

# EL TEMPERAMENTO DE OVINOS EN URUGUAY: ¿POR QUÉ NOS IMPORTA?

E Romaniuk<sup>1</sup>, G Ciappesoni<sup>2</sup>, JP Damián<sup>3,4</sup>, D Blache<sup>5</sup>, M del Campo<sup>2</sup>, D Fros<sup>1</sup>, W Zamit<sup>2</sup>, A Rodríguez<sup>2</sup>, B Vera<sup>2</sup>, P Peraza<sup>2</sup>, E van Lier<sup>1</sup>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. El lado oculto del ovino

Los animales de producción han sido históricamente seleccionados por características que tienen que ver con el crecimiento, la reproducción y la calidad de productos, que son de interés productivo y de impacto económico en los establecimientos. Otros rasgos como la personalidad, el temperamento y el estilo de afrontamiento del estrés, son poco explorados y han recibido menos atención. Sin embargo, estos aspectos, profundamente ligados a las emociones, juegan un papel clave en el bienestar del animal y su desempeño productivo. Es ampliamente conocido que las emociones no son exclusivas del ser humano (Darwin, 1872; Zych y Gogolla, 2021). En los animales, el despliegue de las capacidades emocionales cumplen funciones adaptativas esenciales, modulando su comportamiento frente a cambios en el entorno y a las interacciones con otros individuos (Darwin, 1872; Boissy, 1995; Boissy et al., 2007). Asimismo, las emociones son fundamentales en la comunicación social dentro del grupo (Kendrick, 2019), ya que los animales emiten señales emocionales que permiten coordinar respuestas colectivas (Ramseyer et al., 2009), poner en alerta sobre peligros o amenazas

y reforzar vínculos sociales (Hauschildt y Gerken 2015; Doyle et al., 2016; Marino y Merskin, 2019), lo que contribuye a su supervivencia. Cuando un animal debe esforzarse para enfrentar su entorno, ya sea por estrés, miedo o alta reactividad, destina recursos energéticos a la respuesta fisiológica y conductual, dejando menos recursos disponibles para las funciones productivas (Moberg, 2000; Von Borell et al., 2007; Blache y Maloney, 2017). Comprender cómo las emociones influyen en la respuesta al manejo, en la capacidad de adaptación y en la eficiencia productiva, permite mejorar el desempeño en los sistemas productivos, al mismo tiempo de optimizar el bienestar animal.

### 1.2. Temperamento ovino

El temperamento forma parte del lado oculto del ovino y es un rasgo clave en los animales de producción. Si bien se define de diversas maneras, una de ellas lo define como «la reactividad emocional de un animal frente a un estímulo externo» (Blache y Bickell, 2010). La percepción del entorno por parte del animal produce un estado emocional que provoca reacciones fisiológicas y comportamentales en respuesta a la novedad, la incertidumbre, el desafío o el cambio (Boissy y Bouissou, 1995; Clarke y Boinski,

<sup>1</sup>Dpto. de Producción Animal y Pasturas, Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay.

<sup>3</sup>Departamento de Biociencias Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay.

<sup>4</sup>Núcleo de Bienestar Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay.

<sup>5</sup>UWA School of Agriculture and Environment, The University of Western Australia, Australia.

1995). Las respuestas conductuales se han utilizado para clasificar a los animales según su temperamento (Veissier et al., 2009), describiéndolos como calmo/nervioso, tímido/audaz, sociable/agresivo, inquieto/tranquilo (Sutherland et al., 2012). En los extremos, los animales calmos tienen baja actividad conductual (menos reactivos, menos excitables), mientras que los nerviosos manifiestan mayor actividad conductual (más reactivos, más excitables). A su vez, los animales nerviosos son más susceptibles a simples rutinas de manejo, como ser el cambio de potrero o procedimientos sanitarios; y a situaciones más novedosas como el embarque, el transporte y la espera en corrales, experimentando más estrés y reduciendo su bienestar (Veissier y Boissy, 2007; Bickell et al., 2009), lo contrario a lo que sucede con animales más calmos (Blache y Ferguson, 2005).

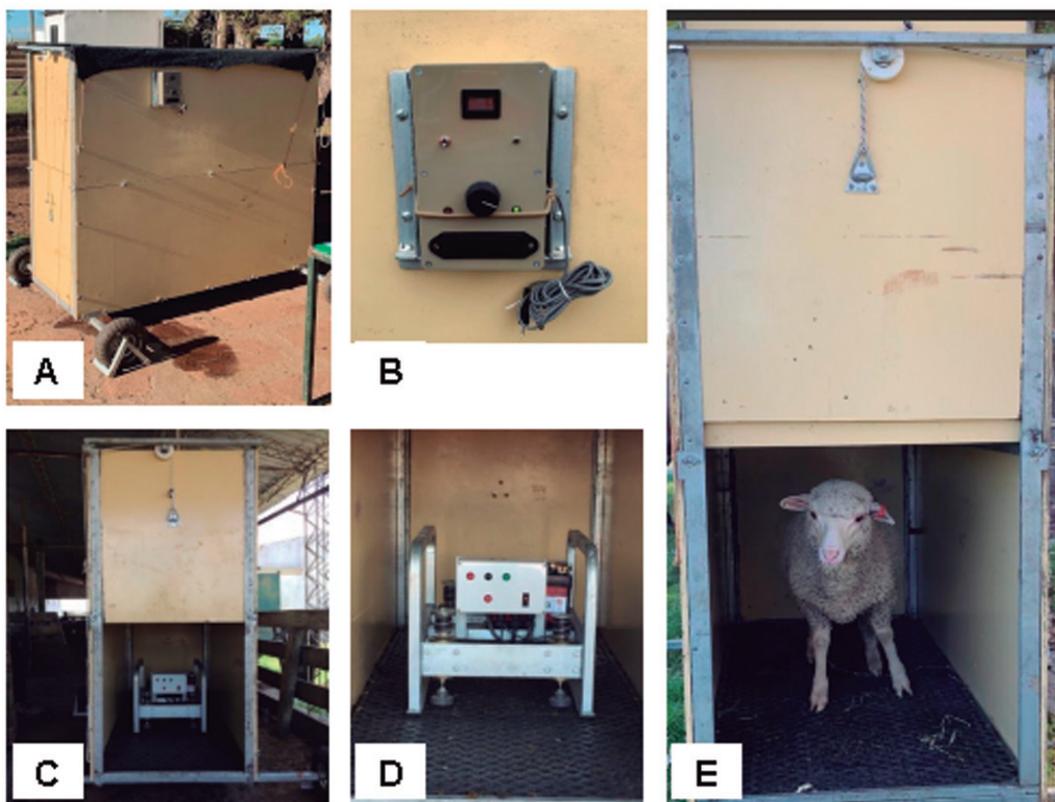
En los sistemas ganaderos extensivos como lo son la mayoría de los establecimientos en Uruguay, llevar a cabo las tareas de campo considerando pautas de bienestar animal, mejora las condiciones en que se realizan los trabajos y la seguridad para el operario. Por esta razón, medir y comprender el temperamento se ha transformado en un interés más que académico, ya que afecta el desempeño de los animales. Estudios realizados en Australia han demostrado que la selección de ovinos por su temperamento puede generar beneficios reproductivos (Van Lier et al., 2017) y maternos (Murphy et al., 1994), como ser en la calidad de la leche, en la cantidad de calostro, en el comportamiento materno en las primeras horas posparto y por ende, favorecer la supervivencia de corderos (Murphy, 1999; Hawken et al., 2012). En Uruguay, los estudios sobre este rasgo han avanzado significativamente, permitiendo identificar factores genéticos asociados al temperamento con perspectivas futuras de inclusión en programas de selección genética (Zambra et al., 2015; Romaniuk et al., 2024).

### 1.3. ¿Cómo se mide el temperamento?

A través de pruebas comportamentales se puede explorar el lado oculto del ovino. Los

ovinos son animales altamente gregarios y al separar un animal de su rebaño, este experimenta miedo asociado con emociones negativas, y sufre una intensa respuesta al estrés (Price y Thos, 1980). Se han desarrollado diferentes pruebas que buscan explicar cómo el ovino se enfrenta a situaciones de aislamiento social y desafíos externos (Forkman et al., 2007). Una de ellas es el **Open Field Test** (OFT) (Forkman et al., 2007; Damián et al., 2021), la cual consiste en colocar al animal en un área amplia (unos 12 m<sup>2</sup>) y delimitada (simulando un cuarto con paredes, pero sin techo) y observar su comportamiento durante 10 minutos. En esta prueba se registran comportamientos que incluyen el aumento en la frecuencia de las eliminaciones (defecaciones y micciones), locomoción (número de líneas cruzadas), vocalizaciones, e intentos de escape, los cuales son indicativos de estrés y miedo. Otra prueba es el **Arena Test** (AT) (Murphy, 1999), que es similar al OFT pero de diferentes dimensiones e incorporando la presencia de otros ovinos al fondo del área, con un enfoque más específico en evaluar el miedo y el antigregarismo. Se puede incluir un estresor adicional como un humano, donde el animal se encuentra en conflicto entre acercarse a un humano para estar cerca de su grupo que se encuentra detrás de este, o mantenerse alejado del humano y permanecer aislado. El tiempo que dura esta prueba son 3 minutos.

El temperamento también puede medirse con el **Test del Cajón de Aislamiento** (TCA, Figura 1) (Blache y Fergusson, 2005). El TCA consiste en ingresar el cordero de forma individual durante 30 segundos al cajón (1,5 m de largo; 0,75 m de ancho y 1,5 m de alto), y medir electrónicamente las vibraciones del cajón con un sensor de vibraciones (agitómetro) (Figura 1 B). El agitómetro se debe calibrar previamente para el nivel de registro de agitación bajo, medio y alto, a través de una unidad electrónica diseñada para simular la acción del cordero mientras está dentro del cajón (Figura 1 C y D). El valor numérico medido por el agitómetro es el resultado de las reacciones del animal (movimientos y vocalizaciones), e indica que cuanto más se agita el cajón, más nervioso el ovino, resultando en valores numéricos mayores. El



**Figura 1.** Herramienta para estimación del temperamento: (A) vista lateral del Test del Cajón de Aislamiento (TCA), dimensiones: 1,50 m L x 1,50 m H x 0,75 m A; (B) agitómetro, sensor de vibraciones (movimientos y vocalizaciones); (C) calibración del agitómetro para alto (nervioso) y bajo (calmo) registro de agitación; (D) unidad electrónica de calibración y (E) cordero listo para salir del cajón.

valor mínimo puede ser cero, representando a un cordero que entró al cajón y no hizo ningún movimiento ni vocalizó, mientras que el valor máximo que se ha registrado es 191, representando a un animal nervioso que tuvo muchos movimientos, intentos de escape y vocalizaciones durante esos 30 segundos, tratando de evadir la situación de aislamiento. Esta prueba se realiza una vez en la vida del animal y caracteriza la reactividad del cordero al aislamiento visual en los primeros meses post-destete, entre los 3 a 6 meses de edad.

## 2. IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN

### 2.1. Ovinos seleccionados por temperamento en Australia

Desde el año 1990 y durante 20 generaciones, la Universidad de Western de

Australia (UWA) seleccionó animales Merino Australiano por su temperamento (Murphy et al., 1994; Murphy, 1999; Ding et al., 2021). Para la selección se utilizaron dos pruebas, el TCA y el AT. Con los resultados de ambas pruebas, se construyó un índice de selección que consideraba la medición individual del animal, la media de la población y el desvío estándar (Murphy et al., 1994; Murphy, 1999). Los animales con menor puntuación eran seleccionados como calmos y los de mayor puntuación, como nerviosos. De esta manera se mantuvieron dos poblaciones divergentes seleccionadas fenotípicamente y se realizaron diferentes experimentos para investigar el efecto del temperamento en la producción animal.

Los ovinos con temperamento contrastante (calmo/nervioso) responden de manera diferente en la activación del sistema nervioso simpático (involucrado en la fisiología del

estrés) y tendrán cambios en la concentración de hormonas del estrés (por ejemplo el cortisol) cuando son sometidos al aislamiento social (Hawken et al., 2013). La mayor reactividad ante un estresor afecta negativamente varios niveles del funcionamiento del eje hormonal-reproductivo: hipotálamo-hipófisis-gonadal (HHG) (Dobson y Smith, 2000; Von Borell et al., 2007; Damián et al., 2015). Por lo tanto, el estrés estaría limitando la eficiencia de los puntos hormonales reguladores de la reproducción. En la majada de la UWA seleccionada por temperamento, se observó que la tasa mellicera detectada por ecografía a los 50 días post retiro de carneros, fue más alta en ovejas calmas que en nerviosas (1,39 vs. 1,29 embriones) (Bickell et al., 2010). La tasa ovulatoria en respuesta a la sincronización de celo fue mayor en ovejas seleccionadas por temperamento calmo en comparación con ovejas seleccionadas por temperamento nervioso (1,83 vs. 1,57) (Van Lier et al., 2017). Además, se observó que luego de sincronizar el estro, ovejas calmas fueron más proceptivas en la búsqueda de carneros y receptivas a su acercamiento, en comparación con las ovejas nerviosas (Gelez et al., 2003).

El comportamiento materno es muy significativo para asegurar la sobrevivencia del recién nacido (Murphy et al., 1994; Nowak y Poindron, 2006). Las madres seleccionadas por temperamento calmo presentaron un mejor comportamiento materno expresado en un mayor tiempo de lamido de la cría, numerosas vocalizaciones (de tono bajo) y menor tiempo de separación de sus crías, lo que condujo a un mejor vínculo materno-filial (Murphy et al., 1994; Murphy, 1999; Bickell et al., 2011). El comportamiento materno puede ser medido a través de una escala basada en la proximidad de la oveja a su cordero durante el caravaneo y dentro de las 24 h desde su nacimiento. Dicha escala comprende un rango del 1 al 5, donde el puntaje 1 es una oveja que abandona el cordero, no muestra interés y no retorna luego del caravaneo; y el puntaje 5 es una oveja que está en contacto con el cordero durante el caravaneo (O'Connor, 1985). Hay una correlación significativa entre las puntuaciones altas de comportamiento materno con las mayores ta-

sas de supervivencia de los corderos, por lo tanto, es crucial el rol de atención y cuidado maternal en la mortalidad y supervivencia de los corderos (O'Connor, 1985). Los corderos que nacen de ovejas calmas tienen una tasa de supervivencia 10% mayor con respecto a corderos nacidos de madres nerviosas (Murphy, 1999).

Desde el punto de vista de la producción de leche, madres de la línea calma producen leche de mejor calidad en base a la concentración de proteínas, no habiendo diferencias en el contenido de grasa y en el volumen producido, a diferencia con madres de la línea nerviosa (Sart et al., 2004). En ovejas calmas el volumen de calostro fue mayor, menos viscoso (favoreciendo la succión del cordero) y con mayor concentración de inmunoglobulinas (Hawken et al., 2012), lo cual, junto con el perfil comportamental maternal permite una mayor protección y supervivencia de las crías.

## 2.2. Ovinos no seleccionados por temperamento

También se ha estudiado el efecto del temperamento en ovinos no seleccionados. En ovejas lecheras su temperamento afectó la producción de leche en función del tiempo: las calmas secretaron leche de forma más temprana en las primeras horas posparto que las ovejas clasificadas como nerviosas, sin embargo no demostraron diferencias en la calidad (grasa y proteína) (Murray et al., 2009). Ovejas lecheras de tipo calmo parecen tener una mejor inmunidad innata contra infecciones que las de tipo nervioso (Dimitrov et al., 2005). En cuanto a la calidad de la carne, corderos Hu nerviosos tuvieron un menor porcentaje de rendimiento de carcasa y menor calidad de carne que los corderos Hu calmos (Zhang et al., 2021). Otros estudios no detectaron asociaciones significativas entre la calidad de la carcasa y el temperamento, pudiendo haber estado relacionado con la forma de medir temperamento (Dodd et al., 2014).

### 3. ¿SE HA MEDIDO EL TEMPERAMENTO OVINO EN URUGUAY?

Dado que la selección fenotípica por temperamento en Australia demostró tener impacto en el desempeño productivo de ovinos calmos y nerviosos, se propuso introducir en Uruguay la prueba comportamental TCA y evaluar el temperamento de los animales (Van Lier et al., 2011). Las primeras mediciones documentadas se realizaron en unos 200 animales Merino Australiano en el año 2009 en el marco de dos tesis de grado de la Facultad de Agronomía, utilizando diferentes categorías de ovinos (Basile y Frigio, 2010; Bove et al., 2010). Posteriormente, en 2011 y 2012 se midió en corderos Corriedale y Merino Australiano (progenie nacida en 2010 y en 2011) conformando un total de 7.900 animales, pertenecientes a 13 cabañas comerciales ubicadas en los departamentos de Artigas, Durazno, Paysandú, Salto y Tacuarembó. Estas cabañas estaban asociadas en esquemas de carneros de referencia, los cuales tenían progenie con registros productivos en más de una cabaña y/o año y contaban con evaluaciones genéticas entre cabañas (Genética Ovina, 2013). Los resultados de estas mediciones que formaron parte de una tesis de posgrado, fueron muy valiosos porque se pudo generar un modelo de análisis para estimar el componente genético del temperamento, y también evaluar otros efectos como el grupo contemporáneo (año, establecimiento y sexo), la edad de la madre, la edad del cordero y el tipo de nacimiento (Zambra et al., 2015).

Recientemente se siguió trabajando con el temperamento en corderos Merino Australiano (Romaniuk et al., 2024), teniendo en cuenta los datos existentes para esta raza e incluyendo datos de nuevas cabañas comerciales y de dos núcleos informativos: INIA-Unidad Experimental Glencoe y la Estación Experimental de Facultad de Agronomía Salto (EEFAS). Lo innovador de este último trabajo es que no sólo se consideró la genealogía de los animales sino también los datos genómicos. Con la utilización de la información genómica junto con la inclusión de estudios de asociación genómica (ssGWAS,

del inglés *Single Step Genomic Wide Association Studies*) (Aguilar et al., 2010), se pudo identificar regiones del genoma ovino asociadas al temperamento. Esta metodología es innovadora ya que profundiza en la relación genética de múltiples rasgos y ofrece herramientas más precisas para la selección.

#### 3.1. El temperamento es un rasgo heredable

El temperamento es un rasgo cuantitativo, influenciado por el efecto de muchos genes (Romaniuk et al., 2024) y también por el efecto ambiental, principalmente asociado al manejo. En Australia la  $h^2$  del temperamento en ovinos varía entre 0,14 y 0,41, con valores específicos de 0,14 Leicester; 0,38 Merino Australiano; 0,29 White Suffolk; 0,41 Poll Dorset y 0,41 Poll Merino (Blache y Ferguson, 2005). En Uruguay, los valores de heredabilidad varían entre 0,18 para la raza Corriedale y 0,31 para Merino Australiano (Zambra et al., 2015). Recientemente, incorporando datos fenotípicos, genealógicos y genómicos, se estimó la  $h^2$  del temperamento en Merino Australiano en Uruguay en  $0,19 \pm 0,038$  (Romaniuk et al., 2024). Este valor de  $h^2$  demuestra que es factible incluir el temperamento en programas selección. La diferencia con estimaciones previas de  $h^2$ , puede atribuirse al aumento del tamaño poblacional y a la incorporación de información genómica de los animales, lo que mejora la precisión de la estimación. Estos resultados respaldan la viabilidad de la selección genética basada en el temperamento en ovinos.

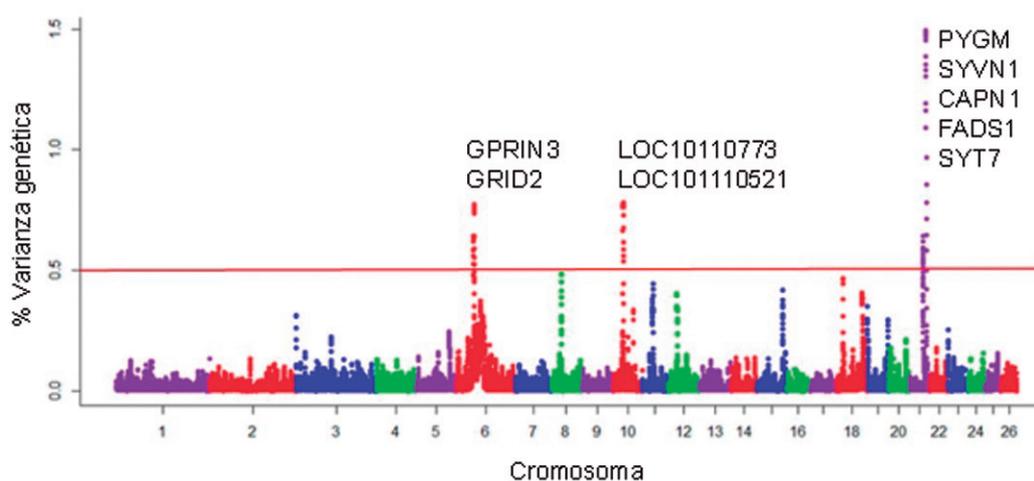
#### 3.2. Descubriendo genes que influyen en el temperamento ovino

El grupo de la UWA ha asociado genes (mediante la técnica de PCR) con el temperamento en su majada seleccionado por este rasgo, particularmente genes vinculados a los sistemas de serotonina (asociado a rasgos de personalidad en humanos) y oxitocina (asociado al comportamiento social) (Ding et al., 2021). Otra forma de identificar las variantes genéticas que estarían asociadas a la característica de interés es mediante la utilización de la información genómica y los

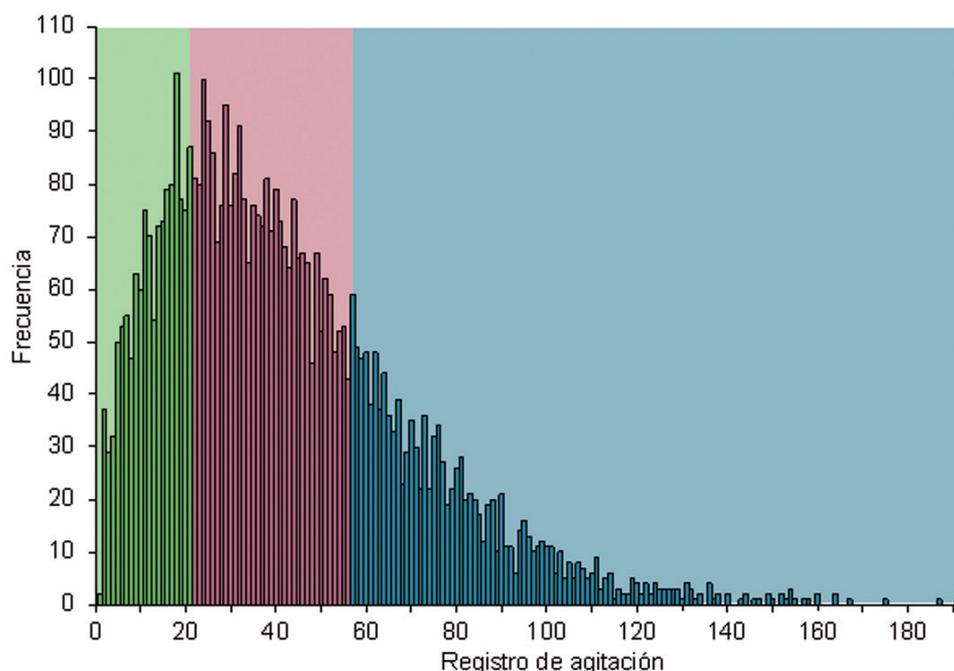
estudios de asociación (ssGWAS) (Aguilar et al., 2010). En el período 2019-2023 se desarrolló un proyecto de investigación (CSIC I+D 287) con el objetivo de identificar los polimorfismos genéticos asociados al temperamento y su frecuencia en la población Merino Australiano en Uruguay (Romaniuk et al., 2024). Se trabajó con un conjunto de animales los cuales tenían registro de temperamento y pertenecían a cabañas participantes de las evaluaciones genéticas poblacionales. El estudio de asociación genómica permitió identificar tres regiones del genoma asociadas a una mayor variabilidad, siendo los cromosomas 6, 10 y 21 los que mayor influencia tienen en la variabilidad genética del temperamento (Figura 2). A su vez, se puede decir que el temperamento no está regulado por el efecto de un gen mayor, sino que es una característica multigénica. La exploración de esas regiones identificó 25 variantes genéticas (SNP = polimorfismos de nucleótido simple) asociadas a nueve genes candidatos posicionales (*GRID2*, *GPRIN3*, *LOC101110773*, *LOC101110521*, *PYGM*, *SYVN1*, *CAPN1*, *FADS1*, *SYT7*), vinculados con la actividad energética del organismo, transmisión sináptica, terneza de la carne y actividad del calcio (Romaniuk et al., 2024). Se consideran estos resultados valiosos y relevantes debido a que: 1) se trabajó con una

población de animales que no estaban previamente seleccionados por temperamento, 2) se utilizó un panel molecular completo e informativo que brinda datos reportados por grupos de investigadores australianos, europeos y estadounidense (GGP\_50k\_ovi), y 3) se utilizó una muestra de animales genotipados (n=1697) y en genealogía (n=10799) de tamaño ajustado a metodología utilizada. Recientemente se realizó un estudio GWAS con muestras de ovejas de las líneas seleccionadas de la UWA donde se identificaron 2.084 SNP en 81 genes candidatos que difirieron entre las líneas calmas y nerviosas, indicando la posibilidad de una selección genómica específica para temperamento (Ding et al., 2024).

Por otro lado, con el objetivo de conocer la distribución de las mediciones de temperamento se realizó la frecuencia de los registros de agitación del TCA para los 5.077 animales Merino Australiano evaluados correspondientes a ocho generaciones (Zambra et al., 2015; Romaniuk et al., 2024, y datos no publicados). La frecuencia de los registros de agitación muestra que los datos están sesgados y agrupados a la izquierda, teniendo una distribución no normal (Figura 3). Si se hiciera una escala para clasificar a los animales en calmos, intermedios y nerviosos basada en los rangos intercuartiles de



**Figura 2.** *Manhattan plot.* Señales de asociación en regiones del genoma ovino, 38.268 polimorfismos de nucleótido simple (SNP) después del control de calidad para 1697 animales genotipados. Número de cromosoma y porcentaje de varianza genética aditiva. Nota: umbral de significancia estadística (línea horizontal, % var  $\geq 0,5$  %) y nueve genes candidatos con sus respectivos nombres en los cromosomas 6, 10 y 21.



**Figura 3.** Distribución de 5.077 registros fenotípicos de temperamento medido con el Test del Cajón de Aislamiento en ovinos Merino Australiano en Uruguay correspondientes a ocho generaciones (Color verde = calmos, cuartil 1; color rosado = intermedios, cuartiles 2 y 3; color celeste = nerviosos, cuartil 4).

estos 5.077 animales, la clasificación sugerida sería la siguiente: registros de agitación iguales o menores a 21 indicarían animales calmos (menos reactivos), registros iguales o superiores a 57 indicarían animales nerviosos (más reactivos al aislamiento social) y registros intermedios (desde 22 a 56) se clasificarían como animales de reactividad moderada (Figura 3). Hay que tener en cuenta que esta clasificación es arbitraria, ya que el temperamento es un concepto continuo y no binario. Inclusive podríamos modificar los niveles de corte para elegir animales de temperamento más extremo. De los datos presentados en la Figura 3 se puede observar, además, que muy pocos animales se encuentran en el extremo superior, es decir, más reactivos.

#### 4. PERSPECTIVAS NACIONALES

Dado que el Uruguay tiene una base de datos importante, que sigue creciendo año a año y se puede contar con núcleos informativos, se está trabajando para contribuir con las correlaciones genéticas entre tempera-

mento y el desempeño productivo. El objetivo es dilucidar el efecto del temperamento sobre los rasgos productivos usualmente medidos en borregos/as y explorar otros que están siendo demandados por los productores. La base de datos a utilizar es el Sistema Uniforme de Levantamiento y Almacenamiento de Registros (SULAR). Toda la información es proveniente de cabañas comerciales y de los núcleos informativos del INIA (La Magnolia y Unidad Experimental Glencoe, desde 1999) y de la Facultad de Agronomía (Estación Experimental de la Facultad de Agronomía Salto, EEFAS, desde 2015). Los diferentes sets de datos a trabajar son producto de la colaboración del Consorcio Regional de Innovación de Lanas Ultrafinas del Uruguay (CRILU), Sociedad de Criadores de Merino Australiano del Uruguay (SCMAU), Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), INIA, Facultad de Agronomía y Veterinaria y del financiamiento de proyectos nacionales (RUMIAR, CSIC I+D-2018-287) e internacionales como SMARTER (Horizon 2020 de la Unión Europea n°772787).

Se espera obtener las correlaciones genéticas del temperamento con rasgos de la

lana, como ser el peso de vellón sucio, peso de vellón limpio, diámetro de la fibra, largo de mecha y coeficiente de variación del diámetro; con variables de la fase de crecimiento del animal, como el peso vivo al nacimiento y al destete, peso corporal a la primera esquila, área ojo de bife y espesor de grasa; y explorar otras como la resistencia a parásitos gastrointestinales. De esta manera se podrá conocer el impacto positivo o negativo del temperamento; es decir, si seleccionar animales calmos se traduce en producir más lana o si afectaría desfavorablemente a otros rasgos productivos. Además de las variables medidas durante el primer año de vida del animal, se estará trabajando solo con los datos de las ovejas en comportamiento materno (vínculo materno-filial) y en reproducción (prolificidad, partos múltiples). Esta sería una forma de validar si lo observado en los experimentos con las líneas de ovejas calmas y nerviosas de la UWA, también ocurre en las majadas de Uruguay que no han sido seleccionadas por el rasgo de temperamento previamente.

Se pretende desarrollar herramientas tecnológicas prácticas para el productor (DEP - Diferencia Esperada en la Progenie) para el peso vivo al nacer, peso vivo al destete, comportamiento materno y partos múltiples. Este proyecto tiene gran relevancia ya que es pionero en la evaluación del temperamento ovino como un rasgo cuantificable con impacto genético en la producción ovina, integrando por primera vez las correlaciones genéticas entre temperamento y producción.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos a todas las cabañas involucradas en la evaluación del temperamento y que han estado acompañando desde los inicios. Al la Dra. Carolina Viñoles por trasladar al Uruguay el componente central del equipo de calibración; al Ing. Agr. Diego Gimeno por su generosidad en compartir sus conocimientos y su rol como articulador con las cabañas evaluadas. Agradecemos a la Dra. Noelia Zambra por el relevamiento de datos de casi ocho mil animales que hoy componen la base de datos que se sigue alimentando de información nueva. Agradecemos muy especialmente

al Tec. Agrop. Yonatan Ponte, al Sr. Sergio Casco y el personal de la EEFAS por su constante colaboración y buena disposición en las mediciones.

**Fuentes de financiamiento:** proyectos nacionales (RUMIAR, CSIC I+D-2018-287) e internacionales como SMARTER (Horizon 2020 de la Unión Europea n°772787), así como el proyecto de Dedicación Total Udelar de la Dra. Elize van Lier y a la Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, I., Misztal, I., Johnson, D.L., Legarra, A., Tsuruta, S., Lawlor, T.J. (2010).** Hot topic: A unified approach to utilize phenotypic, full pedigree, and genomic information for genetic evaluation of Holstein final score. *Journal of Dairy Science* 93(2), 743-752.
- Basile, P., Frigio, R. (2010).** Incidencia del temperamento en el comportamiento materno de ovejas Merino. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía.
- Bickell, S., Poindron, P., Nowak, R., Chadwick, A., Ferguson, D., Blache, D. (2009).** Genotype rather than non-genetic behavioural transmission determines the temperament of Merino lambs. *Animal Welfare* 18(4), 459-466.
- Bickell, S., Durmic, Z., Blache, D., Vercoe, P.E., Martin, G.B. (2010).** Rethinking the management of health and reproduction in small ruminants. Updates on Ruminant Production and Medicine (Proceedings of the 26th World Buiatrics Congress), 14-17 November 2010, Santiago, Chile.
- Bickell, S., Poindron, P., Nowak, R., Ferguson, D., Blackberry, M., Blache, D. (2011).** Maternal behaviour and peripartum levels of oestradiol and progesterone show little difference in Merino ewes selected for calm or nervous temperament under indoor housing conditions. *Animal* 5(4), 608-614.
- Blache, D., Ferguson, D. (2005).** Genetic Estimates for Temperament traits in sheep Breeds. *Meat and Livestock Australia*, Sydney. Rep. 364. 19.
- Blache, D., Bickell, S.L. (2010).** Temperament and reproductive biology: emotional reactivity and reproduction in sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39, 401-408.

- Blache, D., Maloney, S.K. (2017).** New physiological measures of the biological cost of responding to challenges. In: *Advances in sheep welfare*. Ed. Ferguson DM, Lee C, Fisher A. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Elsevier. 73-104.
- Boissy, A., Bouissou, M.F. (1995).** Assessment of individual differences in behavioral reactions of heifers exposed to various fear-eliciting situations. *Applied Animal Behaviour Science* 46, 17-31.
- Boissy, A. (1995).** Fear and fearfulness in animals. *The Quarterly Review of Biology* 70, 165-191.
- Boissy, A., Manteuffel, G., Jensen, M.B. (2007).** Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiology and Behavior* 92, 375-397.
- Bove, M.F., Halty, S., Viera, S. (2010).** Efecto del temperamento sobre la tasa ovulatoria y la eficiencia de concepción de ovejas Merino. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía.
- Clarke, A.S., Boinski, S. (1995).** Temperament in nonhuman primates are not genotyped. *American Journal of Primatology* 37(2), 103-25.
- Damián, J.P., Bausero, M., Bielli, A. (2015).** Acute stress, hypothalamic-hypophyseal-gonadal axis and testicular function-a review. *Annals of Animal Science* 15, 31-50.
- Damián, J.P., De Soto, L., Espindola, D., Gil, G., Van Lier, E. (2021).** Intranasal oxytocin affects the stress response to social isolation in sheep. *Physiology and Behavior* 230, 113282.
- Darwin, C. (1872).** *The expression of the emotions in man and animals*. London: John Murray. 277 p.
- Dimitrov, I., Djorbineva, M., Sotirov, L., Tanchev, S. (2005).** Influence of fearfulness on lysozyme and complement concentrations in dairy sheep. *Revue de Médecine Vétérinaire* 156, 445-448.
- Ding, L., Maloney, S.K., Wang, M., Rodger, J., Chen, L., Blache, D. (2021).** Association between temperament related traits and single nucleotide polymorphisms in the serotonin and oxytocin systems in Merino sheep. *Genes, Brain and Behavior* 20:e12714.
- Ding, L., Colman, E.R., Wang, Y., Ramachandran, M., Maloney, S.K., Chen, N., Yin, J., Chen, L., van Lier, E., Blache, D., Wang, M. (2024).** Novel pathways linked to the expression of temperament in Merino sheep: a genome-wide association study. *Animal* 18(11), 101279.
- Dobson, H., Smith, R.F. (2000).** What is stress, and how does it affect reproduction? *Animal Reproduction Science* 60-61, 743-752.
- Dodd, C.L., Hocking, J.E., Hazel, S.J., Pitchford, W.S. (2014).** Flight speed and agitation in weaned lambs: genetic and non-genetic effects and relationships with carcass quality. *Livestock Science* 160, 12-20.
- Doyle, R.E., Broster, J.C., Barnes, K., Browne, W.J. (2016).** Temperament, age, and weather predict social interaction in the sheep flock. *Behavioural Processes* 131, 53-58.
- Forkman, B., Boissy, A., Meunier-Salaün, M., Canali, E., Jones, R.B. (2007).** A critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. *Physiology and Behavior* 92, 340-374.
- Gelez, H., Lindsay, D.R., Blache, D., Martin, G.B., Fabe-Nys, C. (2003).** Temperament and sexual experience affect female sexual behaviour in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 8, 81-87.
- Genética Ovina. 2013.** Evaluaciones genéticas ovinas. [En línea]. 10 mayo 2013. <http://www.geneticaovina.com.uy/index.php>
- Hauschildt, V., Gerken, M. (2015).** Individual gregariousness predicts behavioural synchronization in a foraging herbivore, the sheep (*Ovis aries*). *Behavioural Processes* 113, 110-112.
- Hawken, P., Williman, M., Milton, J., Kelly, R., Nowak, R., Blache, D. (2012).** Nutritional supplementation during the last week of gestation increased the volume and reduced the viscosity of colostrum produced by twin bearing ewes selected for nervous temperament. *Small Ruminant Research* 105(1-3), 308-314.
- Hawken, P., Luckins, N., Tilbrook, A., Fiol, C., Martin, G.B., Blache, D. (2013).** Genetic selection for temperament affects behaviour and the secretion of adrenal and reproductive hormones in sheep subjected to stress. *Stress* 16(1), 130-142.

- Kendrick, K. (2019).** Social cognition in sheep: Welfare implications. *Animal Sentience* 4(25), 40.
- Marino, L., Merskin, D. (2019).** Intelligence, complexity, and individuality in sheep. *Animal Sentience* 4(25), 1.
- Moberg, G.P. (2000).** Biological response to stress: implications for animal welfare. In: Moberg G.P. and Mench J.A, editors. *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. CABI Publishing, pp. 1-22. Wallingford, Oxon, UK.
- Murphy, P.M., Purvis, J.W., Lindsay, D.R., Le Neindre, P. (1994).** Measures of temperament are highly repeatable in Merino sheep and some are related to maternal behaviour. *Proceedings Australian Society of Animal Production* 20, 247-250.
- Murphy, P.M. (1999).** Maternal behaviour and rearing ability of Merino ewes can be improved by strategic feed supplementation during late pregnancy and selection for calm temperament. PhD Thesis, University of Western Australia, Perth.
- Murray, T.L., Blache, D.B., Bencini, R. (2009).** The selection of dairy sheep on calm temperament before milking and its effect on management and milk production. *Small Ruminant Research* 87(1-3), 45-49.
- Nowak, R., Poindron, P. (2006).** From birth to colostrum: early steps leading to lamb survival. *Reproduction, Nutrition, Development* 46,431-446.
- O'Connor, C.E., Jay, N.P., Nicol, A.M., Beatson, P.R. (1985).** Ewe maternal behaviour score and lamb survival. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 45, 159-162.
- Price, E., Thos, J. (1980).** Behavioral responses to short-term social isolation in sheep and goats. *Applied Animal Ethology* 6(4), 331-339.
- Ramseyer, A., Boissy, A., Thierry, B., Dumont, B. (2009).** Individual and social determinants of spontaneous group movements in cattle and sheep. *Animal* 3(9), 1319-1326.
- Romaniuk, E., Vera, B., Peraza, P., Ciappesoni, G., Damián, J.P., Van Lier, E. (2024).** Identification of Candidate Genes and Pathways Linked to the Temperament Trait in Sheep. *Genes* 15(2), 229.
- Sart, S., Bencini, R., Blache, D., Martin, G.B. (2004).** Calm Ewes Produce Milk With More Protein Than Nervous Ewes. *Science Access* 1, 307-307.
- Sutherland, M., Rogers, A., Verkerk, G. (2012).** The effect of temperament and responsiveness towards humans on the behavior, physiology and milk production of multiparous dairy cows in a familiar and novel milking environment. *Physiology and Behavior* 107(3), 329-337.
- Van Lier E., Zambra, N., Blache, D. (2011).** Nuevo test para el estudio comportamental de Ovisaries. En: *Jornadas Uruguayas de Comportamiento Animal* (3°, 2011, Montevideo). JUCA III. Montevideo. Artes gráficas S.A. 105.
- Van Lier, E., Hart, K.W., Viñoles, C., Paganoni, B., Blache, D. (2017).** Calm Merino ewes have a higher ovulation rate and more multiple pregnancies than nervous ewes. *Animal* 11(7), 1196-1202.
- Veissier, I., Boissy, A., Désiré, L., Greiveldinger, L. (2009).** Animals' emotions: studies in sheep using appraisal theories. *Animal Welfare* 18(4), 347-354.
- Veissier, I., Boissy, A. (2007).** Stress and welfare: two complementary concepts that are intrinsically related to the animal's point of view. *Physiology and Behavior* 92(3), 429-433.
- Von Borell, E., Dobson, H., Prunier, A. (2007).** Stress, behaviour and reproductive performance in female cattle and pigs. *Hormones and Behavior* 52, 130-138.
- Zambra, N., Gimeno, D., Blache, D., Van Lier, E. (2015).** Temperament and its heritability in Corriedale and Merino lambs. *Animal* 9(3), 373-379.
- Zych, A.D., Gogolla, N. (2021).** Expressions of emotions across species. *Current Opinion in Neurobiology* 68, 57-66.
- Zhang, J., Qian, S., Chen, J., Ding, L., Wang, M., Maloney, S.K., Blache, D. (2021).** Calm Hu ram lambs assigned by temperament classification are healthier and have better meat quality than nervous Hu ram lambs. *Meat Science* 175, 108436.