

# Apuntes de genética sobre caracteres morfológicos de la gallina (III)

José L. Campo (\*)

## 3. LEYES DE MENDEL: DOS PARES DE ALELOS

Un caso algo más complicado de las leyes de la herencia se refiere al estudio simultáneo de dos caracteres controlados por dos genes independientes, cada uno con dos alelos. El que dos genes sean independientes quiere decir que deben estar localizados en cromosomas distintos; en caso de no darse esta condición el estudio es más laborioso (más adelante se tratará de la herencia simultánea de genes situados en el mismo cromosoma).

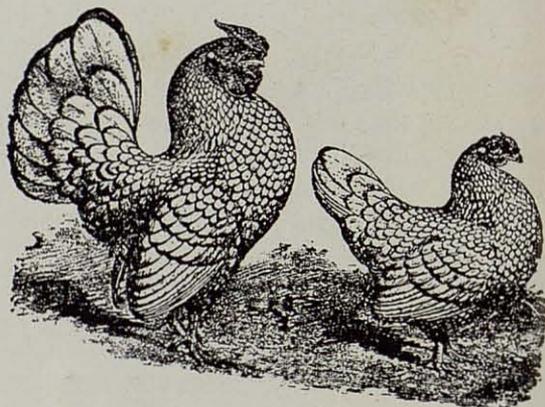
La condición de independencia se esquematiza a continuación, representando para abreviar sólo los cinco cromosomas principales de un gallo:

Supondremos que hay dominancia completa en ambos pares, es decir, tanto en un gen como en el otro, existirá un alelo dominante y otro recesivo.

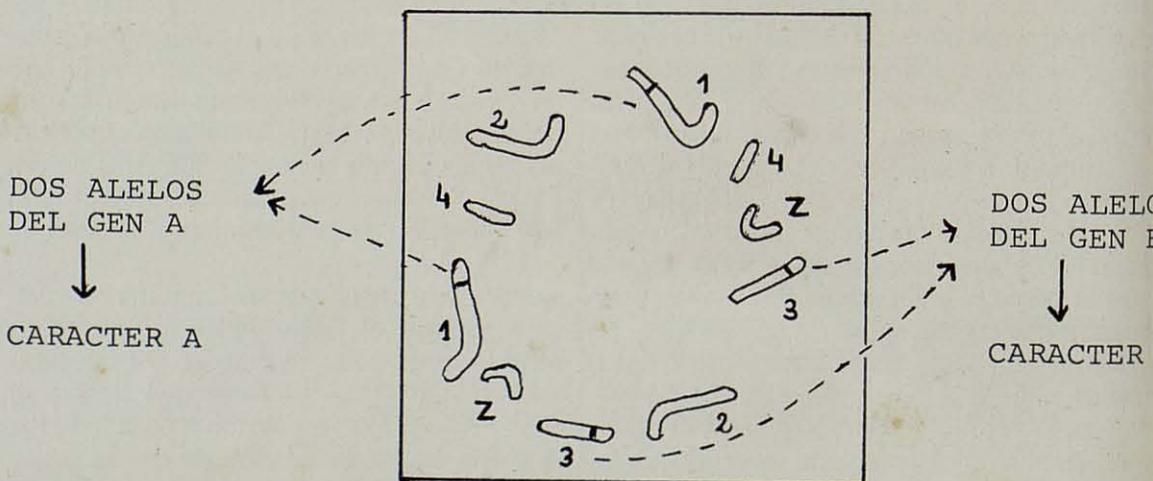
### a) Segregación 9 : 3 : 3 : 1

Tomaremos como ejemplo el color de la cáscara azul, determinado por un alelo dominante ( $O$ ) respecto al necesario para el color normal de la cáscara ( $o^+$ ), junto con el plumaje blanco, controlado en otro gen independiente por el alelo  $c$ , recesivo con relación al alelo normal  $C^+$ . Conviene advertir que el plumaje blanco puede estar determinado en otros casos por un alelo dominante  $I$  que no consideraremos aquí.

Elegiremos como razas parentales a la ARAUCANA, con cáscara de huevo azul y plumaje coloreado, y a la PLYMOUTH



Pareja de aves Bantam Japonesas



(\*) Dirección del autor: Departamento de Genética Cuantitativa y Mejora Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Ctra. de la Coruña Km. 7. Madrid-35.

# BATERIA DE CRIA DE TRES PISOS de gran densidad



## aruas

FABRICA Y EXPOSICION:

Carretera de Vallecas a Villaverde, 295

Teléf. 203 02 41 - 203 67 85

MADRID-31

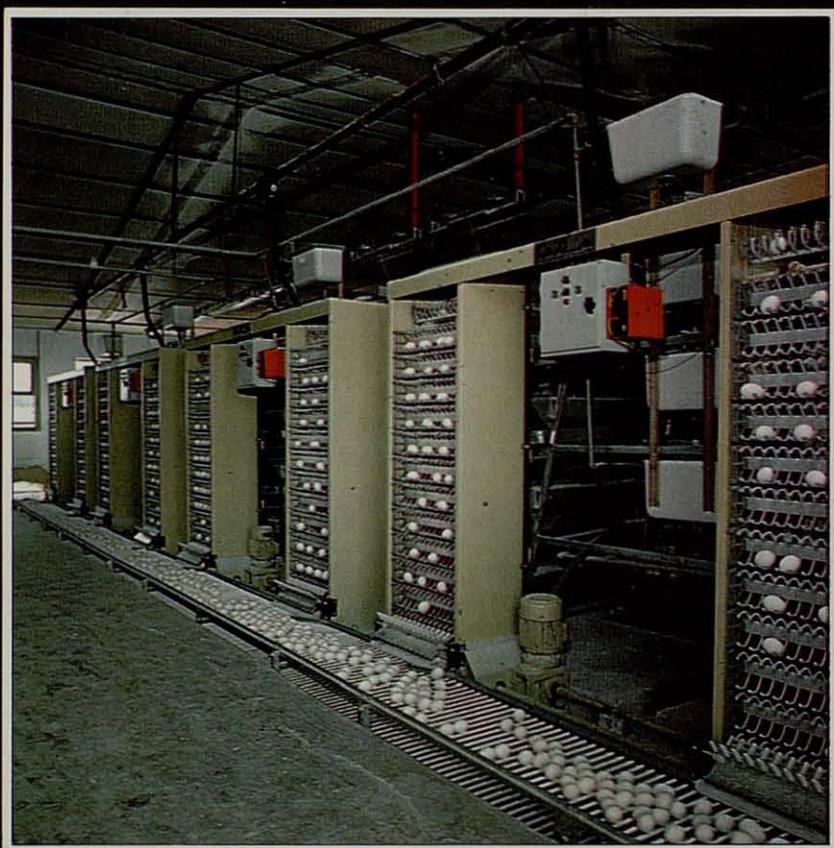
- LAS POLLITAS COMEN Y BEBEN SOLAS DESDE EL PRIMER DIA
- DOSIFICACION DE PIENSO PRECISA
- BEBEDEROS DE CAZOLETA INFALIBLES Y DURADEROS

- LIMPIEZA DE ESTIERCOL, ROBUSTA Y SIN PROBLEMAS (LIMPIEZA DIARIA O DIFERIDA)
- CON AMBIENTE NATURAL O CONTROLADO

Real Escuela de Avicultura. Secciones Avícolas. 1982



# EQUIPOS INDUSTRIALES PARA AVICULTURA Y GANADERIA



Al servicio de AVICULTORES y GANADEROS realizamos:

## ESTUDIOS PROYECTOS Y PRESUPUESTOS para

### GRANJAS AVICOLAS:

BATERIAS CRIA RECRIA  
BATERIAS PONEDORAS  
INSTALACIONES POLLO DE ENGORDE

### GRANJAS PORCINAS:

CELDAS DE VERRACOS, GESTANTES, PARTOS, RECRIA, CEBOS  
COMEDORES, BEBEDEROS, REJILLAS, ETC.

ALIMENTACION AUTOMATICA DE CEBADEROS: EN SECO (AD LIBITUM O RACIONADO) Y EN HUMEDO.

ALIMENTACION AUTOMATICA PARA GESTACION, PARTOS Y RECRIA.

### NAVES PREFABRICADAS

### CLASIFICADORAS DE HUEVOS STAALKA

### SISTEMAS DE VENTILACION

### GRANJAS CUNICOLAS

# INDUSTRIAL GANADERA NAVARRA, S.A.





ROCK BLANCA, con cáscara de color marrón y plumaje blanco recesivo. Recordando que los animales de una raza serán homocigotos, tendremos el siguiente cruce inicial:

$$\begin{matrix} \text{ARAUCANA} & \times & \text{PLYMOUTH ROCK BLANCA} \\ \text{OOC}^+\text{C}^+ & & \text{o}^+\text{o}^+\text{cc} \end{matrix}$$

Todos los gametos formados por la ARAUCANA llevarán forzosamente uno de los alelos *O* y otro de los alelos *C*<sup>+</sup> y por lo tanto todos ellos serán *OC*<sup>+</sup> (recordaremos que los gametos tienen la mitad del número de cromosomas morfológicamente iguales). Análogamente, todos los gametos formados por la PLYMOUTH BLANCA serán *o*<sup>+</sup>*c*. La única fecundación posible tendrá que ocurrir entre un gameto *OC*<sup>+</sup> y otro *o*<sup>+</sup>*c*, con lo que toda la descendencia obtenida será *Oo*<sup>+</sup>*C*<sup>+</sup>*c*. Omitiendo el hecho de que la cáscara azul combinada con la marrón dará una tonalidad verdosa, toda la descendencia tendrá cáscara azul y plumaje distinto al blanco.

La primera ley de Mendel sigue pues cumpliéndose para dos pares de alelos independientes: cuando se cruzan dos razas diferentes se obtiene en la primera generación (*F*<sub>1</sub>) uniformidad de genotipos (todos heterocigotos para las dos partes de alelos) y de fenotipos (cáscara azul y plumaje coloreado en este ejemplo.).

Para obtener la generación siguiente (*F*<sub>2</sub>) cruzaremos entre sí las aves obtenidas en la generación *F*<sub>1</sub>, es decir:

$$\begin{matrix} \text{F}_1 & \times & \text{F}_1 \\ \text{Oo}^+\text{C}^+\text{c} & & \text{Oo}^+\text{C}^+\text{c} \end{matrix}$$

Es fácil ver que cada gameto formado por estos heterocigotos llevará *O* o bien *o*<sup>+</sup> y además *C*<sup>+</sup> o bien *c*: si el gameto recibe *O* podrá recibir *C*<sup>+</sup> (y será un gameto *OC*<sup>+</sup>) o *c* (y será *Oc*). y si recibe *o*<sup>+</sup> lo recibirá con *C*<sup>+</sup> (será *o*<sup>+</sup>*C*<sup>+</sup>) o con *c* (y será *o*<sup>+</sup>*c*). Así pues, cada uno de los animales *F*<sub>1</sub> podrá formar cuatro tipos distintos de gametos:

$$\text{OC}^+, \text{Oc}, \text{o}^+\text{C}^+, \text{o}^+\text{c}$$

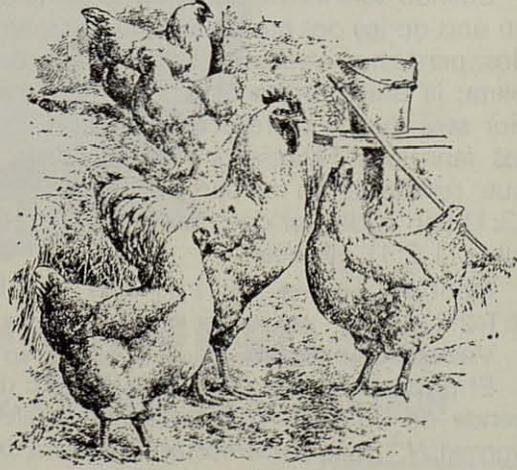
y en consecuencia habrá dieciseis fecundaciones posibles distintas, considerando que

un gameto masculino *OC*<sup>+</sup> puede fecundar a cuatro posibles gametos femeninos (*OC*<sup>+</sup>, *Oc*, *o*<sup>+</sup>*C*<sup>+</sup>, *o*<sup>+</sup>*c*) y lo mismo sucederá con los tres restantes gametos masculinos. El resultado de estas fecundaciones, es decir, la generación *F*<sub>2</sub>, suele expresarse en forma de cuadro:

♂ \ ♀	<i>oc</i> <sup>+</sup>	<i>oc</i>	<i>o</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup>	<i>o</i> <sup>+</sup> <i>c</i>
<i>oc</i> <sup>+</sup>	• <i>ooc</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup>	• <i>ooc</i> <sup>+</sup> <i>c</i>	• <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup>	• <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup> <i>c</i>
<i>oc</i>	• <i>ooc</i> <sup>+</sup> <i>c</i>	□ <i>oocc</i>	• <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup> <i>c</i>	□ <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <i>c</i>
<i>o</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup>	• <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup>	• <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup> <i>c</i>	× <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>o</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup>	× <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>o</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup> <i>c</i>
<i>o</i> <sup>+</sup> <i>c</i>	• <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup> <i>c</i>	□ <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <i>c</i>	× <i>oo</i> <sup>+</sup> <i>o</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <sup>+</sup> <i>c</i>	<i>oo</i> <sup>+</sup> <i>o</i> <sup>+</sup> <i>c</i> <i>c</i>

Los cuatro genotipos de una de las diagonales del cuadro son todos distintos y homocigotos para los dos pares de alelos considerados; los cuatro genotipos de la otra diagonal son iguales todos ellos al doble heterocigoto obtenido en la primera generación. Los restantes genotipos son iguales dos a dos en dirección paralela a esta segunda diagonal y siempre son homocigotos para un par de alelos y heterocigotos para el otro par. Lo importante es darse cuenta que por cada par de alelos que se lleven en heterocigosis habrá dos genotipos y por eso el doble heterocigoto aparece cuatro veces. De esta forma, la segregación obtenida para los genotipos *F*<sub>2</sub> será: 1:1:1:1:4:2:2:2:2

Para tener la segregación correspondiente a los fenotipos, bastará tener presente que



Grupo de aves Plymouth blanca.



al ser dominantes  $O$  de  $o^+$  y  $C^+$  de  $c$ , serán equivalentes entre sí todos los genotipos del cuadro anterior que lleven por lo menos un alelo  $O$ , o por lo menos un alelo  $C^+$ . De esta forma habrá nueve fenotipos equivalentes por llevar al menos un alelo  $O$  y otro  $C^+$  (señalados con ●), tres fenotipos iguales por llevar al menos un alelo  $O$  y ninguno  $C^+$  (señalados con □), otros tres fenotipos iguales por llevar al menos un alelo  $C^+$  y ninguno  $O$  (señalados con x) y un sólo fenotipo caracterizado tanto por la ausencia de  $O$  como de  $C^+$ . Así pues obtendremos los siguientes fenotipos en la  $F_2$ :

- 9 cáscara azul, plumaje coloreado
- 3 cáscara azul, plumaje blanco
- 3 cáscara normal, plumaje coloreado
- 1 cáscara normal, plumaje blanco

La segunda ley de Mendel se sigue también cumpliendo para dos pares de alelos independientes: al cruzar entre sí los individuos obtenidos en la generación  $F_1$  se obtienen distintos genotipos en la descendencia ( $OOC^+C^+$ ,  $OOcc$ , etc.) y distintos fenotipos (cáscara azul y plumaje coloreado, etc.); es decir, hay segregación de genotipos (1:1:1:1:4:2:2:2:2) y de fenotipos (9:3:3:1).

Es interesante notar que al ser independientes los dos pares de alelos, con cada uno se obtendrá una segregación 1:2:1 en genotipos y 3:1 en fenotipos, de forma que al combinar ambos pares de alelos:

genotipos  $\longrightarrow$  (1:2:1)(1:2:1) = 1:2:1:2:4:2:1:2:1

fenotipos  $\longrightarrow$  (3:1) (3:1) = 9:3:3:1

#### b) Segregación 3:6:3:1:2:1

Cuando sólo existe dominancia completa en uno de los dos pares de alelos considerados, pero en el otro hay dominancia incompleta, la única diferencia con el caso anterior será que la segregación obtenida para los fenotipos  $F_2$  resultará de combinar la que resultaría en el par con dominancia (3:1) con la del par con dominancia incompleta (1:2:1), es decir:

fenotipos  $\longrightarrow$  (3:1) (1:2:1) = 3:6:3:1:2:1

Veamos un ejemplo.

El plumaje sedoso de la raza SILKIE depende de un alelo  $h$  recesivo de su alelo normal  $H^+$ . Las patas cortas de la raza JA-

PONESA dependen de un alelo  $Cp$  ("creeper") que muestra dominancia incompleta con respecto a su alelo normal  $cp^+$ . Este segundo alelo nos servirá para ilustrar al tiempo la existencia de los llamados genes LETALES, cuyo efecto fenotípico consiste en producir la muerte del animal que los transporta en dosis doble, (casi siempre en estado embrionario). De estas formas, los fenotipos correspondientes a cada uno de los tres genotipos posibles considerando el segundo par de alelos serán:

- $Cp Cp$  = letal
- $Cp cp^+$  = patas cortas
- $cp^+ cp^+$  = patas normales

El cruce inicial entre las dos razas será:

SILKIE	X	JAPONESA
$hhcp^+ cp^+$		$H^+ H^+ Cpcp^+$

Nótese que en este caso, la raza JAPONESA no puede ser homocigótica para el segundo par de alelos, por lo que no nos debe extrañar el que la  $F_1$  no sea uniforme. Todos los gametos formados por la SILKIE serán  $hcp^+$ , pero la JAPONESA formará gametos de dos tipos:  $H^+ Cp$  y  $H^+ cp^+$ ; habrá pues dos fecundaciones posibles, y la  $F_1$  estará formada a partes iguales por individuos  $H^+ hCpcp^+$  y  $H^+ hcp^+ cp^+$ . Ninguno de estos descendientes tendrá las plumas sedosas, siendo los primeros de patas cortas y los segundos de patas normales.

Apareando sólo los animales de patas cortas, obtendremos una  $F_2$  típica mendeliana:

$F_1$	X	$F_1$
$H^+ hCpcp^+$		$H^+ hCpcp^+$

(3 normal: 1 sedoso) x (1 letal: 2 patas cortas: 1 normal)

Es decir:

- 3 letal
- 6 patas cortas
- 3 normal
- 1 letal
- 2 sedoso, patas cortas
- 1 sedoso

Lógicamente en este caso sólo habrá que contabilizar los no letales, por lo que la proporción definitiva será 6:3:2:1.

(Continuará)

# vacunas inmugal

liofilizadas

de fácil administración

Contra la Pseudopeste aviar:

- Inmugal V P Hitchner B<sub>1</sub>
- Inmugal V P La Sota

Contra la Bronquitis Infecciosa aviar:

- Inmugal I.B.H<sub>120</sub>
- Inmugal I.B.H<sub>52</sub>

Vacunas mixtas contra Pseudopeste y Bronquitis:

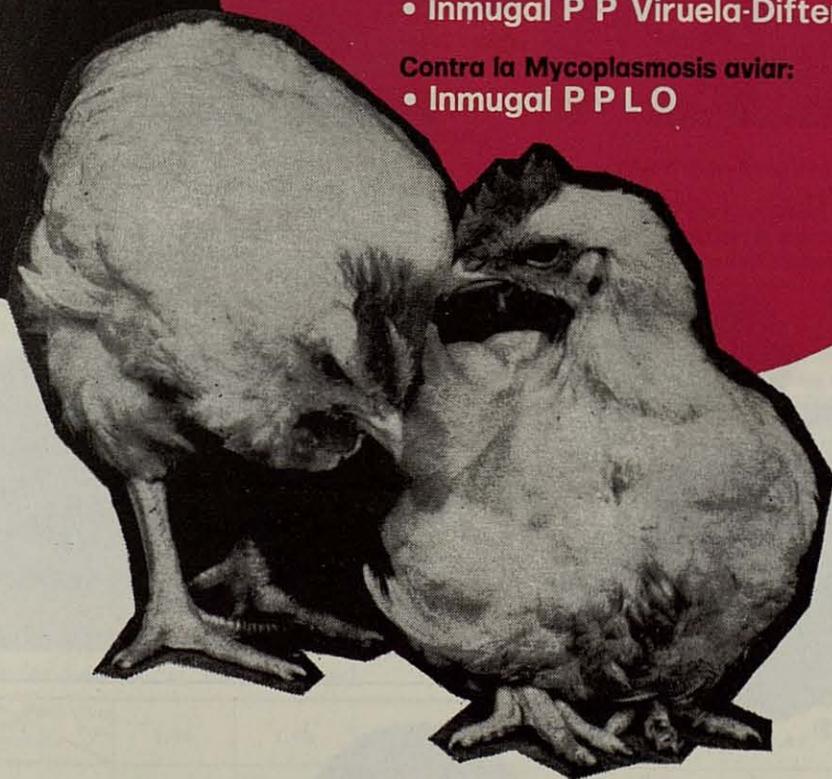
- Inmugal B P Hitchner B<sub>1</sub>-H<sub>120</sub>
- Inmugal B P La Sota-H<sub>120</sub>

Contra la Viruela Difteria aviares:

- Inmugal F P Viruela-Difteria Homólogo
- Inmugal P P Viruela-Difteria Heterólogo

Contra la Mycoplasmosis aviar:

- Inmugal P P L O



**LABORATORIOS OVEJERO, S.A.**

Apartado de Correos 321 • Teléfono \*23 57 00 • LEON

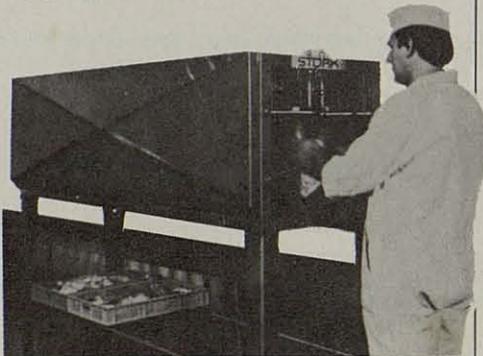
Publicidad ARREO - Madrid

# Este año, las novedades importantes vienen nuevamente de Stork

Stork introduce equipos fascinantes que rejuvenecen la fisonomía comercial de sus productos avícolas. Dos desarrollos nuevos aumentan el buen funcionamiento y rendimiento de sus líneas de evisceración. Cuando usted desea saber qué está ocurriendo este año en su negocio, tome contacto con Stork, ya se lo mostraremos.

## Producto

Dos máquinas recientes crean nuevas posibilidades para la comercialización del producto fresco:



1. La seccionadora HK-1500, que troza el pollo en 2 o 4 partes.
2. La máquina de confección AC-1000. Esta máquina presenta el producto listo para asarse a la manera italiana.



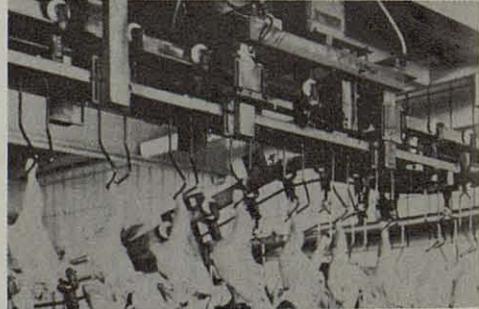
## Producción

Dos excelentes mejoramientos para las líneas existentes de evisceración y empaque también son presentados en este momento por Stork PMT.

1. El nuevo aparato de mollejas M-60 para una capacidad de hasta 6.000 mollejas por hora. El concepto único del aparato M-40 ahora está sensiblemente mejorado.



2. Sistema Chickway 2. Sistema de calibración electrónica, operado por microprocesores y controlado con ayuda de una pantalla. Se conecta a este sistema un impresor de gran formato. El sistema Chickway 2 también incluye un tipo nuevo de ganchos de suspensión.



# STORK®

Los únicos verdaderos innovadores de sistemas de matanza avícola.

Stork PMT B.V.

Apartado postal 118  
5830 AC Boxmeer - Holanda  
Tel. 08855-8111 Teletipo 37281

Nuestro representante para España:

Stork Inter-Iberica, S.A.  
Apartado: 8347, Madrid - España  
Tél. 91-2482001, Teletipo 22256



Organización mundial de ventas, servicio de posventa y producción.

1. Stork PMT - Boxmeer - Holland
2. Stork Gamco - Gainesville - U.S.A.
3. Stork do Brasil - Sao Paulo - Brazil