimento consumido por machos y hembras se mantiene al doblar en el mismo la concentración de aquel. Solamente señalaremos que con la dieta fija del 6,25% las codornices presentan una levísima disminución de la sustancia seca ingerida que no alcanza valores significativos y que no se manifiesta en ningún grado en los ensayos de elección de dietas, consumiendo el mismo nivel. Por ello no podemos corroborar en todas las situaciones, la opinión de HURWITZ y col. (1969) de que la suplementación con  $CO_3Ca$  disminuya la ingesta, puesto que cuando el nivel de P es normal para la codorniz (NORRIS, 1934) no se patentiza y sin embargo, aparece cuando la suplementación del Ca se hace a dietas que ya tienen el P elevado, como veremos a continuación, lo que también ha sido confirmado por GOTO y SAWANURA (1973) en ratas.

Los altos niveles de P en el alimento, deprimen de inmediato la ingesta en ambos sexos, aunque el efecto es cuantitativamente mas importante en las hembras, donde parte de esa merma podrá deberse a la misma influencia directa que tiene en los machos, pero además en ellas el efecto adicional puede ser ocasionado por el mismo mecanismo, mas intenso ahora, o por una via indirecta a través de la disminución de la puesta. Cuando al P dietético elevado se auna el Ca alto, la merma del consumo de alimento es cuantitativamente mas importante, evidenciando una clara interacción entre ambos componentes de la dieta.

#### 5.2.- Variaciones ponderales.

Con las dietas iniciales, y con las de los balances controles cuyos niveles de Ca y P son los elegidos por los propios animales, las codornices mantienen su peso, puesto que el incremento ponderal no es distinto de 0, situación normal para su etapa adulta.

La duplicación del Ca alimenticio, con la consiguiente elevación de la relación Ca:P, no introduce variaciones ponderales en los machos y en las hembras se insinua un cierto detrimento del peso que solo adquiere significación estadística en los ensayos de balance (B-4 y B-8) y que tambien se manifiesta en gallinas (HURWITZ y col. 1969).

La elevación dietética de P a niveles dobles (1,6%) ejerce un efecto mas perjudicial sobre el peso de las hembras, que sufre un deterioro significativo tanto en los ensayos de balance como en los de elección de dietas. En los machos no se manifiesta.

Con dietas muy ricas en fosfatos el menoscabo ponderal se acentua a medida que se eleva la concentración de Ca, lo que pudimos comprobar en las experiencias de elección de dietas con un 4,2% frente al 2,8% de Ca y con mayores niveles en las de balance. En éstas, a los altos niveles de P (1,6% ♀ y ♂) se aunan grandes concentraciones de Ca (6,5% ♀ y 3,4% ♂), con objeto de recuperar en ambos sexos la relación Ca:P inicial, en cuyo caso el

deterioro ponderal se acentua marcadamente, alcanzando ya significación estadística en los machos, y mostrando una depresión doble en las hembras, acompañada de la muerte de dos de ellas.

Parece indudable, que al coincidir Ca y P elevados en la misma dieta, introducen una serie de cambios adversos en el metabolismo general del animal que afectan negativamente, entre otros, al peso. Cambios que no son específicos para aves, ya que igualmente han sido puestos de manifiesto en mamíferos (GOTO y SANAHURA, 1973), y que no puede atribuirse a la ligera diferencia en el contenido calórico de las dietas consumidas.

### 5.3.- Puesta y características del huevo.

Las codornices hembras, alimentadas con dietas cuyo contenido cálcico oscila entre 2,8% (ensayo B-10) y 4,5% (ensayo V-4, periodo I) y el de P varía desde 0,9% a 0,7% respectivamente, lo que ocasiona relaciones Ca:P comprendidas entre valores tan dispares como 3,1% y 6,4%, mantienen una tasa de puesta máxima próxima a un huevo por animal y día.

Del mismo modo permanecen estables las características físicas del huevo, peso, tamaño, densidad y espesor de la cáscara, así como el contenido de Ca y P en la misma y en el huevo total, que a su vez coinciden con los valores normales aportados por la bibliografía para esta especie (WHITING, 1966; PEREZ, 1974<sub>b</sub>).

La elevación de los niveles dietéticos de Ca hasta aproximarse al 6,5% no merma la frecuencia de puesta que se mantiene dentro de las tasas mencionadas, y por tanto, no se manifiestan esos efectos adversos sobre la producción, descritos por algunos autores (PETERSEN, 1965), ni el incremento en el espesor de la cáscara o en la densidad al que YATES y RUTHEFORD, 1967, entre otros, aluden como respuesta a dietas con concentraciones de Ca superiores al 4%, ya que estas, como las restantes características del huevo, permanecen constantes, al igual que les sucede a SALMON y col.(1969).

Cuando la fuente de variación es el incremento de P hasta valores cercanos al 1,5%, la densidad de los huevos decrece significativamente, con la previsible repercusión sobre su incubabilidad, no alterándose de modo sustancial las restantes características, aunque la puesta sufre una merma muy significativa. Este conjunto de variaciones coincide con el descrito por HOLCOMBE y col. (1976) en gallinas.

El incremento de los niveles dietéticos de Ca, en esas dietas que ya son hiperconcentradas de P, con objeto de recuperar la relación Ca:P inicial, no tiene el efecto beneficioso descrito por diversos autores (PAUL y SNETSINGER, 1969, KOVAC, 1967), sino que por el contrario la reducción en el número de huevos puestos se acentúa tanto más cuanto mayor es la concentración cálcica, llegando a un valor de frecuencia de solo 0,328 cuando el Ca asciende al 6,6% en dietas que tienen 1,6% de P, a pesar de que la relación Ca:P vuelve a ser 4.

En este caso (ensayo B-8) no solamente se afecta en gran cuantía la producción de huevos, sino también su calidad. Estos son más pequeños, pesan menos y tienen cáscaras más ténues, además, sus contenidos de Ca y P decrecen ya significativamente, lo que resulta obvio tras los cambios físicos acabados de mencionar.

Nos parece asistir al periodo previo al cese de la puesta, y en conjunto observamos que se ha perdido homogeneidad en su cuantía y calidad. Muchos de los huevos recogidos carecen de la pigmentación normal en esta especie poseen unas cáscaras muy blandas que se deforman incluso por la deshidratación del mismo y otros completamente en falfara que suelen anteceder a la supresión total de la misma.

A este efecto depresor de la puesta podría contribuir, al menos parcialmente, el hiperparatiroidismo secundario subsiguiente a los altos niveles de P ampliamente referenciado en la bibliografía (ANDERSON y DRAPER, 1972, DRAPER y col. 1972, KENNY y DACKER, 1975, ANDERSON y col. 1978) situación

que trataría por todos los medios de conservar el Ca, favoreciendo sus entradas y frenando las pérdidas, y ya que la puesta supone para el ave un gran dispendio, es lógico que ante esta situación deba frenarse.

No sabemos si en tales circunstancias puede existir un mecanismo mas o menos directo que module la ovulación, pero ademas nuevas investigaciones sobre la anhidrasa carbónica de la glándula cascárgena y su modulación por la PTH en la línea de las descritas por KENNY y DACKE (1975) sobre el hueso, que manifiestan una estrecha relación entre este enzima, PTH y liberación de Ca, podrian presentar un mecanismo indirecto en el que la anhidrasa carbónica fundamental para el transporte de Ca a la cáscara (PEARSON y col. 1977), estaria implicado.

#### 5.4.- Constantes hemáticas.

Los valores de hematocrito permanecen uniformes en las distintas situaciones experimentales en machos y en hembras, incluso en aquellos casos en que tienen lugar las modificaciones de la producción antedichas, por lo que pensamos que al menos en esta especie, no debe ser un índice tan íntimamente relacionado con la puesta como indican PRONDMAN y WENTWORTH (1977) en pavos.

En los machos la calcemia no se altera, pero en las hembras, paralelamente a la reducción de la puesta ocasionada por los altos niveles de P, se observa un descenso muy significativo del Ca sanguíneo. Al no haberse producido este mismo efecto en los machos, no podemos asegurar que la menor calcemia sea consecuencia directa de la ingesta excesiva de P, que de haberse producido, y a través de mecanismos hipofisarios, podría explicar la modulación de la ovulación (TAYLOR, T.G. 1970). Por el contrario, puede que simplemente estemos ante el descenso conocido de los niveles de Ca, acompañante a la depresión de la puesta.

### 5.5.- Utilización global de Ca y P.

#### 5.5.1.- Utilización de Ca y P en los machos.

##### 5.5.1.1.- Ingestión y excreción.

La ingesta de Ca y P en los machos es consecuencia lógica del consumo total de alimento y de la concentración dietética de cada uno. Ello determina ingestas aproximadamente dobles de Ca en los ensayos en que las aves consumen dietas con elevados niveles del mismo, y un P muy incrementado cuando es este el que se haya presente en cantidades excesivas en el alimento.

La excreción de calcio sigue una tónica paralela a la ingesta, aunque debemos señalar que a consumos dobles no corresponden duplicadas eliminaciones.

La excreción o eliminación total de fósforo en este sexo, es cuantitativamente equivalente, a su ingesta, es decir, los animales pierden tanto P como ingieren, independientemente de que éste sea mayor o menor.

Observamos que en todas las situaciones existe una misma correlación, fuertemente significativa ( $p < 0,01$ ), entre los valores de ingesta y excreta de cada elemento.

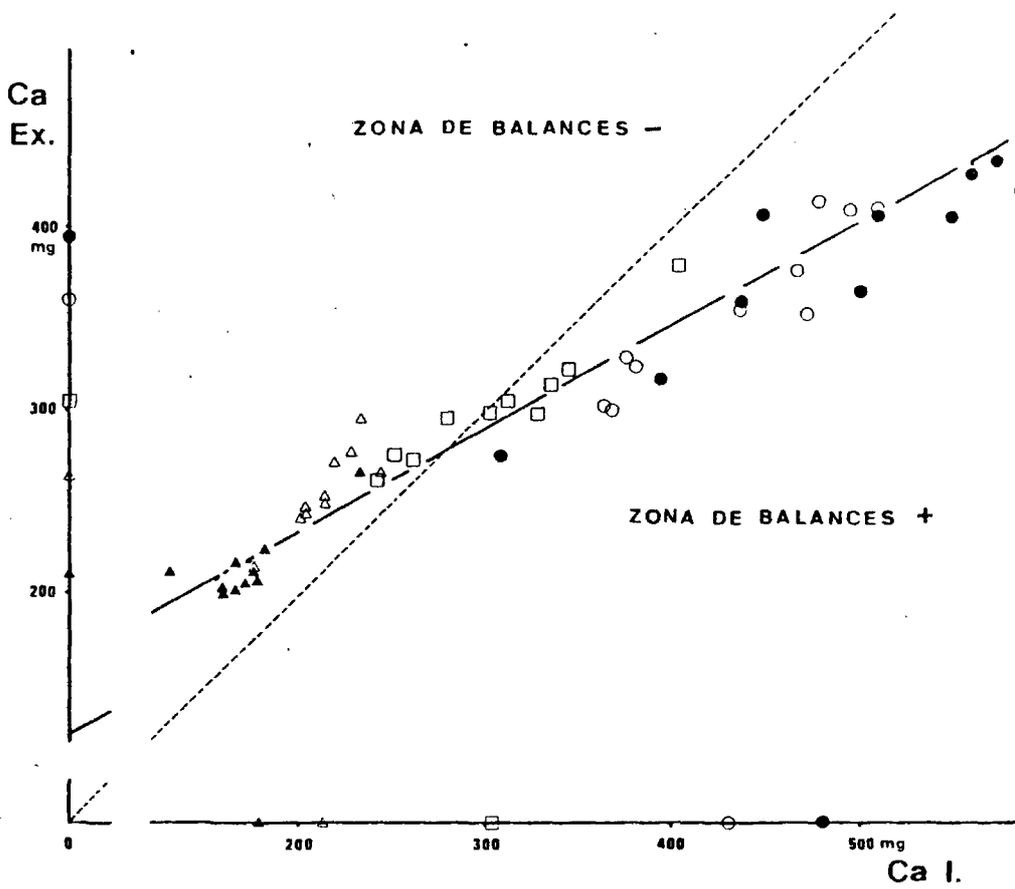
El análisis de covarianza manifiesta que hay diferencias para los distintos grupos ensayados, lo que supone que la relación que liga la ingesta y excreción de cada elemento no varía al modificar su propia concentración o la del otro en la dieta.

Esta relación entre el Ca ingerido y excretado tiene un coeficiente de correlación de 0,9625 y puede expresarse por la ecuación:

$$Ex = 124,72 + 0,56 I$$

Su interpretación indicaría que en nuestras condiciones, la excreta presenta un componente fijo independiente de la ingesta, y otro que supone una fracción de esta última. Es decir, parece que existen unas pérdidas constantes e inevi-

# BALANCE DE Ca EN MACHOS



- △ ENSAYO B-1
- " B-3
- ▲ " B-5
- " B-7
- " B-9

$Ex = 124,72 + 0,56 I \quad (R = 0,9625)$

FIGURA 15

tables, cifradas en unos 125 mg diarios, donde podrian incluirse las pérdidas endógenas fecales y urinarias independientes de la ingesta, a las que se añaden de una fracción variable, correspondiente al 56% de la misma.

Queremos resaltar que trabajamos siempre con dietas cuyo contenido cálcico no se aleja excesivamente de los valores considerados como óptimos para satisfacer las necesidades de la codorniz macho, y que no aseguramos que en condiciones mas drásticas esas pérdidas independientes de la ingesta no se vean modificadas. De hecho con carencia absoluta de calcio, estas se reducen llamativamente a unos 7 mg diarios (NAVARRO y MURILLO, 1976).

Como consecuencia de dicha interdependencia entre ingestas y excretas con las distintas dietas, es facil deducir, de acuerdo con el concepto de retención corporal, que la función que liga a esta con la ingesta sería:

$$R = I - Ex = -124 + 0,44 I$$

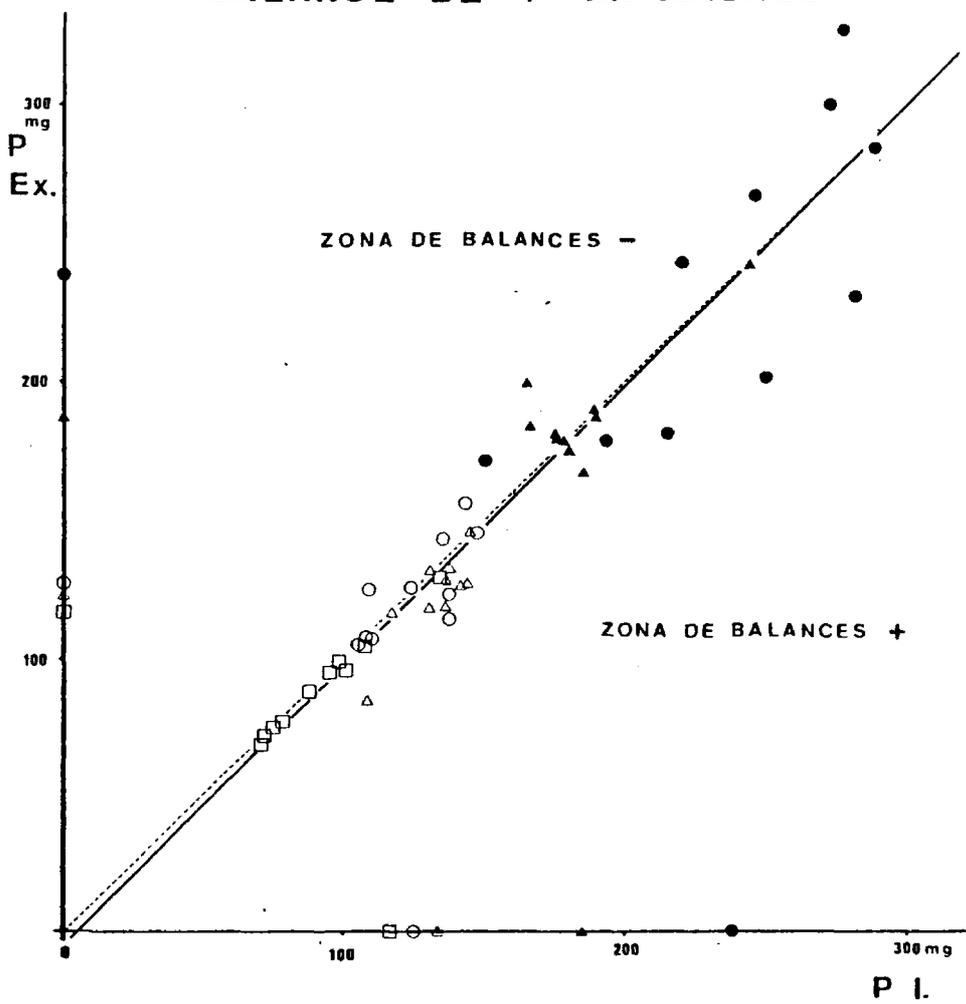
Y que por tanto, cuando el consumo de calcio alcanza aproximadamente los 285 mg, compensa las pérdidas, lo que efectivamente ocurre con la dieta F-9 con la que los animales estan en balance nulo. Pero ademas, conviene resaltar que esa ingesta practicamente pertenece al estrecho rango de valores en que los machos adultos, para los cuales el balance cero debe ser el mas idóneo, estabilizan voluntariamente su ingesta cálcica. A partir de esa cota todos los incrementos de la misma engendra balances positivos (Dietas F-3 y F-7), mientras que por debajo de ella, las codornices están en balances negativos (Dietas F-1 y F-5).

Ingestión y excreción de P se ven asimismo, correlacionados ( $r = 0,9575$ ) por una misma función para todas las situaciones dietéticas ensayadas :

$$Ex = -2,42 + 1,01 I$$

Función que equivaldría a la frontera que separa las zonas de balances positivo y negativos, es decir, la línea de balances nulos. En definitiva esto nos indic

### BALANCE DE P EN MACHOS



- △ ENSAYO B-1
- " B-3
- ▲ " B-5
- " B-7
- " B-9

Ex. = -2,48 + 1,01 I. (R = 0,9575)

FIGURA 16

que los mecanismos homeostáticos que regulan la utilización del fósforo funcionan de una forma muy precisa, adaptando las pérdidas a los ingresos, con lo que se consigue mantener un balance cero.

#### 5.5.1.2.- Balances de ambos elementos.

Consecuentemente a esos movimientos de Ca y P en el organismo de la codorniz, ligados a sus directrices de utilización, la retención corporal resultado del balance, nos dará idea del empleo global de cada uno, y así observamos que niveles dietéticos de Ca iguales o inferiores a 1,5 son insuficientes para mantener balances positivos, independientemente de que el contenido de P sea 0,8% y por tanto la relación Ca:P 2 (Dieta F-1) ó 1,6% y 1 la relación (Dieta F-5). Un contenido de 2,2% de Ca, elegido voluntariamente por el animal, permite un balance perfectamente ajustado, mientras que concentraciones superiores ocasionan retenciones corporales positivas tanto si se acompañan de un nivel de P óptimo como de un exceso del mismo.

Por el contrario, los balances de P, como ya decíamos, se ajustan prácticamente a 0 en todas las situaciones dietéticas ensayadas, con independencia de su nivel dietético y del de Ca, y de los balances de este último, y a pesar de que en dos ensayos la retención corporal del catión fuera positiva.

Estas variaciones en la retención corporal de calcio, aunque significativas, no han sido cuantitativamente muy importantes y de hecho no se manifiestan en el contenido en cenizas de los fémures, que no muestran variaciones significativas, lo que en cierto modo, era de esperar, ni tampoco el calcio total del fémur se ve aumentado (tabla VIII) cuando la ingesta cálcica es doble, solamente con dietas de P elevado comienza a manifestarse su descrita acción osteoporótica (KROOK y col. 1963, SHAH y col. 1967, DRAPER y col. 197 ANDERSON y col. 1978) y así se aprecia una tendencia a disminuir el Ca óseo que no alcanza significación estadística.

Los valores hemáticos no sufren alteraciones en ninguno de los ensayos en que se controlaron estos parámetros.

#### 5.5.2.- Utilización de Ca y P en las hembras.

Al igual que en los machos la cantidad de Ca y P ingerido por las codornices hembras en los distintos experimentos, es la resultante del consumo total de alimento y de sus respectivos niveles dietéticos en cada uno. Y así, con la dieta duplicada de Ca (6,5%) el consumo del metal se dobla en el ensayo B-4, elevándose en menor medida cuando estos altos niveles de Ca coinciden con las mayores concentraciones de P (ensayo B-8) debido al efecto depresor, ya comentado, que sobre la ingesta tiene el exceso de P dietario.

Este último sigue unas directrices idénticas y por ello en los ensayos B-6 y B-8, aún con dietas doblemente concentradas, no se alcanzan valores duplicados de ingesta.

En este sexo, cuando se trata de enfrentar ingestas y excretas de Ca o de P, se observa que la correlación no llega a ser significativa o lo es levemente ofreciendo valores alejados de 1, en los casos en que se presenta. Por el contrario, se hace fuertemente significativa y próxima a la unidad cuando son las cifras de eliminación total las confrontadas. Esto, comparado con lo que veíamos en los machos, no entraña ninguna contradicción ya que en ellos, que no tienen otras vías de salida adicionales, las excretas constituyen su eliminación total.

Porciones de esta correlación global que nosotros establecemos entre ingresos y pérdidas totales han sido puestas de manifiesto en pollos, gallinas y pavos por BLANUSA y col. (1977) y HURWITZ y col. (1978) entre diversos componentes de dicha eliminación y la ingesta.

#### 5.5.2.1.- Aprovechamiento nutritivo del Ca.

Al comparar los valores de Ca ingerido y eliminado, el análisis

estadístico revela que se distribuyen según dos patrones significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) y que corresponden a dos rectas de ecuaciones:

$$E1 = 81,59 + 0,82 I \quad (r = 0,9861)$$

deducida de los ensayos B-2, B-4 y B-10, y:

$$E1 = -137,92 + 1,13 I \quad (r = 0,9643)$$

para los ensayos B-6 y B-8.

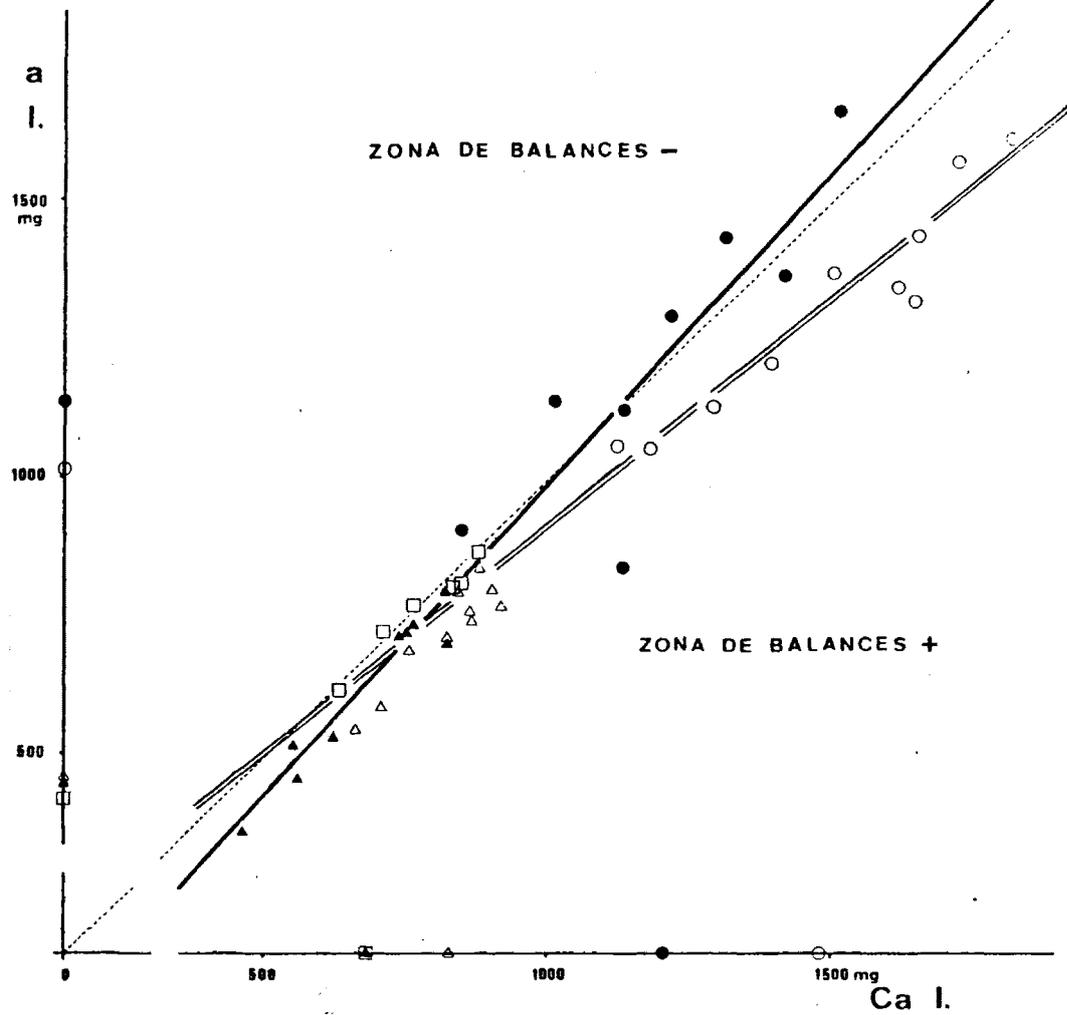
Hay que señalar que las dietas de los experimentos incluidos en el primer grupo tenían un mismo nivel de P: 0,8%, con diferentes contenidos de Ca, mientras que en las del segundo, cuya concentración cálcica también variaba, presentaban nuevamente un P común, pero doble al de las otras dietas.

Es decir, la interdependencia existente entre los ingresos y las pérdidas de Ca está condicionada, en este sexo, por el nivel dietético de P, hecho que, como ya decíamos, no se manifiesta en los machos, y que sería un indicio que corroborara una vez más, la interconexión ampliamente puesta de manifiesto en la bibliografía entre la utilización del Ca a distintos niveles y el P alimenticio en las ponedoras.

La incidencia del P se patentiza de tal forma que su incremento en la dieta supone un menor aprovechamiento del Ca, ya que para una misma ingesta las pérdidas se elevan, tendiendo los balances a hacerse negativos. Y así según las ecuaciones descritas, para un nivel de P adecuado el 82% del Ca ingerido es eliminado por las distintas vías y aproximadamente un 18% quedaria retenido corporalmente, mientras que cuando el P dietético se duplica, la retención corporal tiende a desaparecer, especialmente en los casos de las ingestas más elevadas de Ca (fig. 17).

Estas observaciones coincidirían con resultados previos de nuestro grupo (NAVARRO y MURILLO, 1976) en los cuales con un nivel dietético

# BALANCE DE Ca EN HEMBRAS



△	ENSAYO	<b>B-2</b>	—	$EI. = 81,59 + 0,82 I.$	(R: 0,9861)
○	"	<b>B-4</b>	==	$EI. = 81,59 + 0,82 I.$	(R: 0,9861)
▲	"	<b>B-6</b>	—	$EI. = 137,92 + 1,13 I.$	(R: 0,9643)
●	"	<b>B-8</b>	—	$EI. = 137,92 + 1,13 I.$	(R: 0,9643)
□	"	<b>B-10</b>			

FIGURA 17

de 12%, comprendido entre los dos mencionados, el Ca retenido corporalmente del ingerido alcanza valores intermedios.

Según este diseño de comportamiento, se confirmaría el efecto depresor del P elevado, descrito por numerosos autores, sobre la retención corporal del Ca (SHAH y col. 1967, DRAPER y col. 1972, ANDERSON y col. 1978,....) y más concretamente, sobre la mineralización ósea; y así, en nuestros ensayos con un nivel normal de P, a mayores ingestas de Ca corresponden superiores retenciones corporales, mientras que cuando el nivel dietético de P se hace excesivo, el fenómeno se invierte y a medida que aumenta el Ca ingerido su balance disminuye.

No podemos olvidar, como ya mencionamos, que estas altas concentraciones de P deprimen la puesta y que por tanto esa gran eliminación de Ca ha de hacerse fundamentalmente por vía de excretas, y de hecho, en estos casos aumentó significativamente la cantidad de calcio excretado.

La escasa utilización del catión hemos de atribuirlo a que los altos niveles de P deprimen su absorción, lo que sin duda podría ocurrir por la conocida interacción de ambos iones en el lumen intestinal (HURWITZ y GRIMINGER 1962, HEIBOCK y col. 1966, HURWITZ y BAR, 1971), pero además porque, como TANAKA y DELUCA.(1973) afirman, cuando el P inorgánico se eleva por encima de unos ciertos valores, se deprime la síntesis de  $1,25 (\text{OH})_2 \text{D}_3$ , aumentando paralelamente la de  $24,25 (\text{OH})_2 \text{D}_3$  e independientemente de la calcemia existente, con lo que el transporte intestinal se vería afectado negativamente también.

Por último recordemos el efecto favorecedor de la puesta sobre la absorción de Ca y señalemos que en estos casos estaba disminuida la producción.

Junto a esta absorción reducida, la excreción endógena, vía primordial de eliminación del calcio orgánico, (OSHIMA y NOZAK, 1964, HURWITZ y BAR, 1970) podría contribuir a incrementar las pérdidas fecales, porque una

vez en el lumen, la reabsorción de este calcio, indistinguible del alimenticio, se vería sometida a los mismos efectos adversos, con lo que la excreción fecal endógena estaría incrementada.

Esta precaria utilización del calcio sería responsable de la entrada en balances negativos con sus consecuentes repercusiones óseas. De hecho, en tres de cuatro ensayos (B-6, V-3, V-4), observamos una tendencia a disminuir el peso seco y las cenizas del fémur que no llega a ser significativa, tendencia que se aprecia igualmente en su contenido en P, y una deplección cálcica en los mismos que ya alcanza significación estadística, con lo que se evidencia sin lugar a dudas, en las hembras, el ya mencionado efecto osteoporótico de las dietas con elevado contenido en P.

#### 5.5.2.2.- Aprovechamiento nutritivo del P.

Al igual que habíamos observado para el Ca, la ingesta de P so lo se correlaciona debilmente, con su excreción, y sin embargo, presenta valores próximos a la unidad cuando se enfrenta con las cifras de eliminación total.

El estudio detallado de estas relaciones revela una uniformidad de comportamiento entre ingestas y eliminación total de P, que se mantiene con dietas de concentraciones dispares, pero con un mismo nivel de Ca, y una variación significativa ( $p < 0,05$ ) a otra relación cuando éste último se eleva.

Así, para los ensayos B-2, B-6 y B-10, cuyas dietas contienen un nivel de Ca próximo al 3%, la ecuación que expresa dicha relación es:

$$E_I = 47,30 + 0,75 I \quad (r = 0,9449)$$

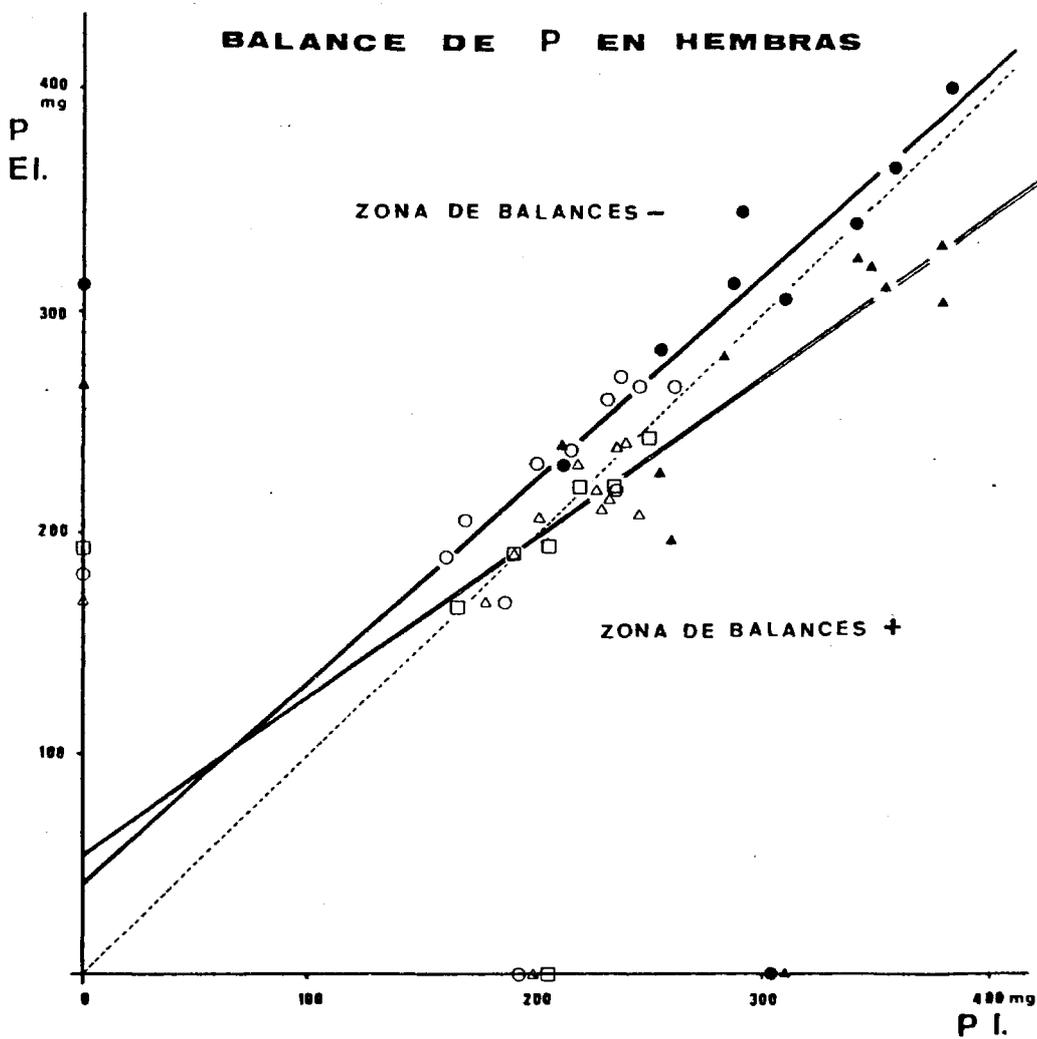
mientras que al elevarse este contenido en Ca hasta el 6,5%, se transforma en:

$$E_I = 40,17 + 0,92 I \quad (r = 0,9566)$$

En cada grupo, el incremento en la ingesta de P acarrea un aumento en su eliminación total que además de unas pequeñas pérdidas constantes de unos 45 mg por ave y día, supone las tres cuartas partes de lo ingerido en

030

### BALANCE DE P EN HEMBRAS



△	ENSAYO	<b>B-2</b>	—	$EI. = 47,30 + 0,75 I.$	$(R = 0,9449)$
○	"	<b>B-4</b>	—		
▲	"	<b>B-6</b>	—		
●	"	<b>B-8</b>	—	$EI. = 40,17 + 0,92 I.$	$(R = 0,9566)$
□	"	<b>B-10</b>	—		

FIGURA 18

los animales que consumen dietas mas o menos ajustadas de Ca. Y que asciende hasta el 92% paralelamente a consumos de dietas con niveles excesivos del catión.

Dado que el hueso es una via de eliminación de P cuantitativamente poco importante, que además no aumenta en ninguna de nuestras situaciones experimentales e incluso disminuye en una de ellas, en definitiva, el Ca lo que haria sería favorecer la presencia de P en las excretas, y esto podría producirse por una menor absorción, como indican HURWITZ y GRIMINGER (1962), HEIBOCK y col. (1966), HURWITZ y BAR (1971), ocasionada por la interacción digestiva de ambos iones, a la que ya hemos aludido. Al fósforo no absorbido se añadiría una cierta porción procedente del organismo y ello explicaría la tendencia de los balances a hacerse negativos. Y lo señalamos como tendencia porque en el hueso lo que se observa es que al incrementar el Ca, los fémures, aunque sin alcanzar significación estadística, presentan mayores valores de peso seco, cenizas, y de contenido en Ca, mientras que la cantidad de P permanece inalterada.

#### 5.6.- Consideraciones finales sobre la utilización del Ca y P y sobre la validez de la relación Ca:P como expresión de su interdependencia.

Como resumen global de nuestro trabajo podemos confirmar una vez mas la existencia de una gran interdependencia entre los aprovechamientos nutritivos del Ca y P, muy intensa en las hembras, en las que el esquema global de utilización de cada elemento está condicionado por el nivel dietético del otro, y esa relación se manifiesta igualmente sobre la puesta, calcemia y calcificación ósea.

Sin embargo, en los machos, y en nuestras condiciones experimentales, la utilización de estos elementos no patentizan una conexión intensa, ya que el nivel dietético de cada uno no afecta al consumo elegido del otro, el patrón de aprovechamiento digestivo y metabólico es común para todas las situaciones y solamente a nivel óseo parece vislumbrarse una ligera interferencia. Y

aunque no dudamos que esta interconexión pueda existir a otros niveles, al menos, no alcanza la magnitud señalada en el otro sexo.

Nos parece necesario resaltar el daño que los altos niveles de P producen especialmente sobre el metabolismo general de las hembras, que se manifiesta con reducción del consumo de alimento, pérdidas de peso, excretas con gran contenido de agua, mermas en la mineralización ósea y en la puesta, afectando específicamente a su frecuencia y densidad de los huevos, parámetros ambos que disminuirían las posibilidades reproductoras de dichos animales.

Sobre estas altas concentraciones dietéticas de P, la elevación del contenido en Ca, al objeto de recuperar la relación Ca:P inicial, lejos de mejorar la situación, la empeora, y todos los cambios señalados se acentúan e incluso se produce la muerte de dos de los diez animales sometidos a este tratamiento.

Por último, queremos poner de relieve que la compleja interrelación existente entre el metabolismo de Ca y P en la codorniz ponedora no queda definida por la relación Ca:P en el alimento, es decir, que el cociente de sus niveles dietéticos es una expresión inadecuada para medir dicha interdependencia, ya que de los trabajos realizados se desprende que:

a) Dietas con relaciones Ca:P que varían entre 3 y 7, consiguen mantener las mismas tasas y calidad de producción, junto con un buen estado general del animal.

b) Con raciones de la misma relación Ca:P, pero con dobles niveles de ambos, los efectos producidos son totalmente diferentes.

c) La elección voluntaria de cada elemento por los propios animales no está condicionada por el nivel dietético del otro, en la medida de que no mantienen constante su relación Ca:P en la ingesta, a pesar de que la situación experimental así lo permitía.

6.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Estudiamos la influencia de los niveles dietéticos de Ca y P y/o de su relación en la misma sobre la utilización nutritiva de ambos minerales en codornices adultas machos y hembras, (*Coturnix coturnix japonica*), así como su capacidad para regular espontáneamente la ingesta de cada uno de estos minerales, y la incidencia que sobre dicha elección pudiera tener el nivel dietético del otro.

Para ello se realizan 4 ensayos de balance en machos y 4 en hembras con dietas de distinto contenido en Ca y/o en P: niveles iniciales, duplicación del Ca, duplicación del P, duplicación de ambos elementos. También se efectúan 8 ensayos (4 en machos y 4 en hembras) de elección voluntaria entre dietas con distinto contenido de Ca o de P, acompañadas de un nivel inicial del elemento en que no difieren, que se duplica en el segundo período del ensayo.

Por último, con los niveles de Ca y P consumidos espontáneamente por los animales se lleva a cabo un ensayo de balance para cada uno de los sexos.

Todos los experimentos se efectúan en cámara termorregulada, con los animales introducidos en células de metabolismo individuales, según un diseño experimental ampliamente descrito en el apartado de método.

Se controlan en todos los casos los siguientes parámetros: concentración de Ca y P en dietas, ingesta y peso de las codornices, mineralización del fémur, calcemia y frecuencia de puesta. Además, en los ensayos de balance se cuantifica el contenido de Ca y P en excretas y huevo, así como algunas características físicas de los mismos. Por su parte, en los de elección de dietas se calcula el consumo relativo que de ambas efectúan las aves.

Los resultados se someten a las pruebas estadísticas usuales: "t" de Student, análisis de varianza y covarianza, coeficiente de correlación y rectas de regresión.

De nuestros resultados concluimos:

CONCLUSION 1:

Las codornices machos y hembras son capaces de discernir entre dietas con distinta concentración de fosfato, e independientemente de que el contenido en Ca sea 1,4 ó 3,0% en los machos y 3,0 ó 6,0% en las hembras.

CONCLUSION 2:

La ingesta de fósforo elegida espontáneamente por las codornices tras un breve periodo de aprendizaje, es en los machos de 100 a 110mg/ave/día, y en las hembras de 200 a 210 mg/ave/día, lo que supone, teniendo en cuenta el alimento consumido, un nivel de aproximadamente, 0,85% para ambos sexos.

CONCLUSION 3:

Las codornices machos pueden distinguir también, entre dietas con distinta concentración de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , e independientemente de que el nivel de F en la misma sea 0,7% ó 1,5%.

CONCLUSION 4:

Los machos parecen aprender a estabilizar su ingesta cálcica entre 290 y 310 mg/ave/día, mientras que las hembras ingieren entre 600 y 1100 mg/ave/día, lo que equivale a dietas con un 2,2 - 2,4% de Ca para los machos y de 2,8 y 4,5% de Ca para las hembras.

CONCLUSION 5:

Concentraciones dietéticas de P de 1,6% frente a 0,8% reducen significativamente el consumo de alimento en ambos sexos y el peso de las hembras, disminución que se acentúa cuando a esos altos niveles se aúna elevadas concentraciones de Ca, entonces el detrimento ponderal aparece también en los machos.

**CONCLUSION 6:**

Dietas con niveles de Ca comprendido entre 2,3% y 6,6% y de P entre 0,7% y 0,9% permiten mantener la calcemia, tasa y calidad de la puesta, idóneas para esta especie, mientras que elevadas concentraciones de P, 1,4% a 1,6%, deprimen significativamente el nivel de Ca plasmático, la producción de huevos y su densidad, efectos adversos que sobre la producción, se acentúa marcadamente cuando coinciden altos niveles de P y de Ca, llegando incluso a afectarse la calidad de los mismos.

**CONCLUSION 7:**

Ingestas y excretas de Ca en los machos se hallan positivamente correlacionados, y el balance del mismo es una función lineal dependiente de su ingesta, presentando valores negativos para ingresos inferiores a unos 285mg/ave/día y positivos cuando se sobrepasan. Esta función no se altera por la elevación del P dietario desde 0,8 a 1,6%, ni se aprecian modificaciones significativas a nivel de calcemia y mineralización ósea.

**CONCLUSION 8:**

La ingestión y excreción de P están asimismo, correlacionadas en la codorniz macho de forma que las pérdidas compensan el aporte dietario, permitiendo balances nulos en nuestras circunstancias experimentales, en los que además no se modifican significativamente los parámetros sanguíneos y óseos controlados.

**CONCLUSION 9:**

En las hembras es la eliminación total de Ca la que se correlaciona linealmente con su ingesta, siendo independiente de su concentración en la dieta y variando cuando lo hace el contenido de P, de tal modo que niveles

excesivos de este último conducen a un mal aprovechamiento nutritivo del Ca, reflejado en la aparición de balances negativos, merma de la puesta y calcemia y desmineralización ósea.

CONCLUSION 10:

El aprovechamiento nutritivo del P en este sexo que mantiene sus balances próximos a cero, sigue unas directrices paralelas y de este modo su ingesta se correlaciona positiva y linealmente con su eliminación total, según dos funciones distintas dependientes de los niveles dietéticos de Ca. La incidencia de este último se ejerce en la medida que sus altos niveles dificultan el aprovechamiento global del P.

CONCLUSION GENERAL:

Nuestros resultados patentizan una vez mas la existencia de una gran interdependencia entre las utilidades nutritivas del Ca y P en las cordones hembras que apenas se manifiesta en los machos. Esta interconexión que claramente depende de los valores absolutos de ambos en el alimento, es compleja y no queda perfectamente reflejado en todas las situaciones por el simple cociente de sus niveles dietéticos, es decir, por la usual relación Ca:P.

En primer lugar, porque los animales aprenden a elegir niveles absolutos sin cuidarse de guardar esa relación constante en el alimento, a lo que se une que dietas con distintas proporciones Ca:P producen efectos similares, mientras que otras, con iguales relaciones y distintos niveles, conducen a resultados diferentes.

7.- BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, T.H., y NORMAN, A.W. (1970). *J. Biol. Chem.* 245: 4421.
- ALBRIGHT, F., y SULKOWITCH, W. (1938). *J. Clin. Invest.* 17: 305. Tomado de Wiseman, G. "Absorption from the intestine" Academic Press. London and New York, 1964, pag. 244.
- AMIEL, C., KUNTZIGER, H. y RICHET, G. (1970). *Pfluegers, Arch.* 317: 93. Tomado de BORLE, A.B. (1974). *Annual Review of Physiology* 36:361.
- ANDERSON, G.H., y DRAPER, H.H. (1972), *J. Nutr.* 102:1123.
- ANDERSON, G.J., PETERSEN, C.F., WISE, A.C. y LANPMAN, C.E. (1957). *Poultry Sci.* 36:1369.
- ANDUJAR, M.M, NAVARRO, M.P. y VARELA, G. (1977). *Rev. Esp. Fisiol.* 33:305.
- BAKSI, S.N. y KENNY, A.D. (1978). *Am.J.Physiol.* 234(6): E622.
- BALDINI, J.T. y ZARROW, M.X. (1952). *Poultry Sci.* 31:800.
- BALLOUN, S.L. y MARION, W.W. (1962). *Poultry Sci.* 41:1625.
- BAR, A., DUBROU, D., EISNER, U. y HURWITZ, S. (1976a). *Poultry Sci.* 55:622.
- BAR, A., EISNER, U., MONTECUCCOLI, G. y HURWITZ, S. (1976b). *J.Nutr.* 106:1336.
- BAR, A. y HURWITZ, S. (1972). *Comp. Biochem. Physiol.* 41B:735.
- BAR, A., HURWITZ, S. y COHEN, I. (1972). *Comp. Biochem. Physiol.* 43A:519.
- BARLET, J.P. (1972). *J. Endocrinol.* 55:153.
- BARUAH, J.N, DAVIES, R.E., RGID, B.L. y COUCH, J.R. (1960). *Poultry Sci.* 39:843.
- BEHAR, J. y KERSTEIN, M.D. (1976). *Am. J. Physiol.* 230(5):1255.
- BELL, F.R. (1963). En "Olfaction and taste" y ZOTTERMAN, Pergamon Press. Oxford. pag. 299.
- BELL, D.J., y FREEMAN, B.M. (1971a). En "Physiology and Biochemistry of the domestic fowl". Academic Press. London and New York., vol 1, pag. 59.
- BELL, D.J., y FREEMAN, B.M. (1971b). En "Physiology and Biochemistry of the domestic fowl". Academic Press. London and New York., vol 1, pag. 233.
- BELL, D.J., y FREEMAN, B.M. (1971c). En "Physiology and Biochemistry of the domestic fowl". Academic Press. London and New York., vol 2, pag. 638.

- BENOIT, J., CLAVERT, J. (1947). Tomado de STURKIE (1968) "Fisiologia Aviar". Ed. Acribia. Zaragoza, pag. 400.
- BERG, L.R., BEARSE, G.E. y MERRIL, L.H. (1964). Poultry Sci. 43:885.
- BERGEIM, O. (1926). J. Biol. Chem. 70: 51. Tomado de WISEMAN, G. (1964) "Absorption from the intestine". Academic Press. London and New York., pag. 211.
- BIJVOET, O.L.M. (1969). Clin. Sci. 37:23.
- BIJVOET, O.L.M. y FROELING, G.A.M. (1973). Tomado de BORLE, A.B., (1974). Annual Review of Physiology 36:361.
- BILTZ, R.M. y PELLEGRINO, E.D. (1969). J. Bone and Joint Surg. 51A: 456.
- BLANUSA, M., NILOSEVIC, Z., NADEZDIN, M., HORSIC, E. y DZINIC, M. (1977). Period. Biol. 79:37.
- BLOOM, W. y BLOOM, M.A. (1941). Anat. Rec. 81:443. Tomado de "Physiologie comparee des echanges calciques" D. PANSU, Simpep. editions, 1974, pag. 48.
- BONJOUR, J.P., FLESCHE, H. y TREGHEL, U. (1977). J. Physiol. 264:125.
- BORIS, A., HURLEY, J.F., y TRMAL, T. (1977). J. Nutr. 107:194.
- BORLE, A.B. (1974). Annual Review of Physiology, 36:361.
- BORLE, A.B., KEUTMANN, H.T. y NEUMANN, W.F. (1963). Am. J. Physiol. 204:705.
- BOTT, E., DENTON, D.A. y WELLER, S., (1965). En "Olfaction and taste 2" T. HAYASHI, Pergamon Press, Oxford, pag. 415.
- BOYLE, I.T., GRAY, R.W. y DeLUCA, H.F. (1971), Proc. Natr. Acad. Sci. U.S.A. 68:2131.
- BRAGG, D.B., FLOYD, J. y STEPHENSON, E.L. (1971), Poultry Sci. 50:167.
- BRAITHWAITE, G.D., (1978a), Br. J. Nutr. 39(1):213.
- BRAITHWAITE, G.D., (1978b), Br. J. Nutr. 40(1):17.
- BRAITHWAITE, G.D., GLASCOCK, R.F. y RIAZUDDIN, S.N. (1970), Br. J. Nutr. 24:66
- BRONSCHE, K., LORCHER, K. y STALDER, B. (1967) Zbl.Vet. Med. 14:105. Tomado de "Physiologie comparee des echanges calciques". D.PANSU. Simpep.editions. 1974. pag. 48.

- BROWNE, T.G. (1922). *J. Comp. Path. and Thera.* 35:12. Tomado de STURKIE, P.D. "Fisiologia Aviar" Ed. Acribia, Zaragoza, 1967, pag. 221.
- BUTLER, E.J. (1971). Tomado de BELL, D.J. y FREEMAN, B.M. "Physiology and biochemistry of the domestic fowl". Academic Press. London and New York. vol. 2, pag. 933.
- CANIGGIA, A., CENNART, C., BENCINI, M., PALAZZUOLI, U., BORRELLO, G. y LENZI, F. (1968) *J. Nucl. Biol. Med.* 12:83.
- CARLSSON, A. (1954). *Acta Physiol. Scand.* 31:301.
- CASTILLO, L., TANAKA, Y., DeLUCA, H.F., y SUNDE, L., (1977). *Arch. Biochem. Biophys.* 172:211.
- CHAN, H.M., RUCKER, R.B., y RIGGINS, R.S. (1972). *Fed. Proc.* 31:707.
- CHOI, J.H., MILES, R.D. y HARMS, R.H. (1979a). *Poultry Sci.*, 58:99.
- CHOI, J.H., MILES, R.D. y HARMS, R.H. (1979b). *Poultry Sci.*, 58:416.
- CLARK, I. (1965). *Nature* 207:982.
- CLARK, I. (1968). Tomado de ANDERSON, G.H. y DRAPER, H.H. (1972). *J. Nutr.* 102: 1123.
- CLARK, I. (1969). *Am. J. Physiol.* 217(3):865.
- CLARK, I., y RIVERA-CORDERO, F. (1971). *Endocrinology.* 88:302.
- CLARK, I., y RIVERA-CORDERO, F. (1973). *Endocrinology.* 92:62.
- CLARK, I., y RIVERA-CORDERO, F. (1974). *Endocrinology.* 95:360.
- CLARK, I. y SMITH, H.R. (1964). *Endocrinology.* 74:421.
- CLARK, N.B. (1967). *Comp. Biochem. Physiol.* 20:823.
- CLAVERT, J., y BENOIT, J. (1942). *C.R. Trav. Soc. Chim. Biol.* 24:1469. Tomado de PANSU, D. "Physiologie comparee des echanges calciques". Simpep editions. 1974, pag. 45.
- CLEMENS, E. (1961). *Arch. Tierernahrung* 11:100. Tomado de *Nutr. Abst. Rev.* (1961) 31:6799.
- COHN, S.H., TERESE, T.M. y GUSMANO, E.A. (1968). *J. Nutr.* 94:261.

- COMMON, R.H., (1933). J. Agric. Sci. 23:555. Tomado de PANSU, D. "Physiologie comparee des echanges calciques". Simep editions 1974, pag. 45.
- COMMON, R.H. (1936), J. Agric. Sci., 26:85. Tomado de PANSU, D. "Physiologie comparee des echanges claciques" Simep editions 1974, pag. 45.
- COMMON, R.H. (1938), J. Agric. Sci., 28:347. Tomado de PETERSEN, C.F. (1965). World's Poultry Sci. J. 21(2):110.
- COMMON, R.H. (1943). J. Agr. Res. 33:213. Tomado de PETERSEN, C.F. (1965). World Poultry Sci. J. 21(2):110.
- CORRADINO, R.A. (1973). J. Cell. Biol. 58:64.
- CORRADINO, R.A. (1974). Endocrinology. 94:1607.
- CORRADINO, R.A. y WASSERMAN, R.H. (1968). Arch. Biochem. Biophys. 126:957.
- COX, A.C. y BALLOUM, S.L. (1970). Poultry Sci. 49:1463.
- COX, A.C. y BALLOUM, S.L. (1971). Poultry Sci. 50:1429.
- CRAMER, C.F. (1961). Canad. J. Biochem. Physiol. 39:499.
- CRAMER, C.F. (1968). Can. J. Physiol. Pharmacol. 46:171.
- CRAMER, C.F. (1973). Calcif. Tissue Res. 13:169.
- CRAMER, C.F., PARKS, C.O. y COPP, D.H. (1969). Can. J. Physiol. Pharmacol. 47:181.
- CROWLEY, A., KURNICK, A.A. y REID, B.L. (1963). Poultry Sci. 42:758.
- CROWLEY, A., PASVOGEL, M.W., KEMMERER, A.R., VAVICH, N.G. y KURNICK, A.A. (1961) Poultry Sci. 40:74.
- CUSINIER-GLEIZES, P., GEORGE, A., GIULIANO, C., y MATHIEU, H. (1976). Poultry Sci. 55:637.
- DAVIS, B.B., y MURDAUGH, H.V. (1970). Metabolism. 19:439.
- DAVISON, S. y BOYNE, A. (1970). Brit. Poultry Sci. 11:231.
- DeLUCA, H.F. (1974). Federation Proc. 33:2211.
- DENTON, D.A. (1965). Physiol. Rev. 45:245.
- DENTON, D.A. (1967). En "Handbook of Physiology. Section 6. Volume I". American Physiological Society, pag. 433.

- DIBONA, G.F. (1971). *Am. J. Physiol.* 220:49.
- DRAPER, H., TEN-LIN SIE, H. y BERGAN, J.G. (1972). *J. Nutr.* 102:1133.
- DRESCHER, D. y DeLUCA, H.F. (1971). *Biochemistry*, 10:2308.
- DUDLEY, F.J. y PICKERING, G.J. (1966). *Brit.Poultry Sci.* 7:83.
- EANES, E.D. (1970). *Calcif. Tissue Res.* 5:133.
- EVANS, R.J., CARYER, J.S. y BRANT, A.W. (1944). *Poultry Sci.* 23:9.
- FARQUHARSON, R.F., SALTER, W.T. y AUB, J.C. (1931). *J. Clin. Invest.* 10:251.  
Tomado de WISEMAN, G. "Absorption from the intestine". Academic Press.  
London and New York, 1964, pag. 217.
- FEINBER, J.G., HUGHES, J.F. y SCOTT, H.N. (1937). *Poultry Sci.* 16:132. Tomado  
de STURKIE, P.D. "Fisiologia Aviar". Ed. Acribia, Zaragoza, 1968, pag.394.
- FOOTE, J.F. (1916). *Smithson. Contr. Knowl* 35:1. Tomado de PANSU, D. "Physiologie comparee des echanges calciques". Simep - edition, 1974, pag. 45.
- FRICK, A. (1969), *Pflugers Arch.* 313:106. Tomado de BORLE, A.B. (1974). *Annual Review of Physiology* 36:361.
- FRITZ, J.C., PLA, G.M., y ROEHNE, J.W. (1971). *Poultry Sci.* 50:1444.
- FUSSELL, M.H. (1960). Ph. D. Thesis University of Cambridge. Tomado de STURKIE, P.D. "Fisiologia aviar". Ed. Acribia, Zaragoza, 1968, pag. 402.
- GALANTE, L., COLSTON, K.W., MacAULAY, S. y MacINTYRE, I. (1972). *Nature.* 238:271.
- GARDINER, E.E. (1969). *Canad. J. Animal Sci.* 49:193.
- GARLICH, J.D. y WYATT, R.D. (1971). *Poultry Sci.* 46:1264.
- GERRY, R.W. y BIRD, F.M. (1967). *Poultry Sci.* 46:1264.
- GILLIS, M.B., NORRIS, L.C. y HEUSER, G.F., (1953). *Poultry Sci.* 32:977.
- GLEAVES, E.W., MATHER, F.B., AHMAP, M.M. (1977). *Poultry Sci.* 56:402.
- GLIMCHER, M.J. (1976). En "Handbook of Physiology Section 7, Volume VII" American Physiological Society, pag. 25.
- GO TO, S., y SAWAMURA, T., (1973). *Nutrition Reports International*, 7(2):103.

- GOVAERTS, J., DALLEMAGNE, M.J. y MELON, J. (1951). *Endocrinology*, 48:443.
- GUTOWSKA, M.S. y PARKHURST, R.T. (1942). *Poultry Sci.* 21:321. Tomado de PETERS C.F., (1965). *World's Poultry Sci. J.* 21:110.
- HARRISON, H.E. (1959). *Fed. Proo.* 18:1085.
- HARRISON, H.E. y HARRISON, H.C. (1961). *Am.J.Physiol.* 201:1007.
- HARRISON, H.E. y HARRISON, H.C. (1974). En "Intestinal absorption" Plenum Press London - New York, pag. 793.
- HELBOCK, H.J., FORTE, J.G. y SALTMAN, P. (1966). *Biochem. Biophys. Acta.* 26:81.
- HERTELENDY, F. y TAYLOR, T.<sup>G</sup>. (1961). *Poultry Sci.* 40:108.
- HEUSER, G.<sup>F</sup>. (1945). *Poultry Sci.* 24:20. Tomado de STURKIE, P.D. "Fisiologia Aviar". Ed. Acribia, Zaragoza, 1967, pag. 224.
- HEYWANG, B.W., REID, B.L., KEMMERER, A.R., (1964). *Poultry Sci.* 43:625.
- HILLERMAN, J.P., KRATZER, F.H. y WILSON, W.O., (1953). *Poultry Sci.* 32:332. Tomado de STURKIE, P.D. "Fisiologia Aviar" Ed. Acribia, Zaragoza, 1967, pag. 225.
- HODGES, R.D. (1969). *Comp. Biochem.Physiol.* 28:1243.
- HOLCOMBE, D.J., ROLAND, D.A.Sr., y HARMS, R.H. (1975). *Poultry Sci.* 54:522.
- HOLCOMBE, D.J., ROLAND, D.A.Sr, y HARMS, R.H. (1976). *Poultry Sci.* 55:308.
- HOLDSWORTH, E.S. (1965). *Biochem. J.* 96:475.
- HOLICK, M.E. y CLARK, M.B. (1978). *Federation Proc.* 37:2567.
- HUGHES, B.O. (1972). *Brit. Poul. Sci.* 13:485.
- HUGHES, B.O. y WOOD-GUSH, D.G.M. (1971). *Anim. Behav.* 19:490.
- HULAN, H.W. y NIKOLAICZUK, N. (1971). *Canad. J. Animal.Sci.* 51:169.
- HUNSAKER, H.G. y STURKIE, P.D. (1961). *Poultry Sci.* 40:1348.
- HURWITZ, S. (1964). *Am. J. Physiol.* 206:198.
- HURWITZ, S. (1970). *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 10n hors serie 2:70. Tomado de "Physiologie comparee des echanges calciques" D. PANSU.

- HURWITZ, S. y BAR, A. (1965). J. Nutr. 86:433.
- HURWITZ, S. y BAR, A. (1966a) J. Nutr. 89:311.
- HURWITZ, S. y BAR, A. (1966b) Poultry Sci. 45:345.
- HURWITZ, S. y BAR, A. (1967) Poultry Sci. 46:1522.
- HURWITZ, S. y BAR, A. (1969a) Am. J. Clin. Nutr. 22:391.
- HURWITZ, S. y BAR, A. (1969b) J. Nutr. 99:217.
- HURWITZ, S. y BAR, A. (1969c) Poultry Sci. 48:1391.
- HURWITZ, S. y BAR, A. (1970) Poultry Sci. 49:324.
- HURWITZ, S. y BAR, A. (1971), J. Nutr. 101:677.
- HURWITZ, S. y BAR, A. (1972) Am. J. Physiol. 222:761.
- HURWITZ, S. y BORNSTEIN, S. (1963). Israel J. Agric. Res. 13:147.
- HURWITZ, S. y BORNSTEIN, S. (1969) Poultry Sci. 48:1453.
- HURWITZ, S., DUBROV, D., EISNER, V., RISENFELD, G., y BAR, A. (1978, J. Nutr. 108:1329.
- HURWITZ, S. y GRIMINGER, P. (1960) J. Agric. Sci. 34:373.
- HURWITZ, S. y GRIMINGER, P. (1962) J. Sci. Food Agr. 13:185.
- HURWITZ, S., HARRISON, H.C. y HARRISON, H.E. (1967) J. Nutr. 91:319.
- HURWITZ, S., STANLEY, R.E. y BROMMER, F. (1969), Am. J. Physiol. 216:254.
- INGER y col. (1962). Tomado de STURKIE, P.D. "Fisiologia Aviar". Ed. Acribia, Zaragoza, 1967, pag. 246.
- ITOH, H. (1967). Tomado de Nutr. Abst. Rev. (1968), 38:6177.
- JENSEN, L.S., SEXENA, H.G. y MCGINNIS, J. (1963) Poultry Sci. 42:604.
- KARELITZ, S. y SHOHL, A.T. (1927) J. Biol. Chem. 73:665. Tomado de WISEMAN, G. "Absortion from the intestine" Academic Press, London and New York, 1964. pag. 217.
- KENNY, A.D. (1976) Am.J.Physiol. 230:1609
- KENNY, A.D. y DACKE, C.G., (1975) World Review of Nutrition and Dietetics. 20:231.

- KLEIBER, M., SMITH, A.H., RALSTON, N.P. y BLACK, A.L. (1951) J. Nutr. 45:253.
- KOVAC, M. (1967) Acta Zootech Univ. Agric. Nitra. 16:69. Tomado de Nutr. Abst. Rev. (1969) 39:4111.
- KOVAC, M. (1968) Pol'nohospodanstvo 14:464. Tomado de Nutr. Abst. Rev. (1969). 39:1818.
- KOWARSKI, S. y SCHACHTER, D. (1969). J. Biol. Chem. 244:211.
- KRISHNA, G. y MARKS, H.L. (1966) Quail Quant 3:25. Tomado de VOHRA, P. (1971). World's Poultry Sci. J. 27:26.
- KRISHNARAO, G.V.G. y DRAPER, H.H. (1972). J. Nutr. 102:1143.
- KROOK, L. (1968) Cornell Vet. Suppl. 1, 58:59.
- KROOK, L., BARRETT, R.E., USVI, K. y WOLKE, R.E. (1963). Cornell Vet. 53:224.
- KROOK, L. y LOWE, J.E. (1964). Pathol. Vet. Suppl. 1:1.
- KYES, P. y POTTER, T.S. (1934). Anat. Rec. 60:377. Tomado de PANSU, D. "Physiologie comparee des echanges calciques" Simep - edition, 1974, pag. 45.
- LEE, Y.S., KUBOTA, D. y MORIMOTO, H. (1967) Jap. J. Zootech. Sci. 38:351. Tomado de Nutr. Abst. Rev. (1968). 38:8445.
- LEESON, S. y SUMMERS, J.D. (1979), Poultry Sci. 58:646.
- LOFGREEN, G.P., KLEIBER, M. y SMITH, A.H. (1952). J. Nutr. 47:561.
- LORCHER, K., y NEWESELY, H. (1969) Calc. Tiss. Res. 3:358.
- LOWE, J.T., STEENBOCK, H. y KRIEGER, C.H. (1939). Poultry Sci. 18:40. Tomado de SALMAN, A.J., ALI, M.S., y MCGINNIS, J. (1969) Poultry Sci. 48:1004.
- LUEKER, C.E. y LOFGREEN, G.P. (1961) J. Nutr. 74:233.
- MARTIN, D.L. y DeLUCA, H.F. (1969) Arch. Biochem. Biophys. 134:139.
- MARTIN, W.G. y PATRICK, H. (1962) Poultry Sci. 41:213.
- MCCOLLUM, E.U., SIMMONDS, N., SHIPLEY, P.G. y PARK, E.A. (1921) J. Biol. Chem. 47:507. Tomado de STEWART, R.J.C. (1965). World Review of Nutrition and Dietetics 5:275.

- McDONALD y RIDDLE (1945) Tomado de PANSU, D. "Physiologie comparee des echanges calciques" Simep - editins, 1974, pag. 44.
- McINTYRE, T.M., CHANCEY, H.W.R., GARDINER, E.E. (1963) Canad. J. Animal Sci. 43:337.
- MEDUECZKY, N. y ROSENBERG, H. (1970) Biochem Biophys. Acta. 211:158.
- MEDUECZKY, N. y ROSENBERG, H. (1971) Biochim Biophys. Acta 241:494.
- MELLANBY, E. (1919) Lancet 1:407. Tomado de "Handbook of Physiology, Section 7, Volume VII" American Physiological Society, 1976, pag. 142.
- MEYER, G.B., BABCOCK, S.W. y SUNDE, M.L. (1970) Poultry Sci. 49:1164.
- MICHALSKA, L., WROBEL, J. y NIEMIRO, R. (1972) Acta Biochim. Pol. 19:333. Tomado de "Handbook of Physiology, Section 7, Volume VII" American Physiological Society, 1976, pag. 145.
- MISKOUIC, M., ZIUKOUIC, S. y VISNJIC, C. (1964), Veterinarija Sarajevo 13:165. Tomado de Nutr. Abst. Rev. (1965). 35:5015.
- MITCHELL, H.H. (1964) "Comparative nutrition of man and domestic animals". Academic Press, New York, vol. II, pag. 403.
- MONGIN, P. y SAUVEUR, B. (1973) Brit. Poultry Sci. 14:251
- MONGIN, F. y GLAZIER, H.S. (1972) Comp. Biochem. Physiol. 42A:321.
- MOREL, F., ROINEL, N. y LEGRIMELLE, C. (1969) Nephron, 6:350.
- MORGAN, D.B. (1969) Tomado de "Handbook of physiology, Section 7, Volume VII" American Physiological Society, 1976, pag. 148.
- MORGANE, P.J. y JACOBS, H.L. (1969) World Review of Nutrition and Dietetics. 10:100.
- MORRIS, B.A. y TAYLOR, T.G. (1967) Poultry Sci. 8:251.
- MORRIS, T.R. y FOX, S. (1961) Brit. Poultry Sci. 2:59.
- MORRISSEY, R.L. y WASSERMAN, R.H. (1971) Am. J. Physiol. 220(5):1509.
- MOSTERT, G.C. y SWART, L.G. (1968), S. African J. Agric. Sci. 11:687.

- MOTZOK, I., ARTHUR, D. y BRANION, H.D., (1956), Poultry Sci. 35:627.
- MOTZOK, I., ARTHUR, D. y BRANION, H.D. (1957) Poultry Sci., 36:1089.
- MOTZOK, I., ARTHUR, D. y BRANION, H.D. (1965) Poultry Sci. 44:1261.
- MOTZOK, I., ARTHUR, D. y SLINGER, S.J., (1967) Poultry Sci. 46:985.
- MUELLER, G.L., ANAST, C.S., BREITENBACH, R.P. (1970) Am. J. Physiol. 218:1718.
- MUELLER, W.J. (1962) Poultry Sci. 41:1792.
- MUELLER, W.J. (1966) Poultry Sci. 45:1109.
- MUELLER, W.J., SCHRAER, R., SCHRAER, H. (1964) J. Nutr. 84:20.
- MURAYAMA, Y., MOREL, F., LeGRIMELEC, G. (1972) Pflueges. Arch. 333:1 Tomado de  
BORLE, A.B. (1974) Annual Review of Physiology. 36:361.
- MURILLO, A., CAMPOS, M.S. y VARELA, G. (1972) Rev. Esp. Fisiol. 28:115.
- NAVARRO, M.P. "Algunos factores que afectan el balance nutritivo de calcio, la osificación, y la puesta de huevos en la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*)" Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 1973.
- NAVARRO, M.P. y MURILLO, A., (1976) Poultry Sci. 55:2201.
- NELSON, F.S., HARGUS, W.A., STORER, N. y WALKER, A.C. (1965) Poultry Sci. 44:1508
- NELSON, F.S., LAUBER, J.K. y MIROSH, L. (1964) Poultry Sci. 43:1346.
- NESTOR, K.E., TOUCHBURN, S.P., MUSSER, M.A. y NABER, E.C. (1972) Poultry Sci. 8:251.
- NEVALAINEN, T.J. (1969). Poultry Sci. 48:653.
- NICOLAYSEN, R. (1937). Biochem. J. 31:107 y 122. Tomado de "Handbook of Physiology, Sección 7, Volume VII". American Physiological Society, 1976, pag.149
- NORDIN, B.E.C. y PEACOCK, M. (1969) Lancet 11:1280
- NORRIS, L. (1934). Tomado de PEREZ, F. "Cotornicultura" Ed. Científico Medica. Barcelona. 1966, pag. 92.
- NORRIS, L.C., LIN, H.J., BELJAN, J.H. y HELLEWELL, A.B. (1971), Fed. Proc. 30: 346.

- NOVIN, D., WYRWICKA, W. y BRAY, G.A. (1976) "Hunger" Raven Press, New York.
- NOZAKI, H., HASHIZUME, T., HORII, S., HIROE, K., TAKEI MORIMOTO, H., y KAISHIO, Y., (1952). Bull. Nat. Inst. Agric. Sci. Serie G. 4:137. Tomado de PAMSU, D. "Physiologie comparee des echanges calciques" Simpep-editions, 1974, pag. 48.
- OLSON, E.B. y DeLUCA, H.F. (1973). World Review of Nutrition and Dietetics. 17:164.
- OMADAH, J.L. y DeLUCA, H.F. (1977) J. Nutr. 107(11):1975.
- OSHIMA, M., y NOZAKI, H. (1964) Bull. Nat. Inst. Animal Indust. 5:5.
- PAILLARD, F., ARDAILLOU, R., MALEN DIN, H., FILLASTRE, J.P. y PRIER, S. (1972) J. Lab. Clin. Med. 80:200. Tomado de BORLE, A.B. (1974) Annual Reviews of Physiology. 36: 361.
- PAK, C.Y.C., RUSKIN, B. y CASPERA. (1970) Endocrinology. 87:262.
- PAPWORTH, D.G. y PATRICK, G. (1970) J. Physiol. 210:999.
- PAUL, H.S. (1969). Dissertation Abst. Internat. (B) 30:2479B.
- PAUL, H.S. y SNETSINGER, D.G. (1969). Poultry Sci. 48:241.
- PEACOCK, M., ROBERTSON, W.G. y NORDIN, B.E.C. (1969) Lancet 1:384.
- PEARSON, T.W., PRYOR, T.J. y GOLDNER, A.M. (1977) Am.J.Physiol. 232(4):437.
- PELLEGRINO, E.D. y BILTZ, R.M. (1970). Calc. Tiss. Res. 6:168.
- PEPPER, W.F., WINGET, C.M. y SLINEER, S.J. (1961) Poultry Sci. 40:657.
- PEPPER, W.F., SUMMERS, J.D. y McGONAGHIE, J.D. (1968) Poultry Sci. 47:224.
- PEREZ, F. (1974a) "Coturnicultura" Ed. Cientifico-Medica, Barcelona, pag.71.
- PEREZ, F. (1974b) "Coturnicultura" Ed. Cientifico-Medica, Barcelona, pag.137.
- PEREZ, F. (1974c) "Coturnicultura" Ed. Cientifico-Medica, Barcelona, pag. 269.
- PETERSEN, C.F. (1965) World's Poultry Science Journal. 21(2):110.
- PETERSEN, C.F., CONRAD, D.H., LUMIJARVI, D.H., SAUTER, E.A. y LAMPKAN, C.E. (1960) Idaho, Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 44:1

- PETERSON, W.J. y PARRISH, D.B. (1939) Poultry Sci. 18:54. Tomado de STURKIE, P. D. (1968) "Fisiologia aviar" Ed. Acribia, Zaragoza, pag. 394.
- PICKARD, D.W., HEDLEY, W.G. y SKILBECK, S. (1977) Proc. Nutr. Soc. 36:87A.
- POLIN, D. y STURKIE, P.D. (1957) Endocrinologie 60:778.
- POPE, C.V., WATTS, A.B., WILLIAMS, E. y BRUNSON, C.C. (1960) Poultry Sci. 39:14
- PROUDMAN, J.A. y WENTWORTH, B.C. (1977). Poultry Science. 56:807.
- PUSCHETT, J.B., AGUS, ZsS., SENESKY, D. y GOLDBERG, M. (1972) Am.J.Physiol. 223:851.
- PUSCHETT, J.B. y GOLDBERG, M. (1969) J.Lab.Clin.Med. 73:956. Tomado de BORLE, A.B.(1974) Annual Review of Physiology 36:361.
- PUSCHETT, J.B., MORANZ, J. y KURNICK, W.S. (1972a) J.Clin.Invest. 92:556.
- PUSCHETT, J.B. y col. (1972b); Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 141:379. Tomado de BORLE, A.B. (1974) Annual Review of Physiology 36:361.
- RAISZ, L.G. (1976) En "Handbook of Physiology, Section 7, Volume 6" American Physiological Society, pag. 117.
- RASMUSSEN, P. (1970) Brit. J. Nutr. 24:29.
- RASMUSSEN, H., WONG, M., BIKLE, D. y GOODMAN, D.B.P. (1972) J. Clin. Invest. 51:2502.
- RICHTER, C.P. (1942-43) Harvey Lectures 38:63. Tomado de HUGHES, B.O. y WOOD-GUSH, D. G.M. (1971) Anim. Behav. 19:490.
- RIDDLE, O., RAUCH, U.M. y SMITH, G.C. (1945) Endocrinologie. 36:41.
- RIDDLE, O., REINHART, W.H. (1925) Tomado de TAYLOR, T.G. (1970), Scientific American 222(3):88.
- ROLAND, D.A.Sr y HARMS, R.H. (1976) Poultry Sci. 55:637.
- ROLAND, D.A. Sr, SLOAN y HARMS, R.H. (1973) Poultry Sci. 52:351.
- ROMANOFF y ROMANOFF (1949) "The avian egg" Ed. John Wiley and Sons. New York.
- ROZIN, P. (1967) En "Handbook of Physiology, Section 6, Volume I" American Physiological Society, pag. 411.

- RUCKER, R.B., PARKER, H.E. y ROGLER, J.C. (1968) *J. Nutr.* 96:513.
- SAKALO, L.A., SMITH, A.J. y SMITH, R.M. (1971) *J. Endocrinol.* 50:485.
- SALMAN, A.J., ALI, M.S. y MCGINNIS, J. (1969) *Poultry Sci.* 48:1004.
- SAMPSON, H.W., MATTHEWS, J.L., MARTIN, J.H. y KUNIN, A.S. (1970) *Calcif. Tissue Res.* 5:305.
- SANDS, H. y KESSLER, R.H. (197 ) *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 137:1267. Tomado de BORLE, A.B. *Annual Review of Physiology* 36:361.
- SAUVEUR, B. (1971) *Courrier Avicole* 377:3.
- SAUVEUR, B. y MONGIN, P. (1974) En PANSU, D. "Physiologie comparee des echanges calciques" Simep-edition, pag. 44.
- SCHSEIDT, O.A. y URIST, M.R. (1956) *Science* 124:242.
- SCHRYVER, H.F. y HINTZ, H.F., CRAIG, P.H., HOGUE, D.E. y LOWE, J.E. (1972) *J. Nutr.* 102:143.
- SCOTT, M.Z. (1968) *World Review of Nutrition and Dietetics* 9:274.
- SHAH, B.G., KRISHNARAO, G.U.G. y DRAPER (1967) *J. Nutr.* 92:30.
- SHANE, S.M. (1969) *Dissertation Abst. Internat* (3) 30:1216.
- SHIRLEY, R.L., DRIGGERS, J.C., McCALL, J.T. y DAVIS, G.K. (1952) *Poultry Sci.* 31:316.
- SIFRI, M., LOWRY, D.C., KRATZER, F.H. y MORRIS, L.C. (1978) *J.Nutr.* 108:719.
- SINCO, T.F. y STEPHENSON, E.L. (1965). *Poultry Sci.* 44:283.
- SINKISS, K. (1967) Chapman and Hall, London, Tomado de PANSU, D. (1974) "Physiologie comparee des echanges calciques" Simep-edition, pag. 47.
- SINGSEN, E.P., MATTERSON, L.D. y KOZEFF, A. (1952) *Poultry Sci.* 31:962.
- SINGSEN, G.P., SPANDORF, A.H., MATTERSON, L.D., SERATEN, J.A. y TLUSTOHOWICZ (1962) *Poultry Sci.* 41:1401.
- SLOAN, D.R., ROLAND, D.A. y HARMS, R.H. (1974) *Poultry Sci.* 53:2003.
- SMITH, C.M., DeLUCA, H.F., TANAKA, Y. y MAHAFFEY, K.R. (1978) *J. Nutr.* 108:843.

- SONNERVILLE, B.A., FOX, J., CARE, A.D. y SWAMINATHAN, R. (1978) Br. J. Nutr. 40(1):159.
- SORENSEN, O.H., HINDBERG, I. y FRIIS, T. (1972) Acta Med. Scand. 191:103.
- STANBURY, S.W. (1968) Tomado de MORRISSEY, R.L. y WASSERMAN, R.H. (1971). Am. J. Physiol. 220(5):1509.
- STEWART, C.P. y PERCIVAL, G.H. (1927) Biochem. J. 21:301. Tomado de WISEMAN, G. (1964) "Absorption from the intestine" Academic Press, London and New York. pag. 211.
- STEWART, R.J.C. (1965) World Review of Nutrition and Dietetics, 5:275.
- STONEROCK, R.H., ROLAND, D.A.Sr. y VOITTE, R.A. (1975) Poultry Sci. 54:466.
- STURKIE, P.D. (1968a) "Fisiologia aviar" Ed. Acribia, Zaragoza, pag. 30.
- STURKIE, P.D. (1968b) "Fisiologia Aviar" Ed. Acribia, Zaragoza, pag. 232.
- STURKIE, P.D. (1968c) "Fisiologia aviar" Ed. Acribia, Zaragoza, pag. 298.
- STURKIE, P.D. (1968d) "Fisiologia-Aviar" Ed. Acribia, Zaragoza, pag. 396.
- SUMMERS, J.D., SLINGER, S.J. y PEPPER, W.F. (1970) Canad. J. Animal Sci. 50:171.
- TANAKA, Y. (1972) Sci. Bull. Fac. Agr. Kynshu. Univ. 26:331. Tomado de Calc. Tiss. Abst. (1972), 4CT1609.
- TANAKA, Y. y DeLUCA, H.F. (1973) Archs. Biochem. Biophys. 154:566.
- TANZER, F.S. y NAVIA, J.M. (1973) Nature New Biol. Tomado de "Handbook of Physiology, Section 7, Volume VII". American Physiological Society, 1976, pag. 1
- TAYLOR, A.N. (1976) Tomado de "Handbook of Physiology, Section 7, Volume VII". American Physiological Society, 1976, pag. 149.
- TAYLOR, A.N. y WASSERMAN, R.H. (1972) Am. J. Physiol. 223:110.
- TAYLOR, A.N. y WASSERMAN, R.H. (1973) Fed. Proc. 32:918.
- TAYLOR, G.M., MAWER, E.B. y REEVE, A. (1975) Clin. Sci. 49:391.
- TAYLOR, T.G. (1963) J.Sci. Food Agr. 14:611.
- TAYLOR, T.G. (1965) Proc. Nutr. Soc. 24:49.

- TAYLOR, T.G. (1966) En "Physiology of the domestic fowl" Ed. Horton-Smith, C. y Amoroso, E.C. Oliver y Boyd: Edimburgo y Londres, 1966, pag. 199.
- TAYLOR, T.G. (1970a) Swan H. Lewis, D., Proc. 4th Nutr. Conf. for Feed Manufacturers, Churchill, London, pag. 108.
- TAYLOR, T.G. (1970b) Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys. 10 n hors serie, 2:83.
- Tomado de PONSU, P. (1974) "Physiologie comparee des echanges calciques" Simep-edition, pag. 47.
- TAYLOR, T.G. (1970c) Scientific American 222(3):88.
- TAYLOR, T.G. y HERTELENDY, F. (1961) Poultry Sci. 40:115.
- TAYLOR, T.G. y KIRKLEY, J. (1967) Brit. Poultry Sci. 8:289.
- TAYLOR, T.G. y MOORE, J.H. (1954) Brit. J. Nutr. 8:112.
- TAYLOR, T.G. y MOORE, J.H. (1956) Brit. J. Nutr. 10:250.
- TAYLOR, T.G., SINKISS, K. y STRINGER, D.A. (1971) En BELL, D.J. y FREEMAN, E.H. (1971) "Physiology and biochemistry of the domestic fowl". Academic Press. London and New York, vol. 2, pag. 621.
- TELFER, S.V. (1922-23) Quant. J. Med. 16:45. Tomado de WISEMANG, (1964) "Absorption from the intestine" Academic Press, Ondon and New York, pag. 241.
- TERMINE, J.D. (1972) Clin. Orthopaed. 85:207. Tomado de "Handbook of Physiology Section 7, Volume VII", American Physiological Society, 1976, pag. 25.
- TERMINE, J.D. y POSNER, A.S. (1967) Calc. Tiss. Res. 1:8.
- TEPPERMAN, J. (1961) En "Physiological and behavioral aspects of taste". Ed. MORLEY R. KARE y BRUCE P. HALPERN, The University of Chicago Pres, pag.92.
- THEILER, A., GREEN, H.H. y DUPOIT, P.J. (1924) J. Dept. Agric. S. Africa. Reprint nº 18:1. Tomado de "Olfaction and taste" Ed. ZOTTERMAN, Y. Pergamon Press Oxford, 1963, pag. 299.
- THORNTON, P.A. (1970) J. Nutr. 100:1197.
- THORNTON, P.A., SCHAIBLE, P.J. y WOLTERINK, L.F. (1956) Poultry Sci. 35:1055.

- TURK, J.L. y MCGINNIS, J. (1964) Poultry Sci. 43:539.
- TWINING, P.F., LILLIE, R.J., ROBEL, E.J. y DENTON, C.A. (1965) Poultry Sci. 44:  
283.
- TYLER, C. (1954) J. Sci. Food Agric. 2:335.
- TYLER, C. y WILCOX, J.S. (1942) J. Agr. Sci. 32:43.
- URIST, M.R. y SCHJEIDE, O.A. (1961) J. Gen. Physiol. 44:743.
- URIST, M.R., SCHJEIDE, O.A. y McLEAN, F.C., Endocrinologie. 63:570.
- VALVERDE, A. Tesina de licenciatura. Universidad de Granada. 1971.
- VANDEPOPULIERE, J.M., AMMERMAN, C.B. y HARMS, R.H. (1960) Poultry Sci. 40:951.
- VARELA, G. y MURILLO, A. (1971) Rev. Esp. Fisiol. 27:73.
- WAIBEL, P.E. y MRAZ, F.R. (1964) J. Nutr. 84:58.
- WALDROUP, P.W., AMMERMAN, C.B. y HARMS, R.H. (1964) Poultry Sci. 43:212.
- WALDROUP, P.W., MAXEY, J.F. y LUTHER, L.W. (1974) Poultry Sci. 53:886.
- WALLING, M.W. y ROTHMAN, S.S. (1969) Am.J. Physiol. 217:1144.
- WALTER, E.D. y ALTKEN, J.R. (1962) Poultry Sci. 41:386.
- WASSERMAN, R.H. (1963) J. Nutr. 77:69.
- WASSERMAN, R.H. (1974) Science. 183:1092.
- WASSERMAN, R.H. COMAR, C.L. y NOLD, M.M. (1956) J. Nutr. 59:371.
- WASSERMAN, R.H., CORRADINO, R.A. KROOK, L., HUGHES, M.R. y HAUSSLER, M.R. (1976a  
J. Nutr. 106:457.
- WASSERMAN, R.H., HENION, J.D. HAUSSLER, M.R. y McCAIN, T.A. (1976b) Science  
194:853.
- WASSERMAN, R.H. y TAYLOR, A.N. (1966). Science. 152:791.
- WASSERMAN, R.H. y TAYLOR, A.N. (1969) En "Mineral metabolismo" Ed. COMAR, C.L.  
y BRONNER, F. New York, Acad. Press., vol. III, pag. 321.
- WASSERMAN, R.H. y TAYLOR, A.N. (1973) J.Nutr. 103:586.
- WASSERMAN, R.H. y TAYLOR, A.N. (1976). en "Handbook of Physiology, Section 7,  
Volume VII", American Physiological Society, pag. 137.

- WASSERMAN, R.H., TAYLOR, A.N. y LIPPIELLO, L. (1973) Federation Proc. 32:918.
- WHITING, M.G. (1966) Tomado de "The quail " Quarterly, 3:75.
- WILLHOCK, J.K. (1969) Thesis Inst. Tienzucht Tierernahrung Freien. Univ. Berlin.  
Tomado de Nutr. Abst. Rev. 40:4227.
- WINGET, C.M. y SMITH, A.H. (1957) Poultry Sci. 37:509.
- WINGET, C.M., SMITH, A.H. y HOOVER, G.N. (1958) Poultry Sci. 37:1325.
- WISEMAN, G. (1964) Academic Press, London and New York, pag. 244.
- WISEMAN, R.W., BUSHNELL, O.A. y ROSENBERG, M.M. (1956) Poultry Sci. 35:126.  
Tomado de STURKIE, P.A. (1967) "Fisiologia aviar" Ed. Acribia, Zaragoza,  
pag. 246.
- WOOD-GUSH, D.G.M. y HUGHES, B.D. (1971) Anim. Behav. 19:490.
- WOOD-GUSH, D.G.M. y KARE, M.R. (1966) Br. Poult. Sci. 7:285.
- YANG, M.G. y THOMAS, J.W. (1965) J. Nutr. 87:444.
- YATES, J.D., RUTHERFORD, H.O. (1967) Poultry Sci. 46:1340.
- ZALLONE, A.Z. y MUELLER, W.J. (1969) Calc. Tiss. Res. 4:136.
- ZURNITZER, A.E. y BRONNER, F. (1971) Am. J. Physiol. 220:1261.

