

CROSSING STRATEGY FOR BREEDING CAMPERO CHICKENS. AN INTA-UNIVERSITY COLLABORATIVE PROJECT



ESTRATEGIA DE CRUZAMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DE POLLOS CAMPEROS. UN PROYECTO COLABORATIVO INTA-UNIVERSIDAD

Canet, Z.E.^{1,2}, Dottavio, A.M.¹, Romera, B.M.^{1,3}, Librera, J.E.^{1,2}, Advínculo, S.A.¹, Martines, A.¹, Di Masso, R.J.¹

ABSTRACT

Campero chicken is a bird destined to production systems alternative to the industrial one. Campero INTA is a two-way cross between synthetic populations generated by INTA in Pergamino. These populations have remained closed and with a low effective size with the consequent detrimental effect associated with inbreeding depression. To have a dual-purpose population with adequate meat and egg production levels and rusticity to be used in semi-intensive systems that preserve animal welfare, a survey program of the available genetic resource was implemented and a crossbreeding plan to produce a terminal three-way hybrid was designed. The sequence included the evaluation of five maternal synthetic populations (A, E, DE, ES and CE), the selection of two of them (ES and A), their characterization in two-way reciprocal crosses [(ESxA) and (AxES)], the choice of the alternative (ESxA) as female parent and its crossing by roosters of the improved paternal line AH' to obtain the Campero Casilda chicken as the final product. The evaluation of their growth pattern, body conformation, conversion ratio and productive characters at slaughter indicate that both males and females satisfied the requirements as birds destined for meat production established in the respective protocol. The evaluation of productive characters at sexual maturity, dynamic pattern of egg weight gain and laying curves allowed to qualify the females as layers.

Key words: growth, body conformation, slaughter traits, egg production, dual purpose poultry

RESUMEN

El pollo campero es un ave destinado a sistemas productivos alternativos al industrial. Campero INTA es un cruzamiento simple entre poblaciones sintéticas generadas por INTA en Pergamino. Estas poblaciones se han mantenido cerradas y con bajo tamaño efectivo con el consiguiente efecto detrimental asociado a fenómenos de depresión endogámica. Con el objetivo de disponer de una población doble propósito con adecuados niveles productivos de carne y huevos y de rusticidad para ser utilizada en sistemas semi-intensivos que preservan el bienestar animal, se implementó un programa de relevamiento del recurso genético disponible y se diseñó un plan de cruzamientos dirigido a la producción de un híbrido terminal de tres vías. La secuencia incluyó la evaluación de cinco poblaciones sintéticas maternas (A, E, DE, ES y CE), la selección de dos de ellas (ES y A), su caracterización en cruzamientos simples recíprocos [(ESxA) y (AxES)], la elección de la alternativa (ESxA) como progenitor femenino y su cruzamiento por gallos de la estirpe paterna mejorada AH' para la obtención como producto final del pollo Campero Casilda. La evaluación de su patrón de crecimiento, conformación corporal, relación de conversión y caracteres productivos a la faena indican que tanto los machos como las hembras cumplen, como aves destinadas a la producción de carne, con las exigencias establecidas en el protocolo respectivo. La evaluación de los caracteres productivos a la madurez sexual, el patrón dinámico de aumento de peso del huevo y las curvas de postura califican a las hembras para su utilización como ponedoras.

Palabras clave: crecimiento, conformación corporal, caracteres a la faena, producción de huevos, aves doble propósito.

¹ Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario. Ovidio Lagos y Ruta 33. 2170 Casilda, Santa Fe, Argentina.

² Estación Experimental Agropecuaria "Ing. Agr. Walter Kugler", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Pergamino, Buenos Aires, Argentina

³ Becario PERHID. CIN

Corresponding author:
Zulma Edith Canet
canet.zulma@inta.gob.ar

 ORCID 0000-0002-4993-3173

Cite this article as:

Canet, Z.E., Dottavio, A.M., Romera, B.M., Librera, J.E., Advínculo, S.A., Martines, A., Di Masso, R.J. 2021. CROSSING STRATEGY FOR BREEDING CAMPERO CHICKENS. AN INTA-UNIVERSITY COLLABORATIVE PROJECT. BAG. Journal of Basic and Applied Genetics Vol XXXII Issue 2: 59-70.

Received: 08/15/2021

Revised version received: 09/18/2021

Accepted: 11/01/2021

General Editor: Elsa Camadro

DOI: 10.35407/bag.2021.32.02.07

ISSN online version: 1852-6233

SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA

La avicultura en los países desarrollados es actualmente una actividad especializada en la producción de huevos o carne, con diferentes niveles de integración. Este panorama dista mucho tanto del que presentaban esos mismos países en la primera mitad del siglo pasado como del que hoy en día puede constatararse en gran parte del resto del mundo incluyendo Latinoamérica e incluso nuestro país. En estos sistemas, que existen por fuera de la propuesta productiva integrada de la avicultura comercial, aún mantiene una evidente presencia la llamada avicultura de traspatio o familiar, modalidad productiva en la que persisten gallinas criollas utilizadas con doble propósito con hembras destinadas principalmente a la producción de huevos y machos destinados a la producción de carne. La especialización propia de los sistemas intensivos actuales surgió con la posibilidad de sexar a las aves al nacimiento y estuvo asociada, en gran medida, a la incompatibilidad genética entre crecimiento y reproducción (Chambers, 1993; Barbato, 1999). En el caso de la producción de huevos se tradujo en la eliminación de millones de pollitos machos sin un destino productivo claro. En lo que a producción de carne se refiere, si bien representó una modalidad productiva altamente eficiente para acceder a una fuente de proteína animal de alta calidad a precios accesibles, también condujo a graves consecuencias en términos de bienestar animal (European Commission, 2000).

PRODUCCIÓN AVÍCOLA Y BIENESTAR ANIMAL

Los criterios de selección de los reproductores pesados destinados a la producción de pollos parrilleros comerciales han enfatizado, entre otros aspectos, la velocidad de crecimiento. Si bien el mejoramiento genético demostró una evidente efectividad en el logro de sus objetivos, la intensificación del sistema generó una alta dependencia de insumos. Simultáneamente condujo a un quiebre en la armonía entre etología y producción al impedir que las aves manifiesten las pautas de comportamiento propias de la especie y estuvo acompañado de un conjunto de respuestas correlacionadas que comprometen el bienestar animal (Dottavio y Di Masso, 2010). Los efectos indeseables vinculados a dicha intensificación dieron lugar al surgimiento de planteos éticos que se volcaron en el Informe Brambell (Brambell, 1965), un fuerte instrumento de protesta frente a la naturaleza de los sistemas de crianza animal. También llevaron a considerar la posibilidad de que esta interrupción de la homeostasis representara un obstáculo, no solo fisiológico sino también económico, para continuar

modificando el crecimiento de este tipo aves por selección artificial manteniendo los mismos criterios (Emmerson, 1997). Como respuesta a estos planteos se desarrollaron propuestas específicas en el marco de la denominada producción orgánica, ecológica, y/o de campo (Lampkin, 1997; Crandal *et al.*, 2009). El mejoramiento animal para este tipo de modelo productivo presenta alternativas que van desde integrar directamente los híbridos comerciales convencionales a estos sistemas hasta el diseño de programas independientes destinados a la producción de biotipos especiales como es el caso del pollo campero. La segunda alternativa impone una serie de restricciones vinculadas con el tipo de ave -menor tasa de crecimiento y mayor edad cronológica a la faena- y con su manejo -alojamiento, densidad, tipo de alimentación- que afectan negativamente la ecuación costo-beneficio propia del modelo intensivo, pero que responden a las normativas nacionales de producción orgánica (Mair, 2021; Oliva, 2021).

EL POLLO CAMPERO

A comienzos de la década de 1980 comenzó en la Sección Avicultura de la EEA de INTA en Pergamino, la producción de aves destinadas a un sistema menos intensivo accesible a pequeños productores. En sus inicios, el programa mantuvo el criterio de especialización y dio origen al pollo Campero INTA destinado a la producción de carne (Figura 1) y a dos poblaciones de ponedoras con autosexado al nacimiento mediante genes ligados al sexo, Rubia INTA y Negra INTA. Ambas resultan de cruzamientos simples entre poblaciones propias (estirpes) de razas asimiladas semipesadas y utilizan gallos Rhode Island Red y gallinas Rhode Island White en el primer caso y Plymouth Rock Barrado, en el segundo.



Figura 1. Medición de largo de pechuga en Pollo Campero INTA

El pollo Campero (Bonino y Canet, 1999) fue pensado como alternativa que armonizara aspectos tecnológicos, requerimientos animales y calidad diferenciada del producto final. El Protocolo de producción (Bonino, 1997), basado en los criterios establecidos por el INRA francés (Sauveur, 1997), lo define como un ave de crecimiento lento que alojada en semicautividad, con un plan sanitario mínimo, alimentada en forma natural, sin aditivos químicos, y con una edad de faena más próxima a la de su madurez sexual que el parrillero comercial, permite producir carne firme y de sobresalientes características organolépticas.

En los inicios de su producción, Campero INTA se diseñó como un cruzamiento simple entre una población sintética paterna y una población sintética materna. Dichas poblaciones sintéticas se generaron en INTA Pergamino a partir de cruzamientos controlados entre estirpes propias de razas pesadas y semipesadas asimiladas. Fue así como surgieron cinco poblaciones sintéticas maternas y dos poblaciones sintéticas paternas. La composición genética de dichas poblaciones (Bonino, com. pers.) es: Sintética materna A [75% Cornish Colorado, 25% Rhode Island Red], Sintética materna E [50% Cornish Colorado, 50% Rhode Island Red], Sintética materna CE [50% Ross, 25% Cornish Colorado, 25% Rhode Island Red], Sintética materna DE [50% Hubbard, 25% Cornish Colorado, 25% Rhode Island Red], Sintética materna ES [87,5% Cornish Colorado, 12,5% Rhode Island Red], Sintética paterna AH [50% Hubbard, 50% estirpe Anak (grises)] y Sintética paterna AS (50% Cornish Colorado, 50% Cornish Blanco). El pollo Campero INTA Tradicional es el resultado del cruzamiento entre las poblaciones sintéticas AS y E. Posteriormente, en un proyecto conjunto con la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires (FCV-UBA), dirigido por la Dra. María Cristina Miquel, se generó la sintética paterna AH', una versión de la población sintética AH mejorada por velocidad de crecimiento y conversión alimenticia (Melo *et al.*, 2006). En el marco de proyectos conjuntos entre INTA y la FCV-UBA previamente se habían evaluado estrategias para la estimación *in vivo* de cortes valiosos y grasa corporal (Melo *et al.*, 2001; 2003).

PRIMEROS CRUZAMIENTOS EXPERIMENTALES

El grupo de Genética Avícola de la Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario dirigido por la Est. Mat. María Teresa Font, que había llevado a cabo múltiples trabajos en colaboración con el grupo del Dr. Manuel Bonino de INTA Pergamino en temas vinculados con aves de postura (Di Masso *et al.*, 1994; Dottavio *et al.*, 1995; Di Masso *et al.*, 1998; Dottavio *et al.*, 2001a; Dottavio *et al.*, 2001b;

Dottavio *et al.*, 2003; Dottavio *et al.*, 2005), dio inicio en el año 2002, bajo la dirección de la Dra. Ana María Dottavio, a un proyecto de evaluación de genotipos maternos y paternos para el diseño de cruzamientos alternativos al utilizado en el pollo Campero INTA Tradicional. Estos trabajos incluyeron estudios del patrón de crecimiento, el consumo voluntario de alimento, la relación de conversión, la conformación corporal y los caracteres a la faena en cruzamientos que, además de utilizar a algunas de las poblaciones sintéticas antes mencionadas, incluyeron estirpes propias de razas asimiladas como así también hembras de las dos ponedoras autosexantes disponibles en INTA Pergamino. En este contexto se evaluaron cruzamientos con genotipo paterno Cornish Colorado y Cornish Blanco –para aportar velocidad de crecimiento y conformación carnicera al producto final– y diferentes genotipos maternos, como así también otros con genotipo materno Rhode Island Red, Plymouth Rock Barrada, Rubia INTA o Negra INTA –para eficientizar la utilización de los recursos genéticos ya disponibles en el Núcleo– y diferentes genotipos paternos (Librera *et al.*, 2003; Dottavio *et al.*, 2007; 2008; 2009; 2010; Romera *et al.*, 2011; Dottavio *et al.*, 2012). Si bien estos trabajos estuvieron enfocados prioritariamente en la producción de aves para carne (Dottavio, 2017), la evaluación incluyó también la caracterización de las hembras como ponedoras y por su potencialidad carnicera al finalizar el ciclo de postura (Canet *et al.*, 2009; Canet *et al.*, 2012; Canet, 2017).

LA IDEA DE UN AVE DOBLE PROPÓSITO

El núcleo genético de INTA Pergamino provee de reproductores a los centros multiplicadores que producen pollos camperos para el autoconsumo y eventual comercialización de excedentes por parte de familias con condiciones básicas insatisfechas incluidas en el Programa Pro-Huerta (<http://www.desarrollosocial.gov.ar/prohuerta/149>). Dado que los pollitos se entregan sin sexar y que las aves expresan dimorfismo sexual a edad temprana, en ocasiones las hembras no se destinaban a faena junto con los machos contemporáneos, sino que se reservaban para la producción de huevos aun cuando el Programa ofrece también ponedoras con esa finalidad. Este hecho, sumado a la idea de diseño de programas independientes de producción de biotipos especiales para sistemas semi-intensivos ya mencionada y a la propuesta (Bassler, 2005) de que el genotipo ideal para la producción avícola orgánica o ecológica probablemente sea una población doble-propósito en la que, como en los inicios de la avicultura, los machos se destinen a la producción de carne y las hembras a la producción de huevos, condujo a la decisión de generar un ave de estas características destinada a un nicho particular de productores, con énfasis en la preservación del bienestar animal.

EL POLLO CAMPERO CASILDA

El proyecto destinado a generar una población de aves doble propósito se basó en la producción de un cruzamiento experimental de tres vías al que se denominó Campero Casilda (Figura 2). El mismo utiliza como madre un cruzamiento simple entre las poblaciones sintéticas A y ES, y como padre gallos de la población sintética AH'. Este, junto con los híbridos dobles, es uno de los esquemas de cruzamiento utilizado por la industria para la producción del parrillero comercial. En teoría, independientemente del sistema de producción, este diseño de cruzamientos permite utilizar diferentes fuentes de variancia genética presentes en las poblaciones involucradas. Por un lado, la variancia aditiva para caracteres productivos presentes en cada una de las diferentes poblaciones progenitoras, como así también la implicada en el fenómeno de complementariedad entre la población sintética paterna y la hembra F1. Por otro, la variancia no aditiva para caracteres reproductivos en el cruzamiento simple a utilizar como madre, que debe tener una postura acorde a su función como reproductora, como así también para caracteres de crecimiento en la respuesta heterótica esperable en el producto del cruzamiento terminal. La decisión de implementar un cruzamiento de esta naturaleza, diferente al cruzamiento simple habitual, se fundamentó en la modalidad de cría de las poblaciones sintéticas progenitoras. Desde su generación, estas poblaciones se mantuvieron cerradas, con bajo tamaño efectivo, lo que dio lugar al aumento de los niveles de consanguinidad. La depresión endogámica asociada a la base predominantemente no aditiva de los caracteres vinculados con la eficacia biológica adquiere particular trascendencia en este caso por tratarse de aves destinadas a la reproducción que requieren mantener un adecuado desempeño en caracteres tales como madurez sexual, fertilidad, incubabilidad de los huevos, etc. La naturaleza local de las poblaciones sintéticas utilizadas no permitía introducir reproductores de otra procedencia para aumentar su base genética razón por la cual el cruzamiento brindó la oportunidad de revertir el deterioro asociado a la consanguinidad mediante respuestas de naturaleza heterótica.

Para decidir la combinación de poblaciones sintéticas tanto maternas como paternas a utilizar para generar el producto final de tres vías se siguió un esquema en etapas.

La primera de ellas consistió en evaluar las diferentes poblaciones sintéticas maternas. La disponibilidad de mano de obra e infraestructura en el núcleo genético se enfrentaba con la decisión de mantener las cinco poblaciones sintéticas con la consiguiente competencia de espacio y de trabajo o bien, dadas las similitudes de su composición genética inicial, decidir cuáles conservar para generar el cruzamiento simple a utilizar como



Figura 2. Cría de lote mixto de pollos Camperos Casilda de 2 semanas de edad.

madre del producto terminal. La evaluación del patrón de crecimiento y la uniformidad en peso corporal, la forma, el tamaño y el comportamiento dinámico del peso de sus huevos, los caracteres productivos a la madurez sexual, las curvas de postura, los ensayos de incubabilidad, y la condición corporal a la finalización del ciclo, dieron fundamento a la elección de las poblaciones sintéticas ES y A como mejores candidatas para generar la madre del cruzamiento de tres vías (Canet *et al.*, 2018/19). Esta evaluación también incluyó la caracterización del comportamiento dinámico del peso corporal (estimador de la biomasa a sustentar) y la longitud de la caña (estimador de la base de sustentación ósea de los tejidos blandos) de las progenies derivadas de utilizar a cada población sintética como madre en cruzamientos simples con la población sintética paterna AH' y en comparación con Campero INTA. Según el patrón de crecimiento en peso en función de la edad de las progenies, las cinco poblaciones sintéticas se mostraron equivalentes como potenciales progenitores hembra en la producción de pollos camperos alternativos a la versión tradicional de Campero INTA. La inclusión del crecimiento de la caña como estimador del desarrollo esquelético introdujo un elemento distintivo, correspondiendo las progenies con mayor base de sustentación ósea a las poblaciones sintéticas DE y ES, los valores intermedios a las poblaciones sintéticas A y CE, y E los menores valores a la población sintética (Dottavio *et al.*, 2013a).

Como complemento de la caracterización del crecimiento dimensional, Dottavio *et al.* (2014b) estudiaron la relación de conversión de alimento y los caracteres asociados en los que se basa su cálculo, en los mismos cruzamientos entre los 42 y los 70 días de edad. La progenie de la población sintética A presentó el mayor aumento medio diario de peso y el mayor consumo medio diario de alimento y la correspondiente a la población sintética E el menor valor promedio de ambas variables. La relación de conversión osciló entre 2,90 y

3,05 kg de alimento por kg de peso vivo, sin diferencias estadísticamente significativas en la capacidad de los diferentes grupos para transformar el alimento ofrecido en biomasa (Figura 3).



Figura 3. Machos en jaula Campero INTA (oscuro) y Campero Casilda (clara), para control de peso y alimento individual.

Por último, también se evaluó el rendimiento y la proporción de cortes valiosos y grasa a la faena. Todos los grupos presentaron valores promedio, tanto en rendimiento como en desarrollo de la pechuga, compatibles con su explotación comercial, con una proporción de grasa mayor en los cruzamientos experimentales que en Campero INTA. Las diferentes poblaciones sintéticas maternas se consideraron equivalentes en tanto ninguno de los caracteres considerados posibilitó establecer una distinción neta entre ellas (Dottavio *et al.*, 2014a).

En una segunda etapa se decidió que como progenitor paterno del cruzamiento se utilizarían gallos de la población sintética AH' por su condición de población mejorada por caracteres de crecimiento. Al mismo tiempo se planteó como objetivo evaluar las diferencias entre gallinas derivadas de los cruzamientos recíprocos entre las poblaciones sintéticas ES y A ante la eventual

presencia de efectos recíprocos. Se definieron, por lo tanto, dos cruzamientos experimentales de tres vías, ambos con padre AH': Campero Pergamino con madre (A x ES) y Campero Casilda con madre (ES x A), en ambos casos, el primero de los genotipos mencionados corresponde al progenitor paterno. Estos cruzamientos se compararon, con el pollo Campero INTA Tradicional con padre AS y madre E. El trabajo permitió arribar a dos conclusiones. En términos de comparación como genotipos a ser utilizados en sistemas semi-intensivos, la población sintética E y los cruzamientos recíprocos entre las poblaciones sintéticas ES y A mostraron ser equivalentes tanto en su comportamiento a la madurez sexual como en el patrón de modificación del peso del huevo durante el ciclo de postura. Subsidiariamente se desalentó la opción planteada por los destinatarios del Programa Pro-Huerta de reservar las hembras camperas como ponedoras en vez de destinarlas junto con los machos a la producción de carne, en tanto el mismo Programa ofrece ponedoras autosexantes semipesadas rústicas y adaptadas para la producción de traspatio con mejores valores de los indicadores productivos que las hembras camperas pesadas evaluadas (Canet *et al.*, 2014a).

Si bien el objetivo principal radicaba en la evaluación de las hembras (ES x A) y (A x ES), los machos Campero Casilda y Campero Pergamino se evaluaron también por su crecimiento y por su conformación corporal y desempeño a la faena.

Con respecto al crecimiento se observó que a la edad de faena de 12 semanas las aves Campero Casilda tendieron a ser más pesadas que las aves Campero Pergamino (Dottavio *et al.*, 2015).

La evaluación uní y multivariada de la conformación corporal de machos y hembras Campero Casilda y Campero Pergamino versus Campero INTA Tradicional como genotipo de referencia, tanto en términos de un conjunto de medidas lineales registradas antes de la faena como de cuatro índices zoométricos definidos por el grupo de trabajo, puso en evidencia una base genética al menos parcialmente independiente para forma y tamaño corporal. El estudio de componentes principales de la proporción de cortes valiosos y grasa abdominal y del rendimiento a la faena mostró la existencia de fuentes de variación para pechuga y pata-muslo independientes de la grasa corporal. También puso en evidencia dos fuentes de variación para pechuga, una de ellas independiente y la otra negativamente asociada con la proporción de pata-muslo. Si bien el análisis multivariado permitió caracterizar a las aves de uno y otro sexo en base a particularidades de potencial trascendencia selectiva no evidentes a partir de los respectivos análisis univariados, las diferencias entre grupos genéticos dentro de sexo no fueron productivamente trascendentes. A diferencia del antiguo pollo de campo, todos los grupos presentaron buen desarrollo muscular, mantuvieron el dimorfismo

sexual propio de la especie y exhibieron un fenotipo “tipo faisán” característico (Romera, 2012). Este fenotipo, junto con la pigmentación del plumaje diferente del blanco puro, los distingue de los híbridos utilizados en la avicultura industrial. En lo referente a los cortes de valor carnicero, pechuga y pata-muslo, los dos cruzamientos experimentales de tres vías y el grupo de referencia se consideraron similares (Canet *et al.*, 2014b).

La tercera etapa se planteó como objetivo comparar en términos de crecimiento, postura y caracteres del huevo, el desempeño de gallinas derivadas del cruzamiento entre las poblaciones sintéticas ES y A con el de gallinas de la población sintética E por ser esta última la habitualmente utilizada como progenitor materno del pollo Campero INTA. Tal comparación tuvo por finalidad corroborar las potenciales ventajas del cruzamiento en tanto generarlo implica una logística de mayor complejidad. Los valores de los diferentes indicadores propuestos para la evaluación integral de las dos alternativas de reproductoras maternas confirmaron las ventajas derivadas del cruzamiento. En comparación con la población sintética E, las aves (ES x A) presentaron menor edad y mayor peso corporal a la madurez sexual, y mayor uniformidad en peso corporal. También exhibieron una curva de postura más ventajosa en tanto alcanzaron un pico de mayor valor a menor edad junto a un mejor comportamiento productivo durante la etapa de persistencia. El patrón dinámico de aumento de peso del huevo presentó parámetros más ventajosos en relación al comportamiento ideal, los puestos en la segunda etapa del ciclo fueron más uniformes y no se observaron diferencias en la forma ni en la fertilidad y viabilidad global de los mismos (Canet *et al.*, 2018). Estos dos genotipos también han sido objeto de estudio por parte de la EEA Corrientes de INTA y del grupo dirigido por el Dr. Fernando Revidatti en la Cátedra de Producción de Aves de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste (Sanz *et al.*, 2020). Todos estos estudios estuvieron incluidos tanto en proyectos acreditados en las respectivas universidades involucradas como en diferentes proyectos de investigación de INTA.

EL POLLO CAMPERO CASILDA COMO PRODUCTOR DE CARNE

La evaluación integral de un nuevo genotipo de ave productora de carne de menor velocidad de crecimiento que el pollo parrillero industrial requiere tomar en consideración aspectos vinculados con su patrón de aumento de peso (en tanto el protocolo establece edades mínimas y máximas de faena), su relación de conversión (dado que la modalidad productiva supone un deterioro de la eficiencia alimenticia y el alimento representa el mayor componente del costo de producción), su

conformación corporal (que debe aproximarse al estándar carnicero) y, a la faena, el contenido de grasa y el rendimiento, tanto global como de los cortes de mayor valor, pechuga y pata-muslo. Asimismo, resulta de interés la evaluación de diferentes tipos de interacciones genotipo x ambiente. Por un lado, interacciones genotipo x ambiente climático, por tratarse de aves que cumplen parte del ciclo productivo con acceso a parques abiertos con pleno impacto de las condiciones ambientales. Por otro lado, interacciones genotipo x ambiente nutricional, considerando que reciben un alimento balanceado especialmente formulado con un cambio secuencial en la composición de las raciones que puede presentar inconvenientes tanto de disponibilidad como de manejo por parte de los productores.

En relación con la eficiencia alimenticia y los caracteres asociados que la definen, Dottavio *et al.* (2013b) compararon el desempeño de los cruzamientos experimentales de tres vías Campero Casilda y Campero Pergamino con el cruzamiento simple tradicional Campero INTA y observaron un comportamiento equivalente de los tres. Todos presentaron valores de conversión mayores a los 3 kg de alimento por kg de aumento de peso, muy superiores a los habituales en el modelo productivo intensivo. Esta cuestión debe ser necesariamente contemplada por las propuestas de producción de carne aviar en el marco de sistemas más extensivos que intentan resguardar el bienestar de los animales.

Canet *et al.* (2015), trabajando con los mismos tres genotipos, caracterizaron con un criterio multivariado la variación conjunta para peso corporal, proporción de pechuga, proporción de grasa y rendimiento a la faena. Si bien la técnica de componentes principales no permitió identificar agrupamientos significativos coincidentes con los grupos evaluados, posibilitó asociar dos de las componentes con fuentes independientes de variancia para peso corporal asintótico asociadas en forma positiva y negativa con el contenido de grasa corporal estimado a partir de la proporción de grasa abdominal y compatibles con su uso como índices biológicos de selección.

En el caso del Programa Pro-Huerta, los pollos camperos son distribuidos a zonas con muy diferente impacto de las variables medioambientales, particularmente las climáticas que, además, varían ampliamente dentro de las estaciones del año (Figura 4). Tal situación determina que las interacciones genotipo x ambiente cobren particular trascendencia. Dottavio *et al.* (2019a) evaluaron el efecto de la estación de crianza de machos Campero Casilda y Campero INTA sobre las variables productivas habitualmente analizadas como salidas en estos sistemas de producción. La evidencia obtenida indicó una mayor estabilidad de Campero Casilda ante el cambio de estación en términos de eficiencia de uso del alimento. Las aves criadas en



Figura 4. Macho Campero INTA en etapa de terminación, en el acceso al parque.

primavera presentaron mayor proporción de cortes valiosos y menor contenido de grasa que las criadas en otoño. Estas respuestas estuvieron asociadas a un menor peso corporal atribuible a los efectos detrimentales de la temperatura ambiente sobre la tasa de crecimiento.

El esquema tradicional de alimentación del pollo Campero incluye la utilización de tres tipos de alimentos especialmente formulados a tal fin (iniciador, crecimiento y terminador). Esta situación introduce complicaciones en el manejo, particularmente en lo referido a la disponibilidad del alimento “crecimiento” para los pequeños productores. Un esquema basado en sólo dos tipos de alimentos: iniciador y terminador representa una alternativa facilitadora del manejo de estas aves. Esta estrategia fue evaluada por Dottavio *et al.* (2019b). La evidencia indicó que el cambio en el manejo de la alimentación no afectó el crecimiento, la relación de conversión ni los caracteres a la faena. Tampoco se observó interacción genotipo x ambiente nutricional en tanto Campero Casilda y Campero INTA se comportaron de manera equivalente ante el cambio de alimentación.

La caracterización de Campero Casilda incluyó, por último, su comportamiento ante diferentes propuestas de manejo relacionadas con las restricciones impuestas

por el protocolo vigente y la factibilidad de modificarlo. Esta preocupación tomó en consideración que el pollo campero es un ave apta para ser utilizada por productores interesados en diversificar su producción e incursionar en el mercado de productos orgánicos u otras estrategias productivas vinculadas con planteos de tipo agroecológico y para los cuales la ecuación costo-beneficio reviste particular importancia. La primera cuestión consideró la modalidad de crianza. El estudio de su comportamiento en lotes mixtos, habitual en la producción de carne, versus la separación por sexo necesaria para poder restringir a las hembras dada su condición de aves pesadas si se las destinara a postura, mostró diferente comportamiento según el sexo considerado. La estrategia fue ventajosa para los machos, en tanto al crecer solos lo hicieron hacia un mayor peso asintótico y con menor tasa de maduración, lo que implicó mayor eficiencia alimenticia. Este patrón no afectó el peso a la edad de faena ni el rendimiento y se tradujo en mayor proporción de los cortes de valor carnicero y menor proporción de grasa. Las hembras criadas en lotes por separado crecieron hacia un menor peso asintótico, con mayor tasa de maduración, relación desfavorable en términos de eficiencia alimenticia y alcanzaron menor peso a la edad de faena. Si bien presentaron menor contenido de grasa e igual proporción de pata-muslo, manifestaron una leve reducción en la proporción de pechuga y en el rendimiento. La respuesta observada en las hembras es desfavorable en términos de producción de carne, pero resulta beneficiosa si, como se propone, se las destina a producción de huevos. (Antrujeo *et al.*, 2018a).

Como segunda cuestión se consideró la edad de faena, que el protocolo establece entre un mínimo de 75 y un máximo de 84 días. Dado el dimorfismo sexual propio de la especie y las potenciales demandas del mercado por aves de mayor o menor peso, se evaluó el efecto de cuatro edades de faena - 70, 77, 84 y 91 días - sobre los caracteres a la faena. Los resultados indicaron que la modificación de la edad de sacrificio permitiría disponer de aves de diferente peso corporal para satisfacer potenciales diferencias en la demanda sin modificar la calidad de la carne y con bajo impacto sobre el rendimiento (Perrotta *et al.*, 2018).

Como tercera cuestión se tomó en consideración que el protocolo vigente limita la densidad de aves permitida por unidad de superficie a un máximo de 10 por m² en la superficie cubierta (galpón) y 2 por m² en la zona de parque, tanto en el caso de aquellas destinadas a faena como para los reproductores. Un criterio menos riguroso posibilitaría llevar a cabo crianzas más numerosas en el mismo espacio físico mejorando los ingresos de un sistema penalizado por la menor eficiencia alimenticia de este tipo de ave. Dentro de los límites ensayados en este trabajo, ni la disminución de la densidad indicada

por el protocolo de producción en busca de mayor bienestar, ni su aumento en busca de mayor rentabilidad, afectaron en forma significativa el crecimiento ni la conformación corporal. Tampoco se vieron afectados la uniformidad en peso corporal, la proporción de cortes valiosos, la grasa abdominal y el rendimiento a la faena. La ausencia de efectos detrimentales del aumento de la densidad sobre caracteres de trascendencia económica brindó fundamentos para proponer modificaciones en el protocolo con miras a flexibilizar las restricciones que impone respecto de esta cuestión, de manera tal de favorecer el retorno económico de los emprendimientos productivos (Antruejo *et al.*, 2018b).

CAMPERO CASILDA COMO AVE DE POSTURA

Dada su condición de aves pesadas originalmente pensadas para la producción de carne, la utilización de las hembras Campero Casilda como ponedoras requiere mantenerlas con asignación restringida de nutrientes. Dicho manejo de la alimentación tiene por finalidad evitar los efectos contraproducentes del alto peso corporal sobre el proceso global de oviposición ampliamente descritos en las reproductoras destinadas a la producción del pollo parrillero comercial. Como ave doble propósito, Campero Casilda es el eslabón final de un esquema de cruzamientos controlados para la producción de carne y huevos para consumo y no para la producción de huevos incubables. Este planteo requiere mantener en el núcleo genético las poblaciones sintéticas ES, A y AH', producir la hembra híbrida (ES x A) y entregarla a los centros multiplicadores juntamente con gallos de la población sintética paterna para que lleven a cabo el cruce de tres vías. Una alternativa posible para simplificar el plan de cruzamientos sería utilizar a Campero Casilda como población base de una población sintética en cuyo caso tanto machos como hembras cumplirían roles como reproductores. Ya sea que el producto final sean huevos para consumo o huevos para incubar, la oviposición se ve comprometida por el antagonismo genético crecimiento-reproducción. La caracterización de la población de hembras incluyó, hasta el presente, el estudio de su patrón dinámico de crecimiento durante la fase improductiva prepostura y durante el ciclo productivo, el comportamiento de los caracteres productivos a la madurez sexual, las curvas de postura y el patrón dinámico de aumento de peso del huevo. En su condición de ponedoras los caracteres mencionados se compararon con los de gallinas semipesadas Negra INTA y Rhode Island Red utilizadas en sistemas semi-intensivos. Como productoras de huevos incubables se las comparó con los valores informados en las guías de producción de Cobb 500® y Ross 308® dos reproductoras comerciales pesadas.

El patrón de crecimiento previo a la puesta del primer huevo representa, junto con la edad cronológica, la composición corporal y el desarrollo genital, un indicador de trascendencia productiva. Su evaluación puso en evidencia que el modelo de restricción impuesto a las aves Campero Casilda las mantiene en la fase de autoaceleración de su curva de crecimiento sigmoideo con reducción de la tasa exponencial previa al inicio de control en la asignación de nutrientes. Las aves semipesadas, Negra INTA y Rhode Island Red mantenidas *ad libitum*, son más maduras, superan el punto de inflexión e ingresan en la fase de desaceleración de la curva crecimiento antes de romper postura (Romera *et al.*, 2018). La comparación de los patrones dinámicos de crecimiento dimensional de los mismos tres genotipos durante el ciclo completo mostró que Campero Casilda, con alimentación restringida, presentó el mayor peso corporal asintótico y la menor velocidad para alcanzarlo (menor tasa de maduración para peso corporal). En el otro extremo, Rhode Island Red presentó el menor peso corporal asintótico y la mayor tasa de maduración para el carácter, correspondiendo a Negra INTA valores intermedios de ambos estimadores. Estos resultados confirmaron la habitual asociación negativa entre peso asintótico y tasa de maduración para el carácter (Canet *et al.*, 2019).

La caracterización multivariada de la variancia intrapoblacional para seis caracteres productivos evaluados a la madurez sexual (edad y peso corporal a la puesta del primer huevo, peso del primero y de los 10 primeros huevos, número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos, como indicador de regularidad en el inicio de la oviposición, y coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos, como indicador de uniformidad de los mismos) posibilitó identificar a un grupo de aves caracterizadas por iniciar su postura con mayor edad y mayor peso corporal, con un comienzo de la etapa productiva más regular y con huevos uniformes de mayor peso, una conjunción de caracteres deseable para el inicio del ciclo. La trascendencia de esta identificación radica en la utilidad reconocida del análisis de componentes principales como estrategia para generar índices biológicos de selección con miras en utilizar a Campero Casilda como población base para el desarrollo de una raza sintética (Romera *et al.*, 2019).

Con respecto a las curvas de postura, Campero Casilda presentó un comportamiento compatible con la propuesta de su empleo como ponedoras. En tal sentido presentó una tasa de postura del 88% en el pico de producción alcanzado a las 10 semanas de puesta y una tasa de decaimiento lineal durante la fase de persistencia de 0,0117% por semana hasta la finalización del ciclo. En comparación con las ponedoras semipesadas contemporáneas, Campero Casilda mostró mayor precocidad y presentó el pico de postura una semana antes que Negra INTA y tres semanas antes

que Rhode Island Red. Por su parte, la tasa de postura en el pico fue un 8,3% menor a la alcanzada por Negra INTA y un 0,8% mayor que la mostrada por Rhode Island Red. Al considerar como 100% el área bajo la curva correspondiente a la ponedora autosexante Negra INTA, el desempeño relativo de Rhode Island Red fue del 88,8% y el de Campero Casilda del 84,6% (Romera *et al.*, 2020a).

En lo que al patrón dinámico de aumento de peso del huevo se refiere, la discriminación de las aves Campero Casilda por su edad a la madurez sexual puso en evidencia que aquellas menos precoces, presentaron mayor peso corporal y pusieron huevos de mayor tamaño inicial y asintótico, sin diferencias en la tasa de maduración del peso del huevo respecto de las más precoces. Estas últimas, por su parte, iniciaron su postura de manera irregular, requirieron más días para poner los 10 primeros huevos cuyo peso presentó, además, mayor coeficiente de variación. Las aves que comenzaron su postura con huevos más uniformes en peso mantuvieron esa diferencia en toda la curva. Estos resultados permitieron concluir, siempre con miras a generar una población sintética de doble propósito, que la selección temprana de aves que inicien su postura con mayor edad y peso corporal, en forma regular y con huevos más pesados y uniformes, estaría acompañada de un patrón dinámico favorable en el peso del huevo (Romera *et al.*, 2020b).

Evaluadas como reproductoras y en comparación con dos tipos de aves pesadas comerciales utilizadas con esa finalidad –Ross 308® y Cobb 500®– Campero Casilda presentó una serie de ventajas. Las aves del cruzamiento experimental crecieron hacia un peso asintótico significativamente inferior y, contrariamente a lo esperado, presentaron también una menor tasa de maduración para peso corporal que ambos genotipos de referencia. Este comportamiento puso en evidencia particularidades en su patrón dinámico de aumento de peso en ambiente restringido. Con relación al patrón dinámico de aumento de peso del huevo en función de la edad de postura Campero Casilda presentó un patrón de modificación caracterizado por dirigirse hacia un mayor valor asintótico y hacerlo con menor velocidad, con un rango de aumento entre el peso del primer huevo y el peso asintótico del mismo orden y un mayor peso teórico del primer huevo que ambos tipos de reproductoras comerciales. Los resultados pusieron en evidencia cierta independencia en la base genética poligénica que controla la modificación temporal del peso corporal y el peso del huevo, ya observada en trabajos previos (Di Masso *et al.*, 1998; Dottavio *et al.*, 2001b). Ello abre la posibilidad de combinar en una misma gallina patrones dinámicos más favorables de ambas variables de indudable trascendencia productiva en la avicultura de puesta. En términos productivos,

y en comparación con los genotipos comerciales de referencia, el cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda presentó una combinación favorable de los dos patrones dinámicos –peso corporal y peso del huevo– estudiados. Su menor peso corporal representa una ventaja porque, dada la asociación positiva entre peso y consumo, estaría asociado a un menor costo de la alimentación. Paralelamente, pese a la asociación positiva entre peso corporal y peso del huevo, el menor peso de las aves no repercutió negativamente sobre el peso del huevo (Romera y Di Masso, 2019).

Finalmente, en comparación con Ross 308® y Cobb 500® las diferencias en las curvas de postura no fueron tan extremas como las observadas con las ponedoras semipesadas. Campero Casilda fue menos precoz, presentó menor tasa de postura en el pico de la curva y una disminución del desempeño global entre el 3% y el 7%. Como dato adicional cabe destacar que las poblaciones sintéticas que dan origen a Campero Casilda no han sido sometidas a presión selectiva alguna, mientras que las dos poblaciones comerciales son producto de un proceso de mejoramiento genético por parte de las compañías que las producen. En este caso, el menor desempeño de las aves camperas se explicó por su comportamiento en la fase previa a la presentación del pico con menor velocidad de aproximación a un pico de postura de menor valor. En la etapa de persistencia, en cambio, si bien partiendo de un valor inicial menor, Campero Casilda presentó una menor pendiente de declinación de la tasa de postura (Romera *et al.*, 2020a).

Dada su condición de aves doble propósito, la evaluación de las hembras por su condición corporal al final del ciclo agregó a la caracterización como ponedora y como reproductora, su valor carnicero como gallinas de descarte (Canet *et al.*, 2017).

ESTUDIOS VINCULADOS AL COMPLEJO MAYOR DE HISTOCOMPATIBILIDAD

Un último aspecto en la caracterización del pollo campero incluyó estudios moleculares vinculados con el complejo mayor de histocompatibilidad (MHC) llevados a cabo en forma conjunta por las EEA Alto Valle, Anguil y Pergamino de INTA; las Universidades de Río Negro, Buenos Aires, Católica Pontificia Argentina y de Luján y la Universidad de Wisconsin (Iglesias *et al.*, 2019, 2021). Los estudios se fundamentaron en que esta región del genoma presenta genes que codifican para proteínas involucradas en la respuesta inmune con un rol importante en la resistencia a enfermedades y permitieron identificar tres haplotipos propios de la población de aves camperas, dos de los cuales probablemente se originaron a partir de eventos de recombinación del MHC.

CONCLUSIÓN

La información generada en el marco de una caracterización exhaustiva del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda lo posiciona como una alternativa válida para ser utilizada como ave de doble propósito en sistemas alternativos al modelo productivo intensivo. Además de su potencialidad para la producción de carne y huevos, el desempeño de las hembras como reproductoras pesadas justifica su utilización como punto de partida para la generación de una nueva raza sintética que simplificaría su producción y distribución tanto a los actuales destinatarios del Programa Pro-Huerta como a productores interesados en explotar el nicho de la avicultura orgánica y evitaría la práctica cada vez más resistida de sacrificar los pollitos machos de las poblaciones de aves ponedoras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su más profundo agradecimiento a todos los estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Rosario que, a lo largo de los años, colaboraron con entusiasmo y responsabilidad en la implementación de los aspectos experimentales de este programa y en el cuidado y control de las aves. La caracterización de Campero Casilda como ponedora se llevó a cabo en el marco de una beca PERHID del CIN.

BIBLIOGRAFÍA

- Antruejo A.E., Savoy J.P., Montenegro A., Savoy J.C., Canet Z.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2018a) Separación por sexo y caracteres productivos en un cruzamiento experimental de tres vías de pollo campero. *Analecta Vet.* 38 (2): 10-17.
- Antruejo A.E., Savoy J.P., Perrotta C.H., Canet Z.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2018b) Densidad de alojamiento y caracteres productivos en un cruzamiento experimental de tres vías de pollo campero. *Ciencia Veterinaria*, 20 (2): 67-80.
- Barbato G.F. (1999) Genetic relationships between selection for growth and reproductive effectiveness. *Poult. Sci.*, 78(3): 444-452.
- Bassler A.W. (2005) Organic broilers in floorless pens on pasture. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden .
- Bonino M.F. (1997) Pollo Campero. Protocolo para la certificación. INTA. EEA Pergamino.
- Bonino M.F., Canet Z.E. (1999) El pollo y el huevo campero. INTA. EEA Pergamino.
- Brambell F.W.R. (1965) Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. Command Report 2836. London: HMSO. <https://edepot.wur.nl/134379>. Consultado agosto de 2021.
- Canet Z.E. (2017) Genotipos híbridos alternativos para la producción de gallinas ponedoras aptas para sistemas productivos semi-extensivos y multipropósito que preserven el bienestar animal. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.
- Canet Z.E., Fain Binda V., Terzaghi A., Romera B.M., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2009) Condición corporal a la faena luego de un ciclo único de postura en poblaciones experimentales de ponedoras camperas. *Revista Cubana de Ciencia Avícola*, 33 (1): 75-77.
- Canet Z.E., Romera B.M., Fain Binda V., Terzaghi A., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2012) Indicadores productivos a la madurez sexual en poblaciones experimentales de ponedoras camperas. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 32 (1): 37-46.
- Canet Z.E., Advínculo S.A., Fernández R., Martines A., Librera J.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2014a) Caracteres productivos a la madurez sexual y peso del huevo en función de la edad de postura en tres grupos genéticos de gallinas camperas. *Compend. Cienc. Vet.*, 4 (1): 7-12.
- Canet Z.E., Advínculo S.A., Sciutto A.C., Librera J.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2014b) Conformación corporal y caracteres a la faena en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollos camperos. *Ciencia Veterinaria*, 16 (1): 29-47.
- Canet Z.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2015) Identificación de fuentes de variancia para caracteres productivos en pollos camperos mediante componentes principales. *RTA Revista de Tecnología Agropecuaria*, 10 (29): 25-28.
- Canet Z.E., Advínculo S.A., Librera J.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2017) Condición corporal de gallinas reproductoras camperas al finalizar el primer ciclo de postura. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, 10 (33): 47-49.
- Canet Z.E., Advínculo S.A., Martines A., Librera J.E., Romera B.M., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2018) Evaluación de dos alternativas genéticas de gallinas reproductoras para la producción de pollos camperos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 38 (2): 73-85.
- Canet Z.E., Romera B.M., Librera J.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2018/19) Caracterización productiva de cinco poblaciones sintéticas de gallinas reproductoras camperas. *Veterinaria Cuyana*, 13: 5-17.
- Canet Z.E., Romera B.M., Martines A., Advínculo S.A., Librera J.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2019) Crecimiento dimensional de gallinas camperas pesadas y semipesadas en su primer ciclo de postura. *Actas 42° Congreso Argentino de Producción*

- Animal. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, 15 al 18 de octubre de 2019.
- Chambers J.R. (1993) Genetics of growth and meat production in chickens. In: Crawford, R.D. (Ed.) Poultry Breeding and Genetics, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 599-644.
- Crandal P.G., Seideman S., Ricke S.C., O'Bryan C.A., Fanatico A.S., Rainey R. (2009) Organic poultry. Consumer perceptions, opportunities, and regulatory issues. *J. Appl. Poul. Res.*, 18 (4): 795-802.
- Di Masso R.J., Dottavio A.M., Font M.T. (1994). Heterotic and reciprocal effects on fertility and hatchability in laying hens. *Comunicaciones Biológicas*, 12 (3): 237-243.
- Di Masso R.J., Dottavio A.M., Canet Z.E., Font M.T. (1998) Body weight and egg weight dynamics in layers. *Poult. Sci.* 77 (6): 791-796.
- Dottavio A.M. (2017) Genotipos híbridos alternativos para la producción de aves de carne aptas para sistemas productivos semi-extensivos y multipropósito que preserven el bienestar animal. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.
- Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2010) Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *BAG J. Basic Appl. Genet.* XXI (2) Art. 12.
- Dottavio A.M., Di Masso R.J., Font M.T. (1995) Heterosis y efectos recíprocos en la eficiencia de crecimiento y producción de gallinas ponedoras. *Mendeliana* 11 (1): 17-27.
- Dottavio A.M., Canet Z.E., Álvarez M., Creixell B., Di Masso R.J., Font M.T. (2001a) Productive traits in hybrid hens with Fayoumi maternal genotype. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 9 (2): 57-62.
- Dottavio A.M., Peralta L., Faletti C., Di Masso R.J., Font M.T. (2001b). Peso corporal y peso del huevo en híbridos simples y de tres vías de gallinas ponedoras. *In Vet (Investigación Veterinaria)* 3 (1-2): 75-80.
- Dottavio A.M., Canet Z.E., Faletti C., Peralta L., Font M.T., Di Masso R.J. (2003) Peso corporal y peso del huevo en híbridos experimentales de gallinas ponedoras con diferente genotipo paterno. *Análisis multivariado. BAG J. Basic Appl. Genet.* 15 (1): 29-32.
- Dottavio A.M., Canet Z.E., Faletti C., Álvarez M., Font M.T., Di Masso R.J. (2005) Yolk:albumen ratio in experimental hybrid layers with different paternal genotype. *Arch. Zootec.* 54: 87-95.
- Dottavio A.M., Álvarez M., Canet Z.E., Font M.T., Di Masso R.J. (2007) Patrón de crecimiento de híbridos experimentales para la producción de pollo campero. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 27 (2): 75-82.
- Dottavio A.M., Librera J.E., Romera B.M., Font M.T., Di Masso R.J. (2008) Eficiencia de conversión de híbridos experimentales para la producción de pollo campero. *Revista FAVE - Sección Ciencias Veterinarias* 7 (1-2): 7-15.
- Dottavio A.M., Canet Z.E., Álvarez M., Martines A., Advínculo S., Di Masso R.J. (2009) Proporción de pechuga, muslo y grasa abdominal y rendimiento a la faena en poblaciones experimentales de pollos camperos. *Revista Cubana de Ciencia Avícola* 33 (1): 17-19.
- Dottavio A.M., Amoroto I., Romera B.M., Álvarez M., Canet Z.E., Di Masso R.J. (2010) Conformación corporal en poblaciones de pollos para carne con diferente velocidad de crecimiento. *Revista FAVE - Sección Ciencias Veterinarias* 9 (2): 25-36.
- Dottavio A.M., Álvarez M., Librera J.E., Antruejo A.E., Canet Z.E., Di Masso R.J. (2012) Caracteres a la faena en híbridos experimentales para la producción de pollo campero. *Revista Cubana de Ciencia Avícola* 36 (1): 23-30.
- Dottavio A.M., Álvarez M., Advínculo S.A., Martines A., Canet Z.E., Di Masso R.J. (2013a) Análisis dimensional del crecimiento en cinco híbridos experimentales de pollos camperos con diferente genotipo materno. *Revista FAVE - Sección Ciencias Veterinarias* 12 (1): 53-70.
- Dottavio A.M., Fernández R., Librera J.E., Martines A., Advínculo S.A., Antruejo A.E., Canet Z.E., Di Masso R.J. (2013b) Eficiencia alimenticia en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollos camperos. *Revista Ciencia Veterinaria*, 15 (1): 25-38.
- Dottavio A.M., Advínculo S.A., Librera J.E., Romera B.M., Canet Z.E., Di Masso R.J. (2014a) Caracterización comparativa a la faena de cinco híbridos experimentales de pollo campero con diferente genotipo materno. *Analecta Vet.* 34 (1-2): 5-10.
- Dottavio A.M., Fernández R., Antruejo A.E., Martines A., Canet Z.E., Di Masso R.J. (2014b) Relación de conversión y caracteres relacionados en cinco híbridos experimentales de pollos camperos con diferente genotipo materno. *Revista FAVE - Sección Ciencias Veterinarias*, 12 (1-2): 75-84.
- Dottavio A.M., Serrano C., Velázquez J.; Trillo Nunes M., Canet Z.E., Di Masso R.J. (2015) Análisis dimensional del crecimiento en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollos camperos. *Revista Cubana de Ciencia Avícola* 39 (2): 18-25.
- Dottavio A.M., Advínculo S.A., Martines A., Librera J.E., Canet Z.E., Romera B.M., Di Masso R.J. (2019a) Interacción genotipo x estación del año sobre caracteres de producción de carne en pollos camperos. *Compend. Cienc. Vet.* 9 (01): 15-21.
- Dottavio A.M., Fernández R., Romera B.M., Advínculo S.A., Martines A., Librera J.E., Canet Z.E., Di Masso R.J. (2019b) Evaluación de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero bajo dos manejos de la alimentación. *Veterinaria (Montevideo)* 55 (212): 57-65.
- Emmerson D.A. (1997) Commercial approaches to genetic selection for growth and feed conversion in domestic poultry. *Poult. Sci.* 76: 1121-1125.
- European Commission (2000) The welfare of chickens kept for meat production (Broilers). Report of the Scientific Committee on Animal Health

- and Animal Welfare. https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-12/sci-com_scah_out39_en.pdf. Consultado julio de 2021.
- Iglesias M.G., Canet Z.E., Cantaro H., Miquel M.C., Melo J.E., Miller M.M., Berres M.E., Fulton, J.E. (2019) MHC-B haplotypes in "Campero-INTA" chicken synthetic line. *Poult. Sci.* 98 (11): 5281–5286.
- Iglesias M.G., Beker M.P., Remolins J.S., Canet Z.E., Librera, J.E., Cantaro H., Maizon, D.O., Fulton, J.E. (2021) MHC-B variation in maternal and paternal synthetic lines of the Argentinian Campero INTA chicken. *Poult. Sci.* 100 (8): 101253.
- Lampkin N. (1997) Organic poultry production. Welsh Institute of Rural Studies. University of Wales Aberystwyth. http://orgprints.org/9975/1/Organic_Poultry_Production.pdf Consultado julio 2021.
- Librera J.E., Di Masso R.J., Canet Z.E., Font M.T., Dottavio A.M. (2003) Crecimiento, consumo de alimento y eficiencia alimenticia en pollos Campero INTA con diferente genotipo materno. *Revista FAVE - Sección Ciencias Veterinarias* 2 (1): 71-78.
- Mair G. (2021) Agronegocio de especialidad: Huevo Orgánico en Argentina, estudio de caso. Trabajo Final Integrador. Especialización en Producción Avícola. Universidad Nacional de Luján, Luján, Argentina.
- Melo J.E., Castillo J.L., Mallo G., Ciacciariello M., Canet Z.E., Miquel M.C. (2001) Evaluación de mediciones físicas de ultrasonido para estimaciones del peso de la pechuga. *Braz. J. Poult. Sci.* 1 (3):1-6.
- Melo J.E., Motter M.M., Morao L.R., Hugue, M., Canet Z.E., Miquel M.C. (2003) Use of in-vivo measurements to estimate breast and abdominal fat content of a free-range broiler strain. *Anim. Sci.* 77 (1):23-31.
- Melo J.E., Romano E., Canet Z., Miquel M.C. (2006) Genetic parameters of growth and feed efficiency in a free-range broiler stock. *Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 13-18 August, CD ROM communication, 336-41.
- Oliva E. (2021) Agronegocio de especialidad: Pollo Orgánico y pastoril en Argentina, estudio de caso. Trabajo Final Integrador. Especialización en Producción Avícola. Universidad Nacional de Luján, Luján, Argentina.
- Perrotta C.H., Antruejo A.E., Álvarez C.H., Canet Z.E., Dottavio, A.M., Di Masso R.J. (2018) Edad de sacrificio y caracteres productivos a la faena en machos de un cruzamiento experimental de tres vías de pollo campero. *Revista Científica FAV-UNRC Ab Intus*, 1 (1): 53-58.
- Romera B.M. (2012) Conformación corporal a la faena en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollo campero y en un híbrido comercial. Trabajo Final Integrador. Especialización en Producción Avícola. Universidad Nacional de Luján, Luján, Argentina.
- Romera B.M., Di Masso R.J. (2019) Campero Casilda como gallina ponedora para sistemas semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *Caderno de Resumos. AUGM, XXVII Jornadas de Jovens Pesquisadores. São Carlos, Brasil, 23-25 de octubre 2020.* p. 384.
- Romera B.M., Canet Z.E., Antruejo A.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2011) Comportamiento dinámico del peso corporal temprano en pollos de carne con diferente edad al mismo peso objetivo de faena. *Analecta Vet.* 31 (2): 13-18.
- Romera B.M., Martines A., Librera J.E., Canet Z.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2018) Crecimiento dimensional prepostura de gallinas camperas con asignación inicial de nutrientes a discreción y posterior restricción alimenticia. *Revista FAV-UNRC Ab Intus*, 2 (1): 56-63.
- Romera B.M., Canet Z.E., Ledesma M., Librera J.E., Advínculo S.A., Martines A., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2019) Variación intrapoblacional para caracteres a la madurez sexual en gallinas del cruzamiento Campero Casilda. *Revista FAVE - Sección Ciencias Veterinarias* 18(1): 30-35.
- Romera B.M., Martines A., Advínculo S.A., Fernández R., Librera J.E., Canet Z.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2020a) Curva de postura de gallinas Campero Casilda de primer ciclo. *Revista FAV-UNRC Ab Intus*, 6 (3), 36-46, 2020.
- Romera B.M., Martines A., Canet Z.E., Dottavio A.M., Di Masso R.J. (2020b) Comportamiento dinámico del peso del huevo en gallinas camperas discriminadas por indicadores productivos a la madurez sexual. *Cienc. Vet.* 22 (2): 71-96.
- Sanz P., Sindik M., Fernández R., Revidatti, F. (2020) Madurez sexual e indicadores asociados en dos genotipos de gallinas bajo diferentes programas de alimentación. *Rev. Vet.* 31 (2): 142-145.
- Sauveur B. (1997) Les critères et facteurs de la qualité des poulets Label Rouge. *INRA Productions Animales* 10: 219-226.