

Análisis y valoración de forrajes mediante la tecnología NIR

Puesta a punto de un sistema manual portátil en explotación y uno fijo en cosechadora

Guillermo Galdúroz Oyarzun, Juan Carlos Iriarte Jorajuría, Sandra Aldaz del Burgo e Isabel Gárriz Ezpeleta. *INTIA*.

José Luis Alonso Sanchez. *Ganaderos de Navarra S. Coop.* Jesús Lacalle Valencia, Manuel Miguélez Jaen, Pilar Jiménez Amado. *NASERTIC*

La implementación de técnicas rápidas y portables en la valoración de forrajes a nivel de granja supone introducir herramientas de apoyo a la sostenibilidad para las explotaciones de vacuno de leche de Navarra. La aplicación de la analítica NIR portátil, con el desarrollo de unas calibraciones propias adaptadas a la producción de los forrajes en Navarra, puede suponer en este sentido un gran avance y mejora para la alimentación de rumiantes.

Es por eso por lo que INTIA ha acometido este proyecto piloto junto con el laboratorio de la empresa pública NASERTIC, encargada de las analíticas de referencia, y la cooperativa de Ganaderos de Navarra que ha realizado la toma de muestras en campo con un equipo NIR (de infrarrojo cercano, "Near InfraRed") instalado en una de sus cosechadoras. El proyecto se ha enmarcado dentro de las acciones "Apoyo para los proyectos piloto y para el desarrollo de nuevos productos, prácticas, procesos y tecnologías" del Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Foral de Navarra 2014-2020.

En este artículo informamos sobre las características y funcionamiento de esta técnica puesta a punto en el marco del proyecto.

EL PROYECTO

El objetivo principal de este proyecto piloto PDR ha sido la ejecución de una acción para el desarrollo de técnicas rápidas de análisis de forrajes. Se trata de aplicar las más recientes e innovadoras posibilidades tecnológicas para lograr un conocimiento analítico ágil, preciso y operativo de los contenidos nutricionales de los forrajes utilizados en la alimentación del vacuno de leche. Todo ello in situ en las explotaciones ganaderas y de forma rápida.

El proyecto ha desarrollado, por un lado, la **metodología de valoración analítica de los forrajes en el momento de la recolección**, mediante un equipo NIR en la máquina cosechadora y, por otro lado, la **valoración mediante un equipo NIR portátil de los forrajes conservados** y almacenados en las explotaciones.

Para la puesta a punto de estos equipos, ha sido necesaria la analítica por la vía húmeda tradicional de referencia que se ha llevado a cabo por medio del laboratorio de NASERTIC.

La aplicación de la analítica NIR portátil, con el desarrollo de unas calibraciones propias adaptadas a la producción de los fo-

rrajes en Navarra, puede suponer un gran avance y mejora en el asesoramiento técnico en alimentación de rumiantes.

La analítica de los forrajes in situ en las explotaciones, sin necesidad de esperar a analíticas de laboratorio, permitiría trasvasar en un breve periodo de tiempo a la base de datos de calidad los de los forrajes de cada explotación, con el fin de validar o rectificar las raciones y fórmulas de los concentrados correspondientes. Se conseguiría así una óptima utilización de los nutrientes básicos.

El gasto en alimentación comprada supone el 73% de los gastos variables en las explotaciones de vacuno de leche. Los forrajes son la parte más abundante (50-60%) en la ración de las vacas de leche. La búsqueda permanente de incrementar la producción de leche en base a ellos se inscribe en una estrategia para mejorar la eficiencia económica y aumentar la soberanía alimentaria de las explotaciones, así como fortalecer la sostenibilidad socioeconómica y ambiental de los entornos rurales en los que se desarrolla su actividad.

Los forrajes son alimentos que pueden presentar una gran variabilidad en su composición nutritiva.

Por ello, existe una gran necesidad por parte de los ganaderos de conocer tales características de una forma rápida y fiable. Los procedimientos actuales no cubren esta necesidad y la técnica tradicional en laboratorio por vía húmeda se muestra como una herramienta lenta, poco ágil y costosa. La analítica NIR permite el análisis de mayor número de muestras con más flexibilidad, agilidad, rapidez, con una precisión adecuada que es posible conseguir a un menor coste.

El racionamiento exige una precisión (siempre en vías de mejora) en los aportes nutritivos por razones económicas de las explotaciones, por razones de salud de los animales y por razones ambientales del entorno.

Participantes en el proyecto

Los socios participantes en el proyecto son tres: INTIA, NASERTIC y Ganaderos de Navarra S. Coop.

INTIA se ha encargado de coordinar el proyecto, de tomar muestras de forrajes en las explotaciones, de realizar las lecturas NIR mediante el equipo portátil y de la posterior elaboración de las ecuaciones de calibración.

El laboratorio de NASERTIC ha analizado por vía húmeda todas las muestras de forrajes del proyecto.

Por último, Ganaderos de Navarra S. Coop ha llevado a cabo la instalación de un equipo NIR en una de sus cosechadoras y ha realizado la toma de muestras de forraje en campo. Concretamente han sido Martín San Julián Erviti y David Lázcoz Martínez quienes, como trabajadores de Ganaderos de Navarra S. Coop, han colaborado eficazmente en la instalación y puesta a punto en campo del equipo NIR de la cosechadora.

OBJETIVOS

- ✂ Incorporar la tecnología NIR portátil para el análisis de forrajes como un instrumento útil para el asesoramiento técnico en el racionamiento de vacas de leche.
- ✂ Implementar la tecnología NIR acoplada a la máquina cosechadora para obtener datos de composición de los forrajes cosechados, en tiempo real, previo a su ensilado.
- ✂ Desarrollar procedimientos y rectas de calibración de los diferentes nutrientes de los forrajes obtenidos mediante NIR, a través de la validación de esas mismas determinaciones por la vía húmeda en laboratorio.
- ✂ Aplicar los resultados obtenidos mediante la tecnología NIR en el asesoramiento técnico a explotaciones de vacuno de leche.
- ✂ Estimar la mejora que la implantación de esta tecnología supone en la sostenibilidad económica y medioambiental de las explotaciones de vacuno de leche.



Foto del AURORA, que destaca por su alta portabilidad.

Materiales utilizados

Como principales **características del equipo AURORA NIR portátil empleado para la ejecución del proyecto**, podríamos destacar su alta portabilidad y manejabilidad para su utilización en campo.

Presenta un rango de longitud de onda de 950 a 1650 nm obteniendo espectros continuos mediante la utilización de un método de escaneo por reflectancia. Está equipado con un cristal de zafiro no rayable y una batería de litio con capacidad de más de dos horas de trabajo en continuo. Posee un software de gestión (InProcess) que posibilita la visualización en pantalla de datos y gráficos.

Por otro lado, **el equipo NIR CORONA EXTREME incorporado a la cosechadora es un espectrofotómetro con capacidad on line.**

El equipo se ha instalado sobre el tubo de descarga de forrajes de la cosechadora en su zona media.

Es un equipo de gran robustez que permite su utilización en duras condiciones ambientales de trabajo. El rango de longitud de onda es el mismo que el del equipo AURORA NIR portátil elaborando espectros continuos mediante reflectancia difusa y en contacto directo con el material que va a ser analizado.

Además, el equipo se conecta a una tablet situada en la cabina que permite la observación de la variabilidad de los distintos parámetros.

Ambos equipos (AURORA Y CORONA) portan el mismo software InProcess de trabajo y usan las mismas longitudes de onda (950-1650 nm), por lo que son totalmente compatibles y pueden ser calibrados con el mismo software (Aplicación UCAL).

Actividades desarrolladas

El proyecto se ha desarrollado a lo largo de dos años en los cuales han sido **analizados dos tipos de forrajes: ray grass y maíz forrajero, tanto en verde como en ensilado, durante las campañas de 2018 y 2019.**

En total se han recogido **600 muestras que han sido analizadas mediante la tecnología NIR y por la vía húmeda tradicional simultáneamente.** De cada tipo y modo (verde y ensilado) de forraje se han recogido 100 muestras la primera campaña y 50 en la segunda.

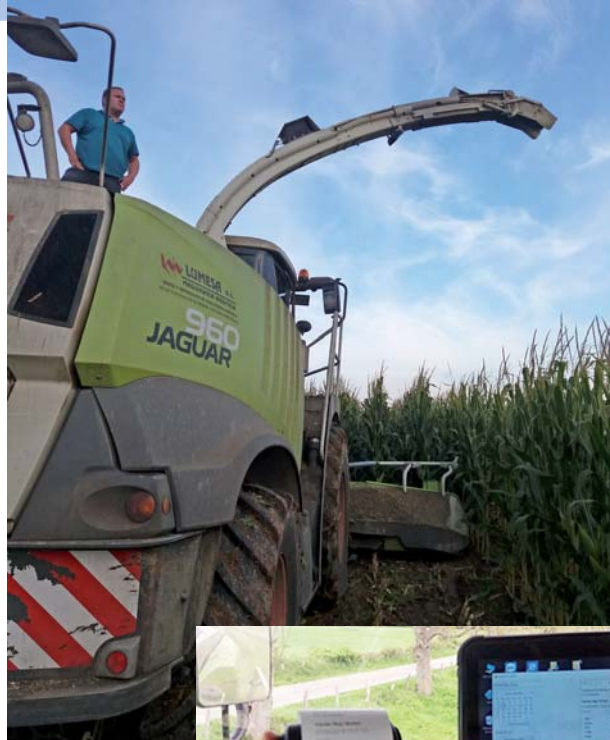
La **toma de muestras** ha sido realizada a dos niveles:

- Tomas de muestras de Ray grass verde y de Maíz forrajero verde directamente en la cosechadora en campo.
- Tomas de muestras de Ray grass ensilado y de Maíz forrajero ensilado almacenado en granja.

El protocolo de toma de muestras es clave para que el proceso de calibración de la técnica NIR alcance la precisión deseable y necesaria.

En el caso de la toma de muestras en la explotación, en primer lugar es necesario tomar medidas de las dimensiones de los silos (ancho, alto y largo) de forma precisa mediante la utilización de medidores digitales y conocer así mismo el avance de consumo del frente en su conjunto.

En segundo lugar, es **fundamental hacer una inspección previa mediante el uso de una cámara termográfica** que nos permite visualizar las diferencias existentes entre diferentes zonas del frente del silo. Estas zonas es preciso caracterizarlas posteriormente mediante la utilización de medidores de pH, temperatura y humedad. En base a esta caracterización se procede a la toma de la muestra final a analizar.



Equipo NIR CORONA EXTREME incorporado a la cosechadora.



A las muestras obtenidas procedentes de las explotaciones, una vez que llegan al laboratorio, se hace la lectura NIR generando los espectros correspondientes. Una vez finalizada la lectura, las muestras inician el proceso laboratorial tradicional para la **obtención de los siguientes parámetros: materia seca, cenizas, proteína bruta, fibra bruta, fibra ácido detergente, fibra neutra detergente y almidón.**

En el caso de los silos, además de estos parámetros, también se analiza el pH y el nitrógeno amoniacal.

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio se procede a la **realización de una calibración específica para cada forraje mediante el software UCAL (Unity Scientific) diseñado para este fin. De esta manera se consiguen curvas asociando los espectros NIR con los resultados laboratoriales señalados.**

La capacidad predictiva de los modelos de calibración de las ecuaciones NIR ha sido seleccionada teniendo en cuenta los mejores datos estadísticos.

Para obtener unas calibraciones suficientemente robustas ha sido clave recoger muestras representativas de toda la variabilidad que produce a lo largo de la campaña de recogida de forrajes.

Se han obtenido cuatro curvas de calibración: Ray grass verde y ensilado, maíz forraje verde y ensilado.

Estas curvas tendrán que ser validadas y, en su caso, actualizadas en base a los forrajes producidos en futuras campañas.

Con el fin de evaluar la precisión y fiabilidad de los modelos establecidos en este primer año del proyecto, es necesario llevar a cabo una validación externa de los mismos. Para ello se compararán los resultados predichos por los modelos desarrollados con aquellos obtenidos mediante la realización de los correspondientes análisis por vía húmeda de un número representativo de muestras para cada tipo de forraje y ecuación desarrollada.



En el caso de la toma de muestras con la cosechadora, el procedimiento seguido ha sido la obtención de espectros en el mismo momento de la recolección cuando el producto pasaba por el tubo de descarga y la posterior selección de una muestra representativa de tales espectros. Esta muestra llevada al laboratorio ha seguido la misma sistemática descrita empleada en el NIR portátil. Posteriormente, los espectros de la cosechadora han sido confrontados con los resultados laboratoriales para la obtención de las correspondientes curvas de calibración.

DESTINATARIOS FINALES DEL PROYECTO

Las **explotaciones de vacuno de leche son las principales** destinatarias de este proyecto. No obstante, todo lo desarrollado **podrá ser utilizado y aprovechado por el asesoramiento de explotaciones de rumiantes en general; vacuno de carne, ovino de carne y en especial ovino de leche, sobre todo en las productoras de queso**, en las que la calidad sanitaria, nutricional y organoléptica de los forrajes es clave para la obtención de unos quesos de leche cruda de calidad, quesos que sustentan denominaciones de origen tan emblemáticas como Idiazábal y Roncal.

Así mismo **las rectas de calibración obtenidas en este proyecto podrían ser valorizadas por otras empresas de asesoramiento técnico que ya emplean la tecnología NIR.**

INDICADORES

- ⌘ **Coste por parámetro nutricional de los análisis de los forrajes.** El coste por parámetro analizado mediante la vía NIR supone un abaratamiento respecto a la vía tradicional de prácticamente el 90%.
- ⌘ **Tiempo de finalización de los análisis de los forrajes.** Inmediatez en la obtención de resultados frente a la vía húmeda tradicional.
- ⌘ **Porcentaje de utilización de forrajes y de pienso complementario en la ración.** La disposición de información de forma mucho más rápida y más dinámica permite usar un mayor porcentaje de forrajes y uno menor de pienso que de otro modo no sería posible por falta de datos y por precaución.
- ⌘ **Nivel de proteína bruta de los piensos complementarios necesarios en la ración y nivel de proteína bruta de las raciones planteadas.** La tecnología NIR permite controlar con mayor frecuencia el porcentaje de proteína bruta por kilogramo de materia seca de la ración establecida y por ende las repercusiones medioambientales que se derivan de la adopción de un determinado nivel de proteína de la ración.

CONCLUSIONES

- ⌘ La técnica desarrollada permite el análisis de un mayor número de muestras de forrajes **a pie de explotación, más rápido, de manera fiable y a un menor coste.**
- ⌘ La mayor agilidad en el análisis y valoración de forrajes permite una **mejora en la eficiencia en el racionamiento y en la formulación de piensos** en las explotaciones ganaderas, además de fomentar la soberanía alimentaria de las mismas.
- ⌘ Una alimentación equilibrada es determinante en la eficiencia y **sostenibilidad** económica y medioambiental de la actividad ganadera.
- ⌘ La utilización de la tecnología NIR en cosechadora **permite conocer inmediatamente, por parte del ganadero, la calidad de los forrajes**, ya sean comprados o producidos en su propia explotación. En el caso de compra de forrajes, el ganadero puede disponer, en el mismo momento de la adquisición, de un ticket con las características del forraje adquirido.

DIVULGACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tiene una página web, en la que se ofrece información y que se ha actualizado con las noticias más relevantes. Página web: <https://www.nirportatilforrajes.es/portal>

En noviembre de 2019 se celebró una jornada de formación, para los ganaderos de vacuno de leche de Navarra interesados en implementar la técnica NIR en sus explotaciones, para explicar los trabajos realizados desde 2018 en la implementación de la tecnología NIR en valoración de los forrajes en granja y en cosechadora y con ponentes invitados de las empresas 3F Feed & Food, Alltech y del IRTA. Está previsto que en febrero de 2020 se realice una visita a una explotación ganadera piloto, donde se ha implementado la técnica.

También se ha presentado el proyecto a los técnicos de INTIA en la sesión de los “viernes proyectos”, y se ha mantenido contacto con proyectos similares pioneros como el de COVAP en el valle de los Pedroches (Córdoba).

Finalmente, se ha realizado difusión del proyecto a través de las redes sociales de INTIA y del Boletín y web de INTIA y con una nota de prensa distribuida a los medios de comunicación.

Financiación del proyecto:

Proyecto piloto del Programa de Desarrollo Rural de Navarra 2014-2020, financiados por la Unión Europea a través de los fondos FEADER en un 65% y por el Gobierno de Navarra en un 35%.

Apoyo para los proyectos piloto y para el desarrollo de nuevos productos, prácticas, procesos y tecnologías, del Programa de Desarrollo Rural de Navarra 2014-2020.

Unión Europea (FEADER) y Gobierno de Navarra (GN) PDR 2014-2020 (FEADER-GN).



Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: “Europa invierte en zonas rurales”

Nafarroako Gobernua  Gobierno de Navarra