

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL  
SECCION DE ZOOLOGIA (VERTEBRADOS)  
FACULTAD DE BIOLOGIA  
UNIVERSIDAD DE BARCELONA

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGIA Y ECOETOLOGIA DE LA  
CODORNIZ (Coturnix coturnix)

Memoria redactada para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas presentada por el licenciado Manuel Puigcerver Oliván.

Conforme, el Director Dr. D. José Domingo Rodríguez-Teijeiro, Profesor Titular del Departamento de Biología Animal (sección de Zoología-Vertebrados) de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona.

Barcelona, a            de

  
de 1990

### 3.2.- Aspectos generales de la biología de la reproducción

#### 3.2.1.- Introducción

La biología de la reproducción en la codorniz, Coturnix coturnix, es una de las partes del conocimiento de esta especie más ignoradas. De hecho se conocen, por estudios en el campo, algunas cuestiones generales.

Así, se sabe que la hembra construye un nido muy poco elaborado aprovechando alguna pequeña depresión del suelo; la incubación y cría de los pollos corre única y exclusivamente a cargo de la hembra. También se sabe que el tamaño de la puesta oscila, según diversos investigadores entre los 6-12 huevos (NOVAL 1975), 6-7 a 12-18 (WITHERBY et al. 1941), 8-13 (6-18) (CRAMP & SIMMONS 1980) y 7-14 (16) (GLUTZ et al. 1973). Se considera, no obstante, que el tamaño medio de la puesta estimado a partir de 59 nidos es de unos 10 huevos (GLUTZ et al. 1973); cuando las puestas son de más de 18 huevos, se considera que probablemente ello se debe a que dos hembras realizan la puesta en el mismo nido (CRAMP & SIMMONS 1980, NOVAL 1975). La mayor puesta encontrada hasta el momento ha sido de 26 huevos (JOURDAIN, en WITHERBY et al. 1941), sin duda correspondiendo a este caso.

No existen datos acerca del éxito reproductor y porcentaje de supervivencia; únicamente DELAY (1947) presenta unos resultados de observaciones efectuadas en la Provenza, al pie del Jura (Suiza),

según las cuales el éxito de eclosión es del 20 %, con un crecimiento de dos jóvenes por cada hembra.

Todavía se cuestiona la posibilidad de que haya una doble puesta por parte de la hembra; NOVAL (1975) afirma que las codornices efectúan una cría al año y sólo en algunas ocasiones dos crías. WITHERBY et al (1941) se pronuncian en el mismo sentido, así como CRAMP & SIMMONS (1980). Por su parte, BAILLY (1854) afirma que en la Saboya son frecuentes las dobles puestas. GLUTZ et al. (1973) afirman que el comienzo de la puesta se da en el Norte de Africa a finales de febrero, por lo que parece claro que al menos una parte de las aves que nidifican tempranamente en estas zonas sureñas pueden, después de una "migración intermedia", hacer una segunda puesta en Europa. Incluso dentro de Europa podrían darse dos puestas; se han constatado en Italia puestas tardías en agosto y más excepcionalmente en septiembre e incluso noviembre (TOSCHI 1959). Por contra, DEMENT'EV & GLADKOV (1952) y VERHEYEN (1950) no consideran la posibilidad de que haya dos puestas al año.

En relación con el momento en que se produce la cría, la mayor parte de investigadores considera que, en Europa, se da desde la segunda quincena de mayo hasta julio, pudiendo prolongarse de forma puntual hasta septiembre (WITHERBY et al. 1941, NOVAL 1975, CRAMP & SIMMONS 1980). Por su parte, GLUTZ et al. (1973) señalan un retraso latitudinal en el momento modal de la cría; así, en el sur de Europa la cría comenzaría en abril; en Europa central se verificaría hacia mediados y finales de mayo, y en el norte de Europa se daría desde mediados de junio a julio.

Sin duda, estos vacíos de conocimientos se deben a las enormes dificultades que entraña la localización de nidos, ubicados dentro de los sembrados cerealistas, alfalfa, prados, etc. Por otra parte, si a ello se le añade el hecho de que los pollos son extraordinariamente precoces (pertenecen a la categoría 1, según la clasificación de WINKLER & WALTERS 1983) y de que abandonan el nido al poco tiempo de nacer, no debe resultar extraño el hecho de que se desconozca el porcentaje de eclosión y supervivencia, puesto que el seguimiento de las nidadas se hace prácticamente imposible.

En el presente capítulo se abordan algunos aspectos de la biología de la reproducción, tales como las fechas de reproducción en las distintas localidades de estudio y sus relaciones con la ubicación geográfica de las mismas en latitud y en altitud sobre el nivel del mar. Debe tenerse presente que, como se pone de manifiesto en el capítulo 3.6., el momento medio de llegada y de estancia están directamente relacionados con la altitud; cabe preguntarse entonces si la reproducción también guarda relación con la altitud de las localidades de estudio. A partir de los resultados obtenidos, se discute la posibilidad de que efectivamente se verifique una segunda puesta o no.

Asimismo, se aportan algunos datos acerca del momento y tamaño de la puesta y las medidas de los huevos, principalmente en condiciones de semilibertad. Quedan, sin embargo, pendientes de resolver los puntos acerca del éxito de eclosión y el porcentaje de supervivencia de los pollos. También se expone y discute un caso de adopción de pollos, máximo exponente del cuidado alop parental,

no descrito en Coturnix coturnix, y finalmente se efectúan algunas consideraciones acerca de la gestión cinegética de la codorniz aplicando la información aportada sobre su biología de la reproducción. Otros aspectos relacionados con la misma, tales como el comportamiento de incubación, el sistema de apareamiento, la razón de sexos, elección de la pareja, etc., son tratados en diferentes apartados de la presente memoria.

### 3.2.2.- Material y métodos.

A lo largo de los años de estudio, fue prácticamente nula la localización de nidos en el campo; únicamente se encontraron tres nidos abandonados: uno en 1983 en Sant Boi de Lluçanés, otro en 1984 en la misma localidad y otro en 1988 en Mas Esplugues; puede añadirse un cuarto nido, encontrado por Jesús Nadal en Las Colladas (Huesca), que tenía 9 huevos de los que 3 no eclosionaron. La escasa cantidad de nidos encontrados durante un período de siete años es una muestra clara de las dificultades encontradas en la localización de los mismos.

Por esta razón, la metodología utilizada para determinar las fechas en las que se verifica la reproducción en las distintas localidades muestreadas no se ha basado en la localización y seguimiento de los nidos, sino que se ha basado en la determinación de la edad de los pollos, capturados con el concurso de perros de muestra y red cuando ya habían sido segados los campos de cereales. Mediante esta técnica se pudo medir la longitud del ala de los

pollos capturados y, aplicando de una forma retrospectiva las curvas de crecimiento elaboradas en el capítulo 3.4., se pudo determinar la fecha de eclosión de los mismos. Obviamente, puede conocerse, siguiendo el mismo procedimiento, el momento en que se ha completado la puesta, teniendo en cuenta que el período de incubación en el campo es de unos 18 días.

De esta forma, se pudo determinar el período medio de eclosión de los huevos (expresado como el número de días transcurridos desde el 1 de enero) en las distintas zonas de estudio, y se pudo investigar si éste guardaba relación con la altitud y la latitud.

Las observaciones realizadas en condiciones de semilibertad en la pajarera (descrita en el apartado de metodología general), permitieron recoger algunos datos puntuales sobre la fecha en que se verifica la reproducción, el tamaño de la puesta y las medidas de los huevos (longitud del eje mayor, longitud del eje menor, peso y volumen), así como el éxito de eclosión. Debe tenerse en cuenta, no obstante, que las restringidas condiciones de semilibertad no son extrapolables a las condiciones naturales; por esta razón, se han tratado separadamente los resultados obtenidos en la pajarera de los obtenidos en el campo. También corresponde a estas observaciones en condiciones de semilibertad la descripción de un caso de adopción de pollos, desarrollado en el apartado 3.2.3.3.

### 3.2.3.- Resultados y discusión

#### 3.2.3.1.- Cría en las localidades de estudio

En la tabla 22 se consignan las polladas encontradas en las distintas localidades prospectadas en cada uno de los años de estudio, así como su edad aproximada estimada a partir de la longitud del ala; en función de estos datos, se ha estimado la fecha promedio de eclosión de los huevos en cada año y localidad de estudio (tabla 23).

Los resultados obtenidos en el capítulo de ecoetología acerca de las relaciones existentes entre la altitud de las localidades muestreadas y: a) la fecha media en que se producen las primeras llegadas b) la fecha media de estancia en las localidades, sugieren que la codorniz acomoda su ciclo biológico en función de la altitud; dado que también se halló una relación entre el momento medio de maduración de los cereales y la altitud, cabe inferir que, efectivamente, la codorniz ajusta su ciclo biológico al de los cereales.

Tal y como muestran los resultados consignados en la tabla 24 y en la figura 16, efectivamente se da una relación directa entre el momento medio de eclosión de los huevos (que se utiliza como un parámetro indicador del momento en que se verifica la reproducción) y la altitud de las localidades muestreadas. Por tanto, este resultado se ajusta y refuerza la hipótesis comentada anteriormente. De esta forma se comprueba que, además del retraso

TABLA 22.- Relación de polladas localizadas en las distintas localidades prospectadas a lo largo de los años de estudio. La edad estimada de los mismos se consigna en días.

| AÑO   | NUMERO DE POLLADAS | LOCALIDAD        | FECHA LOCALIZACION POLLADAS | EDAD |
|-------|--------------------|------------------|-----------------------------|------|
| 1983  | 2                  | Sant Boi         | 28-VII                      | 11   |
| "     | "                  | "                | 6-VIII                      | 32   |
| "     | 2                  | Alp              | 12-VIII                     | 16   |
| "     | "                  | "                | 16-VIII                     | 38   |
| TOTAL | 4                  |                  |                             |      |
| 1984  | 1                  | Pla de Sta Maria | 23-VI                       | 40   |
| "     | 4                  | Sant Boi         | 23-VII                      | 10   |
| "     | "                  | "                | 4-VIII                      | 8    |
| "     | "                  | "                | 4-VIII                      | 8    |
| "     | "                  | "                | 7-IX                        | 40   |
| "     | 5                  | Alp              | 23-VII                      | 8    |
| "     | "                  | "                | 23-VII                      | 8    |
| "     | "                  | "                | 14-VIII                     | 30   |
| "     | "                  | "                | 14-VIII                     | 31   |
| "     | "                  | "                | 14-VIII                     | 31   |
| TOTAL | 10                 |                  |                             |      |
| 1985  | 1                  | Pla de Sta María | 6-VII                       | 45   |
| "     | 5                  | Alp              | 14-VIII                     | 20   |
| "     | "                  | "                | 14-VIII                     | 31   |
| "     | "                  | "                | 14-VIII                     | 41   |
| "     | "                  | "                | 14-VIII                     | 20   |
| "     | "                  | "                | 14-VIII                     | 20   |
| "     | 1                  | Sant Boi         | 20-VI                       | 18   |
| TOTAL | 7                  |                  |                             |      |
| 1986  | 2                  | Mas Esplugues    | 20-VII                      | 43   |
| "     | "                  | "                | 20-VII                      | 34   |
| "     | 9                  | Sant Boi         | 22-VII                      | 5    |
| "     | "                  | "                | 29-VII                      | 50   |
| "     | "                  | "                | 29-VII                      | 40   |
| "     | "                  | "                | 29-VII                      | 25   |
| "     | "                  | "                | 3-VIII                      | 18   |
| "     | "                  | "                | 3-VIII                      | 45   |
| "     | "                  | "                | 3-VIII                      | 50   |
| "     | "                  | "                | 3-VIII                      | 45   |
| "     | "                  | "                | 12-VIII                     | 55   |

TABLA 22.- (Continuación)

| AÑO          | NUMERO DE POLLADAS | LOCALIDAD     | FECHA LOCALIZACION POLLADAS | EDAD |
|--------------|--------------------|---------------|-----------------------------|------|
| 1986         | 6                  | Alp           | 31-VII                      | 2    |
| "            | "                  | "             | 31-VII                      | 20   |
| "            | "                  | "             | 7-VIII                      | 40   |
| "            | "                  | "             | 7-VIII                      | 45   |
| "            | "                  | "             | 7-VIII                      | 40   |
| "            | "                  | "             | 7-VIII                      | 40   |
| <b>TOTAL</b> | <b>17</b>          |               |                             |      |
| 1987         | 15                 | Mas Esplugues | 27-VI                       | 5    |
| "            | "                  | "             | 27-VI                       | 18   |
| "            | "                  | "             | 27-VI                       | 30   |
| "            | "                  | "             | 27-VI                       | 25   |
| "            | "                  | "             | 4-VII                       | 32   |
| "            | "                  | "             | 7-VII                       | 5    |
| "            | "                  | "             | 7-VII                       | 25   |
| "            | "                  | "             | 7-VII                       | 40   |
| "            | "                  | "             | 7-VII                       | 30   |
| "            | "                  | "             | 11-VII                      | 7    |
| "            | "                  | "             | 11-VII                      | 40   |
| "            | "                  | "             | 11-VII                      | 30   |
| "            | "                  | "             | 13-VII                      | 35   |
| "            | "                  | "             | 13-VII                      | 38   |
| "            | "                  | "             | 20-VII                      | 40   |
| <b>TOTAL</b> | <b>15</b>          |               |                             |      |
| 1988         | 22                 | Mas Esplugues | 4-VII                       | 8    |
| "            | "                  | "             | 4-VII                       | 25   |
| "            | "                  | "             | 4-VII                       | 40   |
| "            | "                  | "             | 6-VII                       | 6    |
| "            | "                  | "             | 6-VII                       | 45   |
| "            | "                  | "             | 6-VII                       | 45   |
| "            | "                  | "             | 8-VII                       | 45   |
| "            | "                  | "             | 9-VII                       | 45   |
| "            | "                  | "             | 13-VII                      | 45   |
| "            | "                  | "             | 13-VII                      | 8    |
| "            | "                  | "             | 13-VII                      | 30   |
| "            | "                  | "             | 15-VII                      | 7    |
| "            | "                  | "             | 18-VII                      | 35   |
| "            | "                  | "             | 18-VII                      | 60   |
| "            | "                  | "             | 19-VII                      | 12   |
| "            | "                  | "             | 28-VII                      | 38   |
| "            | "                  | "             | 28-VII                      | 26   |
| "            | "                  | "             | 28-VII                      | 3    |
| "            | "                  | "             | 28-VII                      | 60   |
| "            | "                  | "             | 28-VII                      | 22   |

TABLA 22.- (Continuación)

| AÑO   | NUMERO DE POLLADAS | LOCALIDAD     | FECHA LOCALIZACION POLLADAS | EDAD |
|-------|--------------------|---------------|-----------------------------|------|
| 1988  |                    | Mas Esplugues | 28-VII                      | 40   |
| "     |                    | "             | 28-VII                      | 40   |
| "     | 6                  | Alp           | 4-VIII                      | 10   |
| "     |                    | "             | 4-VIII                      | 20   |
| "     |                    | "             | 4-VIII                      | 1    |
| "     |                    | "             | 6-VIII                      | 30   |
| "     |                    | "             | 6-VIII                      | 35   |
| "     |                    | "             | 6-VIII                      | 40   |
| TOTAL | 28                 |               |                             |      |
| 1989  | 8                  | Mas Esplugues | 8-VII                       | 5    |
| "     |                    | "             | 8-VII                       | 12   |
| "     |                    | "             | 8-VII                       | 15   |
| "     |                    | "             | 8-VII                       | 8    |
| "     |                    | "             | 8-VII                       | 8    |
| "     |                    | "             | 8-VII                       | 35   |
| "     |                    | "             | 8-VII                       | 40   |
| "     |                    | "             | 8-VII                       | 40   |
| TOTAL | 8                  |               |                             |      |

TABLA 23.- Fecha promedio de eclosión de los huevos en las distintas localidades muestreadas.

| AÑO   | PLA  | MAS ESPLUGUES | SANT BOI | ALP    |
|-------|------|---------------|----------|--------|
| 1983  | ---  | ---           | 11-VII   | 18-VII |
| 1984  | 14-V | ---           | 24-VII   | 15-VII |
| 1985  | 22-V | ---           | 2-VI     | 19-VII |
| 1986  | ---  | 12-VI         | 26-VI    | 5-VII  |
| 1987  | ---  | 10-VI         | ---      | ---    |
| 1988  | ---  | 16-VI         | ---      | 28-VI  |
| 1989  | ---  | 17-VI         | ---      | ---    |
| MEDIA | 18-V | 14-VI         | 1-VII    | 11-VII |

latitudinal en el momento modal de cría señalado por GLUTZ et al. (1973), se produce un retraso en altitud, dentro de unos márgenes latitudinales tan estrechos como los de las zonas muestreadas. Este retraso, que entre la localidad más baja y la más alta es de 54 días (en promedio), permite pensar en la potencial posibilidad de que, una vez alcanzadas las localidades europeas, las hembras puedan efectuar una segunda puesta no únicamente mediante desplazamientos latitudinales, sino también altitudinales. CRAMP & SIMMONS (1980) sugieren que la segunda puesta podría realizarse en el corto espacio de 6-12 semanas, por lo que el retraso en altitud encontrado entra perfecta y holgadamente dentro de este intervalo de tiempo; a falta de una prueba irrefutable, puede no obstante afirmarse que potencialmente pueden darse segundas puestas tanto en latitud como en altitud.

Dentro de este contexto, cabe señalar que las puestas se verifican con una cierta asincronía, como recoge la tabla 22; lógicamente, los límites de esta asincronía están marcados por la altitud de las zonas.

La localidad más intensamente prospectada corresponde a Mas Esplugues en el año 1988; puede deducirse a partir de los datos expuestos en la tabla 22 que la primera reproducción se verificó el 19 de mayo, mientras que la última ocurrió el 25 de julio. La distribución entre ambos límites queda recogida en la figura 17. Esta asincronía en el momento de la puesta, cuyos principales estadísticos se recogen en la tabla 25, tendrá lógicamente un rango más amplio a medida que se ascienda en altitud puesto que, como se

pone de manifiesto en el capítulo 3.6., el período de estancia de los machos es más dilatado en las localidades más altas.

La separación cronológica entre la primera eclosión y la última, de 70 días, también permite contemplar la posibilidad potencial de que, dentro de una misma localidad, se produzca una doble nidificación. BAILLY (1854) afirma que en la Saboya son frecuentes las dobles puestas; cabe pensar en la posibilidad de que éstas sean en realidad puestas de reposición, comunes en el orden de las Galliformes (WINKLER & WALTERS 1983). No obstante, MOREAU (1951) afirma en relación con esta posibilidad, que el lapso de tiempo transcurrido entre la primera y la segunda puesta es excesivamente dilatado, a menos de que la primera se verifique muy tardíamente. Ciertamente, puestas tardías en agosto, septiembre e incluso noviembre, son relativamente frecuentes en diversos países de Europa (TOSCHI 1959, GLUTZ et al 1973).

TABLA 24.- Análisis de regresión efectuados entre el momento medio de eclosión de los huevos (MEC) y: a) la latitud (L) b) la altitud (A).  $R^2$ =coeficiente de determinación. GL=grados de libertad. P=probabilidad de error (NS=no significativo; \*= $p < 0.05$ ).

| ANALISIS | COEF. DE REGRESION | ORDENADA EN EL ORIGEN | T    | $R^2$ | F     | GL | P         |
|----------|--------------------|-----------------------|------|-------|-------|----|-----------|
| MEC-L    | 40.487             | -1518.571             | 2.80 | 0.79  | 7.85  | 3  | 0.1072 NS |
| MEC-A    | 0.069              | 117.859               | 4.54 | 0.90  | 20.63 | 3  | 0.0450*   |

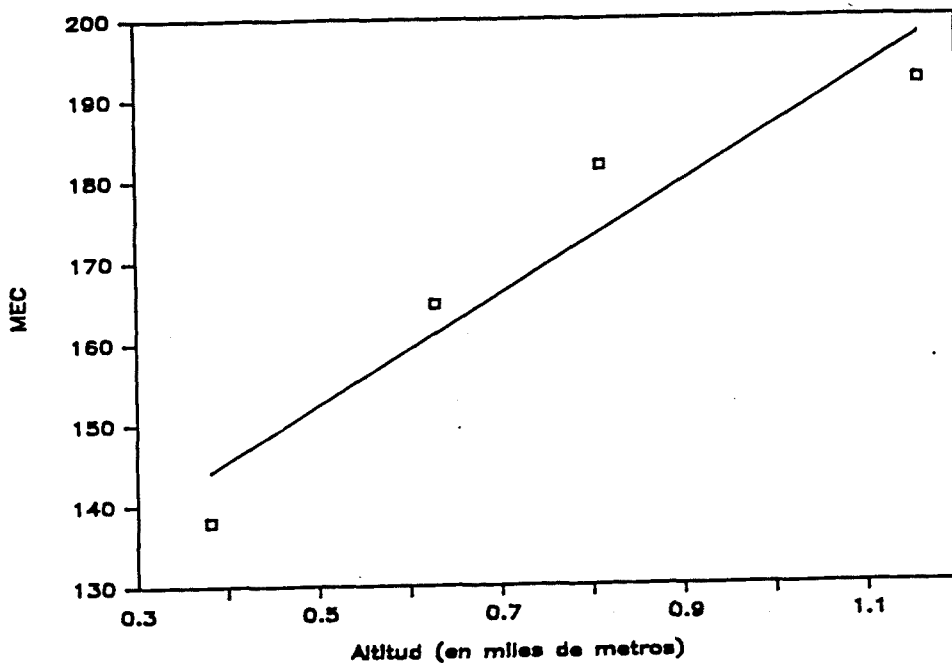


Figura 16.- Relación entre el momento medio de eclosión de los huevos (expresado en días transcurridos a partir del 1 de enero) y la altitud sobre el nivel del mar en las localidades muestreadas, expresada en miles de metros.

## Distribucion nidos en el tiempo

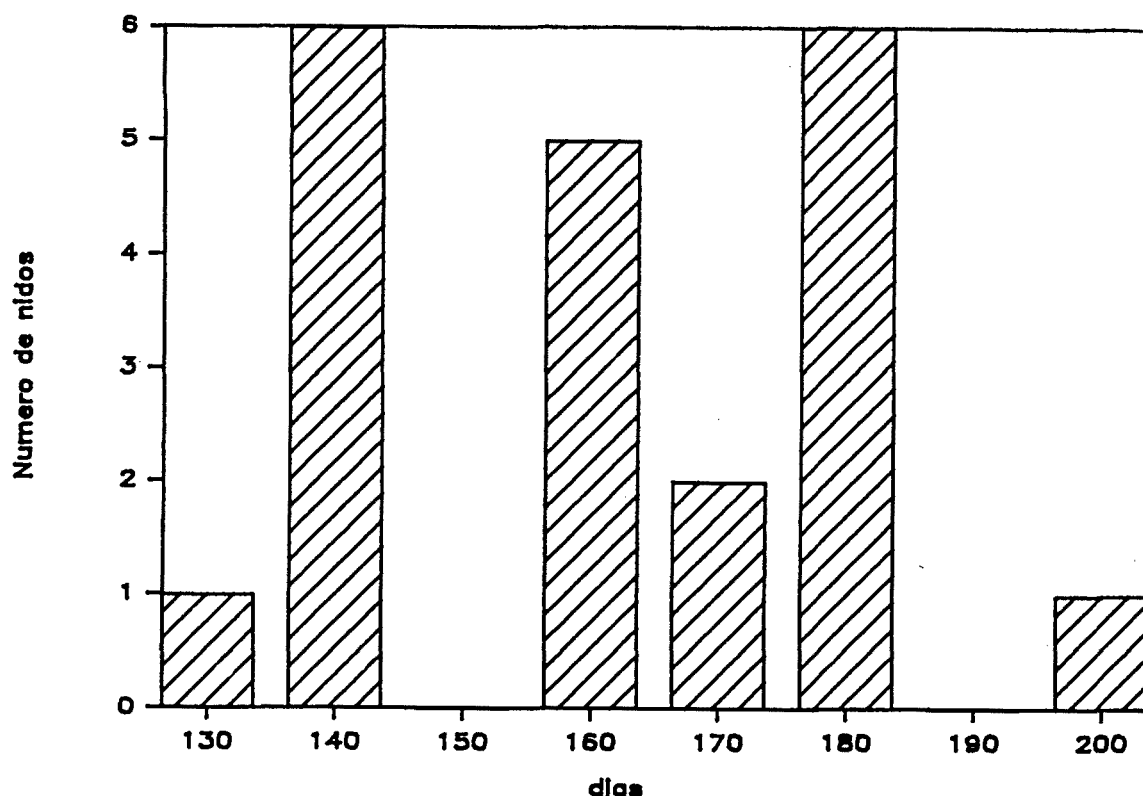


Figura 17.- Histograma de frecuencias absolutas de eclosión de nidos en Mas Esplugues durante el año 1988. Cada intervalo corresponde a 10 días.

TABLA 25.- Principales estadísticos descriptivos del momento de eclosión de los huevos (MEC) (expresado en días transcurridos a partir del 1 de enero) en 1988 en Mas Esplugues. M=media; DS=desviación standard; ESM=error standard de la media; CV=coeficiente de variación; R=rango de valores (máximo-mínimo).

| VARIABLE | M   | DS    | ESM  | CV    | R       |
|----------|-----|-------|------|-------|---------|
| MEC      | 167 | 19.24 | 4.19 | 11.52 | 139-206 |

3.2.3.2.- Tamaño de la puesta. Porcentaje de eclosión.

Parámetros oológicos.

Durante los años 1984 a 1990 pudieron localizarse un total de 10 puestas, de las que 7 se encontraron en condiciones de semilibertad en la pajarera descrita en el capítulo de metodología general. Los detalles acerca del tamaño de la puesta, porcentaje de eclosión y momento de inicio de la puesta se recogen en la tabla 26.

TABLA 26.- Puestas de codorniz, encontradas en la pajarera y en el campo. Se detalla el momento de inicio de la puesta (MIP), el tamaño de la misma (TP), así como el número de huevos eclosionados y porcentaje de eclosión (E). Cuando no se podía precisar el MIP, se indica la fecha en que fue encontrado el nido, precedida por un interrogante.

| AÑO               | LUGAR         | NIDO Nº | MIP    | TP    | E            |
|-------------------|---------------|---------|--------|-------|--------------|
| 1984              | Sant Boi      | 1       | ? 28-7 | 8     | 0 (0 %)      |
| 1985              | Las Colladas  | 1       | ? 29-8 | 9     | 6 (66.67 %)  |
| 1988              | Mas Esplugues | 1       | ? 17-7 | 17    | 0 (0 %)      |
| PROMEDIO CAMPO    |               |         |        | 11.33 | 22.22 %      |
| 1987              | Pajarera      | 1       | 11-6   | 9     | 2 (22.22 %)  |
| 1987              | Pajarera      | 2       | 8-7    | 12    | 8 (66.67 %)  |
| 1989              | Pajarera      | 1       | 13-6   | 15    | 8 (53.33 %)  |
| 1989              | Pajarera      | 2       | ? 20-6 | 19    | 18 (94.74 %) |
| 1989              | Pajarera      | 3       | ? 1-7  | 13    | 12 (92.31 %) |
| 1989              | Pajarera      | 4       | 3-10   | 9     | 0 (0 %)      |
| 1990              | Pajarera      | 1       | 14-2   | 16    | 7 (43.75 %)  |
| PROMEDIO PAJARERA |               |         |        | 13.29 | 53.29 %      |

En relación con el momento de inicio de la puesta, no siempre fue posible determinarlo, puesto que cuando se encontraba el nido ya estaba completada la misma. En estos casos se adjunta la fecha en que se localizó el nido. Por otra parte, debe señalarse que, en función de los resultados obtenidos, no se cumple la previsible disminución del tamaño de la puesta a medida que avanza la época de reproducción, tal y como indican GLUTZ et al. (1973) y WINKLER & WALTERS (1983); ello se debe posiblemente a las condiciones de cautividad de la pajarera. Merece la pena destacar también una puesta tardía que se produjo en octubre de 1989, así como una puesta temprana que se produjo en febrero de 1990; en ambos casos la puesta se produjo en la pajarera, coincidiendo con un otoño y un invierno extremadamente cálidos. Estos resultados sugieren que, cuando las condiciones ambientales son propicias (cobertura vegetal suficiente, temperaturas cálidas, suficiente alimento disponible, etc.), el animal está en condiciones de reproducirse; el hecho de que la época de reproducción en Sudáfrica se dé de septiembre a marzo, y que en Kenia y en las islas Canarias se dé en enero y febrero (JOHNSGARD 1988) avalan esta capacidad potencial de reproducción "fuera de temporada". Por otra parte, el tamaño testicular de los adultos a lo largo de la temporada de estudio, se muestra totalmente uniforme, como queda recogido en la figura 18; ello se muestra conforme a tal sugerencia.

Con respecto al tamaño de la puesta puede apreciarse que, en promedio, es de 13.3 huevos en la pajarera y de 11.33 en el campo; este último promedio es muy similar al encontrado por WESTERKOV

## Testículos 1984

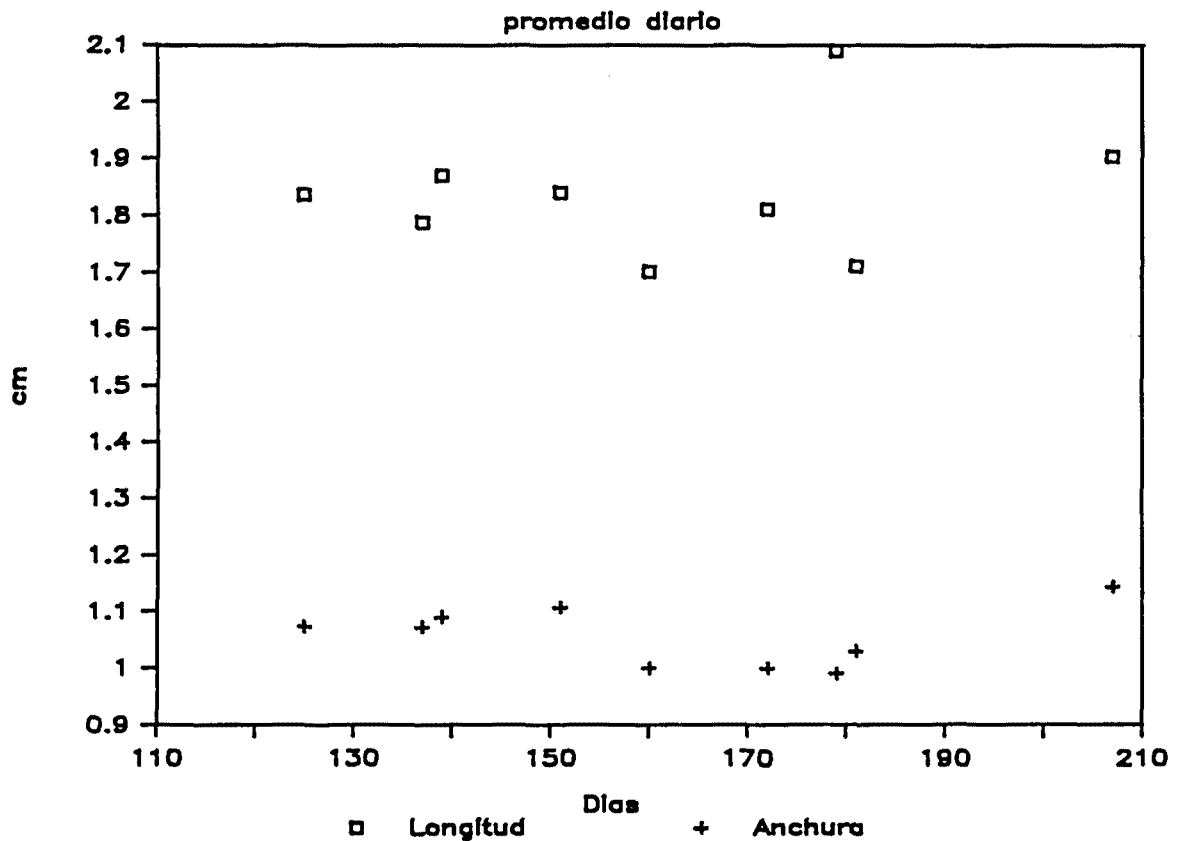


Figura 18.- Tamaño testicular (longitud y anchura) de los ejemplares adultos capturados durante el período de estancia de la codorniz en las localidades de estudio. La muestra representada corresponde a 1984.

(1947) (10.2 huevos, a partir de 17 puestas) y al citado por GLUTZ et al. (1973) (10.1 huevos, a partir de 32 puestas checoslovacas y 10.3 a partir de 10 puestas alemanas). Cabe señalar la posibilidad de que haya una o varias puestas del presente estudio (tanto en la pajarera como en el campo) que correspondan a dos hembras, lo que contribuiría lógicamente a elevar artificialmente

el promedio. Por otra parte, el mayor tamaño de puesta obtenido en la pajarera posiblemente se deba a las especiales condiciones de cautividad, como la disponibilidad de alimento "ad libitum", por lo que no resulta conveniente establecer comparaciones con datos obtenidos en el campo.

El éxito de eclosión promedio obtenido en la pajarera es del 53.29 %, y en el campo es del 22.22 %; no obstante, este último resultado no es fiable, ya que dos de los tres nidos encontrados en el campo (el de 1984 en Sant Boi de Lluçanés y el de 1988 en Mas Esplugues) estaban abandonados. Ello constituye un factor de sesgo en el muestreo, ya que en el campo resulta más probable encontrar nidos no eclosionados. En todo caso, el porcentaje obtenido en la pajarera (53.29 %) es muy superior al de un 20 %, propuesto por DELAY (1947), y creemos que es más realista en función de las observaciones del número de pollos que acompañan a la madre en el campo (entre 5 y 10). El cálculo efectuado por este investigador se basa en observaciones efectuadas al pie del Jura (Suiza); de 30 nidadas, localizó los nidos en 17 ocasiones. Ahora bien, de estos 17 nidos, 2 fueron destruídos accidentalmente al pisarlos; de los otros 15, 4 no eclosionaron y en los 11 restantes desaparecieron los huevos misteriosamente de un día para otro. Parece por tanto que la depredación de nidos es exagerada, posiblemente favorecida por la manipulación que se hizo de los mismos y de la cobertura vegetal que los rodeaba. En estas condiciones, creemos muy aventurado sugerir un 20 % de éxito de eclosión.

En la tabla 27 se relaciona el estadio del desarrollo embrionario en el que se encontraban los huevos no eclosionados de las puestas consignadas en la tabla 26. Como puede apreciarse, el número de huevos que se supone no fecundados es relativamente bajo (un 20.69 %), por lo que puede descartarse o minimizarse la posibilidad de que en condiciones de cautividad o semilibertad se reduzca excesivamente la fertilidad de los huevos.

TABLA 27.- Relación de huevos no eclosionados en los nidos encontrados y estadio del desarrollo embrionario en el que se hallaban.

| AÑO  | NIDO Nº | HUEVO | ESTADIO                  |
|------|---------|-------|--------------------------|
| 1987 | 1       | 1     | Fase temprana desarrollo |
|      |         | 2     | Embrión bien formado     |
|      |         | 3     | Embrión bien formado     |
|      |         | 4     | Sin fecundar             |
|      |         | 5     | Sin fecundar             |
|      |         | 6     | Fase temprana desarrollo |
|      |         | 7     | Fase temprana desarrollo |
| 1987 | 2       | 1     | Embrión bien formado     |
|      |         | 2     | Sin fecundar             |
|      |         | 3     | Embrión bien formado     |
|      |         | 4     | Sin fecundar             |
| 1989 | 1       | 1     | Fase temprana desarrollo |
|      |         | 2     | Embrión bien formado     |
|      |         | 3     | Embrión bien formado     |
|      |         | 4     | Sin fecundar             |
|      |         | 5     | Embrión bien formado     |
|      |         | 6     | Embrión bien formado     |
|      |         | 7     | Embrión bien formado     |
| 1989 | 2       | 1     | Embrión bien formado     |
|      | 3       | 1     | Embrión bien formado     |
| 1990 | 1       | 1     | Embrión bien formado     |
|      |         | 2     | Sin fecundar             |
|      |         | 3     | Embrión bien formado     |
|      |         | 4     | Embrión bien formado     |
|      |         | 5     | Embrión bien formado     |
|      |         | 6     | Embrión bien formado     |
|      |         | 7     | Fase temprana desarrollo |
|      |         | 8     | Fase temprana desarrollo |
|      |         | 9     | Embrión bien formado     |

De los nidos correspondientes a 1984 (Sant Boi de Lluçanés) y el primero de 1989 (pajarera), se tomaron las medidas del eje mayor, eje menor, peso y volumen de los huevos. Del resto de nidos consignados en la tabla 26, se midieron únicamente aquellos huevos que no eclosionaron; se añaden también a la relación 3 huevos encontrados desperdigados por la pajarera en 1983, así como 4 huevos puestos en 1990 por una hembra ubicada en una jaula individual. Los resultados quedan recogidos en la tabla 28.

Como puede apreciarse, del total de 64 huevos medidos, la medida del peso es la que presenta un mayor coeficiente de variación. Ello se debe muy probablemente a que, como afirma HOYT (1979), los huevos de un ave comienzan a perder peso a medida que son puestos. Según este investigador, como el volumen y las dimensiones no cambian, estos parámetros presentan una mayor fiabilidad. No obstante, puede apreciarse que el coeficiente de variación del volumen de los huevos también es relativamente elevado.

Analizando los 5 nidos de los que se ha podido medir 7 huevos o más, se ha podido constatar que existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos, tanto en peso y volumen como en dimensiones (eje mayor y eje menor) (tabla 29). Ello indica que existen diferencias significativas en el tamaño medio de los huevos en las distintas puestas. Comparando los parámetros oológicos obtenidos en el presente estudio con los obtenidos por investigadores de otros países (tabla 30), puede apreciarse que el tamaño obtenido entra dentro del rango de valores

TABLA 28.- Parámetros oológicos de los huevos medidos. M=media; DS=desviación standard; ESM=error standard de la media; CV=coeficiente de variación; R=rango de valores (máximo-mínimo).

| NIDO | N  | PARAMETRO | M     | DS     | ESM    | CV    | R         |
|------|----|-----------|-------|--------|--------|-------|-----------|
| 1984 | 8  | Eje mayor | 3.066 | 0.0413 | 0.0146 | 1.35  | 3.01-3.13 |
|      | 8  | Eje menor | 2.330 | 0.0214 | 0.0076 | 0.92  | 2.30-2.35 |
|      | 8  | Peso      | 7.875 | 0.3530 | 0.1250 | 4.49  | 7.50-8.50 |
|      | 8  | Volumen   | 8.491 | 0.2123 | 0.0751 | 2.50  | 8.12-8.80 |
| 1985 | 3  | Eje mayor | 2.756 | 0.1006 | 0.058  | 3.65  | 2.65-2.85 |
|      | 3  | Eje menor | 2.153 | 0.0462 | 0.026  | 2.14  | 2.10-2.18 |
|      | 0  | Peso      | ---   | ---    | ---    | ---   | ---       |
|      | 3  | Volumen   | 6.527 | 0.5010 | 0.289  | 7.67  | 5.96-6.91 |
| 1987 | 7  | Eje mayor | 3.067 | 0.0549 | 0.021  | 1.79  | 2.96-3.13 |
| (1)  | 7  | Eje menor | 2.186 | 0.0215 | 0.008  | 0.98  | 2.14-2.20 |
|      | 0  | Peso      | ---   | ---    | ---    | ---   | ---       |
|      | 7  | Volumen   | 7.475 | 0.2535 | 0.096  | 3.39  | 6.91-7.66 |
| 1987 | 4  | Eje mayor | 2.990 | 0.0594 | 0.030  | 1.98  | 2.94-3.07 |
| (2)  | 4  | Eje menor | 2.135 | 0.0056 | 0.003  | 0.27  | 2.13-2.14 |
|      | 0  | Peso      | ---   | ---    | ---    | ---   | ---       |
|      | 4  | Volumen   | 6.950 | 0.1067 | 0.533  | 1.53  | 6.87-7.10 |
| 1989 | 15 | Eje mayor | 2.797 | 0.1457 | 0.039  | 5.20  | 2.62-3.10 |
| (1)  | 15 | Eje menor | 2.209 | 0.0658 | 0.018  | 2.98  | 2.10-2.28 |
|      | 15 | Peso      | 6.893 | 1.2275 | 0.328  | 17.16 | 5.00-8.50 |
|      | 15 | Volumen   | 7.017 | 0.7103 | 0.183  | 10.12 | 6.03-7.93 |
| 1989 | 1  | Eje mayor | 2.660 | ---    | ---    | ---   | ---       |
| (2)  | 1  | Eje menor | 2.200 | ---    | ---    | ---   | ---       |
|      | 1  | Peso      | 6.000 | ---    | ---    | ---   | ---       |
|      | 1  | Volumen   | 6.570 | ---    | ---    | ---   | ---       |
| 1989 | 1  | Eje mayor | 2.750 | ---    | ---    | ---   | ---       |
| (3)  | 1  | Eje menor | 2.150 | ---    | ---    | ---   | ---       |
|      | 1  | Peso      | ---   | ---    | ---    | ---   | ---       |
|      | 1  | Volumen   | 6.480 | ---    | ---    | ---   | ---       |
| 1989 | 9  | Eje mayor | 2.866 | 0.2488 | 0.083  | 8.68  | 2.39-3.09 |
| (4)  | 9  | Eje menor | 2.246 | 0.1247 | 0.042  | 5.55  | 1.97-2.38 |
|      | 7  | Peso      | 5.143 | 0.6267 | 0.237  | 12.19 | 4.00-6.00 |
|      | 9  | Volumen   | 7.446 | 1.3244 | 0.442  | 17.79 | 4.73-8.75 |
| 1989 | 3  | Eje mayor | 3.017 | 0.1270 | 0.073  | 4.21  | 2.87-3.09 |
| (5)  | 3  | Eje menor | 2.240 | 0.0794 | 0.046  | 3.54  | 2.15-2.30 |
|      | 0  | Peso      | ---   | ---    | ---    | ---   | ---       |
|      | 3  | Volumen   | 7.721 | 0.5483 | 0.316  | 7.10  | 7.28-8.34 |
| 1990 | 9  | Eje mayor | 2.907 | 0.1286 | 0.043  | 4.43  | 2.63-3.10 |
| (1)  | 9  | Eje menor | 2.258 | 0.0429 | 0.014  | 1.90  | 2.22-2.36 |
|      | 8  | Peso      | 6.788 | 0.7772 | 0.275  | 11.45 | 5.00-7.50 |
|      | 9  | Volumen   | 7.559 | 0.4235 | 0.141  | 5.60  | 6.61-8.04 |
| 1990 | 4  | Eje mayor | 3.175 | 0.1843 | 0.092  | 5.80  | 3.03-3.43 |
| (2)  | 4  | Eje menor | 2.173 | 0.0222 | 0.011  | 1.02  | 2.14-2.19 |
|      | 3  | Peso      | 6.833 | 0.7638 | 0.441  | 11.18 | 6.00-7.50 |
|      | 4  | Volumen   | 7.642 | 0.4507 | 0.225  | 5.89  | 7.34-8.31 |

TABLA 28.- (continuación).

|       |    |           |       |        |       |       |           |
|-------|----|-----------|-------|--------|-------|-------|-----------|
| TOTAL | 64 | Eje mayor | 2.929 | 0.1858 | 0.023 | 6.34  | 2.39-3.43 |
|       | 64 | Eje menor | 2.225 | 0.0805 | 0.010 | 3.02  | 1.97-2.38 |
|       | 41 | Peso      | 6.739 | 1.1968 | 0.186 | 17.76 | 4.00-8.50 |
|       | 64 | Volumen   | 7.417 | 0.8178 | 0.102 | 11.03 | 4.73-8.79 |

TABLA 29.- Análisis de la varianza efectuado entre los parámetros oológicos de 5 nidos que tenían más de 7 huevos. SC=suma de cuadrados. CM=cuadrados medios. GL=grados de libertad. F=valor de F. P=probabilidad de error (\*\*=p<0.01).

| VARIABLE  | ENTRE GRUPOS |       |    | DENTRO GRUPOS |       |    | F     | P        |
|-----------|--------------|-------|----|---------------|-------|----|-------|----------|
|           | SC           | CM    | GL | SC            | CM    | GL |       |          |
| Eje mayor | 0.561        | 0.140 | 4  | 0.934         | 0.022 | 43 | 6.307 | 0.0005** |
| Eje menor | 0.102        | 0.026 | 4  | 0.202         | 0.005 | 43 | 5.321 | 0.0014** |
| Peso      | 28.521       | 7.130 | 4  | 28.217        | 0.806 | 35 | 8.844 | 0.0000** |
| Volumen   | 11.411       | 2.853 | 4  | 0.540         | 0.540 | 43 | 5.280 | 0.0015** |

TABLA 30.- Parámetros oológicos aportados por investigadores de otros países (a partir de VERHEYEN 1950, DEMENT'EV & GLADKOV 1967, D'ALMEIDA 1956 y MESTRE 1980). EM=eje mayor; Em= eje menor.

| INVESTIGADOR         | PAIS        | N   | EM   | RANGO     | Em   | RANGO     | VOLUMEN |
|----------------------|-------------|-----|------|-----------|------|-----------|---------|
| Verheyen             | Belgica     | 100 | 3.04 | 2.74-3.45 | 2.27 | 2.12-2.47 | 7.99    |
| Bastijns & Grootaers | "           | 106 | 2.90 | 2.61-3.21 | 2.26 | 2.00-2.37 | 7.55    |
| Hellebrekers         | Holanda     | 65  | 3.00 | 2.50-3.39 | 2.28 | 2.00-2.50 | 7.95    |
| Jourdain             | Reino Unido | 100 | 3.04 | 2.79-3.27 | 2.29 | 2.12-2.49 | 8.13    |
| Dement'ev & Gladkov  | URSS        | 100 | 2.94 | 2.50-3.22 | 2.28 | 2.06-2.50 | 7.79    |
| Niethammer           | Alemania    | 94  | 3.01 | 2.50-3.39 | 2.32 | 2.00-2.50 | 8.26    |
| D'Almeida            | Portugal    | 17  | 2.83 | 2.70-3.17 | 2.26 | 2.10-2.46 | 7.37    |
| Mestre               | España      | 26  | 2.99 | 3.23-2.40 | 2.27 | 2.70-1.99 | 7.86    |

en lo tocante al eje mayor, y que queda algo por debajo con respecto al eje menor. No obstante, calculando el volumen mediante la fórmula propuesta por HOYT (1979) (volumen huevo=  $0.51 * \text{eje mayor} * \text{eje menor}^2$ ), no se observa ninguna tendencia clara a variar el volumen con respecto a la latitud.

### 3.2.3.3.- Adopción de pollos

Tal y como se recoge pormenorizadamente en GALLEGO et al. (1987), durante la temporada de estudio de 1986 pudo ponerse de manifiesto en repetidas ocasiones la atracción ejercida por el reclamo de hembra sobre pollos de corta edad ante la ausencia de su propia madre. Esta falta de reconocimiento de los pollos ante la llamada materna sugiere la posibilidad de que hembras adultas vecinas puedan adoptar pollos huérfanos.

Por esta razón, se consideró necesario verificar tal posibilidad en las condiciones controlables que ofrecía la pajarera. La ocasión se presentó en la temporada de cría de 1987, en la que se formó una pareja cuya hembra efectuó una puesta de nueve huevos. Dos de ellos eclosionaron el 7 de julio, tal y como se recoge en la tabla 26; cuatro días más tarde, fue posible capturar en Alp dos pollos que tenían escasos días de vida y que eran prácticamente iguales en peso que los nacidos en la pajarera. Fueron marcados con una pequeña mancha de pintura en el píleo para su rápida y precisa identificación, y fueron introducidos en la instalación el día 12 de julio de 1987; pudo observarse entonces

cómo al poco rato empezaron a piar y cómo la madre de la pollada nacida en la pajarera emitía una vocalización de llamada, siendo inmediatamente adoptados por ella los pollos ajenos. Así, la pollada pasó de dos a cuatro individuos (dos hijos y dos adoptados).

Esta adopción se mantuvo perfectamente; la hembra guiaba a los cuatro pollos hacia la fuente de alimento, sin distinción de parentesco y los cubría periódicamente para proporcionarles calor. Estos vínculos materno-filiales se mantuvieron hasta que los cuatro pollos ya mostraron signos de independencia, lo que ocurrió a principios de agosto.

Cabe señalar que este comportamiento altruísta, inconsistente con los postulados de la teoría clásica de la evolución, constituye la extensión máxima de cuidado alop parental, que ha sido descrito en 150 especies de aves (RIEDMAN 1982) entre las que no figura Coturnix coturnix. De esta forma puede apreciarse que, a la ya descrita y comentada falta de reconocimiento de los pollos ante la llamada materna (GALLEGO et al 1987), se une la capacidad de adopción por parte de la madre. Esta capacidad, puesta de manifiesto en condiciones de semicautividad y de una manera forzada, posiblemente puede darse en el campo en condiciones de libertad ante la muerte accidental de la madre de una pollada por parte de una cosechadora o de un depredador.

La explicación más parsimoniosa de este hecho la proporcionan KREBS & DAVIES (1981), quienes justifican la incorporación de pollos ajenos a una pollada propia por el llamado efecto de

dilución; éste consiste, lisa y llanamente, en que al aumentar el tamaño del grupo disminuye la probabilidad de que sea depredado un hijo propio ante el ataque de un depredador. Por tanto, nuevamente se encuentra una explicación "no tan altruísta" frente a un comportamiento que inicialmente sí parece serlo.

Se abre, no obstante, una serie de interrogantes en relación con este hecho, tales como si existe relación de parentesco entre las hembras vecinas de una localidad, cuál es el límite de individuos a adoptar, etc. Debe tenerse en cuenta que RIEDMAN (1982) cita que este tipo de comportamiento se ha encontrado con mayor frecuencia en grupos relativamente cerrados y pequeños, caracterizados por un elevado grado de parentesco entre sus miembros. Si las hembras vecinas en condiciones de libertad fuesen hermanas o parientes próximos, se encontraría una nueva explicación sociobiológica al fenómeno observado, distinta a la propuesta por KREBS & DAVIES (1981), lo que resta por comprobar. No obstante, cabe recordar en este sentido la tímida sugerencia de SCHLEIDT (1983) según la cual es posible que algunos machos hermanos se muevan juntos, lo que abre la posibilidad de que pueda ocurrir lo mismo con la hembras.

#### 3.2.3.4.- Algunas consideraciones acerca de la gestión cinegética de la codorniz.

A la vista de los resultados obtenidos en lo referente a la fecha promedio en la que se verifica la reproducción de la codorniz

en las áreas de cría estudiadas, cabe hacerse unas simples pero efectivas consideraciones en torno a su gestión cinegética.

Resulta evidente que, con el fin de evitar disminuciones alarmantes de las poblaciones de codornices, sería deseable que la caza se efectuara sobre individuos adultos en paso otoñal o sobre jóvenes que hayan completado su crecimiento. Si, por el contrario, la caza se centra en polladas acompañadas de la madre, puede llegarse a una situación indeseable: el cazador que, prudentemente, se abstenga de disparar a los pollos ya volantones, lógicamente sí disparará a los adultos; si el individuo adulto que se ha cobrado es la madre, se puede estar condenando de forma indirecta a toda la pollada.

Esta situación se produce con harta frecuencia, sobre todo en las localidades más altas, en las que la reproducción se verifica más tardíamente, como ya se ha expuesto. La solución a este problema es realmente sencilla (desde un punto de vista teórico) y no implica necesariamente una limitación de la actividad cinegética; se trataría simplemente de condicionar el calendario de apertura de la media veda a la altitud de la zona. Así, cuanto más alto esté situado un coto de caza, más debería retrasarse su apertura. Resulta instructivo recordar que en la comunidad autónoma donde se ha realizado el presente estudio, la apertura de la media veda se produce con carácter general a mediados de agosto.

La puesta en práctica de esta medida permitiría que los pollos completaran su crecimiento; de hecho, se conseguiría de esta manera favorecer la supervivencia de los jóvenes, que es la vía de

protección más eficaz en todas las especies de Fasiánidos  
(TROUVILLIEZ et al. 1988).

### 3.3.- Comportamiento de incubación

#### 3.3.1.- Introducción

El comportamiento de incubación de la codorniz (Coturnix c. coturnix) presenta en la actualidad una enorme serie de lagunas. Se conocen algunos aspectos básicos y fundamentales, tales como:

a) La duración del período de incubación, que es de 16-17 días en incubadora (HEINROTH & HEINROTH 1928, SCHIFFERLI 1951) y de 18-20 días en el campo (INGOLD 1921, VERHEYEN 1950).

b) El intervalo de puesta entre huevo y huevo, que es de 24 horas, y el momento de la puesta, que se produce generalmente por la mañana (LEOPOLD & WORTELAERS, en VERHEYEN 1950, ULJANIN 1941).

c) El momento de inicio de la incubación, que se da al finalizar la puesta (WHITERBY et al. 1941, STENGER 1955).

d) El patrón de incubación. Típicamente, la hembra se ocupa ella sola de la incubación de los huevos y de la cría de los pollos, sin ser ni ayudada ni alimentada por los machos (GLUTZ et al. 1973). La codorniz sigue así el llamado patrón secundario (WHITE & KINNEY 1974). No obstante, DEMENTEV & GLADKOV (1952) citan el caso de dos machos que presentaban placas incubatrices, de lo que se deduce que habían realizado total o parcialmente la incubación de los huevos; ahora bien, debe considerarse este hecho como excepcional.

El resto de aspectos concernientes al comportamiento de incubación se desconoce totalmente. Ello se debe a que el biotopo

de esta especie (trigo, cebada, centeno, avena, colza, sorgo, prados, campos de hierba forrajera, etc.) (GLUTZ et al. 1973) se caracteriza por su espesa cobertura, lo que provoca enormes dificultades para la observación en su medio. Por esta razón, no existe información más detallada sobre el tema, ya que resulta extraordinariamente difícil la localización de los nidos y, consecuentemente, su control y seguimiento. Cabe recordar a este respecto que, CRAMP & SIMMONS (1980) citan la falta de datos de éxito de cría para esta especie.

Dentro del orden de las Galliformes, en la familia Phasianidae se ha realizado un estudio superficial en Coturnix japonica (STEVENS 1961) sobre la incubación en condiciones de cautividad, siguiendo el proceso mediante el registro continuo de la temperatura del nido. No obstante y pese a ello, el estudio (una nota corta) resulta bastante poco clarificador.

En el resto de Galliformes, destacan los estudios realizados en la familia Tetraonidae sobre Tetrao urogallus (PULLIAINEN 1971, SEMENOV-TJAN-SANSKY 1960, LENNERSTED 1966, VALANNE 1966), sobre Dendragapus canadensis (NAYLOR et al. 1988) y sobre Lagopus (L. leucurus, GIESEN & BRAUN 1979 y L. lagopus, PULLIAINEN 1978). Estas especies, al igual que la codorniz, son de hábitos terrestres, nidifican en solitario ubicando un nido abierto y poco elaborado en el suelo, y la incubación corre a cargo única y exclusivamente a cargo de la hembra. No obstante, las diferencias de tamaño corporal y, en consecuencia, de metabolismo, marcan una diferencia

que unido a otras características comportamentales distintas, obligan a tomar dichos trabajos como referencias un tanto lejanas.

Por todo lo anteriormente expuesto, resulta de interés realizar un estudio descriptivo detallado sobre el comportamiento incubador de Coturnix coturnix, dado que con ello se aporta nueva información sobre la especie y se cubre una serie de lagunas hoy todavía existentes. Pero por otra parte existe una serie de razones complementarias, a la luz de los trabajos publicados sobre especies de otros órdenes que confirman dicho interés al añadir una dimensión comparativa y conferir un carácter experimental al estudio realizado.

En efecto, debe tenerse en cuenta que en aquellas especies en las que la incubación corre a cargo de un solo sexo, a éste se le presenta un conflicto de intereses entre la necesidad de adquirir alimento para mantener su metabolismo y la necesidad de mantener los huevos por encima de la temperatura de cero fisiológico (HAFTORN 1988); el ave que incuba sola (generalmente la hembra) debe dividir así su tiempo entre la atención al nido y la búsqueda de alimento (WHITE & KINNEY 1974).

El principal problema que aparece no es un coste energético excesivo de la nueva actividad incubadora dentro de su repertorio comportamental (FROST & SIEGFRIED 1977, WALSBURG & KING 1978), sino recoger suficiente alimento en el tiempo disponible (DRENT et al. 1985). La forma de aumentar este tiempo disponible puede conseguirse por medio de dos estrategias diferentes:

a) Aumentando la duración de las horas de actividad diaria, como es el caso del vencejo común, Apus apus (RODRIGUEZ-TEIJEIRO 1980). DRENT et al. (1985) han observado por su parte que Sturnus vulgaris aumenta las horas dedicadas a la alimentación en los años en los que la disponibilidad de alimento es menor.

b) Siguiendo una estrategia de incubación de tal forma que se ajuste la atención al nido a las fluctuaciones de la temperatura ambiental (WHITE & KINNEY 1974), que es el caso de la mayoría de especies.

La mayor parte de los estudios sobre este conflicto de intereses se ha realizado dentro del orden Paseriformes, destacando entre otros los trabajos realizados por KENDEIGH (1952), HAFTORN (1978, 1979, 1981, 1985, 1988), WEEDEN (1966), YOM-TOV et al. (1978), etc. Generalmente se trabaja con especies insectívoras en condiciones de libertad y en las que la hembra corre a cargo de la incubación (si bien ocasionalmente puede ser alimentada por el macho). Debido a ello, las condiciones meteorológicas reinantes que podrían condicionar la estrategia incubadora de la hembra pueden, asimismo, condicionar la tarea de búsqueda de alimento, al depender la actividad de pequeños artrópodos (insectos, arácnidos,...) de dichas variables ambientales. Como consecuencia de ello, se puede producir un falseamiento sobre la incidencia real de las variables meteorológicas por sí mismas, al solaparse éstas con el grado de disponibilidad de alimento.

En cambio, si se mantiene una fuente de alimentación constante y abundante, el ave puede optimizar la tasa de recogida de

alimento. Ello permite a su vez que el ave optimice las condiciones del desarrollo embrionario, acoplando su atención al nido única y exclusivamente a las fluctuaciones de las condiciones ambientales, independientes ahora del grado de disponibilidad de alimento.

En la presente memoria se exponen y discuten los resultados obtenidos al analizar el acoplamiento existente entre la atención al nido y las fluctuaciones de algunas variables meteorológicas manteniendo una fuente de alimentación "ad libitum". De este diseño con una cierta componente experimental, se comparan los resultados obtenidos con los de otros trabajos no experimentales.

### 3.3.2.- Material y métodos

El seguimiento de la incubación se efectuó en la pajarera, descrita con detalle en el apartado de metodología general.

La temperatura del interior de los huevos no resulta adecuada para conocer los momentos exactos en que se producen los recesos de la hembra (SIEGFRIED et al. 1976). Por esta razón se tomó el registro continuo de la temperatura ambiente del nido durante la incubación, siguiendo el método de DRENT (1970). Ello se consiguió mediante una sonda de temperatura ambiental Yellow Spring colocada entre los huevos y conectada a un registrador potenciométrico de papel continuo Omniscrite D-5100. Por otra parte, resulta posible hacer una extrapolación sobre las variaciones en la temperatura de los huevos, ya que la temperatura del nido varía en paralelo con respecto a la primera (BARRET 1980, DAVIS et al. 1984).

Para evitar las consecuencias de las perturbaciones que la instalación de la sonda ocasionase en el nido, ésta se colocó cuatro días después del inicio del período de incubación, cubriéndose un 75 % del total del mismo.

Las variables meteorológicas empleadas en los análisis fueron: temperatura ambiental en °C (T), radiación solar incidente en cal/cm<sup>2</sup>/día (RS) y humedad relativa del aire en % (H); no se utilizaron ni la pluviosidad ni el viento (velocidad y dirección del mismo), en el primer caso porque durante el período de incubación fue prácticamente despreciable y en el segundo porque la estructura de la instalación, con paredes de obra de 0.56 m, lo amortiguaba en gran medida. El registro de las variables, realizado con data-logger HEWLETT-PAKCARD 3421A cada 10 minutos, se efectuó a 200 m de la instalación.

La terminología empleada en lo tocante al comportamiento de incubación se corresponde con las definiciones siguientes:

a) % de atención al nido (AT) (attentiveness; DRENT 1970): es el porcentaje de tiempo que la hembra incuba a lo largo de las 24 horas del día.

b) Period-on (PON) (HAFTORN 1978): es el período de tiempo durante el cual la hembra incuba entre dos períodos fuera del nido, denominados:

c) Period-off (PO) (HAFTORN 1978).

d) Active day (AD) (HAFTORN 1978): es el período de tiempo transcurrido desde el primer PO de la mañana hasta el final del último PO de la tarde.

e) Enfriamiento de los huevos: Siguiendo el método de extrapolación de la temperatura de los huevos a partir de la temperatura de la parte inferior del nido (NAYLOR et al. 1988), se ha procedido a analizar el descenso de la temperatura del nido en el primer PO diario, en el último y en el correspondiente al mediodía; este análisis se ha efectuado en dos períodos: el primero abarca los cinco primeros días de incubación y el segundo abarca los cinco últimos. En ambos casos se ha calculado este enfriamiento a intervalos de 3.75 minutos, que era el período mínimo de tiempo que permitía la escala del registro continuo.

Dado que no existe una traducción normalizada y de uso común de algunos de estos términos en nuestro país, se ha optado por utilizarlos en su idioma original. Por otra parte, se ha optado por emplear el AT frente a la "Constancy of incubation" (CI) (SKUTCH 1962) por considerarlo más adecuado, ya que en el primer término se incluyen las 24 horas del día, mientras que en el segundo la unidad temporal la constituye el AD; por esta razón, si éste se inicia tardíamente, puede parecer que la atención al nido sea menor, cuando en realidad no lo es.

El tratamiento estadístico de los datos se ha realizado tanto por horas del día como a lo largo del período de incubación. Se ha empleado el análisis de regresión bivariante, el coeficiente de correlación por rangos de Spearman ( $r_s$ ), el test de comparación de coeficientes de variación (C) (LEHNER 1979), la t de Student-Fisher así como el análisis espectral de JENKINS y WATTS (1968).

### 3.3.3.- Resultados

#### 3.3.3.1.- Active day

Pese a que previamente se consiguió reproducir con éxito el ciclo biológico completo de la codorniz en dos ocasiones (1985 e inicios del verano de 1987), no pudo realizarse un control monitorizado y por tanto fue imposible realizar un estudio detallado de la incubación.

A finales del verano de 1987 pudo realizarse un control de la incubación, ya que el 20 de julio de 1987 se estableció una pareja de entre los seis ejemplares (cuatro machos y dos hembras) que se hallaban en la instalación; pudo localizarse y controlarse su nido, todavía en puesta, el 17 de agosto. La hembra se identificó además por la extraordinaria dilatación de la cloaca. El 20 de agosto se completó la puesta, de 12 huevos y el período de incubación duró 16 días, en 12 de los cuales pudo obtenerse un registro continuo de temperaturas (véase el apartado de material y métodos); ello equivale a un 75 % del total de la incubación. El éxito de eclosión fue del 66.6%.

En la tabla 31 se recogen los principales componentes del ritmo de incubación en el nido estudiado.

Los momentos en que se produce el primer y último PO a lo largo del AD son, en general, muy constantes en los 12 días de incubación monitorizada (figura 19). El número de PO (NPO) por AD oscila entre tres y seis, con un valor modal de cuatro que se

localizan entre las 5-6 h., 10-12 h., 14-16 h. y 17-19 h.; en estos cuatro intervalos se acumula el 78.72% del total de PO a lo largo del período de incubación (figura 20). La duración media, expresada en minutos, de los PO y los PON durante los días de incubación queda recogida en la figura 21. No se observa ninguna tendencia en el NPO a lo largo de los días de incubación, y análogamente ocurre con el número de PON (NPON) (figura 22).

El inicio y final del AD (figura 23) no se relaciona ni con la salida y puesta de sol, respectivamente, ni con las variables meteorológicas analizadas. Tampoco existe relación entre el fin del AD y el subsiguiente inicio del mismo (tabla 32).

TABLA 31.- Principales estadísticos descriptivos de los componentes del ritmo de incubación en el nido estudiado. M= media; DS= desviación standard; SEM= Error standard de la media; CV= coeficiente de variación; R= rango de valores (máximo-mínimo).

| VARIABLE                            | M      | DS    | ESM   | CV    | R           |
|-------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------------|
| AT                                  | 92.22  | 1.55  | 0.49  | 1.60  | 98.96-95.00 |
| Frecuencia de PON/día               | 3.50   | 0.97  | 0.31  | 27.77 | 2.00- 5.00  |
| Duración de los PON<br>(en minutos) | 173.46 | 41.77 | 13.21 | 46.33 | 20.00- 5.00 |
| Frecuencia de PO/día                | 4.50   | 0.97  | 0.31  | 21.60 | 3.00- 6.00  |
| Duración de los PO<br>(en minutos)  | 24.33  | 5.40  | 1.71  | 49.19 | 10.00-56.00 |
| Inicio AD (hora)                    | 6.16   | 0.44  | 0.44  | 23.53 | 5.42-10.50  |
| Fin AD (hora)                       | 18.37  | 0.45  | 0.14  | 2.58  | 17.70-19.10 |
| Duración del AD<br>(en horas)       | 12.16  | 1.33  | 0.42  | 11.01 | 8.60-13.25  |

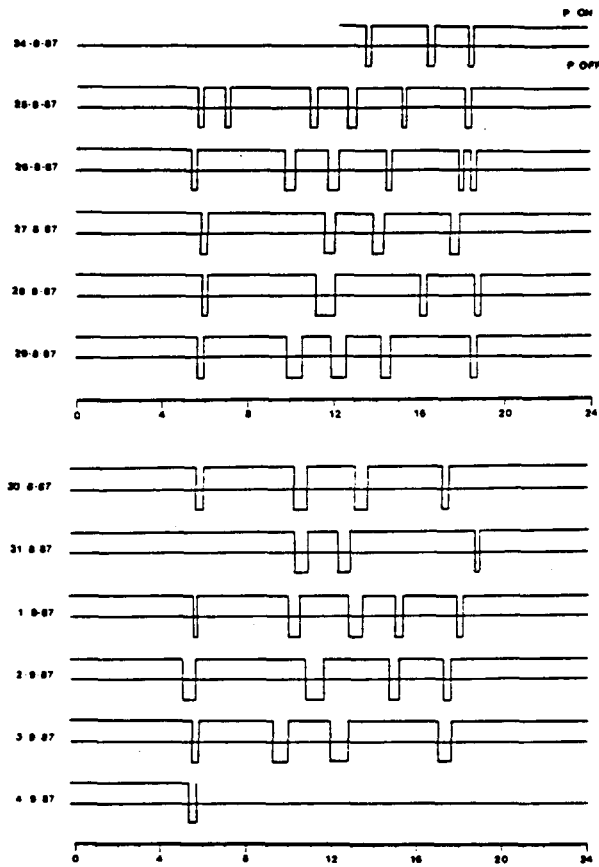


Figura 19.- Actividad incubadora de la hembra de codorniz. P ON: periods-on; P OFF: periods-off.

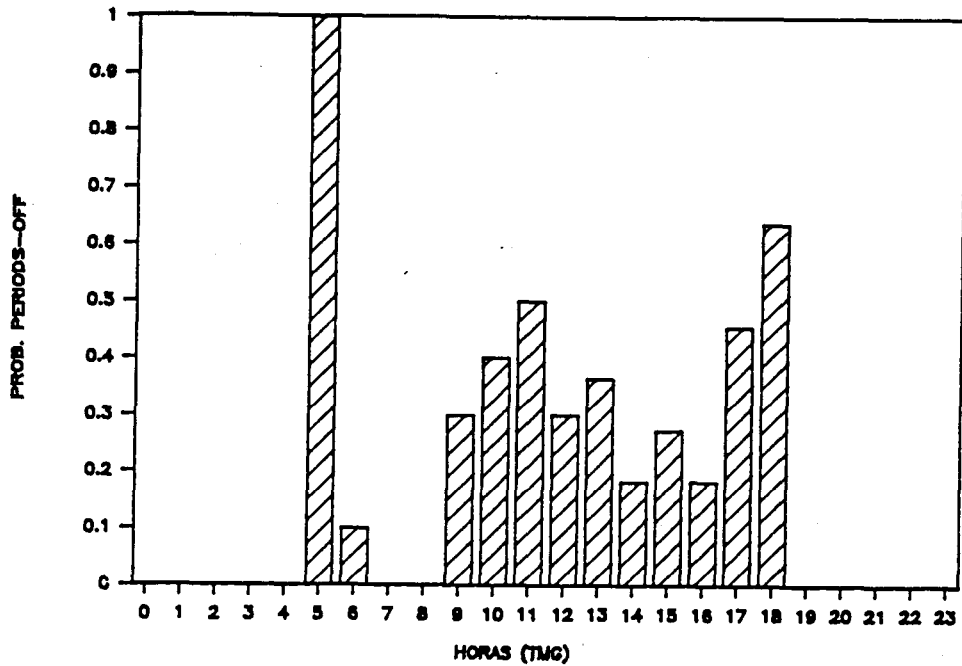


Figura. 20.- Distribución media de los PO a lo largo del período de incubación.

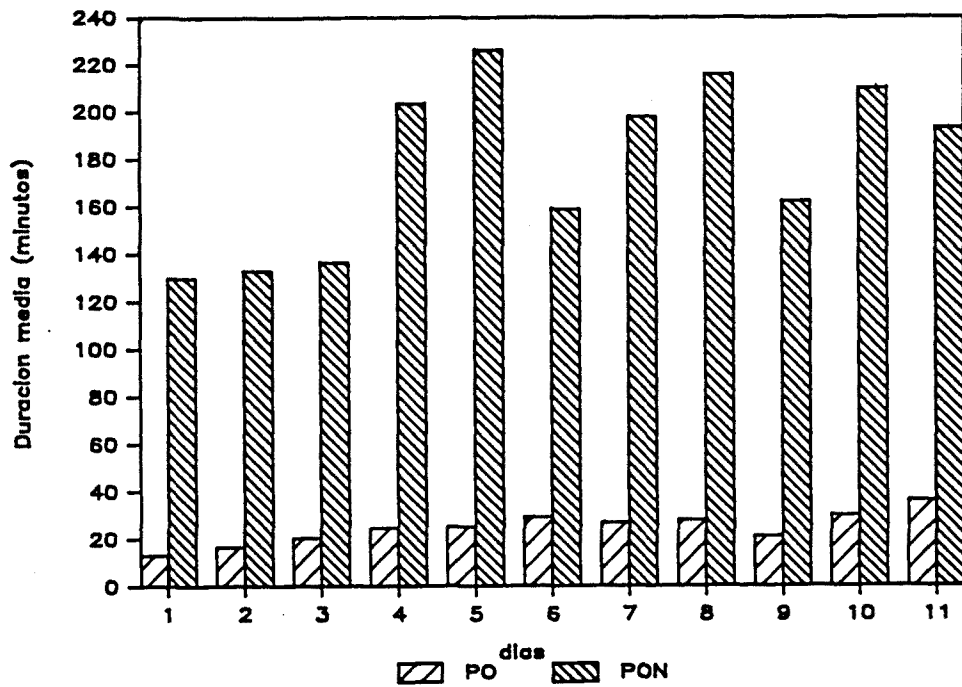


Figura 21.- Duración media (en minutos) de los PO y PON a lo largo del período de incubación.

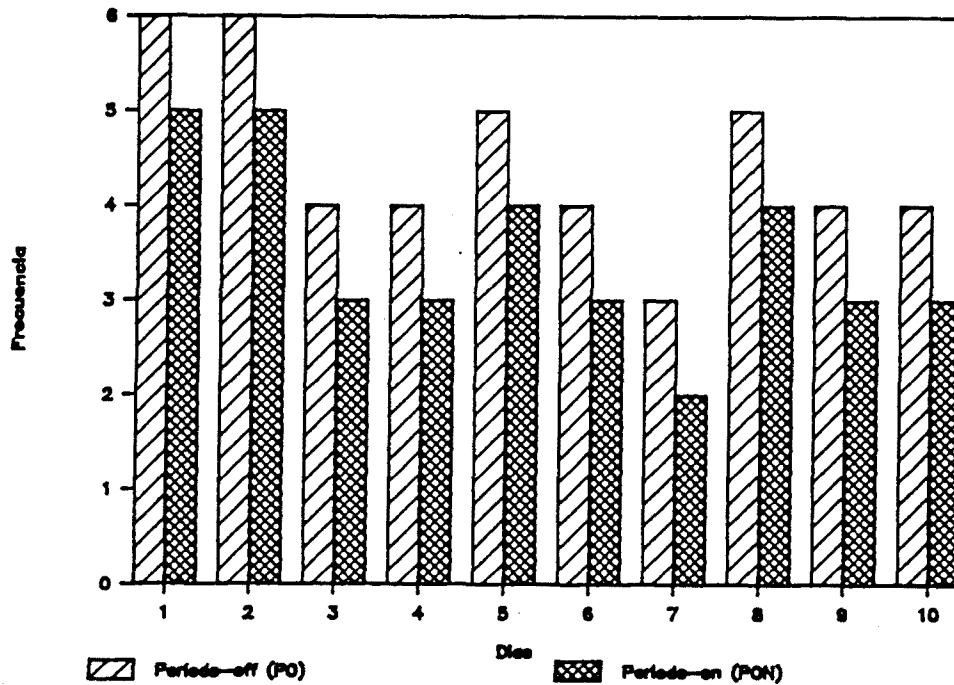


Figura 22.- Frecuencia de PO y de PON a lo largo del período de incubación.

La duración media del AD durante los días de incubación, representada en la figura 24, tampoco guarda relación con las variables meteorológicas ni con los días de incubación (tabla 33). Destaca la corta duración del AD en el 89 día de incubación monitorizada, motivada por el hecho de que el inicio del mismo se retrasó considerablemente, como queda recogido en las figuras 19 y 23.

#### 3.3.3.2.- Temperatura de incubación

En la tabla 34 se recogen los principales estadísticos descriptivos de la TI, calculados por días, por horas del día (AD) y por horas de la noche. Como puede apreciarse, la TI presentó a lo largo del período de incubación una media de 34.40° C, oscilando por la noche entre 33.65-35.3° C y durante el día entre 33.75-35.13° C.

Se observa una tendencia al aumento de la TI a medida que progresa el período de incubación, de forma muy semejante a lo que ocurre con la temperatura ambiental (figura 25). Existe una relación de dependencia entre ambas variables a lo largo del período de incubación ( $TI=0.432*T+24.54$ ;  $r^2=0.58$ ;  $p=0.006$ ) (figura 26); descomponiendo la temperatura ambiental de las 24 horas del día en dos períodos, el AD y la noche (tabla 35), se aprecia que esta relación se da únicamente por la noche ( $TI \text{ noche}=0.2369*T \text{ noche}+29.857$ ;  $r^2=0.61$ ;  $p=0.023$ ) (figura 27).

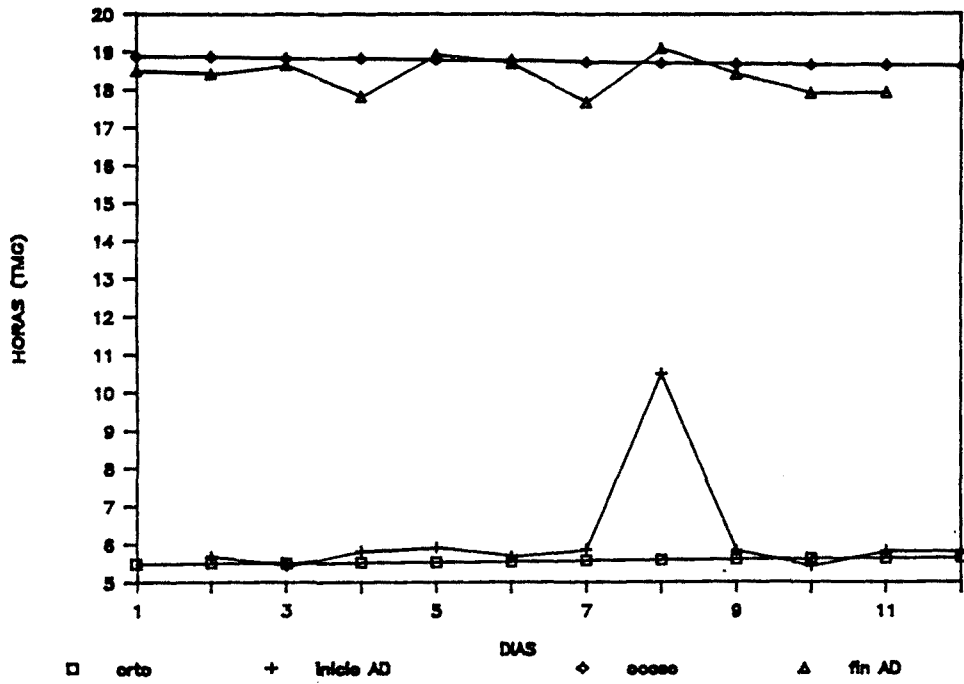


Figura 23.- Inicio y fin del AD, orto y ocaso a lo largo de la incubación.

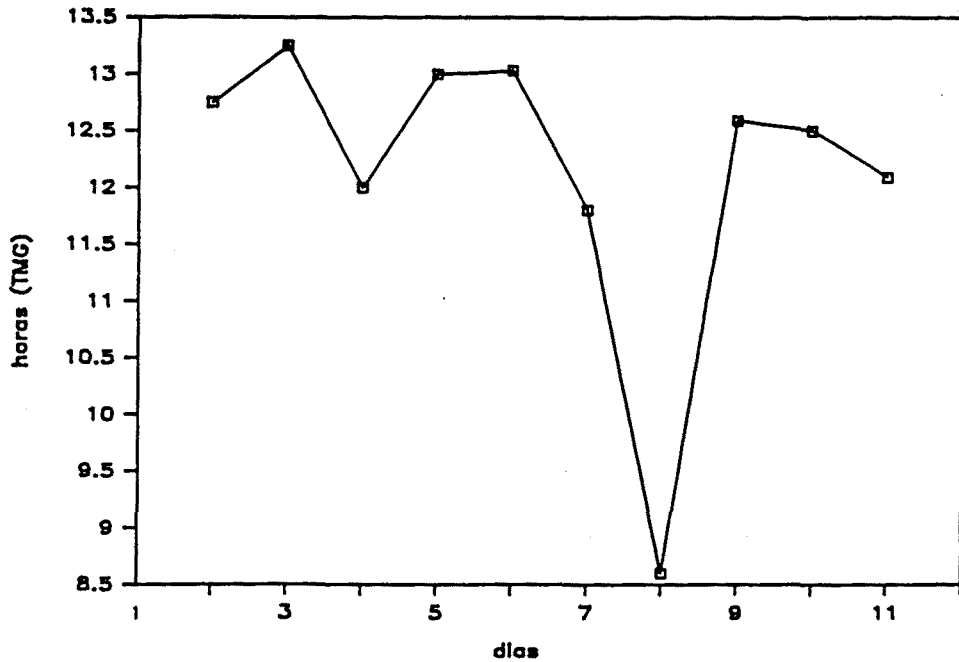


Figura 24.- Duración media del AD a lo largo del período de incubación.

TABLA 32.- Análisis de regresión efectuados entre el inicio y el final del AD con respecto a las variables meteorológicas estudiadas y con respecto al orto y al ocaso, respectivamente. Se incluye también el análisis entre el fin de un AD y el subsiguiente inicio del mismo. GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo).

| ANALISIS                   | F    | GL | P       |
|----------------------------|------|----|---------|
| Inicio AD-T                | 1.38 | 9  | 0.27 NS |
| Inicio AD-RS               | 0.78 | 9  | 0.40 NS |
| Inicio AD-H                | 1.38 | 9  | 0.27 NS |
| Fin AD-T                   | 0.32 | 9  | 0.58 NS |
| Fin AD-RS                  | 1.07 | 9  | 0.33 NS |
| Fin AD-H                   | 0.03 | 9  | 0.86 NS |
| Inicio AD-orto             | 0.08 | 10 | 0.79 NS |
| Fin AD-ocaso               | 0.63 | 10 | 0.45 NS |
| Fin AD-inicio siguiente AD | 2.82 | 9  | 0.13 NS |

TABLA 33.- Análisis de regresión efectuados entre la duración media del AD (DAD) durante el período de incubación y: a) las variables meteorológicas estudiadas b) el orden cronológico de los días de incubación (DI). GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo).

| ANALISIS | F    | GL | P       |
|----------|------|----|---------|
| DAD-T    | 3.52 | 8  | 0.10 NS |
| DAD-RS   | 2.13 | 8  | 0.19 NS |
| DAD-H    | 1.77 | 8  | 0.23 NS |
| DAD-DI   | 0.86 | 9  | 0.38 NS |

TABLA 34.- Principales estadísticos descriptivos de la temperatura de incubación a lo largo del período de incubación. TI=temperatura de incubación; AD=active day; M=media; DS=desviación standard; ESM=error standard de la media; CV=coeficiente de variación; R=rango de valores (Máximo-mínimo).

| VARIABLE   | M     | DS   | ESM  | CV   | R           |
|------------|-------|------|------|------|-------------|
| TI (días)  | 34.40 | 0.51 | 0.16 | 1.63 | 33.13-35.12 |
| TI (AD)    | 34.34 | 0.44 | 0.14 | 1.28 | 33.75-35.13 |
| TI (noche) | 34.65 | 0.49 | 0.15 | 1.41 | 33.65-35.30 |

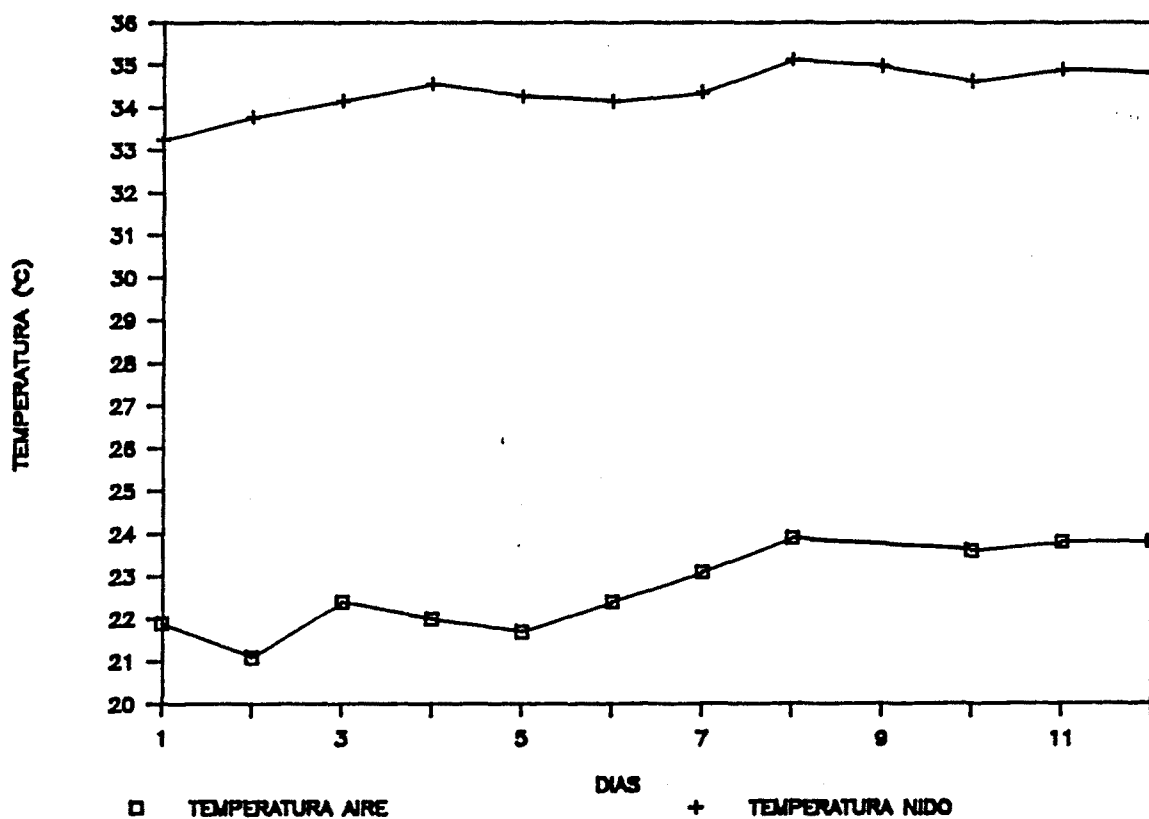


Figura 25.- Evolución de la temperatura del aire y de la temperatura ambiental durante el período de incubación.

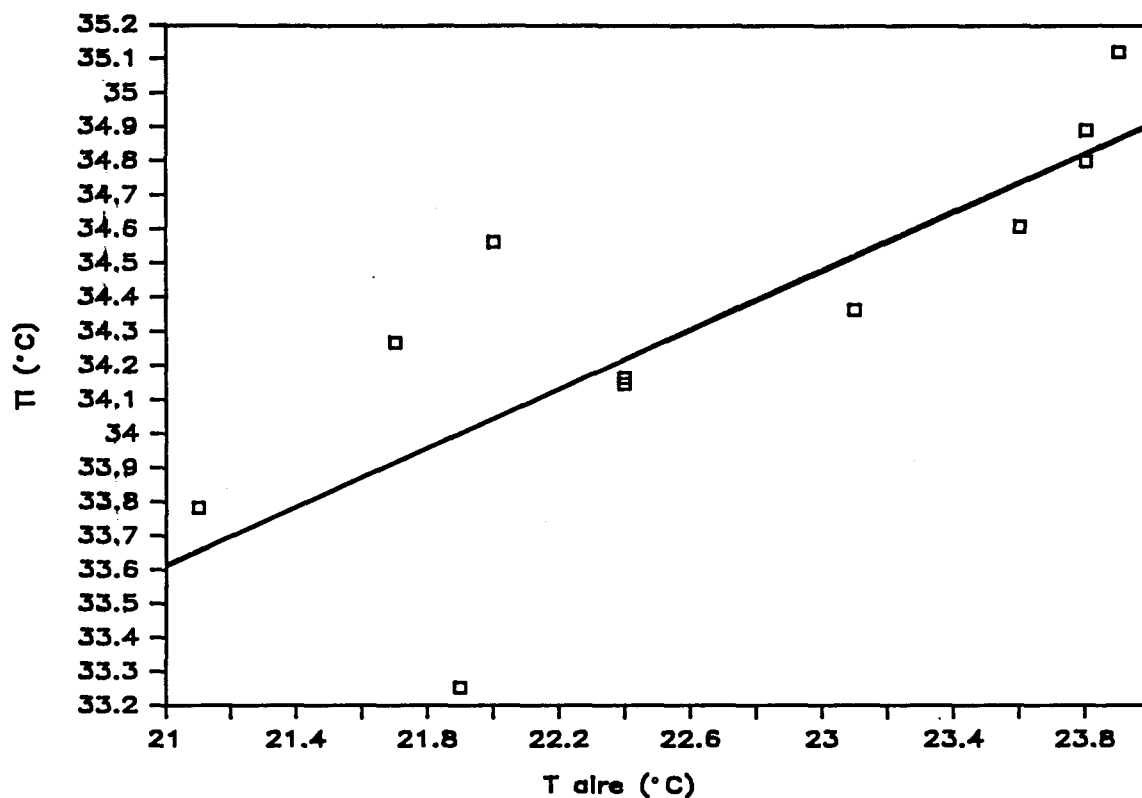


Figura 26.- Relación entre la temperatura media diaria de incubación y la temperatura media diaria del aire.

TABLA 35.- Principales estadísticos descriptivos de la temperatura ambiental a lo largo del período de incubación. T=temperatura del aire; AD=active day; M=media; DS=desviación standard; ESM=error standard de la media; CV=coeficiente de variación; R=rango de valores (máximo-mínimo).

| VARIABLE  | M     | DS   | ESM  | CV   | R           |
|-----------|-------|------|------|------|-------------|
| T (días)  | 22.70 | 0.99 | 0.30 | 4.34 | 21.10-23.90 |
| T (AD)    | 24.69 | 1.01 | 0.31 | 4.11 | 23.29-26-11 |
| T (noche) | 20.16 | 1.45 | 0.46 | 6.83 | 18.08-21.69 |

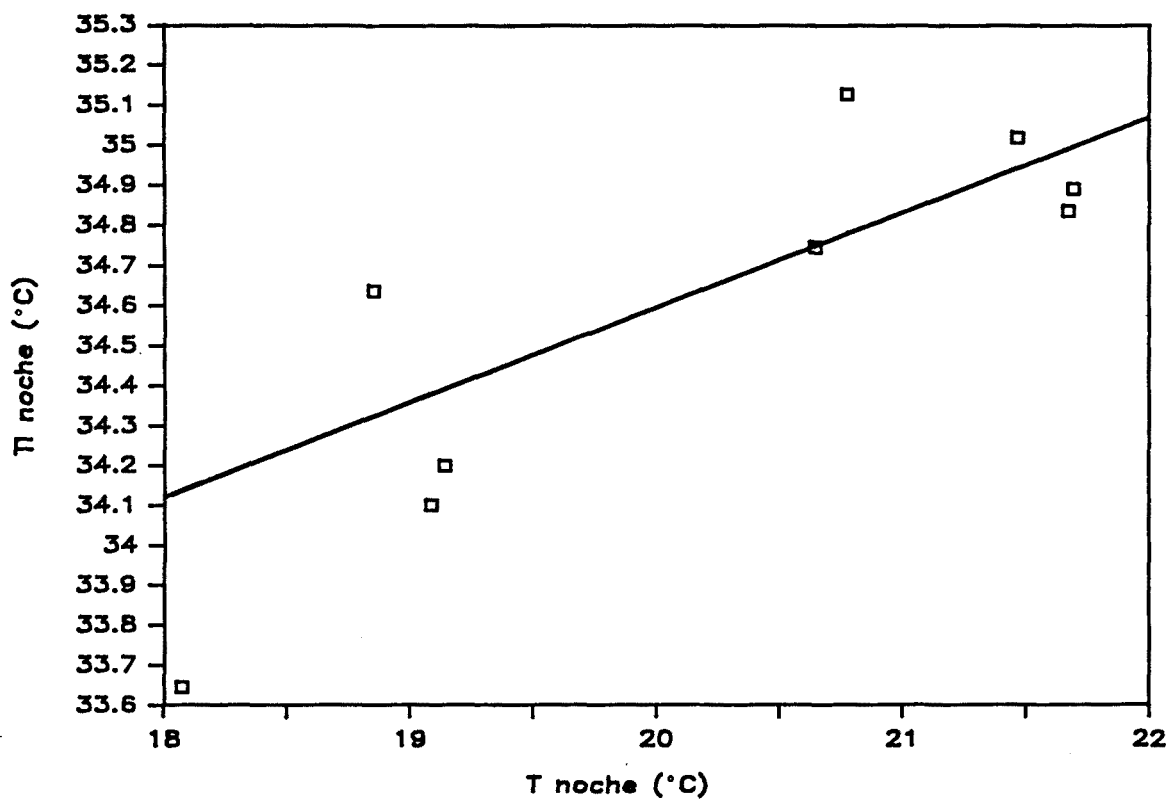


Figura 27.- Relación entre la temperatura media nocturna de incubación y la temperatura media nocturna del aire.

El análisis de regresión entre TI y T en cada una de las 24 horas del día a lo largo del período de incubación también muestra claramente que ambas variables presentan una asociación únicamente durante las horas nocturnas. Al hacer este tipo de análisis con las otras variables meteorológicas (radiación solar, humedad), puede apreciarse que únicamente durante las horas cercanas al orto y/o al ocaso se dan algunas asociaciones (tabla 36). Algo similar ocurre al efectuar los análisis de regresión entre AT y las variables meteorológicas (tabla 37).

TABLA 36.- Coeficientes de correlación de Pearson entre la temperatura de incubación (TI) y las siguientes variables meteorológicas: a) temperatura ambiental (T) b) radiación solar (RS) c) humedad (H), a la largo de las 24 horas del día. NS= no significativo; \*=  $p < 0.05$ ; \*\*=  $p < 0.01$ . Cuando los valores de RS eran cero, no podía efectuarse el análisis (-----).

| HORAS | TI-T     | TI-RS    | TI-H     |
|-------|----------|----------|----------|
| 0     | 0.88**   | -----    | -0.01 NS |
| 1     | 0.94**   | -----    | 0.40 NS  |
| 2     | 0.86**   | -----    | 0.42 NS  |
| 3     | 0.72*    | -----    | 0.38 NS  |
| 4     | 0.71*    | -----    | 0.55 NS  |
| 5     | 0.62 NS  | -0.43 NS | -0.08 NS |
| 6     | 0.01 NS  | -0.39 NS | -0.08 NS |
| 7     | 0.63 NS  | -0.61 NS | 0.50 NS  |
| 8     | 0.48 NS  | -0.61 NS | 0.58 NS  |
| 9     | 0.00 NS  | -0.33 NS | 0.14 NS  |
| 10    | -0.30 NS | -0.18 NS | 0.42 NS  |
| 11    | 0.25 NS  | -0.24 NS | 0.39 NS  |
| 12    | 0.22 NS  | -0.01 NS | 0.28 NS  |
| 13    | -0.06 NS | -0.12 NS | -0.01 NS |
| 14    | 0.31 NS  | 0.15 NS  | 0.16 NS  |
| 15    | -0.12 NS | -0.35 NS | 0.25 NS  |
| 16    | 0.44 NS  | -0.52 NS | 0.07 NS  |
| 17    | 0.06 NS  | 0.08 NS  | 0.19 NS  |
| 18    | 0.59 NS  | -0.74 NS | 0.63*    |
| 19    | 0.15 NS  | -----    | 0.48 NS  |
| 20    | 0.50 NS  | -----    | 0.34 NS  |
| 21    | 0.73*    | -----    | 0.55 NS  |
| 22    | 0.67**   | -----    | 0.32 NS  |
| 23    | 0.58 NS  | -----    | 0.64*    |

TABLA 37.- Coeficientes de correlación de Pearson entre el % de atención al nido (AT) y las siguientes variables meteorológicas: a) temperatura ambiental (T) b) radiación solar (RS) c) humedad (H), a lo largo de las 24 horas del día. NS= no significativo; \*=  $p < 0,05$ ; \*\*=  $p < 0.01$ . Cuando AT alcanzaba el 100%, no podía efectuarse el análisis (-----).

| HORAS | AT-T     | AT-RS    | AT-H     |
|-------|----------|----------|----------|
| 0     | -----    | -----    | -----    |
| 1     | -----    | -----    | -----    |
| 2     | -----    | -----    | -----    |
| 3     | -----    | -----    | -----    |
| 4     | 0.14 NS  | -0.12 NS | -0.36 NS |
| 5     | -0.07 NS | -0.10 NS | 0.25 NS  |
| 6     | 0.68 *   | -0.46 NS | 0.72 *   |
| 7     | -----    | -----    | -----    |
| 8     | 0.10 NS  | -0.14 NS | 0.13 NS  |
| 9     | -0.05 NS | 0.16 NS  | 0.12 NS  |
| 10    | 0.10 NS  | 0.02 NS  | 0.12 NS  |
| 11    | -0.24 NS | -0.07 NS | -0.20 NS |
| 12    | 0.18 NS  | -0.01 NS | 0.23 NS  |
| 13    | 0.44 NS  | 0.04 NS  | -0.13 NS |
| 14    | 0.06 NS  | 0.23 NS  | -0.20 NS |
| 15    | 0.25 NS  | -0.20 NS | -0.01 NS |
| 16    | -0.21 NS | 0.49 NS  | -0.29 NS |
| 17    | 0.28 NS  | -0.30 NS | 0.13 NS  |
| 18    | -0.34 NS | 0.40 NS  | -0.42 NS |
| 19    | -----    | -----    | -----    |
| 20    | -----    | -----    | -----    |
| 21    | -----    | -----    | -----    |
| 22    | -----    | -----    | -----    |
| 23    | -----    | -----    | -----    |

Como puede apreciarse en la figura 28, durante la noche la temperatura de incubación permanece casi constante, alrededor de los 34.6-35 °C; no obstante, durante el día se observan fluctuaciones de hasta más de dos °C.

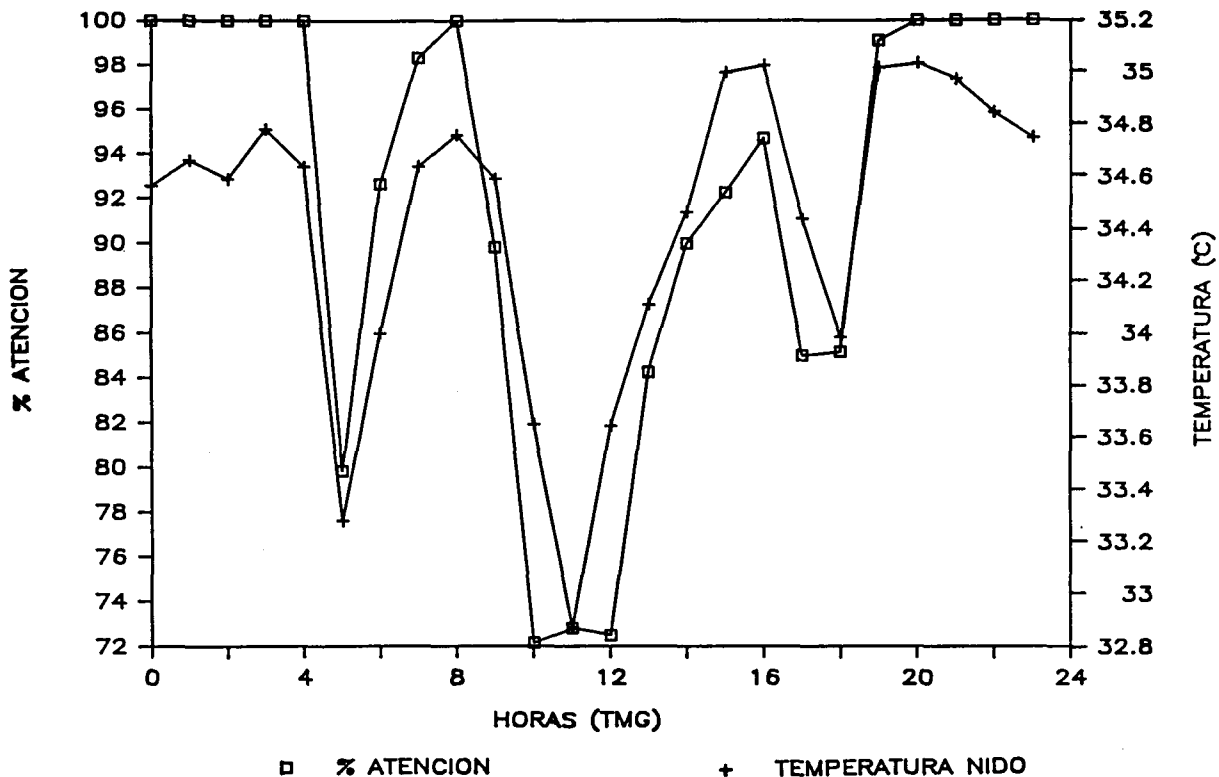


Figura 28.- Temperatura media de incubación y porcentaje de atención al nido a lo largo del día.

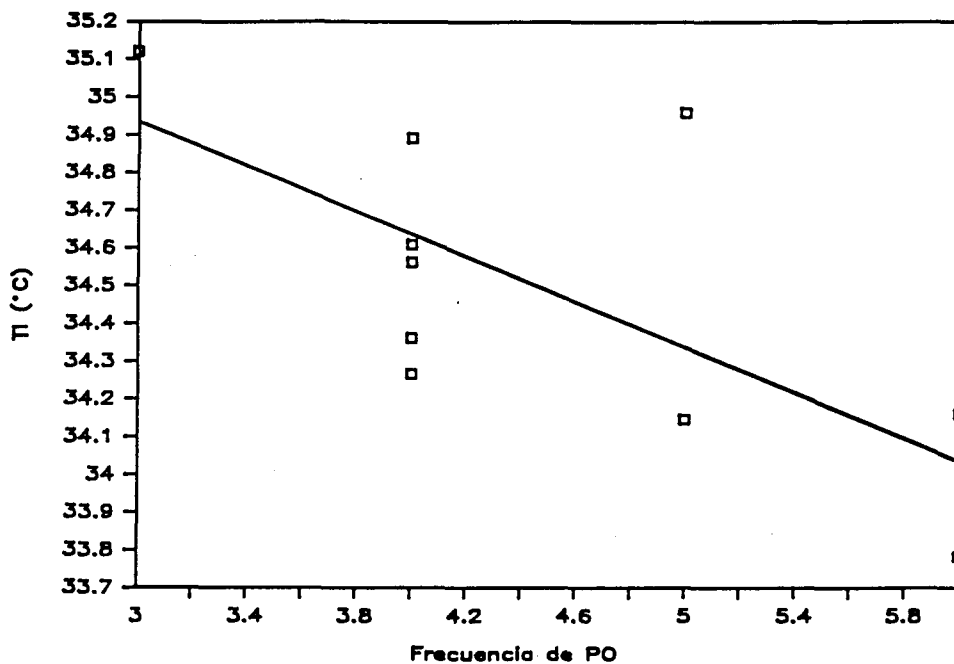


Figura 29.- Relación entre la temperatura media diaria de incubación y el NPO diario durante el período de incubación.

Por otra parte, la temperatura de incubación diaria se asocia con el NPO, tanto a lo largo del período de incubación ( $TI = -0.3007 * NPO + 35.8396$ ;  $r^2 = 0.46$ ;  $p < 0.05$ ) (figura 29) como por horas del día ( $TI = -1.6548 * NPO + 34.7194$ ;  $r^2 = 0.41$ ;  $p = 0.0144$ ) (figura 30). En concordancia con este resultado, se ha hallado una fuerte relación funcional entre la TI y el porcentaje de atención al nido (AT) por horas ( $TI = 0.0516 * AT + 29.68$ ;  $r^2 = 0.74$ ;  $p = 6.65 * 10^{-8}$ ) (figura 31), que se pone de manifiesto en la figura 28.

#### 3.3.3.3.- Atención al nido

El porcentaje diario de atención al nido que la hembra dedicó durante el período de tiempo en el que se realizó el control fue muy elevado y constante (media= 92.03; CV=10.607) (figura 32) oscilando, según las horas del día entre un 72.17% y un 100% (figura 28).

Esta variable no guarda a lo largo del período de incubación relación funcional alguna ni con las variables meteorológicas ni con los días de incubación (tabla 38); sí guarda una asociación con la TI por horas, como ya se ha expuesto (figura 31), así como con la duración media de periods-off (DMPO) por horas ( $AT = -0.55 * DMPO + 98.182$ ;  $r^2 = 0.59$ ;  $p = 0.0014$ ) (figura 33).

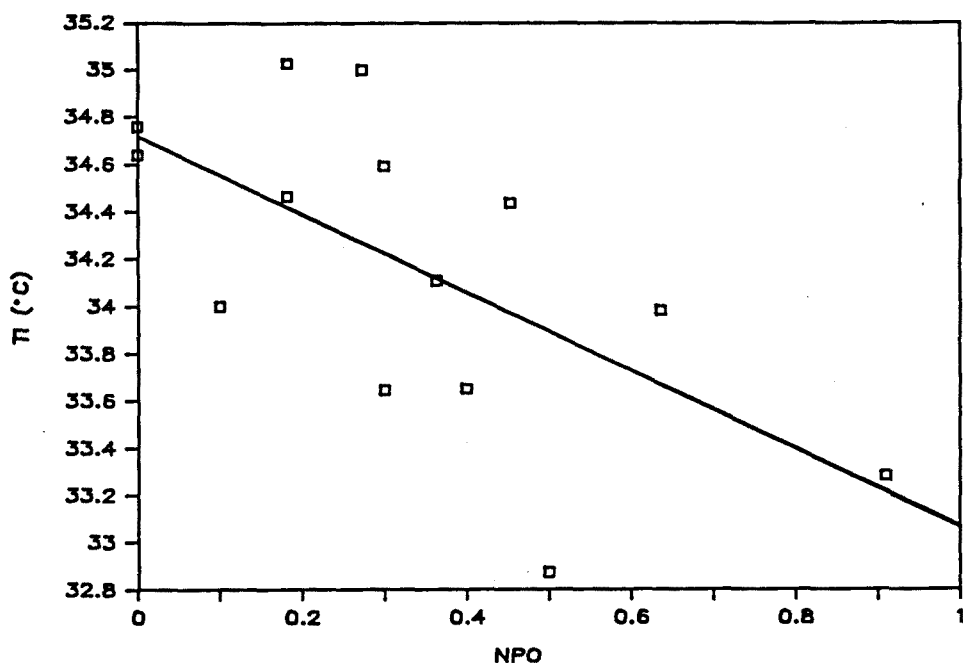


Figura 30.- Relación entre la temperatura media de incubación y la probabilidad de ocurrencia de PO para cada hora del día (excluida la noche).

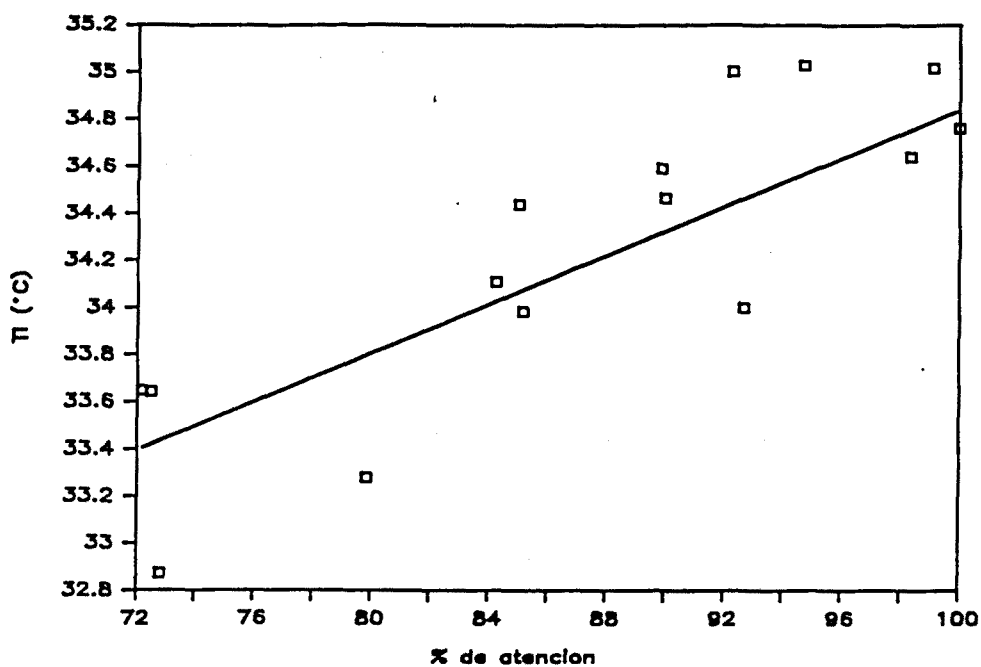


Figura 31.- Relación entre la temperatura media de incubación y el porcentaje medio de atención al nido a lo largo del día.

TABLA 38.- Análisis de regresión efectuados entre la atención al nido (AT) y :  
a) la temperatura del aire (T) b) la radiación solar (RS) c) la humedad  
relativa (H) d) el orden cronológico de los días de incubación (DI). GL=grados  
de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo).

| ANALISIS | F    | GL | P       |
|----------|------|----|---------|
| AT-T     | 0.08 | 8  | 0.79 NS |
| AT-RS    | 0.05 | 8  | 0.83 NS |
| AT-H     | 0.06 | 8  | 0.82 NS |
| AT-DI    | 0.49 | 9  | 0.51 NS |

#### 3.3.3.4.- Ritmo de incubación.

La TI es un buen medidor de la actividad diaria, ya que se relaciona tanto con el NPO como con el AT (apartado 3.3.3.2.); por esta razón se ha empleado para detectar la presencia de algún componente rítmico.

Las fluctuaciones observadas presentan una clara ritmicidad, como muestran los resultados del análisis espectral efectuado (figura 34). Tanto en la autocorrelación como en el espectrograma se observa que la frecuencia que más explica la variabilidad de la serie de datos analizada es de 0.16, lo que corresponde a un período de 6 horas de duración. Ello se ajusta a los resultados mostrados en la figura 20 y en la 28; así, puede observarse que hay tres descensos de la TI durante el AD, correspondientes a las 5 horas, las 10-12 horas y las 17-19 horas. Estos descensos se ajustan a su vez con las horas en que son más frecuentes los PO, que a su vez son las horas en que se produce un marcado descenso del AT.

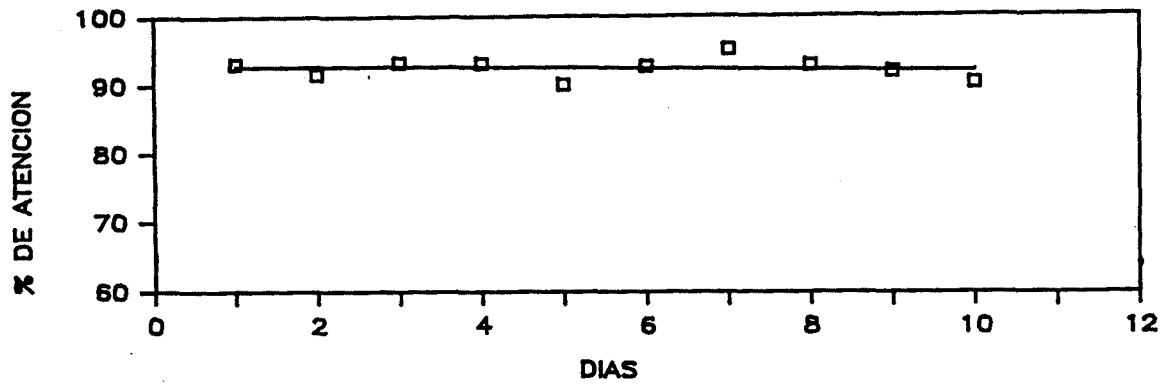


Figura 32.- Porcentaje de atención al nido a lo largo del período de incubación.

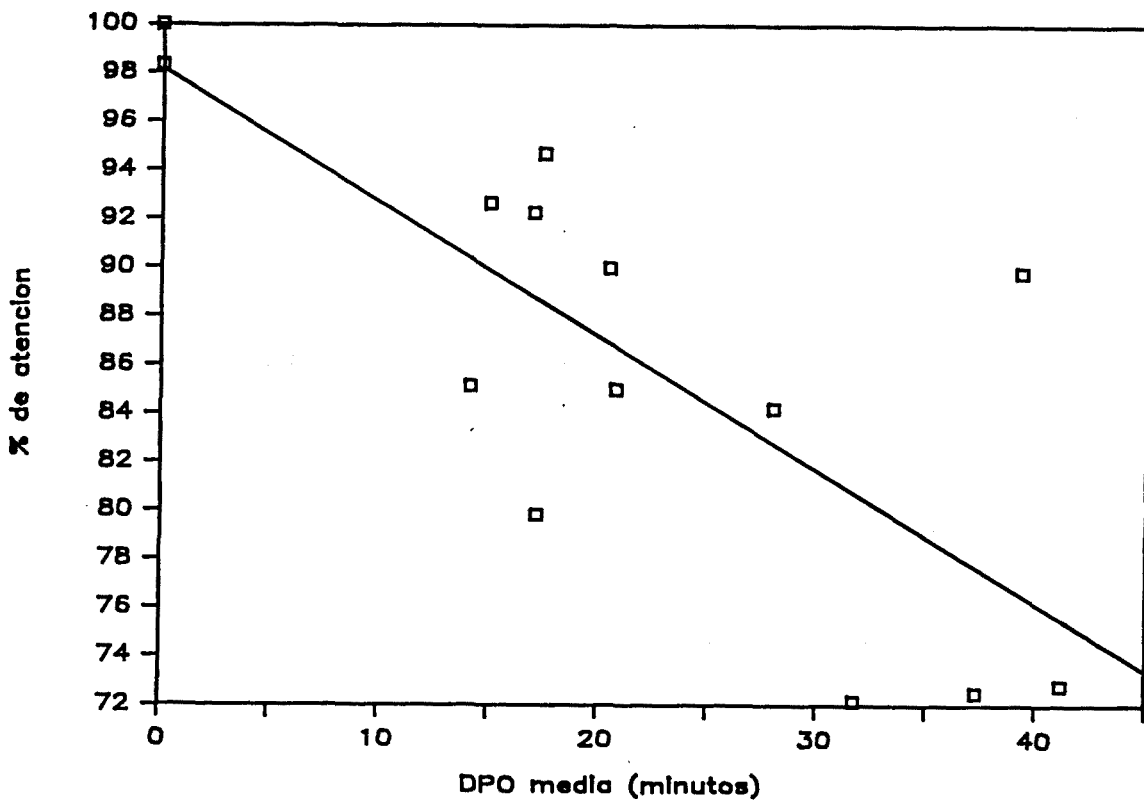


Figura 33.- Relación entre el porcentaje medio de atención al nido y la duración media de PO a lo largo del día.

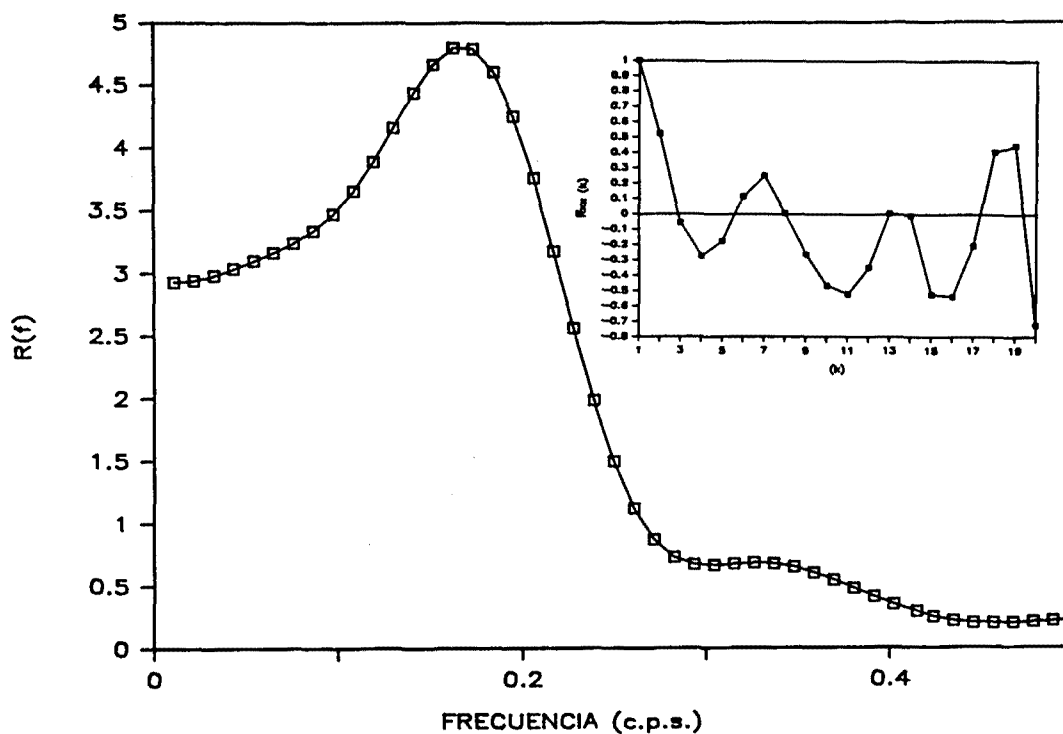


Figura 34.- Espectrograma de la actividad de incubación y autocorrelación (margen superior derecho).

### 3.3.3.5.- Periods - off

En este apartado se ha optado por analizar únicamente los factores que inciden sobre los PO en detrimento de los PON, ya que este último componente del ritmo de incubación es una consecuencia de la frecuencia y duración de los PO (AFTON 1980).

El NPO guarda a lo largo del período de incubación una relación inversa con la temperatura ambiental ( $NPO = -0.659 \cdot T + 19.38$ ;  $r^2 = 0.38$ ;  $p < 0.05$ ) (figura 35) y directa con la radiación solar; esta última relación se da porque la T y la RS están asociadas

inversamente entre sí durante el período de estudio. No guarda relación con la humedad y tampoco lo guarda con el AT (tabla 39).

TABLA 39.- Coeficientes de correlación de Spearman entre el número de períodos-off (NPO) y a) la radiación solar (RS) b) la humedad relativa (H) c) la atención al nido (AT).  $r_s$ =coeficiente de correlación de Spearman; GL=grados de libertad. \*= $p < 0.05$ ; NS=no significativo.

| ANALISIS | $R_s$    | GL |
|----------|----------|----|
| NPO-RS   | 0.61 *   | 7  |
| NPO-M    | -0.55 NS | 7  |
| NPO-AT   | -0.36 NS | 8  |

El primer y último PO del nido tienen una duración media de 17.45 y 16.91 minutos, respectivamente, que es muy similar (test t de Student  $t=0.44$ ,  $p=0.836$ ). En cambio, los PO correspondientes a las salidas intermedias tienen una duración media de 32.83 minutos, aproximadamente el doble que los anteriores y coinciden con la máxima temperatura ambiental del día (figura 36). Comparando la duración del PO correspondiente al mediodía respecto a la del primer PO y respecto a la del último (tests t de Student  $t=27.37$  y  $t=24.09$ ;  $p=5.64 \cdot 10^{-5}$  y  $p=9.77 \cdot 10^{-5}$ , respectivamente), se observa que hay diferencias significativas en ambos casos.

Por ello, durante las horas de día, se observa una asociación entre la DMPO y la T ( $DMPO=3.194 \cdot T-56.226$ ;  $r^2=0.41$ ;  $p=0.013$ ) (figura 37). También se observa que el NPO se halla asociado al AT a lo largo del día ( $NPO=-0.0207 \cdot AT+2.0933$ ;  $r^2=0.86$ ;  $p < 0.01$ ) (figura 38).

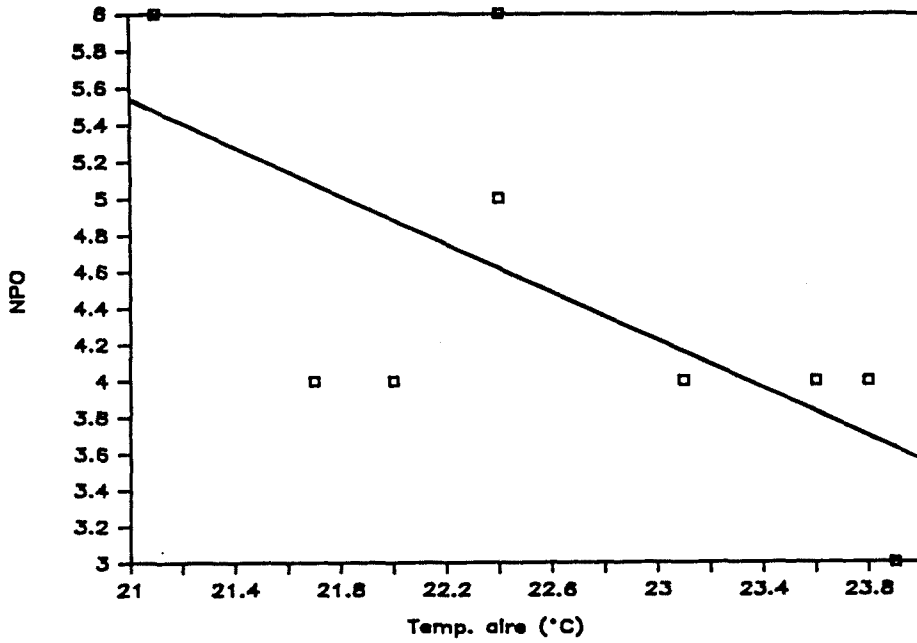


Figura 35.- Relación entre el NPO y la temperatura media diaria del aire a lo largo del período de incubación.

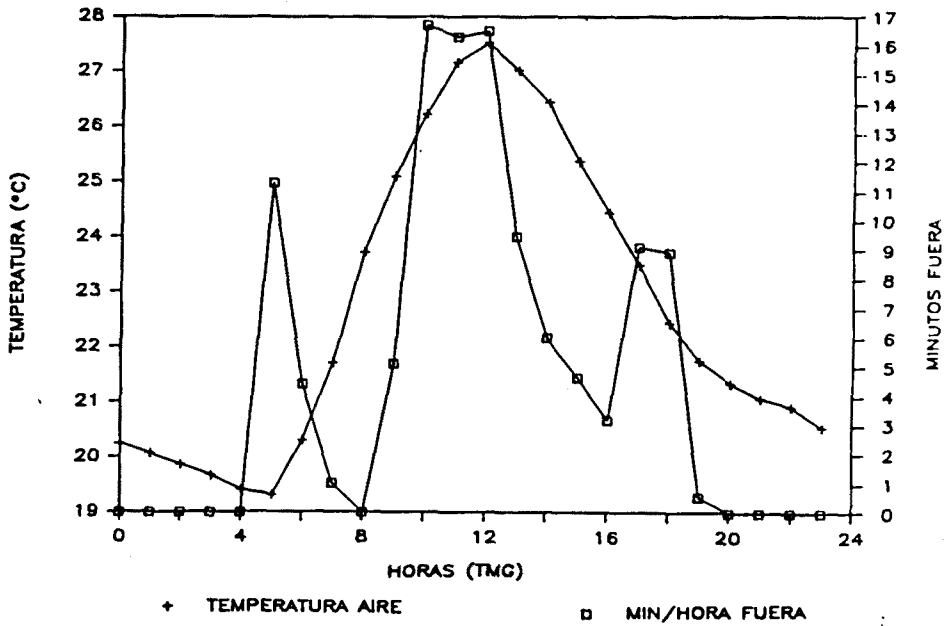


Figura 36.- Temperatura media del aire y promedio de minutos/hora fuera del nido a lo largo del día.

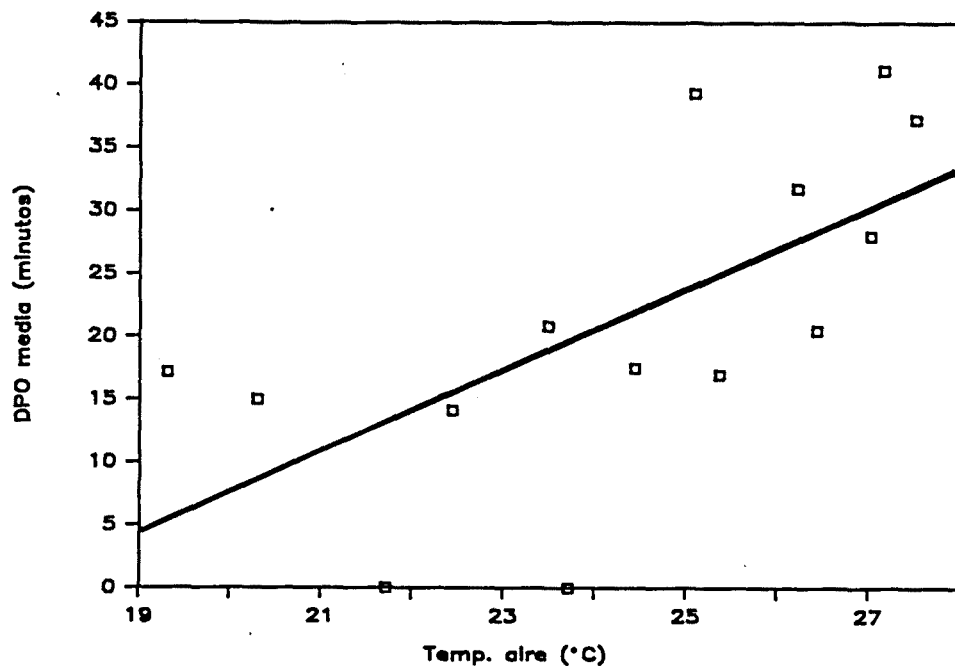


Figura 37.- Duración media de PO y temperatura media del aire a lo largo del día.

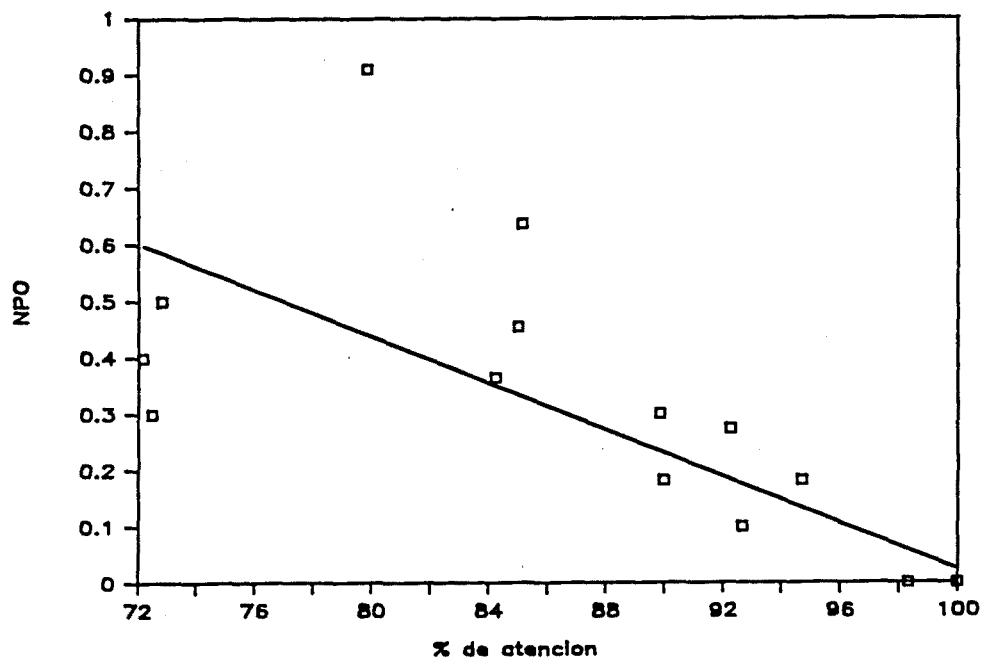


Figura 38.- Relación entre el NPO y el porcentaje de atención al nido a lo largo del período de incubación.

El NPO y la DMPO están relacionados entre sí a lo largo del período de incubación ( $DMPO = -4.197 * NPO + 44.7$ ;  $r^2 = -0.40$ ;  $p < 0.03$ ) (figura 39). Esta última variable se halla asociada también a los días de incubación (DI) ( $DMPO = 1.526 * DI - 15.899$ ;  $r^2 = 0.59$ ;  $p = 0.0087$ ) (figura 40), de tal forma que, a medida que transcurre el período de incubación, aumenta también la duración de los PO, como muestra la figura 21.

#### 3.3.3.6.- Enfriamiento de los huevos.

Los valores promedio diarios de la temperatura mínima del nido (TM) no mostraron ninguna tendencia clara a medida que progresaba el período de incubación pese a que, como puede apreciarse en la figura 41, aproximadamente a partir de la segunda mitad del período de incubación se observa una tendencia al alza. Este resultado concuerda con el obtenido por HAFTORN (1988).

Como era previsible, se pudo apreciar una relación directa entre esta temperatura mínima y la temperatura ambiental ( $TM = 0.3136 * T + 19.8932$ ;  $r^2 = 0.62$ ;  $p = 1.471 * 10^{-10}$ ) (figura 42). También se da una relación directa entre TM y la DPO ( $TM = 0.033 * DPO + 26.5878$ ;  $r^2 = 0.10$ ;  $p = 0.0301$ ) (figura 43), lo que es lógico dado que cuando se producen los PO más prolongados es en la salida del mediodía, coincidiendo con el momento del día en el que la temperatura ambiental es más alta. En cambio, no se da una asociación lineal significativa entre el enfriamiento absoluto del nido y la DPO. El

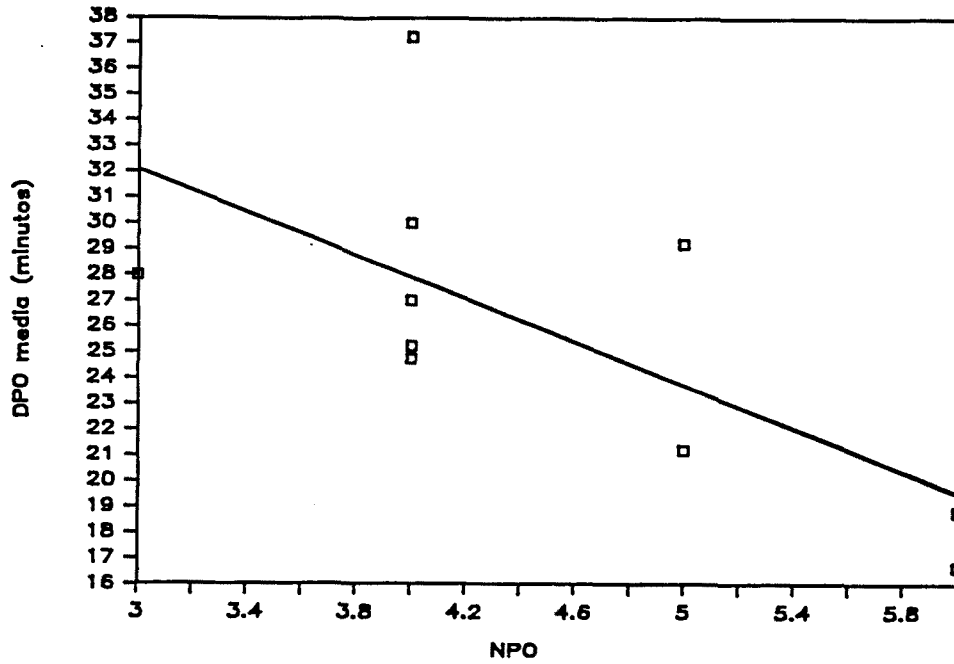


Figura 39.- Relación entre la DMPO y el NPO a lo largo del período de incubación.

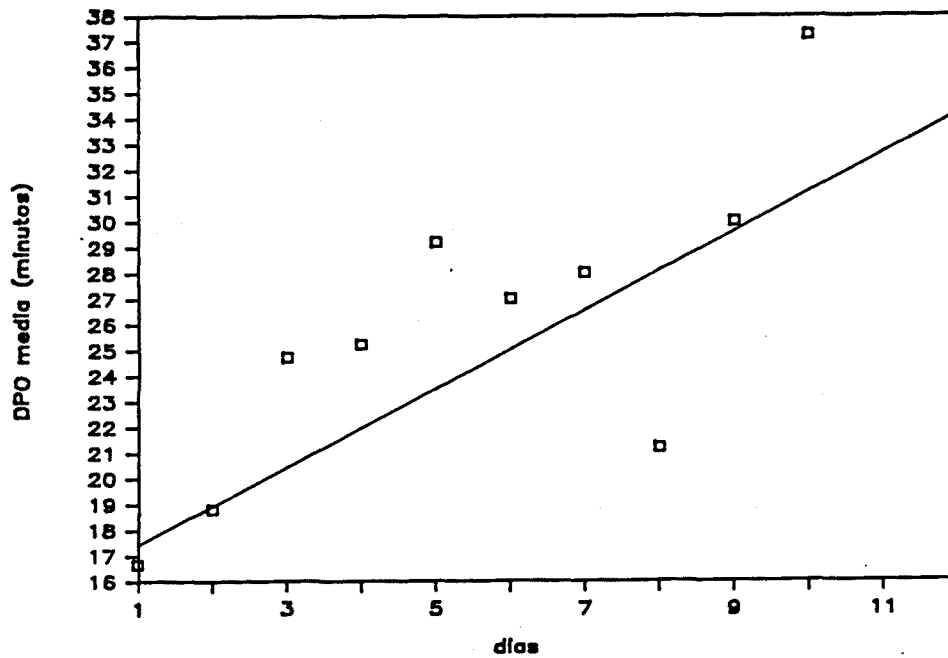


Figura 40.- Relación entre la DMPO y los días del período de incubación.

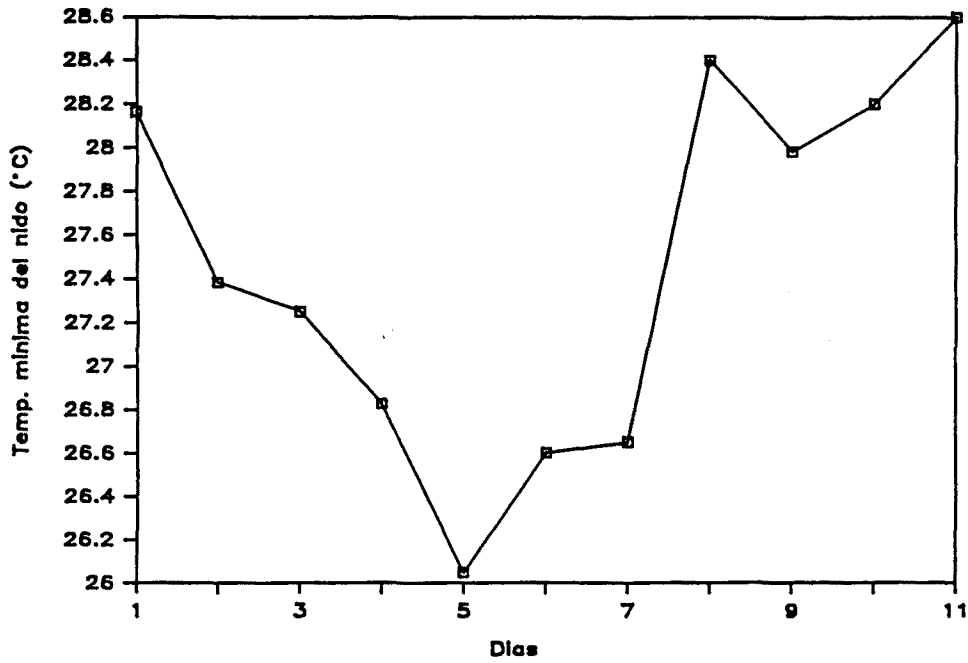


Figura 41.- Temperatura mínima alcanzada en el nido durante los PO a lo largo del período de incubación.

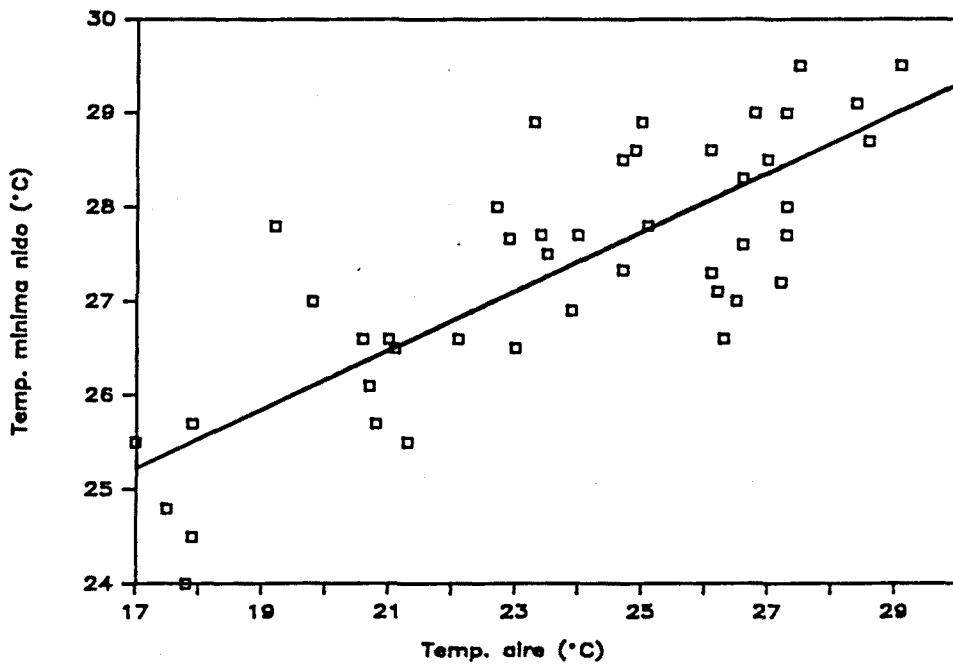


Figura 42.- Relación entre la temperatura mínima del nido y la temperatura ambiental.

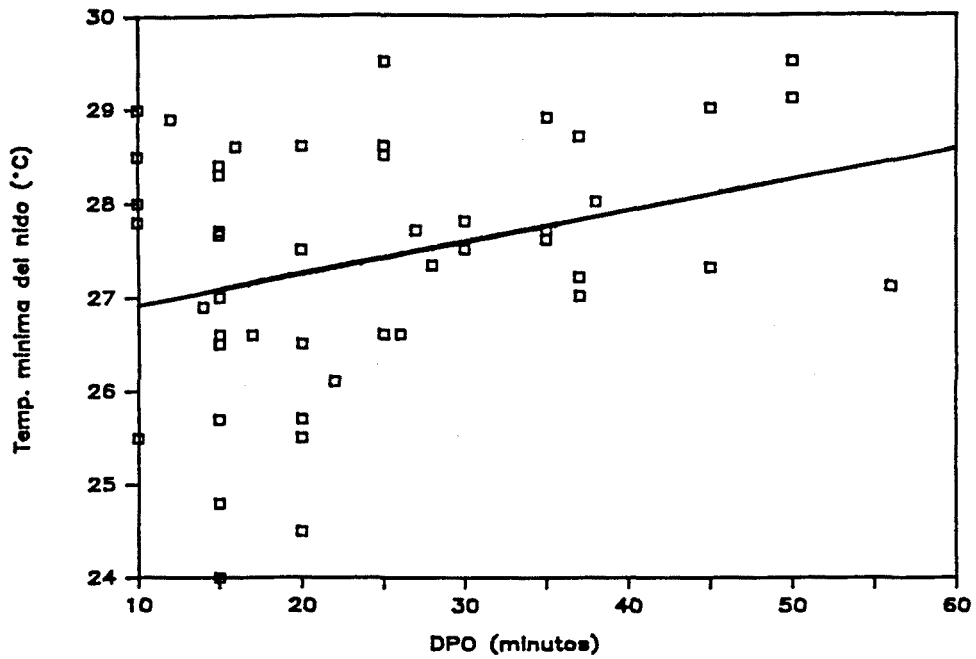


Figura 43.- Relación entre la temperatura mínima del nido y la DPO.

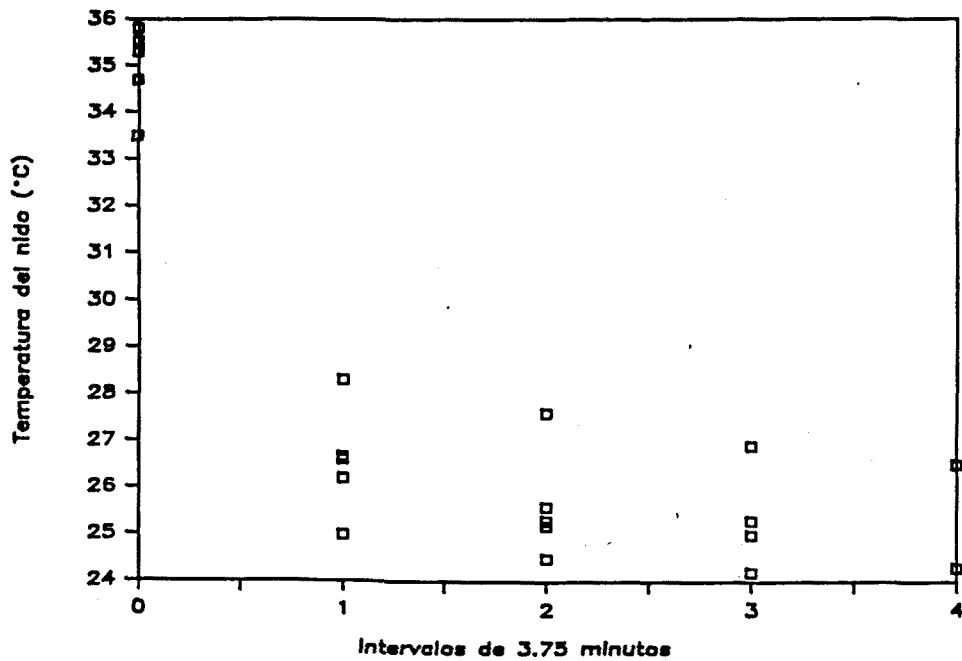


Figura 44.- Patrón de enfriamiento durante el primer PO correspondiente a los cinco primeros días de incubación. La temperatura se tomó a intervalos de 3.75 minutos.

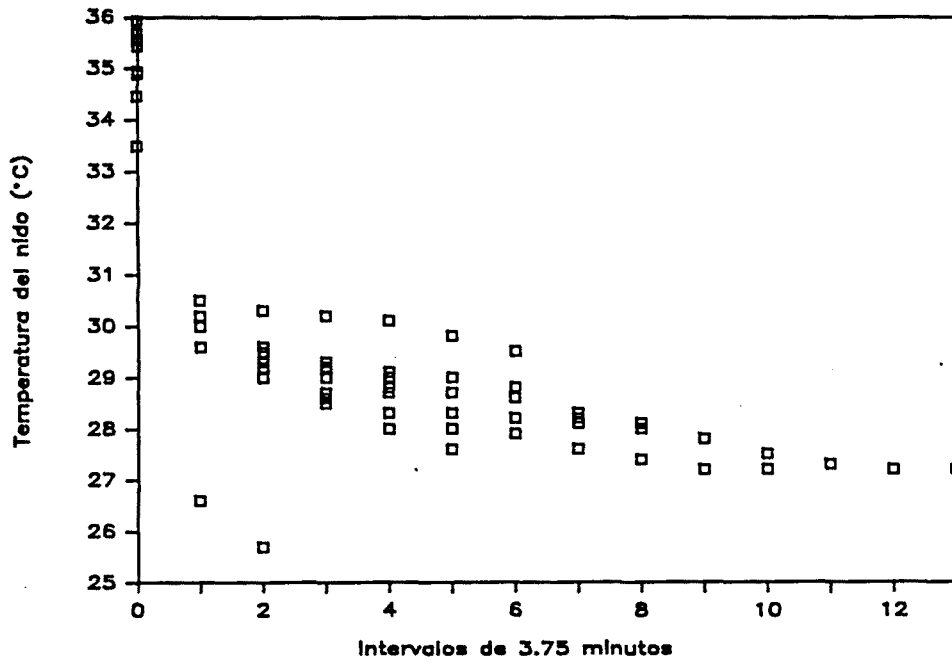


Figura 45.- Patrón de enfriamiento durante el PO del mediodía correspondiente a los cinco primeros días de incubación.

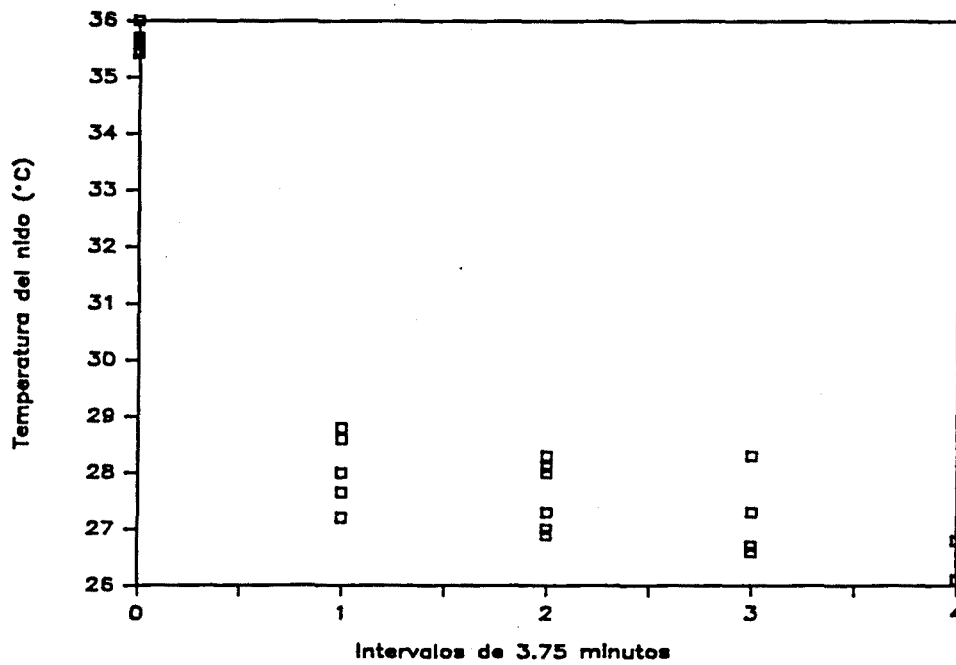


Figura 46.- Patrón de enfriamiento durante el último PO correspondiente a los cinco primeros días de incubación.

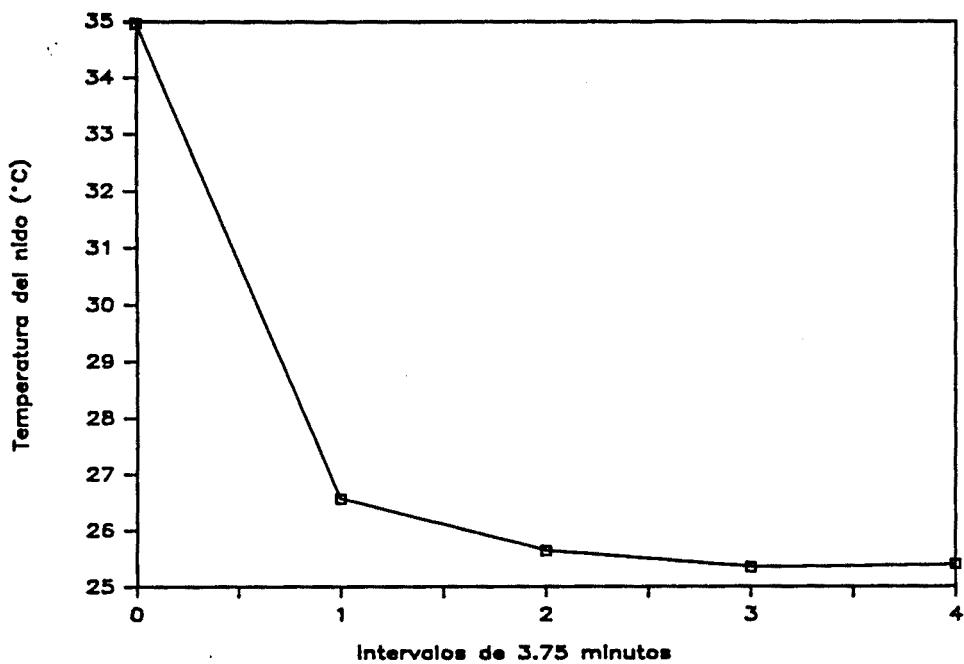


Figura 47.- Patrón promedio de enfriamiento durante el primer PO correspondiente a los cinco primeros días de incubación.

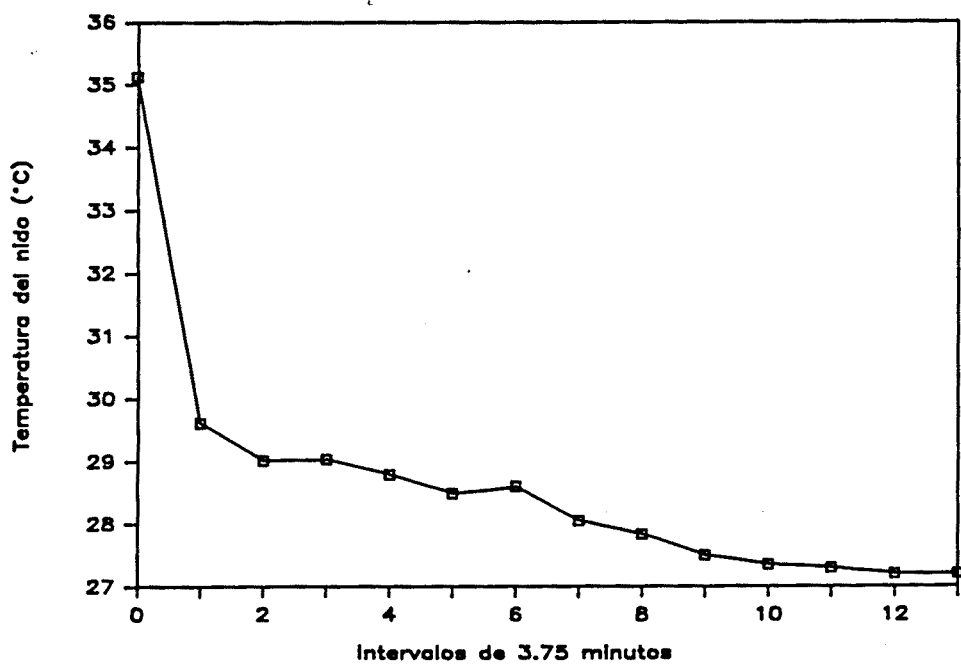


Figura 48.- Patrón promedio de enfriamiento durante el PO del mediodía correspondiente a los cinco primeros días de incubación.

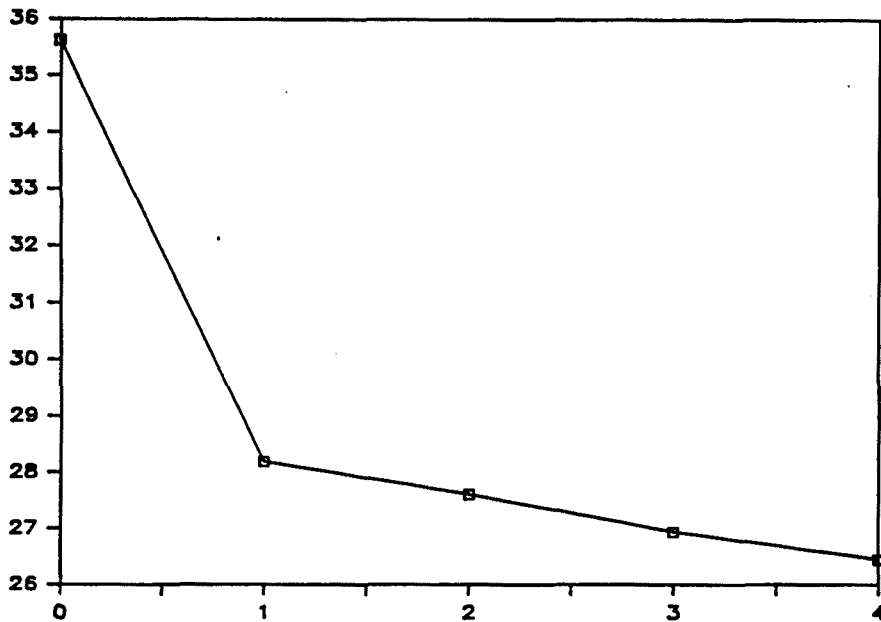


Figura 49.- Patrón promedio de enfriamiento durante el último PO correspondiente a los cinco primeros días de incubación.

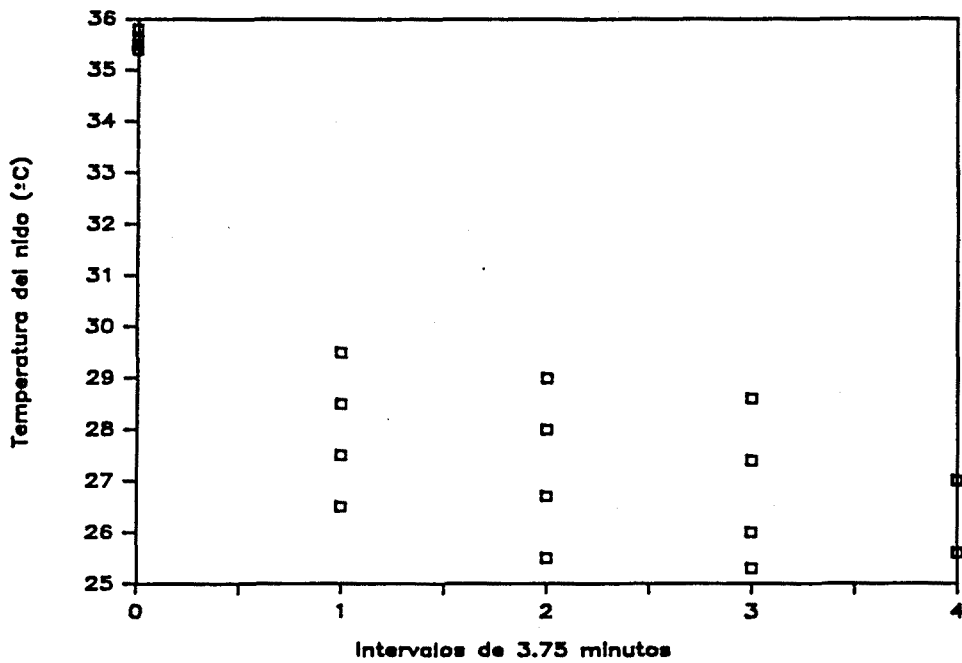


Figura 50.- Patrón de enfriamiento durante el primer PO correspondiente a los cinco últimos días de incubación.

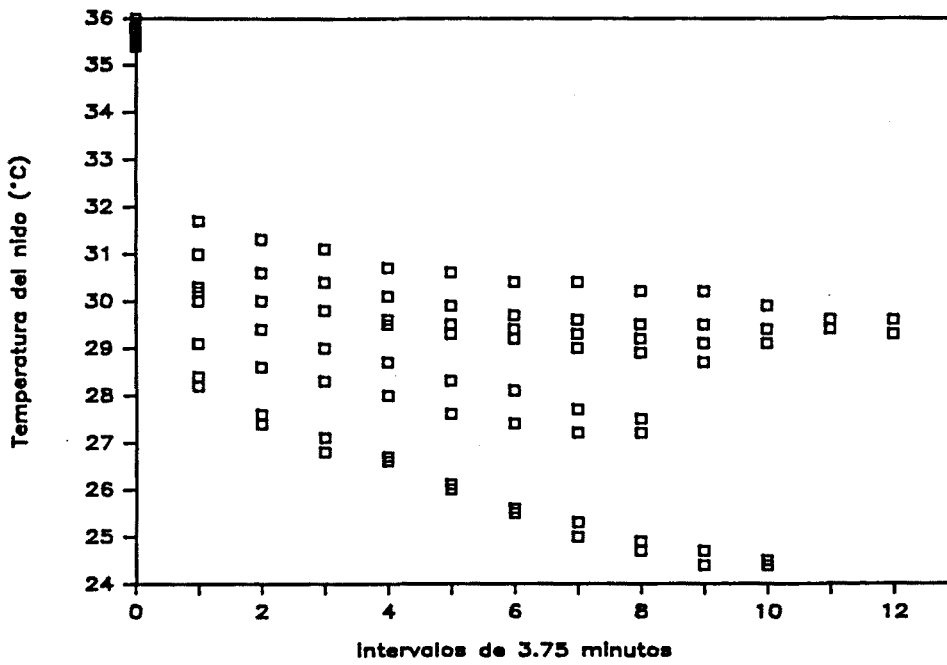


Figura 51.- Patrón de enfriamiento durante el PO del mediodía correspondiente a los cinco últimos días de incubación.

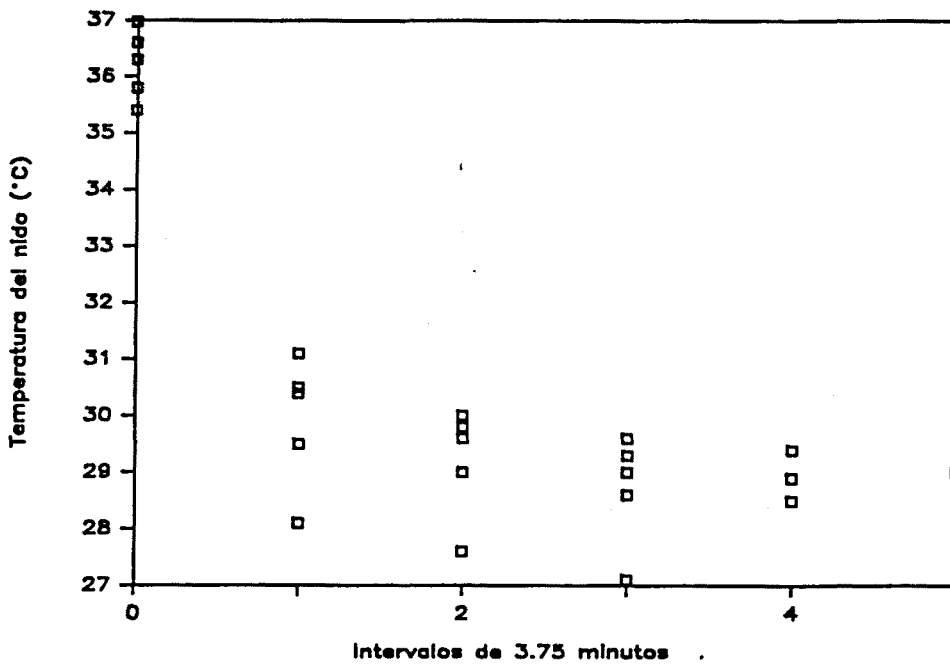


Figura 52.- Patrón de enfriamiento durante el último PO correspondiente a los cinco últimos días de incubación.

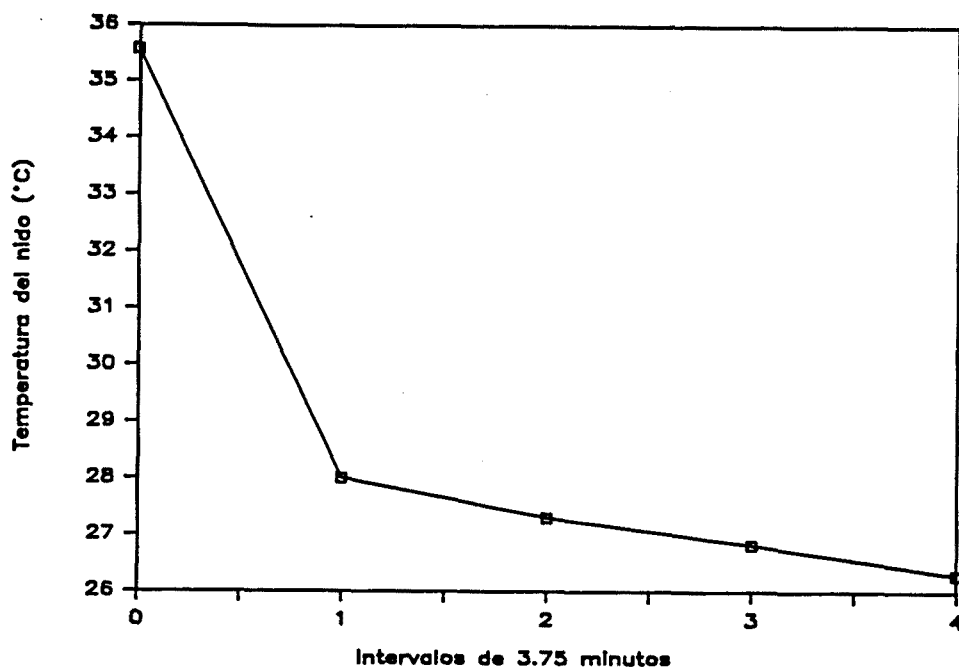


Figura 53.- Patrón promedio de enfriamiento durante el primer PO correspondiente a los cinco últimos días de incubación.

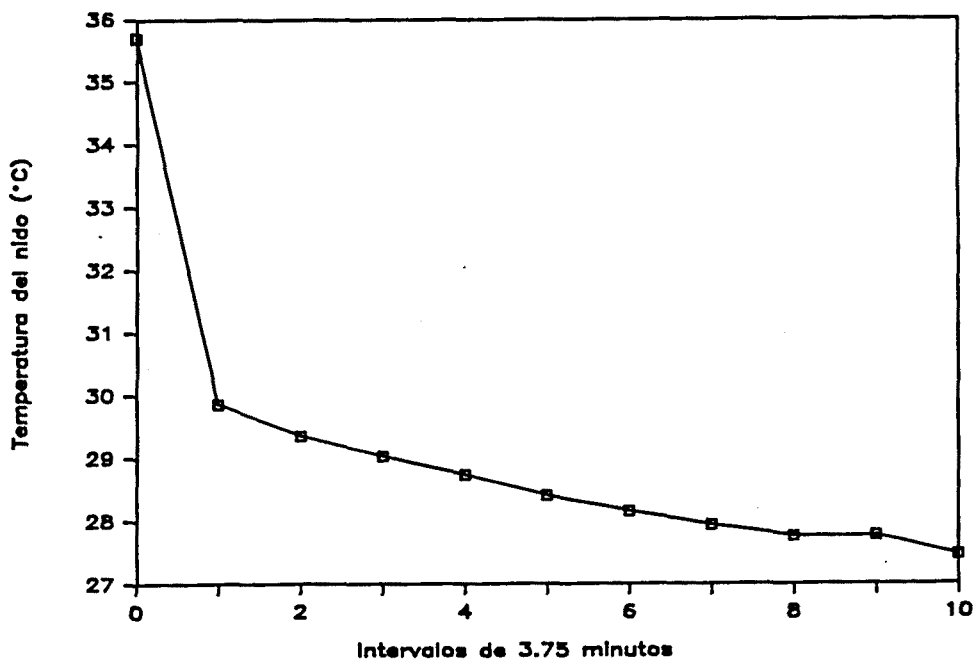


Figura 54.- Patrón promedio de enfriamiento durante el PO del mediodía correspondiente a los cinco últimos días de incubación.

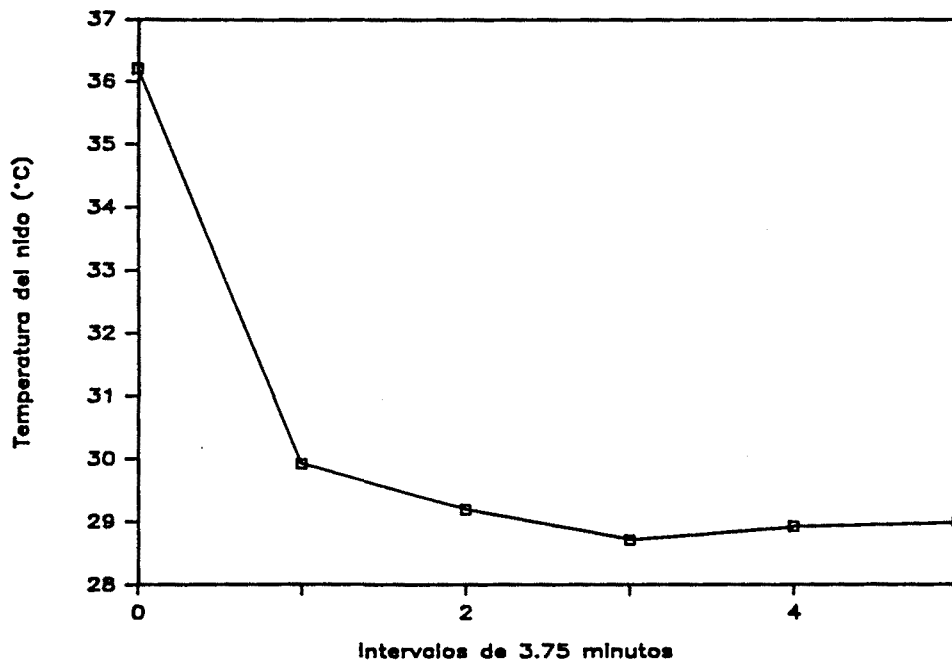


Figura 55.- Patrón promedio de enfriamiento durante el último PO correspondiente a los cinco últimos días de incubación.

patrón de enfriamiento queda recogido en las figuras 44 a 55; puede apreciarse que, estacionalmente, en los cinco últimos días de incubación el enfriamiento de los huevos es menor (en términos absolutos) que en los cinco primeros. Diariamente, en ambos períodos puede apreciarse que la salida intermedia se prolonga mucho más que las extremas, lo que concuerda con el resultado obtenido y comentado en la figura 43.

Finalmente, se ha hallado una relación inversa entre el enfriamiento absoluto del nido (EA) y la temperatura ambiente ( $EA = -0.2336 * T + 13.7106$ ;  $r^2 = 0.36$ ;  $p = 0.00002$ ) (figura 56).

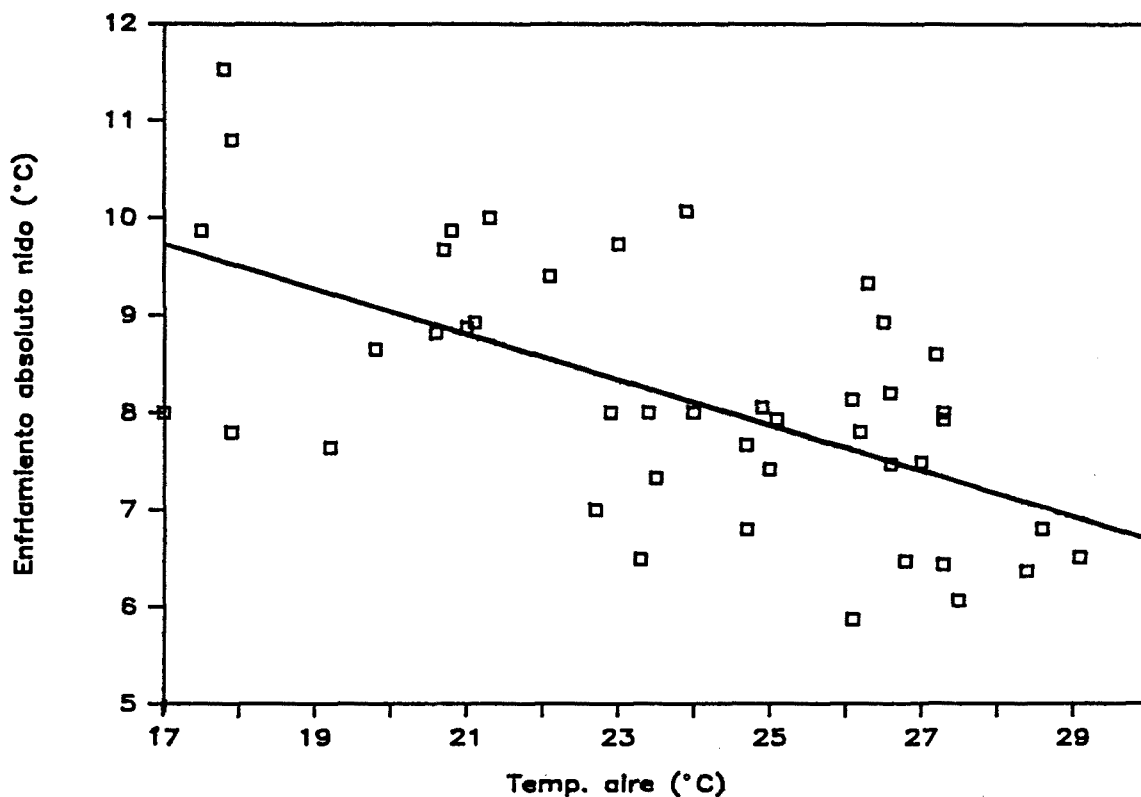


Figura 56.- Relación entre el enfriamiento absoluto del nido y la temperatura ambiente en el momento en que se produce un PO.

#### 3.3.4.- Discusión

A la vista de los resultados obtenidos cabe situar el modelo de incubación de la codorniz (Coturnix c. coturnix), siguiendo la clasificación elaborada por SKUTCH (1976), en el modelo uniparental, (pese a la escasa o nula complejidad de su nido) patrón colibrí; ello se debe a que el NPO diario entra dentro del margen de entre 2-3 hasta 70. Pese a citar que este patrón está

extendido también en las gallináceas (concretamente en el faisán), dicho autor describe posteriormente el patrón codorniz, al cual no pertenece la especie Coturnix coturnix, en el que la hembra realiza un único PO a lo largo del día; cita como ejemplos de especies que lo siguen al colín de Virginia (Colinus virginianus) y a Odontophorus gujanensis (familia Phasianidae).

A este respecto, cabe señalar que existen diversas teorías para explicar la conveniencia o no de realizar un elevado NPO de corta duración, o bien de realizar la estrategia opuesta, consistente en realizar un bajo NPO de larga duración.

Así, HAFTORN (1988) afirma que un ritmo de incubación con PO breves pero frecuentes implican una temperatura mínima de los huevos relativamente alta, por lo que puede ser más costoso que un ritmo con pocos PO pero muy largos, ya que ello implicaría una temperatura mínima de los huevos más baja.

Por contra, VLECK (1981), tras realizar un estudio sobre los costes energéticos de la incubación en Poephila guttata, afirma que el coste energético de la misma aumenta en un 20% (tomando como medida la tasa de consumo de O<sub>2</sub>) cuando se verifica el proceso de recalentar los huevos; por tanto, resulta más económico en términos energéticos el mantener la temperatura de los huevos que dejarlos enfriar y volverlos a calentar. Con este argumento, esgrime que resulta más efectivo disminuir el NPO aumentando su duración.

Por su parte, CARTAR y MONTGOMERIE (1985) afirman que las aves de cuerpo pequeño tienen una baja resistencia al ayuno, por lo que

modifican su atención ajustando la frecuencia de los PO, mientras que las aves de gran tamaño ajustan la duración de los mismos.

Los resultados obtenidos en el presente estudio no apoyan claramente ni la primera ni la tercera hipótesis. En el primer caso, las afirmaciones de HAFTORN se sustentan única y exclusivamente si se asume que el enfriamiento de los huevos es lineal en el tiempo. Dado que, como se ha mostrado anteriormente en el apartado 3.3.3.6. de resultados, no existe asociación lineal entre la disminución en la temperatura del nido y la DPO (figs.44 a 55), en la especie objeto del presente estudio no puede mantenerse la hipótesis de dicho investigador según la cual la DPO condiciona totalmente la temperatura mínima de los huevos.

Por otra parte, las afirmaciones de CARTAR y MONTGOMERIE se ven parcialmente sustentadas a la luz de los resultados obtenidos por diversos investigadores en distintas especies de Galliformes (tabla 40).

TABLA 40.- Número de periods-off, duración de los mismos (en su valor promedio) y peso de las hembras en tres especies de Galliformes.

| ESPECIE                     | PESO  | NPO | DPO   | AUTOR   |
|-----------------------------|-------|-----|-------|---|
| <u>Tetrao urogallus</u>     | 1,743 | 2.2 | 24.88 | Semenov-Tjan-Sansky<br>1959, Lennersted<br>1966, Valanne 1966,<br>Pulliainen 1971 |
| <u>Lagopus lagopus</u>      | 557   | 3.0 | 24.10 | Pulliainen 1978   |
| <u>Coturnix c. coturnix</u> | 103   | 4.5 | 24.33 | Presente estudio  |

Como puede apreciarse, en efecto se observa una tendencia de orden creciente (si bien no es estadísticamente significativa) a aumentar el NPO a medida que disminuye el tamaño corporal en las especies de Galliformes señaladas ( $r=-0.91$ ;  $p=0.2715$ ). No obstante, la DPO es similar en los tres casos, lo que incumple la predicción de que las especies de mayor tamaño presentan una DPO mayor y un NPO menor que las de tamaños inferiores.

Las afirmaciones de VLECK parecen estar más acordes con los resultados obtenidos (tabla 31), ya que si el enfriamiento de los huevos no es lineal, cualquier PO, por corto que sea, implica un elevado coste energético que no se incrementa linealmente con el incremento de la DPO.

Por todo lo expuesto, creemos que este punto todavía es un tema abierto y que es necesario continuar investigando, ya que con la información que se dispone actualmente resulta comprometido y arriesgado ceñirse a cualquiera de las tres hipótesis anteriormente señaladas. Con todo, las afirmaciones de VLECK son las que más se ajustan a los resultados obtenidos.

En las condiciones en las que se ha llevado a cabo este estudio cabría esperar, si el ave optimiza las condiciones de desarrollo del huevo, una disminución del período de incubación. Ello se debe a que el período de incubación se acorta con el incremento del tiempo medio invertido en los huevos, ya que entonces la temperatura media de los mismos es mayor (SKUTCH 1976, HAFTORN 1985 y 1988), lo que en la práctica comporta una

disminución de los riesgos de depredación de la puesta (HAFTORN 1988, NAYLOR et al. 1988).

La duración del período de incubación obtenida es inferior a la que se cita en nidos en el campo (18-20 días) (VERHEYEN 1950) y se iguala a la obtenida en incubadora (16-17 días) (HEINROTH & HEINROTH 1928). Esta reducción no se ha conseguido por un cambio en la temperatura de incubación (tabla 34), que no difiere excesivamente ni de la propuesta por HUGGINS (1941) para 37 especies de 11 órdenes de aves ( $34.0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2.38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ni de la propuesta por DRENT (1975) para las Galliformes (35.1-35.3  $^{\circ}\text{C}$ , en base a datos obtenidos con Phasianus colchicus y Lagopus lagopus). En cambio sí se ha conseguido por una disminución de las fluctuaciones de dicha temperatura al aumentar la atención al nido.

En relación con el porcentaje de atención al nido obtenida, puede apreciarse (tabla 31) que es muy alto, comparable a los obtenidos en otras especies de Galliformes (tabla 41). Muy probablemente, el elevado AT obtenido en el grupo se deba a que está constituido por aves que construyen nidos abiertos en el suelo, por lo que la protección de los huevos frente a la insolación o la depredación puede obligar prácticamente al ave que incuba a cubrirlos continuamente (DRENT 1975).

Incluso, en términos relativos, el AT de Coturnix c. coturnix es con toda seguridad superior a dichas especies, ya que su tamaño es mucho menor, lo que implica que su tasa metabólica sea muy superior (CALDER 1974, CARTAR & MONTGOMERIE 1985).

TABLA 41.- Porcentaje de atención al nido (AT) en diversas especies de Galliformes.

| ESPECIE                  | AT    | AUTOR                    | OBSERVACIONES |
|--------------------------|-------|--------------------------|---------------|
| <u>Lagopus lagopus</u>   | 94.3% | Pulliainen 1978          |               |
| <u>L. leucurus</u>       | 95.1% | Giesen & Braun 1979      |               |
| <u>Tetrao urogallus</u>  | 93.9% | Semenov-Tjan-Sansky 1959 |               |
| " "                      | 95.1% | Lennersted 1966          |               |
| " "                      | 97.6% | Valanne 1966             | (cautividad)  |
| " "                      | 96.1% | Pulliainen 1971          |               |
| <u>Coturnix japonica</u> | 94.9% | Stevens 1961             | (cautividad)  |
| <u>C. c. coturnix</u>    | 92.2% | Presente estudio         | (cautividad)  |

Las relaciones encontradas por otros investigadores en ciertas especies de passeriformes entre la temperatura del aire y el inicio del AD (HAFTORN 1978, 1979 y 1981; WEEDEN 1966) no se confirman en este estudio de la codorniz; tampoco se confirma la relación encontrada por HAFTORN (1979) entre el fin del AD y el subsiguiente inicio del mismo. Esta relación se debe, según los mismos, a que las bajas temperaturas del inicio del día reducen la disponibilidad de alimento, por lo que la hembra tiende a postponer su PO. Dado que las especies estudiadas por dichos investigadores son insectívoras estrictas, la actividad del insecto influye en la actividad del ave (KENDEIGH 1952, WEEDEN 1966); sin embargo, en una especie omnívora como la codorniz (KEVE et al. 1957), esta dependencia no tiene por qué encontrarse. Las condiciones semi-experimentales del presente estudio pueden también amortiguar tales relaciones; no obstante, STEVENS (1961) encontró en Coturnix japonica mantenidas en semilibertad que había una alta utilización

de los recursos alimenticios naturales que ofrecía el cercado donde se realizó el estudio.

Al igual que en el presente estudio, diversos autores (SIEGFRIED et al. 1976, HAFTORN, 1978, RINGELMAN et al. 1982) han hallado una relación directa entre el aumento en la DPO y los días transcurridos del período de incubación. Ello se puede deber a:

a) La temperatura de los huevos se incrementa a lo largo del período de incubación, debido al progresivo desarrollo de las placas incubatrices, que se van vascularizando más (DRENT 1975, HAFTORN & REINERTSEN 1985).

b) A medida que se va avanzando en el desarrollo, el embrión tiene una mayor capacidad para evitar pérdidas de calor (WHITE & KINNEY 1974). DRENT (1970) demostró en huevos de gaviota argétea que la producción de calor del embrión está correlacionada positivamente con el peso del embrión en desarrollo.

En nuestro caso particular, este aumento de la DPO puede deberse a cualquiera de estas dos causas o incluso a una combinación de ambas; no obstante, debe tenerse en cuenta que la temperatura ambiental muestra una clara tendencia a aumentar en el transcurso del período de incubación (figura 25), y que existe una relación directa entre la DMPO y T (figura 36), así como entre la TM y la DPO (figura 43). Comparando el patrón de enfriamiento correspondiente a la última salida en el período de los cinco primeros días de incubación (figura 49) con respecto al de la primera salida de los cinco últimos (figura 53), que presentaba una temperatura ambiental similar y equivalente, puede apreciarse que

no existen diferencias significativas ( $t=0.0051$ ;  $p=0.9481$ ). Por tanto, no existen razones objetivas para descartar que el factor causante del incremento de la temperatura mínima del nido en la fase final del período de incubación sea la temperatura ambiental, que, al aumentar, permite un incremento en la DPO sin repercutir apenas en la TM debido a la no linealidad del patrón de enfriamiento.

Diversos investigadores indican que se dan cambios en el porcentaje de atención al nido a medida que progresa el período de incubación, incrementándose gradualmente o descendiendo súbitamente al final del mismo (WEEDEN 1966, DAVIS 1960, LAWRENCE 1953, KENDEIGH 1952, etc.) mientras que otros no observan tales cambios (FAUTIN 1941, HARDY 1963, KESSLER 1962, DRENT 1970, SEARS 1978, BEER 1961, HOWELL & BARTHOLOMEW 1962, etc.). En el presente estudio, y como se pone de manifiesto en la figura 32, no se han encontrado diferencias remarcables entre el % de atención al nido a lo largo del período de incubación. Puede ser que, o bien exista una respuesta diferente en cada especie frente al factor temperatura (SKUTCH 1976), o bien que el hecho de mantener constante la disponibilidad de comida permita optimizar el porcentaje de atención al nido, manteniéndolo constante a lo largo del período de incubación.

Integrando los resultados obtenidos al realizar los análisis por horas, puede elaborarse un modelo (figura 57), bien sustentado bibliográficamente (HAFTORN 1988), en el que la temperatura de incubación depende de la temperatura ambiental y de la temperatura

del propio animal, que es muy constante (SHALLEMBERGER et al. 1974, DRENT 1975). Durante las horas del día la codorniz muestra una gran capacidad de tamponamiento de la temperatura ambiental, como indica la notable y significativa diferencia existente entre los CV de los valores medios por horas de TI y T (1.698 frente a 12.258, respectivamente; test de comparación de CV  $C=5.912$ ,  $P<0.001$ ). Esta capacidad de actuar como un termostato frente a la temperatura ambiental durante el día, proviene de la asociación que existe entre el NPO y la DMPO.

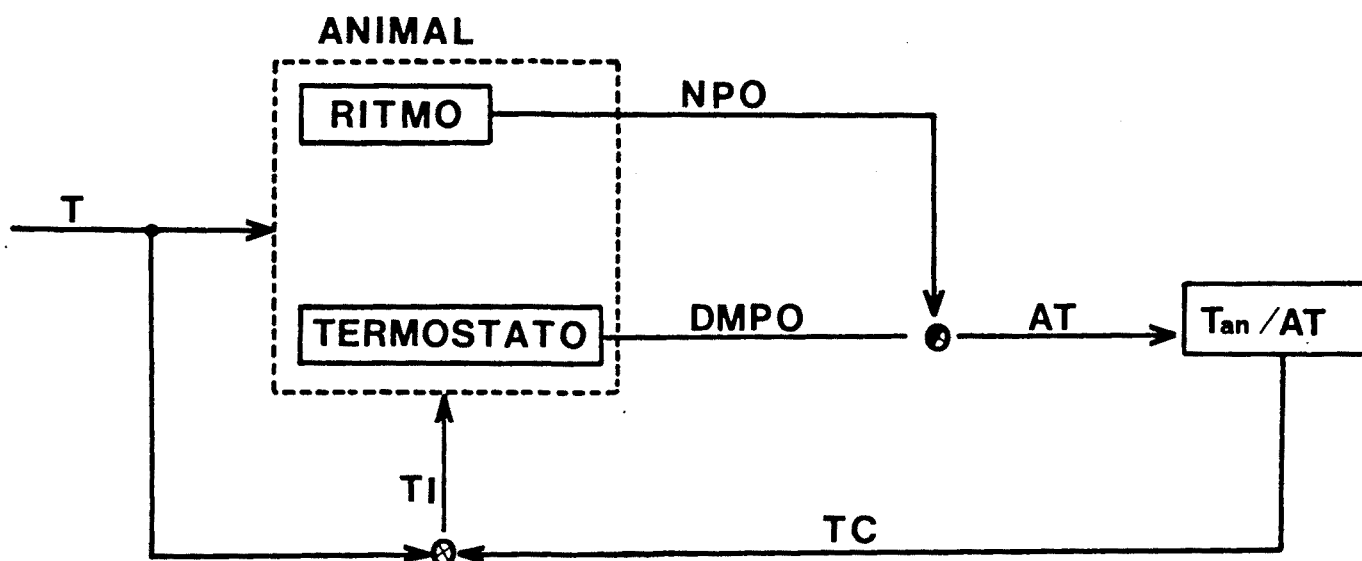


Figura 57.- Diagrama de flujos en el que se representan, a lo largo del día, las relaciones entre la temperatura de incubación, la temperatura ambiental y el comportamiento de incubación de la hembra de codorniz. La relación entre T y TI se da únicamente durante la noche. Tan: temperatura corporal del animal. TC: tasa de calentamiento.

La primera variable, el NPO es consecuencia de un ritmo de incubación de seis horas, que muestra una cierta tendencia a mantenerse incluso por la noche (pico de las 00.00 horas) (figura 28). Este hecho, junto con la existencia de tres picos de PO a lo largo del AD encontrados en otras especies de Fasiánidos (VALANNE 1966) incluso en condiciones de iluminación constantes (PULLIAINEN 1978), permiten elucubrar que el ritmo de incubación encontrado tiene una componente endógena.

La segunda variable, la DMPO, modula el ritmo de incubación de tal forma que la estrategia a seguir por la especie consiste en cubrir los huevos cuando las temperaturas son bajas (especialmente por la noche), aprovechando las temperaturas más altas del día para realizar salidas prolongadas como la del pico correspondiente al mediodía (figura 36), que le permite realizar otras actividades, como por ejemplo la alimentación; es un hecho conocido que la insolación directa puede provocar temperaturas letales de los huevos en un período de tiempo breve (DRENT 1975, YOM-TOV et al. 1978), pero en nuestro caso ello no ocurre al ser la temperatura ambiental relativamente moderada.

Por su parte, el AT está en función de NPO y DMPO, y expresa de hecho la influencia de la temperatura interna del animal sobre los huevos y que, como ya se ha mencionado, influye sobre la TI.

La falta de relaciones obtenidas con respecto a la humedad ambiental muestran que el animal es capaz de regular la humedad en el nido, independizándola totalmente de las condiciones ambientales externas (DRENT et al. 1985), y está en concordancia con los

resultados obtenidos por WALSBURG (1983), que denotan una falta de respuesta en las aves frente a distintas humedades del nido.

De este modo puede concluirse que, de acuerdo con HAFTORN (1979, 1981 y 1985) y DAVIS et al. (1984), la atención al nido está controlada por un ritmo interno que está modificado por respuestas a la temperatura de los huevos, a su vez influenciada parcialmente por la temperatura ambiental. Esta respuesta puede darse de dos maneras:

a) Las aves que incuban reconocen una "temperatura de liberación" de sus huevos como señal para poder realizar un PO (WHITE & KINNEY 1974, ZERBA & MORTON 1983).

b) Las aves utilizan la temperatura de los huevos medida en el momento de retorno al nido tras un PO para ajustar su atención (DRENT 1972, DAVIS et al. 1984).

En el presente estudio, se ha hallado una relación funcional entre la temperatura mínima de incubación alcanzada durante un PO y la duración del siguiente PON ( $p=0.05315$ ), por lo que puede acogerse esta segunda hipótesis. La primera, que ya ha sido rechazada por diversos investigadores como DAVIS et al. (1984) o YOM-TOV et al. (1978), no se ajusta a los resultados de nuestro estudio, ya que la temperatura de liberación estimada a partir de la relación funcional que se da a lo largo del día entre TI y AT es de 29.68 °C, que es excesivamente baja si se tiene en cuenta que, en los momentos en que se inicia un PO, la temperatura del nido oscila entre 34-36 °C (figuras 44 a 55); por estas razones,

los resultados del presente estudio no avalan la hipótesis de White & Kinney.

### 3.4.- Crecimiento

#### 3.4.1.- Introducción

Al igual que ocurre con gran parte de especies nidífugas, el estudio de crecimiento en Coturnix coturnix es uno de los aspectos del conocimiento de la especie que hasta la actualidad permanecen insuficientemente investigados. Únicamente se cuenta, como antecedente, con el estudio de HEINROTH & HEINROTH (1928), quienes realizaron la descripción del crecimiento en peso de dos ejemplares de Coturnix coturnix (un macho y una hembra) en condiciones de cautividad.

La razón de esta falta de estudios se debe a las enormes dificultades que entraña la captura y posterior seguimiento de los pollos en el campo. No debe extrañar por tanto que en la aloespecie próxima, Coturnix japonica, existan más estudios, dada la gran facilidad que ofrece esta especie doméstica para realizar, en condiciones de cautividad, el seguimiento del crecimiento. Entre otros, destacan los estudios de LYON (1962), quien describió el crecimiento en peso, del tarso y del culmen. Posteriormente, los estudios más modernos de RICKLEFS (1979), JONES & HUGHES (1978), BRISBIN & TALLY (1973) Y ANTHONY et al. (1986) ya muestran un ajuste de los datos obtenidos (generalmente del peso) a una ecuación, que define una función de tipo sigmoideo; ello permite el uso de una serie de parámetros que describen con mayor precisión el ritmo de crecimiento.

Finalmente, como antecedente histórico cabe citar el estudio llevado a cabo por GUYOMARC'H & SAINT-JALME (1986) sobre codornices híbridas de Coturnix coturnix y C. japonica (Guyomarc'h, com. pers.). El trabajo es descriptivo y no tiene como objetivo principal el estudio de crecimiento, abordándolo de una forma colateral y sin profundizar apenas en el tema; debido a ello, se limita al peso como única variable que define el proceso de crecimiento, y no ajusta los datos a ninguna función.

Así pues, como puede apreciarse, los antecedentes sobre el tema objeto del presente capítulo se muestran insuficientes, ya que en Coturnix coturnix únicamente se conoce la descripción superficial del crecimiento en peso de dos ejemplares. Por esta razón, se creyó necesario abordar con una mayor profundidad el crecimiento de la especie, llenando así un vacío en el conocimiento de su biología. Por otra parte, el estudio del crecimiento permite, utilizándolo de forma retrospectiva, conocer la fecha en que se verifica la puesta y eclosión de huevos en las distintas localidades muestreadas a partir de los pollos que se han podido capturar con los métodos descritos en el apartado de metodología general. La descripción de la fecha en la que se verifica la reproducción en cada una de las localidades de estudio, así como sus implicaciones demográficas y ecoetológicas, se recogen en otros capítulos de la presente memoria.

### 3.4.2.- Material y métodos

Durante los años 1985 a 1989 se procedió a la recolección y medida de 78 pollos de Coturnix coturnix; en 20 de ellos pudo seguirse el proceso completo de crecimiento desde los primeros estadios hasta la finalización del mismo. Los 58 pollos restantes no fueron incluidos en el estudio porque, o bien fueron capturados en un estadio avanzado del crecimiento y se desconocía su fecha de nacimiento, o bien porque aunque se conociera su edad, no pudo llegarse a completar su seguimiento por motivos diversos (muertes, huídas, etc.).

El seguimiento del crecimiento se efectuó en condiciones de semilibertad en la instalación o pajarera descrita en el capítulo de metodología general, y en condiciones de cautividad mucho más restrictivas, en una jaula de construcción casera de reducidas dimensiones (60 x 40 x 40 cm). La tabla 42 recoge el lugar donde fueron mantenidos los pollos, así como otros detalles sobre la historia particular de cada ejemplar (sexo, fecha y lugar de nacimiento, pollada a la que pertenecen).

Con una periodicidad que oscilaba entre 4 y 7 días, se procedió a efectuar mediciones de cuatro variables: peso, longitud del ala, longitud del tarso y longitud del dedo; para ello se siguió el procedimiento descrito en el capítulo de morfometría y subespeciación. A partir de estas periódicas mediciones se obtuvieron una serie de datos de cada ejemplar y de cada una de las variables morfométricas anteriormente citadas; posteriormente, se

TABLA 42.- Historial de los 20 ejemplares sobre los que se efectuó el estudio de crecimiento. H=hembra; M=macho.

| EJEMPLAR | SEXO | POLLADA | FECHA DE NACIMIENTO | LUGAR DE NACIMIENTO | LUGAR DE CRECIMIENTO |
|----------|------|---------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 85081403 | H    | 1       | 22-VII-85           | Alp                 | Pajarera             |
| 85081404 | M    | 2       | 26-VII-85           | Alp                 | Pajarera             |
| 86073101 | M    | 3       | 31-VII-86           | Alp                 | Jaula                |
| 86080302 | H    | 4       | 23-VII-86           | Sant Boi            | Jaula                |
| 86080704 | H    | 5       | 29-VII-86           | Alp                 | Jaula                |
| 87070801 | M    | 6       | 8-VII-87            | Pajarera            | Pajarera             |
| 87070802 | H    | 6       | 8-VII-87            | Pajarera            | Pajarera             |
| 87090405 | M    | 7       | 4- IX-87            | Pajarera            | Pajarera             |
| 87090406 | M    | 7       | 4- IX-87            | Pajarera            | Pajarera             |
| 87090407 | H    | 7       | 4- IX-87            | Pajarera            | Pajarera             |
| 87071101 | M    | 8       | 11-VII-87           | M Esplugues         | Pajarera             |
| 88072803 | H    | 9       | 28-VII-88           | M Esplugues         | Jaula                |
| 88072804 | H    | 9       | 28-VII-88           | M Esplugues         | Jaula                |
| 88072805 | M    | 9       | 28-VII-88           | M Esplugues         | Jaula                |
| 89070903 | H    | 10      | 3- IX-89            | Pajarera            | Jaula                |
| 89070905 | H    | 10      | 3- IX-89            | Pajarera            | Jaula                |
| 89071113 | M    | 11      | 11-VII-89           | Pajarera            | Pajarera             |
| 89072303 | H    | 12      | 23-VII-89           | Pajarera            | Pajarera             |
| 89072307 | M    | 12      | 23-VII-89           | Pajarera            | Pajarera             |
| 89072311 | H    | 12      | 23-VII-89           | Pajarera            | Pajarera             |

realizó el ajuste de los datos a las tres funciones de tipo sigmoideo consideradas más adecuadas para el estudio de crecimiento en aves:

a) La ecuación logística:  $dW/dt=KW(1-W)$

b) La ecuación de Gompertz:  $dW/dt=-KW(\log_e W)$

c) La ecuación de Von Bertalanffy:  $dW/dt=3KW^{2/3}(1-W^{1/3})$

siendo  $dW/dt$  la tasa de crecimiento absoluto,  $W$  el peso del organismo expresado como una fracción decimal de su asíntota y  $K$  una constante que es directamente proporcional a la tasa de crecimiento.

Como puede apreciarse en la figura 58, la curva de crecimiento de Gompertz, y aún más la de Von Bertalanffy, difieren de la logística en un marcado enlentecimiento de la tasa de crecimiento y en la prolongación del período de crecimiento a estadios relativamente tardíos.

El procedimiento matemático de ajuste se halla descrito en RICKLEFS (1967); en nuestro caso, este procedimiento se vió agilizado mediante la utilización del programa para ordenador personal "Creixer", confeccionado por JOVER. Este programa, además de realizar el ajuste a un polinomio de segundo grado, proporciona el coeficiente de correlación y las desviaciones cuadradas de las medias bajo cada una de las tres ecuaciones; una vez elegido el modelo que mejor se ajusta a los datos, proporciona la estima de la constante de crecimiento  $K$  y del período de tiempo necesario

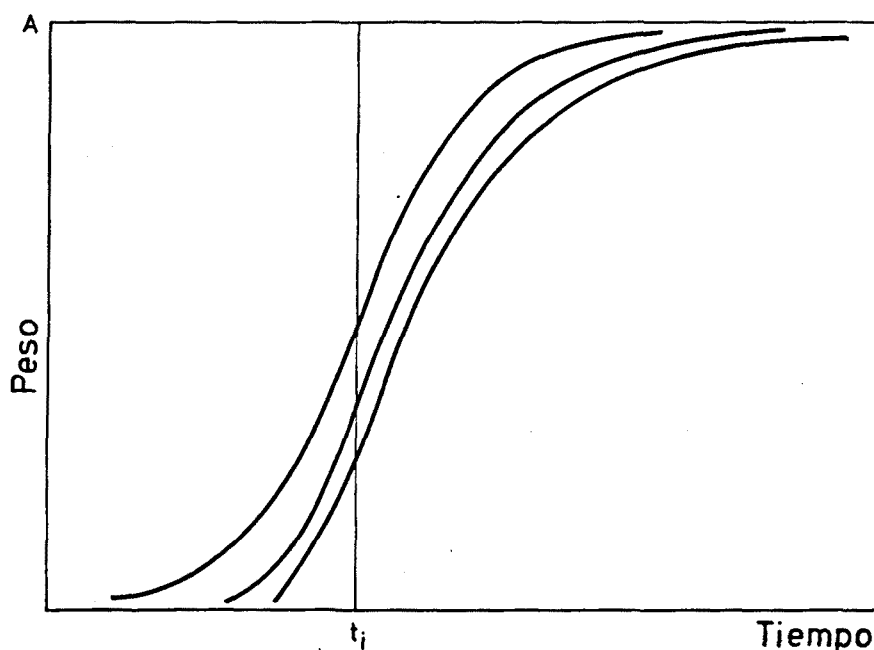


Figura 58.- Representación gráfica (de izquierda a derecha) de las ecuaciones de crecimiento logística, Gompertz y Von Bertalanffy. A es la asíntota superior.

para crecer entre el 10 % y el 90 % del valor de la asíntota ( $T_{10-90}$ ), bajo ese modelo.

Para la determinación del modelo de crecimiento que mejor se ajusta a los datos, se ha optado por elegir el que cumpla los siguientes criterios:

a) Que el coeficiente de correlación calculado sea significativo.

b) Que la desviación al cuadrado de las medias sea la menor.

Este segundo criterio es de gran importancia, ya que como afirman BRISBIN & TALLY (1973), se pueden cometer serios errores en la estima de la constante de crecimiento por el uso acrítico de un modelo sigmoideo sencillo. Por ejemplo, cuando en los tres modelos analizados los tres coeficientes de correlación son significativos y se elige cualquiera de las tres ecuaciones de una forma aleatoria.

De esta forma, se obtuvo el ajuste de las series de datos a una de las tres ecuaciones pertinentes y se pudieron obtener los parámetros del crecimiento  $K$  y  $T_{10-90}$ . No obstante, debe tenerse presente que los valores de la  $K$  únicamente son comparables en individuos cuyas curvas de crecimiento hayan sido ajustadas por la misma ecuación; por contra, el parámetro  $T_{10-90}$  sí es comparable entre individuos cuyas curvas de crecimiento hayan sido ajustadas por diferentes ecuaciones (RICKLEFS 1967).

De esta forma, empleando el parámetro  $T_{10-90}$  o empleando la  $K$  en aquellos ejemplares cuyo crecimiento se ajusta al mismo modelo de ecuación, se han podido establecer comparaciones del patrón de

crecimiento entre sexos, por condiciones de semilibertad o cautividad, por pertenencia o no a distintas nidadas, por el fotoperíodo, etc.

### 3.4.3.- Resultados y discusión

#### 3.4.3.1.- Crecimiento en peso

Al realizar los análisis de crecimiento en peso de los ejemplares, se puso de manifiesto la existencia de una extraordinaria variabilidad individual. La tabla 43 recoge las ecuaciones de ajuste, el modelo elegido, los parámetros K y  $T_{10-90}$ , y el valor de la asíntota. En la tabla 44 se recogen los principales estadísticos descriptivos de los parámetros mostrados en la tabla 43.

Los resultados obtenidos muestran que la K posee un elevado coeficiente de variación; según RICKLEFS (1967), cada especie posee un patrón de crecimiento característico e inherente a ella. Dicho investigador considera que, a pesar de que las constantes de crecimiento pueden variar individual, estacional y geográficamente dentro de una especie, esta variación no es apreciable, alcanzando como máximo un 20% de variación intraespecífica. (RICKLEFS 1968, 1979). Por tanto, en el caso que nos ocupa, si bien la  $T_{10-90}$  y la asíntota entran dentro de este margen de variación, no ocurre lo mismo con la K, como se ha señalado anteriormente.

TABLA 43.- Ecuaciones de ajuste a un modelo de crecimiento en peso de los individuos consignados en la tabla 42. Se incluyen también la constante de crecimiento (K) y la  $T_{10-90}$  bajo el modelo elegido (M: L=logístico; G=Gompertz), así como la asíntota final (A).

| EJEMPLAR | ECUACION             | M | K     | $T_{10-90}$ | A     |
|----------|----------------------|---|-------|-------------|-------|
| 85081403 | $Y=-0.392+0.01827*X$ | G | 0.051 | 62.19       | 102   |
| 85081404 | $Y=-0.405+0.01633*X$ | G | 0.048 | 69.52       | 100   |
| 86073101 | $Y=-0.422+0.01296*X$ | G | 0.037 | 87.59       | 120   |
| 86080302 | $Y=-0.481+0.01759*X$ | G | 0.055 | 64.53       | 125   |
| 87070801 | $Y=-0.364+0.01603*X$ | G | 0.044 | 70.83       | 80    |
| 87090405 | $Y=-0.375+0.01647*X$ | G | 0.045 | 68.92       | 90    |
| 87090406 | $Y=-0.424+0.01723*X$ | G | 0.049 | 65.88       | 84    |
| 87090407 | $Y=-0.432+0.01985*X$ | G | 0.057 | 57.19       | 85.5  |
| 87071101 | $Y=-0.349+0.01894*X$ | G | 0.053 | 59.93       | 88    |
| 88072803 | $Y=-0.474+0.02448*X$ | L | 0.098 | 44.84       | 92    |
| 88072804 | $Y=-0.326+0.02768*X$ | G | 0.075 | 41.01       | 90    |
| 88072805 | $Y=-0.355+0.02585*X$ | G | 0.071 | 43.90       | 86    |
| 89070903 | $Y=-0.342+0.01590*X$ | G | 0.043 | 71.37       | 80.5  |
| 89070905 | $Y=-0.435+0.02127*X$ | G | 0.064 | 53.36       | 80    |
| 89071113 | $Y=-0.528+0.02523*X$ | G | 0.079 | 44.99       | 88    |
| 89072307 | $Y=-0.430+0.02071*X$ | G | 0.065 | 54.81       | 101.5 |
| 89072311 | $Y=-0.424+0.01536*X$ | L | 0.061 | 71.52       | 72    |

TABLA 44.- Principales estadísticos descriptivos de los parámetros K,  $T_{10-90}$  y asíntota (A) del crecimiento en peso. M=media; DS=desviación standard; ESM=error standard de la media; CV=coeficiente de variación; R= rango de valores (máximo-mínimo).

| PARAMETRO   | M      | DS     | ESM    | CV     | R              |
|-------------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| K           | 0.059  | 0.016  | 0.0038 | 26.595 | 0.037- 0.098   |
| $T_{10-90}$ | 60.725 | 12.539 | 3.0412 | 20.649 | 41.005- 87.592 |
| A           | 92.029 | 13.986 | 3.3921 | 15.197 | 72.000-125.000 |

Ante este hecho, cabe preguntarse cuál es la fuente de variabilidad que provoca unas diferencias tan acusadas entre un individuo y otro. Para intentar responder a tales preguntas, se procedió a establecer comparaciones, mediante análisis de la varianza, de cada uno de los parámetros obtenidos ( $K$ ,  $T_{10-90}$  y asíntota) en función del sexo, lugar donde crecieron los individuos, año y lugar de nacimiento, parentesco entre individuos y fotoperíodo. Los resultados obtenidos quedan recogidos en la tabla 45, y muestran que no existen diferencias por sexo, fotoperíodo, ni por el lugar en que crecieron los pollos (jaula o pajarera), pero sí existen unas diferencias por el resto de variables de agrupamiento utilizadas, que no afectan a la constante de crecimiento  $K$ .

Estos resultados podrían ser acordes con el hecho de que el tiempo en que se dé la cría sea un factor determinante del tamaño de los huevos y, por consiguiente, del tamaño del pollo. Para verificar esta hipótesis, se procedió a realizar un análisis de regresión entre el peso del pollo al nacer y la fecha de eclosión, expresada como el número de días transcurridos desde el 1 de enero. Como se pone de manifiesto en la tabla 46, no existe entre ambas variables una relación estadísticamente significativa, si bien se aproximan a ello. En concordancia con este resultado, el análisis de regresión efectuado entre el peso del pollo al nacer y el valor asíntótico al que se aproxima al llegar a adulto, también muestra una falta de asociación (tabla 46). Por tanto, no es el tamaño inicial el que condiciona el tamaño final; el ritmo de crecimiento

en peso tampoco está asociado al tamaño final (tabla 46). En este sentido, TSERVENI-GOUSHI (1987) afirma que el peso del pollo al eclosionar está influenciado más por la edad del ave que por el peso del huevo, por lo que en tal caso no resultan extrañas la falta de relaciones antes comentadas. Ello explicaría también la falta de asociación entre la fecha de eclosión y el fotoperíodo con respecto a los parámetros de crecimiento estudiados (tabla 46).

En función de los resultados que se han obtenido sobre el crecimiento en peso, cabe señalar los siguientes aspectos:

a) El hecho de que no existan diferencias por sexo en la asíntota,  $K$  y  $T_{10-90}$ , indica que machos y hembras presentan un mismo patrón de crecimiento en peso. En este sentido, diversos investigadores (HEINROTH & HEINROTH 1928, LYON 1962, GUYOMARC'H & SAINT-JALME 1986) han señalado (respectivamente) que tanto en Coturnix coturnix como en Coturnix japonica como en sus híbridos, se hace aparente un dimorfismo sexual en el crecimiento en peso a partir de las 6-8 semanas, siendo las hembras algo mayores. No obstante, estas diferencias pueden ser, bien resultado de las condiciones de cautividad (WYATT 1870), bien pueden ser estadísticamente no significativas; ANTHONY et al (1986) han demostrado en Coturnix japonica que los patrones de crecimiento en peso de ambos sexos son prácticamente idénticos, pese a que las hembras pesaban más en el punto de inflexión y en el 90 % de la asíntota.



TABLA 46.- Análisis de regresión efectuados entre: 1) el peso del pollo al nacer (PN) con respecto a la fecha de eclosión (FE), al valor de la asíntota del peso final (AP), al valor de K (KP) y al valor de la  $T_{10-90}$  (TP). 2) La KP con respecto a AP. 3) La fecha de eclosión con respecto a: AP, KP y TP. 4) el valor del fotoperíodo (F) con respecto a : AP, KP y TP. GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo).

| ANALISIS | F     | GL | P        |
|----------|-------|----|----------|
| PN-FE    | 4.29  | 13 | 0.060 NS |
| PN-AP    | 0.02  | 11 | 0.882 NS |
| PN-KP    | 3.84  | 11 | 0.079 NS |
| PN-TP    | 3.34  | 11 | 0.098 NS |
| KP-AP    | 0.721 | 13 | 0.417 NS |
| FE-AP    | 1.04  | 16 | 0.323 NS |
| FE-KP    | 0.90  | 16 | 0.358 NS |
| FE-TP    | 0.28  | 16 | 0.604 NS |
| F -AP    | 1.06  | 16 | 0.319 NS |
| F -KP    | 1.79  | 16 | 0.201 NS |
| F -TP    | 0.72  | 16 | 0.410 NS |

b) La gran variabilidad encontrada en los parámetros K y  $T_{10-90}$  (tablas 43 y 44) puede depender de factores hereditarios, pero también puede estar relacionada con la nutrición de los individuos. Los estudios de HEYL (1988) sobre el francolín de El Cabo muestran que los coeficientes de variación observados en los parámetros de crecimiento para ejemplares cautivos fueron siempre superiores a los observados en ejemplares salvajes. En todo caso, coincidimos con RICKLEFS (1968) cuando afirma que puede haber otros parámetros morfológicos, aparte de la masa corporal, que sean más estables y menos dependientes del estado nutricional de los animales; sobradamente conocido es el hecho de que aquellos individuos que presentan bajos niveles de proteína u otros nutrientes pueden crecer lentamente (RICKLEFS 1979). Pudiera ser entonces que cada individuo tuviese unos niveles proteínicos distintos, debidos a

diversos factores (competencia por el alimento, relaciones de dominancia, etc.) y que ello provocara las diferencias observadas.

c) Como se ha puesto de manifiesto en la tabla 43, el modelo que mejor se ajusta al crecimiento en peso es el proporcionado por la ecuación de Gompertz; ello entra dentro de lo normal, ya que según RICKLEFS (1973), es la ecuación más comunmente representada entre las aves nidífugas.

Al realizar un análisis comparativo entre los datos de HEINROTH & HEINROTH (1928) (ajustados a partir de los originales) sobre Coturnix coturnix, de diversos investigadores (RICKLEFS 1973, BRISBIN & TALLY 1973) sobre C. japonica, de GUYOMARC'H & SAINT-JALME (1986) sobre híbridos y sobre el valor promedio de los 20 ejemplares aportados en la presente memoria (figura 59), puede apreciarse (tabla 47) que tanto Coturnix japonica como los híbridos se ajustan al modelo logístico, caracterizado por ser el más rápido; realizando una conversión del valor de la constante de crecimiento ajustada bajo dicho modelo a una K bajo el modelo de Gompertz (siguiendo el procedimiento de RICKLEFS 1973), se aprecia que Coturnix japonica presenta un ritmo de crecimiento superior al de los híbridos.

Comparando los resultados derivados de los datos aportados por HEINROTH & HEINROTH (1928) con los datos propios, puede apreciarse que tanto la K como la  $T_{10-90}$  presentan grandes diferencias, siendo más lento el patrón de crecimiento exhibido por los pollos propios. Ahora bien, debe tenerse presente que los resultados de HEINROTH & HEINROTH (1928) se basan en un estudio realizado sobre dos

## Crecimiento en peso

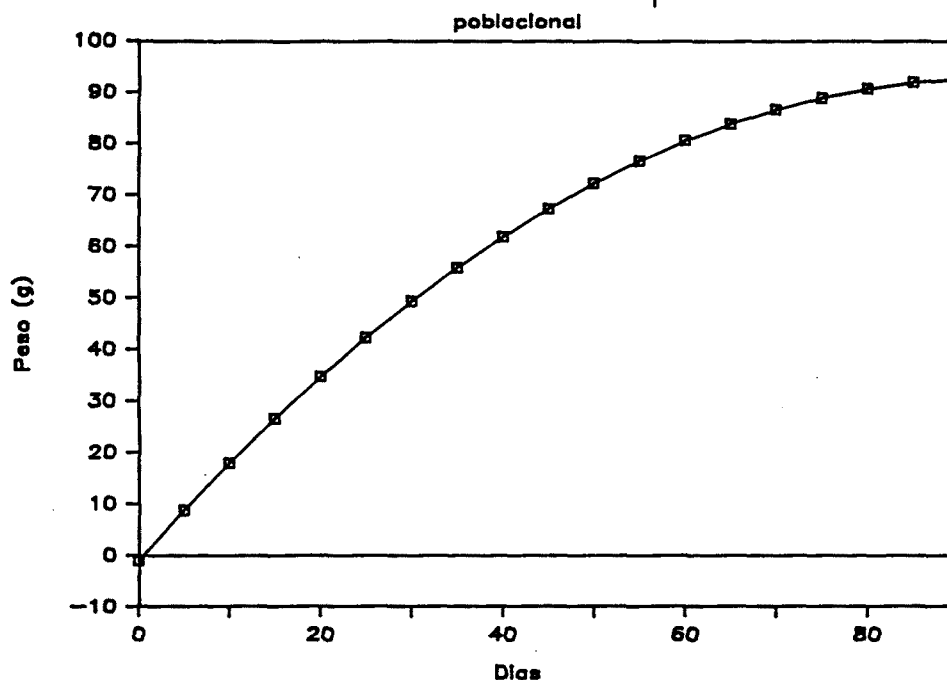


Figura 59.- Curva promedio de crecimiento en peso de Coturnix coturnix obtenida a partir de la muestra de datos propia. Los datos se han ajustado a un polinomio de segundo grado ( $Y=1.34+4.96E-2*X-5.18E-4*X^2$ ).

individuos; dada la gran variabilidad observada en la muestra propia (tablas 43 y 44), deben considerarse más adecuados los resultados propios, obtenidos sobre una muestra 10 veces mayor. Asimismo, destaca el hecho de que al comparar los resultados propios obtenidos en Coturnix coturnix con los resultados de híbridos (GUYOMARC'H & SAINT-JALME 1986), puede apreciarse que el valor de  $K_G$  y el de  $T_{10-90}$  apenas si se diferencian; debe tenerse en cuenta que el tamaño muestral del estudio de crecimiento de híbridos era de 22 ejemplares, muy similar al tamaño muestral utilizado en la presente memoria.

TABLA 47.- Comparación de resultados sobre crecimiento en peso obtenidos por distintos investigadores en Coturnix coturnix (CC), C. japonica (CJ), e híbridos (H). Cuando el modelo es el logístico, se ha transformado  $K_L$  en  $K_G$ .

| INVESTIGADOR             | ESPECIE | MODELO    | K     | $T_{10-90}$ |
|--------------------------|---------|-----------|-------|-------------|
| HEINROTH & HEINROTH      | CC      | Gompertz  | 0.075 | 44.92       |
| PRESENTE ESTUDIO         | CC      | Gompertz  | 0.057 | 59.58       |
| RICKLEFS                 | CJ      | Logístico | 0.070 | 44.80       |
| BRISBIN & TALLY          | CJ      | Logístico | 0.078 | ---         |
| GUYOMARC'H & SAINT-JALME | H       | Logístico | 0.056 | 53.33       |

Por tanto, y a tenor de la presentación y discusión de los resultados anteriormente expuestos, puede concluirse que la variable morfométrica peso es un mal indicador del patrón de crecimiento de Coturnix coturnix, dada la gran variabilidad individual que presenta. Por otra parte, debe tenerse presente que la estima de crecimiento efectuada por HEINROTH & HEINROTH (1928) debe considerarse poco correcta y realista, en función de la enorme variabilidad existente y del pequeño tamaño muestral. Finalmente, cabe señalar que se desconocen exactamente las fuentes de la variabilidad observada, si bien posiblemente sean de tipo genético y nutricional.

### 3.4.3.2.- Crecimiento del ala

En la tabla 48 se recogen los principales parámetros que definen el patrón de crecimiento del ala. Si bien no se da una variabilidad individual tan acusada como en el caso del peso, persiste una marcada y notable variabilidad individual, recogida en la tabla 49. En todo caso, esta variabilidad no supera el margen del 20 % considerado como normal por RICKLEFS (1979).

Esta variabilidad, a semejanza de lo que ocurría con el crecimiento en peso, no es debida ni al sexo ni al lugar en donde crecieron los individuos; sí aparecen diferencias por el año y lugar de nacimiento, así como por el parentesco de los individuos y por el fotoperíodo (tabla 50).

Destaca el hecho de que la asíntota final es significativamente diferente en individuos que han crecido en la pajarera (media=10.8 cm) con respecto a los que han crecido en jaulas (media=11.35). Asimismo, puede apreciarse que la constante de crecimiento está relacionada directamente con la asíntota (tabla 51, figura 60); ello implica que los individuos que presentan una tasa de crecimiento más rápida tienen además un tamaño final del ala mayor. No existe en cambio relación entre la longitud del ala al nacer y la fecha de nacimiento (tabla 51).

Por otra parte, se confirman (tabla 51, figura 61) los resultados obtenidos para la longitud de las primarias por HONDA et al. (1982) según los cuales un corto fotoperíodo causaba un alargamiento de la pluma, pero no debido a un incremento de la

constante de crecimiento, sino a un incremento del período de crecimiento. Los mismos investigadores sugieren un mecanismo hormonal basado en un corto fotoperíodo, ya que es conocido que las hormonas pueden afectar la forma y tamaño de las plumas (GEORGE et al. 1981).

Sorprendentemente, existe una relación inversa entre la longitud del ala al nacer y el valor final de la asíntota del ala (tabla 51, figura 62); ello implicaría que la longitud final del ala estaría condicionada por el tamaño con el que nace el pollo. En este caso el tamaño inicial sí condiciona, aunque sea parcialmente, el tamaño final, al contrario de lo que ocurría con el peso.

Por lo demás, no existen relaciones con el resto de variables analizadas, como la fecha de eclosión y, salvo la excepción anteriormente constatada, el fotoperíodo.

Como queda recogido en la tabla 48, el modelo de crecimiento del ala se ajusta a la ecuación logística, la más rápida. No pueden realizarse estudios comparativos con otros investigadores porque éstos han limitado sus estudios a la variable peso. La figura 63 recoge la curva promedio de crecimiento del ala estimada a partir de los datos propios; como puede apreciarse, la  $T_{10-90}$  (58.48 días) es muy similar a la del peso (59.58 días).

TABLA 48.- Ecuaciones de ajuste a un modelo de crecimiento en longitud del ala de los individuos consignados en la tabla 42. Se incluyen también la constante de crecimiento (K) y la  $T_{10-90}$  bajo el modelo elegido (M: L=logístico; G=Gompertz), así como la asíntota final (A).

| EJEMPLAR | ECUACION             | M | K     | $T_{10-90}$ | A     |
|----------|----------------------|---|-------|-------------|-------|
| 85081403 | $Y=-0.367+0.02652*X$ | L | 0.106 | 41.39       | 11.1  |
| 85081404 | $Y=-0.375+0.02533*X$ | L | 0.101 | 43.34       | 10.9  |
| 86073101 | $Y=-0.419+0.02376*X$ | L | 0.095 | 46.22       | 10.9  |
| 86080302 | $Y=-0.435+0.02539*X$ | L | 0.102 | 43.23       | 11.7  |
| 86080704 | $Y=-0.485+0.02835*X$ | L | 0.113 | 38.74       | 11.0  |
| 87070801 | $Y=-0.297+0.02049*X$ | L | 0.082 | 53.59       | 11.0  |
| 87070802 | $Y=-0.361+0.02295*X$ | L | 0.092 | 47.85       | 10.7  |
| 87090405 | $Y=-0.459+0.02374*X$ | L | 0.095 | 46.24       | 11.0  |
| 87090406 | $Y=-0.440+0.02147*X$ | L | 0.086 | 51.13       | 10.9  |
| 87090407 | $Y=-0.385+0.02219*X$ | L | 0.089 | 49.46       | 10.5  |
| 87071101 | $Y=-0.301+0.02211*X$ | L | 0.088 | 49.66       | 10.95 |
| 88072803 | $Y=-0.359+0.02896*X$ | L | 0.116 | 37.92       | 11.7  |
| 88072804 | $Y=-0.381+0.03191*X$ | L | 0.128 | 34.41       | 11.9  |
| 88072805 | $Y=-0.420+0.03103*X$ | L | 0.124 | 35.39       | 11.6  |
| 89070903 | $Y=-0.319+0.02062*X$ | L | 0.082 | 53.24       | 11.1  |
| 89070905 | $Y=-0.342+0.02027*X$ | L | 0.081 | 54.17       | 10.9  |
| 89071113 | $Y=-0.493+0.02521*X$ | L | 0.101 | 43.55       | 11.0  |
| 89072303 | $Y=-0.330+0.02829*X$ | G | 0.081 | 40.12       | 11.0  |
| 89072307 | $Y=-0.319+0.02711*X$ | G | 0.077 | 41.89       | 10.9  |
| 89072311 | $Y=-0.338+0.00026*X$ | L | 0.104 | 42.57       | 10.8  |

TABLA 49.- Principales estadísticos descriptivos de los parámetros K,  $T_{10-90}$  y asíntota (A) del crecimiento del ala. M=media; DS=desviación standard; ESM=error standard de la media; CV=coeficiente de variación; R= rango de valores (máximo-mínimo).

| PARAMETRO   | M      | DS    | ESM    | CV     | R              |
|-------------|--------|-------|--------|--------|----------------|
| K           | 0.097  | 0.015 | 0.0033 | 15.170 | 0.077- 0.128   |
| $T_{10-90}$ | 44.706 | 5.933 | 1.3267 | 13.272 | 34.409- 54.170 |
| A           | 11.017 | 0.461 | 0.1031 | 4.183  | 9.800- 11.900  |



TABLA 51.- Análisis de regresión efectuados entre: 1) la longitud del ala al nacer (AN) con respecto a la fecha de eclosión (FE), al valor de la asíntota de la loongitud del ala final (AA), al valor de K (KA) y al valor de la  $T_{10-90}$  (TA). 2) La KA con respecto a AA. 3) La FE con respecto a: AA, KA y TA. 4) El valor del fotoperíodo (F) con respecto a: AA, KA y TA.  $R^2$ =coeficiente de determinación; GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo; \*= $p<0.05$ ; \*\*= $p<0.01$ ).

| ANALISIS | COEF. DE REGRESION | ORDENADA EL ORIGEN | T     | $R^2$ | F     | GL | P        |
|----------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|----|----------|
| AN-FE    |                    |                    |       |       | 0.00  | 13 | 0.949 NS |
| AN-AA    | -1.916             | 13.928             | -2.57 | 0.36  | 6.61  | 13 | 0.024 *  |
| AN-KA    |                    |                    |       |       | 0.02  | 13 | 0.898 NS |
| AN-TA    |                    |                    |       |       | 2.55  | 13 | 0.136 NS |
| KA-AA    | 24.885             | 8.558              | 4.17  | 0.52  | 17.37 | 17 | 0.001 ** |
| FE-AA    |                    |                    |       |       | 0.01  | 19 | 0.931 NS |
| FE-KA    |                    |                    |       |       | 1.09  | 19 | 0.311 NS |
| FE-TA    |                    |                    |       |       | 3.29  | 19 | 0.086 NS |
| F -AA    |                    |                    |       |       | 0.17  | 19 | 0.685 NS |
| F -KA    |                    |                    |       |       | 2.66  | 19 | 0.121 NS |
| F -TA    | -3.609             | 92.780             | -2.77 | 0.30  | 7.70  | 19 | 0.013*   |

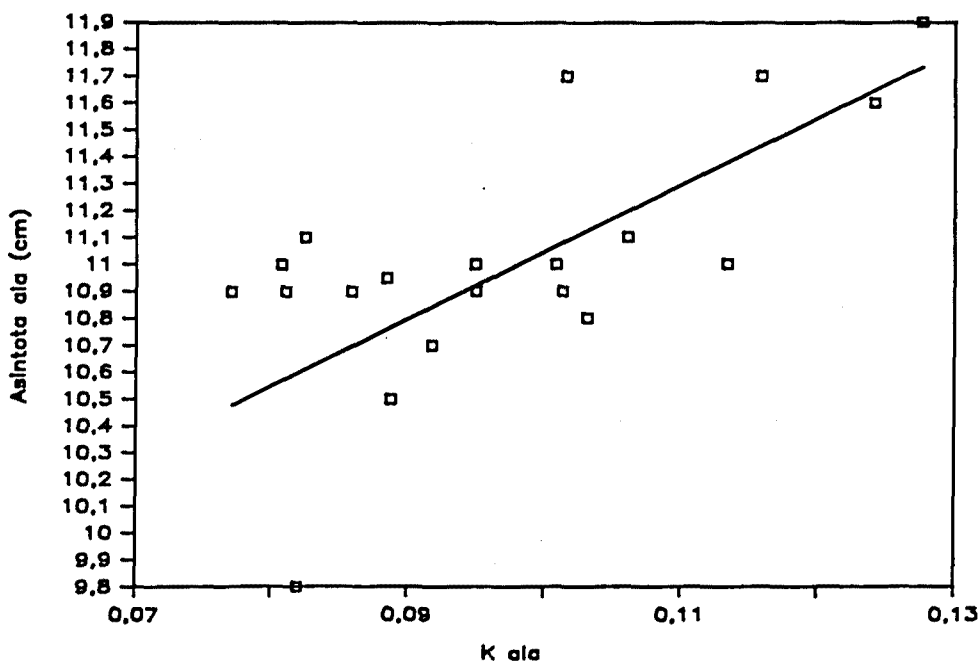


Figura 60.- Relación entre la constante de crecimiento del ala K (abscisas) y el valor final de la asíntota del ala (ordenadas).

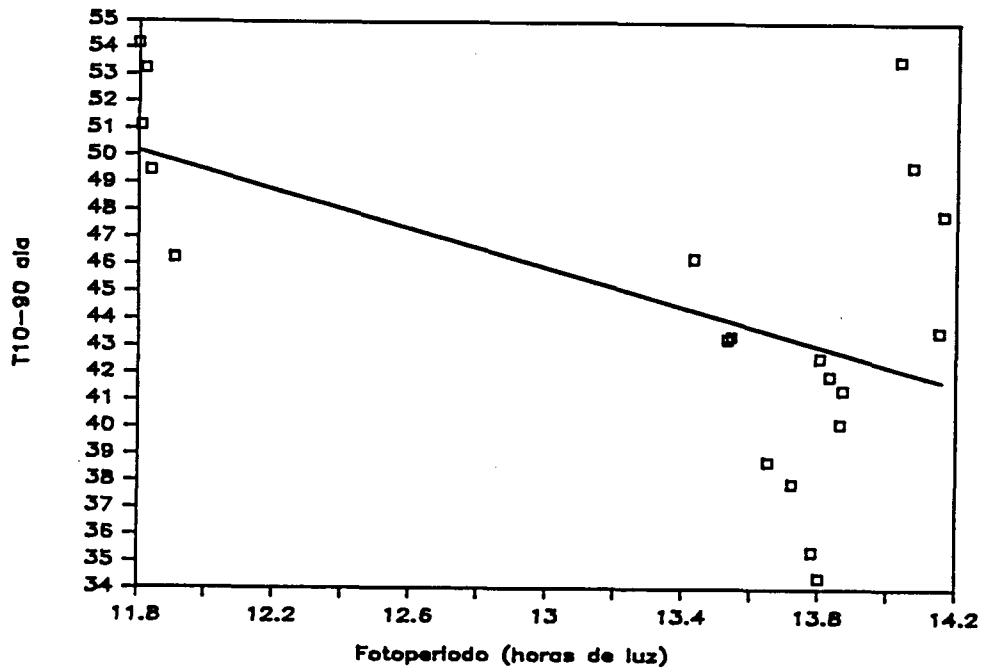


Figura 61.- Relación entre el fotoperíodo (abscisas) y el período de tiempo  $T_{10-90}$  del crecimiento del ala (ordenadas).

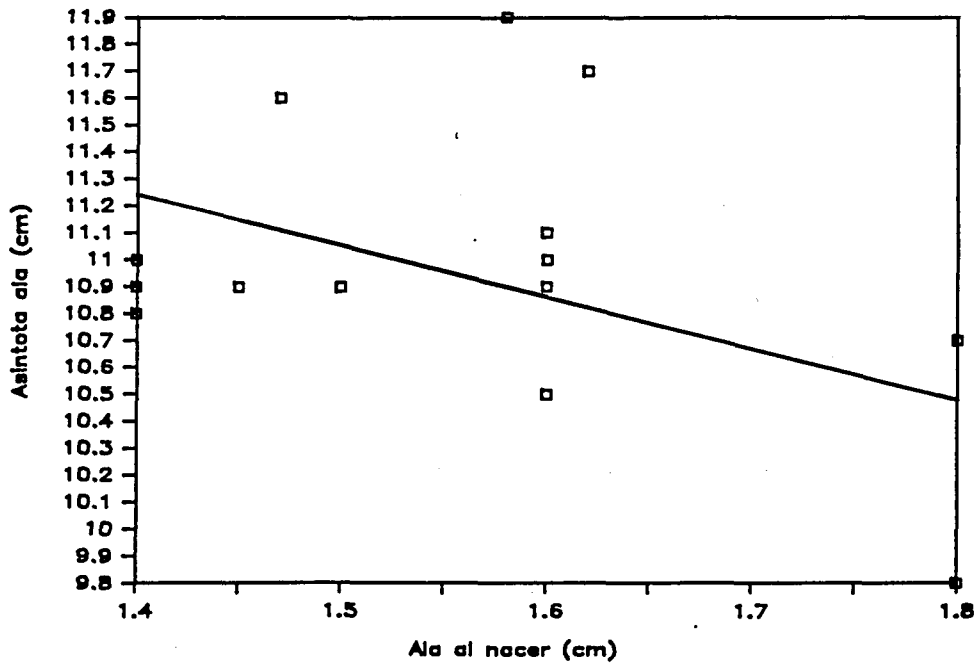


Figura 62.- Relación entre la longitud del ala en la fecha de eclosión (abscisas) y el valor final de la asíntota de la misma (ordenadas).

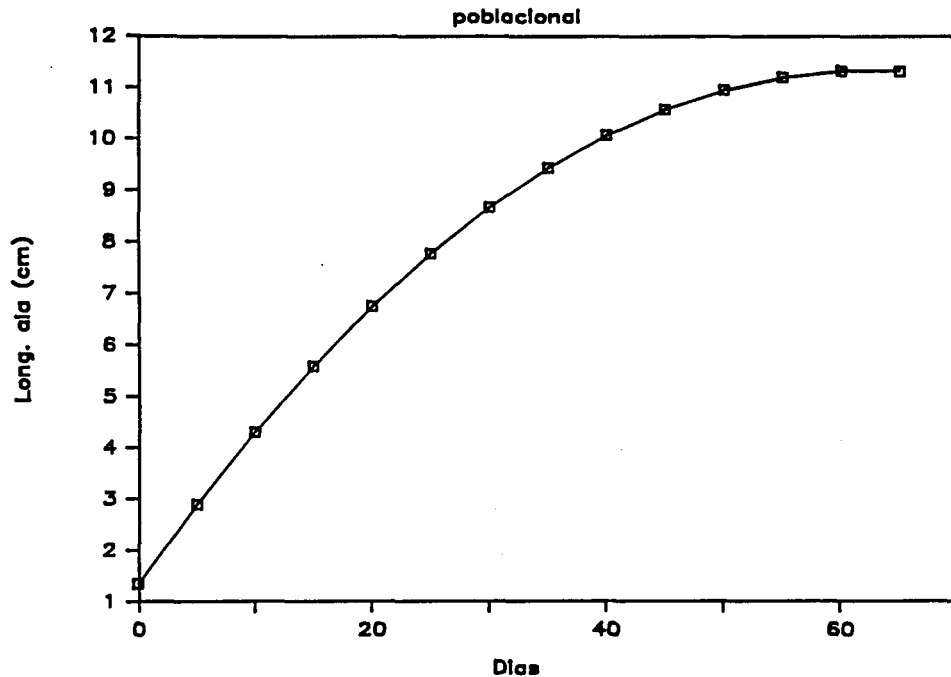


Figura 63.- Curva promedio de crecimiento del ala de Coturnix coturnix obtenida a partir de la muestra de datos propia. Los datos se han ajustado a un polinomio de segundo grado ( $Y=1.35+0.3207*X-2.58E-3*X^2$ ).

En definitiva, en función de los resultados obtenidos, cabe señalar que la medida de la longitud del ala es un buen estimador del patrón de crecimiento seguido por la especie, dado que presenta una variabilidad más reducida que el peso y, como se verá en los subapartados posteriores, que la longitud del tarso y la longitud del dedo. Por esta razón, cuando se han utilizado en el capítulo 3.2. de la presente memoria los análisis de crecimiento para determinar la edad de los pollos y, retrospectivamente, la fecha en que se produce la cría (momento medio de eclosión) en las distintas localidades de estudio, se ha optado por tomar la longitud del ala como indicador del crecimiento.

### 3.4.3.3.- Crecimiento del tarso

De forma análoga a como se ha tratado el crecimiento en peso y en longitud del ala, en la tabla 52 se recogen los principales parámetros que definen el patrón de crecimiento del tarso, y en la tabla 53 se recogen los principales estadísticos descriptivos de los parámetros de crecimiento estudiados.

La variabilidad observada vuelve a ser muy elevada, tal y como ocurría con el crecimiento en peso. Esta variabilidad, al igual que se ha expuesto en los subapartados anteriores, no es debida al sexo de los individuos ni al fotoperíodo; sí existen diferencias en función del lugar en el que se verificó el crecimiento (jaula o pajarera) (tabla 54).

Esta diferencia muestra que los individuos mantenidos en pajarera presentan un crecimiento del tarso más lento y asintóticamente menor que los de jaula; no se encuentra una explicación razonable a este hecho, pues debe tenerse en cuenta que una especie de hábitos marcadamente terrestres como la codorniz debería sufrir en su medio natural una presión selectiva sobre el ritmo de crecimiento del tarso, en el sentido de acelerarlo.

Al igual que ocurría con el peso y la longitud del ala, aparecen diferencias en los patrones de crecimiento del tarso analizados al agruparlos y compararlos por años, lugar de nacimiento y parentesco (tabla 54).

TABLA 52.- Ecuaciones de ajuste a un modelo de crecimiento en longitud del tarso de los individuos consignados en la tabla 42. Se incluyen también la constante de crecimiento (K) y la  $T_{10-90}$  bajo el modelo elegido (M: L=logístico), así como la asíntota final (A).

| EJEMPLAR | ECUACION             | M | K     | $T_{10-90}$ | A    |
|----------|----------------------|---|-------|-------------|------|
| 85081403 | $Y=-0.017+0.01614*X$ | L | 0.065 | 68.04       | 3.00 |
| 85081404 | $Y=-0.031+0.01652*X$ | L | 0.066 | 66.44       | 2.95 |
| 86073101 | $Y=-0.084+0.02099*X$ | L | 0.084 | 52.31       | 3.12 |
| 86080302 | $Y=-0.050+0.02282*X$ | L | 0.091 | 48.12       | 3.08 |
| 86080704 | $Y=-0.054+0.02317*X$ | L | 0.093 | 47.39       | 3.05 |
| 87070801 | $Y=-0.025+0.01561*X$ | L | 0.062 | 70.36       | 2.95 |
| 87090405 | $Y=-0.059+0.01413*X$ | L | 0.056 | 77.68       | 2.92 |
| 87090406 | $Y=-0.051+0.01419*X$ | L | 0.057 | 77.37       | 2.67 |
| 87090407 | $Y=-0.054+0.01478*X$ | L | 0.059 | 74.31       | 2.75 |
| 87071101 | $Y=-0.049+0.01592*X$ | L | 0.064 | 68.97       | 3.05 |
| 88072803 | $Y=-0.012+0.02219*X$ | L | 0.089 | 49.47       | 3.32 |
| 88072804 | $Y=-0.084+0.03266*X$ | L | 0.131 | 33.62       | 3.24 |
| 88072805 | $Y=-0.031+0.02294*X$ | L | 0.092 | 47.87       | 3.15 |
| 89070903 | $Y=-0.051+0.02009*X$ | L | 0.080 | 54.65       | 3.10 |
| 89070905 | $Y=-0.088+0.02216*X$ | L | 0.089 | 49.56       | 3.12 |
| 89071113 | $Y=-0.082+0.01599*X$ | L | 0.064 | 68.63       | 3.10 |
| 89072303 | $Y=-0.070+0.01345*X$ | L | 0.054 | 81.61       | 3.00 |
| 89072307 | $Y=-0.093+0.01693*X$ | L | 0.067 | 64.84       | 3.13 |
| 89072311 | $Y=-0.062+0.01426*X$ | L | 0.057 | 77.01       | 3.00 |

TABLA 53.- Principales estadísticos descriptivos de los parámetros K,  $T_{10-90}$  y asíntota (A) del crecimiento del tarso. M=media; DS=desviación standard; ESM=error standard de la media; CV=coeficiente de variación; R= rango de valores (máximo-mínimo).

| PARAMETRO   | M      | DS     | ESM    | CV     | R              |
|-------------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| K           | 0.075  | 0.019  | 0.0045 | 25.975 | 0.054- 0.131   |
| $T_{10-90}$ | 62.012 | 13.623 | 3.1252 | 21.968 | 33.622- 81.606 |
| A           | 3.037  | 0.152  | 0.0349 | 5.010  | 2.670- 3.320   |



Por otra parte, de forma similar a lo que ocurría con la longitud del ala, se observa una relación directa entre la constante de crecimiento y la asíntota (figura 64, tabla 55); análogamente, tampoco se ha hallado relación entre la longitud del tarso al nacer y la fecha de nacimiento (tabla 55), aunque sí se han hallado relaciones entre la longitud del tarso al nacer y los parámetros de crecimiento estudiados (tabla 55, figuras 65, 66 y 67), de tal manera que los individuos que nazcan con tarsos mayores acabarán teniendo unos tarsos también mayores, merced a un incremento en la tasa de crecimiento unido a un decremento del período de crecimiento  $T_{10-90}$ . Puede pensarse por ello que la variabilidad individual encontrada se debe principalmente a factores previos a la eclosión del huevo (factores hereditarios, crecimiento "intra ovo", etc.).

Como en anteriores ocasiones la fecha de eclosión no se relaciona con los parámetros de crecimiento estudiados (tabla 55); en cambio, con respecto al fotoperíodo sí puede apreciarse una relación directa con el valor alcanzado de la asíntota (tabla 55, figura 68).

El modelo de crecimiento del tarso se ajusta, como queda recogido en la tabla 52, a la ecuación logística, análogamente a como ocurría con el crecimiento de la longitud del ala. En la figura 69 se muestra la curva promedio de crecimiento del tarso estimada a partir de los datos propios; como puede apreciarse, la  $T_{10-90}$  (58.48 días) es muy similar a la del peso y la longitud del ala.

TABLA 55.- Análisis de regresión efectuados entre: 1) la longitud del tarso del pollo al nacer (TN) con respecto a la fecha de eclosión (FE), al valor de la asíntota de de la longitud del tarso final (AT), al valor de K (KT) y al valor de la  $T_{10-90}$  (TT). 2) La KT con respecto a la AT. 3) La FE con respecto a AT, KT y TT. 4) El valor del fotoperíodo con respecto a: AT, KT y TT.  $R^2$ =coeficiente de determinación; GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo; \*= $p < 0.05$ ; \*\*= $p < 0.01$ ).

| ANALISIS | COEF. DE REGRESION | ORDENADA EN EL ORIGEN | T     | $R^2$ | F     | GL | P        |
|----------|--------------------|-----------------------|-------|-------|-------|----|----------|
| TN-FE    |                    |                       |       |       | 2.61  | 13 | 0.132 NS |
| TN-AT    | 1.502              | 0.821                 | 4.36  | 0.63  | 18.98 | 12 | 0.001**  |
| TN-KT    | 0.146              | -0.140                | 2.80  | 0.42  | 7.84  | 12 | 0.017*   |
| TN-TT    | -107.341           | 220.727               | -3.10 | 0.47  | 9.62  | 12 | 0.010*   |
| KT-AT    | 5.286              | 2.642                 | 3.77  | 0.45  | 14.18 | 18 | 0.002**  |
| FE-AT    |                    |                       |       |       | 3.46  | 18 | 0.080 NS |
| FE-KT    |                    |                       |       |       | 0.04  | 18 | 0.837 NS |
| FE-TT    |                    |                       |       |       | 0.06  | 18 | 0.803 NS |
| F -AT    | 0.081              | 1.968                 | 2.24  | 0.23  | 5.02  | 18 | 0.039*   |
| F -KT    |                    |                       |       |       | 0.28  | 18 | 0.601 NS |
| F -TT    |                    |                       |       |       | 0.26  | 18 | 0.614 NS |

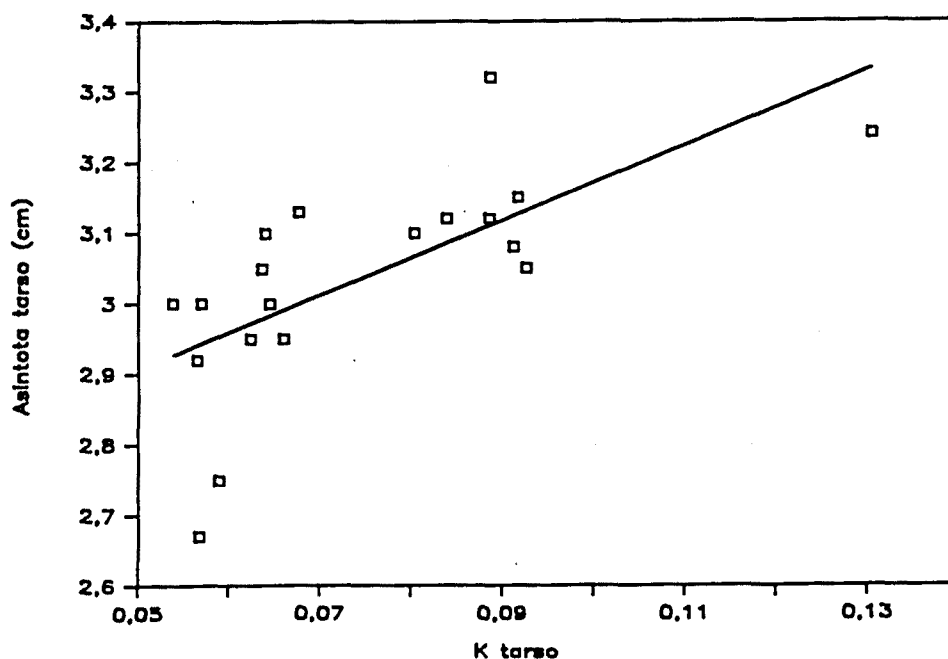


Figura 64.- Relación entre la constante de crecimiento del tarso K (abscisas) y la asíntota final del tarso (ordenadas).

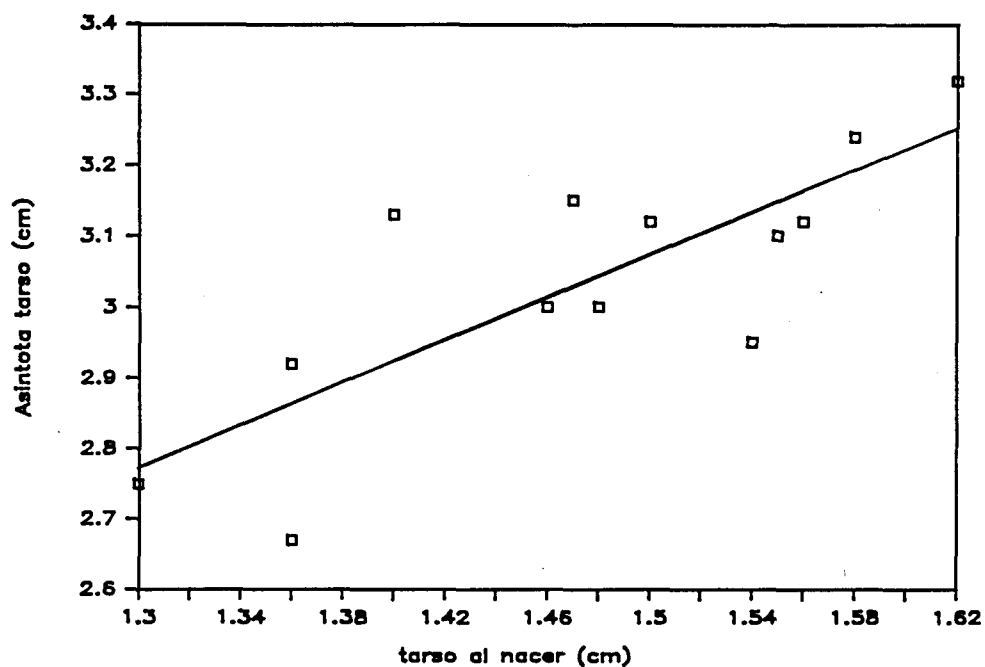


Figura 65.- Relación entre la longitud del tarso en la fecha de eclosión (abscisas) y el valor final de la asíntota del tarso (ordenadas)

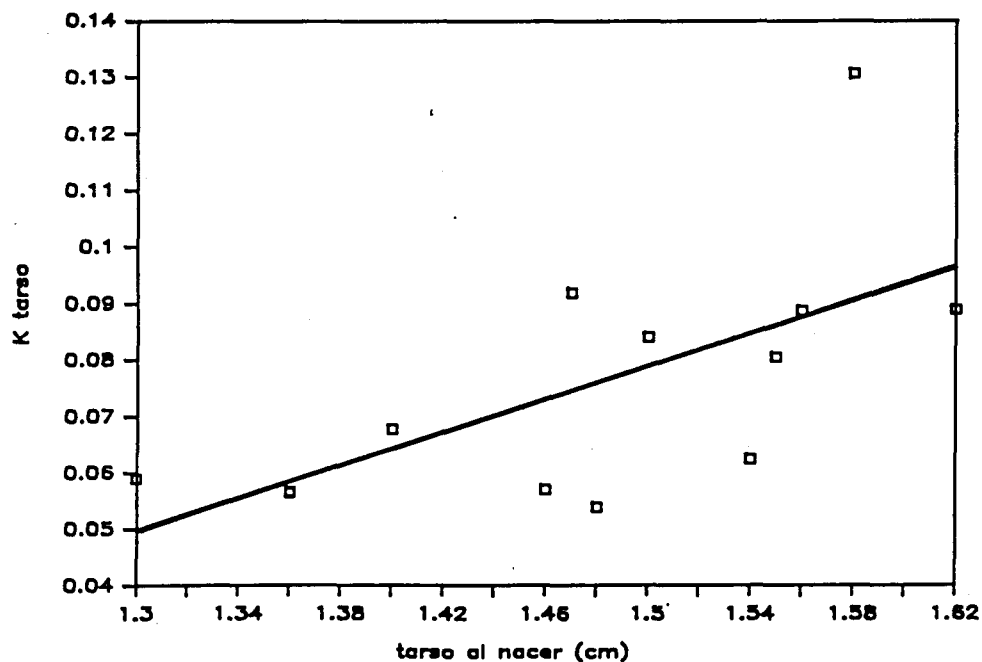


Figura 66.- Relación entre la longitud del tarso con la fecha de eclosión (abscisas) y la constante de crecimiento del tarso K (ordenadas).

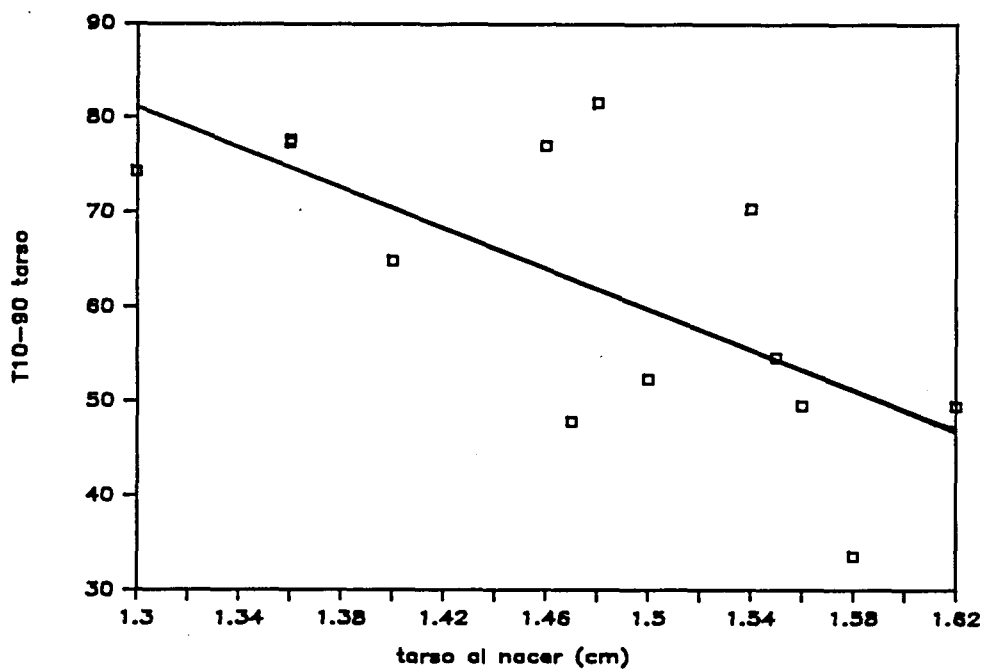


Figura 67.- Relación entre la longitud del tarso en la fecha de eclosión (abscisas) y el período de crecimiento  $T_{10-90}$  (ordenadas).

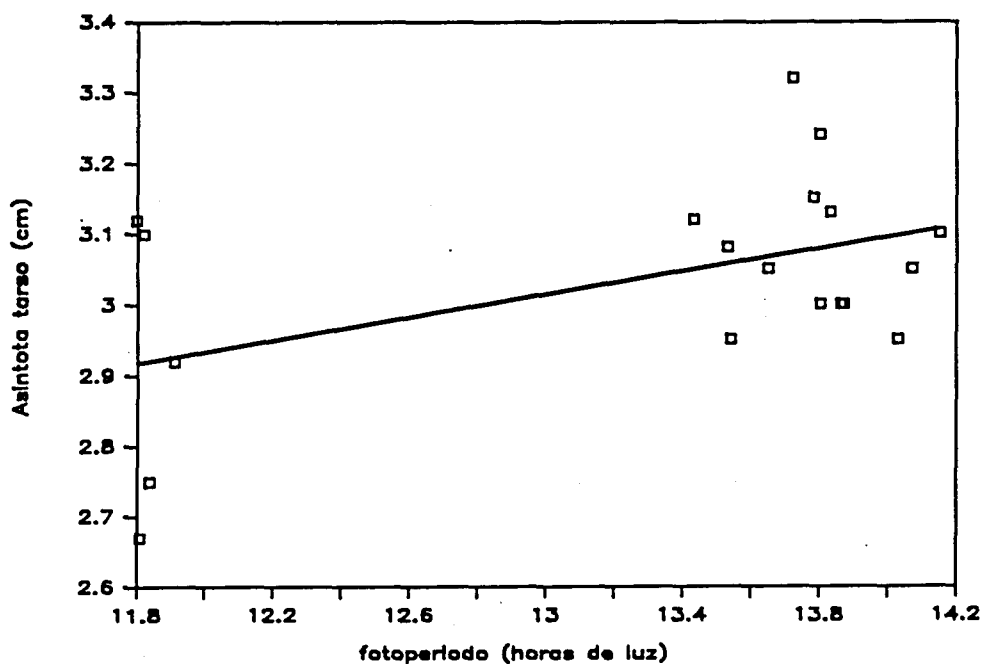


Figura 68.- Relación entre el fotoperíodo (abscisas) y el valor final de la asíntota de crecimiento del tarso (ordenadas).

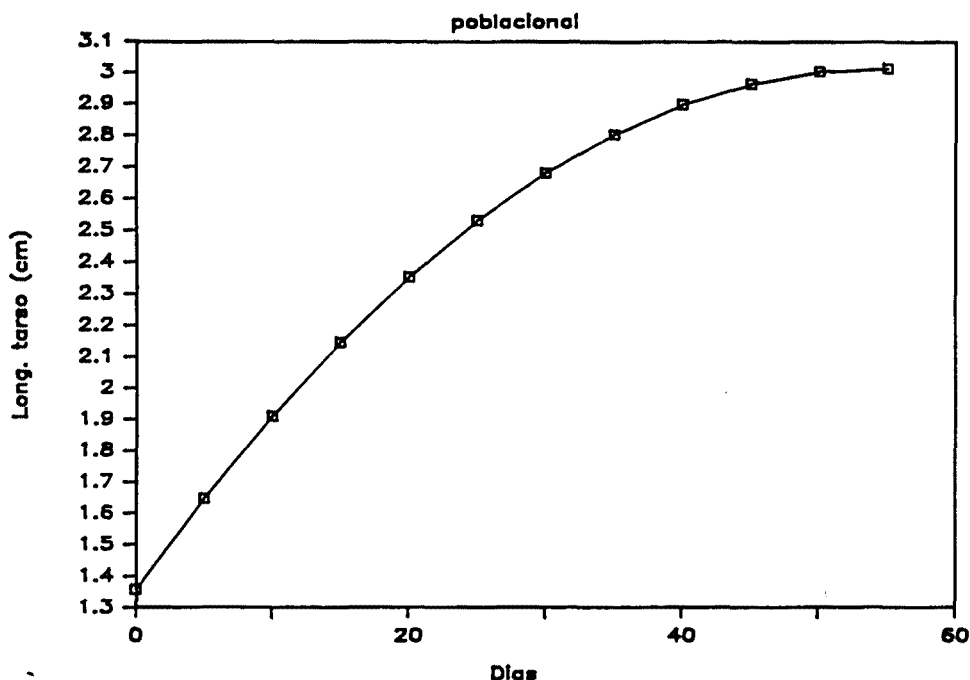


Figura 69.- Curva promedio de crecimiento del tarso de Coturnix coturnix obtenida a partir de la muestra de datos propia. Los datos se han ajustado a un polinomio de segundo grado ( $Y=1.36+6.07E-2*X-5.58E-4*X^2$ ).

#### 3.4.3.4.- Crecimiento del dedo

Como en los anteriores subapartados, en la tabla 56 se recogen los principales parámetros que definen el patrón de crecimiento del dedo; en la tabla 57 se recogen los principales estadísticos descriptivos de dichos parámetros.

También en este caso puede observarse una gran variabilidad, cuyas fuentes siguen las mismas tendencias que en el caso del crecimiento del tarso (tabla 58). También en el dedo se observa que

TABLA 56.- Ecuaciones de ajuste a un modelo de crecimiento en longitud del dedo de los individuos consignados en la tabla 42. Se incluyen también la constante de crecimiento (K) y la  $T_{10-90}$  bajo el modelo elegido (M: L=logístico), así como la asíntota final (A).

| EJEMPLAR | ECUACION             | M | K     | $T_{10-90}$ | A    |
|----------|----------------------|---|-------|-------------|------|
| 85081403 | $Y=0.0262+0.02074*X$ | L | 0.083 | 52.93       | 2.60 |
| 85081404 | $Y=0.0195+0.01705*X$ | L | 0.068 | 64.41       | 2.60 |
| 86073101 | $Y=0.0180+0.01952*X$ | L | 0.078 | 56.26       | 2.65 |
| 86080302 | $Y=0.0073+0.02204*X$ | L | 0.088 | 49.81       | 2.65 |
| 86080704 | $Y=-0.009+0.02541*X$ | L | 0.102 | 43.21       | 2.70 |
| 87070801 | $Y=0.0244+0.01378*X$ | L | 0.055 | 79.66       | 2.50 |
| 87090405 | $Y=0.0042+0.01367*X$ | L | 0.055 | 80.29       | 2.50 |
| 87090406 | $Y=0.0153+0.01365*X$ | L | 0.055 | 80.45       | 2.45 |
| 87090407 | $Y=0.0311+0.01370*X$ | L | 0.055 | 80.13       | 2.30 |
| 87071101 | $Y=0.0475+0.01358*X$ | L | 0.054 | 80.86       | 2.50 |
| 88072803 | $Y=0.0189+0.03081*X$ | L | 0.123 | 35.63       | 2.70 |
| 88072804 | $Y=0.0272+0.03020*X$ | L | 0.121 | 36.36       | 2.70 |
| 88072805 | $Y=0.0115+0.03312*X$ | L | 0.132 | 33.15       | 2.60 |
| 89070903 | $Y=0.0447+0.01788*X$ | L | 0.071 | 61.40       | 2.60 |
| 89070905 | $Y=0.0119+0.02054*X$ | L | 0.082 | 53.44       | 2.60 |
| 89071113 | $Y=0.0274+0.01563*X$ | L | 0.063 | 70.24       | 2.50 |
| 89072303 | $Y=0.0150+0.01485*X$ | L | 0.059 | 73.95       | 2.40 |
| 89072307 | $Y=-0.044+0.02053*X$ | L | 0.082 | 53.48       | 2.60 |
| 89072311 | $Y=0.0377+0.01467*X$ | L | 0.059 | 74.85       | 2.45 |

TABLA 57.- Principales estadísticos descriptivos de los parámetros K,  $T_{10-90}$  y asíntota (A) del crecimiento del dedo. M=media; DS=desviación standard; ESM=error standard de la media; CV=coeficiente de variación; R= rango de valores (máximo-mínimo).

| PARAMETRO   | M      | DS     | ESM    | CV     | R              |
|-------------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| K           | 0.079  | 0.026  | 0.0059 | 32.921 | 0.054- 0.132   |
| $T_{10-90}$ | 61.079 | 16.640 | 3.8176 | 27.244 | 33.155- 80.857 |
| A           | 2.558  | 0.110  | 0.0251 | 4.286  | 2.300- 2.700   |



crecimiento es más rápido y mayor en los individuos de jaula (media=2.65) que en los de pajarera (media=2.49), en fuerte concordancia con los resultados obtenidos en relación con el crecimiento del tarso. No obstante, y a diferencia del mismo, puede apreciarse también cómo el fotoperíodo es una fuente de variabilidad en lo tocante al ritmo de crecimiento y al período de crecimiento.

Asimismo, se mantienen las relaciones entre la constante de crecimiento y la asíntota (figura 70, tabla 59), así como entre la longitud del dedo al nacer y la asíntota, la constante de crecimiento y el período de crecimiento  $T_{10-90}$  (tabla 59, figuras 71, 72 y 73). Análogamente a lo que ocurría con el tarso, el dedo (otra estructura ósea) ve fuertemente condicionado su crecimiento al tamaño al eclosionar; dedos inicialmente grandes acabarán siendo mayores merced a una constante de crecimiento mayor y a un período de crecimiento menor, tal y como ocurría con el tarso. Pueden, por tanto, extrapolarse y aceptarse la misma discusión y conclusiones que en el subapartado anterior, referido al tarso. Únicamente cabe señalar, a modo de diferencia, la falta de relación con el fotoperíodo (tabla 59) que sí se encontró en el tarso.

El modelo de crecimiento del dedo también se ajusta a la ecuación logística, al igual que ocurría con la longitud del ala y del tarso. La figura 74 muestra la curva promedio estimada a partir de los datos propios; la  $T_{10-90}$  estimada es ligeramente menor que en los casos anteriores, de 55.13 días.

TABLA 59.- Análisis de regresión efectuados entre: 1) la longitud del dedo al nacer (DN) con respecto a la fecha de eclosión (FE), al valor de la asíntota de la longitud del dedo final (AD), al valor de K (KD) y al valor de al  $T_{10.90}$  (TD). 2) La KD con respecto a AD, KD y TD. 3) La FE con respecto a AD, KD y TD. 4) El valor del fotoperíodo (F) con respecto a: AD, KD y TD.  $R^2$ =coeficiente de determinación; GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo; \*= $p < 0.05$ ; \*\*= $p < 0.01$ ).

| ANALISIS | COEF. DE REGRESION | ORDENADA EN EL ORIGEN | T     | $R^2$ | F     | GL | P        |
|----------|--------------------|-----------------------|-------|-------|-------|----|----------|
| DN-FE    |                    |                       |       |       | 0.42  | 13 | 0.529 NS |
| DN-AD    | 0.935              | 1.212                 | 2.95  | 0.44  | 8.69  | 12 | 0.013*   |
| DN-KD    | 0.212              | -0.223                | 2.60  | 0.38  | 6.67  | 12 | 0.025*   |
| DN-TD    | -141.762           | 263.204               | -2.97 | 0.44  | 8.80  | 12 | 0.013*   |
| KD-AD    | 3.195              | 2.307                 | 4.73  | 0.56  | 22.38 | 18 | 0.000**  |
| FE-AD    |                    |                       |       |       | 0.91  | 18 | 0.353 NS |
| FE-KD    |                    |                       |       |       | 0.46  | 18 | 0.507 NS |
| FE-TD    |                    |                       |       |       | 0.49  | 18 | 0.494 NS |
| F -AD    |                    |                       |       |       | 1.48  | 18 | 0.240 NS |
| F -KD    |                    |                       |       |       | 3.19  | 11 | 0.105 NS |
| F -TD    |                    |                       |       |       | 1.44  | 18 | 0.246 NS |

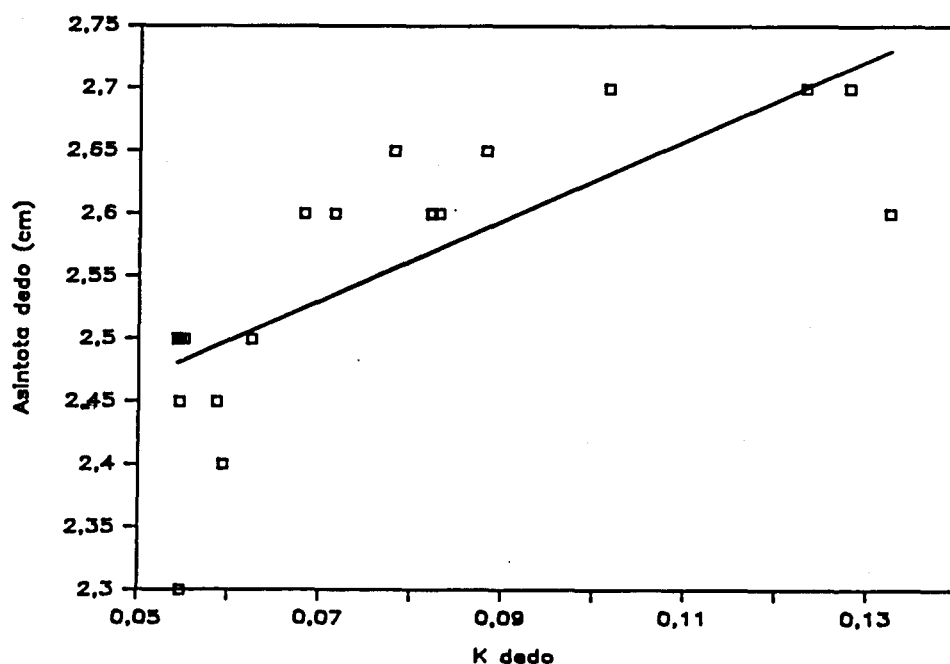


Figura 70.- Relación entre la constante de crecimiento del dedo (abscisas) y la asíntota final del dedo (ordenadas).

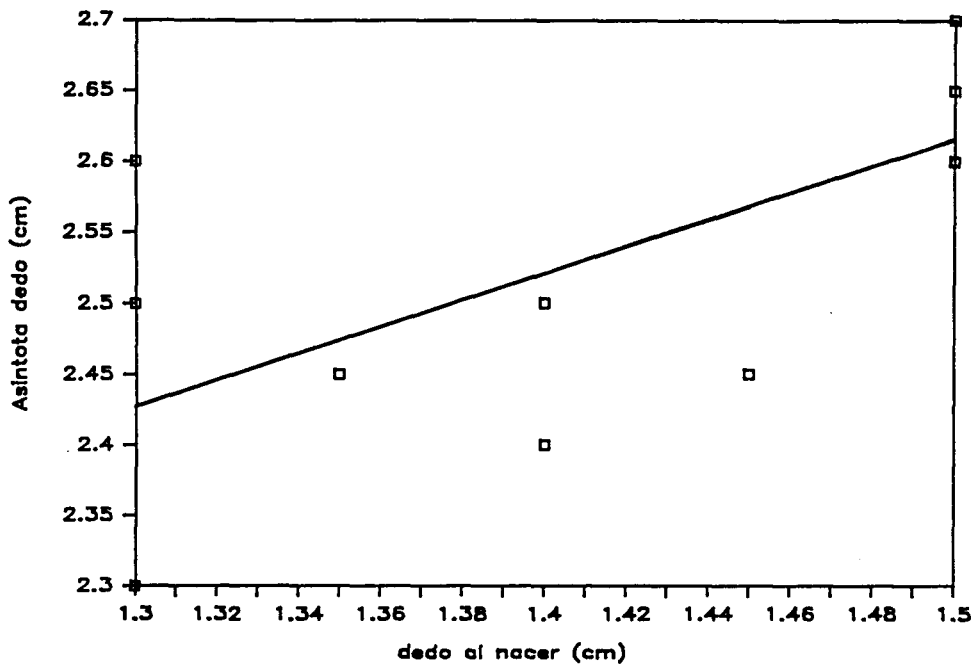


Figura 71.- Relación entre la longitud del dedo en la fecha de eclosión (abscisas) y el valor final de la asíntota del dedo (ordenadas).

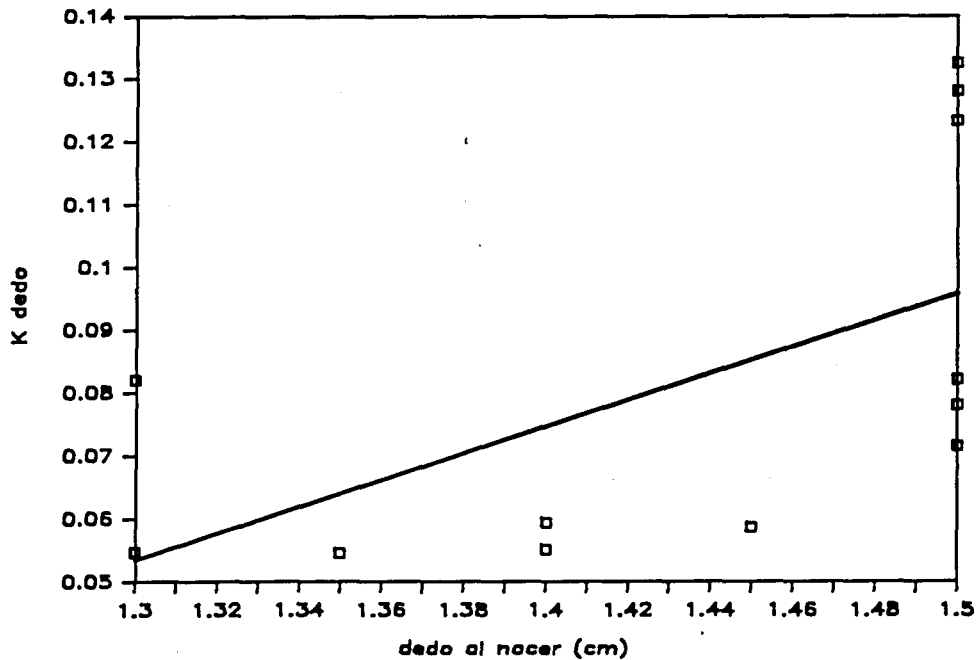


Figura 72.- Relación entre la longitud del dedo en la fecha de eclosión (abscisas) y la constante de crecimiento del dedo K (ordenadas).

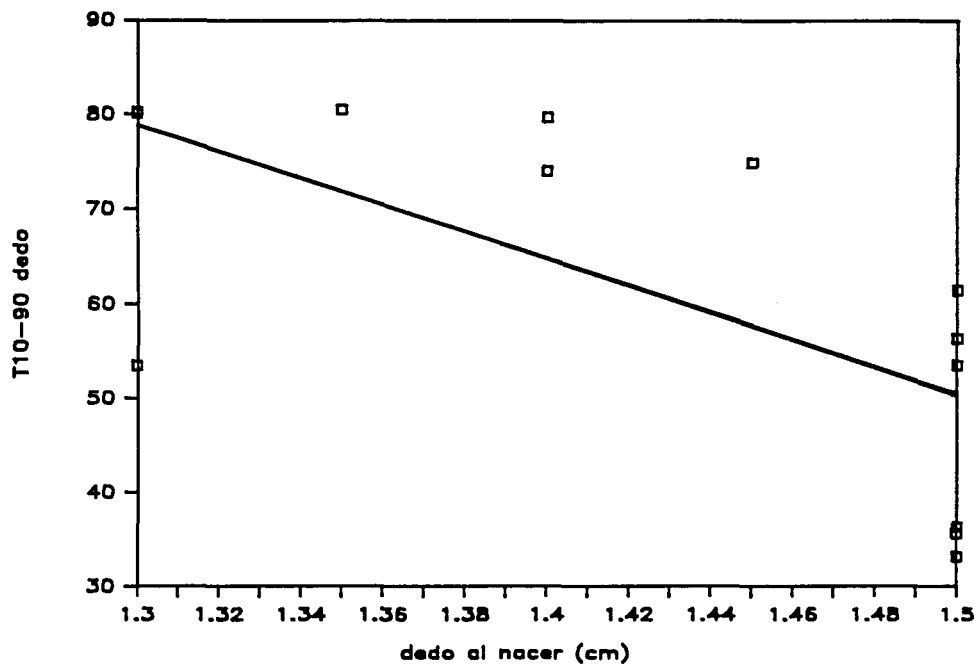


Figura 73.- Relación entre la longitud del dedo en la fecha de eclosión (abscisas) y el período de crecimiento  $T_{10-90}$  (ordenadas).

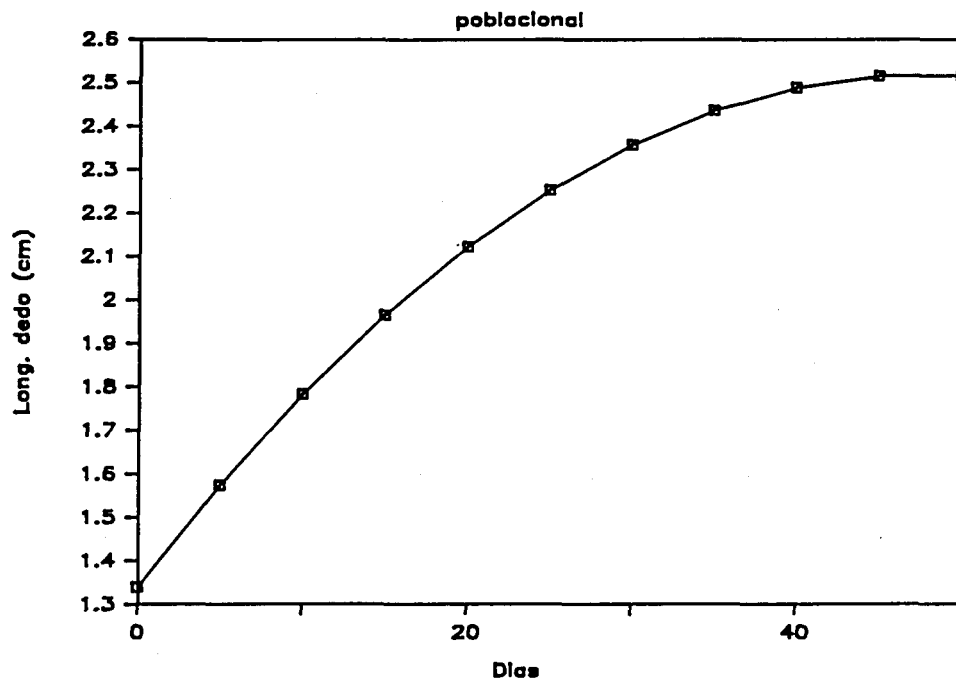


Figura 74.- Curva promedio de crecimiento del dedo de Coturnix coturnix obtenida a partir de la muestra de datos propia. Los datos se han ajustado a un polinomio de segundo grado ( $Y=1.34+4.96E-2*X-5.18E-4*X^2$ ).

### 3.5.- Desarrollo



#### 3.5.1.- Introducción

En el capítulo anterior se ha descrito pormenorizadamente el patrón de crecimiento seguido por la especie, Coturnix coturnix. Ello permite conocer la edad aproximada de los individuos, pero únicamente durante el período de tiempo comprendido entre el nacimiento y el momento en que el individuo alcanza el tamaño de adulto, lo que equivale a unos dos meses. A partir de ese momento, no se puede determinar la edad del individuo empleando curvas de crecimiento.

Existe en la bibliografía una serie de trabajos que indican una serie de cambios morfológicos de tipo cualitativo que se asocian con la edad. Estos cambios son:

- a) El patrón de coloración de las gargantas en los machos.
- b) El patrón de coloración de los flancos.
- c) El patrón de coloración del pecho en los machos.

Así, GHIGI et al. (1934) elaboraron siete categorías o patrones de coloración de garganta y los asociaron con la edad, si bien sin aportar datos cuantificados. En el capítulo de morfometría y subespeciación ya se ha comentado detalladamente este estudio y las categorías establecidas, cuya nomenclatura se mantendrá en el presente capítulo.

Por su parte, GLUTZ et al. (1973) sugieren que el patrón de coloración de las plumas de los flancos se caracteriza, en los

individuos jóvenes, por unas típicas bandas transversales; por contra, los individuos adultos presentarían unas bandas listadas longitudinalmente (figura 75).

Los mismos investigadores también consideraron la presencia de motas en el pecho de los machos como un carácter juvenil. Esta característica es propia de las hembras adultas y de los pollos de ambos sexos, si bien todavía puede presentarse en machos jóvenes; por contra, los individuos adultos estarían absolutamente desprovistos de ellas (figura 76).



a)



b)

Figura 75.- Patrones de coloración de las plumas de los flancos. a) Con listas transversales, propio de individuos jóvenes. b) Con listas longitudinales, propio de adultos.



Figura 76.- Patrones del pecho. a) Sin motas, propio de adultos. b) Con motas, propio de jóvenes.

En definitiva, por medio de los tres criterios anteriormente descritos se intenta discriminar a los individuos en dos clases de edad: jóvenes y adultos. No resulta posible llegar más lejos, ni hacer una aproximación con un cierto grado de fiabilidad de la edad de los individuos.

GUYOMARCH'H et al. (1989), por su parte, consideran que la muda puede permitir la separación entre jóvenes del año y adultos. Según estos investigadores, la muda post-juvenil sigue un bloqueo característico que permite diferenciar los individuos nacidos durante el año del resto. No obstante, las observaciones personales realizadas al efectuar el seguimiento de los pollos criados en cautividad y semilibertad no apoyan las afirmaciones de los citados

investigadores franceses, por lo que se ha optado por prescindir de este criterio.

Debe tenerse presente que en los trabajos de GLUTZ et al. (1973) no se ha estudiado la relación entre las características morfológicas que se comentan y el grado de madurez o desarrollo sexual. Es por esta razón que se han tomado estos criterios de determinación de clases de edad con grandes dosis de precaución, por lo que se han sometido a revisión. Como ya se ha expuesto en el capítulo 3.1., la clasificación de jóvenes y adultos se ha basado en la presente memoria en el hecho de haber finalizado o no el crecimiento gonadal, independientemente de su maduración.

Una característica propia de los machos del género Coturnix la constituye el hecho de que los machos presentan unas glándulas especiales en la cloaca que producen una secreción espumosa y cuya función se encuentra actualmente sometida a discusión (CHENG et al. 1989a, 1989b), si bien parece demostrado que la presencia de espuma prolonga la duración de la fertilidad de las hembras, actuando como un medio para el transporte de esperma. No obstante, la importancia sobre el tema que ahora nos ocupa viene dada por el hecho de que SCHLEIDT & SHALTER (1972) han afirmado que la cantidad de espuma secretada está en relación directa con el mayor o menor grado de desarrollo testicular; SACHS (1967) afirma, en el mismo sentido, que la actividad de la glándula cloacal es andrógeno-dependiente. Podría inferirse por tanto que los individuos jóvenes, con un escaso desarrollo testicular, no producen espuma, mientras que los adultos sí lo harían.

En el presente capítulo se ha procedido a realizar un estudio del desarrollo testicular, relacionándolo con la presencia o ausencia de secreción espumosa, así como con los patrones de coloración de garganta, flancos y pecho. De esta forma, se ha podido precisar cómo el grado de maduración sexual viene acompañado de diferencias morfológicas, lo que a su vez ha permitido definir dos clases de edad sustentadas sobre criterios objetivos.

### 3.5.2.- Material y métodos

A lo largo de las siete temporadas de estudio (1983 a 1989), se realizaron numerosas capturas de machos (917), una fracción de los cuales fueron sacrificados (120) con el fin de profundizar en los estudios biométricos y para poder llevar a cabo un estudio de alimentación. De estas capturas se tomó nota de su patrón de coloración de la garganta y pecho; también, en gran parte de las veces se tomó nota de si los individuos secretaban espuma por la cloaca, así como de su patrón de coloración de los flancos. Posteriormente, mediante disección, pudo determinarse la longitud, anchura y peso testicular (definidos en el capítulo de morfometría y subespeciación); asimismo, se realizó un frotis testicular empleando la técnica del Diff-Quick (BEA 1979), con el fin de determinar el grado de madurez de los individuos al detectar la presencia o ausencia de espermatozoides.

La categorización de las variables morfológicas de tipo merístico anteriormente citadas se efectuó como a continuación se detalla:

I) Coloración de gargantas: se mantuvo la categorización efectuada por GHIGI et al. (1934), descrita e ilustrada en el capítulo de morfometría y subespeciación.

II) Coloración de las plumas de los flancos: se establecieron tres categorías:

- 1) Con bandas transversales (figura 75 a)
- 2) Con bandas longitudinales (figura 75 b)
- 3) Flancos mixtos, con plumas pertenecientes a las dos categorías anteriores (figura 77).

III) Coloración del pecho: se categorizaron los ejemplares machos en:

- 1) Desprovistos de motas en el pecho (figura 76 a)
- 2) Provistos de pocas motas (figura 76 b)
- 3) Provistos de muchas motas (figura 78)

### 3.5.3.- Resultados y discusión

El criterio de separación en siete categorías en función del patrón de coloración de las gargantas propuesto por GHIGI et al. (1934) no sigue una estructura lineal, tal y como se puso de manifiesto en el capítulo de morfometría y subespeciación, sino que es birrámeo. En efecto, a partir de la tercera categoría (ancla negra y mejillas blancas), se escinde en dos vías: la que conduce



Figura 77.- Ejemplo de macho con flancos mixtos, provistos de plumas con bandas transversales y de plumas con bandas longitudinales.



Figura 78.- Ejemplar provisto de muchas motas en el pecho, perteneciente a la categoría número 3.

a la coloración marrón (categorías 4 y 5) y la que conduce a la coloración negra (categorías 6 y 7). Dado que este hecho complica los posibles análisis a realizar en relación con el desarrollo testicular, y ante la posibilidad de que las dos ramas representen morfos distintos de la misma edad, se ha investigado la posible existencia de diferencias en el tamaño testicular entre las dos ramas.

Como puede apreciarse en la tabla 60, no existen diferencias entre ambos grupos, razón por la cual se han reunificado en uno solo en análisis posteriores, simplificando así el procedimiento a seguir.

En un primer intento de abordar el problema de la búsqueda de variables morfológicas externas que pudieran ser indicadores de la clase de edad a la que pertenece un individuo, se efectuaron (tabla 61) análisis de la varianza de una vía entre las variables que definen el tamaño testicular (longitud, anchura y peso) agrupadas en las siete categorías de coloración de garganta. Análogamente, se realizaron análisis agrupando el tamaño testicular por las categorías de coloración del flanco (tabla 62) y por las de moteado del pecho (tabla 63).

TABLA 60.- Test t de comparación del tamaño testicular entre los individuos con gargantas total o parcialmente marrones (categorías 4 y 5) y los individuos con gargantas total o parcialmente negras (categorías 6 y 7). t=valor de la t de Student. GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS= no significativo).

| VARIABLE           | CATEG 4 Y 5 |    | CATEG 6 Y 7 |   | T    | GL | P         |
|--------------------|-------------|----|-------------|---|------|----|-----------|
|                    | MEDIA       | N  | MEDIA       | N |      |    |           |
| Longitud testículo | 1.802       | 44 | 1.875       | 6 | 0.78 | 48 | 0.4395 NS |
| Anchura testículo  | 1.106       | 44 | 1.128       | 6 | 0.31 | 48 | 0.7571 NS |
| Peso testículo     | 0.836       | 66 | 0.942       | 8 | 1.17 | 72 | 0.2467 NS |

TABLA 61.- Análisis de la varianza de una vía efectuados entre las variables que definen el tamaño testicular (longitud, anchura y peso) en las distintas categorías de coloración de las gargantas. SC= suma de cuadrados; CM=cuadrados medios; GL=grados de libertad; F= valor de F; P=probabilidad de error (NS= no significativo; \*=p<0.05).

| VARIABLE           | ENTRE GRUPOS |       |    | DENTRO GRUPOS |       |    | F    | P         |
|--------------------|--------------|-------|----|---------------|-------|----|------|-----------|
|                    | SC           | CM    | GL | SC            | CM    | GL |      |           |
| Longitud testículo | 0.692        | 0.115 | 6  | 3.206         | 0.050 | 64 | 2.30 | 0.0450*   |
| Anchura testículo  | 0.513        | 0.086 | 6  | 1.818         | 0.028 | 64 | 3.01 | 0.0118*   |
| Peso testículo     | 0.827        | 0.138 | 6  | 6.712         | 0.068 | 99 | 2.03 | 0.0681 NS |

TABLA 62.- Análisis de la varianza de una vía efectuados entre las variables que definen el tamaño testicular (longitud, anchura y peso) en las distintas categorías de coloración de las plumas de los flancos. SC= suma de cuadrados; CM=cuadrados medios; GL=grados de libertad; F= valor de F; P=probabilidad de error (NS= no significativo).

| VARIABLE           | ENTRE GRUPOS |       |    | DENTRO GRUPOS |       |    | F    | P         |
|--------------------|--------------|-------|----|---------------|-------|----|------|-----------|
|                    | SC           | CM    | GL | SC            | CM    | GL |      |           |
| Longitud testículo | 0.118        | 0.059 | 2  | 0.784         | 0.036 | 22 | 1.66 | 0.2138 NS |
| Anchura testículo  | 0.047        | 0.024 | 2  | 0.629         | 0.029 | 22 | 0.82 | 0.4528 NS |
| Peso testículo     | 0.022        | 0.011 | 2  | 2.632         | 0.068 | 39 | 0.17 | 0.8478 NS |

TABLA 63.- Análisis de la varianza de una vía efectuados entre las variables que definen el tamaño testicular (longitud, anchura y peso) en las distintas categorías de moteado del pecho. SC= suma de cuadrados; CM=cuadrados medios; GL=grados de libertad; F= valor de F; P=probabilidad de error (NS= no significativo; \*\*= $p < 0.01$ ).

| VARIABLE           | ENTRE GRUPOS |       |    | DENTRO GRUPOS |       |     | F    | P         |
|--------------------|--------------|-------|----|---------------|-------|-----|------|-----------|
|                    | SC           | CM    | GL | SC            | CM    | GL  |      |           |
| Longitud testículo | 0.083        | 0.042 | 2  | 4.201         | 0.056 | 75  | 0.74 | 0.4788 NS |
| Anchura testículo  | 0.296        | 0.148 | 2  | 2.115         | 0.028 | 75  | 5.25 | 0.0073**  |
| Peso testículo     | 0.146        | 0.073 | 2  | 7.703         | 0.070 | 110 | 1.05 | 0.3553 NS |

A la luz de los resultados obtenidos, puede observarse que si aparecen diferencias entre categorías en el caso de la coloración de la garganta (en longitud y en anchura testicular); también aparecen diferencias en el caso del patrón de coloración del pecho (en anchura). No ocurre lo mismo, sin embargo, con el patrón de coloración de los flancos. Por tanto, el desarrollo de los testículos va acompañado de cambios en la coloración de la garganta y del pecho.

Estos cambios se muestran acordes con la idea inicial de que las gargantas claras y los pechos moteados son caracteres juveniles. Así, puede apreciarse (figura 79) que el tamaño testicular aumenta a medida que se asciende por las distintas categorías de coloración de la garganta; lo mismo ocurre con el peso corporal (figura 80). Análogamente, si bien con menor claridad, puede apreciarse la misma tendencia en relación con las distintas categorías de moteado del pecho (figuras 81 y 82).

Por otra parte, las tablas 64, 65 y 66, que recogen las comparaciones entre grupos efectuadas dos a dos, muestra que las diferencias en el tamaño testicular se dan principalmente entre la primera categoría (gargantas blancas sin ancla) con respecto al resto (gargantas con ancla o con inicio de ella, mejillas de coloración variable). La tabla 67, que recoge las comparaciones dos a dos entre las diferentes categorías del moteado del pecho con respecto a la anchura testicular, muestra que las diferencias se dan entre la tercera categoría (con muchas motas en el pecho) con respecto al resto (con pocas motas o sin ellas).

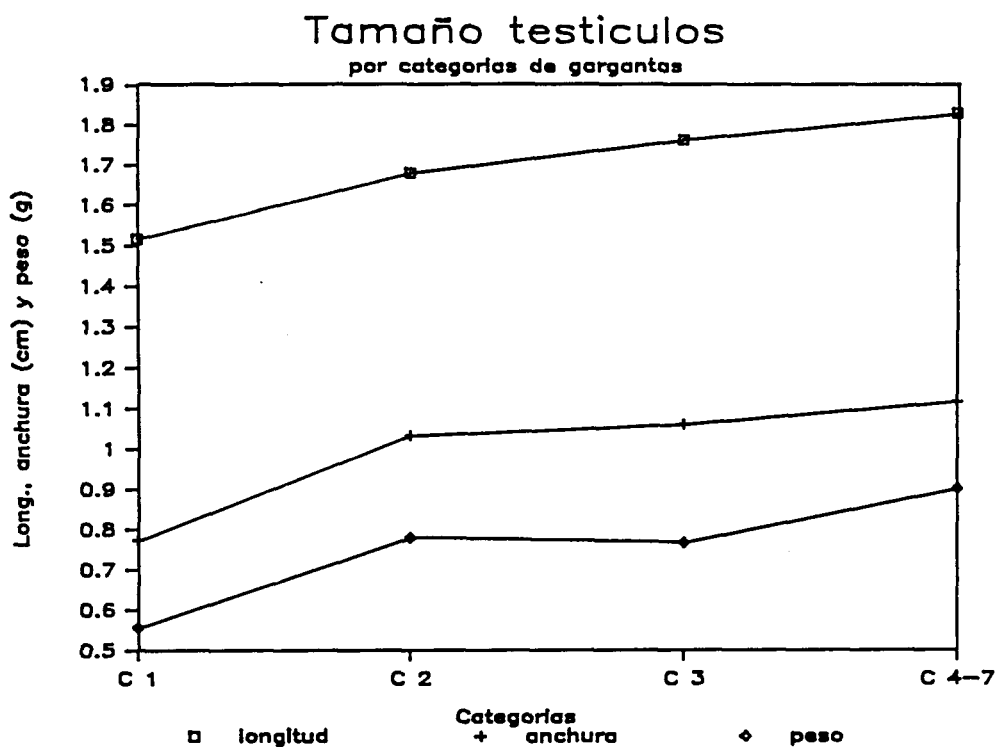


Figura 79.- Longitud, anchura y peso testicular medios en las distintas categorías de coloración de garganta.

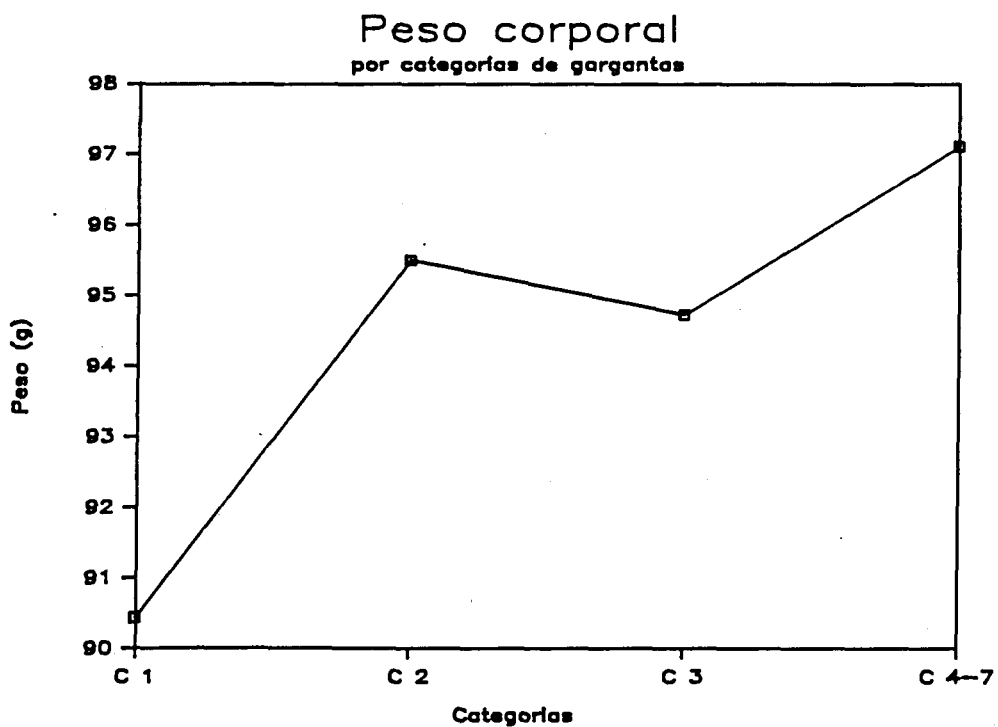


Figura 80.- Peso corporal medio en las distintas categorías de coloración de garganta.

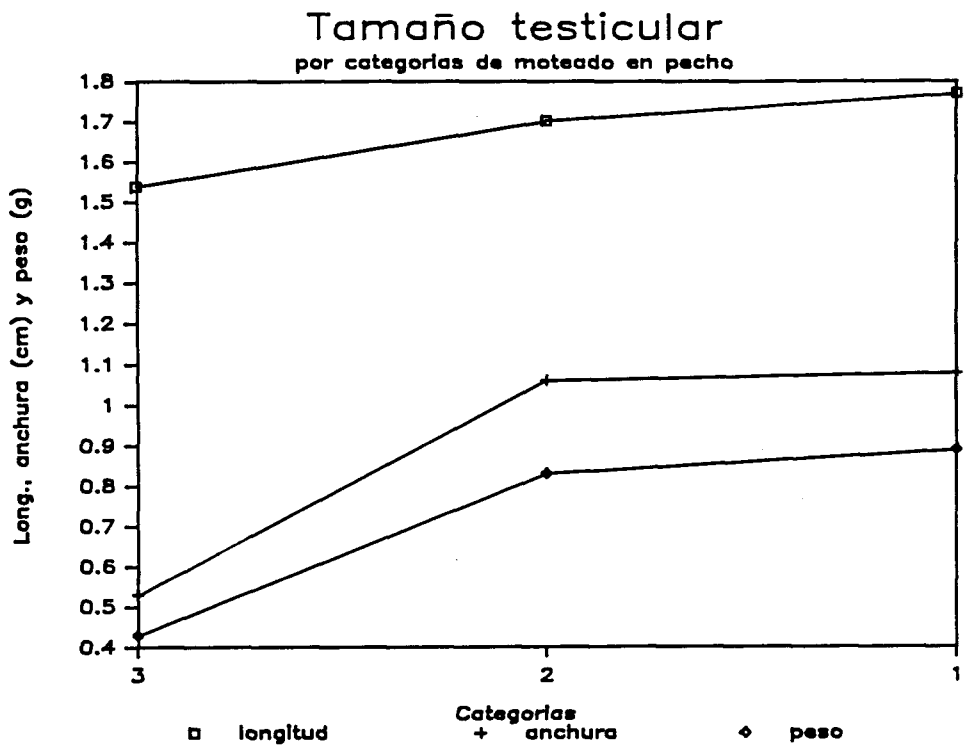


Figura 81.- Longitud, anchura y peso testicular medios en las distintas categorías de moteado del pecho.

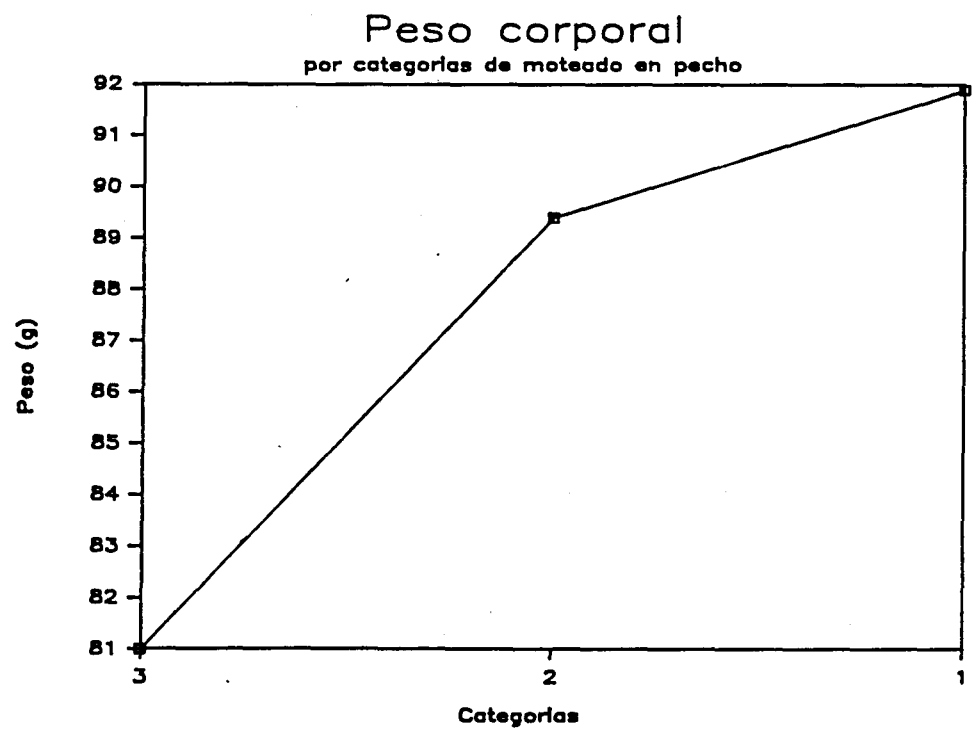


Figura 82.- Peso corporal medio en las distintas categorías de moteado del pecho.

TABLA 64.- Comparación de la longitud testicular entre las distintas categorías de coloración de la garganta, mediante el análisis de la t de Student. Dif. med=diferencia de medias; t=valor de la t de Student; GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo, \*=p<0.05, \*\*=p<0.01).

| CATEGORIA | DIF MED | T     | GL | P         |
|-----------|---------|-------|----|-----------|
| 1 Vs      |         |       |    |           |
| 2         | -0.164  | -1.32 | 64 | 0.1931 NS |
| 3         | -0.246  | -2.01 | 64 | 0.0490*   |
| 4         | -0.235  | -2.15 | 64 | 0.0358*   |
| 5         | -0.348  | -3.03 | 64 | 0.0035**  |
| 6         | -0.442  | -2.94 | 64 | 0.0045**  |
| 7         | -0.187  | -1.00 | 64 | 0.3217 NS |
| 2 Vs      |         |       |    |           |
| 3         | -0.082  | -0.80 | 64 | 0.4294 NS |
| 4         | -0.071  | -0.82 | 64 | 0.4176 NS |
| 5         | -0.183  | -1.97 | 64 | 0.0536 NS |
| 6         | -0.278  | -2.07 | 64 | 0.0430*   |
| 7         | -0.023  | -0.13 | 64 | 0.5968 NS |
| 3 Vs      |         |       |    |           |
| 4         | 0.110   | 0.13  | 64 | 0.8978 NS |
| 5         | -0.102  | -1.13 | 64 | 0.2642 NS |
| 6         | -0.196  | -1.15 | 64 | 0.1437 NS |
| 7         | 0.059   | 0.34  | 64 | 0.7347 NS |
| 4 Vs      |         |       |    |           |
| 5         | -0.112  | -1.57 | 64 | 0.1216 NS |
| 6         | -0.207  | -1.72 | 64 | 0.0910 NS |
| 7         | 0.048   | 0.29  | 64 | 0.7704 NS |
| 5 Vs      |         |       |    |           |
| 6         | -0.094  | -0.75 | 64 | 0.4534 NS |
| 7         | 0.161   | 0.96  | 64 | 0.3422 NS |
| 6 Vs      |         |       |    |           |
| 7         | 0.255   | 1.32  | 64 | 0.1930 NS |

TABLA 65.- Comparación de la anchura testicular entre las distintas categorías de coloración de la garganta, mediante el análisis de la t de Student. Dif. med=diferencia de medias; t=valor de la t de Student; GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo, \*=p<0.05, \*\*=p<0.01).

| CATEGORIA | DIF MED | T     | GL | P         |
|-----------|---------|-------|----|-----------|
| 1 Vs      |         |       |    |           |
| 2         | -0.259  | -2.76 | 64 | 0.0076**  |
| 3         | -0.286  | -3.10 | 64 | 0.0029**  |
| 4         | -0.318  | -3.85 | 64 | 0.0003**  |
| 5         | -0.340  | -3.94 | 64 | 0.0002**  |
| 6         | -0.348  | -3.08 | 64 | 0.0003**  |
| 7         | -0.366  | -2.60 | 64 | 0.0117**  |
| 2 Vs      |         |       |    |           |
| 3         | -0.027  | -0.34 | 64 | 0.7317 NS |
| 4         | -0.058  | -0.89 | 64 | 0.3771 NS |
| 5         | -0.080  | -1.15 | 64 | 0.2564 NS |
| 6         | -0.089  | -0.88 | 64 | 0.3819 NS |
| 7         | -0.107  | -0.81 | 64 | 0.4211 NS |
| 3 Vs      |         |       |    |           |
| 4         | -0.032  | -0.50 | 64 | 0.6180 NS |
| 5         | -0.054  | -0.79 | 64 | 0.4317 NS |
| 6         | -0.062  | -0.63 | 64 | 0.5330 NS |
| 7         | -0.080  | -0.61 | 64 | 0.5421 NS |
| 4 Vs      |         |       |    |           |
| 5         | -0.022  | -0.41 | 64 | 0.6828 NS |
| 6         | -0.031  | -0.34 | 64 | 0.7346 NS |
| 7         | -0.048  | -0.39 | 64 | 0.6972 NS |
| 5 Vs      |         |       |    |           |
| 6         | -0.009  | -0.09 | 64 | 0.9263 NS |
| 7         | -0.026  | -0.21 | 64 | 0.8361 NS |
| 6 Vs      |         |       |    |           |
| 7         | -0.017  | -0.12 | 64 | 0.9049 NS |

TABLA 66.- Comparación del peso testicular entre las distintas categorías de coloración de la garganta, mediante el análisis de la t de Student. Dif. med=diferencia de medias; t=valor de la t de Student; GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo, \*=p<0.05, \*\*=p<0.01).

| CATEGORIA | DIF MED | T     | GL | P         |
|-----------|---------|-------|----|-----------|
| 1 Vs      |         |       |    |           |
| 2         | -0.223  | -1.66 | 99 | 0.0999 NS |
| 3         | -0.210  | -1.72 | 99 | 0.0879 NS |
| 4         | -0.224  | -1.96 | 99 | 0.0524 NS |
| 5         | -0.351  | -2.94 | 99 | 0.0041**  |
| 6         | -0.367  | -2.44 | 99 | 0.0165*   |
| 7         | -0.438  | -2.06 | 99 | 0.0419*   |
| 2 Vs      |         |       |    |           |
| 3         | 0.013   | 0.13  | 99 | 0.8973 NS |
| 4         | -0.001  | -0.01 | 99 | 0.9957 NS |
| 5         | -0.128  | -1.30 | 99 | 0.1980 NS |
| 6         | -0.143  | -1.07 | 99 | 0.2890 NS |
| 7         | -0.215  | -1.07 | 99 | 0.2890 NS |
| 3 Vs      |         |       |    |           |
| 4         | -0.014  | -0.19 | 99 | 0.8511 NS |
| 5         | -0.141  | -1.75 | 99 | 0.0838 NS |
| 6         | -0.156  | -1.28 | 99 | 0.2023 NS |
| 7         | -0.228  | -1.18 | 99 | 0.2413 NS |
| 4 Vs      |         |       |    |           |
| 5         | -0.127  | -1.87 | 99 | 0.0646 NS |
| 6         | -0.143  | -1.25 | 99 | 0.2132 NS |
| 7         | -0.214  | -1.14 | 99 | 0.2583 NS |
| 5 Vs      |         |       |    |           |
| 6         | -0.016  | -0.13 | 99 | 0.8969 NS |
| 7         | -0.087  | -0.45 | 99 | 0.6507 NS |
| 6 Vs      |         |       |    |           |
| 7         | -0.072  | -0.32 | 99 | 0.7368 NS |

TABLA 67.- Comparación de la anchura testicular entre las distintas categorías de moteado del pecho, mediante el análisis de la t de Student. Dif. med=diferencia de medias; t=valor de la t de Student; GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo, \*=p<0.05, \*\*=p<0.01).

| CATEGORIA | DIF. MED | T    | GL | P         |
|-----------|----------|------|----|-----------|
| 1 Vs      |          |      |    |           |
| 2         | 0.018    | 0.28 | 76 | 0.7805 NS |
| 3         | 0.548    | 3.21 | 69 | 0.0021**  |
| 2 Vs      |          |      |    |           |
| 3         | 0.530    | 3.32 | 8  | 0.0128*   |

En relación con los distintos morfotipos de gargantas, puede apreciarse (figura 83) que los individuos que presentan motas en el pecho (sean muchas o pocas) constituyen un porcentaje relativamente elevado cuando las gargantas son blancas sin ancla (categoría 1) o con inicio de la misma (categoría 2), reduciéndose progresivamente a medida que se va oscureciendo la garganta. Por tanto, en función de lo observado puede hipotetizarse que la presencia de motas en el pecho es un carácter juvenil que va desapareciendo con la edad.

Cabría pensar entonces que un individuo, a lo largo de su vida, pasaría cronológicamente por una serie de etapas:

1ª etapa: pollo, con garganta amarilla y motas en el pecho.

2ª etapa: tamaño de adulto, con garganta blanca sin ancla y muchas motas en el pecho.

3ª etapa: tamaño de adulto, con garganta blanca sin ancla y pocas motas en el pecho.

4ª etapa: tamaño de adulto, con garganta blanca e inicio del ancla, con pocas motas en el pecho o sin ellas.

5ª etapa: tamaño de adulto, con garganta blanca y ancla, con pocas motas en el pecho o sin ellas.

6ª etapa: tamaño de adulto, garganta con ancla y mejillas total o parcialmente marrones o negras, con pocas motas en el pecho o sin ellas.

Para confirmar esta suposición, se ha relacionado cada una de las etapas señaladas anteriormente con el tamaño testicular. Como puede apreciarse entonces (figuras 84 y 85), los datos de anchura y peso testiculares se ajustan a un polinomio de segundo grado que se aproximaría a su asíntota a partir de la quinta etapa descrita anteriormente. Ello quiere decir que los individuos que presentan un patrón de coloración de garganta blanco sin ancla o con el ancla incompleta, tengan el pecho moteado o no, todavía no han completado su crecimiento testicular; por contra, los individuos que ya presentan ancla y una coloración de mejillas variable, presenten motas en el pecho o no, ya tienen completamente desarrollados los testículos.

En función de estos resultados, puede deducirse que, si bien la presencia de motas es un carácter juvenil, su utilidad es relativamente dudosa; con un ejemplar en mano y sin disección previa, no puede afirmarse con certeza que presente los testículos desarrollados o no en función de la ausencia o presencia de motas en el pecho.



## Crecimiento testicular

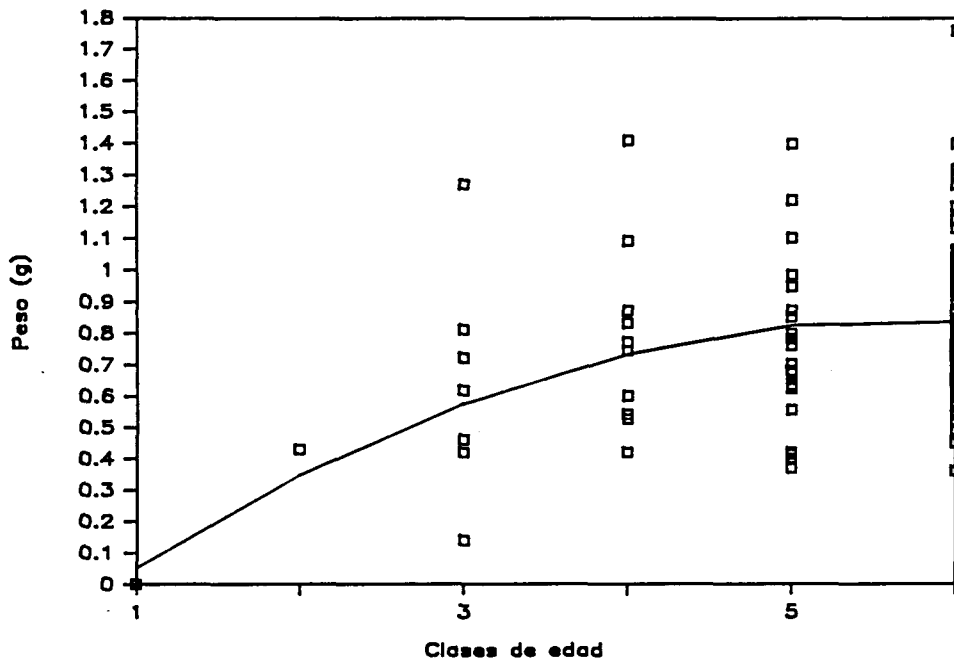


Figura 85.- Crecimiento testicular en peso durante las seis etapas descritas en el texto.

En cambio, el patrón de coloración de la garganta se muestra como un criterio más adecuado para la determinación de clases de edad. Así, los individuos pertenecientes a las categorías 1 y 2 (garganta blanca, sin ancla o con inicio de la misma), al no haber completado su desarrollo testicular, son considerados jóvenes; el resto de individuos (con ancla y mejillas no blancas) ya tienen desarrollados los testículos, por lo que son considerados adultos. Cabe señalar no obstante que, por observaciones personales, este criterio tiende a la infravaloración de jóvenes; se ha podido constatar la presencia de mancha central en pollos de 60 gramos (30 días de edad), si bien ello constituye un hecho atípico.

Una vez adoptado este criterio de separación de los machos en individuos jóvenes y adultos, se aplicó a la muestra total de ejemplares capturados, incluyendo a los ejemplares no disectados y de los que se desconocía por tanto su grado de crecimiento y desarrollo testicular. Puede apreciarse (figura 86) que la presencia de motas en el pecho es un carácter juvenil, que aparece en la mayor parte de individuos jóvenes (80 %); no obstante, no es por sí solo un carácter morfológico adecuado para determinar si un individuo es joven o adulto puesto que, existe un 20% de probabilidades de clasificar incorrectamente a los jóvenes y un 3% de hacer lo mismo con los adultos. Si no se considera como carácter juvenil la presencia de pocas motas en el pecho, entonces las probabilidades de error ascienden al 45.0% y al 13.16%, respectivamente. Realizando un análisis de la  $X^2$  en el que se comparaba la proporción de individuos con pecho moteado (en sus distintas categorías) entre jóvenes y adultos, se obtuvo que no había independencia entre las variables analizadas ( $X^2=28.32$ ; 2 g.l.;  $p<0.01$ ).

Se confirma entonces la afirmación de GLUTZ et al. (1973) según la cual la presencia de motas en el pecho es un carácter juvenil; no obstante, se demuestra también la escasa fiabilidad del mismo.

En relación con el patrón de coloración exhibido por las plumas de los flancos, carácter asociado a la edad según los mismos investigadores, cabría pensar que ocurre algo similar a lo que ocurría con el criterio de moteado del pecho anteriormente

## Proporción de motas en el pecho

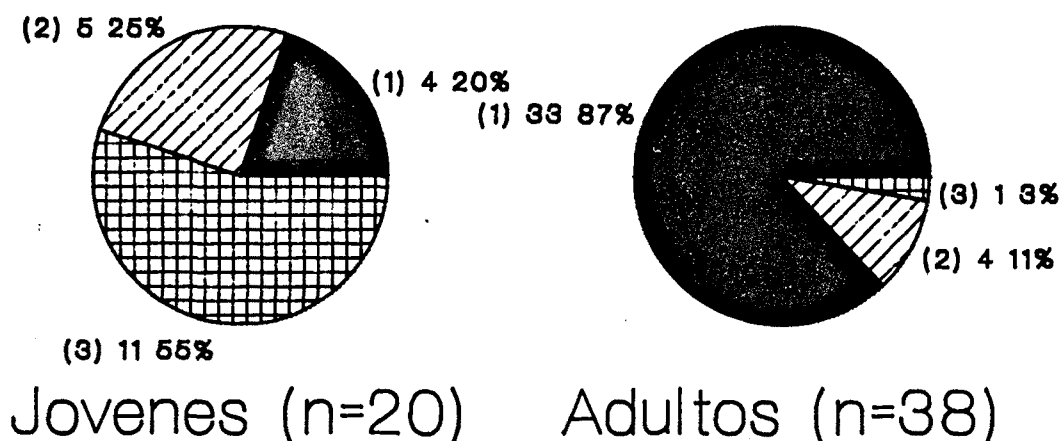


Figura 86.- Proporción de individuos con motas en el pecho (2=con pocas; 3=con muchas) y sin ellas (1=sin motas) en jóvenes y adultos.

discutido, si bien probablemente con una fiabilidad todavía menor, en función de los resultados consignados en las tablas 62 y 63.

Efectivamente ello es así; las figuras 87 y 88 confirman que los individuos que presentan total o parcialmente bandas transversales en los flancos son mayoritariamente jóvenes, pero también puede apreciarse que existe una respetable cantidad de individuos adultos con esta característica. En este caso, también existe un 20% de probabilidades de clasificar incorrectamente un individuo joven, pero existe un 10.63% de hacer lo propio con los

individuos adultos. Si no se considera como juvenil la categoría de flancos con pocas bandas transversales, entonces las probabilidades de error ascienden al 45.45% y al 46.46% respectivamente; como puede comprobarse, en ambos casos la probabilidad de error en los jóvenes es semejante a la obtenida con el carácter de presencia o ausencia de motas en el pecho, pero aumenta notablemente en los individuos adultos. Al comparar mediante una  $X^2$  las proporciones entre individuos jóvenes y adultos, puede apreciarse que también en este caso se obtuvo que no había independencia entre las variables analizadas ( $X^2=59.39$ ; 2 g.l.;  $p \ll 0.01$ ). Por tanto, se confirma el carácter juvenil de los flancos con bandas transversales y la escasa fiabilidad del mismo para determinar si un individuo es joven o adulto. Las figuras 89 a 91, que muestran el crecimiento testicular atendiendo tanto al patrón de coloración de los flancos como al de las gargantas, indican claramente cómo individuos con los testículos desarrollados pueden presentar flancos con bandas transversales y, a la inversa, cómo individuos con las gónadas en desarrollo pueden presentar flancos típicamente de adultos.

Habiendo quedado claramente establecido el único criterio capaz de permitir una separación de individuos en jóvenes y adultos, cabe interrogarse acerca de si estos jóvenes con los testículos en desarrollo son fisiológicamente aptos para la reproducción.

## Porcentaje de aparición de flancos

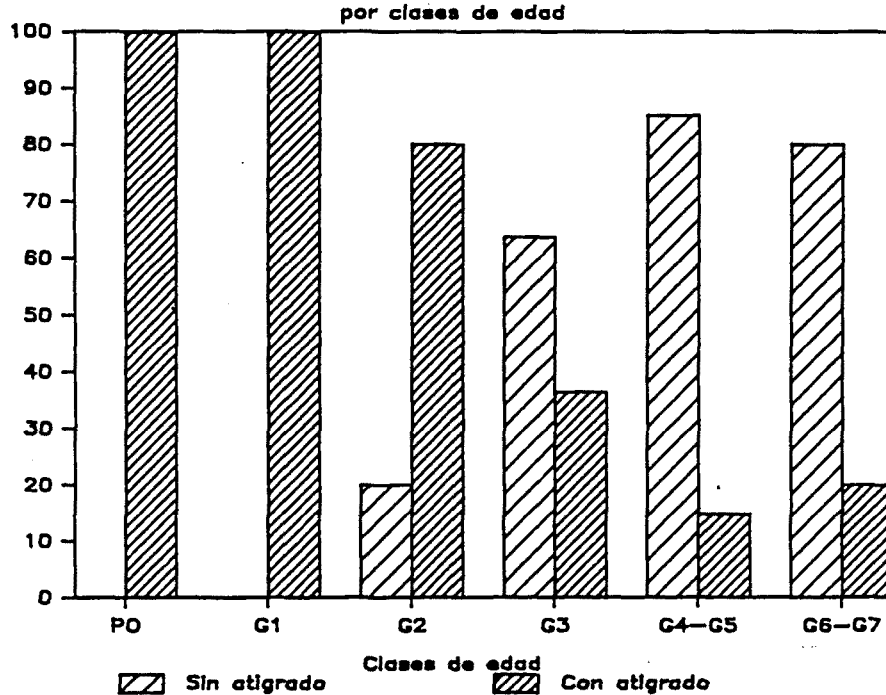


Figura 87.- Porcentaje de aparición de flancos con bandas transversales (atigrados) y longitudinales (sin atigrado) en las distintas categorías de garganta.

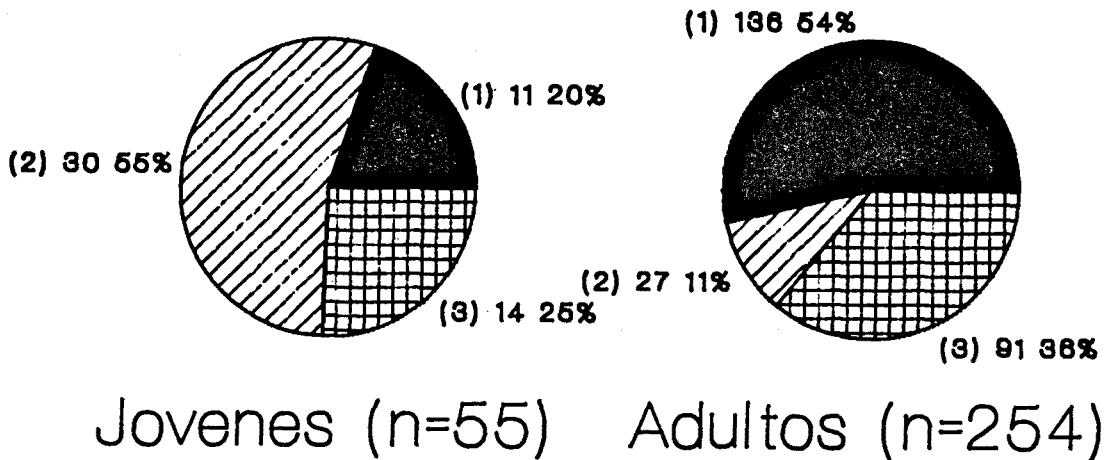


Figura 88.- Proporción de individuos con bandas transversales en el flanco (2=pocas; 3=con muchas) y sin ellas (1=sin bandas transversales) en jóvenes y adultos.

## Crecimiento testicular

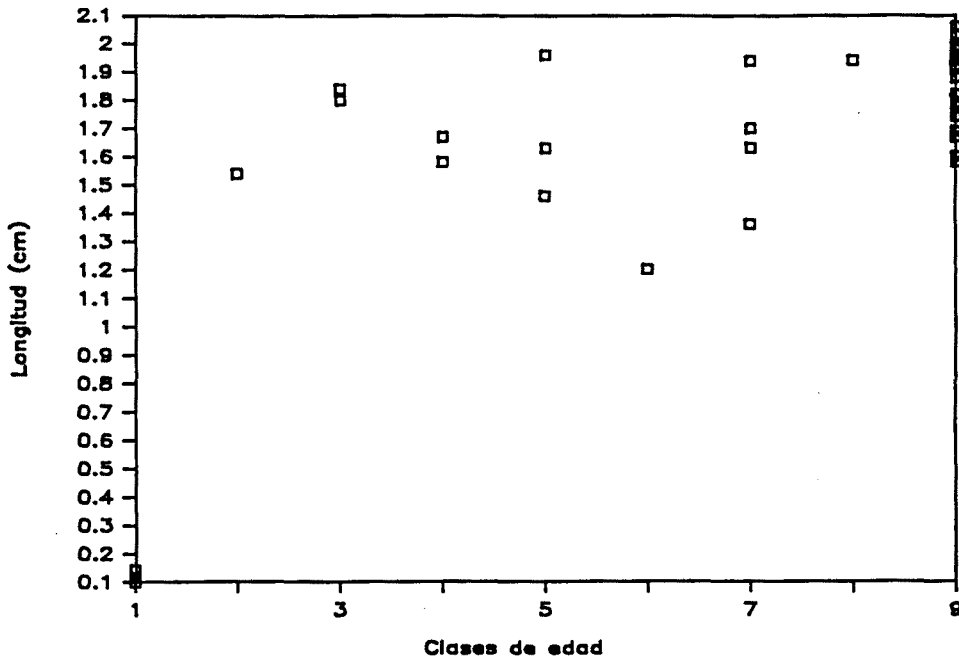


Figura 89.- Crecimiento testicular en longitud durante las etapas siguientes: 1: pollo; 2: garganta a) y flanco totalmente atigrado; 3: garganta a) y flanco atigrado parcialmente o sin atigrar; 4: garganta b) y flanco totalmente atigrado; 5: garganta b) y flanco atigrado parcialmente o sin atigrar; 6: garganta c) y flanco totalmente atigrado; 7: garganta c) y flanco atigrado parcialmente o sin atigrar; 8: gargantas d) a g), flanco atigrado; 9: gargantas d) a g), flanco atigrado parcialmente o sin atigrar.

## Crecimiento testicular

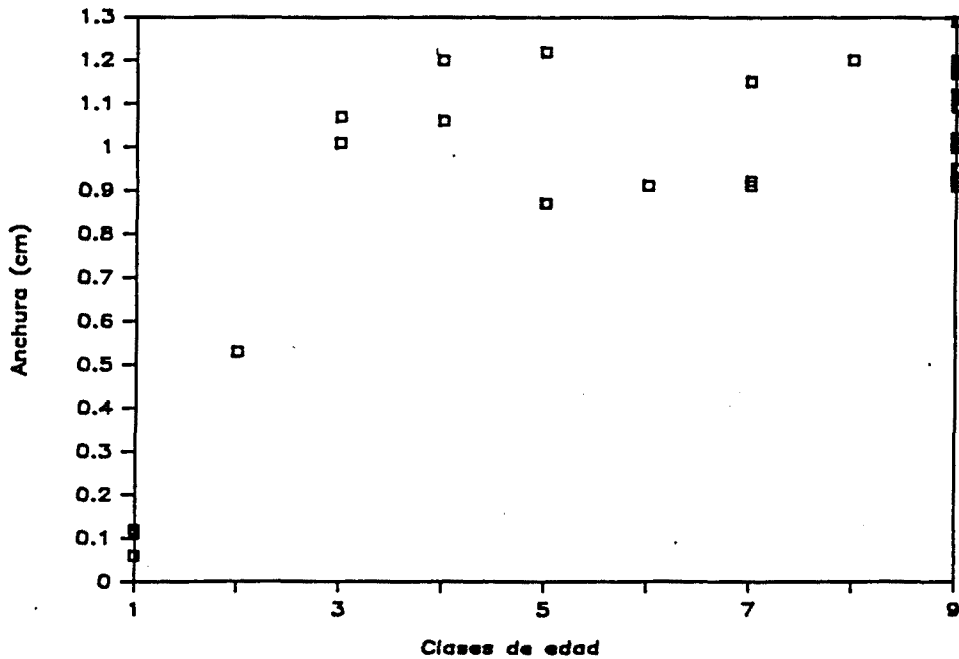


Figura 90.- Crecimiento testicular en anchura durante las mismas etapas que se describen en la figura 89.

## Crecimiento testicular

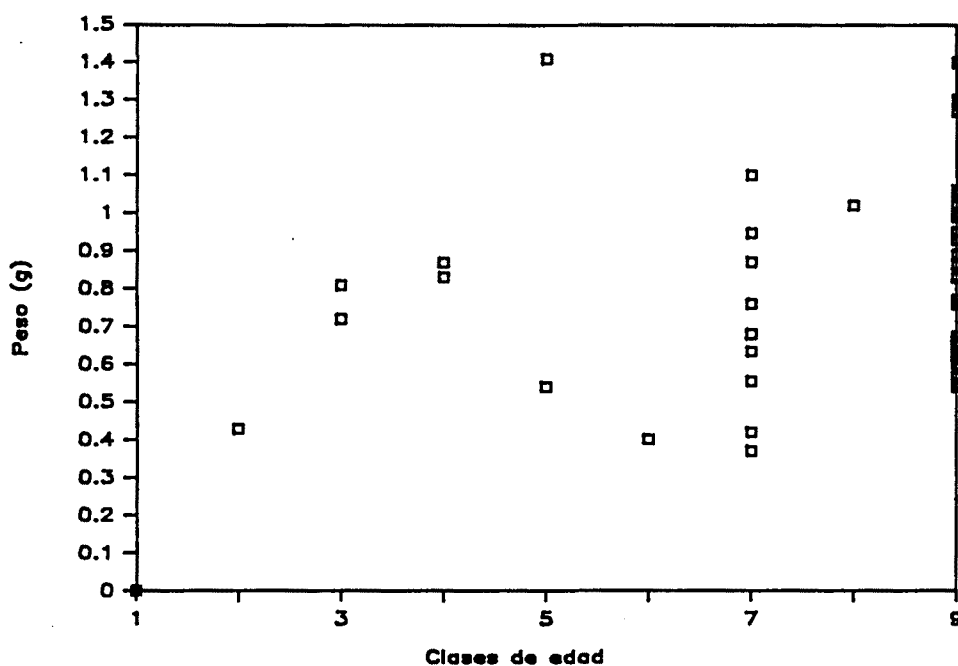


Figura 91.- Crecimiento testicular en peso durante las mismas etapas que se describen en la figura 89.

Para responder a esta pregunta, se dispone de dos fuentes de información, ambas coincidentes en el resultado final obtenido. Por una parte, se cuenta con los frotis testiculares realizados, que mostraron la presencia de espermatozoides en todos los individuos (jóvenes y adultos). Por otra parte, se cuenta con los datos recopilados en relación con la producción de espuma por parte de la glándula cloacal; comparando la proporción de individuos que producen espuma entre jóvenes y adultos, el test de la  $X^2$  reveló que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas ( $X^2=2.40$ ; 1 g.l.;  $p=0.1213$ ).

Por tanto, puede afirmarse que, a pesar del tamaño testicular incompleto, los individuos que llamamos jóvenes son sexualmente

maduros. Ello se muestra de acuerdo con las investigaciones de HEIM DE BALSAC & MAYAUD (1962) y de GUYOMARC'H & SAINT-JALME (1986), quienes sugieren que en los machos la madurez sexual se alcanza tempranamente, a las 8-10 semanas e incluso antes. A su vez este hecho obliga a redefinir las clases de edad anteriormente establecidas (jóvenes y adultos) en función únicamente del tamaño testicular, pero no en función de criterios fisiológicos; así pues, definiremos a los jóvenes como aquellos individuos que no han completado su crecimiento testicular, y a los adultos como aquéllos que sí lo han completado.

Finalmente, cabe concluir que, en función de todo lo anteriormente expuesto, existe una gran dificultad para poder establecer en Coturnix coturnix clases de edad precisas en función de criterios morfológicos externos y fisiológicos exteriorizados (secreción de espuma). Dentro de este contexto, el criterio de coloración de las gargantas ha mostrado ser básico, si bien debe tenerse presente que puede tender a la infravaloración; asimismo, en algunos casos la coloración de los flancos, la presencia o ausencia de motas en el pecho y el propio peso corporal pueden reforzar este criterio básico de coloración de gargantas.

### 3.6.- Algunos aspectos ecoetológicos

#### 3.6.1.- Introducción

Tal y como se detalla en el capítulo de metodología general, el muestreo periódico que se realizó durante los años 1983 a 1989 en diversas localidades catalanas permitió conocer una serie de aspectos, tales como la fecha en la que se producían las primeras llegadas, el fin de la actividad cantora de los machos, la duración del período de estancia en una zona, el grado de abundancia de las poblaciones, sus fluctuaciones intra e interanuales, el período de actividad tomando el canto de los machos como punto de referencia, etc.

De esta forma, se ha podido realizar una detallada descripción de dichos aspectos y se ha procedido a estudiar la posible influencia de diversos factores abióticos sobre los parámetros anteriormente mencionados. Entre ellos, destacan los siguientes:

a) Variables meteorológicas: temperatura y precipitaciones de:

I) Las localidades de estudio.

II) El sur de España.

b) Variables de tipo geográfico: latitud y altitud.

c) Variables del biotopo: se tomó la altura de los campos de cultivo, la fecha en la que los cereales están maduros, la duración de este período de maduración y la productividad de los mismos.

Con respecto a las variables meteorológicas, cabe señalar que, como se expondrá en el apartado 3.6.3., la especie objeto del presente estudio cría con toda seguridad en el Norte de Africa antes de que se produzcan las primeras llegadas a nuestras latitudes (LAVAUNDEN 1924, GHIGI et al. 1935, VALVERDE 1957, MOREAU 1961, HEIM DE BALSAC & MAYAUD 1962, BERNIS 1966, GLUTZ et al. 1973), y probablemente ocurre lo mismo en el Sur de España. Por esta razón, puede resultar altamente informativo el conocer las condiciones meteorológicas en dichas zonas para hallar una explicación a determinadas situaciones que se dan en las zonas de estudio; entre otras, cabe citar las diferencias que se observan en las fechas de primeras llegadas en los distintos años de muestreo, la duración del período de estancia de los machos, etc.

Con todo ello se pretendía mostrar algunos aspectos implicados en la caracterización de los patrones espacio-temporales de la codorniz en nuestras latitudes; de esta forma, se obtiene información acerca de algunos aspectos ecoetológicos de la especie objeto de estudio, lo cual puede resultar de gran interés para la gestión desde el punto de vista cinegético, como ya se ha comentado en el capítulo 3.2.

### 3.6.2.- Material y métodos

Con respecto a la caracterización fenológica de la especie, cabe señalar que no siempre fue posible delimitar con precisión el día en que se producía la primera llegada a la localidad de

estudio; en tales casos, se optó por acotar la llegada entre dos fechas: la correspondiente a la visita en la que se pudo oír por vez primera el característico canto de anuncio de la especie, y la correspondiente a la visita anterior, en la que todavía no se había oído. Una vez acotado el período de entrada, se tomó como día de llegada el valor medio de dicha acotación, con el fin de minimizar la probabilidad de error. Caso de que la primera visita a la zona mostrara ya presencia de codornices, se procedió a preguntar a los campesinos cuándo habían escuchado la primera codorniz, con el fin de tener una idea aproximada de la fecha de entrada.

Deben tenerse presentes una serie de aspectos en relación con la fecha de primeras llegadas:

a) Se puso un especial cuidado en delimitar con un cierto grado de precisión el momento de llegada en la localidad más meridional de estudio, el Pla de Santa María. En ella se verificaban las primeras entradas de codorniz más tempranamente, mientras que en el resto de localidades estudiadas estas entradas se producían posteriormente, cuando ya se estaba prospectando en el Pla. Ello provocaba que se pudiera precisar menos el momento de llegada en el resto de localidades, ya que el tiempo disponible para la realización de las campañas se tenía que dividir por lo menos en dos localidades. Es por esta razón que, si bien se detalla en el apartado de resultados la fecha aproximada en que se producen las primeras llegadas en las distintas localidades de estudio, se ha optado por utilizar únicamente los datos correspondientes a la

localidad más meridional (Pla de Santa María) en algunos análisis sobre la posible influencia de los factores medio-ambientales.

b) el método empleado para determinar la presencia de codornices en la zona se basa, como es habitual en esta especie, en establecer contacto auditivo, no visual. Ello puede ser una fuente de errores, ya que:

I) Podría darse el caso de que los primeros ejemplares que llegaran a las zonas de estudio fuesen hembras, cuyo canto resulta de muy difícil localización, por la escasa frecuencia de su emisión y las especiales características físico-acústicas del mismo, que lo hacen menos audible.

II) Podría darse el caso de que quedara algún individuo invernante en la zona que iniciara la emisión del canto antes de que se produjera la auténtica llegada de los primeros migrantes.

III) Finalmente, podría darse la situación de que los ejemplares migrantes que lleguen a una zona lo hagan en unas condiciones físicas y fisiológicas un tanto precarias, y que sean necesarios unos días de reposo para recuperarse del esfuerzo del viaje y poder emitir el canto.

De estas tres posibles fuentes de error, la primera puede descartarse casi totalmente, ya que los estudios realizados por GHIGI et al (1935) en la estación de anillamiento italiana de Castelfusano muestran la composición por sexos de los individuos en paso migratorio primaveral durante los años 1930 a 1934, apreciándose claramente que los individuos que llegan primero son

mayoritariamente machos (figura 92). Otros investigadores (DUSE et al 1935, SETTIER 1947, MOREAU 1954) se reafirman en este hecho.

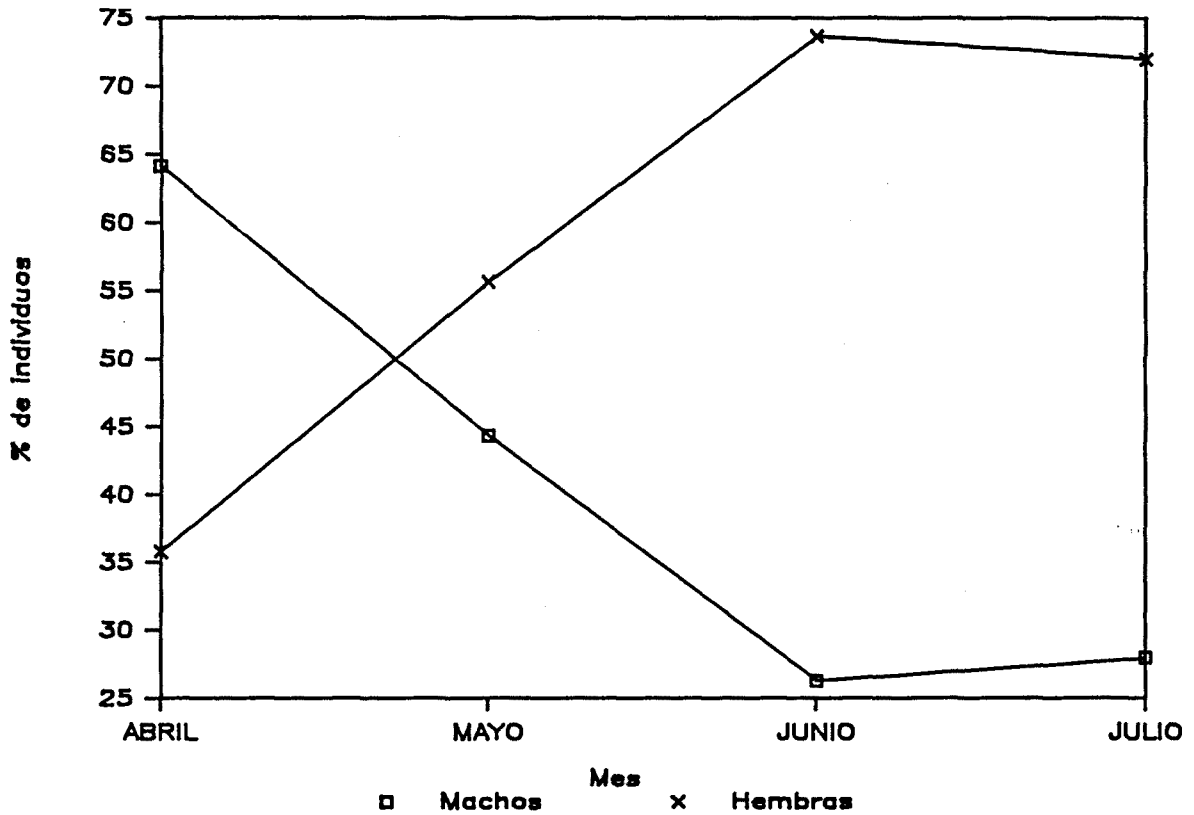


Figura 92.- Porcentaje promedio de las capturas por sexos correspondientes al período de paso primaveral de 1930-1934 en Castelfusano (Italia) (elaborado a partir de datos de GHIGI et al. 1935).

En relación con la segunda fuente de error, se sabe que, si bien no es un fenómeno extendido, sí se ha podido comprobar algún caso aislado de individuos que se cazan en invierno en nuestras latitudes (MALUQUER 1952, BALCELLS 1961, CORDERO-TAPIA 1983). También nosotros podemos confirmarlo con un dato de un ejemplar cazado en Vic a finales de diciembre de 1986. Este fenómeno puede responder a una auténtica invernada o a un retorno tardío a los

cuarteles de invierno; debe tenerse presente que, en Italia, se han encontrado de forma atípica puestas en noviembre (TOSCHI 1959). En todo caso, creemos que el hecho se da muy aisladamente, por lo que su incidencia sobre el tema que nos ocupa puede considerarse despreciable.

Por último, en relación con la tercera fuente de error, no se dispone de información bibliográfica; únicamente se cuenta con el testimonio de algunos campesinos que afirman haber levantado codornices con tractor o con perro en fechas tempranas sin haberlas oído emitir el canto en toda la jornada. Si a ello le unimos el hecho de que los primeros individuos capturados mostraron una cloaca poco dilatada y sin apenas secreción espumosa, creemos que debe considerarse este factor como una posible fuente de error, si se observa el hecho bajo un prisma de migración clásica. Por contra, debe tenerse en cuenta también que, según KIPP (1956), las especiales características de la migración de la codorniz, con sus singularidades y fenómenos no explicados (que serán expuestos y discutidos exhaustivamente en el capítulo 3.11.), hacen que sus movimientos se traten, más que de un fenómeno migratorio, de un nomadismo muy evolucionado. En tal caso, no tendría sentido que un animal nómada quedara exhausto tras un movimiento de recorrido relativamente corto.

Dado que la estimación en el presente estudio de la fecha en que se producen las primeras llegadas (expresada en días transcurridos desde el 1 de enero) es una aproximación a la realidad, con un cierto grado de error, se ha considerado de

interés trabajar con otras variables que minimizasen este posible error. Estas han sido:

a) El momento medio de estancia (MME): puesto que se efectuaban periódicas visitas a las zonas de estudio, se pudo determinar el período en el que la población de machos de codorniz se mantiene activa, tomando como patrón de referencia la emisión de su canto de anuncio. Una vez determinado este período, se tomó el punto medio entre el día en que se inició la actividad vocal y el día en que finalizó. Si bien puede haber un ligero error en este valor si la fecha de llegada obtenida no es correcta, este error, comparado con el obtenido al determinar la fecha de primeras llegadas, se minimiza y diluye al tomar toda la temporada de actividad del animal.

b) El momento modal de actividad (MMA): también pudo determinarse, en aquellas zonas en las que el número de visitas fue suficiente, el día en el que la abundancia de machos fue máxima (expresado en días transcurridos desde el 1 de enero). En este caso, se evita cualquier posible error derivado de una incorrecta determinación de la fecha de las primeras llegadas. Por otra parte, la distribución del grado de abundancia en relación con el tiempo cronológico muestra, típicamente, una distribución en forma de campana, con un grado de asimetría relativamente escaso; por esta razón, se ha considerado que esta variable es representativa de una situación real.

El grado de abundancia se expresó como:

$$Ia = \frac{\text{Nº de machos que cantan}}{\text{Nº de km muestreados}}$$

Este índice permite establecer comparaciones entre días y entre años, así como entre localidades, si bien no permite elucubrar acerca del tamaño de la población. No obstante, se ha considerado adecuado su empleo porque, como se detalla en el capítulo de metodología general, si bien se procuraba efectuar siempre el mismo itinerario en las zonas de estudio, ello no siempre fue posible. El relativizar el número de machos que cantan en función de la superficie muestreada permite así establecer comparaciones entre días, años, localidades, y entre resultados obtenidos por otros investigadores.

La superficie muestreada se obtuvo a partir de ortofotomapas de las zonas estudiadas, representados a una escala 1:5.000; en las zonas en las que éstos no estaban todavía elaborados, se recurrió a trabajar con ampliaciones de fotografía aérea, también a una escala de 1:5.000.

Toda esta documentación cartográfica se obtuvo a través del Institut Cartogràfic de la Generalitat de Catalunya, entidad que los elaboró.

Las variables meteorológicas utilizadas fueron:

- a) Temperatura mínima diaria (Tmin), expresada en °C.
- b) Temperatura máxima diaria (Tmax), expresada en °C.

c) Temperatura media diaria, expresada como  $(T_{\min}+T_{\max})/2$ , en °C.

d) Precipitaciones, expresadas en mm.

Estos datos meteorológicos, tanto de las localidades de estudio como de las localidades de Sevilla y Cádiz (empleadas para calcular un valor promedio correspondiente a la zona del Estrecho de Gibraltar), fueron obtenidos a través del Instituto Nacional de Meteorología. El problema radica en el hecho de que la red de estaciones es, hoy por hoy, poco tupida, mostrándose insuficiente en determinadas ocasiones. Por esta razón, en algunas localidades de estudio la estación meteorológica más próxima dista unos 20 km. En la tabla 68 se consigna la relación de estaciones consultadas en cada localidad de estudio y la distancia que las separa.

TABLA 68.- Relación de estaciones meteorológicas consultadas para cada localidad de estudio y distancias entre ambas.

| LOCALIDAD               | ESTACION METEOROLOGICA  | KM DE DISTANCIA |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| Pla de Santa María      | Valls                   | 10              |
| Figuerola del Camp      | "                       | 10              |
| Mas Esplugues           | Igualada                | 20              |
| Sant Magí de Brufaganya | Santa Coloma de Queralt | 8               |
| Sant Boi de Lluçanés    | Prats de Lluçanés       | 11              |
| Alp                     | -----                   | --              |

Puede apreciarse que en Alp no se consigna ninguna estación meteorológica. Ello se debe a que no existe ninguna que se encuentre a una altitud equiparable y a una proximidad aceptable.

En relación con las variables del biotopo, se tomaron las siguientes:

a) Altura de los cereales: expresada en cm, se tomaba periódicamente durante toda la temporada de estudio.

b) Fecha en la que los cereales se aproximan a la asíntota en su curva de crecimiento: dado que, como han demostrado FRIEND (1960) y HUNT (1982) el crecimiento de los cereales sigue una curva logística, conociendo el momento en el que se inicia el brote, pudo calcularse la curva de crecimiento de los cereales, así como su asíntota. Se expresa en días transcurridos desde el inicio del brote.

c) Productividad de los cultivos: expresada en Tm cosechadas por hectárea cultivada de la provincia en la que se encuentra la localidad de estudio. Se ha tomado esta productividad de los cultivos de cereales de invierno (cebada, trigo, avena y centeno), así como de otros cultivos no cerealistas pero que también constituyen un buen biotopo para la codorniz; pueden citarse, entre otros, la alfalfa, vezas, hieros, etc. Los datos se han obtenido a través del "Anuario estadístico agrícola", editado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, así como a través de los avances de producción que facilita dicho organismo.

d) Momento de maduración de los cereales (MMC): las continuadas visitas a las zonas de estudio permitieron efectuar un seguimiento

de la maduración de los cereales. Se adoptó el criterio de delimitar el proceso en cinco categorías:

- 1: cereal verde y sin espigar
- 2: cereal verde pero espigado
- 3: cereal verde amarillento
- 4: cereal maduro y totalmente amarillento
- 5: cereal segado

A partir de estas categorías se tomó el momento promedio en que los cereales alcanzan la categoría 4, expresado en días transcurridos a partir del 1 de enero.

e) Duración del período de maduración de los cereales (DMC): a partir de las categorías antes citadas, se tomó el período de tiempo transcurrido desde el momento en que los cereales alcanzan la categoría 2 hasta que alcanzan la 4; no se tomó el período entre la categoría 1 y la 4 porque, en determinados años, la primera visita a la zona mostraba que los cereales ya se encontraban en la categoría 2. Esta variable se expresa en días.

En relación con estas dos últimas variables, se ha optado por elegir la categoría 4 como límite superior en vez de la 5 ante el hecho de que en determinados casos se recoge el cereal antes de que éste complete su maduración, con la finalidad de ensilarlo y emplearlo como forraje de animales.

### 3.6.3.- Resultados y discusión

#### 3.6.3.1.- Primeras llegadas

##### 3.6.3.1.1.- Relaciones con variables meteorológicas

La fecha en la que se producen las primeras llegadas, así como la fecha en que se verifica el fin de la actividad cantora de los machos de codorniz y el período de estancia de los mismos se reseña, por localidades y por años, en la tabla 69. La figura 93 ilustra el valor promedio de dichos parámetros de forma gráfica.

En la localidad más meridional de estudio (Pla de Santa María) es donde se producen las primeras entradas de codorniz, aproximadamente alrededor del 14 de abril. Posteriormente, entran en Mas Esplugues (26-27 de abril), Sant Boi de Lluçanés (29-30 de abril) y finalmente lo hacen en Alp (3 de mayo).

Estas fechas entran, lógicamente, dentro del dilatado período de paso primaveral (III a V) descrito por BERNIS (1966) y por CRAMP & SIMMONS (1980); también coinciden con las propuestas por BALCELLS y colaboradores (1961), quienes indican que la entrada de codornices en migración prenupcial en Cataluña se verifica a finales de abril.

TABLA 69.- Momento en que se producen las primeras llegadas, el fin de la actividad y el período de estancia de los machos de codorniz, por años, en las localidades más intensamente prospectadas. Las fechas se expresan en días transcurridos desde el 1 de enero.

| LOCALIDAD            | AÑO  | PRIMERAS LLEGADAS | FIN ACTIVIDAD | PERIODO DE ESTANCIA |
|----------------------|------|-------------------|---------------|---------------------|
| Pla de Sta Maria     | 1983 | 107 (17-IV)       | ---           | ---                 |
|                      | 1984 | 108 (18-IV)       | 168 (17-VI)   | 60                  |
|                      | 1985 | 107 (17-IV)       | 162 (11-VI)   | 55                  |
|                      | 1986 | 110 (20-IV)       | 140 (20-V)    | 30                  |
|                      | 1987 | 100 (10-IV)       | 130 (10-V)    | 30                  |
|                      | 1988 | 98 ( 8-IV)        | 192 (11-VII)  | 94                  |
|                      | 1989 | 101 (11-IV)       | 137 (17-V)    | 36                  |
| Mas Esplugues        | 1986 | 116 (26-IV)       | 180 (29-VI)   | 64                  |
|                      | 1987 | 119 (29-IV)       | 206 (25-VII)  | 87                  |
|                      | 1988 | 119 (29-IV)       | 205 (24-VII)  | 86                  |
|                      | 1989 | 109 (19-IV)       | ---           | ---                 |
| Sant Boi de Lluçanés | 1983 | 122 ( 2-V)        | 218 ( 6-VIII) | 96                  |
|                      | 1984 | 107 (17-IV)       | 214 ( 2-VIII) | 107                 |
|                      | 1985 | 119 (29-IV)       | 200 (19-VII)  | 81                  |
|                      | 1986 | 127 ( 7-V)        | 211 (30-VII)  | 84                  |
| Alp                  | 1984 | 121 ( 1-V)        | 227 (15-VIII) | 106                 |
|                      | 1985 | ---               | 226 (14-VIII) | ---                 |
|                      | 1986 | ---               | 219 ( 7-VIII) | ---                 |
|                      | 1987 | ---               | 227 (15-VIII) | ---                 |
|                      | 1988 | 121 ( 1-V)        | 224 (12-VIII) | 103                 |
|                      | 1989 | 128 ( 8-V)        | ---           | ---                 |

Por otra parte, habiendo consultado el fichero de fenología de la Sociedad Española de Ornitología, se ha podido comprobar que, de las 3 fichas recogidas sobre fechas de primeras llegadas en Cataluña, los resultados son un tanto dispares (tabla 70). En este sentido, CORDERO-TAPIA (1983) afirma que la codorniz se considera en paso migratorio en El Masnou, siendo frecuente escuchar el típico canto de la especie en la primera mitad de mayo; no

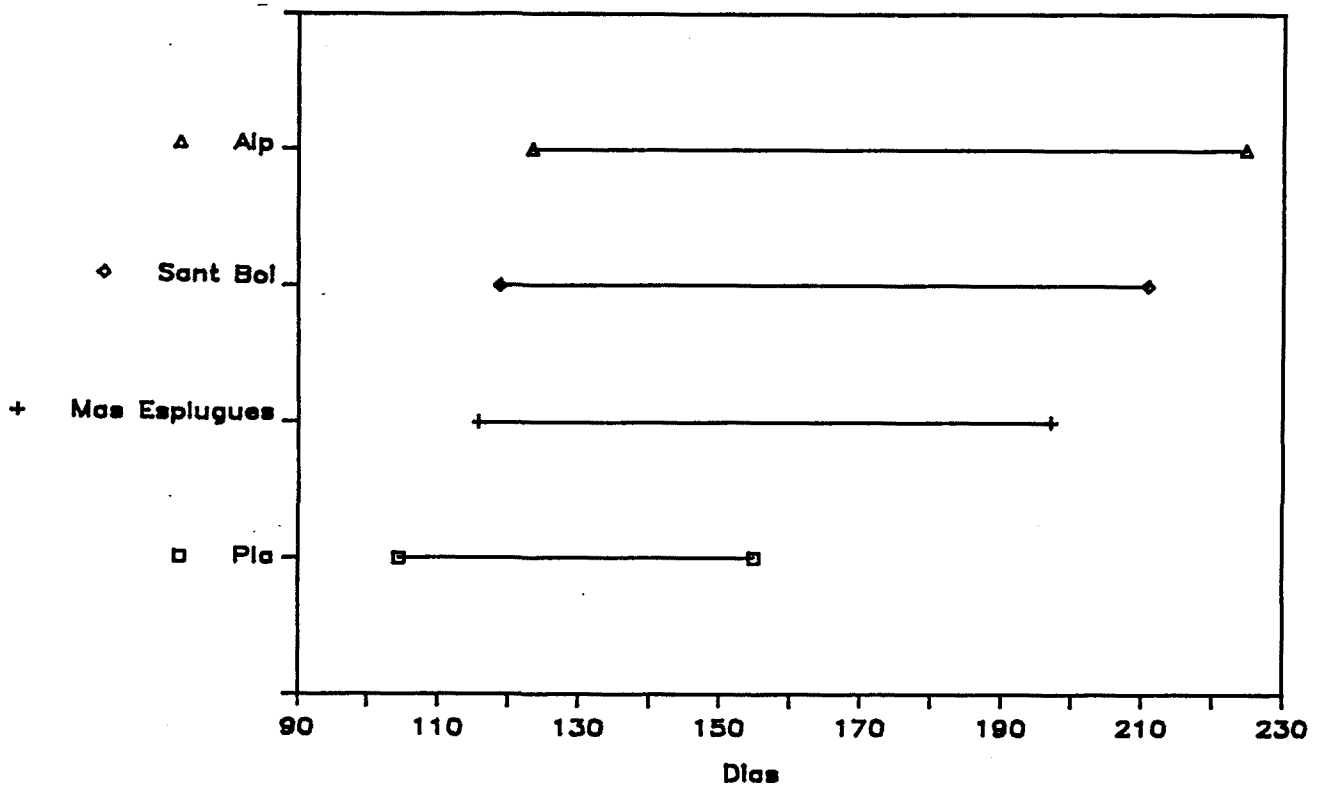


Figura 93.- Período medio de estancia de los machos de codorniz en cuatro localidades de estudio (Pla de Santa María, Mas Esplugues, Sant Boi de Lluçanés y Alp). El eje de abscisas muestra los días transcurridos desde el 1 de enero.

obstante, añade que en el año 1983 la primera cita correspondió al 22 de abril. El status de ave nidificante en la comarca está actualmente por dilucidar.

TABLA 70.- Relación de primeras llegadas de codorniz a Cataluña existentes en el fichero de la comisión de fenología de la Sociedad Española de Ornitología.

| AÑO  | MUNICIPIO | PROVINCIA | ALTITUD | FECHA  | COLABORADOR    |
|------|-----------|-----------|---------|--------|----------------|
| 1977 | El Masnou | Barcelona | 30-40 m | 6-VI   | García Serrano |
| 1978 | El Masnou | Barcelona | 30-40 m | 2-V    | García Serrano |
| 1981 | El Masnou | Barcelona | 30-40 m | 18-III | García Serrano |

Con respecto a los resultados de primeras llegadas obtenidos en el presente estudio, se ha investigado la posible influencia de diversas variables ambientales. Se ha estudiado la influencia de las condiciones meteorológicas del Pla de Santa María en los días previos a la llegada (30 días antes y 9 días antes).

Por otra parte, debe tenerse muy presente que, como indican numerosos investigadores (LAVAUNDEN 1924, VALVERDE 1957, MOREAU 1961, HEIM DE BALSAC & MAYAUD 1962, BERNIS 1966, GLUTZ et al. 1973), la codorniz se reproduce en el Norte de Africa (Sahara, Marruecos, Túnez y Argelia) en su viaje primaveral hacia Europa. Por esta razón, cabe pensar que las variables medio-ambientales en esas áreas geográficas pueden influir decisivamente en el viaje hacia Europa. Debido a ello, se ha analizado la influencia de las variables meteorológicas de la zona del Estrecho de Gibraltar, tomando un valor promedio de los valores de Sevilla y Cádiz durante las quincenas de los meses de febrero a abril.

Los resultados, expuestos en las tablas 71, 72 y 73, muestran una total falta de asociación entre la fecha en que se producen las primeras llegadas y las variables meteorológicas, tanto de la zona estudiada como de la zona del Estrecho de Gibraltar. Únicamente las precipitaciones caídas en el Pla de Santa María en los 9 días que preceden a las primeras llegadas se acercan a la significación estadística ( $p=0.0619$ ), siendo negativo el coeficiente de correlación entre ambas variables.

TABLA 71.- Análisis de regresión efectuados entre la fecha en que se producen las primeras llegadas de codorniz al Pla de Santa María (PLL) y las variables meteorológicas de los 30 días anteriores en dicha localidad. T=temperatura; P=precipitaciones. GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo).

| ANALISIS | F    | GL | P        |
|----------|------|----|----------|
| PLL-T    | 2.65 | 6  | 0.164 NS |
| PLL-P    | 0.48 | 6  | 0.520 NS |

TABLA 72.- Análisis de regresión efectuados entre la fecha en que se producen las primeras llegadas de codorniz al Pla de Santa María (PLL) y las variables meteorológicas de los 9 días anteriores en dicha localidad. T=temperatura; PR=precipitaciones. GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo).

| ANALISIS | F    | GL | P        |
|----------|------|----|----------|
| PLL-T    | 0.01 | 6  | 0.944 NS |
| PLL-PR   | 0.06 | 6  | 0.062 NS |

Es posible que otras variables meteorológicas no incluídas en el estudio incidan en el momento en que las codornices atraviesan el Estrecho de Gibraltar; MOREAU (1953, 1954 y 1956) afirma que la codorniz atraviesa el Estrecho en paso primaveral únicamente cuando soplan vientos del suroeste; no obstante, IRBY (1895) difiere en la dirección de los mismos, de una forma diametralmente opuesta. Por otra parte, si se considera que los movimientos que efectúan los individuos no son únicamente migratorios, sino que se encuentran también fuertemente imbricados a un nomadismo (véase capítulo 3.11.) se explicaría también la falta de asociación

TABLA 73.- Análisis de regresión efectuados entre la fecha en que se producen las primeras llegadas de codorniz al Pla de Santa María (PLL) y las variables meteorológicas de las quincenas primera y segunda de febrero, marzo y abril en la zona del Estrecho de Gibraltar. T=temperatura; PR=precipitaciones; F=primera quincena de febrero; 2F=segunda quincena de febrero; análogamente se representan las quincenas de marzo (M) y abril (A). GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo).

| ANALISIS | F    | GL | P        |
|----------|------|----|----------|
| PLL-T1F  | 0.98 | 5  | 0.377 NS |
| PLL-T2F  | 0.01 | 5  | 0.924 NS |
| PLL-T1M  | 0.27 | 5  | 0.631 NS |
| PLL-T2M  | 0.23 | 5  | 0.660 NS |
| PLL-T1A  | 0.01 | 5  | 0.979 NS |
| PLL-T2A  | 2.04 | 5  | 0.227 NS |
| PLL-PR1F | 0.01 | 5  | 0.945 NS |
| PLL-PR2F | 0.01 | 5  | 0.924 NS |
| PLL-PR1M | 0.76 | 5  | 0.433 NS |
| PLL-PR2M | 0.23 | 5  | 0.660 NS |
| PLL-PR1A | 0.14 | 5  | 0.729 NS |
| PLL-PR2A | 2.04 | 5  | 0.227 NS |

encontrada entre las primeras llegadas y las variables meteorológicas. Ciertamente, las fechas de primeras llegadas a Europa desde la parte más meridional (sur de España) hasta la más septentrional (Escandinavia); muestran una dilación temporal gradual probablemente exagerada en términos de una migración clásica (figura 94).

Así, las primeras llegadas en Andalucía se verifican a mediados de marzo (MUÑOZ-COBOS, com. pers.); en Cataluña a mediados de abril y primeros de mayo (resultados del presente estudio); en Centroeuropa también a mediados de abril pero principalmente a principios de mayo (GLUTZ et al. 1973); en Suecia a primeros de junio (LARSSON 1968). Si se tiene en cuenta que la velocidad

## Regresion primeras llegadas-latitud

$$Y=2.93*X-21.69; r=0.95; p=0.048$$

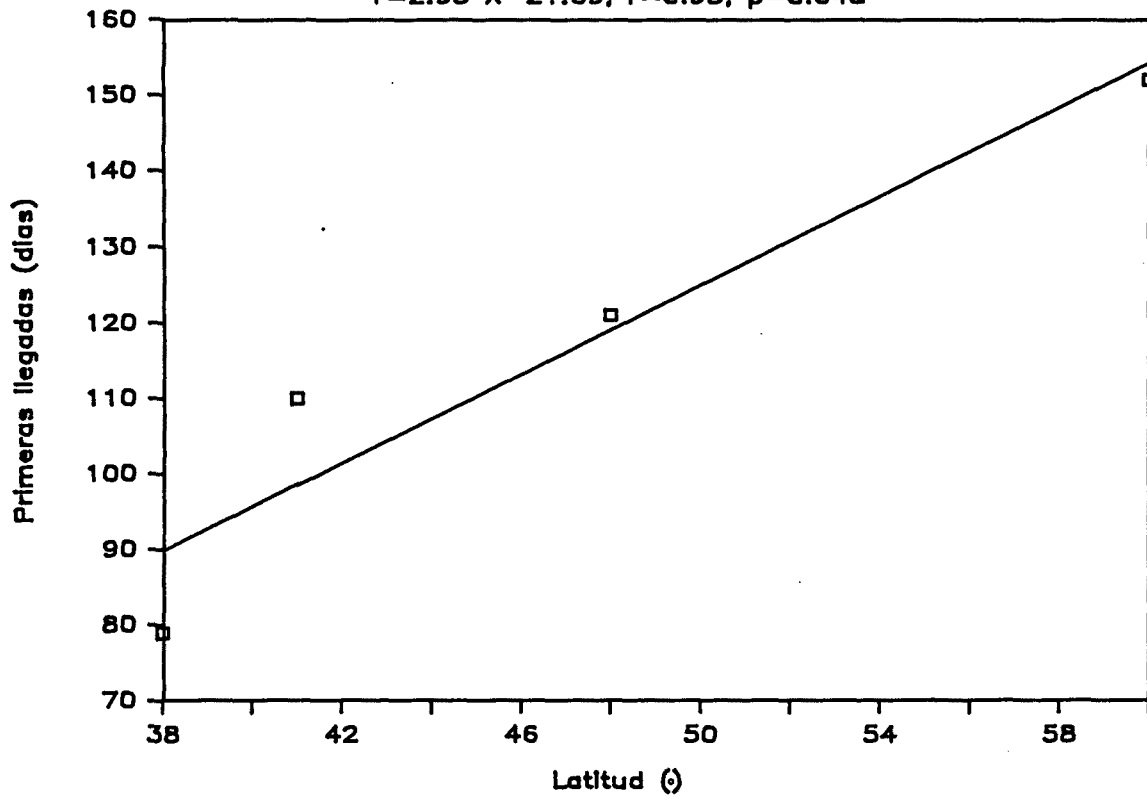


Figura 94.- Relación existente entre la fecha en que se producen las primeras llegadas de codorniz (expresada en días transcurridos desde el 1 de enero) y la latitud (expresada en °).

estimada de la codorniz es de unos 90 km/h (LYNES 1910), parece un tanto exagerado que las codornices tarden tanto en llegar de Andalucía a Cataluña y de Centroeuropa a Suecia, si no existe un nomadismo imbricado con los movimientos migratorios. Sobre esta cuestión se incide más adelante en este capítulo cuando se tratan las relaciones entre la duración del período de estancia y el biotopo (apartado 3.6.3.2.1.).

### 3.6.3.1.2.- Relaciones con variables de tipo geográfico

Con respecto a las variables de tipo geográfico (tabla 74 y figura 95), cabe señalar que la fecha en que se producen las primeras llegadas en su valor promedio en cuatro localidades de estudio que se encuentran a distinta latitud y altitud (Pla de Santa María, Mas Esplugues, Sant Boi de Lluçanés y Alp) no se hallan asociados a la primera, pero prácticamente sí se hallan asociados a la segunda. Ello quiere decir que la latitud no influye en las fechas en las que se producen las primeras llegadas, en los rangos tan estrechos como el estudiado. En cambio, sí se puede hablar de una relación con la altitud, en el sentido de que las primeras llegadas se producen más tardíamente en las localidades de mayor altitud sobre el nivel del mar.

TABLA 74.- Análisis de regresión efectuados entre la fecha media en que se producen las primeras llegadas de codorniz (PLL) en cuatro localidades catalanas (Pla de Santa María, Mas Esplugues, Sant Boi de Lluçanés y Alp) en relación con la latitud (L) y la altitud (A).  $R^2$ =coeficiente de determinación; GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo).

| ANALISIS | COEF. DE REGRESION | ORDENADA EN EL ORIGEN | T    | $R^2$ | F     | GL | P        |
|----------|--------------------|-----------------------|------|-------|-------|----|----------|
| PLL-L    |                    |                       |      |       | 4.18  | 3  | 0.177 NS |
| PLL-A    | 0.023              | 8.252                 | 4.06 | 0.89  | 16.44 | 3  | 0.056 NS |

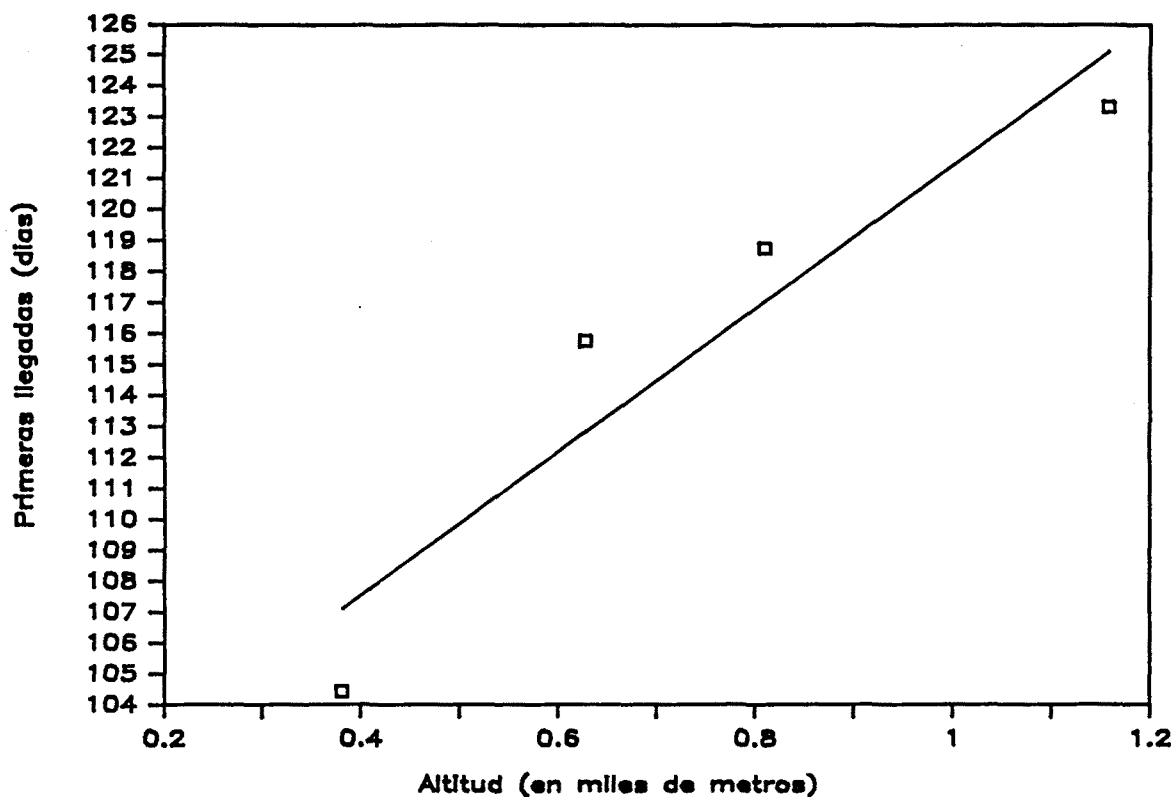


Figura 95.- Relación entre la fecha promedio en que se producen las primeras llegadas (ordenadas) y la altitud (abscisas) en cuatro localidades de estudio.

### 3.6.3.1.3.- Relaciones con el biotopo

Este último resultado induce a pensar que, a medida que se asciende en altitud, las condiciones meteorológicas determinan un retraso en el ciclo de los cereales, que a su vez influyen en el de la codorniz. En efecto, como puede apreciarse en la tabla 75 y en la figura 96, existe una relación entre la fecha en que se producen las primeras llegadas de codorniz en cuatro localidades catalanas y la fecha en la que se verifica el estado de madurez de los cereales en ellas. Esta relación es, como sería previsible esperar, directa, lo que implica que las primeras llegadas se

producen más tarde en las zonas en las que más tarde se da la maduración de los cereales. Esta maduración también está asociado de forma directa con la altitud de la zona, como se muestra en la figura 97.

TABLA 75.- Análisis de regresión efectuados entre la fecha media en que se producen las primeras llegadas de codorniz (PLL) en cuatro localidades catalanas (Pla de Santa María, Mas Esplugues, Sant Boi de Lluçanés y Alp) en relación con la fecha en la que se da la madurez de los cereales (MMC) y con la duración del período de maduración de los mismos (DMC). R<sup>2</sup>=coeficiente de determinación; GL=grados de libertad; P=probabilidad de error ( NS=no significativo; \*=p<0.05).

| ANALISIS | COEF. DE REGRESION | ORDENADA EN EL ORIGEN | T    | R <sup>2</sup> | F     | GL | P        |
|----------|--------------------|-----------------------|------|----------------|-------|----|----------|
| PLL-MMC  | 0.516              | 25.829                | 6.83 | 0.96           | 46.63 | 3  | 0.021*   |
| PLL-DMC  |                    |                       |      |                | 45.99 | 2  | 0.093 NS |

No obstante, las variaciones anuales que se dan en las primeras llegadas a una localidad no son explicadas por el momento en que maduran los cereales, como lo muestra el análisis de regresión efectuado con datos de primeras llegadas al Pla de Santa María (tabla 76).

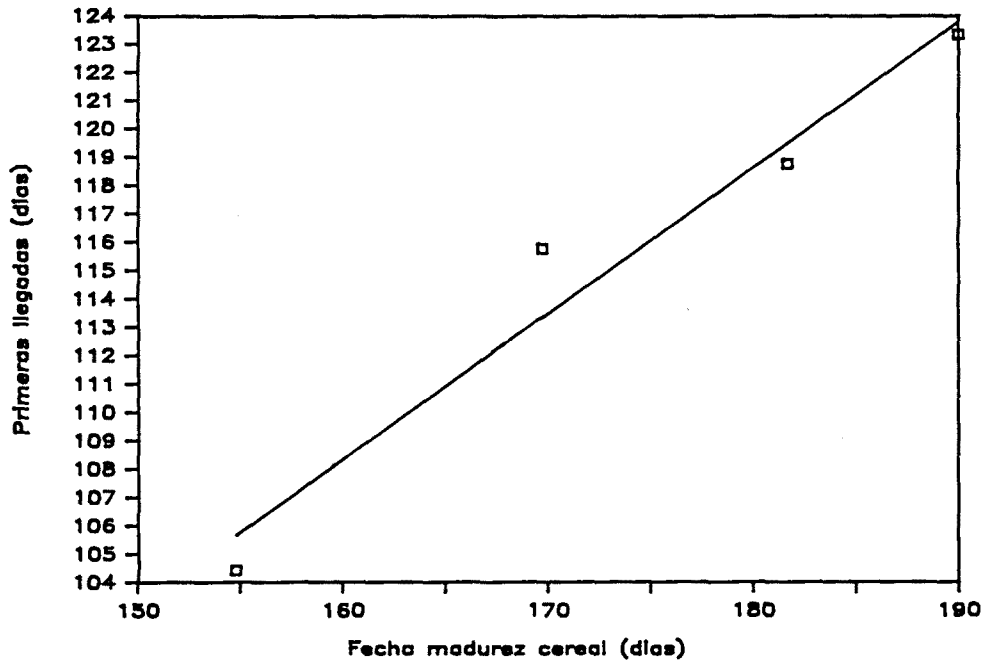


Figura 96.- Relación entre la fecha promedio en que se producen las primeras llegadas (ordenadas) y la fecha promedio en la que se verifica la madurez de los cereales (abscisas) en cuatro localidades de estudio.

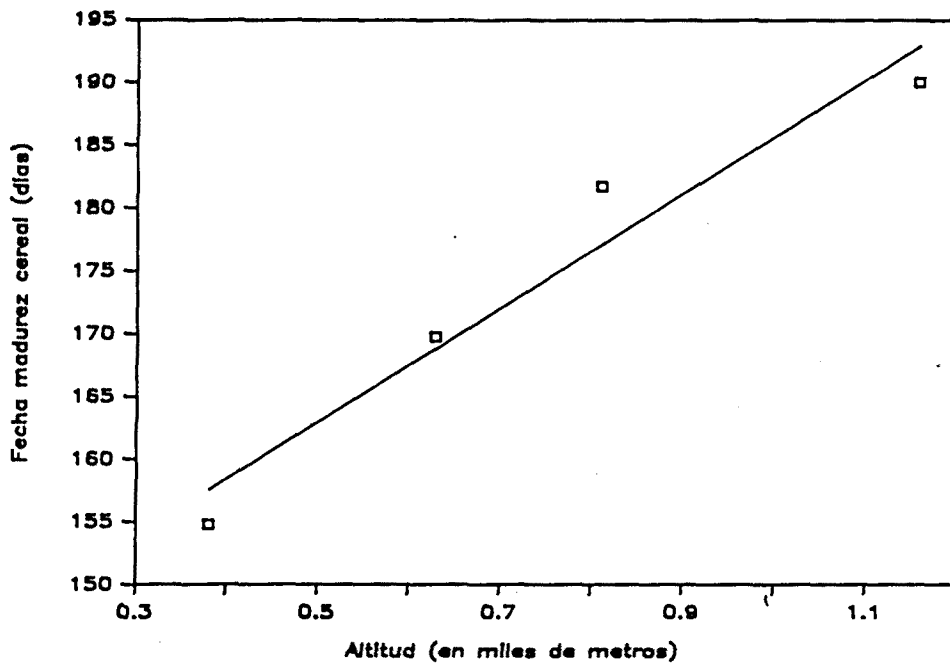


Figura 97.- Relación entre el momento promedio en que se da la maduración de los cereales (ordenadas) y la altitud (abscisas) en cuatro localidades de estudio.

TABLA 76.- Análisis de regresión efectuado entre la fecha en que se producen anualmente las primeras llegadas de codorniz al Pla de Santa María (PLLPSM) y el momento en que se verifica la madurez de los cereales en dicha localidad (MMC). GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo).

| ANALISIS       | F    | GL | P        |
|----------------|------|----|----------|
| PLLPSM-<br>MMC | 0.78 | 4  | 0.779 NS |

Cabría preguntarse si la altura de los campos de cereales puede ser un factor determinante en la fecha en la que se producen las primeras llegadas de codorniz a una zona. Es decir, si el establecimiento de migrantes en una zona requiere unas ciertas condiciones de altura por parte de los campos de cultivo que constituyen su biotopo.

Por esta razón, se han realizado dos análisis de regresión con los datos de primeras llegadas en el Pla de Santa María. En el primero, se ha tomado como variable independiente la altura de los cereales en las fechas en que se producen las llegadas; en el segundo, se ha tomado la fecha en la que los cereales se aproximan a la asíntota en su curva de crecimiento. Los resultados obtenidos (tabla 77) muestran que en ninguno de los dos casos hay relación, por lo que puede concluirse que la altura de los cultivos no es un factor determinante en las fechas en las que un individuo migrante "decide" establecerse en una zona; posiblemente, el requerimiento mínimo exigido se cumple con creces y no es, por tanto, un factor limitante. La tabla 78, que recoge la altura media de los cereales

en el momento en que se producen las primeras llegadas al Pla de Santa María durante los años 1983 a 1989, exhibe una fuerte heterogeneidad que oscila entre 17.96 y 42.83 cm. El coeficiente de variación es elevado, del 31.7 %; dado que la altura de una codorniz en posición erguida es de 10-14 cm, puede apreciarse que, efectivamente, incluso en el peor de los casos el cultivo cubre completamente al animal.

TABLA 77.- Análisis de regresión efectuados entre la fecha en que se producen anualmente las primeras llegadas de codorniz al Pla de Santa María (PLL) y a) la altura de los campos de cereal en esa fecha (AC). b) la fecha en la que los cereales se aproximan a la asíntota en su curva de crecimiento (FA). GL=grados de libertad; P=probabilidad de error (NS=no significativo).

| ANALISIS | F    | GL | P        |
|----------|------|----|----------|
| PLL-AC   | 0.08 | 6  | 0.787 NS |
| PLL-FA   | 0.95 | 6  | 0.375 NS |

TABLA 78.- Altura media de los cereales (en cm) en la fecha en que se producen las primeras llegadas al Pla de Santa María. DS=desviación standard; CV=coeficiente de variación.

| AÑO      | ALTURA CEREAL |
|----------|---------------|
| 1983     | 39.16         |
| 1984     | 24.09         |
| 1985     | 20.60         |
| 1986     | 34.15         |
| 1987     | 30.32         |
| 1988     | 17.96         |
| 1989     | 42.83         |
| PROMEDIO | 29.87         |
| DS       | 9.43          |
| CV       | 31.69         |