



ABRIR RESULTADOS

RESULTADOS

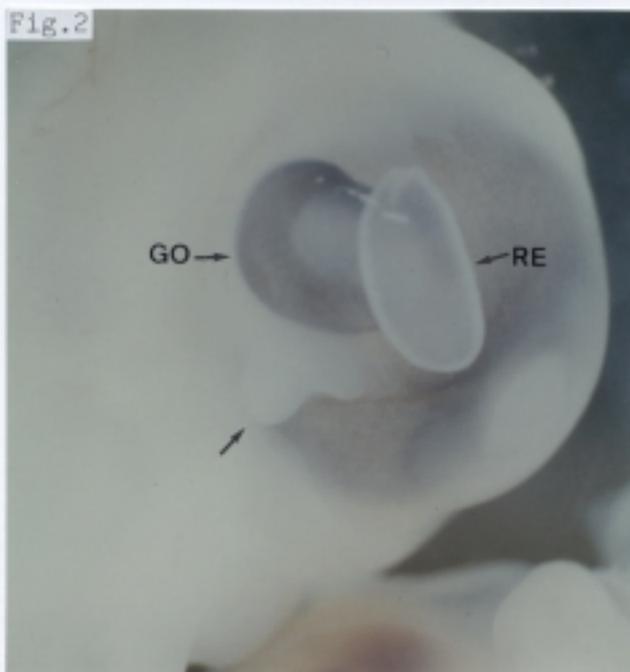
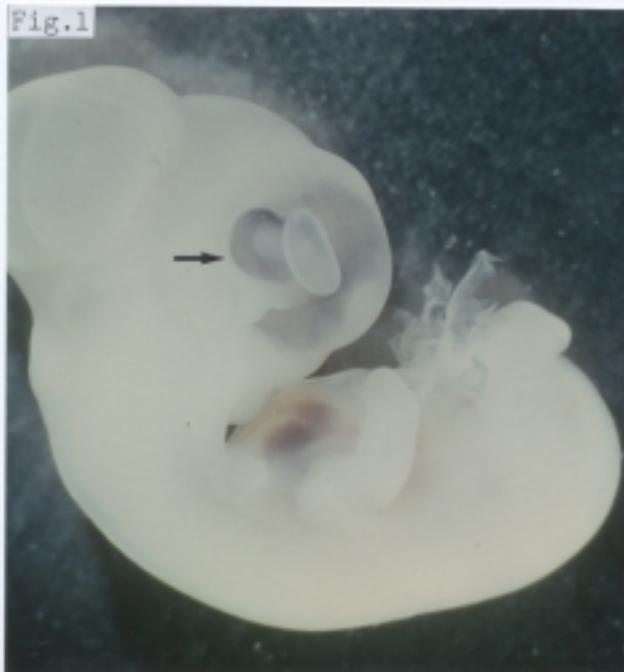
(INJERTOS)

EMBRION 0-8

EMBRION 0-8

Fig.1: Visión lateral derecha donde se observa el desarrollo del embrión y la localización del injerto (flechas). (1,1x)

Fig.2: Detalle donde vemos que parte del injerto está pigmentado y semeja un globo ocular. También existe una estructura translúcida vesiculada y otra lobulada y de mayor consistencia (flechas). (2,6x)



ESTADIO 2+: EMBRION CT-145

Fig.2: Corte horizontal oblicuo del segmento anterior donde vemos la pigmentación del borde libre de los párpados. Por el estroma corneal transcurre un nervio (flecha). El ángulo irido-corneal está roto por la adherencia entre el iris y el epitelio anterior del cristalino. (BB, 4x)

Fig.3: Detalle de la córnea que muestra como las células superficiales (degeneradas) del epitelio se van descamando. En el estroma vemos que la ordenación del colágeno y los queratocitos es diferente entre el tercio externo y el resto. (BB, 40x)

Fig.4: Detalle de la *pars terminalis retinae*. Parte de la retina ciega también se ha separado del epitelio pigmentado. (BB, 40x)

Fig.5: Corte donde vemos todas las capas de la retina neurosensorial y las interdigitaciones entre los artículos externos de los fotorreceptores y el epitelio pigmentado. (BB, 40x)

Fig.6: Detalle del pecten en cuya base se encuentran los vasos sanguíneos de donde parten las ramas que se introducen en los pliegues. (BB, 10x)

EMBRION: 0-8

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 10 Z, 16 pares de somitos), en región periocular del ojo derecho de un embrión de pollo (E: 18 HH).

Se reincuba durante 72 horas. Al abrir el huevo, el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 18+ Z.

Estadio teórico del Receptor: 28-29 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión está perfectamente formado y ha alcanzado un estadio 28+ HH.

El injerto se ha desarrollado junto al globo ocular derecho, entre éste y el tectum óptico.

Observamos una estructura ovalada y muy pigmentada que en el centro deja un orificio libre de pigmento semejante a la pupila. A través de ese orificio vemos una formación blanquecina que corresponde al cristalino. La zona pigmentada presenta unas líneas perpendiculares al orificio pupilar; además está atravesada parcialmente por un vaso sanguíneo.

Entre esta estructura, que semeja un globo ocular, y el ojo derecho del receptor existe una formación vesiculada y translúcida.

Por último, caudalmente al globo ocular desarrollado, se distingue otra estructura de consistencia más dura, color blanco y forma lobulada. (figuras 1 y 2)

ESTUDIO MICROSCOPICO:

En una visión panorámica, observamos que a partir del injerto se ha desarrollado un esbozo de globo ocular y entre él y el ojo derecho del receptor, una estructura nerviosa derivada del embrión donante. (figuras 3 a 6 y 9)

Vamos a estudiar en primer lugar el globo ocular .

Se ha desarrollado un cristalino que está orientado hacia la superficie del embrión. Presenta un epitelio anterior que se engruesa ligeramente en las zonas ecuatorial y preecuatorial. Los núcleos de las fibras primarias se disponen en forma de "media luna", muy cerca del epitelio anterior.

Hemos observado que casi toda la cápsula posterior y en algunas zonas el epitelio anterior (figura 11c), están en íntimo contacto con la capa interna de la vesícula óptica (retina del injerto). Incluso en algunos cortes parece que el cristalino es una continuación de la retina. (figuras 5, 6, 10 y 11a a 11d)

Aunque la mayor parte del epitelio anterior del cristalino se relaciona con retina y epitelio pigmentado, en algunas zonas está cubierto por una capa celular que lateralmente se continúa con el ectodermo superficial. Esta capa celular parece que corresponde al esbozo de la córnea. (figuras 5, 10 y 11d)

Entre el esbozo corneal, el cristalino y los bordes de la vesícula óptica se forma un espacio ópticamente vacío que identificamos como el esbozo de la cámara anterior. (figuras 5, 10 y 11d)

Existe una condensación mesodérmica que rodea el ojo derecho del receptor y que se extiende rodeando también casi todo el injerto. (figuras 3 a 6)

A partir de la capa externa de la vesícula óptica se ha desarrollado el epitelio pigmentado, pero presenta una serie de particularidades.

Normalmente está pigmentado, pero en algunas zonas comienza a perder el pigmento y se une, sin solución de continuidad, con el ectodermo superficial del receptor. (figuras 3, 4, 6, 12 y 13)

En otras zonas pierde bruscamente el pigmento y también se une, sin solución de continuidad, con la estructura nerviosa que se ha desarrollado en la vecindad. (figuras 14 y 15)

En el resto del globo ocular, el epitelio pigmentado se comporta normalmente; es decir, a nivel del borde de la vesícula óptica se pliega y se continúa con la retina (capa interna). (figuras 5 y 11a a 11d)

En las zonas donde está pigmentado, los granos de pigmento ocupan toda la célula o se localizan en la superficie que no está en contacto con la retina. (figura 7)

A partir de la capa interna de la vesícula óptica se ha desarrollado la retina. Pero como ocurría con el epitelio pigmentado, la retina presenta varios detalles interesantes.

En primer lugar vemos que una parte de la retina ha crecido dentro del embrión y otra fuera. Esta última porción corresponde a la estructura translúcida y vesiculada que veíamos en las imágenes macroscópicas. (figuras 3 a 6)

La retina que se localiza en el interior presenta gran espesor y muchos pliegues. No es posible identificar una estratificación en capas, aunque en la superficie interna existe una estrecha franja acelular que podría corresponder a la capa de fibras ópticas. El epitelio pigmentado no acompaña los pliegues de la retina. (figuras 3 a 7)

La retina que se ha desarrollado en el exterior tiene un espesor sensiblemente inferior, no presenta pliegues ni está rodeada por el epitelio pigmentado. Tampoco existe una estratificación celular definida. (figuras 3 a 6 y 8)

Si estudiamos con detenimiento ambas retinas, vemos que en la zona donde el epitelio pigmentado se une con el ectodermo superficial, la retina interna se continúa con la externa (figuras 4, 6, 12 y 14). Sin embargo, en la región donde el epitelio pigmentado se continúa con la retina interna, (borde de la vesícula óptica) la retina externa surge del ectodermo superficial. (figuras 4 a 6 y 11a a 11c)

La formación nerviosa que se ha desarrollado entre el globo ocular del injerto y el ojo derecho del receptor no crece en ninguna dirección ni se une a otras estructuras. En algunas zonas, adopta forma ovalada con una luz en el interior parecida a la morfología del sistema nervioso. (figuras 3 a 6)

EMBRION 0-8

Fig.3: Corte horizontal oblicuo que muestra la situación del injerto (flechas). (HC, 2x)

Fig.4: Corte a otro nivel donde observamos que entre el injerto y el ojo derecho se ha desarrollado una estructura nerviosa. Vemos que una parte del injerto se encuentra vesiculada fuera del receptor. (HC, 4x)

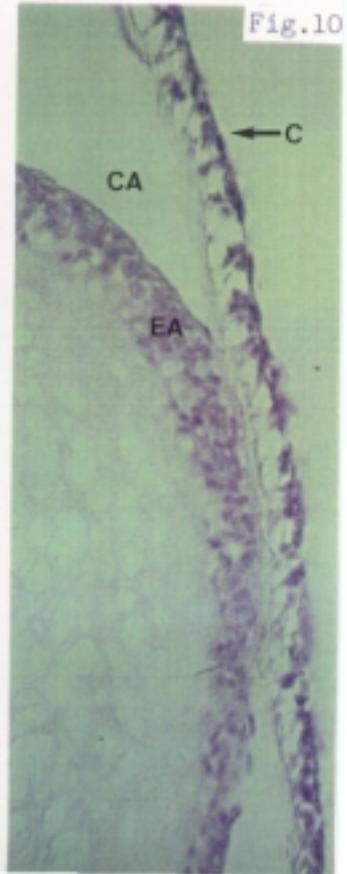
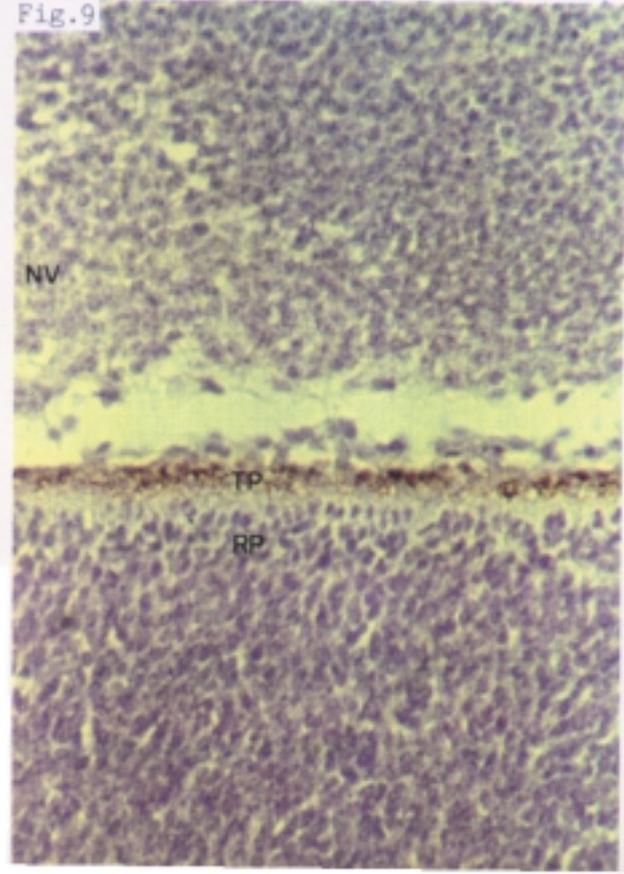
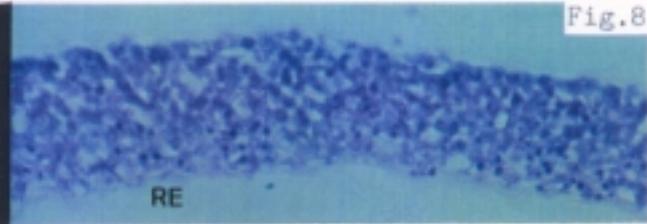
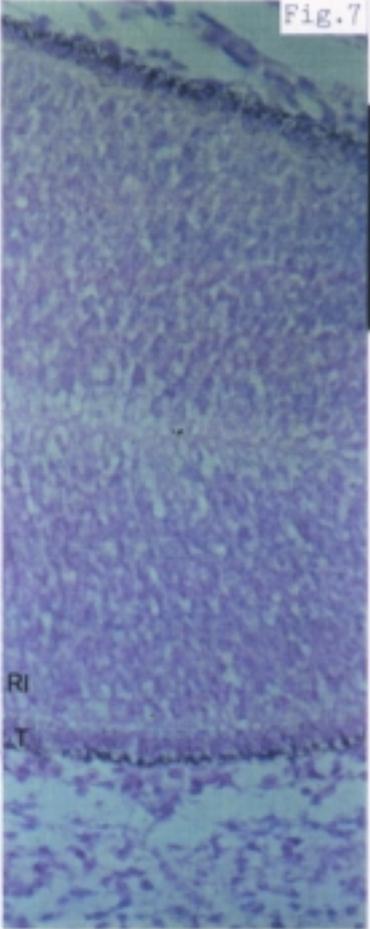
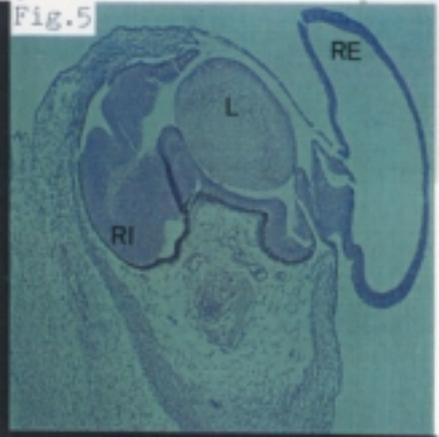
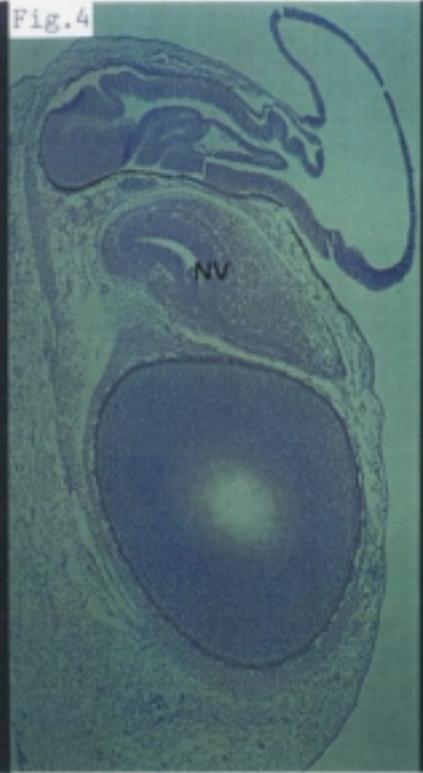
Figs.5 y 6: Cortes donde se observa que también se ha diferenciado un cristalino. (HC y FE, 4x)

Fig.7: Detalle de la retina y epitelio pigmentado plegados sobre sí mismos y como se han desarrollado comprimidos dentro del receptor. (HC, 40x)

Fig.8: Detalle de la retina que se ha desarrollado fuera del embrión y en ausencia de epitelio pigmentado. (FE, 40x)

Fig.9: Arriba, detalle de la estructura nerviosa donde podemos distinguir perfectamente los nucleolos de las células. Abajo y separada por su epitelio pigmentado, vemos la retina del ojo derecho del receptor en donde no son visibles los nucleolos. (FE, 40x)

Fig.10: Detalle de la estructura que puede corresponder al esbozo corneal. Presenta una sola capa de células. (FE, 40x)

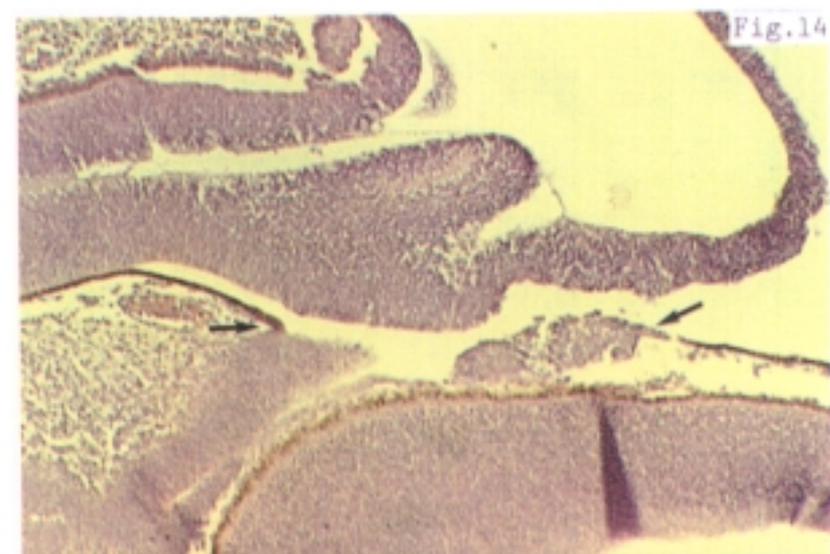
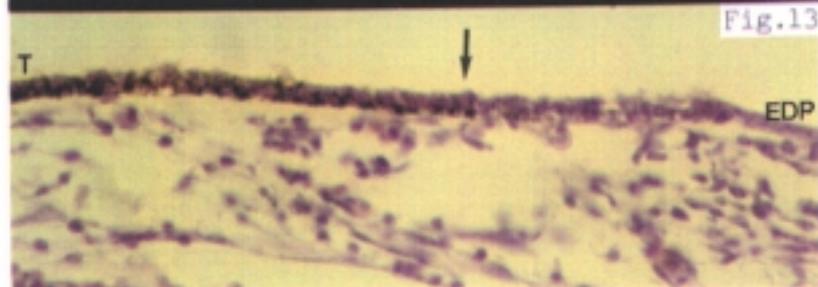
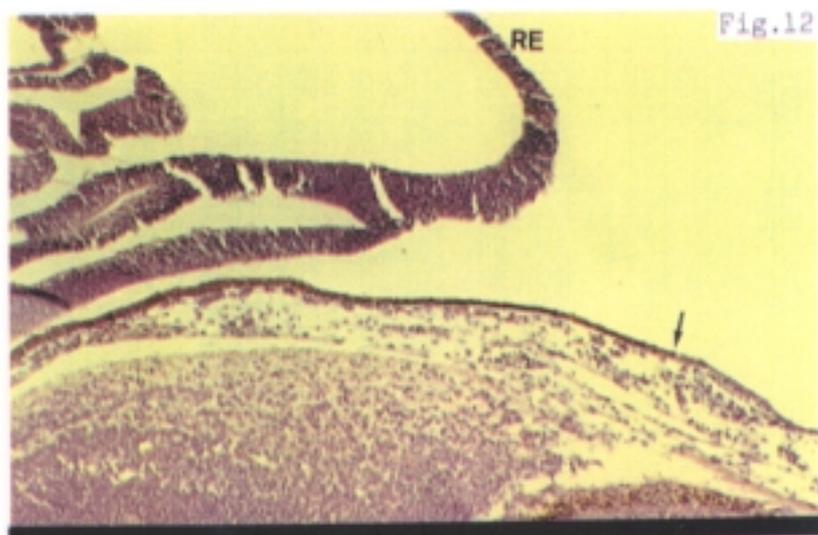
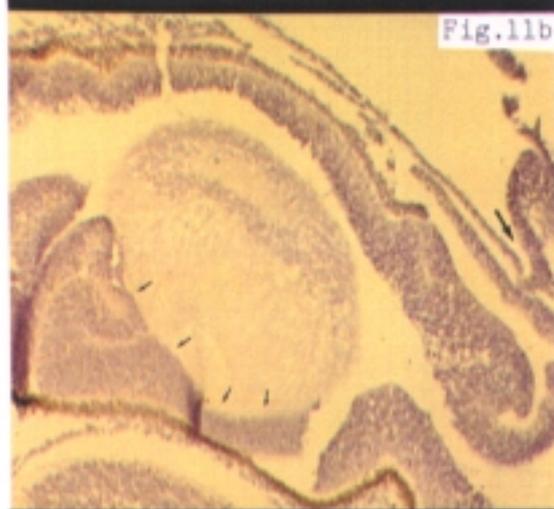


Figs.11a a 11d: Cortes seriados del cristalino donde podemos observar la íntima relación (flechas pequeñas) que existe entre la pared proximal o cápsula posterior cristaliniana con la retina del injerto. También vemos que la retina externa se continúa con el ectodermo superficial (flechas grandes). (FE, 10x)

Figs.12 y 13: Cortes que muestran como el epitelio pigmentado del injerto se une, sin solución de continuidad (flechas), con el ectodermo del embrión receptor. (FE, 10x y 40x)

Fig.14: Corte donde vemos que en algunas zonas el epitelio pigmentado se continúa (flechas) con la estructura nerviosa desarrollada entre el injerto y el globo ocular derecho del receptor. (HC, 10x)

Fig.15: Detalle del punto en el que el epitelio pigmentado se continúa con la estructura nerviosa, diferenciada también a partir del injerto. (HC, 20x)



EMBRION O-35

EMBRION: O-35

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 10 Z, 16 pares de somitos), en región periocular del ojo derecho de un embrión de pollo (E: 18 HH).

Se reincuba durante 73 horas. Al abrir el huevo, el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 19-20 Z.

Estadio teórico del Receptor: 28-29 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión receptor está perfectamente formado y ha alcanzado un estadio 28+ HH.

El injerto se ha desarrollado sobre el ojo derecho del embrión receptor, entre el orificio pupilar y el borde dorsal del globo ocular. A ese nivel vemos una estructura redondeada, ligeramente pigmentada y en el centro una formación blanquecina que puede corresponder al cristalino.

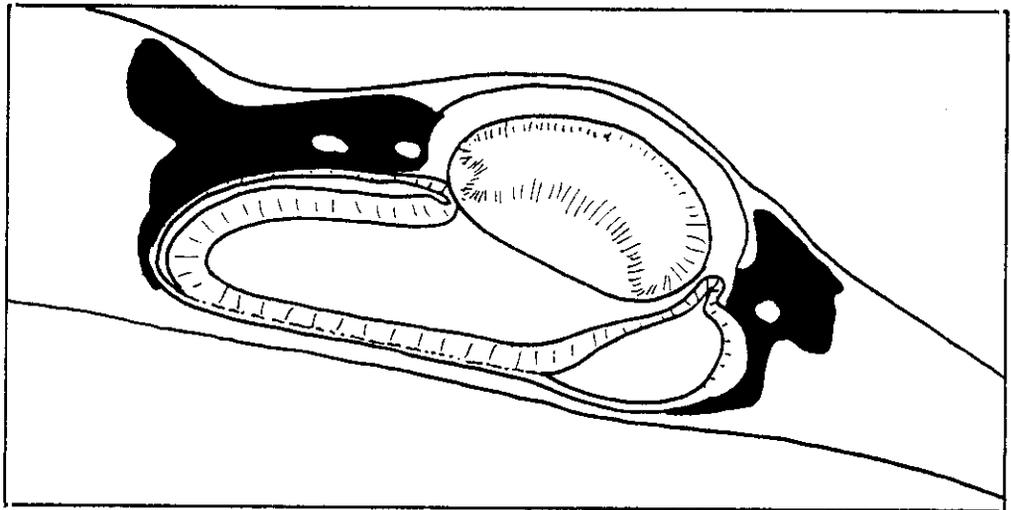
ESTUDIO MICROSCOPICO:

Lo que más llama la atención es la gran diferencia de tamaño entre el globo ocular desarrollado a partir del injerto y el ojo derecho del receptor. (figura 1)

La condensación mesodérmica que rodea el globo ocular derecho del embrión de pollo se interrumpe justo a nivel del injerto. (figuras 1 a 3)

Parte del mesodermo que rodea el globo ocular pertenece al propio injerto. En el esquema de la figura 3, las zonas negras muestran el mesodermo del injerto.

Esquema de
la fig.3



La cavidad vítrea no está ópticamente vacía, pues en algunas zonas existe una sustancia que capta de forma tenue el colorante. (figura 3)

La córnea presenta dos capas de células (esbozos del epitelio y endotelio), separadas por un estrato acelular.

La capa externa o epitelio corneal es gruesa, tiene una o dos hileras de células cúbicas y sus nucleolos no destacan ni con la tinción de Feulgen. Esta capa se continúa periféricamente con el ectodermo del embrión receptor.

En la capa interna o endotelio corneal, solamente se distingue una hilera de células planas y aunque sus nucleolos no son muy evidentes, esta capa se continúa periféricamente con células mesodérmicas pertenecientes al injerto como vemos en el esquema anterior que muestra el tejido mesodérmico de codorniz. (figuras 3 y 4)

En el cristalino no se observan restos de la cámara cristaliniana debajo del epitelio anterior. Este epitelio que presenta gran cantidad de células, se engruesa a nivel ecuatorial y preecuatorial. Las células de la pared proximal (fibras primarias del cristalino), elongadas hasta contactar con el epitelio anterior, tienen sus núcleos en forma de "media luna" y los nucleolos se distinguen claramente. (figuras 3, 4 y 7)

Entre la córnea y el cristalino existe un espacio ópticamente vacío que identificamos como el esbozo de la cámara anterior. (figuras 4 y 6-8)

Los bordes de la vesícula óptica no engloban completamente el cristalino, incluso en algunas zonas se sitúan por detrás de él. (figuras 2 y 3)

Entre ambas capas de la vesícula óptica quedan restos del ventrículo óptico que se localiza perfectamente en los borde de ésta. (figuras 3 y 6)

En otra zona de la vesícula óptica observamos que ambas capas están muy separadas. El espacio que queda entre ambas no se parece al ventrículo óptico que veíamos anteriormente. Además las características que presentan las capas interna y externa son diferentes a las que muestran en el resto de la

vesícula óptica. (figuras 3 y 7)

Dejando para después la descripción de esta zona, vamos a estudiar las características que presentan las capas de la vesícula óptica en el resto del injerto.

En el área central la capa externa (futuro epitelio pigmentado) es muy fina y presenta una clara pigmentación, aunque los granos de pigmento no enmascaran el resto del contenido celular. En los bordes, el pigmento va desapareciendo a la vez que aumenta el espesor de la capa. (figuras 3, 5 y 6)

La capa interna (esbozo de la retina) muestra un espesor más homogéneo en todas las zonas de la vesícula óptica. Aunque no se distingue ninguna estratificación en capas, parece existir mayor condensación celular en la mitad interna de la capa. (figuras 3, 5 y 6)

Vamos a estudiar detenidamente la zona en la que ambas capas de la vesícula óptica se han desarrollado separadas.

A ese nivel la capa externa va perdiendo la pigmentación a la vez que aumenta de forma considerable su espesor.

La capa interna, por el contrario, disminuye su espesor a más de la mitad, mientras que las células en esa zona no tienen la ordenación que veíamos en el resto de la retina. (figuras 3 y 7)

Revisando todo el globo ocular no hemos encontrado indicios del nervio óptico.

EMBRION 0-35

Fig.1: Corte horizontal oblicuo que muestra la localización del injerto (flecha). (HC, 1,9x)

Fig.2: Corte donde observamos como la condensación mesodérmica que rodea el ojo derecho del embrión receptor (flechas), desaparece en la vecindad del injerto. (HC, 4x)

Fig.3: Corte donde vemos las estructuras que se han desarrollado a partir del injerto. (HC, 10x)

Fig.4: Detalle del epitelio, estroma acelular y endotelio corneales, y del epitelio anterior del cristalino. (HC, 40x)

Fig.5: Detalle de la retina y del epitelio pigmentado del injerto a nivel central. También observamos el epitelio pigmentado del receptor. (HC, 40x)

Fig.6: Detalle del borde de la vesícula óptica donde vemos que la capa externa a ese nivel no está pigmentada. Son evidentes los nucleolos de las células mesodérmicas que rodean el borde de la vesícula óptica. (HC, 40x)

Fig.7: Detalle de la zona en la que ambas capas de la vesícula óptica se han desarrollado separadas. (HC, 40x)

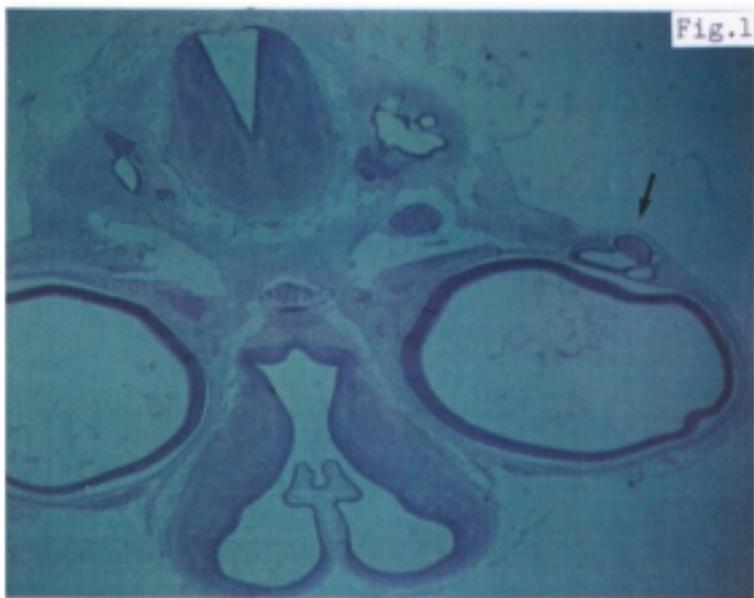


Fig.1

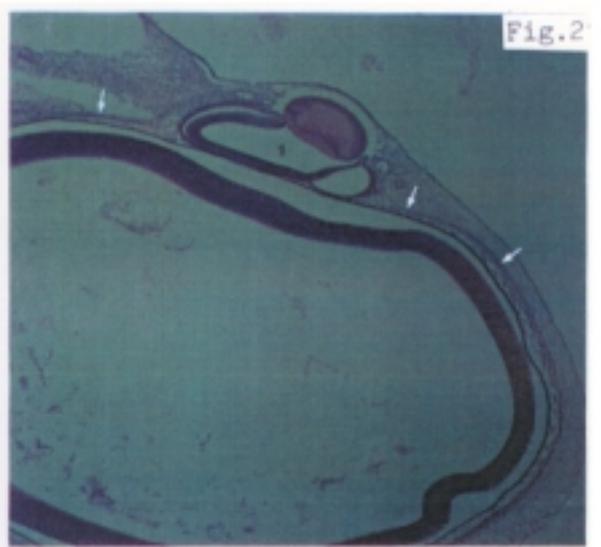


Fig.2

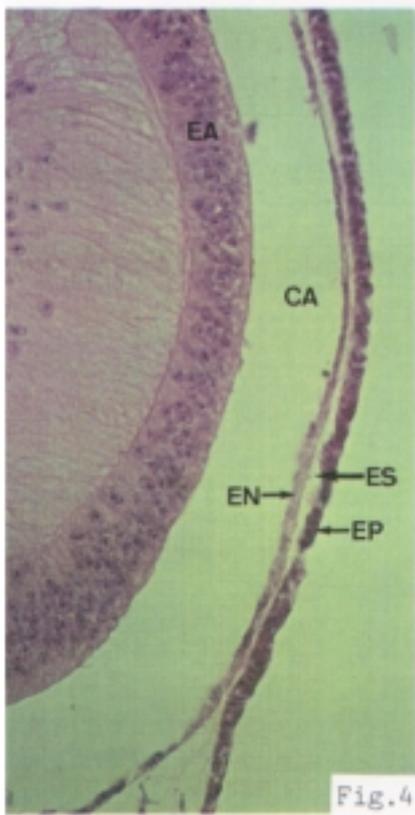


Fig.4



Fig.3

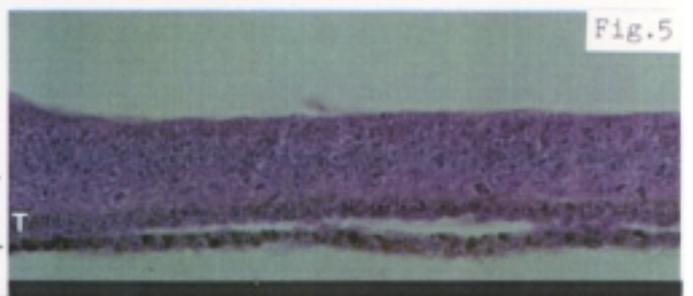


Fig.5

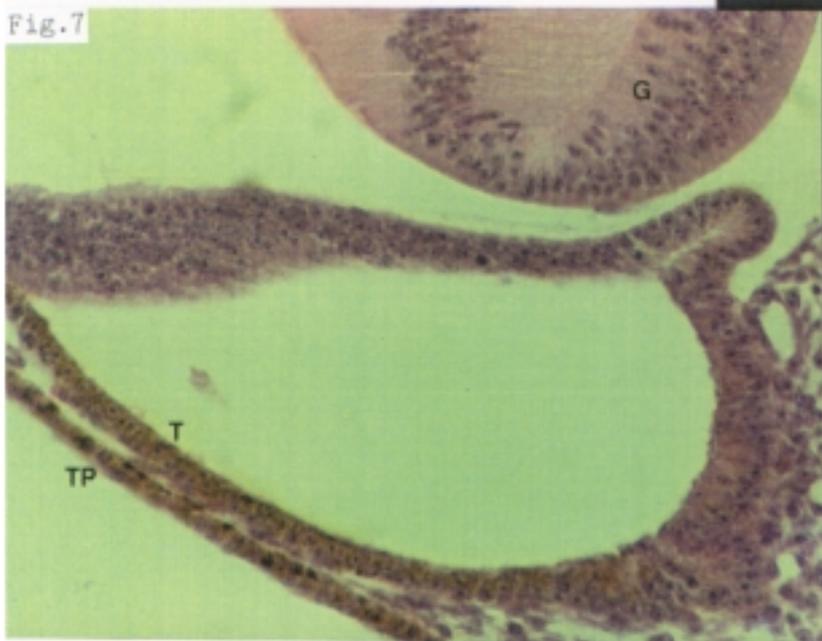


Fig.7



Fig.6

EMBRION O-45

EMBRION: 0-45

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 10+ Z, 18 pares de somitos), en región periocular del globo ocular derecho de un embrión de pollo (E: 18+ HH).

Se reincuba durante 6 días y 2 horas. Al abrir el huevo, el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 24-25 Z.

Estadio teórico del Receptor: 35 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión presenta una celosomía abdominal con protusión de corazón, pulmones, hígado e intestino, como vísceras más importantes y ha alcanzado un estadio 34+ HH.

El embrión se ha desarrollado sobre el ojo derecho del embrión de pollo entre la córnea y el borde caudal del tectum óla parte ventral; es decir, las más cercana a la córnea del receptor.

ESTUDIO MICROSCOPICO:

En este embrión hemos observado una serie de detalles en relación con el cristalino y con ambas capas de la vesícula óptica que merecen ser estudiados con detenimiento, por ello lo dejamos para el final.

El injerto se ha desarrollado sobre el ojo derecho del receptor y se extiende casi desde la córnea hasta el tectum óptico. En algunas zonas ambos epitelios pigmentados están en contacto. (figuras 1 a 3, 6 y 7)

El cartílago escleral del ojo derecho del receptor finaliza en el espacio que se forma entre éste y el injerto. (figura 2)

El tejido mesodérmico del receptor rodea todo el injerto excepto en aquellos puntos donde decíamos que los epitelios pigmentados estaban en contacto. (figuras 1 y 2)

Revisando todo el injerto no hemos observado la diferenciación de la córnea, ni siquiera de algún esbozo.

A partir de la capa interna de la vesícula óptica se ha desarrollado la retina. Una parte se ha diferenciado en retina neurosensorial y otra en retina ciega.

En algunas zonas la transición entre ambas (*pars terminalis retinae*) se realiza normalmente e incluso, como veíamos en los controles, la retina visual está desprendida del epitelio pigmentado, mientras que la retina ciega permanece íntimamente unida a él.

En varias zonas del injerto se han desarrollado unos pliegues que corresponden a los procesos ciliares. En su espesor participan el epitelio pigmentado, la retina ciega

(*pars ciliaris retinae*) y en ocasiones el mesodermo. (figuras 3, 4, 8g y 8h)

Prácticamente toda la retina neurosensorial está separada de la capa externa de la vesícula óptica. (figuras 1 y 2)

Esta capa presenta morfologías muy diferentes de unas zonas a otras. En unas regiones observamos muchos pliegues; pliegues que no son acompañados por la capa externa de la vesícula óptica. A ese nivel la retina muestra menor grosor y grado de desarrollo. (figuras 5 y 8d a 8f)

En el resto de la retina neurosensorial observamos que esta capa presenta diferentes aspectos morfológicos. En general, no vemos una clara diferenciación de los fotorreceptores ni de sus artículos externos, ni una ordenación en capas.

En algunas zonas encontramos una fina capa acelular en la superficie interna que correspondería a las fibras ópticas. (figuras 6, 7, 9 y 10)

La retina neurosensorial, en unas zonas aparece muy delgada (figuras 10 a 12) y en otras presenta grandes y numerosas vacuolas en su espesor que le dan un aspecto degenerativo. (figuras 2 y 13)

En la región más rostral del injerto, entre el cristalino y el epitelio pigmentado, no existe ninguna estructura que corresponda a la retina. (figuras 3, 8d y 8f)

La retina ciega permanece en contacto con la capa externa de la vesícula óptica (figuras 2 a 5). Sin embargo, hay zonas donde ambas capas están separadas, como en el tramo de retina ciega que parte de los pliegues de la retina neurosensorial.

(figuras 5 y 8f)

La capa externa de la vesícula óptica que se encuentra junto al ojo derecho del receptor se ha diferenciado en epitelio pigmentado (figura 2). Cerca del punto donde el injerto y el ojo derecho del embrión se separan, el epitelio pigmentado del injerto pierde el pigmento, se engruesa y sin solución de continuidad se transforma en retina neurosensorial; observándose por lo tanto en algunas zonas del injerto dos retinas neurosensoriales.

El pigmento normalmente no desaparece bruscamente, sino que mientras va aumentando de espesor, se conserva una ligera pigmentación en la superficie interna. (figuras 6, 7 y 9)

La transformación del epitelio pigmentado en retina neurosensorial rodea todo el globo ocular del injerto y finaliza plegándose en el borde y continuándose con la retina. (figuras 2 a 4)

En la retina neurosensorial externa (transformada a partir del epitelio pigmentado), observamos que las células se concentran en la mitad interna, mientras que en la superficie externa parece existir una pequeña franja acelular o con un número muy reducido de células. (figuras 10 a 13)

En el interior del globo ocular del injerto se ha desarrollado el cuerpo vítreo con la hialoides vítrea. (figuras 2, 4 y 10)

En algunas zonas el cristalino parece que se ha desarrollado normalmente; pero tanto el epitelio anterior como las fibras presentan detalles interesantes que es necesario analizar en su conjunto, viendo las relaciones del cristalino

con las estructuras vecinas. (figuras 3 y 8a a 8h)

El epitelio anterior se ha orientado hacia el interior del embrión, en vez de hacerlo hacia la superficie externa. Destaca la pigmentación que presenta tanto en la zona central como en las regiones ecuatorial y preecuatorial. (figuras 3 y 8c a 8f)

La mayor parte de las fibras cristalinianas conservan sus núcleos. En algunos cortes aparece en el interior del cristalino una gran vacuola excéntrica y ópticamente vacía. (figuras 3 y 8b a 8e)

Existen algunos restos de la cámara cristaliniana. (figura 8b)

La pigmentación del epitelio anterior se debe a que esta estructura se une, sin solución de continuidad, a la retina ciega y al epitelio pigmentado. Además, ya hemos comentado que en el extremo rostral del injerto no existen indicios de retina entre el cristalino y el epitelio pigmentado. (figuras 3 y 8a a 8f)

En otras zonas observamos que el cristalino aparece bilobulado (figuras 8d a 8f). Siguiendo (en cortes seriados) el lóbulo más interno vemos que se une, sin solución de continuidad, con la retina periférica que por el grosor identificamos como retina neurosensorial. (figuras 8e a 8h)

No hemos observado la existencia de los esbozos del iris, del pecten ni del nervio óptico.

EMBRION O-45

Fig.1: Corte horizontal oblicuo, donde observamos la situación del injerto en el embrión receptor (flechas). (CC, 1,4x)

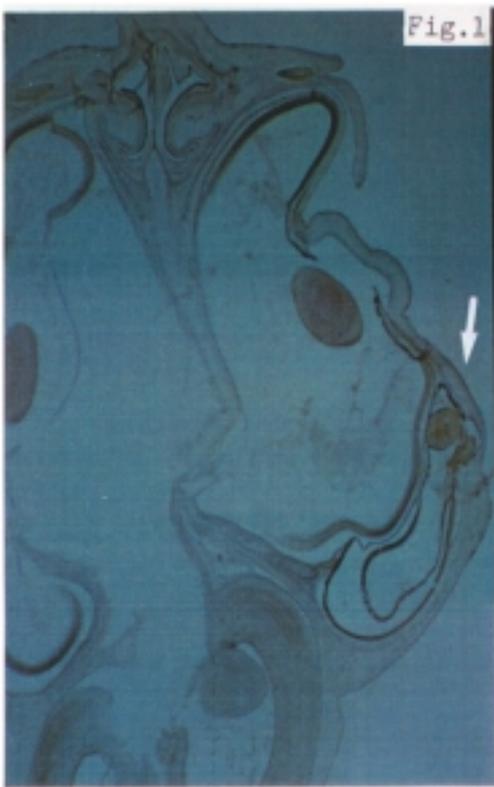
Fig.2: Corte que muestra con más detalle el injerto donde se aprecian dos retinas neurosensoriales. (CC, 2x)

Fig.3: Corte que correspondería al segmento anterior donde vemos que el epitelio pigmentado y la retina ciega están íntimamente relacionados con el cristalino; sobre todo, a nivel del ecuador del epitelio anterior (flechas). (CC, 10x)

Fig.4: Detalle de la transición entre retina neurosensorial y ciega y del esbozo de los primeros procesos ciliares. Destaca la existencia del cuerpo vítreo. (CC, 20x)

Fig.5: Corte a otro nivel, donde vemos la presencia de unos pliegues de la retina (flechas) sin epitelio pigmentado. (CC, 20x)

Figs.6 y 7: Detalle en dos cortes diferentes que muestra la zona de transformación (flechas) del epitelio pigmentado en retina, sin solución de continuidad. (CC, 20x)



Figs.8a a 8h: Cortes sucesivos del cristalino en los que vemos que esta estructura parece derivar del borde de la vesícula óptica. (CC, 10x)

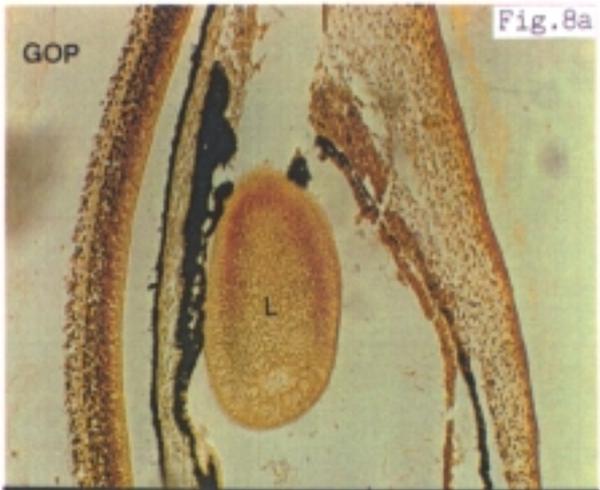


Fig. 8a



Fig. 8b



Fig. 8c

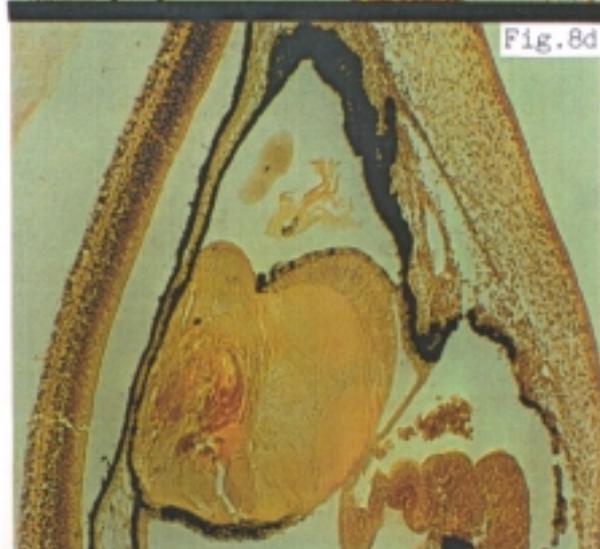


Fig. 8d



Fig. 8h



Fig. 8g



Fig. 8f

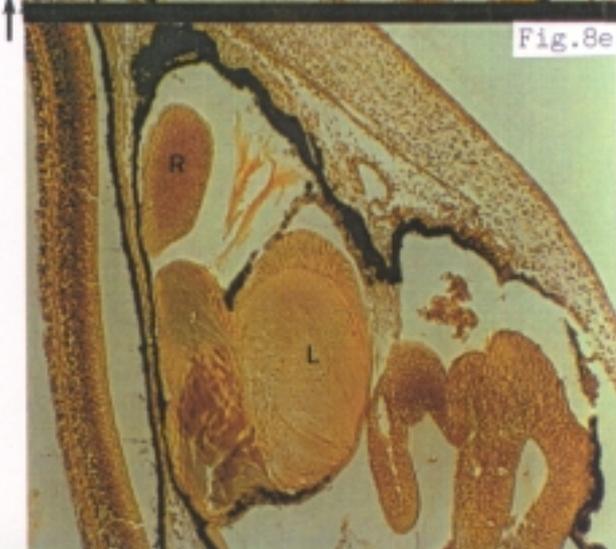


Fig. 8e

Fig.9: Montaje que muestra con detalle la zona en la que el epitelio pigmentado pierde de forma progresiva el pigmento, se engruesa y se transforma en una capa muy semejante a la retina neurosensorial. (CC, 40x)

Fig.10: Corte donde de izquierda a derecha vemos las siguientes estructuras: Epitelio pigmentado del receptor, epitelio pigmentado del injerto, retina neurosensorial del injerto, cuerpo vítreo y retina transformada a partir del epitelio pigmentado del injerto. (CC, 20x)

Figs.11, 12 y 13: Cortes a diferentes niveles donde observamos con detalle la retina neurosensorial verdadera y la retina que se ha diferenciado a partir de la capa externa de la vesícula óptica. (CC, 40x)

Fig.9

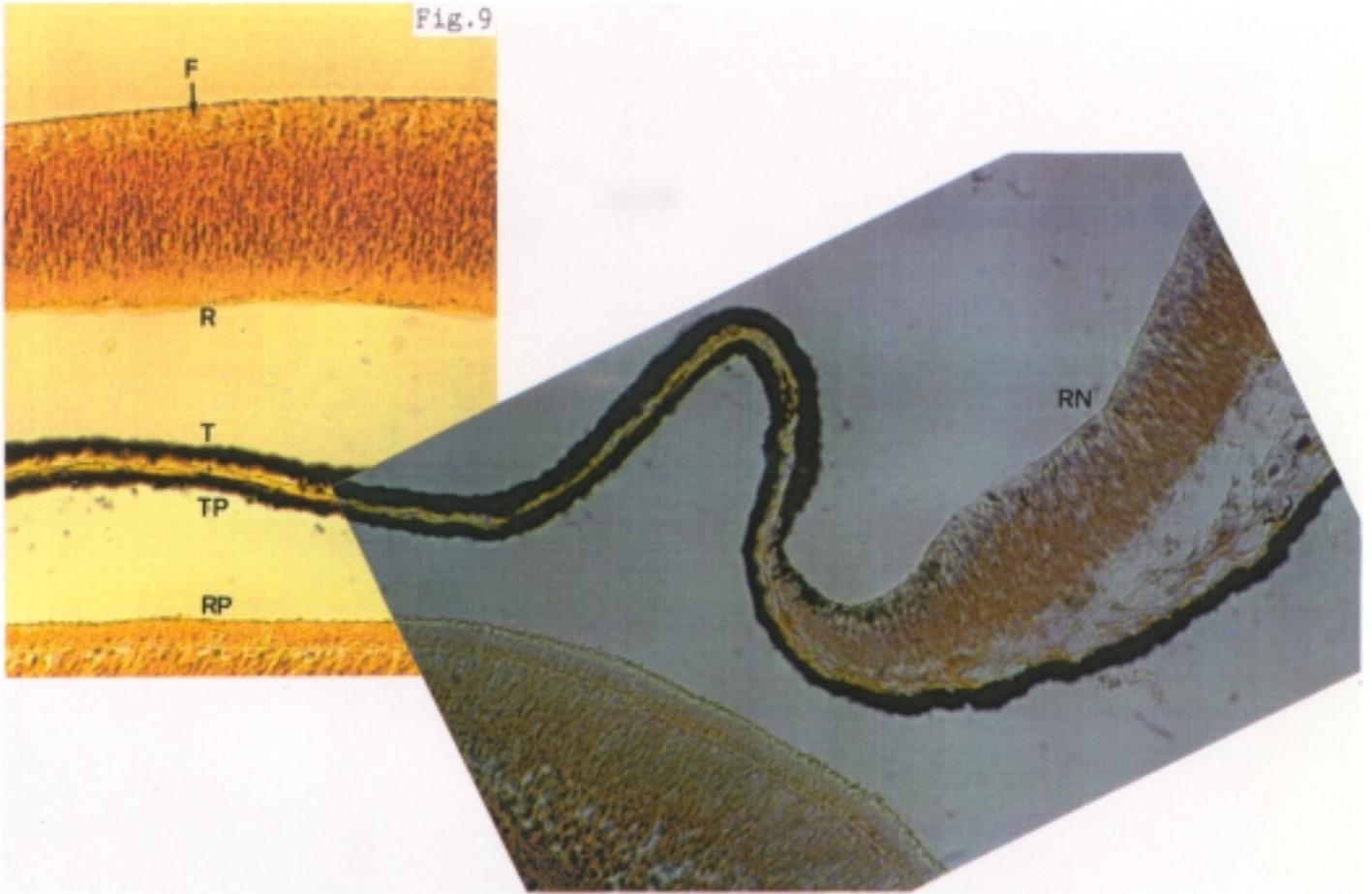


Fig.10

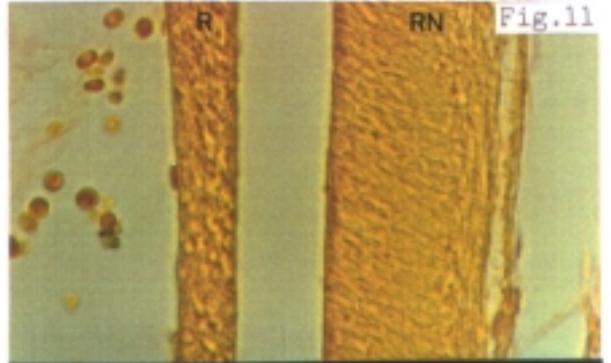


Fig.11

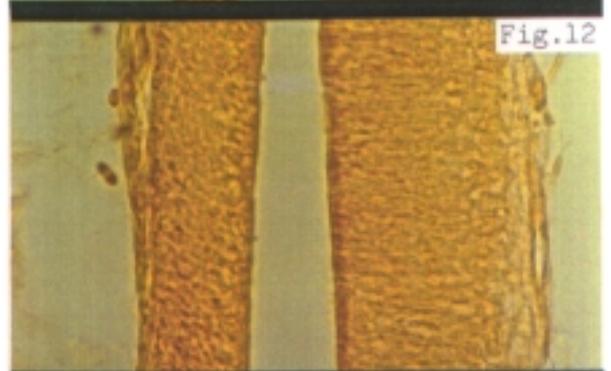


Fig.12

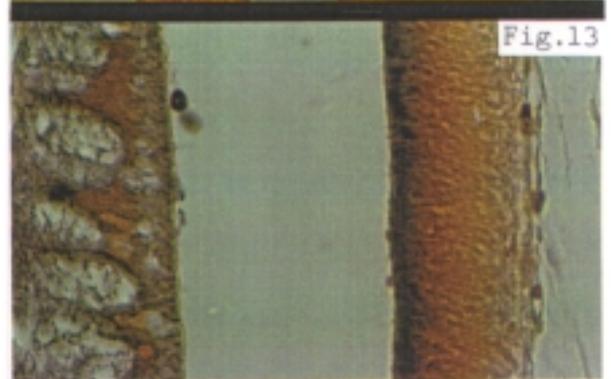
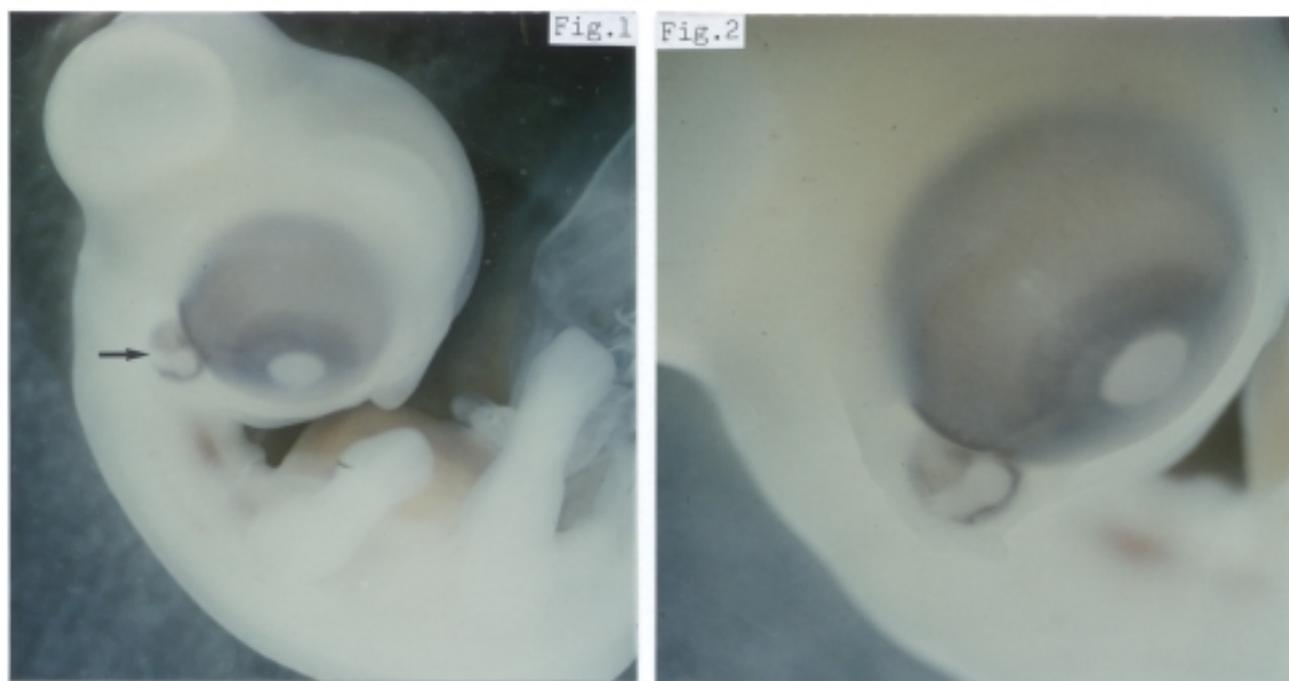


Fig.13



EMBRION O-10

Fig.1: Visión lateral derecha donde se observa la situación del injerto (flecha). (1,2x)

Fig.2: Detalle donde vemos el injerto parcialmente pigmentado en el centro de un acúmulo de tejido de consistencia media. (2,2x)

EMBRION 0-10

EMBRION: 0-10

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 10+ Z, 17 pares de somitos), en región periocular del globo ocular derecho de un embrión de pollo (E: 19+ HH).

Se reincuba durante 3 días. Al abrir el huevo, el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 19+ Z.

Estadio teórico del Receptor: 29-30 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión está perfectamente formado y ha alcanzado un estadio 29 HH.

Junto al ojo derecho del receptor y dorsal a él, vemos que se ha desarrollado una estructura parcialmente pigmentada, semejante a un globo ocular y rodeada por tejido ectomesodérmico.

En el centro del injerto se observa una formación redondeada y de color blanco que podría corresponder al cristalino. Partiendo de él y en dirección dorsal existe una franja carente de pigmento que parece la fisura óptica.

El globo ocular derecho del embrión de pollo es normal, excepto por una falta de tejido junto al injerto, que permite ver con mayor intensidad el tono oscuro del epitelio pigmentado. (figuras 1 y 2)

ESTUDIO MICROSCOPICO:

Junto al ojo derecho del receptor y dorsal a él, se ha desarrollado un globo ocular rodeado por tejido ectomesodérmico. En contacto con él, aparece una estructura de tipo nervioso. (figuras 3 y 4)

La córnea presenta dos capas celulares separadas por un espacio acelular (aunque no ópticamente vacío) y que corresponde al estrato acelular de la córnea.

La capa externa es gruesa y tiene una o dos hileras de células cúbicas. Esta capa que corresponde al epitelio corneal se continúa periféricamente con el ectodermo superficial.

En la capa interna sólo se distingue una hilera de células planas que se continúan con el mesodermo que rodea los bordes de la vesícula óptica. Esta capa corresponde al endotelio corneal. (figuras 4, 6 a 8)

Aunque con este tipo de tinción no podemos identificar su origen, observamos como el mesodermo que rodea los bordes de la vesícula óptica, es más denso que en el resto; lo que sugiere que pueda pertenecer al injerto. (figuras 4, 6 y 7)

El epitelio anterior del cristalino se engruesa a nivel ecuatorial y preecuatorial. Observamos la forma típica de "media luna" que presentan los núcleos de las células de la pared proximal. (figuras 4 y 6 a 8)

Entre la córnea y el cristalino existe un espacio ópticamente vacío que corresponde al esbozo de la cámara anterior. (figuras 4 y 6 a 8)

Rodeando las regiones ecuatorial y preecuatorial del cristalino, existen pequeños acúmulos de una sustancia que capta el colorante y que corresponde al esbozo del vítreo. (figuras 4 y 6)

A partir de la capa interna de la vesícula óptica se ha diferenciado la retina que presenta un aspecto uniforme en la mayor parte de su extensión. (figuras 4 y 5)

En la retina se puede distinguir claramente una delgada capa de fibras ópticas que salen del globo ocular en dirección del pedículo óptico (figuras 5, 10 y 11). No vemos signos claros de estratificación. (figura 5)

En la mayor parte del globo ocular, la capa externa de la vesícula óptica se ha diferenciado en epitelio pigmentado; sobre todo en la zona donde están presentes el cristalino y la córnea. (figuras 4 a 6)

En la periferia de la vesícula óptica, el epitelio pigmentado pierde sus características y se engruesa (figuras 3, 9 y 10). En este mismo punto salen las fibras ópticas procedentes de la retina (figura 11). A partir de esa zona podemos identificar el pedículo óptico que se dirige hacia la parte profunda del injerto, donde está la estructura nerviosa con similares características pero de mayor entidad. (figuras 3 y 9)

La estructura que se ha desarrollado junto al globo ocular y que está unida, sin solución de continuidad, con la capa externa de la vesícula óptica, tiene un aspecto similar al sistema nervioso pero carece de un patrón definido. No contacta con ninguna otra estructura y solamente en algunas

zonas se abre al exterior. (figuras 3, 4 y 9)

Fig.3: Corte horizontal oblicuo que muestra el desarrollo del globo ocular y de las estructuras nerviosas derivadas del injerto (flechas). (BBV, 4x)

Fig.4: Detalle donde observamos el globo ocular. (BB, 10x)

Fig.5: Detalle del epitelio pigmentado y retina del injerto separados del receptor por tejido mesodérmico. (BB, 40x)

Fig.6: Detalle del polo anterior del injerto donde vemos el desarrollo del cristalino y de la córnea. (BB, 20x)

Figs.7 y 8: Detalles de la córnea con su epitelio, estroma acelular y endotelio. (BB y BBV, 40x)



Fig.3

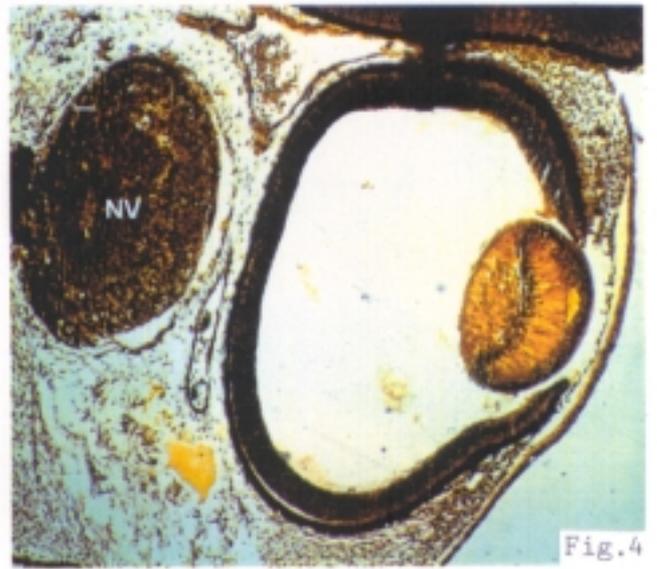


Fig.4

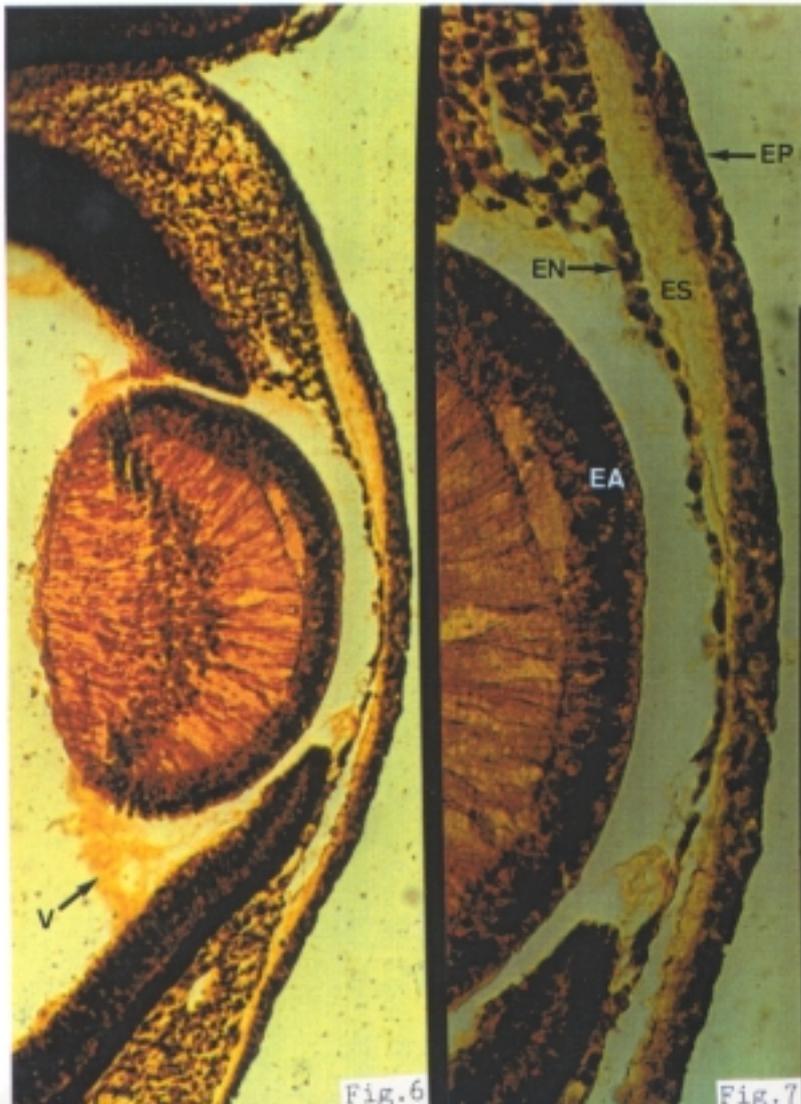
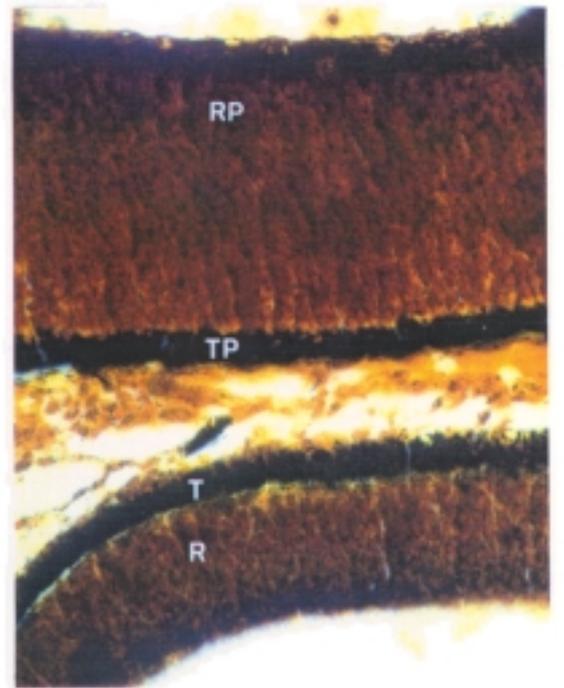


Fig.6

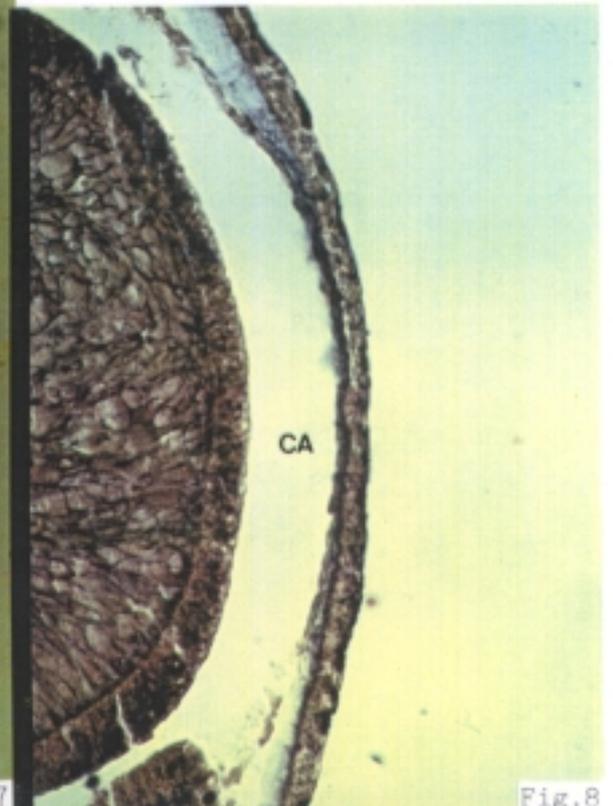


Fig.8

Fig.7

Fig.9: Corte periférico que muestra la zona donde el epitelio pigmentado pierde su aspecto normal y se engruesa (flechas). (BBV, 10x)

Fig.10: Detalle de la zona donde el epitelio pigmentado se une al pedículo óptico. (BB, 40x)

Fig.11: Corte donde vemos como las fibras ópticas de la retina pasan a formar parte del pedículo óptico (flecha). (BBV, 40x)

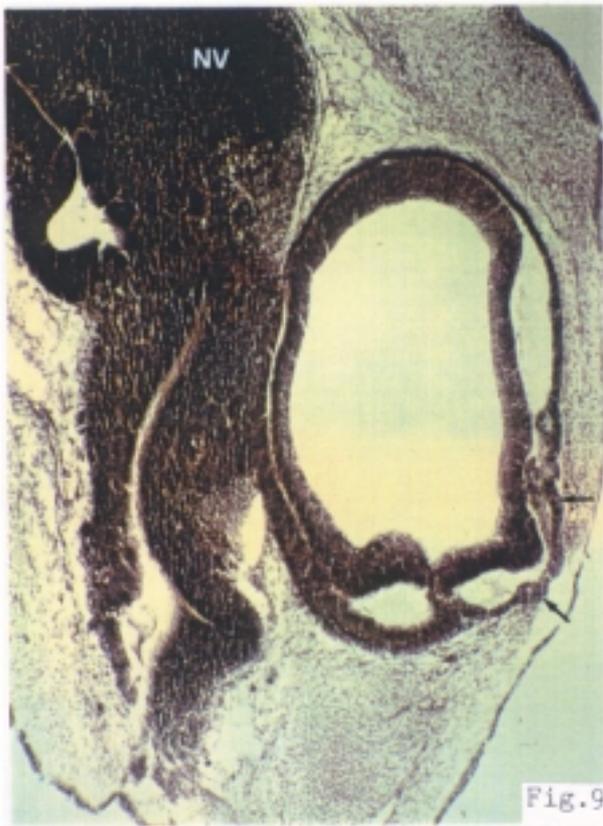


Fig.9

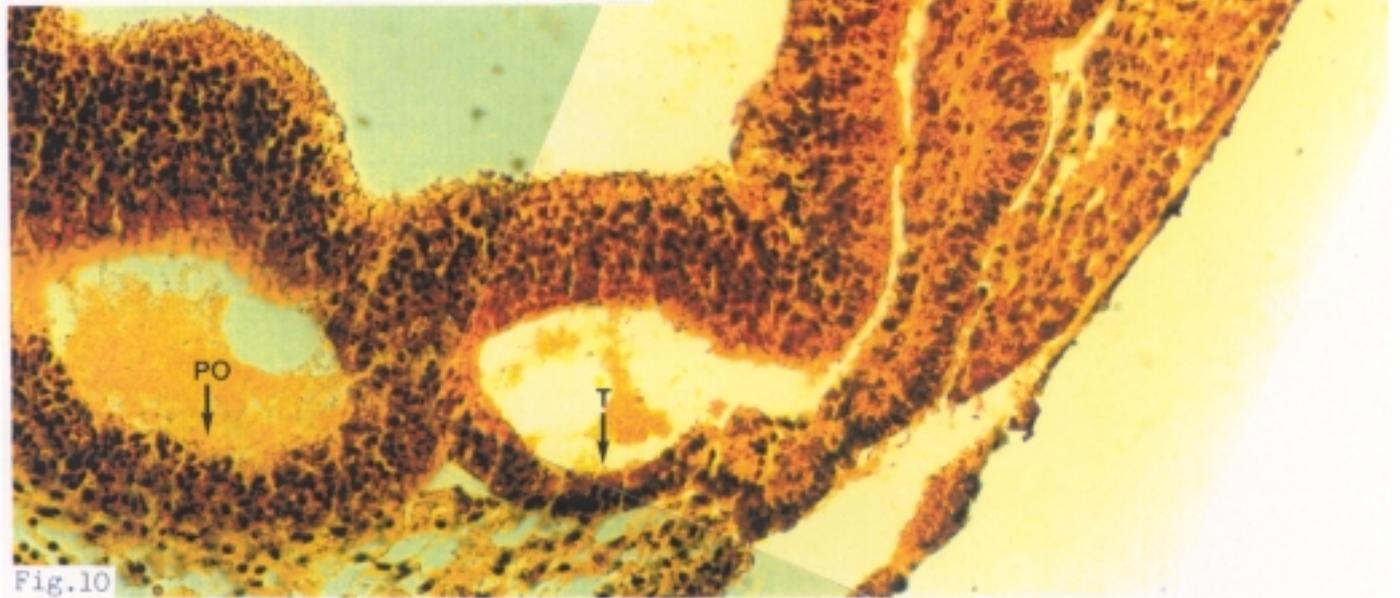


Fig.10

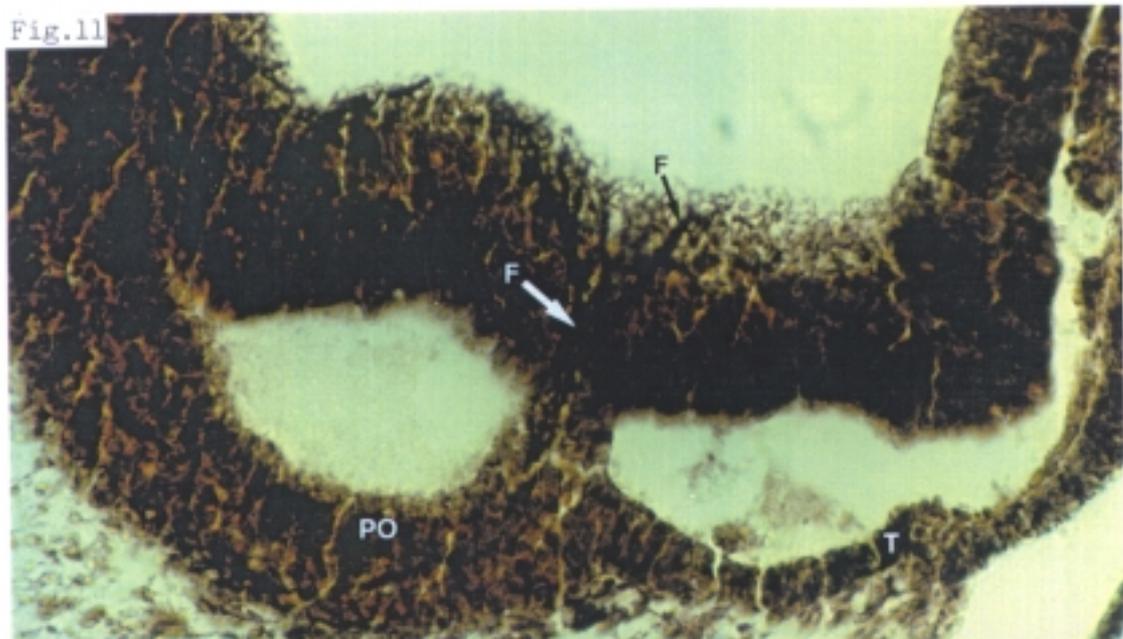


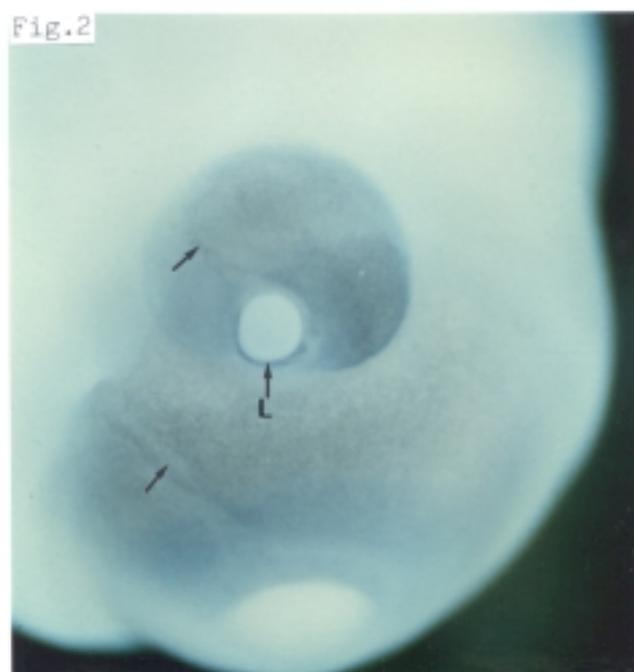
Fig.11

EMBRION O- 39

EMBRION O-39

Fig.1: Visión lateral derecha donde vemos la localización del injerto . (1x)

Fig.2: Detalle del injerto donde destaca la vascularización que presentan ambos globos oculares (flechas). (2,7x)



EMBRION: 0-39

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 10 Z, 16 pares de somitos), en región periocular del globo ocular derecho de un embrión de pollo (E: 19+ HH).

Se reincuba durante 94 horas. Al abrir el huevo, el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 21 Z.

Estadio teórico del Receptor: 31-32 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión está perfectamente formado y ha alcanzado el estadio 30 HH.

Junto al globo ocular derecho del receptor y entre éste y el tectum óptico se ha desarrollado el injerto formando un globo ocular. Este globo ocular es más oscuro que el del embrión de pollo y en el centro presenta una formación redonda y blanca que corresponde al cristalino. (figura 1)

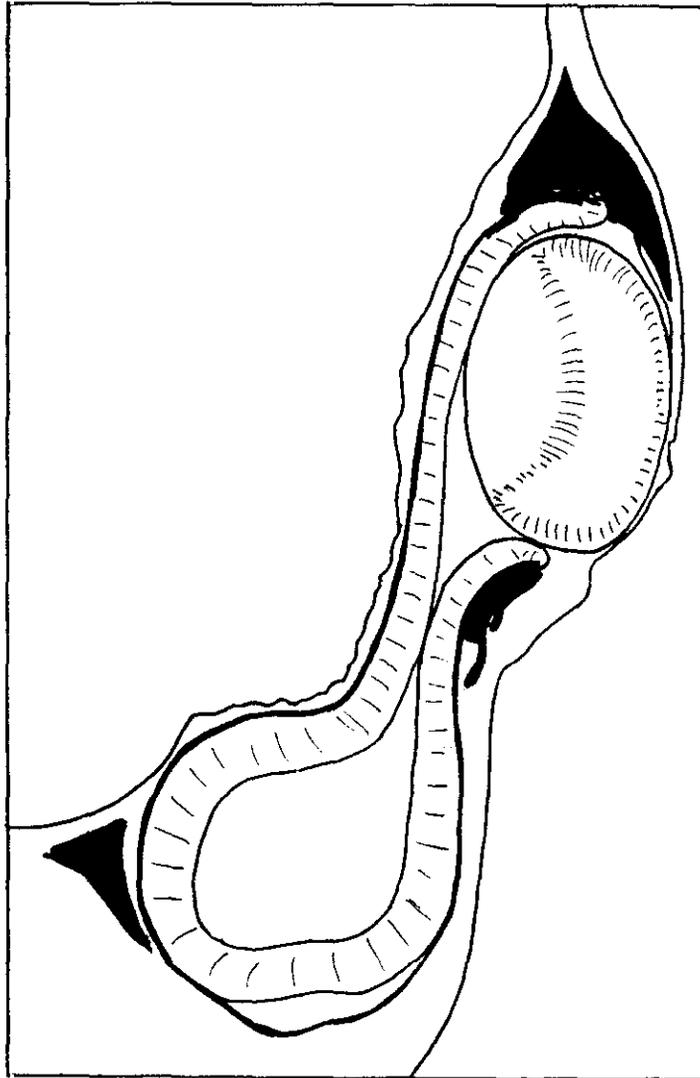
Con más detalle distinguimos unos vasos sanguíneos que irrigan el globo ocular, rodeando el cristalino. Es significativo que esta formación vascular sea prácticamente igual que la del globo ocular del embrión de pollo. (figura 2)

ESTUDIO MICROSCOPICO:

A partir del injerto se ha desarrollado un globo ocular que está situado junto al ojo derecho del embrión receptor. (figuras 3, 4 y 10)

Esquema de

1a fig.10



Todo el globo ocular está rodeado por tejido mesodérmico a excepción de la zona donde se encuentra la córnea. Parte de este tejido mesodérmico podemos identificarlo como derivado del injerto (las zonas negras en el esquema de la figura 10); pues sus nucleolos son mucho más evidentes que los nucleolos

de las células mesodérmicas del receptor.

Si nos fijamos en los nucleolos de las células mesodérmicas que rodean el globo ocular, vemos que hay zonas donde son evidentes y zonas en las que es difícil identificarlos. Vamos a estudiar el tejido mesodérmico partiendo de la zona más anterior y basándonos en la observación de los nucleolos.

Sólo se distinguen claramente los nucleolos de las células mesodérmicas situadas: En un triángulo formado por ambos globos oculares (del injerto y del receptor), en la zona dorsal (figuras 9 y 10), y en el acúmulo mesodérmico que rodea los bordes de la vesícula óptica. (figuras 5, 7 y 11)

El cristalino está perfectamente orientado y presenta un desarrollo normal. Los núcleos de las fibras primarias adoptan la forma de "media luna" y a partir de las regiones ecuatorial y preecuatorial del epitelio anterior, aparecen las primeras fibras secundarias. (figuras 4 a 7, 10 y 11)

Para estudiar la córnea, la hemos dividido en tres partes. (figuras 10 y 11)

En la zona 1, de mayor grosor, se observan 3 capas celulares. La externa (epitelio corneal) que se continúa periféricamente con el ectodermo superficial, presenta una hilera de células cúbicas en donde no observamos los nucleolos. La interna (endotelio corneal) tiene una sólo hilera de células planas con nucleolos evidentes; esta capa deriva del mesodermo contiguo. Por último, la capa media (estroma corneal) originado de la segunda oleada mesodérmica del mismo tejido mesodérmico que daba origen al endotelio

corneal. El estroma va adelgazandose según nos acercamos al centro de la córnea y existe un punto (límite entre la zona 1 y 3) donde no observamos mas que el epitelio corneal, habiendo desaparecido endotelio y estroma.

En la zona 2 se observan una o dos hileras de células. En la periferia existen dos: La externa (epitelio corneal) con características similares a la zona 1 y la interna (endotelio corneal) que parece estar iniciando su formación; es decir, parece que comienza la primera oleada mesodérmica. No vemos nucleolos en las células del mesodermo que dan lugar a este endotelio.

Al llegar a la zona 3 (región central de la córnea), sólo se distingue una capa que podría corresponder al epitelio corneal, aunque no se puede asegurar. (figuras 5, 6, 10 y 11)

Como el globo ocular está deformado, la mayor parte del epitelio anterior del cristalino está en contacto con la córnea y no observamos el esbozo de la cámara anterior. (figuras 4 a 6, 10 y 11)

De la capa externa de la vesícula óptica se ha diferenciado el epitelio pigmentado. En los bordes es más grueso que el resto y el pigmento tiende a situarse en la superficie que contacta en la capa interna (retina). (figuras 7 a 11)

La retina se ha desarrollado a partir de la capa interna.

No se puede distinguir una ordenación de las células en estratos pero parece que éstas se concentran en los 2/3 internos del espesor retiniano.

En la superficie interna de la retina observamos que la capa limitante interna está parcialmente desprendida y en algunas zonas es posible encontrar una delgada capa de fibras ópticas (figura 9). Aunque estudiando todo el injerto no hemos encontrado ningún indicio de salida de fibras, ni esbozo del pecten. (figuras 7 a 10)

En el interior del globo ocular observamos algunos restos del esbozo del vítreo. (figuras 5, 7 y 10)

Figs.3 y 4: Corte horizontal oblicuo que muestra la localización del injerto (flecha). (FE, 2,1x y 4x)

Fig.5: Detalle del segmento anterior que muestra la orientación y desarrollo del cristalino. (FE, 20x)

Fig.6: Detalle del epitelio anterior del cristalino y de la zona central de la córnea. (FE, 40x)

Fig.7: Detalle de uno de los bordes de la vesícula óptica en el que podemos ver las características de las células del mesodermo contiguo y como se diferencia del mesodermo que está en contacto con el ectodermo superficial. (FE, 40x)

Fig.8: Corte que muestra las diferencias entre la pared del globo ocular del receptor (arriba) y del injerto (abajo). (FE, 40x)

Fig.9: Detalle de la retina neurosensorial, epitelio pigmentado y parte del mesodermo, en la zona más posterior del injerto. (FE, 40x)

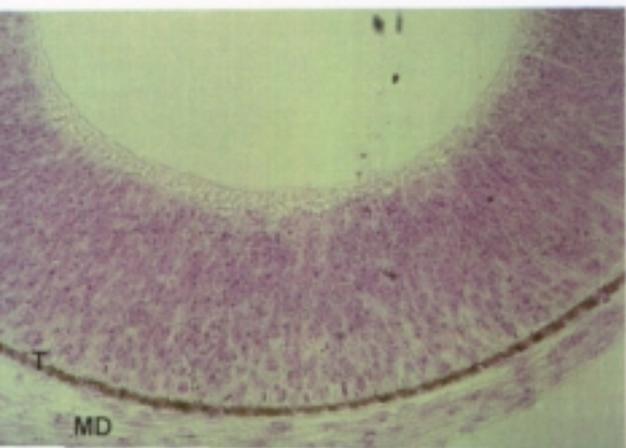
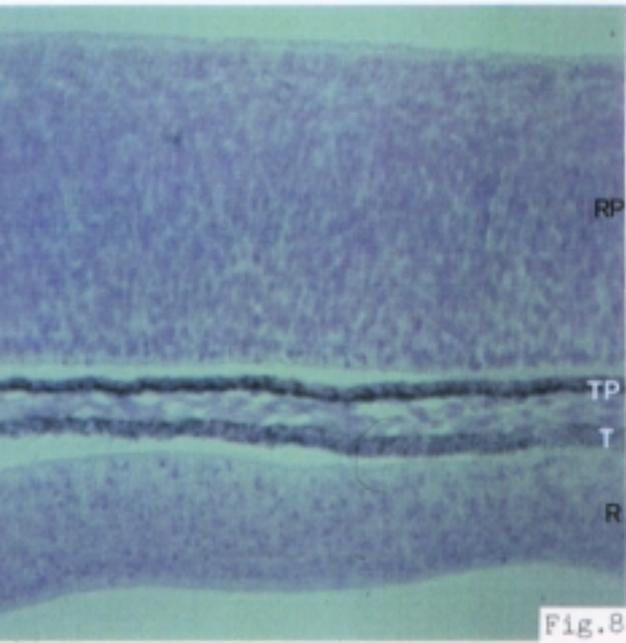
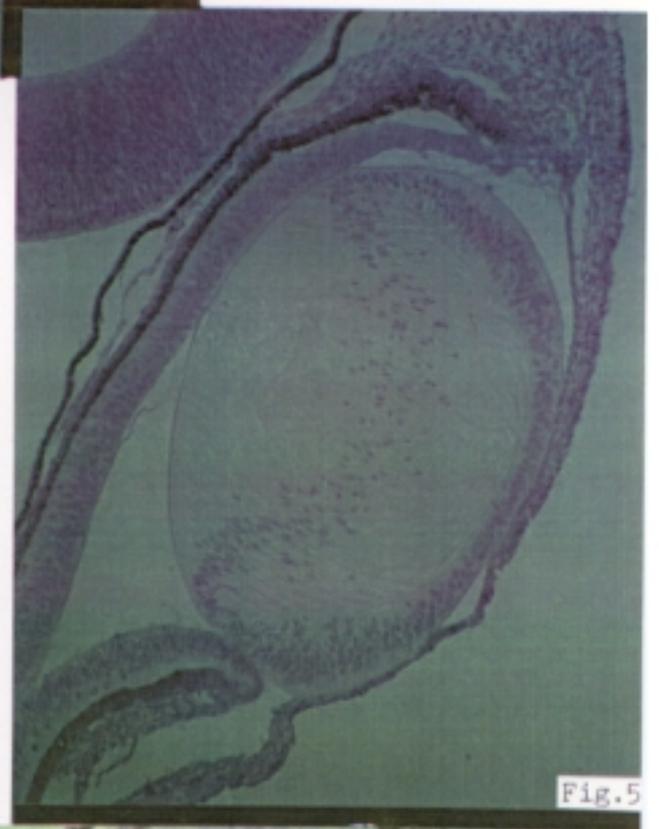
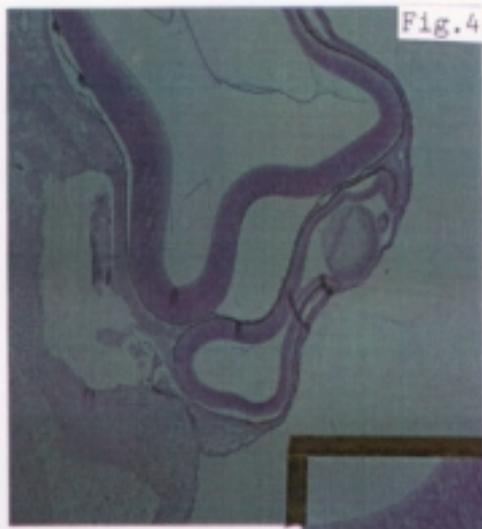
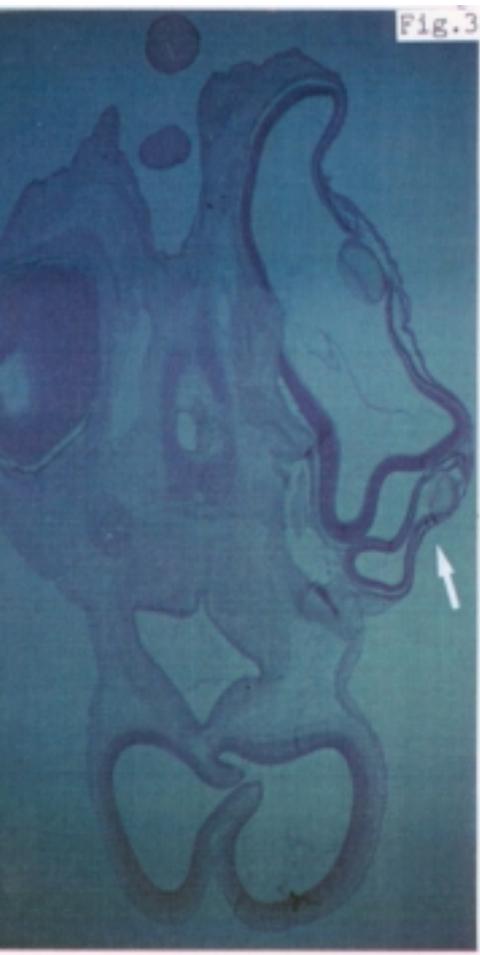


Fig.10: Corte que muestra todas las estructuras que se han desarrollado a partir del injerto. (FE, 10x)

Fig.11: Montaje fotográfico que permite observar con detalle toda la estructura de la córnea (que hemos dividido en 3 zonas para facilitar su descripción) y del tejido mesodérmico que se encuentra en la periferia corneal. (FE, 40x)

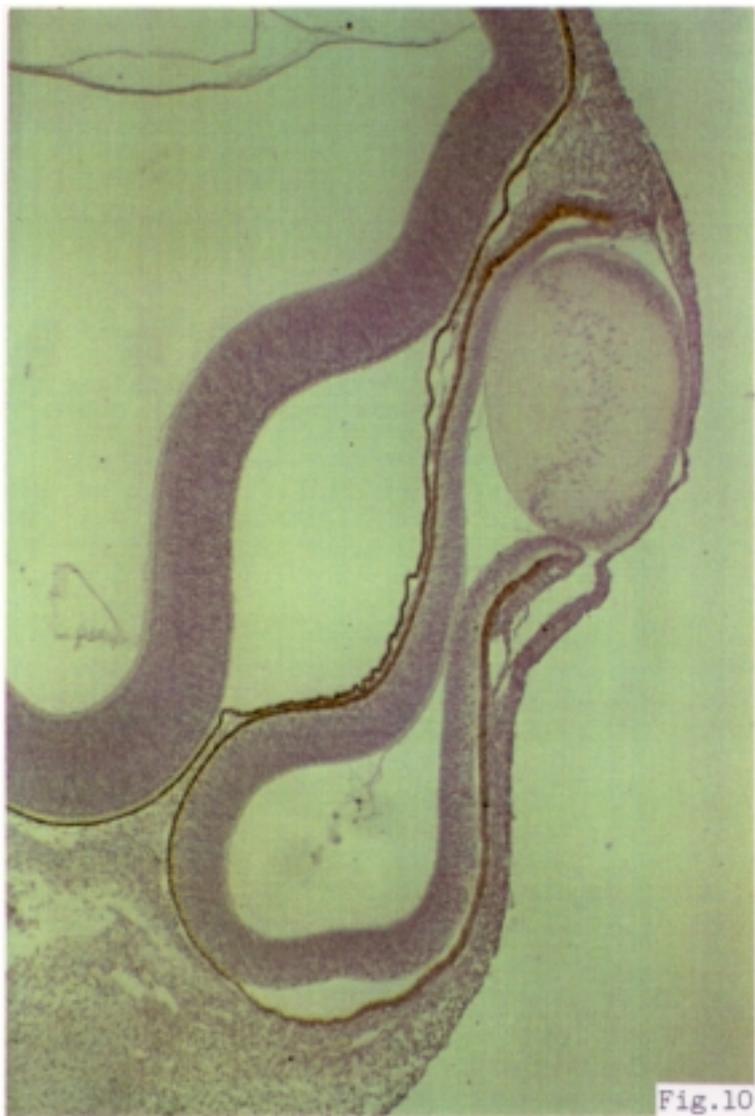


Fig.10

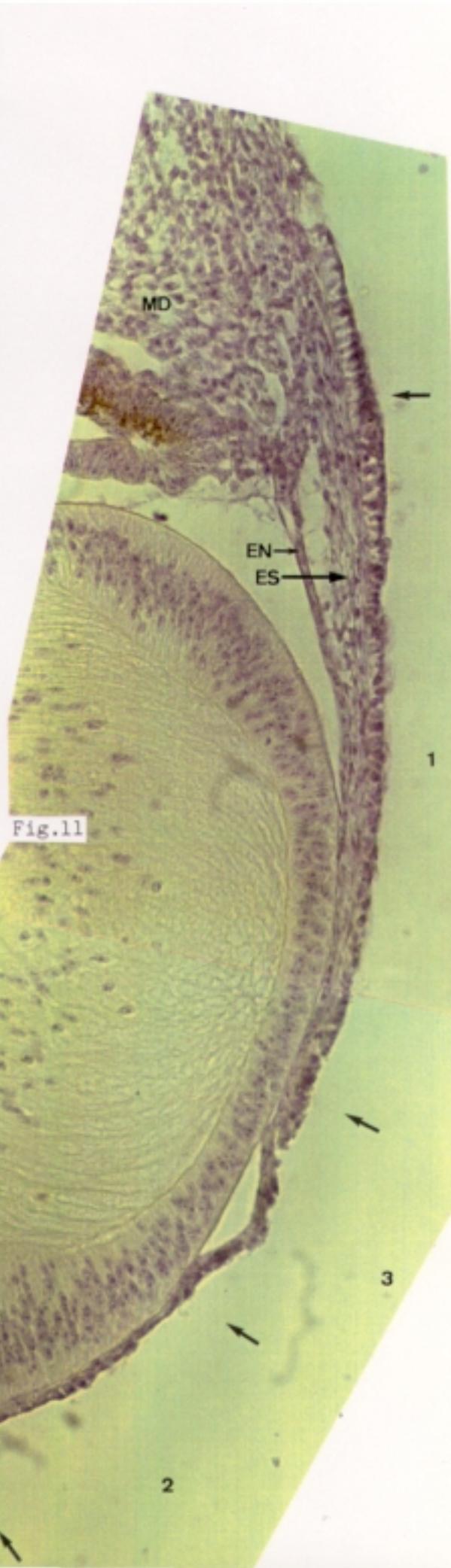


Fig.11

EMBRION O-88



EMBRION O-88

Fig.1: Visión lateral derecha de la cabeza desplumada, donde vemos la deformación de la hendidura palpebral y la localización del injerto. (1x)

Fig.2: Detalle que muestra como parte del injerto asoma por la hendidura palpebral, mientras que el resto está oculto por los párpados. (2x)

EMBRION: O-88

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 10+ Z, 17 pares de somitos), en región periocular del globo ocular derecho de un embrión de pollo (E: 20 HH).

Se reincuba durante 12 días. Al abrir el huevo el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 30+ Z.

Estadio teórico del Receptor: 41-42 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión está perfectamente formado y ha alcanzado un estadio 40+ HH.

En la parte posterior del globo ocular derecho del receptor se han desarrollado esbozos pigmentados de plumas.

La hendidura palpebral izquierda está cerrada, por el contrario la derecha está abierta y deformada, como un triángulo de base posterior.

Al desplumar la cabeza vemos que a través de la hendidura palpebral se distingue la córnea del receptor pero no la membrana nictitante. En la parte posterior de la hendidura asoma una estructura redondeada y más pigmentada que el globo ocular del receptor. El resto del injerto está cubierto por los párpados. (figuras 1 y 2)

ESTUDIO MICROSCOPICO:

El cartílago escleral del ojo derecho del receptor engloba gran parte del injerto. (figura 3 y 4)

Si comparamos el tamaño de los globos oculares del receptor, vemos que el derecho parece más pequeño que el izquierdo. (figura 3)

La morfología de ambas membranas nictitantes es muy similar. (figura 3)

En el interior del globo ocular desarrollado a partir del injerto observamos la presencia del cuerpo vítreo. La morfología del vítreo es igual a la que vemos en los globos oculares del embrión receptor. (figuras 3 y 4)

Parte del epitelio anterior del cristalino está en íntimo contacto con la córnea, no identificándose a ese nivel el endotelio. Esta zona coincide además con la presencia de alteraciones en estroma y epitelio. (figuras 4 y 5)

La córnea alterada presenta un gran espesor, mayor incluso que el de las córneas del receptor. (figura 3)

En el estroma, sobre todo en la mitad externa, aparecen numerosas vacuolas ópticamente vacías. El epitelio está desestructurado y parcialmente desprendido. (figura 5)

El resto de la córnea presenta una morfología normal de todas sus capas. Observamos que existe mayor densidad de células en la mitad externa del estroma. (figura 5)

La cámara anterior está muy alterada por la unión del cristalino a la córnea y de algunas zonas del iris a la pared del globo ocular. (figuras 4 y 5)

El epitelio anterior del cristalino aparece parcialmente separado de las fibras cristalinianas. A pesar de ello las regiones ecuatorial y preecuatorial conservan un grosor superior al de la zona central. Las fibras primarias están comprimidas por las fibras secundarias. (figura 5)

En unas zonas el iris se ha diferenciado normalmente con gran desarrollo de su epitelio pigmentado y del estroma. Aunque como es habitual no se distingue la *pars iridae retinae*. Pero en la zona donde el epitelio anterior del cristalino está unido al endotelio corneal, el iris aparece pegado a la pared interna del globo ocular, por lo que sólo se distingue con nitidez su epitelio pigmentado. (figuras 4 y 5)

Los procesos ciliares no presentan ninguna alteración en su desarrollo, y formando parte de su pared se distinguen perfectamente la *pars ciliaris retinae*, el epitelio pigmentado y el estroma, en donde se observan algunos vasos sanguíneos de gran calibre. (figuras 4 y 5)

El epitelio pigmentado del injerto presenta sus características típicas; es decir, cuando está en contacto con la retina neurosensorial su espesor es menor que a nivel de la retina ciega, procesos ciliares e iris. (figuras 4, 5, 8 y 9)

Existe una pequeña zona del epitelio pigmentado, donde esta capa, sin solución de continuidad en ambos extremos, pierde espontáneamente el pigmento y aumenta de calibre. En su espesor se desarrollan gran número de células que se concentran sobre todo en la mitad interna. (figura 6)

El epitelio pigmentado se transforma, sin solución de continuidad, en una estructura que presenta una morfología semejante a la retina pero invertida; parece una imagen especular de la retina verdadera que se encuentra enfrente suyo. (figuras 6 y 7)

La retina neurosensorial presenta una estructura en capas. En su espesor observamos perfectamente los artículos externos de los fotorreceptores, pero las células ganglionares son escasas y la capa de fibras ópticas muy fina. (figuras 7 a 9)

Debido al proceso histológico, parte de la retina neurosensorial está desprendida del epitelio pigmentado; sin embargo, la retina ciega permanece fuertemente unida al epitelio pigmentado. (figuras 4 y 8 a 10)

La *pars terminalis retinae* se realiza de forma brusca en un punto. Esa zona coincide con el desprendimiento de la retina neurosensorial. (figuras 9 y 10)

Tras revisar todo el injerto no hemos encontrado indicios del pecten, ni un lugar por donde salgan las fibras ópticas del globo ocular.

Fig.3: Corte horizontal donde observamos la situación del injerto y el tamaño de los globos oculares del receptor. (BB, 0,66x)

Fig.4: Corte donde vemos como a partir del injerto se ha desarrollado un globo ocular prácticamente normal (la flecha corresponde a la figura 6). (BB, 2x)

Fig.5: Corte del segmento anterior que muestra un importante edema corneal en la zona donde el cristalino está en contacto con la córnea (flechas). (BB, 10x)

Fig.6: Detalle de la zona de transformación (sin solución de continuidad) del epitelio pigmentado en una estructura que se asemeja a una retina invertida. (BB, 20x)

Fig.7: Detalle de la retina neurosensorial que se encuentra justo enfrente a la zona descrita en la figura 6. (BB, 20x)

Fig.8: Detalle de la retina neurosensorial donde vemos la perfecta ordenación de sus capas. (BB, 40x)

Figs.9 y 10: Detalles de la *pars terminalis retinae*. (BB y BBV, 40x)



Fig. 3

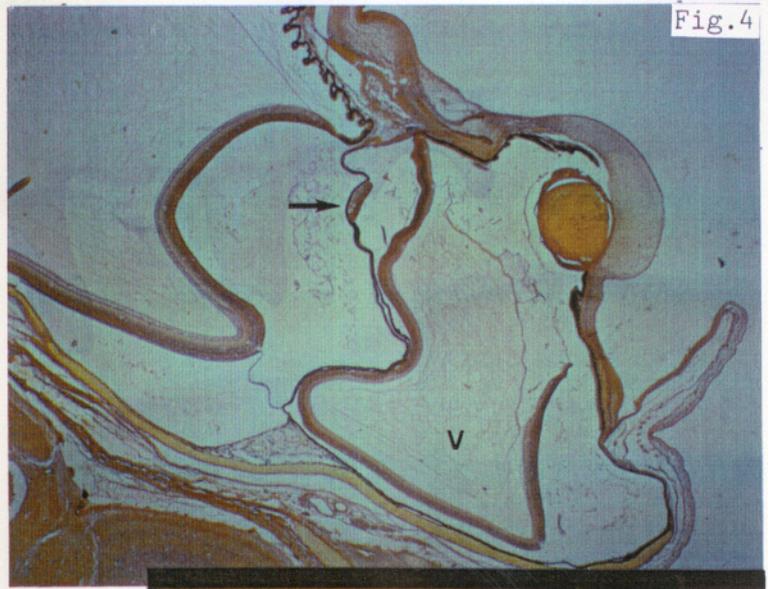


Fig. 4

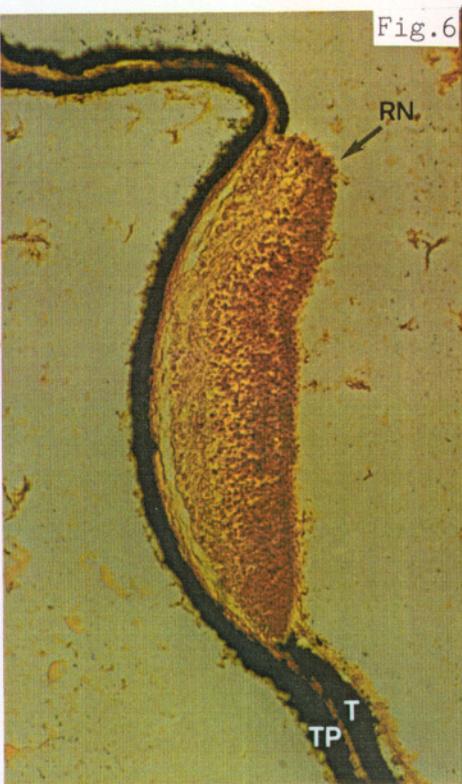


Fig. 6



Fig. 7

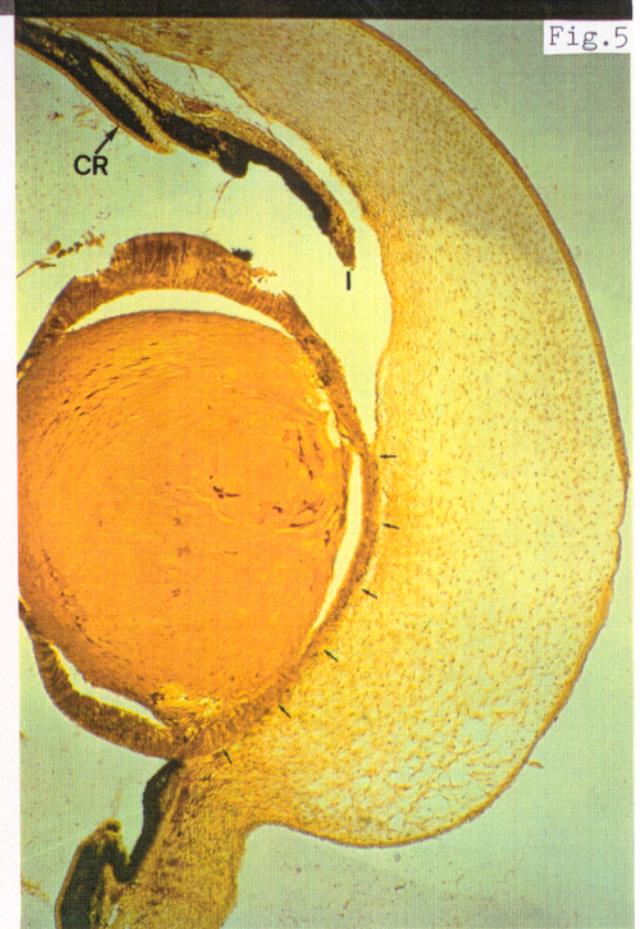


Fig. 5

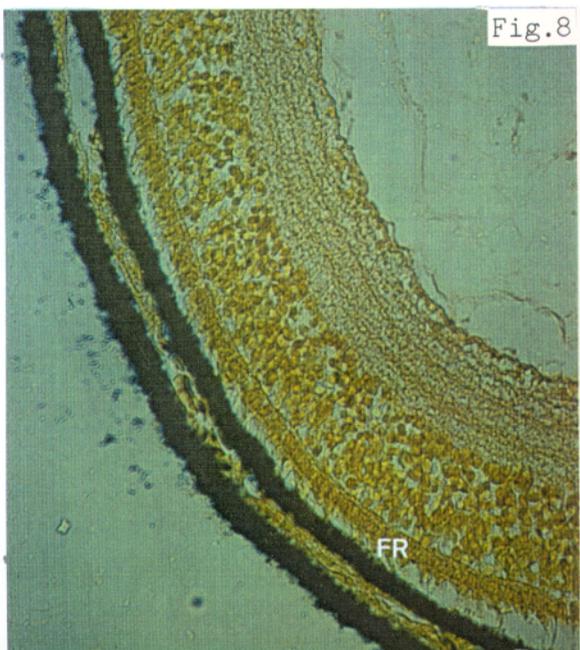


Fig. 8

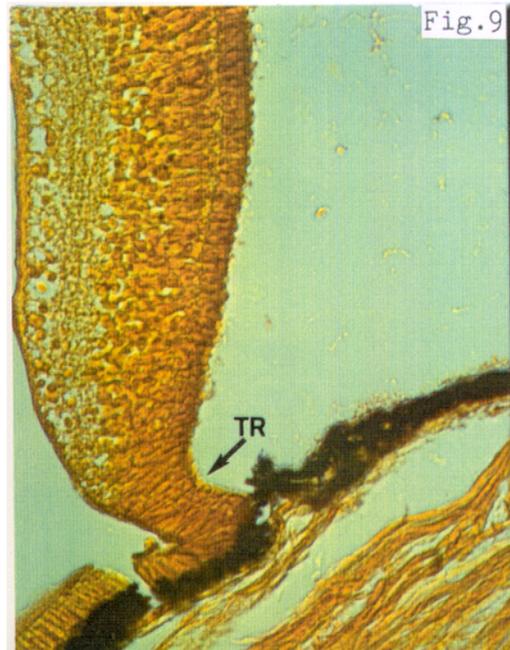


Fig. 9



Fig. 10

EMBRION O-77

EMBRION: O-77

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 10 Z, 16 pares de somitos), en región periocular del ojo derecho de un embrión de pollo (E: 21 HH).

Se reincuba durante 12 días. Al abrir el huevo, el embrión está muerto, aunque no se observan señales de maceración ni descomposición y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 30+ Z.

Estadio teórico del Receptor: 41-42 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión receptor está perfectamente formado y ha alcanzado un estadio 41 HH.

En la parte posterior del ojo derecho del receptor se han desarrollado algunos esbozos pigmentados de plumas.

La hendidura palpebral izquierda está cerrada, mientras que la derecha está abierta y deformada. A través de la cual vemos casi toda la córnea del receptor, pero no la membrana nictitante.

Al desplumar la cabeza aparece, en la parte posterior del ojo derecho, una estructura redonda y muy pigmentada que ha crecido recubierta por los párpados y la piel. (figuras 1 y 2)

ESTUDIO MICROSCOPICO:

En este embrión destaca la alteración de los tejidos, causada por la muerte del embrión horas antes de su fijación.

El cartílago escleral del ojo derecho del receptor finaliza en el punto donde se ponen en contacto el injerto y el ojo derecho. (figuras 3 y 4)

No se ha desarrollado córnea, pues todo el injerto está cubierto por la piel del receptor. (figura 5)

A pesar de la ausencia de córnea, el cristalino está bien orientado, aunque la cápsula posterior está parcialmente deformada. (figura 6)

Las fibras primarias, comprimidas por las secundarias, tienen una localización excéntrica. En general la disposición de las fibras cristalinianas recuerda la imagen en "capas de cebolla". (figura 6)

El epitelio anterior se engruesa a nivel ecuatorial y preecuatorial. Lo más característico del cristalino es el hecho de que parte del epitelio pigmentado se adhiere fuertemente al epitelio anterior y a la cápsula posterior.

La unión entre ambas estructuras es tan fuerte que la retracción del proceso histológico arrastra y arranca parcialmente una zona del ecuador lo que provoca la deformación del cristalino y el abombamiento de parte de la cápsula posterior. (figuras 5 y 6)

Las alteraciones que presenta el segmento anterior del injerto hacen difícil identificar el iris, aunque podría situarse a ambos lados del cristalino en el punto donde los bordes de la vesícula óptica se curvan. (figuras 4 a 6)

Hemos observado algunos pliegues que corresponden a los procesos ciliares. En el espesor de su pared se distingue el estroma, el epitelio pigmentado y la *pars ciliaris retinae*. (figuras 5 y 7)

Como ya hemos comentado, una porción del epitelio pigmentado se adhiere fuertemente al cristalino y la otra se sitúa en la posición normal teórica que correspondería al borde de la vesícula óptica. (figuras 4 a 6)

En todo el segmento anterior el epitelio pigmentado presenta un gran espesor, que contrasta con el que recubre a la retina neurosensorial. (figuras 4 y 5)

Casi toda la retina neurosensorial se ha desprendido del epitelio pigmentado y está colapsada en el centro de la cavidad vítrea. En su pared se distinguen la capa de los fotorreceptores y sus artículos externos. En la superficie interna se observan pocas células ganglionares y la limitante interna unida al vítreo. (figuras 4, 5 y 8)

La retina ciega acompaña (aunque separada) al epitelio pigmentado que se pone en contacto con el cristalino, mientras que en el epitelio pigmentado que continúa junto al receptor no existen indicios de la capa interna de la vesícula óptica. (figuras 4 a 6)

El cuerpo vítreo está rodeado por la retina neurosensorial y por la retina ciega que acompaña (aunque desprendida) al epitelio pigmentado que se dirige al ecuador del cristalino. En la zona centra, el vítreo ha perdido las características típicas de esta estructura que sí están conservadas en la mayor parte de la periferia. La hialoides

vítrea se encuentra parcialmente colapsada. (figuras 4, 5 y 8)

Tras estudiar todo el injerto, no hemos encontrado ninguna estructura que pueda corresponder al pecten ni al nervio óptico.

EMBRION O-77

Fig.1: Visión lateral derecha de la cabeza desplumada donde observamos el injerto como una estructura redonda y muy oscura sobre el ojo derecho del receptor y cubierta por la piel y los párpados. (1x)

Fig.2: Detalle que muestra la deformación de la hendidura palpebral y la situación del injerto. (1,8x)

Fig.3: Corte horizontal oblicuo donde vemos que el injerto se ha desarrollado entre el ojo derecho y el tectum óptico del receptor. (BB, 0,7x)

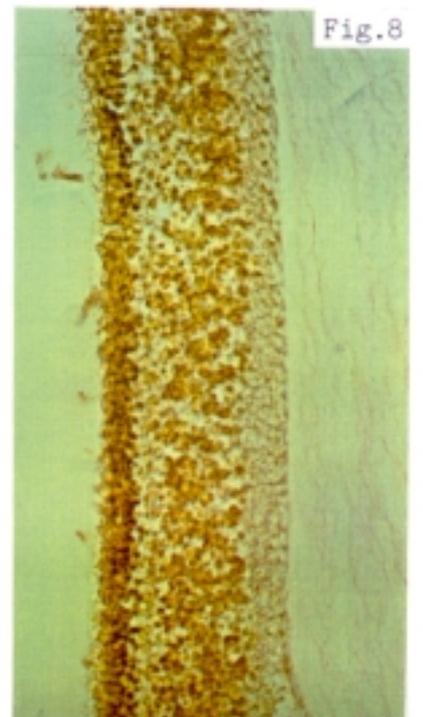
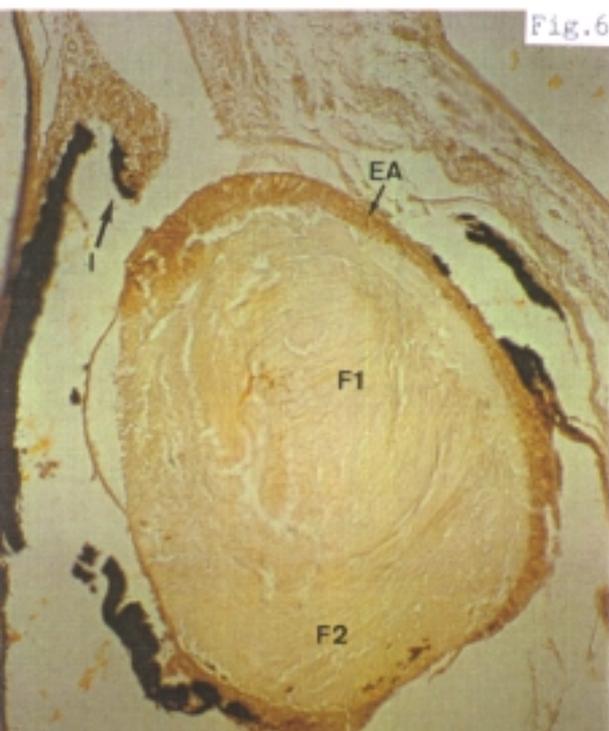
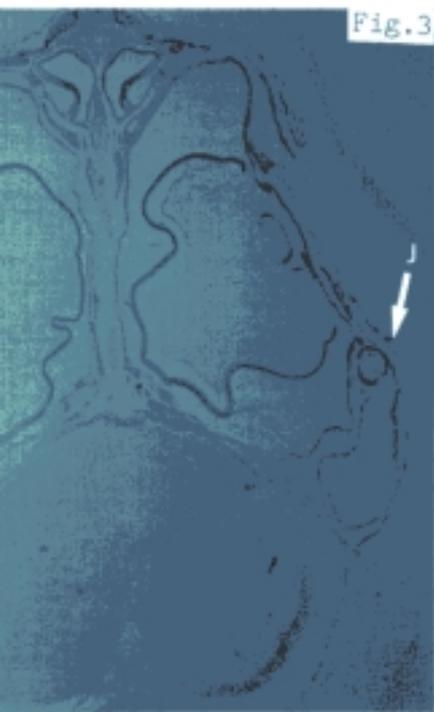
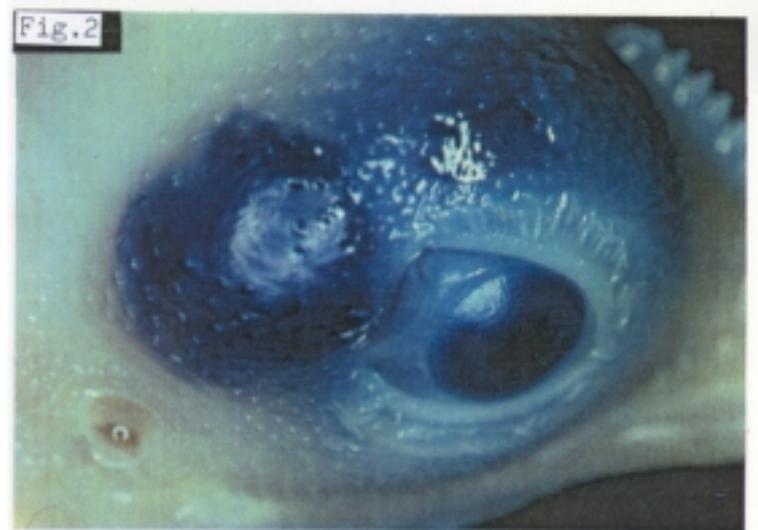
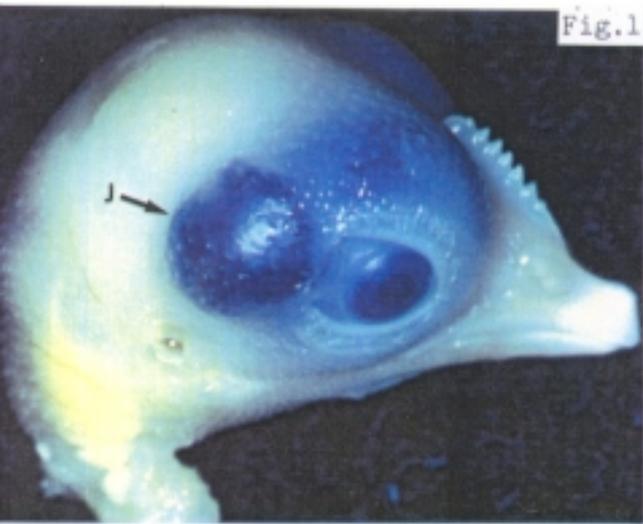
Fig. 4: Corte que muestra como las estructuras que se han diferenciado a partir del injerto están alteradas porque el embrión había muerto en el huevo. (BBV, 2x)

Fig.5: Detalle del segmento anterior donde observamos que el epitelio pigmentado se adhiere fuertemente al cristalino (flecha). (BBV, 4x)

Fig.6: Detalle del cristalino en el que vemos que está orientado hacia el exterior y como el epitelio pigmentado lo rodea parcialmente. (BB, 10x)

Fig.7: Detalle de los procesos ciliares donde observamos el epitelio pigmentado y la *pars ciliaris retinae*. (BB, 40x)

Fig.8: Detalle de la retina neurosensorial donde vemos la escasez de células ganglionares y el desprendimiento de la hialoides vitrea (flecha). (BB, 40x)

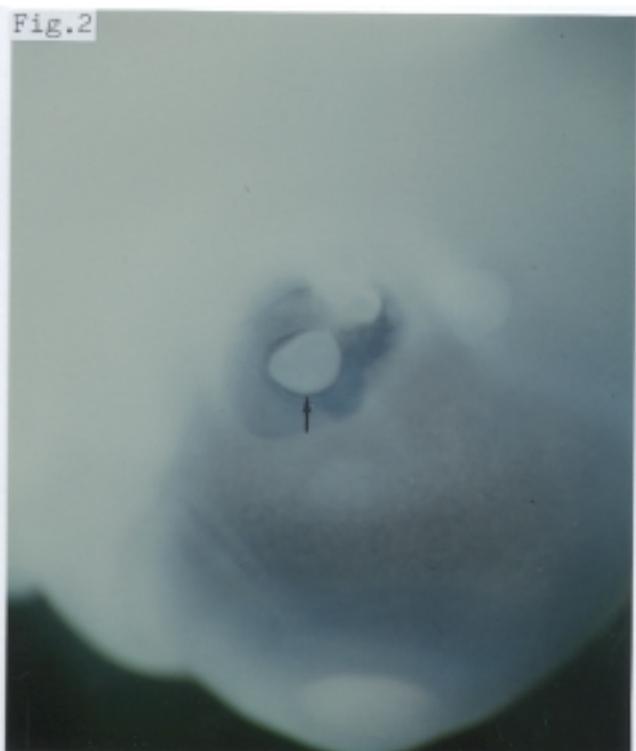


EMBRION O-37

EMBRION O-37

Fig.1: Visión lateral derecha del embrión donde vemos el tamaño y la situación del injerto (flecha). (1x)

Fig.2: Detalle del injerto que muestra un cristalino irregular en el centro (flecha) y algunos vasos sanguíneos (2,7x)



EMBRION: O-37

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 11 Z, 19 pares de somitos), en región periocular del ojo derecho de un embrión de pollo (E: 18 HH).

Se reincuba durante 4 días. Al abrir el huevo el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 21 Z.

Estadio teórico del Receptor: 30-31 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión está perfectamente formado y ha alcanzado un estadio 30 HH.

El injerto se ha desarrollado junto al ojo derecho del receptor y está situado entre éste y el tectum óptico.

El injerto presenta límites irregulares y un color más oscuro que el ojo del embrión receptor. A través del orificio pupilar que existe en el centro, se observa una estructura blanca que corresponde al cristalino.

Del borde dorsal del injerto parten unos vasos sanguíneos que rodean el orificio pupilar. (figuras 1 y 2)

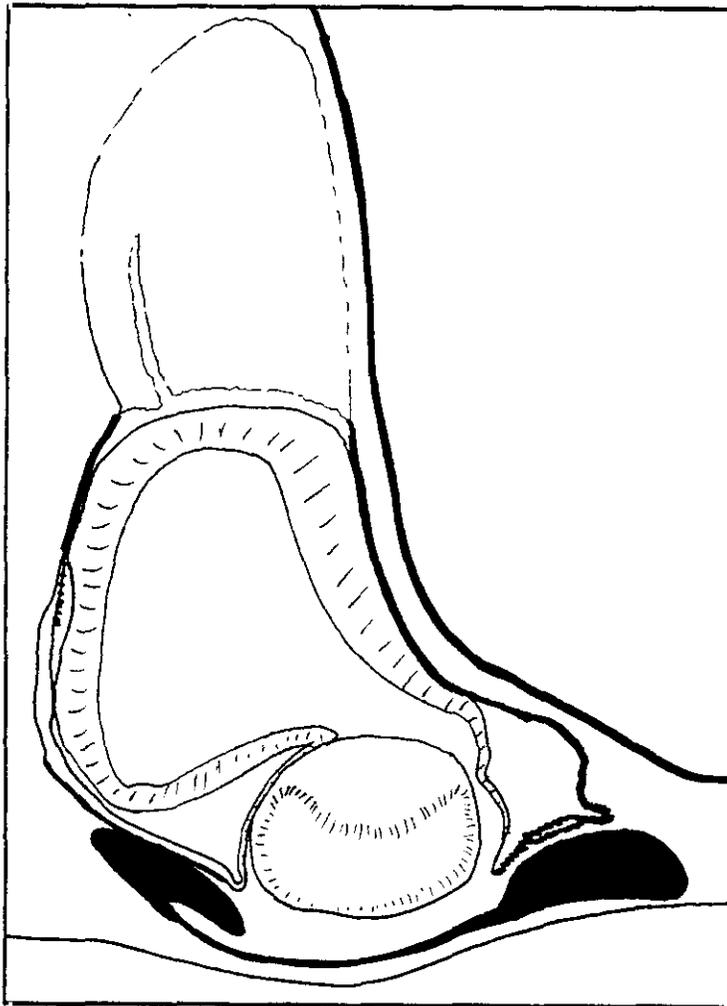
ESTUDIO MICROSCOPICO:

A partir del injerto que ha crecido junto al ojo derecho del receptor, se ha desarrollado un globo ocular y detrás una estructura que tiene aspecto de tejido nervioso. (figuras 3, 4, 8, 9 y 13 a 15)

El tejido mesodérmico que pertenece al injerto se sitúa sobre los bordes de la vesícula óptica. En el esquema de la figura 4, las zonas negras muestran el mesodermo del injerto.

Esquema de

la fig.4



La zona central de la córnea presenta dos capas celulares separadas por una capa acelular. En la capa externa, correspondiente al esbozo del epitelio corneal, vemos una o

dos hileras de células cúbicas que periféricamente se continúan con el ectodermo superficial.

La capa interna con una sola hilera de células planas, corresponde al esbozo del endotelio corneal y periféricamente se continúa con el mesodermo que cubre los bordes de la vesícula óptica.

La capa acelular que separa epitelio y endotelio, es el estrato acelular de la córnea y en su periferia vemos como células procedentes del mesodermo que rodea los bordes de la vesícula óptica están penetrando en su espesor. (figuras 6 y 7)

Si nos fijamos detenidamente, las células del futuro endotelio corneal presentan en su interior nucleolos claramente visibles. Lo mismo ocurre con las células mesodérmicas que se introducen en el estrato acelular de la córnea. Sin embargo, es difícil ver algún nucleolo en las células del futuro epitelio. (figuras 4 a 7)

Es importante destacar que del mesodermo que cubre uno de los bordes de la vesícula óptica surge una prolongación de células que forman el endotelio corneal y que penetran en el espesor del estrato acelular. (figura 6)

El cristalino está orientado hacia la superficie externa del embrión; su epitelio anterior es más grueso en las regiones ecuatorial y preecuatorial y los núcleos de las fibras cristalinas adoptan la forma de "media luna" típica. (figuras 4 y 5)

Parte de la retina del borde de la vesícula óptica se separa del epitelio pigmentado y se une a la zona ecuatorial del cristalino. (figuras 4 y 5)

En cortes más distales del cristalino, donde sólo se observan las fibras, gran parte del mismo está en íntimo contacto con ambas capas de la vesícula óptica e incluso parecen fusionarse. (figura 13)

Vemos que el esbozo de la cámara anterior aparece como un espacio ópticamente vacío delimitado por la córnea, el cristalino y los bordes de la vesícula óptica con el mesodermo que los rodea. (figuras 3 a 7)

En el interior del globo ocular del injerto se ha desarrollado una estructura que capta de forma tenue el colorante. Esta estructura que está parcialmente colapsada corresponde al cuerpo vítreo. (figuras 4, 8 y 13 a 15)

Sólo en los bordes de la vesícula óptica y en la zona donde el injerto se ha desarrollado junto al ojo derecho del receptor, la capa externa de la vesícula óptica se ha diferenciado en un epitelio pigmentado típico. (figuras 4, 5, 9 y 10)

En los bordes de la vesícula óptica, donde la retina está separada del epitelio pigmentado, el pigmento se sitúa en la superficie externa de las células. (figuras 5 a 7)

En la región opuesta al ojo derecho del receptor, la capa externa aumenta de espesor y pierde la mayor parte del pigmento. Esta transformación hace que la capa externa de la vesícula óptica se parezca más a la retina neurosensorial que al epitelio pigmentado. (figuras 4 y 11 a 15)

En la porción más interna del globo ocular del injerto, el epitelio pigmentado se continúa con la estructura nerviosa que se ha desarrollado a ese nivel. (figuras 4, 8, 9 y 13 a 15)

Finalmente en la superficie externa del injerto y en cortes periféricos, vemos que el epitelio pigmentado parece fusionarse con la retina (parcialmente pigmentada) y con la superficie del cristalino. (figura 13)

A partir de la capa interna de la vesícula óptica del injerto se ha diferenciado la retina que presenta varios detalles que queremos destacar.

En los bordes de la vesícula óptica, se separa de la capa externa a la vez que disminuye de grosor. En uno de los bordes, la retina ciega se pega al ecuador del cristalino. (figuras 4 y 5)

Esa invaginación de la retina se acentúa y en la periferia del injerto podemos observar (al ser una visión bidimensional) que existen dos cavidades vítreas con cuerpo vítreo en su interior. (figuras 13 a 15)

En algunas zonas, la retina neurosensorial que se desarrolla junto al epitelio pigmentado normal es más gruesa y parece estar más diferenciada que la retina desarrollada junto al epitelio pigmentado engrosado. (figuras 10 a 12)

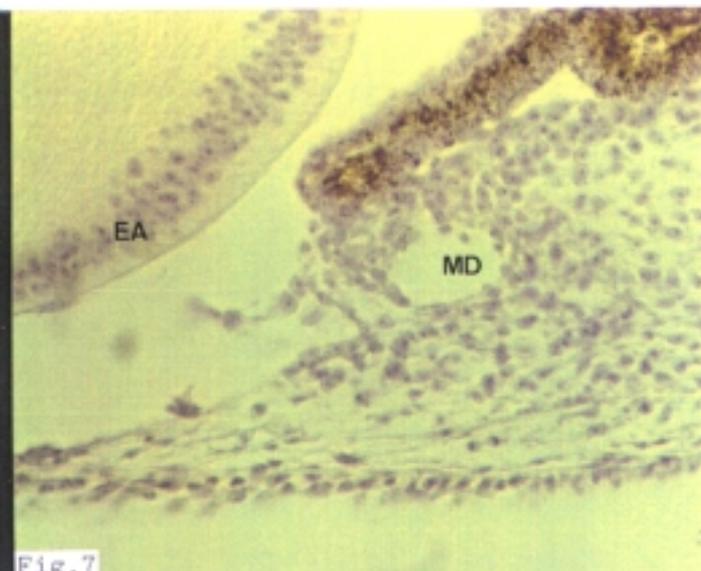
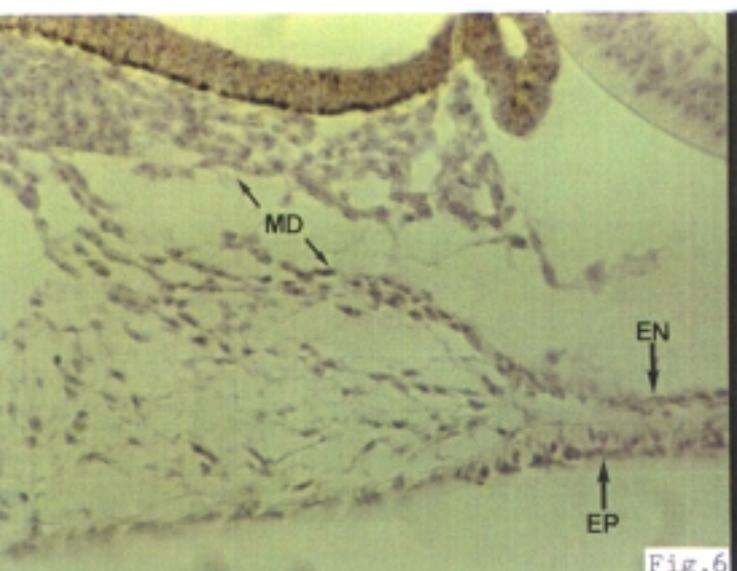
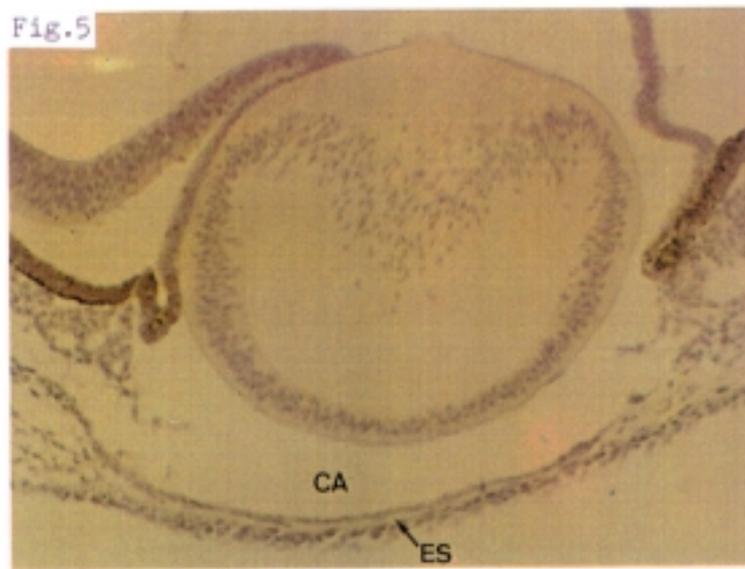
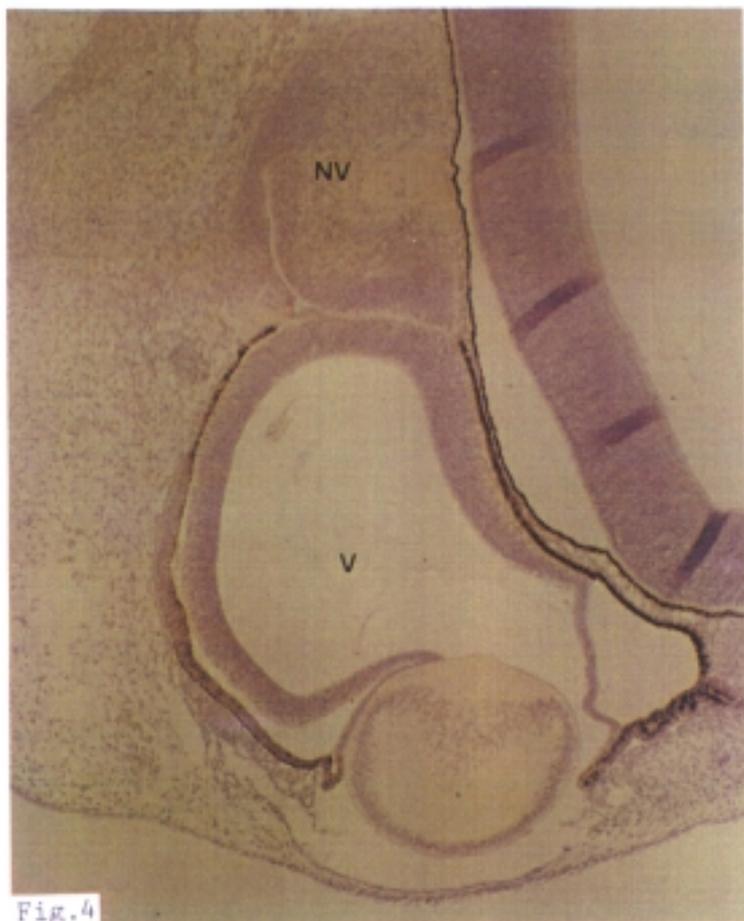
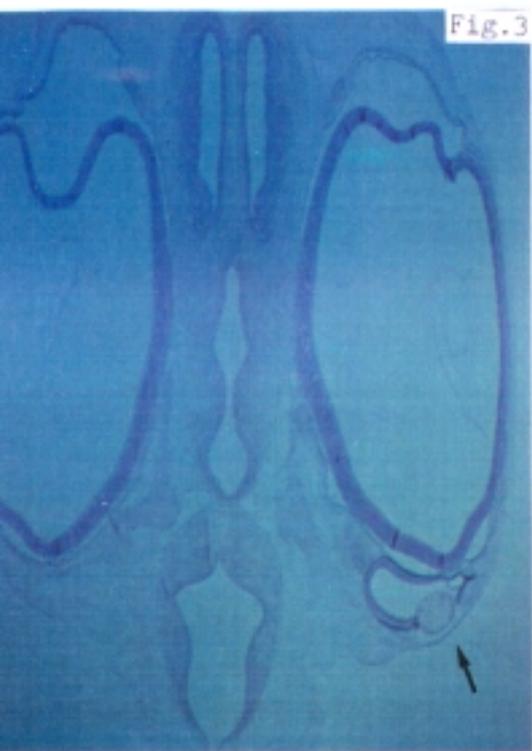
No observamos una estratificación en capas de la retina neurosensorial, aunque existe mayor densidad de células en la mitad interna. En la superficie interna hay una fina capa acelular que puede corresponder a las fibras ópticas. (figura 10)

Fig.3: Corte horizontal oblicuo donde observamos el desarrollo y la localización del injerto (flecha). (FE, 2x)

Fig.4: Corte donde vemos que a partir del injerto se ha desarrollado un globo ocular y una estructura nerviosa unida a él. (FE, 10x)

Fig.5: Detalle del segmento anterior que muestra el desarrollo del cristalino y córnea. Observamos como uno de los bordes de la vesícula óptica está contactando con el ecuador del cristalino. (FE, 20x)

Figs.6 y 7: Detalle de los extremos de la córnea donde vemos la situación de las células con nucleolos evidentes que proceden del injerto. (FE, 40x)



Figs.8 y 9: Corte donde vemos que el epitelio pigmentado se continúa con la estructura nerviosa (flechas). (SM y FE, 20x)

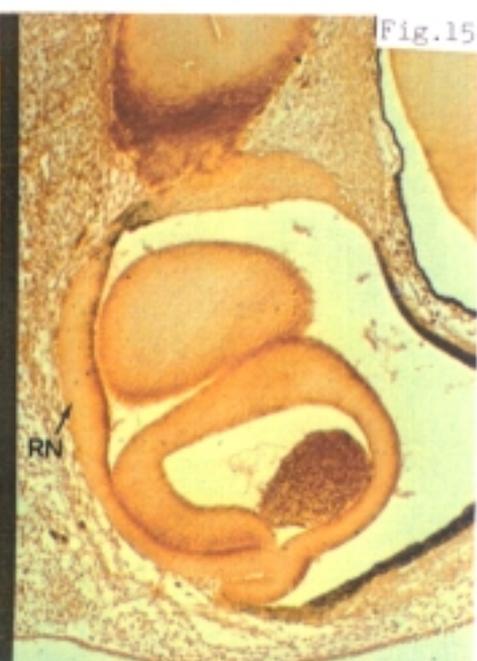
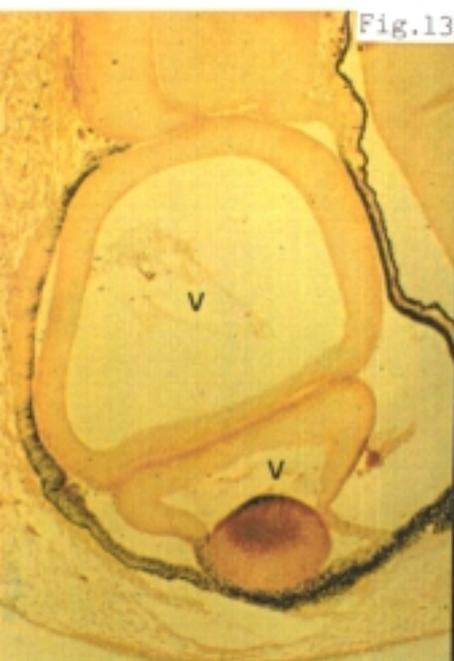
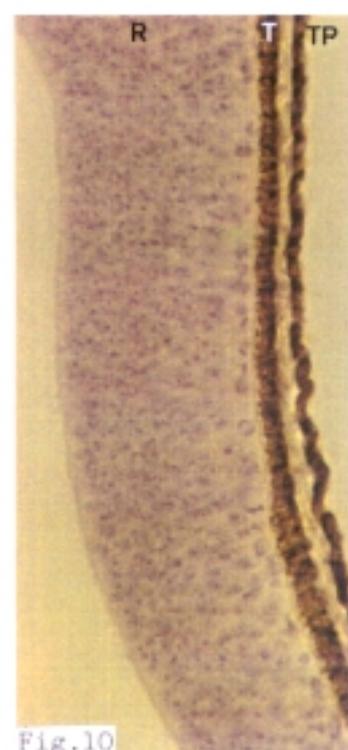
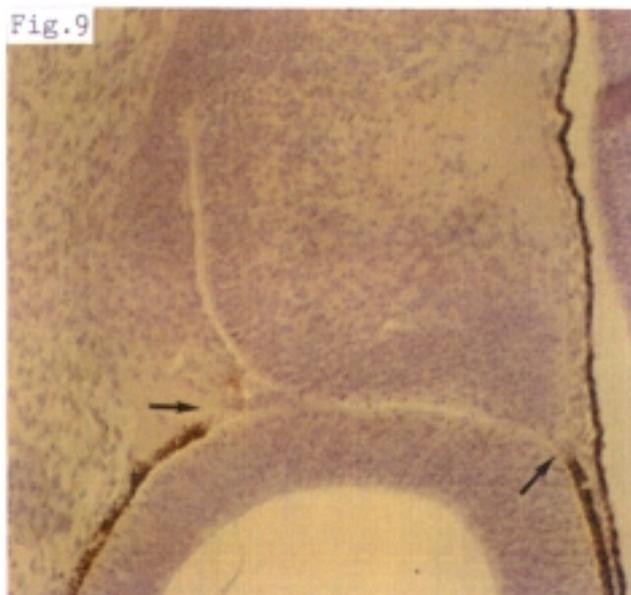
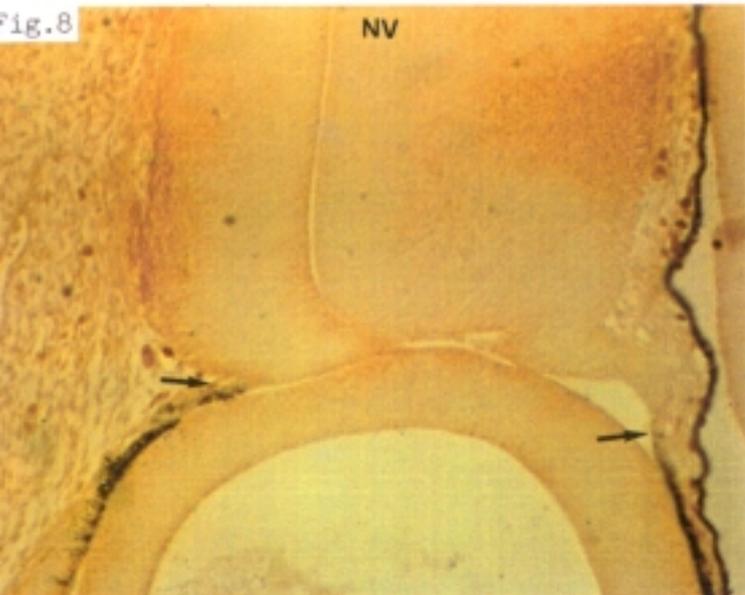
Fig.10: Detalle de la retina neurosensorial y del epitelio pigmentado del injerto. (FE, 40x)

Figs.11 y 12: Detalle de la zona donde el epitelio pigmentado se engruesa y pierde sus características típicas. (SM y FE, 40x)

Fig.13: Corte de una zona del injerto donde el epitelio pigmentado cubre la superficie externa del cristalino. Vemos que existe un pliegue de la retina. (SM, 10x)

Fig.14: Corte que confirma el pliegue de la retina y la continuación de la capa interna con la externa (flecha). (SM, 10x)

Fig.15: Corte donde vemos la transformación que sufre gran parte de la capa externa de la vesícula óptica. (SM, 10x)



EMBRION 0-20

EMBRION: 0-20

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 13 Z, 26 pares de somitos) en región periocular del ojo derecho de un embrión de pollo (E: 17 HH).

Como el injerto es grande, sobre todo en relación al receptor, se introduce solamente la mitad de la vesícula óptica, quedando el resto fuera.

Se reincuba durante 4 días. Al abrir el huevo, el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 22 Z.

Estadio teórico del Receptor: 29-30 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión está perfectamente formado y ha alcanzado un estadio 29 HH.

Del borde del globo ocular derecho del receptor surge un pedículo vascularizado rodeado de membranas, que une el embrión de pollo con un globo ocular que ha crecido aislado.

el injerto presenta un color oscuro y en uno de los polos hay un orificio pupilar a través del cual observamos el cristalino.

No se han diferenciado párpados, membrana nictitante ni existen evidencias del nervio óptico.

ESTUDIO MICROSCOPICO:

A partir del injerto se ha desarrollado un globo ocular, cuyo único nexo de unión con el receptor es un tejido mesodérmico vascularizado que ha desaparecido por el proceso

histológico. (figuras 1 y 2)

La mayor parte del globo ocular está rodeado por una fina capa de tejido mesodérmico vascularizado que a su vez está cubierto por una hilera de células ectodérmicas. (figuras 7 y 8)

En el segmento anterior del globo ocular se distingue una gruesa condensación de tejido ectomesodérmico. (figura 2)

En algunas zonas parece reconocerse cierta estratificación. Una capa externa que se continúa con el ectodermo lateral; otra interna muy delgada y entre ambas existe un espacio con menor densidad de células que se continúa periféricamente con el mesodermo. Esta estructura la identificamos como un esbozo corneal. (figuras 2 a 5)

Entre el cristalino, los bordes de la vesícula óptica y el esbozo corneal, existe una franja acelular y ópticamente vacía que corresponde a la cámara anterior. (figuras 2 a 5)

A partir de la capa externa de la vesícula óptica se ha diferenciado el epitelio pigmentado, aunque presenta diferentes grados de desarrollo. (figura 2)

En los bordes de la vesícula óptica el epitelio pigmentado es mucho más grueso (figura 6) que en el resto, en donde también se observan diferencias. En unas zonas aparece más grueso y pigmentado (figura 7). Por el contrario, en otras parece perder el pigmento y se adelgaza de tal forma que a veces es difícil identificarlo. (figura 8)

A partir de la capa interna de la vesícula óptica se ha diferenciado la retina neurosensorial que en los bordes disminuye de grosor (retina ciega). (figuras 2 y 6)

Como ocurría con el epitelio pigmentado, la retina neurosensorial muestra diferencias entre unas zonas y otras. Donde es más gruesa, presenta mayor cantidad de células y se distinguen algunas capas. (figura 7)

Donde es más delgada, contiene menos células y en su espesor sólo podemos identificar con claridad una hilera de células en la superficie externa. Estas células pueden corresponder a los fotorreceptores. (figura 8)

El grado de diferenciación y desarrollo del epitelio pigmentado y de la retina neurosensorial en las diferentes zonas que acabamos de describir, parecen guardar una estrecha relación con el grosor del tejido mesodérmico que recubre cada una de esas zonas. (figuras 2, 7 y 8)

En algunos cortes histológicos existe una sustancia dentro del globo ocular del injerto que capta débilmente el colorante. (figuras 1 y 2)

No hemos encontrado indicios del nervio óptico ni del esbozo del pecten.

EMBRION 0-20

Fig.1: Corte horizontal oblicuo donde observamos que el injerto se ha desarrollado fuera del receptor (flecha). (HC, 1,5)

Fig.2: Corte que muestra como a partir del injerto se ha desarrollado un globo ocular. (HC, 4x)

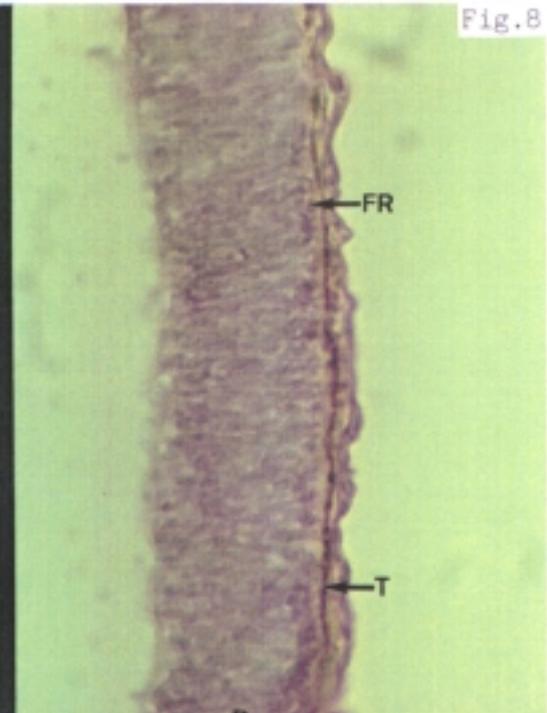
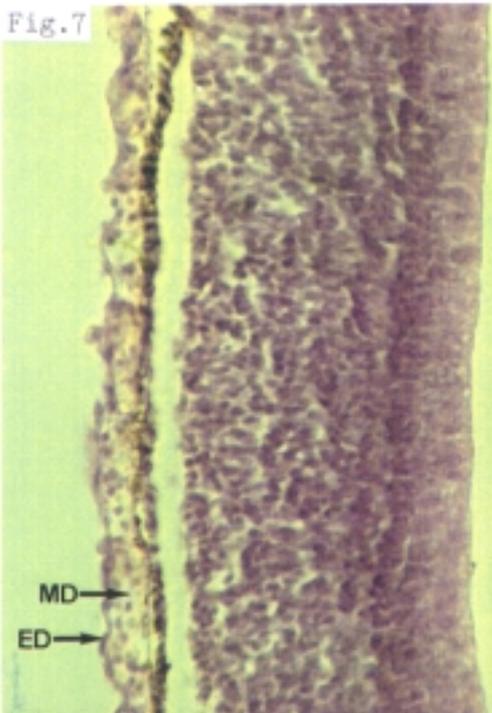
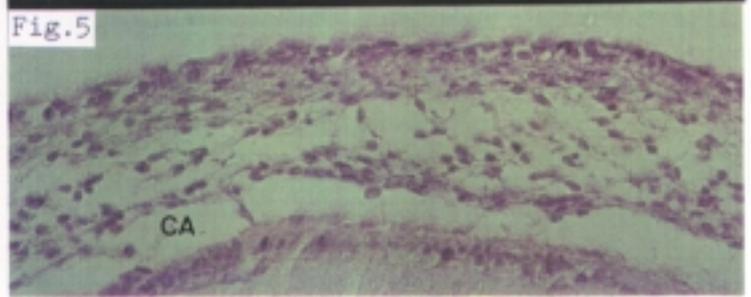
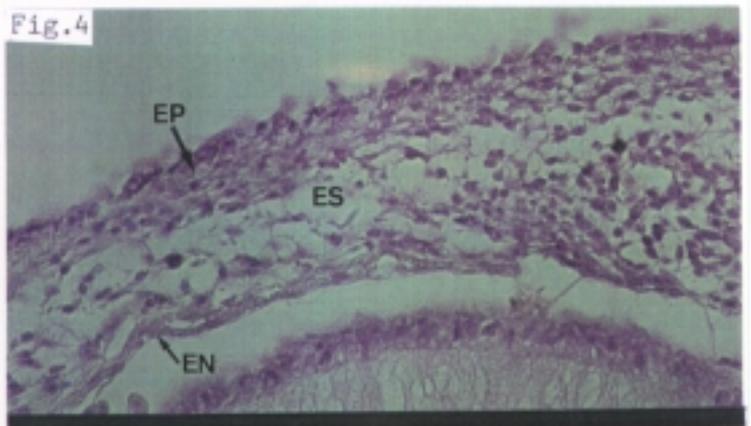
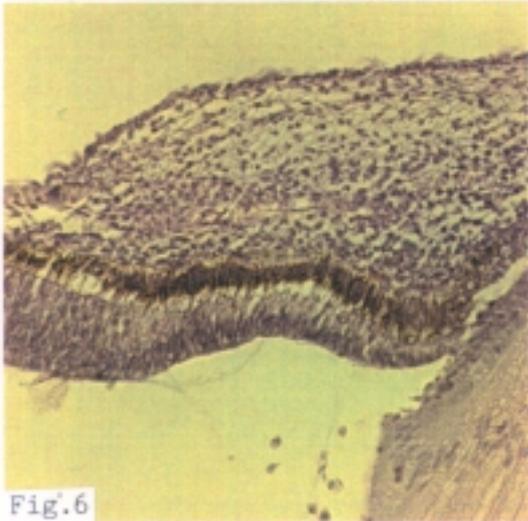
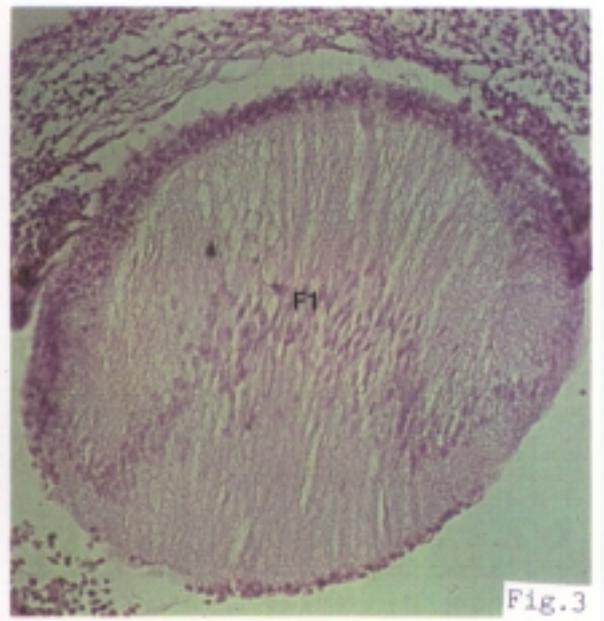
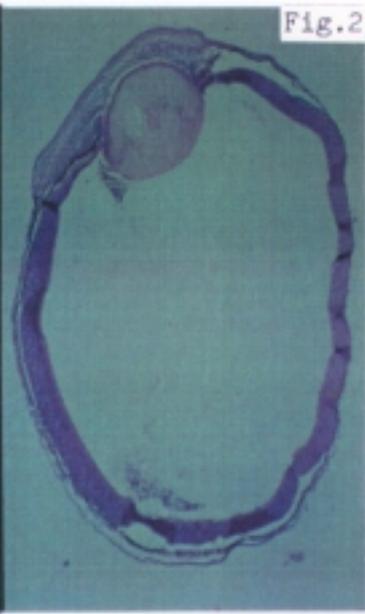
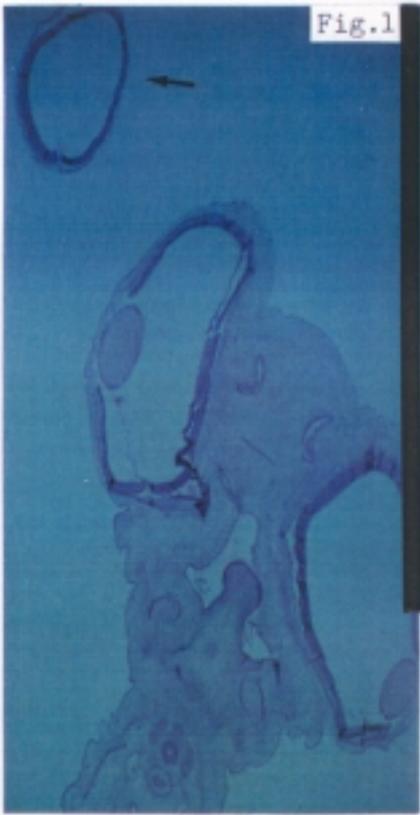
Fig.3: Detalle del cristalino en el que destaca la diferenciación de todas sus estructuras. (HC, 20x)

Figs.4 y 5: Detalles del esbozo corneal que cubre el cristalino y los bordes de la vesícula óptica. Se puede delimitar la cámara anterior. (HC, 40x)

Fig.6: Corte que muestra el borde de la vesícula óptica, el esbozo de la córnea y el ecuador del cristalino. (HC, 20x)

Fig.7: Detalle de una zona del globo ocular donde vemos la diferenciación de la retina neurosensorial y del epitelio pigmentado. (HC, 40x)

Fig.8: Detalle (en la zona opuesta a la figura anterior) donde observamos que ambas capas tienen menor grado de desarrollo. (HC, 40x)



EMBRION O-15

EMBRION: O-15

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 13 Z, 24 pares de somitos), en región periocular del ojo derecho de un embrión de pollo (E: 20 HH).

Se reincuba durante 77 horas. Al abrir el huevo, el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 20 Z.

Estadio teórico del Receptor: 29-30 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión está perfectamente formado y ha alcanzado un estadio 30 HH.

El injerto se ha desarrollado junto al borde dorsal del globo ocular derecho del receptor.

Se observa un pequeño anillo de pigmentación, mientras que a través de un orificio central, semejante a la pupila, existe una formación redondeada y blanca que puede corresponder al cristalino.

ESTUDIO MICROSCOPICO:

El injerto se ha desarrollado junto al globo ocular derecho del receptor. (figura 1)

Existe una ligera condensación del mesodermo que cubre parte de la retina del injerto. No se distinguen los nucleolos de estas células mesodérmicas. (figuras 2 y 8)

Cubriendo los bordes de la vesícula óptica y la zona de transformación del epitelio pigmentado en retina, existen algunas células de tejido mesodérmico en cuyos núcleos vemos

claramente los nucleolos. (figuras 3 a 5, 9 y 10)

El cristalino se ha desarrollado en el interior del globo ocular y está orientado hacia la superficie externa del embrión.

El epitelio pigmentado aumenta ligeramente de espesor en las regiones ecuatorial y preecuatorial. Los núcleos de las fibras cristalinas se disponen en forma de "media luna". (figuras 2 y 3)

La estructura que cubre el segmento anterior del injerto presenta tres capas celulares en la zona central (figuras 4 a 6). Una externa con una o dos hileras de células cúbicas, otra interna con una sola hilera de células planas y entre ambas se encuentra una capa más gruesa en la que se aprecian células procedentes del tejido mesodérmico de la periferia.

La morfología que tiene esta estructura en la zona central, recuerda a la córnea durante la segunda oleada mesodérmica. (figuras 4, 5 y 6)

Sin embargo en la periferia, donde los bordes de la vesícula óptica están próximos entre sí, esta estructura recuerda más al recubrimiento ectomesodérmico del resto del embrión. (figura 3)

Tanto a nivel central como periférico, la córnea deriva del tejido ectomesodérmico del receptor.

Entre el cristalino, la córnea y los bordes de la vesícula óptica existe un espacio que corresponde a la cámara anterior. (figuras 2 a 6)

En el desarrollo del injerto destacan dos detalles interesantes. El primero es la ausencia del epitelio pigmentado en la mayor parte del injerto.

El epitelio pigmentado, sólo se ha diferenciado en los bordes de la vesícula óptica y en la zona del injerto que ha crecido junto al ojo derecho del receptor. (figuras 2 y 3)

En los bordes de la vesícula óptica, el epitelio pigmentado tiene un espesor parecido a la retina periférica y la mayor parte del pigmento se localiza en la superficie que está en contacto con la retina. (figura 3 a 5)

El epitelio pigmentado que se ha desarrollado junto al ojo derecho del receptor es delgado y está muy pigmentado.

Antes de desaparecer el epitelio pigmentado, vemos el segundo detalle importante de esta capa, ya que pierde el pigmento y se engruesa transformandose en una estructura que recuerda a la retina

Aunque en esta retina no se observa estratificación en capas, existe mayor densidad celular en la mitad externa, mientras que en la superficie interna hay zonas acelulares. (figuras 9 y 10)

La capa interna de la vesícula óptica se ha diferenciado en retina. En los bordes, esta capa disminuye de grosor siendo en algunas zonas similar al que presenta el epitelio pigmentado, por lo que a este nivel hablamos de retina ciega. (figuras 2 a 5)

En la retina neurosensorial podemos distinguir tres zonas en relación al grosor y grado de desarrollo.

La retina más gruesa es la que se ha desarrollado junto al epitelio pigmentado (figuras 2 y 9). La que se encuentra junto al mesodermo y no tiene epitelio pigmentado es más delgada aunque presenta un desarrollo similar a la otra (figuras 2 y 8). Por último, la retina que ha crecido junto al ectodermo superficial del embrión receptor muestra una escasa diferenciación y su grosor es muy inferior al que veíamos en las otras retinas. (figuras 2 y 7)

La retina neurosensorial desarrollada junto al epitelio pigmentado y al mesodermo, presenta una hilera de células alineadas en la superficie externa, que corresponden al esbozo de los fotorreceptores. En la superficie interna existe una fina capa acelular que relacionamos con las fibras ópticas. (figuras 8 y 9)

En algunas zonas del embrión existe una sustancia que capta de forma muy tenue el colorante y que podría corresponder al esbozo del cuerpo vítreo. (figura 2)

No hemos observado que exista nervio óptico ni esbozo del pecten.

EMBRION O-15

Fig.1: Corte horizontal oblicuo donde vemos el desarrollo y situación del injerto (flecha). (FE, 1,7x)

Fig.2: Corte que muestra el injerto, en el que se destaca la ausencia de gran parte del epitelio pigmentado (la flecha corresponde a las figuras 9 y 10). (FE, 4x)

Fig.3: Detalle del segmento anterior que incluye el cristalino, los bordes de la vesícula óptica y uniendo esos bordes una fina membrana de tejido mesodérmico. (FE, 20x)

Figs.4 y 5: Cortes donde observamos los extremos de la córnea y los bordes de la vesícula óptica. (FE, 20x)

Fig.6: Detalle de la córnea donde vemos las tres capas, epitelio, estroma y endotelio. (FE, 40x)

Fig.7: Detalle de la retina neurosensorial que ha crecido junto al ectodermo superficial. (FE, 40x)

Fig.8: Detalle de la retina neurosensorial que crecido junto al mesodermo. (FE, 40x)

Fig.9: Corte que muestra el punto donde el epitelio pigmentado se transforma en retina (flecha). (FE, 20x)

Fig.10: Detalle de la transformación del epitelio pigmentado en retina. Distinguimos los nucleolos de las células mesodérmicas que cubren esta región del injerto. (FE, 40x)

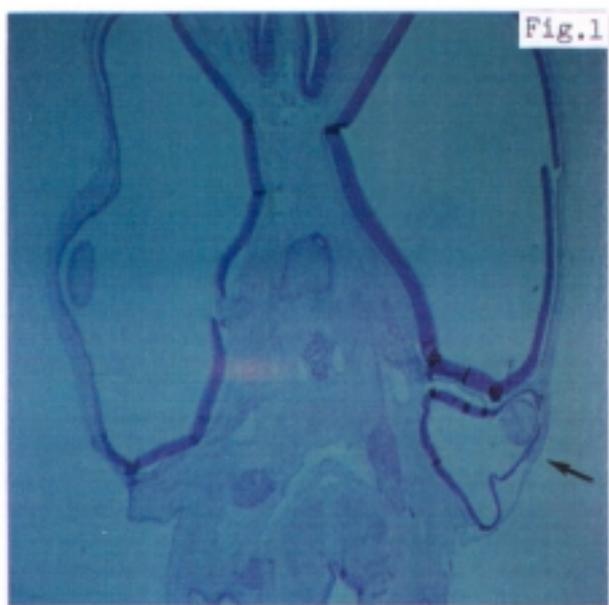
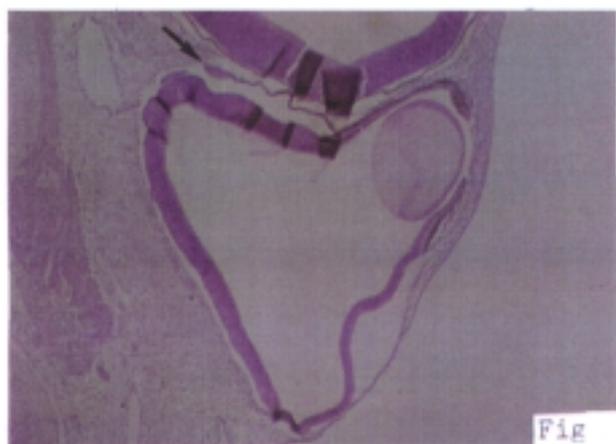
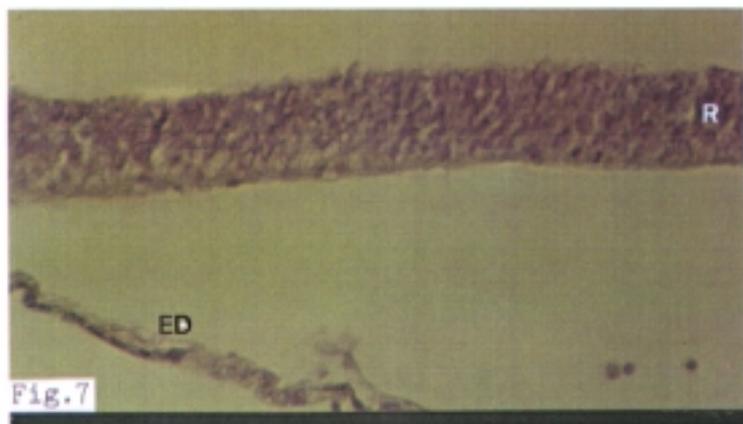


Fig.1



Fig



R

ED

Fig.7

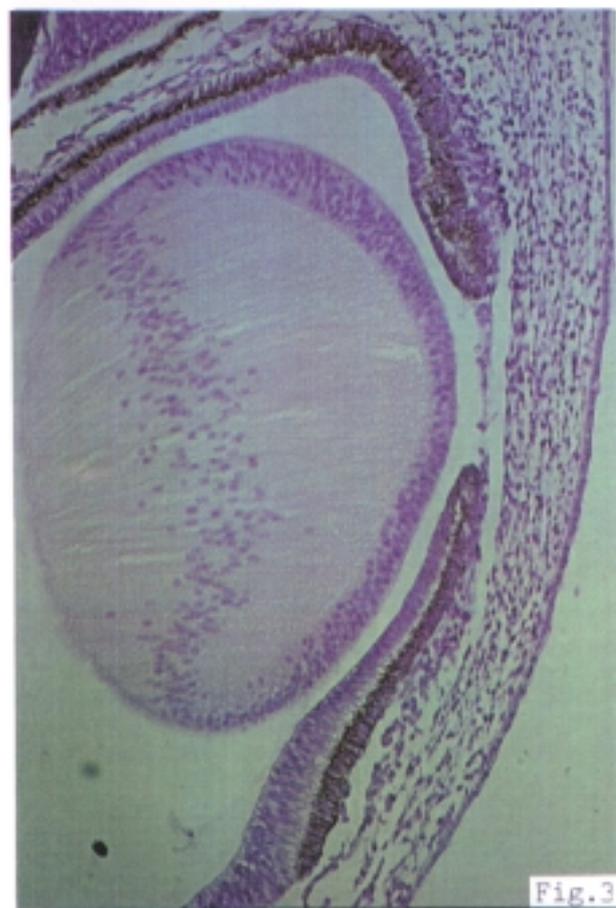
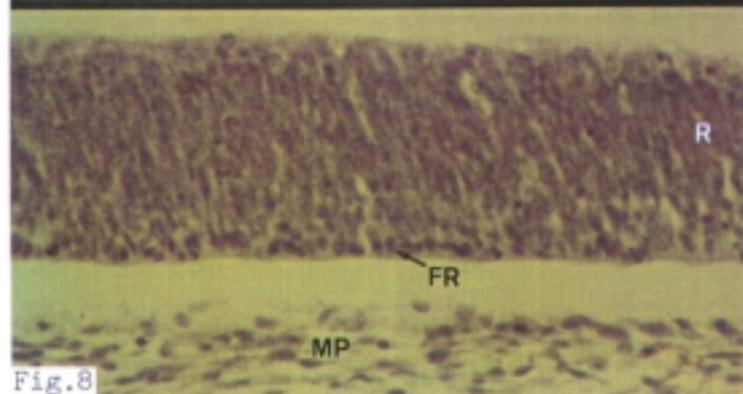


Fig.3

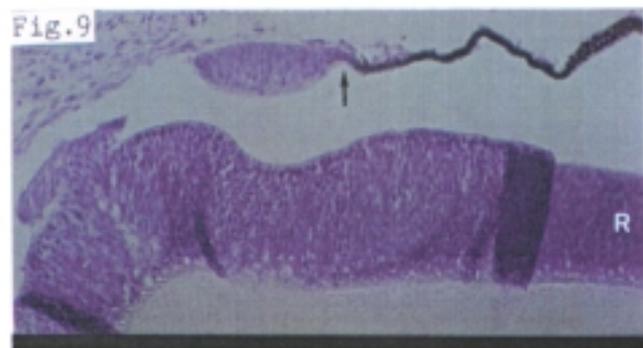


R

FR

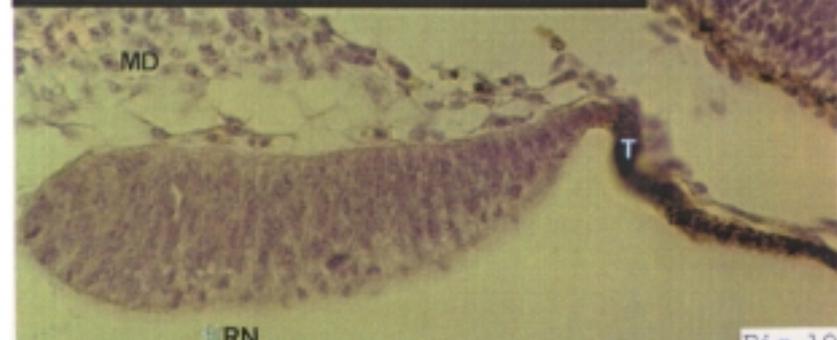
MP

Fig.8



R

Fig.9



MD

T

RN

Fig. 10

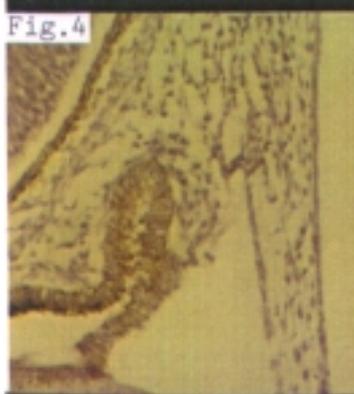


Fig.4

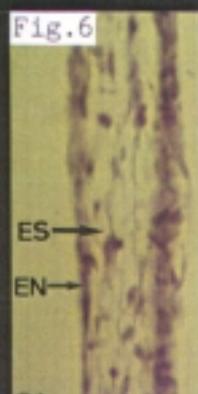


Fig.6

ES

EN

CA

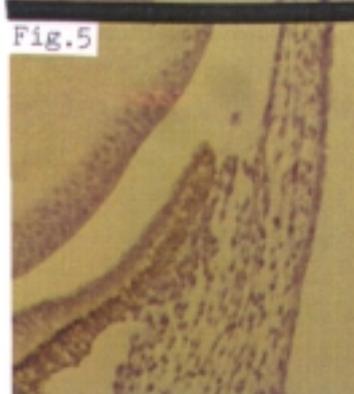


Fig.5

EP

EMBRION O-146

Fig.1



EMBRION O-146

Fig.1: Visión lateral derecha donde solamente se reconocen el globo ocular derecho del receptor (flecha) y del injerto. (1,8x)

EMBRION: O-146

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 11 Z, 19 pares de somitos), en región periocular dorsal de la vesícula óptica derecha de un embrión de pollo (E: 12 HH).

Se reincuba durante 4 días. Al abrir el huevo, el embrión está muerto y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 21 Z.

Estadio teórico del Receptor: 28-29 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión está deformado y presenta alteraciones por lo que es difícil asignarle un estadio final; aunque podría corresponder al 26 o 27 HH, por la forma del miembro superior.

En el lado derecho de la región cefálica observamos que hay dos estructuras pigmentadas. La más grande corresponde al globo ocular del embrión receptor y en él podemos identificar la fisura óptica, y a través del orificio pupilar el cristalino. En la más pequeña que corresponde al injerto sólo se distingue la pigmentación que es similar a la del receptor.

En el lado izquierdo sólo se observa un globo ocular de características similares al ojo derecho del receptor.
(figura 1)

ESTUDIO MICROSCOPICO:

La mayor parte del injerto se ha desarrollado fuera del receptor y sólo en algunas zonas el contacto es mayor. (figuras 2 y 6)

Existe una ligera condensación del mesodermo que rodea el globo ocular del injerto. (figuras 2 a 4)

El cristalino y los bordes de la vesícula óptica están cubiertos por la córnea que presenta dos capas celulares separadas por un espacio acelular, aunque no ópticamente vacío, que corresponde al estrato acelular de la córnea.

La capa externa es gruesa, presenta una o dos hileras de células cúbicas y periféricamente se continúa con el ectodermo superficial. Esta capa corresponde al esbozo del epitelio corneal.

La capa interna está formada por una sola hilera de células planas que se continúan en la periferia con el mesodermo que rodea los bordes de la vesícula óptica. Esta capa corresponde al esbozo del endotelio corneal. (figuras 3 a 5)

El cristalino está bien orientado. El epitelio anterior es más grueso en las regiones ecuatorial y preecuatorial que en la zona central. (figura 4)

Los núcleos de las fibras cristalinianas comienzan a adoptar la disposición de "media luna", sobre todo en cortes periféricos del cristalino. (figuras 3 y 4)

Entre la córnea, el cristalino y los bordes de la vesícula óptica con el mesodermo que lo rodea, se forma un espacio acelular y ópticamente vacío que corresponde al esbozo

de la cámara anterior. (figuras 4 y 5)

A partir de la capa externa de la vesícula óptica se ha diferenciado el epitelio pigmentado. Observando esta estructura, vemos que en los bordes aumenta de grosor mientras que la pigmentación se hace más tenue. (figuras 3, 4 y 8)

En algunas zonas del epitelio pigmentado que recubre la retina neurosensorial es difícil identificar el pigmento. (figura 7)

En la periferia del injerto vemos que el epitelio pigmentado se engruesa, pierde el pigmento y se transforma en una retina neurosensorial que aparece parcialmente cubierta por mesodermo. (figura 6)

Existen zonas donde la retina neurosensorial no está cubierta por el epitelio pigmentado. (figura 6)

A partir de la capa interna de la vesícula óptica se ha diferenciado la retina. Esta retina es más delgada en los bordes de la vesícula óptica.

En la retina neurosensorial no observamos estratificación en capas. (figuras 3, 4, 6 y 7)

El epitelio pigmentado acompaña los pliegues sencillos de la retina neurosensorial. Sin embargo, hemos encontrado una formación quística en la retina que se relaciona con el epitelio pigmentado transformado en retina neurosensorial. (figura 6)

En aquellas zonas donde la retina neurosensorial no está rodeada por el epitelio pigmentado, esta disminuye considerablemente su grosor. (figura 6)

No hemos observado ninguna estructura que pueda corresponder al esbozo del pecten.

Fig.2: Corte tangencial donde vemos la relación del injerto con el receptor. (HC, 2,8x)

Figs.3 y 4: Cortes a diferentes niveles que muestran el grado de desarrollo de las diferentes estructuras del injerto. (HC, 10x)

Fig.5: Detalle de la córnea y del epitelio anterior del cristalino. (HC, 40x)

Fig.6: Corte periférico del injerto donde vemos que el epitelio pigmentado se transforma en retina neurosensorial. También se observa una formación quística en la retina neurosensorial (flecha). (HC, 10x)

Fig.7: Detalle de una zona del injerto donde no vemos claramente la pigmentación de la capa externa. (HC, 40x)

Fig.8: Detalle del borde de la vesícula óptica y del cristalino. (HC, 40x)

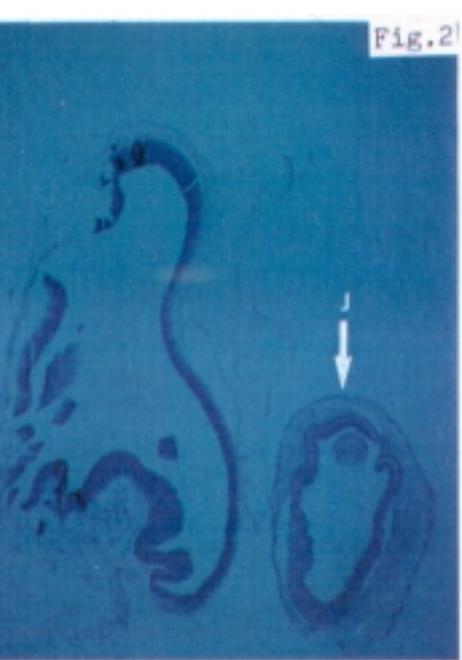


Fig. 2

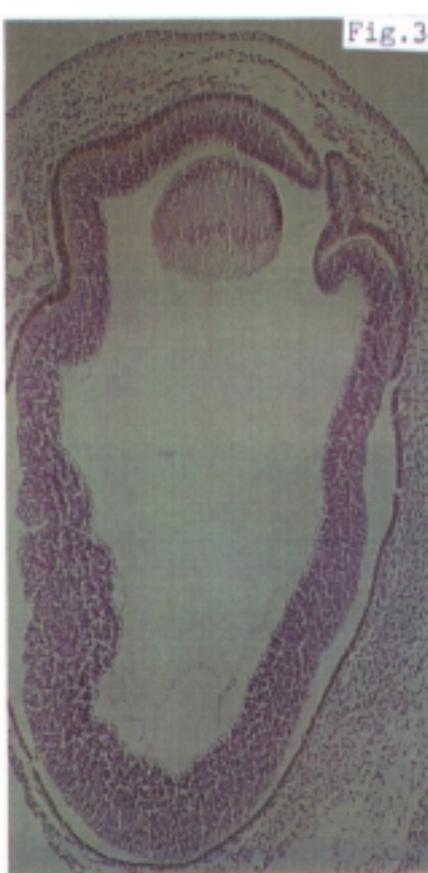


Fig. 3



Fig. 4

MD



Fig. 6

RN

R

TP

T

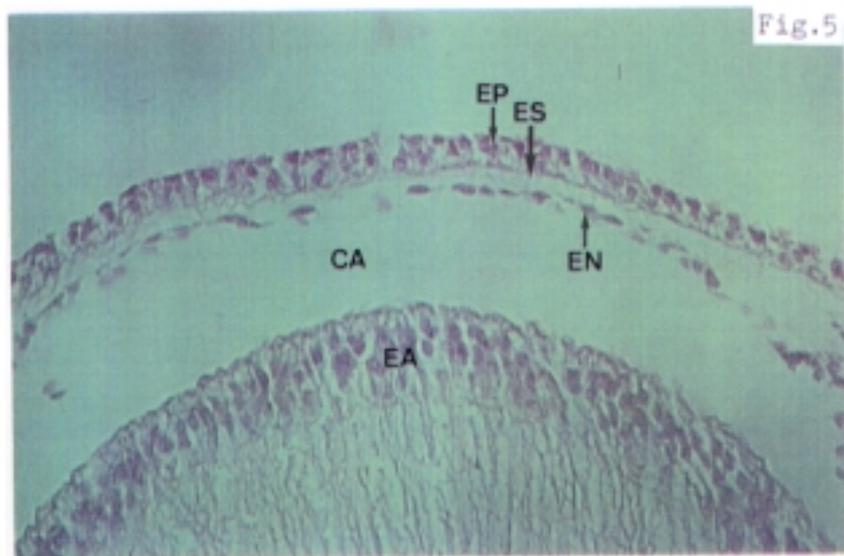


Fig. 5

EP

ES

CA

EN

EA

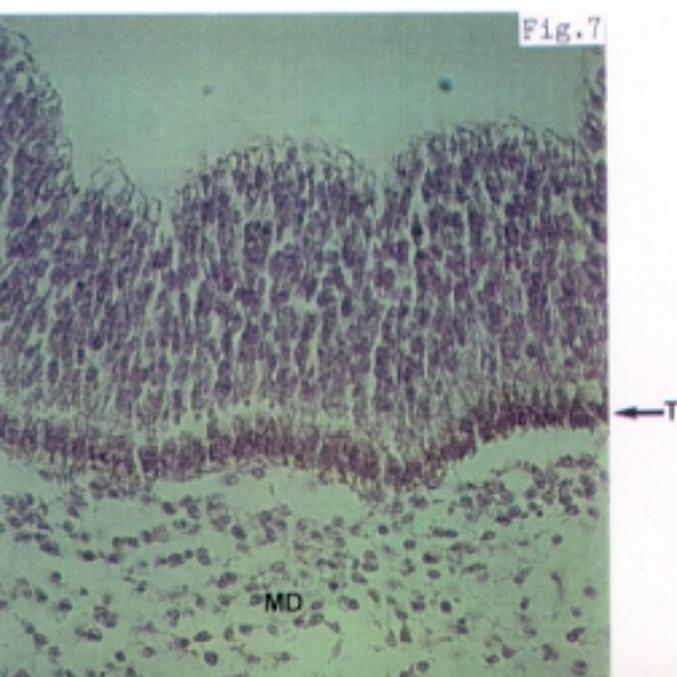


Fig. 7

T

MD

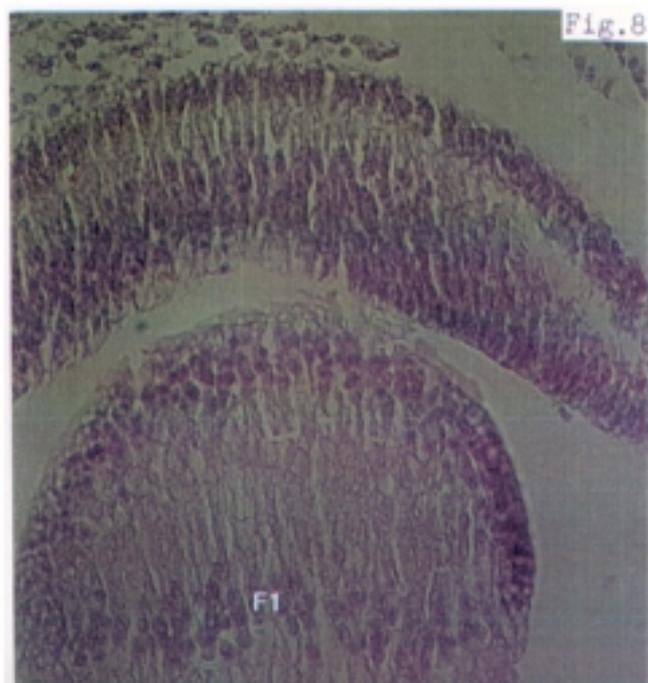


Fig. 8

F1

EMBRION O-150

EMBRION: O-150

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 11 Z, 19 pares de somitos), en región periocular de la vesícula óptica derecha de un embrión de pollo (E: 13 HH).

Se reincuba durante 16 días. Al abrir el huevo, el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 36 horas posteclosión.

Estadio teórico del Receptor: 44 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión está perfectamente desarrollado y ha alcanzado un estadio 43+ HH.

En el lado derecho de la cabeza se han desarrollado esbozos pigmentados de plumas que cubren la parte superior y dorsal del ojo.

Sólo se ha desarrollado la parte más rostral del párpado superior. Su borde libre y los esbozos de plumas que lo cubren están pigmentados.

El párpado inferior presenta una intensa pigmentación en el tercio dorsal del borde libre. Esa zona está cubierta por esbozos pigmentados de plumas.

Al faltar gran parte del párpado superior, el extremo posterior de la hendidura palpebral presenta numerosas alteraciones. A ese nivel, sobre la córnea, ha crecido una estructura de color blanco y consistencia dura.

La mitad superior de la córnea está cubierta por una formación blanquecina.

Los esbozos pigmentados de plumas no sólo están presentes sobre el globo ocular derecho, sino que también cubren la región de la cabeza que está detrás del ojo derecho.

Aunque parte de los párpados no se han desarrollado, no observamos la presencia de la membrana nictitante.

En el lado izquierdo de la cabeza, los párpados del ojo izquierdo están cerrados y no se observan esbozos pigmentados de plumas. (figuras 1 y 2)

ESTUDIO MICROSCOPICO:

Lo primero que llama la atención es la ausencia, en el ojo derecho, de gran parte del párpado superior. Esto indica que parte del globo ocular no está protegido por el párpado y una zona de su pared sólo está formada por cartilago escleral.

En primer lugar vemos una estructura que ha crecido, haciendo protusión, sobre la pared del globo ocular y que se extiende desde la periferia de la córnea (figura 5) hasta el inicio de la esclera; incluso en algunas zonas crece sobre ella. (figuras 3 y 4)

Tanto por la morfología interna como por el color que capta con esta tinción, corresponde a tejido nervioso. (figuras 4 y 5)

En otras zonas observamos que también se ha desarrollado una estructura ovalada en cuyo interior existen fibras que recuerdan a las fibras cristalínianas y que parecen dirigirse hacia la zona central, fuertemente teñida.

Está rodeado en parte por una capa que recuerda al epitelio pigmentado. (figuras 6 y 7)

Entre el esbozo del cristalino y la superficie externa, aparece una estructura que presenta dos capas separadas por una línea nítida que capta con más intensidad el colorante.

En su capa superficial (epitelio) vemos que la mitad externa la integran células que captan con intensidad el colorante y se descaman. Por el contrario, la mitad interna contiene células que se distribuyen homogéneamente.

La capa subyacente (estroma) es muy gruesa y en su interior existen fibras que se disponen paralelas entre sí y con relación a la superficie externa.

La superficie interna (endotelio) está constituida por una franja de tonalidad más oscura. (figuras 6 y 7)

Finalmente hemos comprobado que se ha desarrollado una estructura histológicamente muy similar al pico de las aves y que corresponde a la estructura dura y blanquecina de la observación macroscópica. (figura 8)

EMBRION 0-150

Fig.1: Visión lateral derecha de la cabeza donde se observa la distribución de los esbozos pigmentados de plumas. (1x)

Fig.2: Detalle donde vemos las alteraciones morfológicas de los párpados y algunas estructuras que se han desarrollado a partir del injerto. (2x)

Fig.3: Corte frontal oblicuo que muestra parte del injerto sobre la pared del globo ocular derecho (flecha). (BB, 0,66x)

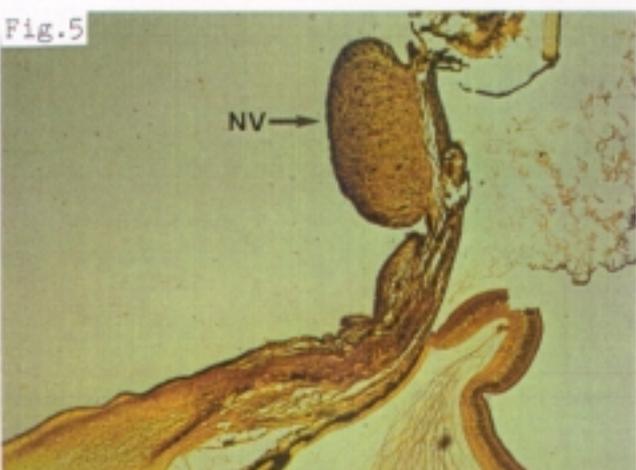
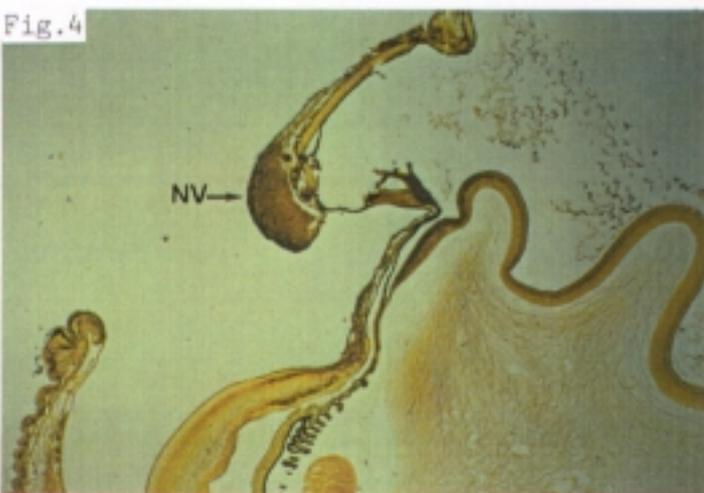
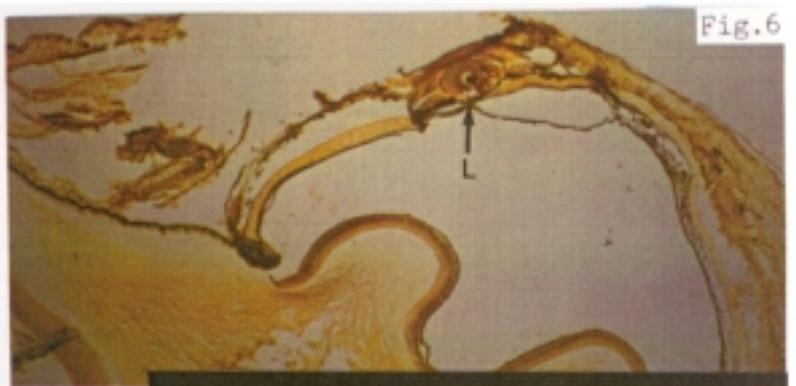
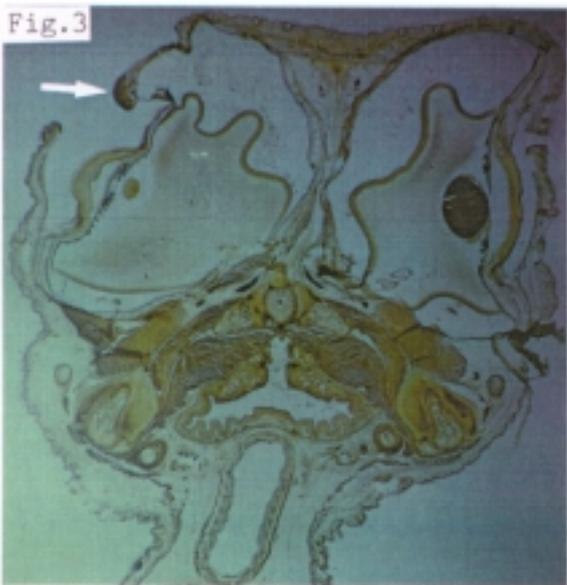
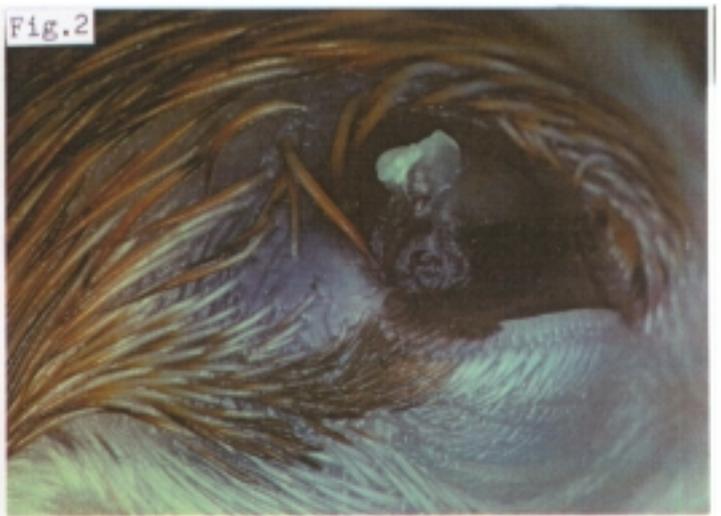
Fig.4: Detalle donde vemos la estructura con aspecto de tejido nervioso que ha crecido sobre la esclera. (BB, 2x)

Fig.5: Detalle de la misma estructura pero a otro nivel. Se ha desarrollado cerca de la perifería corneal. (BB, 4x)

Fig.6: Corte donde vemos que en la pared del globo ocular existe una estructura similar a un cristalino. (BB, 2x)

Fig.7: Detalle de la figura anterior. Vemos fibras cristalinas cubiertas en su cara interna por una capa pigmentada. Por encima de ella se delimita una estructura que corresponde al esbozo de la córnea. (BB, 20x)

Fig.8: Detalle de la estructura que macroscópicamente veíamos de color blanco y consistencia dura y cuyo aspecto histológico corresponde al de los picos de las aves. (BB, 20x)



EMBRION O-106

EMBRION: 0-106

Injerto de vesícula óptica derecha de un embrión de codorniz (E: 12 Z, 22 pares de somitos), en región periocular dorsal de la vesícula óptica derecha de un embrión de pollo (E: 13+ HH).

Se reincuba durante 12 días y 17 horas. Al abrir el huevo, el embrión está vivo pero cae al suelo. Se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 31-32 Z.

Estadio teórico del Receptor: 40-41 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

El embrión, que presenta varias malformaciones en la cabeza, ha alcanzado un estadio 39+ HH.

En la parte izquierda de la cabeza existe una anoftalmia, por lo que el pico superior, además de estar desviado a la izquierda, es más corto que el inferior.

En el lado derecho observamos algunas estructuras que no pertenecen al receptor.

El tercio medio del párpado superior no se ha desarrollado. El borde de la zona rostral está pigmentado, mientras que el del tercio dorsal se confunde con la formación negra que existe a ese nivel.

El párpado inferior parece estar más abierto de lo normal.

En el ángulo anterior observamos que la membrana nictitante cubre el borde rostral de la córnea.

El ojo derecho está rotado por lo que mira hacia abajo.

Los esbozos pigmentados de plumas cubren la parte del párpado superior que se ha desarrollado y la piel vecina.

Junto al extremo cráneo-dorsal de la córnea y antes de caer al suelo existía una formación esférica y de color negro. Tras la caída observamos una estructura negra e irregular y otra blanquecina que la separa de la córnea.

El borde dorsal de la estructura negra parece estar unida al borde del párpado inferior en el ángulo dorsal. (figura 1)

ESTUDIO MICROSCOPICO:

Hemos observado que en la zona izquierda no existe ningún esbozo del globo ocular izquierdo por lo que confirmamos la anoftalmía izquierda.

El injerto ha crecido junto al globo ocular del receptor en el tramo de la pared que se extiende entre la periferia de la córnea y el final de la esclera. (figuras 2 a 4)

A partir del injerto se han desarrollado dos estructuras que, aunque unidas, están perfectamente delimitadas.

La estructura de aspecto compacto que ha crecido junto a la córnea tiene gran parecido con el tejido nervioso pues su morfología y la intensidad con la que capta el colorante son similares.

La otra estructura presenta una cavidad en cuyo interior existe una sustancia que se tiñe levemente. Si comparamos su aspecto con el vítreo del globo ocular del receptor vemos una cierta semejanza. (figuras 3 a 5)

La pared de esta estructura es irregular, tiene pliegues y su grosor es muy variable. (figuras 3 y 4)

El aspecto que tiene la pared de esta estructura es similar al que presenta una retina poco o mal diferenciada. (figura 5)

Existe un acúmulo ("ovillo") de pigmento que, anclado en la pared del globo ocular, une a éste con las otras dos estructuras, la compacta y la irregular. (figuras 3 y 4)

EMBRION O-106

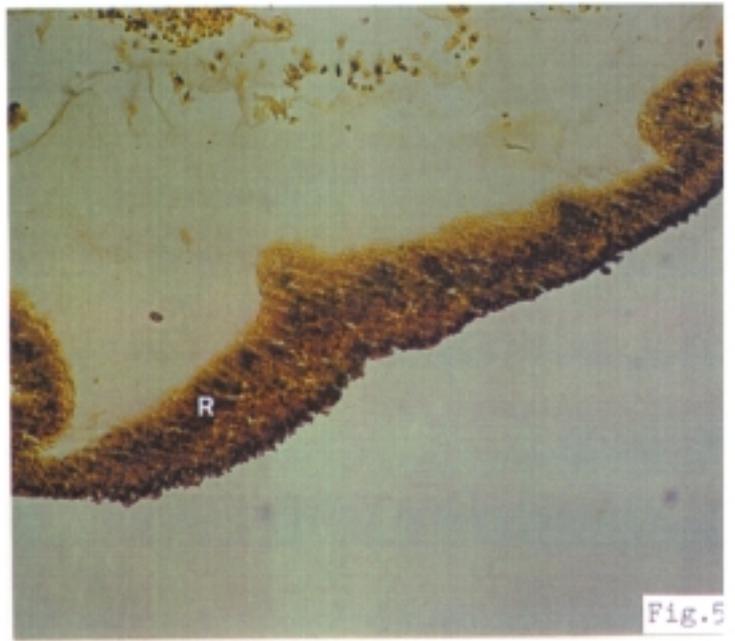
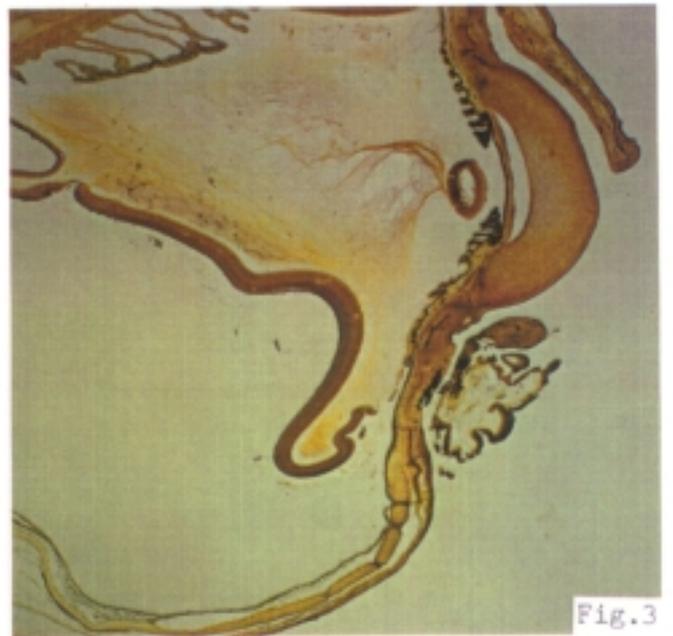
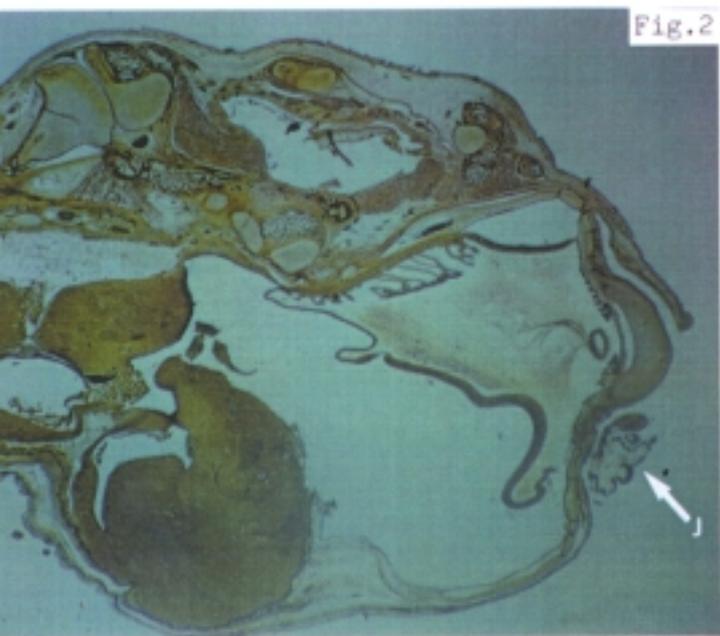
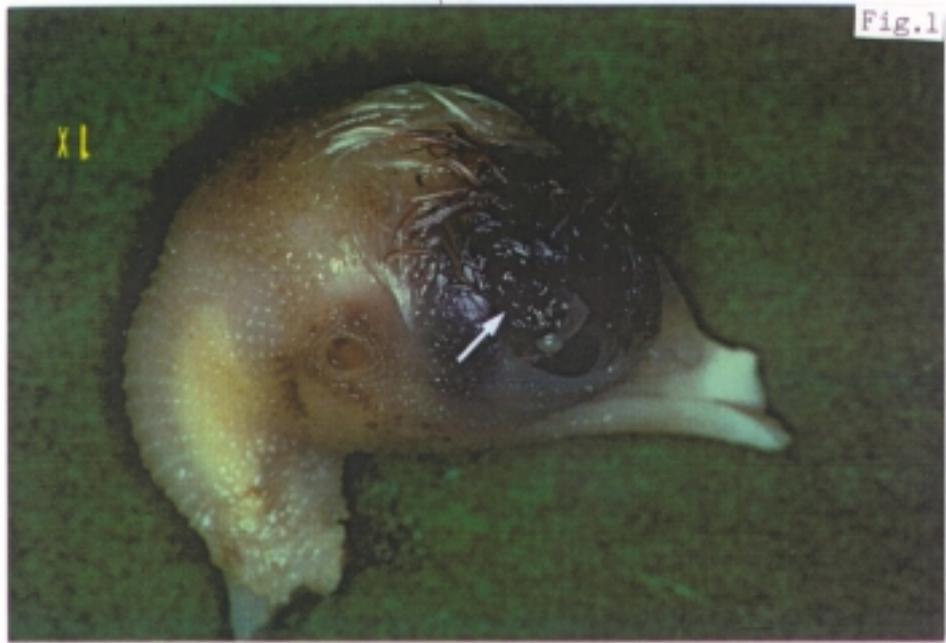
Fig.1: Visión lateral derecha de la cabeza parcialmente desplumada. Observamos que el pico superior es más corto que el inferior. Vemos la distribución de los esbozos pigmentados de plumas y las alteraciones de los párpados. Dorsal y craneal a la córnea aparece una estructura muy pigmentada (flecha) y otra blanquecina. (1x)

Fig.2: Corte frontal oblicuo donde vemos la situación del injerto con relación al globo ocular derecho del receptor. (BB, 1,2x)

Fig.3: Corte que muestra un acúmulo de pigmento en la base del injerto y en la superficie del globo ocular. (BB, 2x)

Fig.4: Detalle de las estructuras que se han desarrollado a partir del injerto. (BB, 4x)

Fig.5: Detalle de la pared ; el aspecto es similar al que presenta una retina poco o mal desarrollada. (BB, 20x)



EMBRION O-213

EMBRION: O-213

Injerto de vesícula óptica derecha (con parte del diencéfalo y de tejido ectomesodérmico) de un embrión de codorniz (E: 8 Z, 10 pares de somitos), en el neuroporo anterior de un embrión de pollo (E: 10 HH).

Se reincuba durante 15 días. Al abrir el huevo, el embrión está vivo y se fija en Formol neutro 10%.

Estadio teórico del Donante: 6 horas posteclosión.

Estadio teórico del Receptor: 42-43 HH.

ESTUDIO MACROSCOPICO:

A excepción de la cabeza, el embrión se ha desarrollado normalmente y ha alcanzado un estadio 41 HH. (figura 3)

En la superficie craneal de la cabeza, observamos varias estructuras nerviosas, un globo ocular y partes de un pico.

Los esbozos pigmentados de plumas rodean las estructuras encefálicas, sobre todo en los bordes dorsal, lateral derecho y rostral. También cubren parcialmente el globo ocular del injerto y el borde del párpado superior del ojo derecho, continuandose dorsalmente. La piel del borde palpebral superior del ojo derecho presenta una pigmentación negra evidente. (figuras 1 y 2)

En el ojo izquierdo no existen signos de pigmentación ni en la piel, ni en los esbozos de plumas.

Lo primero que llama la atención es que en la parte superior derecha de la cabeza, sobre el ojo derecho del receptor se ha desarrollado un globo ocular que parece haber alcanzado una aceptable diferenciación.

Los párpados de este ojo están parcialmente cubiertos por esbozos pigmentados de plumas y sus bordes aparecen también pigmentados. La hendidura palpebral (orientada en sentido antero-posterior con relación al receptor) está abierta, lo que nos permite ver como la membrana nictitante parte del ángulo anterior y cubre parcialmente la córnea. (figura 2)

Del borde anterior del ojo del injerto se ha desarrollado un pico superior pigmentado. En su base presenta el orificio de entrada a las fosas nasales y en el extremo distinguimos el diamante.

En el borde dorsal del ojo del injerto aparece una estructura que corresponde al pico inferior, pues es más estrecha, no está pigmentada y carece de diamante. (figuras 1 y 2)

Existen varias estructuras nerviosas que se han desarrollado fuera de la cavidad craneal. La mayoría están entre el ojo del injerto y el ojo izquierdo del receptor, pero hay otra que se encuentra en la parte posterior y lateral derecha del ojo del injerto. (figuras 1 y 2)

ESTUDIO MICROSCOPICO:

La piel de los párpados que recubre al ojo del injerto es irregular por la presencia de los esbozos de las plumas. El borde libre y la superficie interna son lisos y están tapizados por tejido conjuntivo.

La membrana nictitante, anclada en el fondo de saco conjuntival inferior (izquierdo), presenta una morfología normal. (figuras 6 y 7)

El cartílago escleral rodea el globo ocular del injerto, excepto en la zona de salida del nervio óptico (donde forma un anillo más grueso) y a nivel del segmento anterior. Pero no presenta el mismo grado de desarrollo en todas las regiones. Mientras que la mayor parte del cartílago escleral se ha desarrollado normalmente, en las zonas donde ha crecido junto al ojo derecho del receptor observamos que su calibre es menor y está menos diferenciado. (figuras 4 y 6)

Sólo hemos encontrado fascículos de algún músculo ocular extrínseco en aquellas zonas del injerto que están junto al globo ocular derecho del receptor. (figura 6)

En el epitelio corneal vemos como las células queratinizadas superficiales captan con intensidad el colorante y se descaman. Por el contrario la capa basal con células cúbicas, presenta una morfología uniforme.

Entre el epitelio y el estroma corneal existe una línea que capta con fuerza el colorante. Esta línea puede corresponder a la membrana de Bowman.

El estroma corneal tiene un aspecto homogéneo, aunque presenta una banda central más clara. En la periferia del estroma se encuentra el sistema de drenaje del humor acuoso.

Aunque el límite entre el estroma y el endotelio corneal es evidente, no hemos observado ninguna estructura que corresponda a la membrana de Descemet.

El endotelio corneal es la capa más fina y está formada por una hilera de células planas. (figuras 6 a 8)

El cristalino ha alcanzado un buen grado de desarrollo. El epitelio anterior está orientado hacia la superficie del ojo y se engruesa en las regiones ecuatorial y preecuatorial.

Las fibras cristalinianas presentan un aspecto uniforme y homogéneo, pero no podemos identificar los límites entre fibras primarias y secundarias. (figuras 6 y 7)

En el iris se distinguen perfectamente el estroma y el epitelio pigmentado, pero como ocurre con los embriones control, no vemos la *pars iridae retinae*.

Por el contrario, en los procesos ciliares se observan perfectamente todas sus capas, el estroma, el epitelio pigmentado y la *pars ciliaris retinae*. (figura 7)

Entre el cristalino, la córnea y el iris se delimita la cámara anterior. Lateralmente el límite es el ángulo irido-corneal que está tapizado por tejido mesodérmico. (figuras 6 y 7)

La coroides aparece como una capa vascularizada que se sitúa entre el cartílago escleral y el epitelio pigmentado. (figuras 6, 10 y 12 a 14)

El epitelio pigmentado se ha desarrollado desde el borde del iris hasta la zona de salida del nervio óptico. Es más grueso cuando recubre a la retina ciega (*pars plana*) y cuando forma parte de la pared de los procesos ciliares y del iris. El cambio de espesor tiene lugar a nivel de la *pars terminalis retinae*. (figuras 6, 7, 10 y 12 a 14)

Si exceptuamos la zona de salida del nervio óptico, la mayor parte de la retina neurosensorial está separada del epitelio pigmentado. Por el contrario toda la retina ciega

está unida a él. Este detalle lo observamos claramente en la *pars terminalis retinae*. (figuras 4, 6 y 10)

La retina neurosensorial presenta un desarrollo normal y en su espesor podemos identificar todas sus capas.

Vemos que la capa de fibras ópticas aumenta de espesor según nos acercamos a la salida del nervio óptico.

En las zonas donde la retina neurosensorial está separada del epitelio pigmentado observamos claramente los artículos externos de los fotorreceptores. (figuras 6, 7, 9 y 10)

En el interior del globo ocular del injerto vemos la presencia del cuerpo vítreo. (figuras 4 y 6)

Haciendo relieve en la cavidad vítreo se ha desarrollado el pecten con un número escaso de pliegues que no superan los diez.

En el interior de los pliegues observamos gran cantidad de pigmento y vasos sanguíneos.

En los pliegues basales, el corte histológico afecta longitudinalmente a los vasos sanguíneos por lo que parecen menos pigmentados. Por el contrario en los pliegues más internos, al estar los vasos cortados transversalmente, parece que contienen mayor cantidad de pigmento.

El borde libre es la parte más gruesa del pecten. (figuras 4, 6, 11 y 12)

Al estudiar anteriormente algunas estructuras ya hemos mencionado que se ha desarrollado un nervio óptico. (figuras 12 a 14)

En los cortes transversales del nervio óptico vemos que las fibras ópticas están protegidas por una envoltura de tejido conjuntivo. (figuras 13, 14 y 19)

El nervio óptico se dirige dorsalmente y en un momento dado cambia de trayecto, se dirige a la derecha y entra en contacto con la estructura nerviosa situada dorsal y lateral derecha en relación al ojo del injerto (figuras 4, 5 y 12 a 15). Finalmente sus fibras se pierden en el espesor de esta estructura nerviosa. (figuras 15 a 18)

No podemos asegurar si el tejido nervioso al que se dirige y une al nervio óptico pertenece al receptor o se ha desarrollado a partir del injerto.

EMBRION 0-213

Fig.1: Visión craneal y lateral derecha donde vemos que se ha desarrollado un globo ocular con párpados y esbozos de plumas. Dorsal y rostral al ojo se observan partes de un pico. Existen varias estructuras nerviosas que se encuentran fuera de la cavidad craneal. (1x)

Fig.2: Visión craneal. En el globo ocular del injerto vemos que el borde de los párpados esta pigmentado. A través de la hendidura palpebral abierta se observa la membrana nictitante. (1x)

Fig.3: Visión lateral derecha de todo el embrión que muestra el grado de desarrollo y la distribución de los esbozos pigmentados de plumas. (0,25x)

Fig.4: Corte frontal. Observamos la situación del globo ocular del injerto y la salida del nervio óptico (flecha). (BB, 0,75x)

Fig.5: Corte más dorsal donde vemos la unión del nervio óptico con la estructura nerviosa que está junto al ojo derecho del receptor (flechas). (BB, 0,75x)

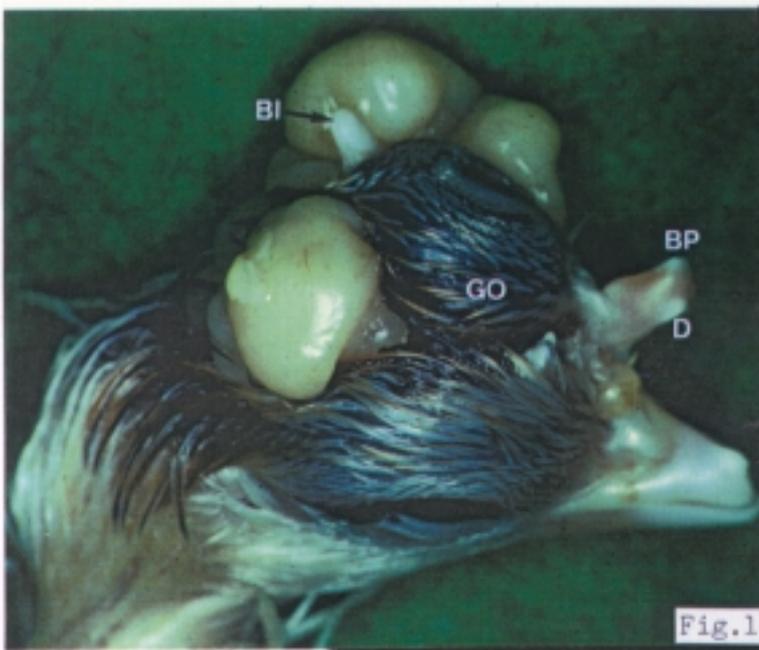


Fig. 1

Fig. 2



Fig. 3

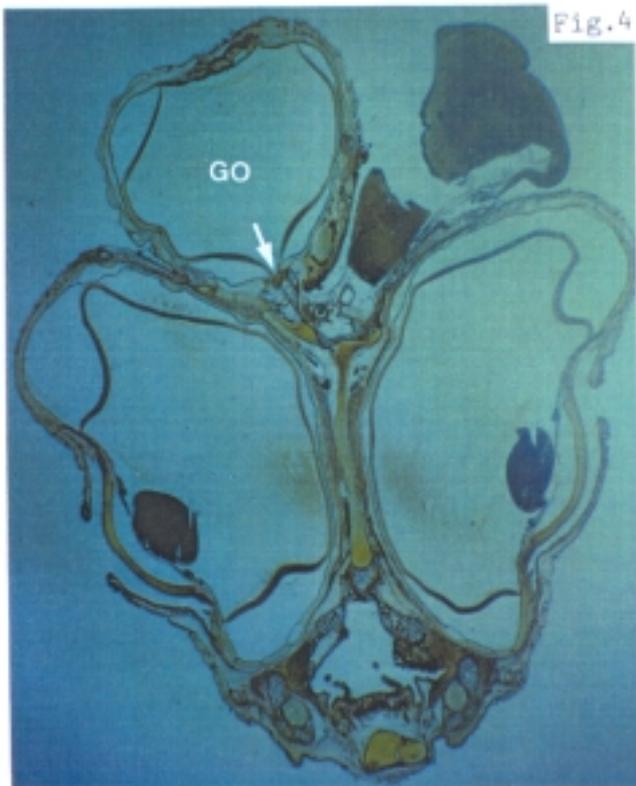


Fig. 4

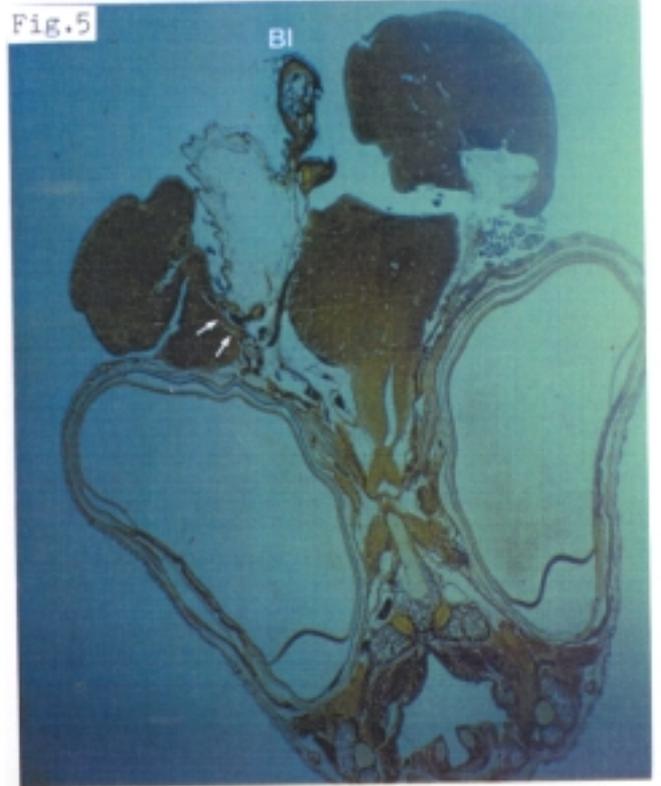


Fig. 5

Fig.6: Corte que muestra el globo ocular que se ha desarrollado a partir del injerto. Destacamos la presencia del pecten. (BB, 2x)

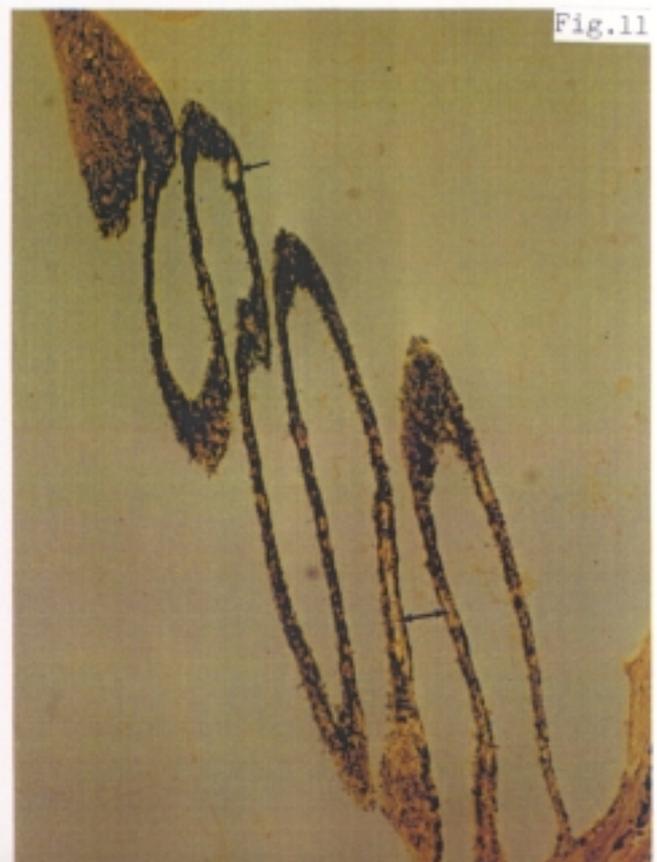
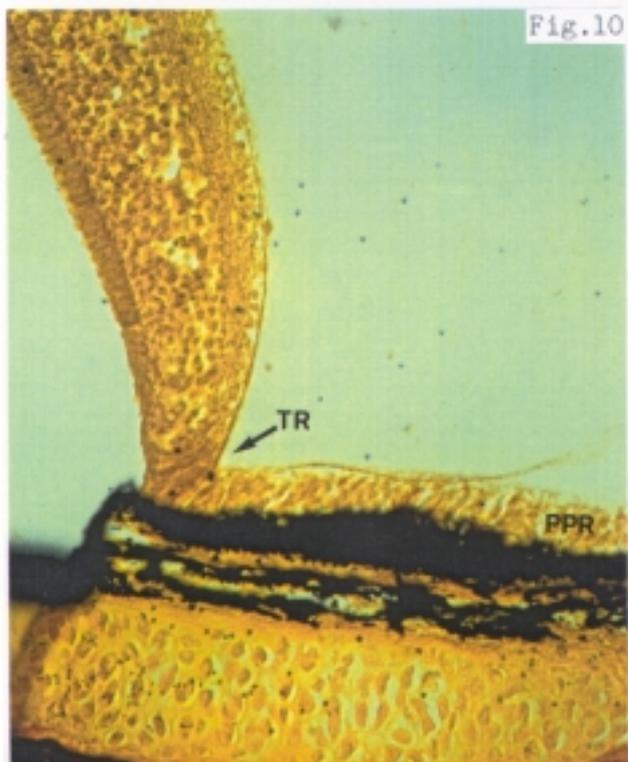
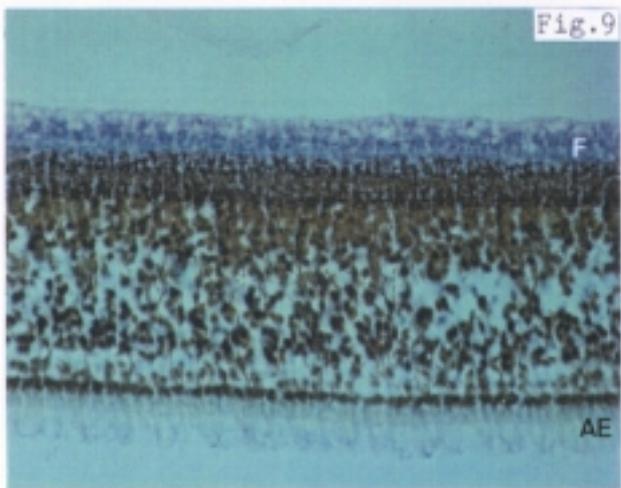
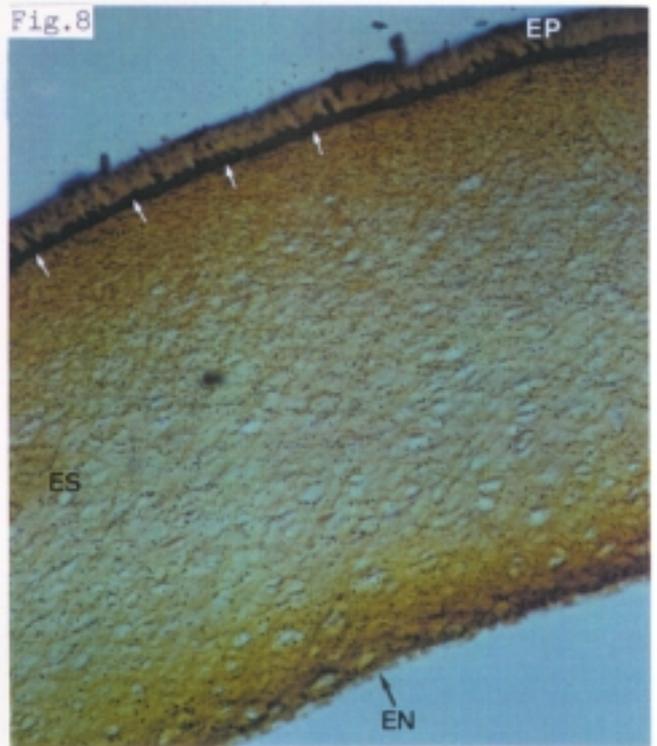
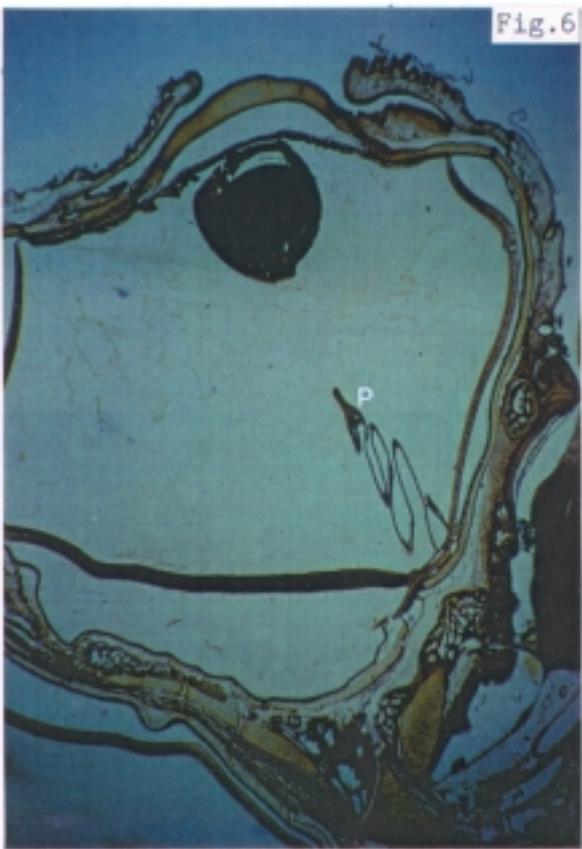
Fig.7: Detalle del segmento anterior donde vemos la cámara anterior delimitada por la córnea, el iris y el cristalino. (BB, 4x)

Fig.8: Detalle de la córnea. Observamos que las células queratinizadas del epitelio se descaman. Entre epitelio y estroma se encuentra la membrana de Bowman (flechas). (BB, 40x)

Fig.9: Detalle de la retina neurosensorial donde vemos perfectamente todas las capas. Al estar separada del epitelio pigmentado, distinguimos con nitidez los artículos externos de los fotorreceptores. (BBV, 40x)

Fig.10: Detalle de la *pars terminalis retinae*. A ese nivel la retina neurosensorial se separa del epitelio pigmentado. (BB, 40x)

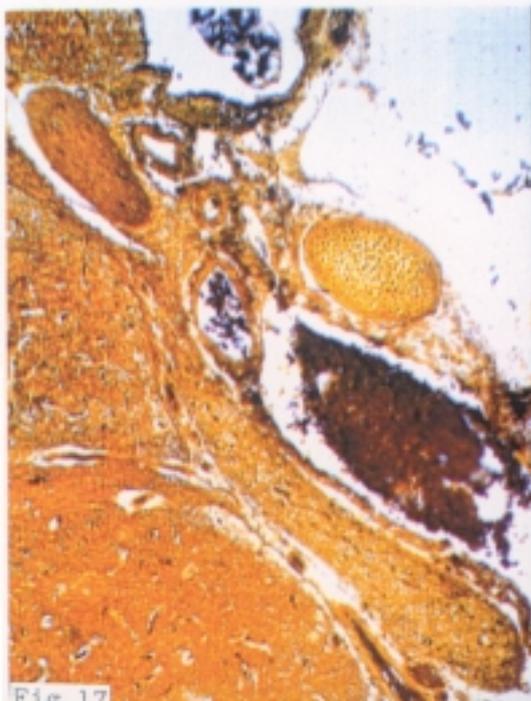
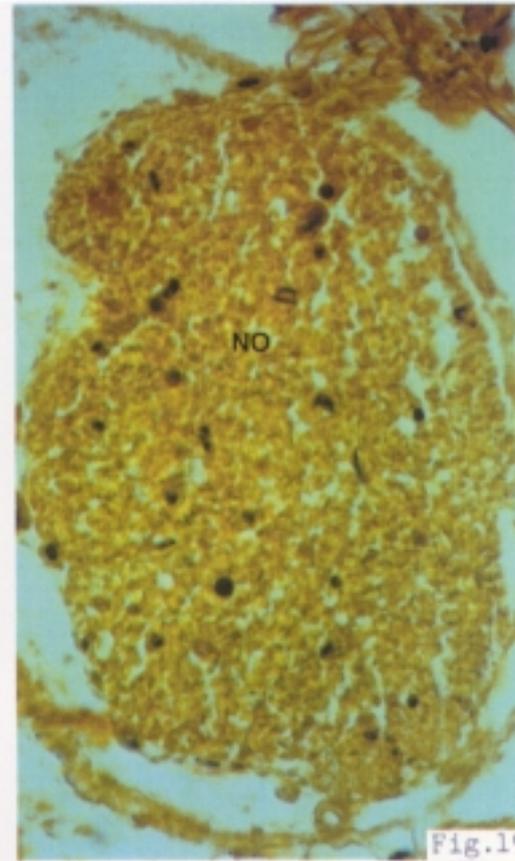
Fig.11: Corte del pecten donde se observa que en el interior de sus pliegues existe gran cantidad de pigmento y vasos sanguíneos (flechas). (BB, 10x)



Figs.12, 13 y 14: Cortes seriados de la salida y recorrido del nervio óptico (flechas). (BB, 4x)

Figs.15, 16, 17 y 18: Cortes que muestran la unión del nervio óptico con la estructura nerviosa. Vemos que las fibras nerviosas se pierden en su espesor. (BB, 4x y 10x)

Fig.19: Sección transversal del nervio óptico donde se observa la envoltura de tejido conjuntivo que protege las fibras ópticas. (BB, 40x)



ABRIR CONTINUACIÓN RESULTADOS

