




La mosca se alimenta del néctar del botón y deteriora la calidad de la flor al defecar en él.

turalmente el botón floral de peonía. Con sus mandíbulas suelen dañar la superficie del botón, el cual presenta manchas necróticas oscuras que obligan a desechar la flor.

Lo mismo ocurre con algunas moscas (Diptera) que, no siendo fitófagas, son atraídas al botón floral para libar la sustancia azucarada del botón floral. Al defecar en el mismo, lo manchan con pintas negras y la flor debe ser descartada para

la exportación. Así ocurre con la mosca común, *Musca domestica* L. (Muscidae), *Incamiya chilensis* (Aldrich) (Tachinidae) y otras moscas de las familias Sarcophagidae y Calliphoridae. Curiosamente, *I. chilensis* es una mosca benéfica entomófaga parasitoide de numerosas especies de cun-cunillas.

También el abejorro *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae), utilizado como polinizador en varios cultivos, causa daños a la flor de peonías al horadar la base de los pétalos. No ocurre lo mismo con otros abejorros, que sólo la visitan ocasionalmente cuando las plantas tienen sus flores abiertas. La avispa conocida como chaqueta amarilla, *Vespa germanica* (Fabricius) (Hymenoptera: Vespidae) también suele visitar los botones de peonía y muerde los sépalos.

Otros insectos benéficos, al estado adulto, sólo son visitantes frecuentes del cultivo, que aprovechan la apertura floral sin provocar daño. Es el caso de los depredadores entomófagos asílidos, sírfidos, coccinélidos, varias especies de abejas polinizadoras y pequeños coleópteros florícolas. 

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan públicamente sus agradecimientos a los especialistas taxónomos, doctores Joaquín Ipinza R., Director del Laboratorio de Zoología y Etología de la Facultad de Ciencias Silvoagropecuarias de la Universidad Mayor (Santiago), y Andrés Angulo O., del Departamento de Zoología de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción, por la colaboración en la determinación de Formicidae y Noctuidae, respectivamente.

TRAZABILIDAD MOLECULAR EN LOS PRODUCTOS GANADEROS

La trazabilidad molecular sirve de garantía a los sistemas convencionales de identificación animal.

Permite asegurar con certeza el origen de un producto en cualquier etapa del proceso, hasta la venta final. La técnica se encuentra disponible en Chile y podría ser usada en mecanismos de auditoría, por ejemplo.

A finales de la década de los 80, los consumidores europeos y norteamericanos vieron con preocupación la aparición de una serie de crisis agroalimentarias, originadas principalmente por la difusión de patologías como la encefalopatía espongiiforme bovina (o "mal de las vacas locas"), fiebre aftosa, peste porcina clásica (PPC). También hubo inquietud ante la detección de productos no permitidos o peligrosos

Ricardo Felmer D.
Bioquímico, Ph.D.
rfelmer@inia.cl
INIA Carillanca

en alimentos de origen animal, tales como hormonas, anabólicos, antibióticos, pesticidas, entre otros. Para controlar estos riesgos a la salud humana en la cadena de alimentos, las autoridades públicas necesitaron di-



Toma de muestra de pelo en el predio.

señar políticas de identificación y seguimiento individual de los animales (trazabilidad), con el fin de devolver la confianza que demandaban los consumidores.

La trazabilidad se puede definir como el conjunto de acciones, medidas y procedimientos técnicos que permiten identificar y registrar cada producto desde su origen hasta el final de la cadena de comercialización. En el caso particular de la carne, significa su seguimiento en cada

etapa de producción, desde el nacimiento del animal, pasando por la crianza y prácticas ganaderas en el predio, transporte, faenamiento en matadero, hasta su puesta a la venta al detalle. En dicho proceso, debe asegurarse en un 100% la identidad y calidad del producto. Así, ante cualquier duda o problema, puede rastrearse su paso por la cadena productiva hasta el mismo predio donde nació el animal.

Uno de los principales requi-

sitos en la trazabilidad de animales y subproductos es la implementación de un sistema de identificación, para lo cual existe una serie de dispositivos actualmente en aplicación o desarrollo, tales como los crotales o caravanas, que pueden ser de metal o plástico, los chips electrónicos y bolos ruminales. También existen métodos biométricos de identificación, como la huella nasal, imágenes digitales de retina e iris y la huella genética de ADN. La mayoría de los dispositivos externos de identificación son simples de colocar y tienen la capacidad de contener cuantiosa información que es fácilmente descifrabla. Sin embargo, su principal desventaja es que son removidos o separados del producto, la carne, una vez que el animal ingresa a la planta de faenamiento, haciendo el método susceptible a errores de identificación y eventualmente a adulteraciones intencionales o fraudes, ya que resulta técnicamente imposible mantener estos dispositivos en cada pieza o corte de la canal. Por lo tanto, la garantía

que brindan es exclusivamente hasta antes de la faena.

Para garantizar la trazabilidad postfaena, es decir, para asegurar efectivamente la trazabilidad desde la puesta a la venta al detalle en supermercados o, como coloquialmente se sugiere, desde el "plato al predio" el único sistema efectivo es la trazabilidad molecular.

Trazabilidad basada en huella genética

La trazabilidad molecular supera las limitaciones de los sistemas clásicos de identificación, pues permite identificar a los animales y sus productos derivados gracias a su secuencia de ADN y no a una etiqueta asociada. La huella genética del ADN se obtiene mediante el uso de una clase de marcadores moleculares conocidos como microsatélites, los cuales permiten establecer una "marca" del animal que es única e inalterable.

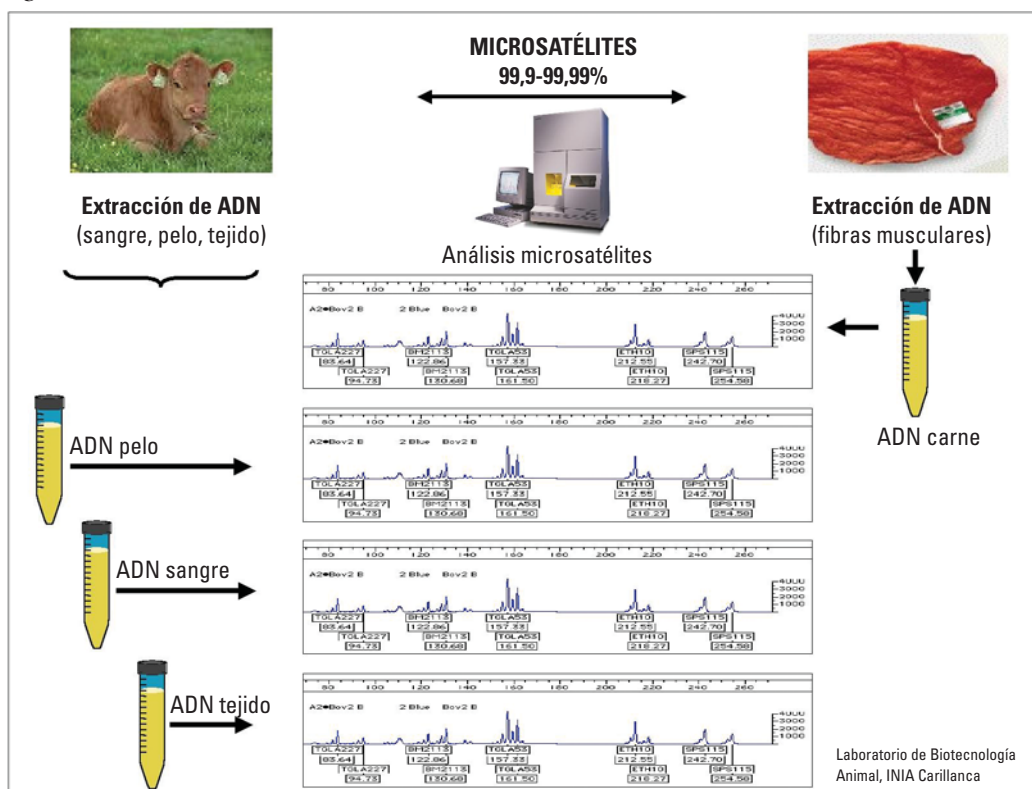
Esta característica exclusiva del sistema permite que la tecnología se pueda utilizar en diversas aplicaciones, tales como:

- En el análisis de paternidad o filiación, donde una muestra biológica de la cría es comparada con la de sus po-



Toma de muestra de carne en el frigorífico.

Figura 1. Sistema de trazabilidad molecular.



La trazabilidad molecular supera las limitaciones de los sistemas clásicos de identificación, pues permite identificar a los animales y sus productos derivados gracias a su secuencia de ADN y no a una etiqueta asociada.



Análisis genético en secuenciador automático.

sibles padres.

- En genética forense (abigeato), donde restos de carne o hueso de un animal encontradas en un vehículo de carga, o incluso sangre dejada en el cuchillo, son comparadas con las de los restos del animal en el predio.
- En el registro y caracterización genética de razas.
- En la identificación de razas de las que procede un producto cárnico ofrecido con sello de calidad.
- En la trazabilidad molecular de la carne y sus cortes.

La trazabilidad molecular de la carne sirve entonces de garantía a los sistemas convencionales de identificación animal. El principio de este sistema consiste en que, a excepción de los gemelos y los clones, todos los individuos de una población animal difieren entre sí a nivel de su ADN, por lo cual es factible utilizar una prueba genética para establecer dichas diferencias.

Pasos de la técnica

La operación de un sistema de trazabilidad molecular contempla la toma de una muestra

La identificación animal y los sistemas de verificación son claves para garantizar la trazabilidad del ganado y sus productos derivados.

biológica de origen de cada animal antes de que se pierda la identidad individual del mismo (por ejemplo, previamente al retiro de los crotales en el proceso). La muestra, adecuadamente identificada, se almacena por un período no inferior a la vida útil del animal, esto es, hasta que es consumido por completo. Posteriormente, si en algún punto de la cadena (frigorífico, supermercado o consumidor) se quisiera establecer el origen de un determinado corte de carne, se toma una segunda muestra del mismo (muestra problema). Tanto para la muestra de origen como para la muestra problema, se determina un perfil genético de ADN. Los perfiles son comparados en-

tre sí, pudiendo establecerse si ambas huellas genéticas son idénticas o no. Si los perfiles son distintos, significa que la muestra problema analizada no proviene del animal con el que fue comparado. Cualquier muestra biológica que contenga ADN del animal en cuestión es susceptible de ser usada, aunque por la simpleza en su manejo las preferencias se inclinan hacia las muestras de pelo (folículo piloso) y, en menor medida, la sangre y tejido (músculo o piel). Sin perjuicio de lo anterior, en el caso de las muestras que se toman en la cadena de producción, de preferencia se usa un pequeño corte de músculo.

Si bien la trazabilidad molecular no ha sido aún implementada masivamente, su aplicación se encuentra en evaluación en distintos países de la Unión Europea. Algunos mercados exigentes, como el de Japón e Irlanda, ya lo están utilizando para certificar la carne de consumo interno. En España, donde la carne de elite denominada "Ternera Asturiana" entrega a sus consumidores un producto natural, único y con denominación de origen, la trazabilidad molecular

se aplica como el único sistema que garantiza la procedencia y autenticidad de dicho producto.

Disponibilidad en Chile

La técnica se encuentra disponible en Chile gracias a un proyecto CORFO ejecutado por INIA Carillanca e INIA Remehue, en donde participó además el Centro de Inseminación de la Universidad Austral. En el proyecto se implementó un sistema de trazabilidad de la carne bovina basado en un panel de 10 marcadores moleculares del tipo microsatélites. Se evaluaron diferentes muestras biológicas, tales como pelo, sangre, tejido y carne de la canal, encontrándose que las muestras de pelo son las más idóneas por su facilidad de obtención, manipulación y costo de almacenamiento, mientras que como contramuestra, la carne de la canal resultó ser la más adecuada ya que se puede obtener fácilmente en el frigorífico desde la sala de maduración.

El alto costo de las pruebas de ADN —alrededor de \$50.000 para el análisis de la muestra y contramuestra— impide por el momento su aplicación como método de rutina. Mientras el productor no vea reflejado un aumento en el precio de la carne pagado por el frigorífico, difícilmente va a optar por esta tecnología. No obstante, el uso del sistema se justifica a nivel país, en donde se podría aplicar no a toda la masa ganadera, sino bajo un mecanismo de auditoría en las plantas faenadoras, como herramienta certificadora de la trazabilidad convencional implementada por el SAG. Con ello se daría mayor seguridad al consumidor y aumentaría la competitividad del rubro. De la misma forma, para aquellas carnes que se venden actualmente con sello de calidad, la única manera de garantizar su denominación de origen es mediante la trazabilidad molecular. **Ta**