

# Fenotipado Automático en Ovinos

Ing. Zoot. PhD.  
Mauricio Álvarez.  
INTA Valle Inferior-  
UIISA. UNRN  
alvarez.juan@inta.gob.ar

Ing. Agr. Ricardo  
Zapata. INTA Valle  
Inferior-UIISA.

Ing. Sist. Ricardo  
Garro. INTA Anguil

El avance de las técnicas de explotación de la información de bases de datos de gran escala mediante inteligencia artificial no tiene precedentes. Las nuevas fuentes de datos incluyen las imágenes digitales, datos de localización y movimientos provistos por collares con GPS, bio-marcadores y bio-sensores, registros automáticos de pesos y medidas morfométricas, etc. Paralelamente el desarrollo de las técnicas de Inteligencia Artificial condujo a la creación de plataformas muy sofisticadas para analizar esas bases de datos (Nayeri et al., 2019). Las técnicas de Deep Learning (Aprendizaje profundo) basadas en redes neurales han permitido explotar de manera eficiente enormes bases de datos logrando soluciones predictivas que no se logran mediante los análisis comunes realizados por humanos. Sin embargo al igual que en el caso de la agricultura durante los inicios de la revolución de la Agricultura de Precisión, en el sector ganadero esta información no se ha utilizado en todo su potencial e incluso tampoco se ha integrado entre los eslabones de las cadenas agroindustriales en los que se adquiere. La producción animal está incorporando rápidamente tecnología asociada a sensores portátiles y técnicas de registro automático de datos para mejorar la toma de decisiones, anticiparse en la detección de problemas de salud en el ganado y obtener un mayor beneficio económico al mejorar la utilización de los recursos.

La industria ovina de los principales países productores está adaptando y desarrollando nuevas herramientas basadas en estas tecnologías para la automatización de las mediciones rutinarias, el procesamiento y análisis la información. Paralelamente están evaluando el impacto económico que tienen en el proceso producción, industrialización y comercialización.

Las mediciones y datos tradicionales comúnmente usados en mejoramiento como la genealogía, el peso de los animales, la medición

de la condición corporal, escores relacionados con diferentes características como cobertura de cara, presencia de arrugas o algunas características del comportamiento son comunes pero requieren del registro manual y no escapan a la posibilidad de cometer errores o que la información quede sólo en el papel de registro y no sea sistematizada para su análisis. Además de estas razones, existen otras incluso más atractivas, que han despertado interés de parte de los productores e investigadores. La automatización de tareas rutinarias permitiría masificar el registro de las características tradicionales. En el caso de los ovinos se podría incluir el registro completo de plantales PPC e incluso a las majadas comerciales. Esto amplía enormemente la posibilidad de selección ya que sería posible identificar a los mejores fenotipos dentro de una cantidad enorme de animales, lo cual se conoce como "hiper-selección". Por otro lado se podría automatizar el registro de características complejas relacionadas con el consumo, el comportamiento o la susceptibilidad a enfermedades en incluso la genealogía. La integración de dispositivos automáticos de medición con acceso a internet tiene el potencial para literalmente inundar las evaluaciones genéticas con información y nuevos tipos de datos, algunos de los cuales antes no se podían recolectar de manera eficiente e incluso no se les prestaba atención. Además estos datos pueden ser cargados de manera autónoma en la "nube" o en nodos cercanos y actualizados permanentemente. Las cámaras que registran comportamientos específicos de los animales en pastoreo, como problemas de locomoción y aplomos, dispositivos que capturan sonidos para detectar aquellos que se relacionan con niveles nocivos de estrés, sensores de movimiento y geoposicionamiento, son algunos ejemplos. Al no requerir de la presencia humana al realizar los registros se elimina el efecto que posee sobre el comportamiento normal del ganado, así como la fuente de variación que significa la participación de distintos operadores. En nuestro país existen algunas empresas

privadas y organismos como el INTA que han tomado nota de estos avances y se han orientado al desarrollo de dispositivos como los mencionados, pero adaptados a la realidad de nuestros sistemas productivos. En este artículo se presentan algunos de estos desarrollos y sus posibles aplicaciones.

### Identificación Individual

Sin duda el mayor avance aporte de estas tecnologías se basa en la posibilidad de cambiar las escalas de manejo pasando del lote o majada al individuo. Es decir que nos dan información de cada animal en el campo y potencialmente permiten que tomemos decisiones ajustadas para las necesidades de cada uno de ellos. Para que esto sea posible es necesario contar con un sistema de identificación individual y lectura automática. El uso de las caravanas de con chips de baja radiofrecuencia (RFID) es sin duda la tecnología más utilizada para esto y la que actúa como puente entre los animales y los dispositivos inteligentes. Ya son de uso común en lechería y en ganadería bovina mientras que en el sector

ovino recién su adopción aún es incipiente.

Existen también caravanas de alta frecuencia que permitirían la identificación de grupos de animales en simultáneo, por ejemplo en una jaula de transporte, pero requieren la utilización de otros tipos de lectores que no están disponibles en el mercado en forma masiva.

También existen sistemas de identificación basados en análisis de imagen, en particular ese tipo de tecnologías se ha investigado en Australia con resultados muy positivos y más adelante en este artículo se presentan los avances al respecto.

### Comederos inteligentes

Actualmente hay dos desarrollos disponibles. El primer tipo de comederos se orientó inicialmente a la medición del consumo residual (Residual Feed Intake, RFI). Estos comederos fueron desarrollados por el INTA Anguil, se probaron inicialmente en bovinos y actualmente se está trabajando en adaptar la versión disponible para ovinos, lo cual implica algunas modificaciones en la estructura



# UNILAN

Oficina Comercial  
Alvarado 2895  
(C1290AAS) Buenos Aires  
Tel. (54 11) 4303.1679/83  
Fax. (54 11) 4301.2745

Planta Industrial  
Parque Industrial Trelew  
(Ug100EZA) Trelew - Chubut  
Tel. (54 2965) 44.6915/869  
Fax. (54 2965) 44.6915

Barraca  
Burmeister Norte 444  
(Ug100EZA) Trelew - Chubut  
Tel. (54 2965) 44.6836  
Fax. (54 2965) 44.6221

[wool@unilan.com.ar](mailto:wool@unilan.com.ar)

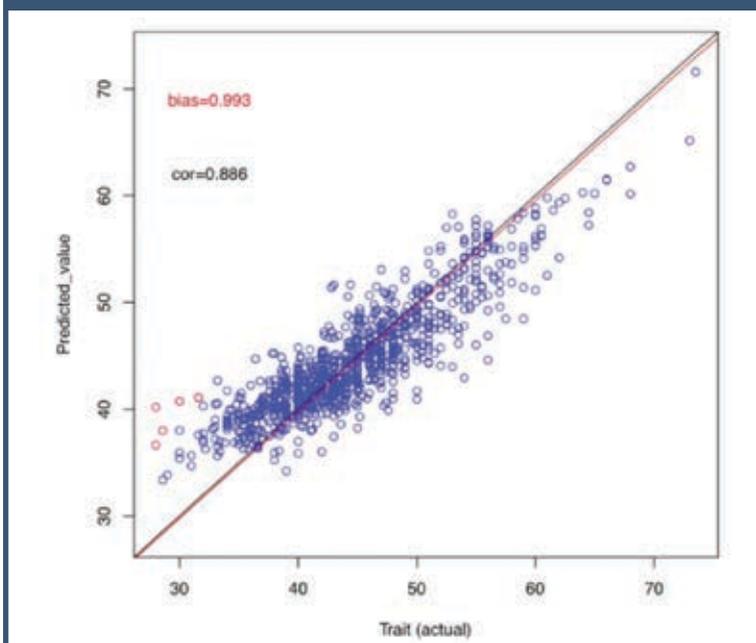


**Imagen 1. Comedores de consumo residual desarrollados por INTA Anguil.**



**Imagen 2. Comedores de dosificación variable de alimento.**

**Gráfico 1. Correlación entre el peso estimado por análisis de imagen y el registrado mediante balanzas (Raadsma et al., 2019)**



de acceso y tamaño de las bateas. Los comederos están equipados con una antena de lectura de caravanas RFDI que detecta el momento en que cada animal se acerca al comedero y registra el peso de la batea al inicio y al final de cada comida. Luego calcula el consumo individual y mediante un software específico se puede relacionar ese consumo con la producción los animales (ganancia de peso).

El Consumo Residual (Residual Feed Intake, RFI), que no es otra cosa que la diferencia entre el consumo esperado para la ganancia de peso del animal y el consumo que efectivamente hicieron. Aquellos animales que presentan valores negativos de RFI consumen menos alimento que el esperado y por lo tanto son más eficientes, mientras que los que tienen un valor positivo consumen más alimento del esperado (Gonzalez et al., 2012).

La identificación y selección de los animales más eficientes no sólo contribuiría una mayor eficiencia productiva sino también a reducir la contribución de la ganadería ovina a la emisión de gases con efecto invernadero. Este aspecto es particularmente relevante en el mercado de lanas ya que hay una creciente demanda de los consumidores relacionada con la incorporación de indicadores de impacto ambiental y la implementación de esquemas de manejo sustentables. Los comederos de consumo residual podrían integrarse en programas de evaluación genética a través de centrales de prueba conectadas entre sí o incluso campos que los utilicen bajo un mismo protocolo de registro de información.

El otro tipo de comederos en desarrollo está pensado para realizar suplementaciones o dosificaciones variables (Imagen 2). También están equipados con una antena que lee las caravanas RFDI identificando al animal y permite dosificar una cantidad de alimento variable para cada individuo mediante un mecanismo de rodillo sinfín. Los usuarios pueden programar a través de una plataforma móvil, la cantidad específica de alimento para cada animal e incluso en qué lugar pueden comer cada individuo.

Ambos sistemas proveen información acerca del comportamiento de los animales para lo cual no fueron pensados inicialmente pero que permiten estudiar las diferencias en el

comportamiento ingestivo y como se relacionan con otras características.

### Cámaras automáticas

El uso de cámaras automáticas para identificar animales ha sido estudiado Australia con resultados sumamente alentadores. Para entrenar el algoritmo de identificación que utilizan es necesario adquirir una gran cantidad de imágenes de cada animal, así como de diferentes regiones del cuerpo.

Esta tecnología también se ha probado para determinar el peso de los animales, a partir de imágenes laterales y superiores de los animales (Fotos 1 y 2). En el gráfico 1 se puede apreciar la correlación entre el peso registrado mediante la balanza y el estimado por las imágenes (88,6%). Otra de las posibilidades que ofrecen las cámaras automáticas se refiere a la estimación de la condición corporal y escores de cobertura de cara y presencia de arrugas.

El análisis de imágenes también se utiliza para clasificar las carcasas de acuerdo a su conformación, engrasamiento e incluso la composición tisular (relación músculo: grasa: hueso). Esta información se puede utilizar para estimar la influencia factores ambientales sobre la calidad final de la carne y también para estimar el mérito genético de los animales. Estos dispositivos también se usan para detectar problemas de laminitis y otras enfermedades a partir del

análisis automático de videos de los animales desplazándose (Brito et al., 2020).

### Sistemas de ahijamiento

Estos dispositivos permiten identificar de manera automática la relación madre-cría en condiciones de campo. Utilizan la identificación por Radiofrecuencia (RFID) mediante caravanas electrónicas colocadas en los animales de interés, que son identificados y registrados por el equipo ahijador cuando estos animales circulan en el lugar de paso obligado, por ejemplo en un pasillo ubicado entre el lugar donde pastorean y la aguada.

Esta lectura genera asocia el dato de la caravana y el tiempo en el cual se registró y esta información es transmitida a una base de datos para su posterior procesamiento. Para el caso de no tener conectividad en el lugar de instalación, el equipo realiza el registro de los eventos en una memoria interna extraíble. Luego, a través de una aplicación en PC, se procesan los datos recopilados mediante un algoritmo particular dando como resultado una asociación madre-hijo. El equipo es totalmente autónomo ya que se alimenta mediante energía solar y bancos de baterías (Imagen 4).

Esta información es central para los programas de evaluación genética ya que los datos genealógicos nos permiten separar correctamente los efectos ambientales de los genéticos. En general la información disponible está

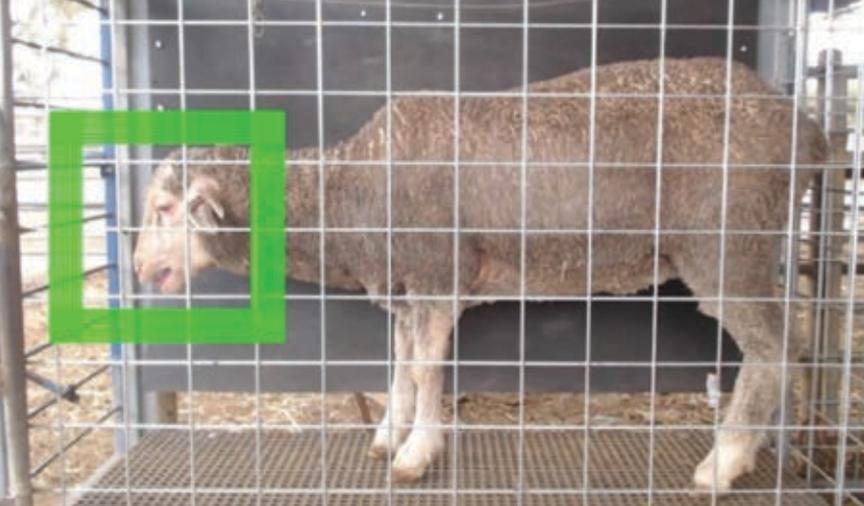


# CABAÑA LA GENEROSA

*De Suc. de Feliciano Alberto Abril  
Camarones - Chubut*

VENTA DE REPRODUCTORES  
PUROS DE PEDIGREE Y PUROS POR CRUZA  
MERINO AU FINO Y SUPERFINO

CONTACTO: Gonzalo Abril  
Cel: 2804405960  
lanacamarones@yahoo.com.ar



**Imagen 3. Captura de imágenes para determinar el score de cobertura de cara.**

acotada a los planteles puros de pedigrí o y algunos pocos planteles PPC. Con este tipo de sistemas se podría masificar los registros genealógicos y mejorar la precisión de las evaluaciones genéticas.

### **Balanzas automáticas y sistemas integrados**

Las balanzas automáticas están más instaladas en el sector lechero y el porcino pero recientemente aparecieron algunas soluciones para la ganadería bovina y ovina de cría. El INTA Anguil junto a la Universidad de Queensland trabajaron en el desarrollo y la adaptación de un modelo de balanza de pesada al paso para bovinos cuyo principio puede aplicarse perfectamente en ovinos (Imagen 6). Estas balanzas al igual que los sistemas de ahijamiento se deben ubicar en un lugar de paso forzado. Cuentan con un pasillo previo compuesto por paneles que conducen los animales hacia la balanza donde se registra el peso y la identificación animal. Una vez más es necesario que los individuos estén identificados con caravanas RFDI ya que las balanzas tienen integrado la antena de lectura.

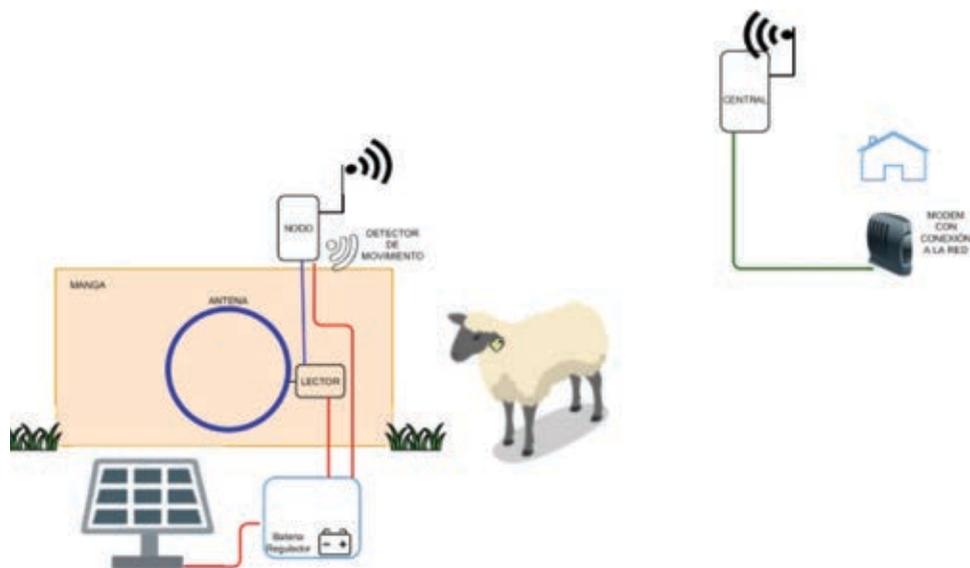
Cada vez que un animal pasa por la balanza se registra su identidad, su peso, fecha y la hora del registro. La información puede almacenarse en una tarjeta de memoria o se puede enviar a la “nube”. Estas balanzas no sólo capturan el peso de los animales sino que mediante un software específico pueden detectar variaciones anormales de peso como la que ocurre en la parición, con lo cual permiten saber la fecha de parición de los animales. Un avance superior es la integración de ambos sistemas para automatizar el registro del peso de los animales, la fecha de parto y la relación madres-cría. Esto ya se logró con equipo para bovinos y estamos desarrollando un prototipo similar para ovinos. El equipo se podría utilizar incluso para estimar la producción de lana por diferencia de peso antes y luego de la esquila. Imagínense el impacto que tendría la integración de esta información en las evaluaciones genéticas. Por otro lado como se comentó en párrafos anteriores estos equipos capturan información a la cual inicialmente no se le prestaba atención ya sea el costo y las dificultades de medición o porque se desconocía su importancia. Se ha demostrado que algunos de estos datos como la cantidad de veces que las ovejas pasan junto a sus corderos durante el día o la distancia a la cual pasan son heredables y se relacionan positivamente con caracteres de crecimiento. Lo cual indica que estos nos dan información referida al comportamiento de las madres (Cuadro 1).

### **Algunas consideraciones finales**

Probablemente una de las preguntas que surja al leer el artículo es que tanto falta para que estos



**Imagen 6. Balanza de pesada al paso para bovinos y prototipo para ovinos.**



**Imagen 4. Esquema general de funcionamiento del sistema de ahijamiento en ovinos.**

equipos estén disponibles comercialmente. Los comederos de consumo residual y los de dosificación variable ya están en el mercado y hay empresas locales que los fabrican y comercializan. En el caso de los sistemas de ahijamiento existen equipos en otros países pero el costo de importación aún es sumamente elevado para las condiciones locales. Los equipos nacionales están en la etapa de validación tanto en establecimientos comerciales como en estaciones experimentales. Lo mismo sucede con las balanzas automáticas aunque en este caso ya hay varias pruebas que avalan los resultados y la robustez de los equipos para las condiciones de nuestros sistemas.

El potencial que estas tecnologías tienen en la cadena agroindustrial ovina es enorme por lo cual en los principales países competidores de Argentina las están incorporando.

La industria ovina nacional debería tener una estrategia para hacer lo mismo en base a las posibilidades locales. Es improbable que en el corto plazo un gran número de productores compren equipos como los que mostramos en esta nota, los usen para tomar datos y manejar sus campos, pero es perfectamente posible incorporar estas tecnologías en los establecimientos que más impacto tienen sobre el resto, como las cabañas que participan del programa de mejora genética.

Algunos equipos y elementos como las caravanas RFDI, los ahijadores y balanzas automáticas tienen un costo que puede ser afrontado por campos medianos y grandes. Por otro lado los equipos más complejos como los comederos de consumo residual podrían incorporarse en estaciones experimentales integradas a las redes de evaluación genética. Los sistemas de análisis de imágenes se podrían incorporar en la industria frigorífica recuperando información referida a la calidad de carcasa y rendimiento comercial. La integración de esta información con datos del genotipo de los animales se podría utilizar para implementar evaluaciones genómicas en caracteres complejos o los que se expresan tarde en la vida de los animales. En definitiva se trata de identificar cuál es la información rele-

vante a capturar en cada eslabón de la cadena, quienes son los que aportan información de más valor y luego como se integra en un sistema que permita obtener el mayor beneficio para todos.

La competitividad de una industria no sólo se basa en las condiciones macro económicas como el tipo de cambio, que sin lugar a dudas es sumamente relevante, sino también en la capacidad para anticipar nuevos escenarios. Es decir que no solamente hay que producir y vender pensando en lo que se demanda hoy sino también en lo que se va a demandar mañana.

Obviamente esto requiere de un ejercicio prospectivo colectivo, es decir de los productores, la industria y el estado. Los sectores que no son capaces de hacerlo corren serios riesgos de volverse obsoletos o en todo caso llegar tarde al negocio, dicho de otro modo...corren siempre detrás. La pregunta entonces es donde queremos estar parados mañana... 🐏

#### Referencias

- Brito, L.F., Oliveira, H.R., McConn, B.R., Schinckel, A.P., Arrazola, A., Marchant-Forde, J.N. y Johnson, J.S. 2020. Large-Scale Phenotyping of Livestock Welfare in Commercial Production Systems: A New Frontier in Animal Breeding. *Front. Genet.* 11:793.
- Gonzales M, La Torraca A, Vozzi A. 2012. El consumo residual como indicador de eficiencia en genotipos Merino y Dohne Merino. *Anuario Merino 2012*, p. 60-64.
- Nayeri, S., Sargolzaei, M. y Tulpan, D. 2019. A review of traditional and machine learning methods applied to animal breeding. *Animal Health Research Reviews* 20: 31-46.
- Raadsma, H., Harris, I., Dacheng, T., Khatkar, M., Gao, J., Thompson, S., Gibson, W. y Ferguson, M. 2019. Artificial Intelligence in Wool Production. AWI Project Final Report. 44 pp.