



MilloPreciso: agricultura de precisión con maíz forrajero

En este artículo se exponen los primeros resultados obtenidos con el proyecto GO MilloPreciso, donde se han analizado los datos de dos empresas de servicios que quieren comenzar a ofertar técnicas de aplicación a dosis variable (ADV) en el cultivo del maíz forrajero a partir de los mapas de producción documentados con las cosechadoras autopropulsadas de forraje.

Javier Bueno Lema, José Miguel Edreira Sanjurjo, Carlota Irimia López

Departamento de Ingeniería Agroforestal, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Terra, Lugo; javier.bueno@usc.es

1. INTRODUCCIÓN

Las cosechadoras autopropulsadas de forraje, conocidas popularmente como picadoras de forraje, se han convertido en las máquinas más utilizadas por las empresas de servicios y cooperativas de utilización de maquinaria agrícola (CUMA) en las campañas de recolección de forraje que tienen lugar en las explotaciones ganaderas del noroeste de España.

En España, la media de unidades nuevas inscritas en el Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA) en los últimos nueve años (2015-2023) ha sido de 22 máquinas anuales, de las que aproximadamente la mitad se inscriben en Galicia (48 %). Como vemos en la evolución de las inscripciones de la **figura 1** (pág. sig.), el número de unidades nuevas inscritas en el ROMA cada año es reducido

en comparación con los principales mercados europeos. Por ejemplo, en Alemania se venden anualmente más de 500 unidades nuevas y en Francia, más de 300. En la **figura 2** (pág. sig.) podemos observar la distribución por comunidad autónoma de las 194 unidades nuevas de picadoras de forraje inscritas en el ROMA en el período 2015-2023.

En este tipo de máquinas el mercado de unidades de segunda mano



Figura 1. Inscripciones anuales de picadoras de forraje nuevas en el ROMA

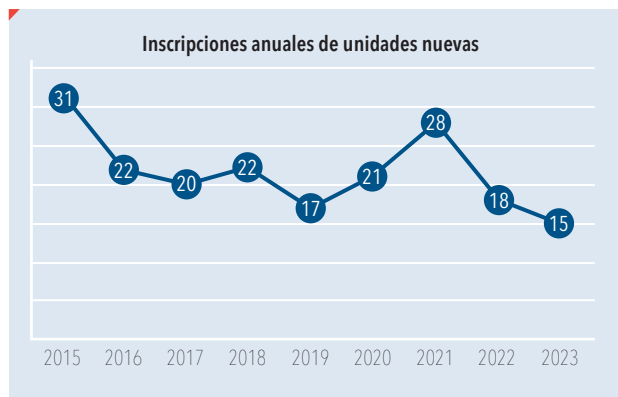
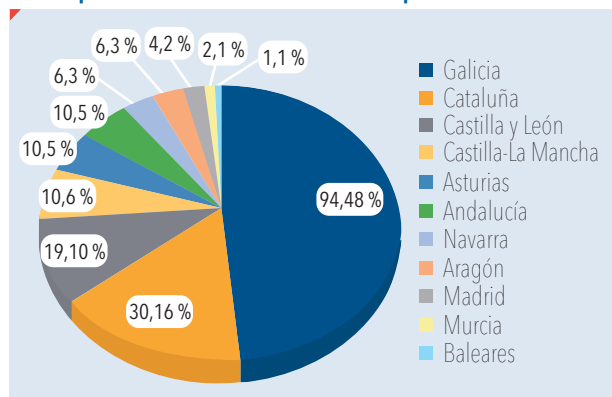


Figura 2. Inscripciones de picadoras de forraje nuevas en el ROMA por comunidad autónoma en el periodo 2015-2023



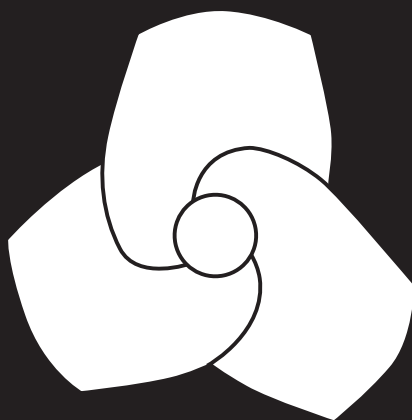
es mucho mayor que el de unidades nuevas. En el año 2023, sobre un total de 73 máquinas inscritas en el ROMA, solo 15 (20,5 %) fueron unidades nuevas, siendo el resto (58 unidades) cambios de titularidad o importaciones de máquinas usadas, es decir, en 2023 se ven-

dieron cuatro veces más máquinas usadas que nuevas.

En los últimos cinco años las cosechadoras autopropulsadas de forraje de nueva adquisición han comenzado a disponer de sensores (ver figura 3; pág. sig.) que miden la producción de forraje y su contenido en hume-

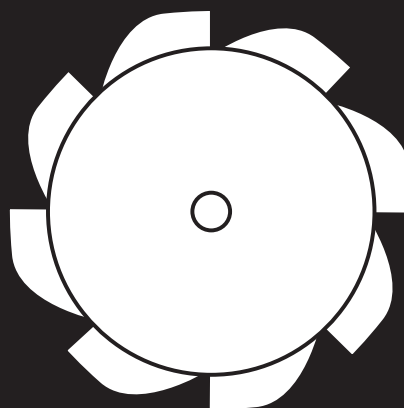
dad, con lo que, georreferenciando estos datos con las posiciones calculadas por un receptor GNSS situado encima de la cabina, permiten obtener mapas de rendimiento. Diversos sensores para la medida del rendimiento en las cosechadoras de forraje fueron probados entre finales de ▶▶

BATIDORES DE PURIN



Batidores de toma de fuerza, batidores eléctricos, batidores con motor hidráulico y agitadores sumergidos. ¡Tenemos el batidor apropiado para sus necesidades individuales!

DISTRIBUIDORES DE ENSILAJE DE HIERBA



Agratechnik Landmaschinen Ibérica S.L.
+34 (0) 678432835
+34 (0) 982314029

RECK www.reck-agrar.com

MÁS
POTENCIA

► LA SOLUCIÓN ADOPTADA POR TODOS LOS MODELOS COMERCIALES DE PICADORAS DE FORRAJE FUE EL SISTEMA DE MEDIDA DEL DESPLAZAMIENTO EN LOS RODILLOS DE ALIMENTACIÓN

Figura 3. Sensores necesarios para obtener mapas de rendimiento en cosechadoras autopropulsadas de forraje



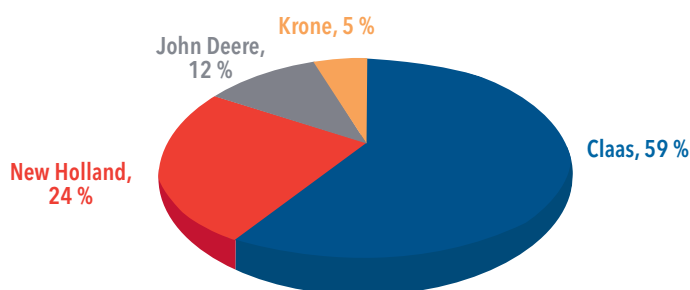
los años 90 y principios de los 2000. Finalmente, la solución adoptada por todos los modelos comerciales de picadoras de forraje fue el sistema de medida del desplazamiento en los rodillos de alimentación.

Para la medida del contenido de humedad se utilizan dos tipos de sensores, los de tipo capacitivo y los que se basan en espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR). Estos últimos tienen un coste mucho mayor y también pueden determinar otras propiedades cualitativas del forraje (proteína, almidón, azúcar, fibra, cenizas...).

Dependiendo de la marca de la picadora de forraje, esta información se almacena en el sistema informático de la máquina en un formato diferente. En el mercado español el 59 % de las unidades nuevas vendidas en los últimos nueve años son del modelo Jaguar de la casa comercial Claas. New Holland, con un 24 %; John Deere, con un 12 %, y Krone, con un 5 % son las otras tres casas comerciales con unidades nuevas inscritas entre 2015 y 2023, pero con unas cuotas de mercado mucho más bajas (**figura 4**).

Los mapas de rendimiento obtenidos por las cosechadoras pueden ser utilizados para optimizar las dosis de siembra y de fertilizantes mediante técnicas de aplicación a dosis variable (ADV). Para ello es necesario cargar mapas de prescripción, obtenidos a partir del procesamiento de los mapas de rendimiento, en los ordenadores de los tractores que controlan las abonadoras y sembradoras.

Figura 4. Inscripciones de picadoras de forraje nuevas en el ROMA por casa comercial en el período 2015-2023



Como las marcas comerciales de tractores más vendidas no coinciden con las de picadoras de forraje (en el año 2023 Claas solo tuvo un 2,3 % de cuota de mercado en tractores frente a un 21,8 % de John Deere), hay que solucionar el problema de la compatibilidad de archivos entre tractores y cosechadoras para poder utilizar técnicas de agricultura de precisión en cultivos forrajeros con flotas mixtas. Esta problemática se conoce como la “interoperabilidad de los datos entre la maquinaria agrícola”.

Aunque en el mercado se ha llegado a comercializar alguna iniciativa para facilitar el intercambio de los datos más relevantes de las máquinas agrícolas entre distintas marcas comerciales (como por ejemplo DataConnect de 365FarmNet), estos se limitan a posiciones de las máquinas, velocidades, estado del trabajo y niveles de combustible.

Los archivos de documentación, como es el caso de los datos de rendimiento, aún no son compatibles entre las distintas plataformas digitales asociadas a las casas comerciales.

Por otro lado, en los archivos con los datos de rendimiento en bruto generados por las cosechadoras, se detectan una serie de errores debidos a la georreferenciación, los sensores utilizados y factores operacionales. Para obtener mapas de rendimiento fiables es necesario limpiar los archivos en bruto para depurar los errores y poder definir con precisión las zonas de gestión diferenciada en las parcelas. Las aplicaciones de *software* comerciales más utilizadas por los usuarios que realizan mapas de prescripción a partir de datos de producción con cultivos forrajeros no ofrecen información clara de cómo realizan esta depuración de errores y, por lo tanto, sobre qué datos eliminan de los archivos en bruto obtenidos por las cosechadoras. ►►

MAGNIVATM

PLATINUM FORAGE INOCULANTS

CON
L. hilgardii CNCM I-4785

LIBERE EL VALOR DE SU FORRAJE

La calidad del ensilado es imprescindible para el rendimiento de sus animales. Los inoculantes para forraje MAGNIVATM Platinum de Lallemand Animal Nutrition combinan la acción de *L. buchneri* NCIMB 40788 con *L. hilgardii* CNCM I-4785, una cepa bacteriana única y recientemente patentada que mejora la estabilidad aeróbica, reduce el pH y el desarrollo de hongos y levaduras. Esta combinación está disponible en toda la gama de inoculantes para forraje MAGNIVA Platinum.

Su explotación tiene potencial para el éxito. Alcáncelo con MAGNIVA Platinum.

Información sobre nuestra
gama de inoculantes para
forraje:

LallemandAnimalNutrition.com

Un manual para el
control de su ensilado:

QualitySilage.com

En este artículo se exponen los primeros resultados obtenidos con el proyecto GO MilloPreciso, donde se han analizado los datos de dos empresas de servicios que quieren comenzar a ofertar técnicas de ADV en el cultivo del maíz forrajero a partir de los mapas de producción documentados con las cosechadoras autopropulsadas de forraje. Ambas empresas utilizan para la documentación de sus operaciones mecanizadas el Centro de Operaciones de la casa comercial John Deere (COJD), al realizar dichas operaciones con tractores de la citada marca. Sin embargo, para las operaciones de recolección del maíz forrajero, las dos utilizan cosechadoras autopropulsadas de la casa comercial Claas, por lo que necesitan traducir los archivos de datos de cosecha generados en la picadora a un formato compatible con el COJD. Este proceso tiene que ser lo más simple y automatizado posible, con el fin de hacerlo compatible con la actividad comercial de estas empresas de servicios de maquinaria durante las campañas de recolección del forraje. Los socios que forman el grupo operativo MilloPreciso son la empresa de servicios agrícolas Marcos Otero, la ganadería Ladrela de Xermade, la Universidad de Santiago de Compostela (USC) a través del Grupo BioModem y la Fundación Empresa-Universidad Gallega (Feuga).

2. METODOLOGÍA UTILIZADA EN MILLOPRECISO

Los datos utilizados fueron recogidos en dos empresas de servicios de maquinaria agrícola con sede en el noroeste de España. Las dos realizan operaciones mecanizadas en zonas ganaderas en las que destaca la recolección de forraje, para lo cual cuentan en sus parques con cosechadoras autopropulsadas de forraje modelos Jaguar 970 y 980 de la casa comercial Claas. También las dos utilizan una flota de tractores de la marca John Deere equipados con monitores que documentan las operaciones en archivos que son subidos posteriormente a la aplicación en la nube denominada Centro de Operaciones. Las dos empresas cosechan anualmente en torno a 1.000 ha de maíz forrajero repartidas en

Figura 5. Sensores y equipos adicionales instalados en las cosechadoras autopropulsadas



Izquierda: sensor de humedad del forraje en el tubo de descarga; derecha: equipos instalados en cabina para la adquisición, georreferenciación y transmisión de los datos

un elevado número de parcelas de reducida superficie.

Para la medida de la producción cosechada y el contenido de humedad del forraje se activó el sensor que mide el desplazamiento entre los rodillos de alimentación (que ya viene montado de serie en las picadoras) y se instaló el sensor capacitivo de medida del contenido de humedad en el tubo de descarga (ver figura 5). Para la adquisición de los datos de producción, las cosechadoras de forraje se equiparon en sus cabinas con monitores John Deere (4600 y 4640) que, por medio de un puente de la casa comercial Agra-GPS, se conectaron con el Can-Bus de la máquina Claas y obtuvieron los archivos de rendimiento en formato jdl (John Deere Link) para poder ser subidos al Centro de Operaciones. En una de las empresas los datos se descargan de los monitores manualmente por medio de memorias USB tipo *pen drive* mientras que en la otra la descarga se realizaba telemáticamente por medio de un modem directamente a la nube. Para la georreferenciación de los datos, todas las cosechadoras iban equipadas con receptores GNSS John Deere Starfire 6000 y 7000 conectados a los monitores.

Para la descarga de los archivos con los datos de cosecha desde el Centro de Operaciones de cada empresa se utilizó la plataforma AgFiniti de la casa comercial Ag Leader. Esta aplicación en nube permite su sincronización con el Centro de Operaciones de John Deere y descargar automáticamente los archivos que cada empresa vaya subiendo a este.

Posteriormente, los datos brutos de rendimiento de cada parcela y campaña fueron importados en el *software* SMS (Spatial Management System), también de la casa comercial Ag Leader. Con el SMS se realizó una primera edición de los archivos consistente en ordenar correctamente las parcelas por clientes, granjas, campos y años, así como revisar sus límites, separar parcelas que aparecían juntas en un mismo archivo, juntar trozos de parcela que aparecían separados en distintos archivos y eliminar los datos con una humedad inferior al 46 %. Tras ello, los archivos fueron exportados en formato texto de Ag Leader Advanced (ALA.txt) para ser limpiados con el *software* Yield Editor 2.07, que posee una serie de filtros y herramientas para depurar los errores típicos que aparecen en los mapas de rendimiento.

Los archivos de datos con problemas en el formato numérico de la columna de la duración del intervalo de medida de cada data registrado fueron corregidos utilizando el *software* Access de Microsoft. En total, fueron procesados 376 archivos procedentes de 100 parcelas distintas pertenecientes a 36 explotaciones ganaderas diferentes de las provincias de Lugo y Asturias. En todas las parcelas se obtuvieron datos de producción de maíz forrajero con un mínimo de tres campañas cosechadas entre los años 2018 y 2022, dando lugar a entre 3 y 5 archivos distintos por parcela. La superficie de las parcelas analizadas estuvo comprendida entre la 1,8 y las 19,2 ha, con una media de 3,5 ha. ►►

SOLUCIONES DE ENSILADO

PLÁSTICOS DE ÚLTIMA TECNOLOGÍA

TRIOTECH

Triotech es un fino film impermeable de 40 micras que se adapta y adhiere completamente a la superficie del forraje. Se coloca como primera capa directamente sobre el forraje; actúa como una perfecta barrera antioxígeno, debido a un efecto de aspiración acelerado al iniciarse el proceso de fermentación.

Con su utilización conseguimos gran eficacia contra la entrada de oxígeno y la pérdida de materia seca.



OXIPROTEC

Oxiprotec es un film de ensilado bicolor de fácil despliegue y colocación.

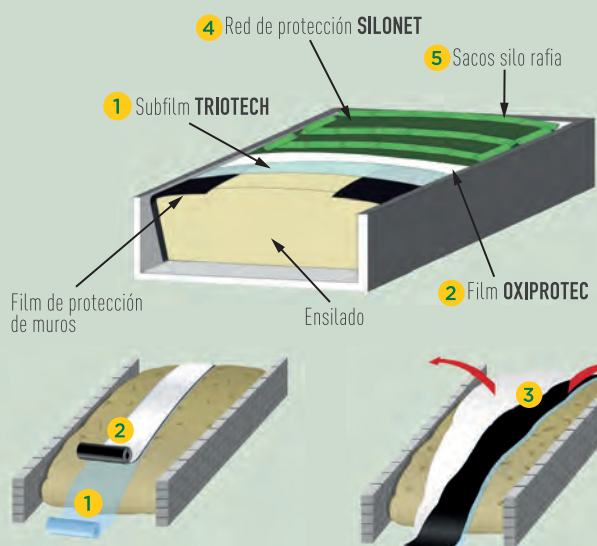
Está diseñado con el exterior blanco para reflejar los rayos UV que pueden causar sobrecalentamiento en el proceso de fermentación.



SILONET

Silonet es una malla protectora con bordes rematados para facilitar el manejo:

- Evita daños ocasionados por el clima y los animales.
- Reutilizable: protección UV 5 años.



MANEJO

- 1 Desembobinar TRIOTECH en medio del silo sin caminar por encima, y después separarlo simétricamente con la misma precaución en 2 m de ancho.
- 2 Desembobinar OXIPROTEC sobre TRIOTECH, así se evitará que el film TRIOTECH vuele en caso de viento.
- 3 Desplegar los 2 films a la vez en toda la anchura comenzando por un extremo del silo.
- 4 Extender la malla de protección SILONET.
- 5 Colocar sacos silo rafia como sujeción.



3. PRIMEROS RESULTADOS OBTENIDOS

3.1. Comportamiento de los equipos instalados en las cosechadoras

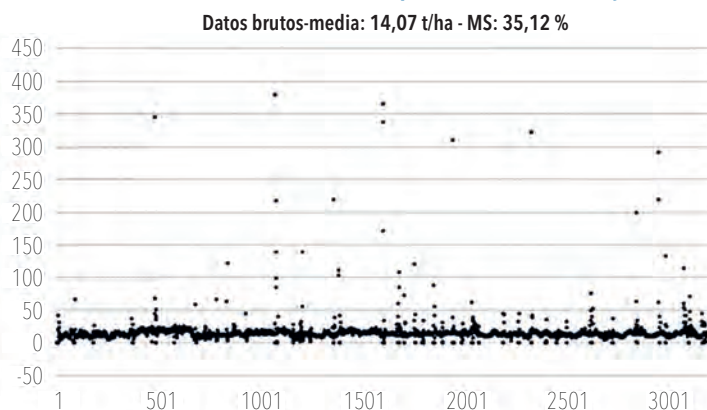
Los sensores y equipos instalados en las cosechadoras autopropulsadas de forraje permitieron adquirir los archivos con los datos de rendimiento georreferenciados de una forma satisfactoria. Además, al funcionar correctamente el puente Agra-GPS instalado entre la picadora Claas y el monitor 4640 de John Deere, la información adquirida se cargó correctamente en el Centro de Operaciones. Esta solución facilita la gestión y el análisis posterior de los datos al permitir utilizar una sola plataforma para toda la información, independientemente de que los archivos provengan de los trabajos realizados con los tractores o las cosechadoras. Para el técnico de la empresa de servicios con flota mixta es más cómodo trabajar con una única aplicación informática en lugar de tener que aprender el manejo de dos diferentes que, aunque permitan la exportación de sus archivos de una a otra, compliquen el aprendizaje y su uso diario.

3.2. Descarga de los archivos del Centro de Operaciones

Una vez que la empresa concede los permisos necesarios para establecer la conexión entre su Centro de Operaciones John Deere (COJD) y la plataforma AgFiniti, comienzan a descargarse de forma automática todos los archivos que se han subido al COJD desde el año que se establezca en la configuración. A partir de ahí, de cada nuevo archivo que la empresa sube al COJD se realiza una copia de forma automática e inmediata en la nube de AgFiniti. Este proceso funcionó de forma satisfactoria y permitió utilizar AgFiniti como una pasarela para descargar los archivos en el *software* SMS.

La descarga de los archivos de cosecha en el programa SMS desde AgFiniti también se realizó de una forma satisfactoria, aunque con problemas para ordenar correctamente los datos en el cliente, granja y campo correctos. Esto creemos que fue debido principalmente a carencias de la base de datos original creada por la empresa en el Centro de Operaciones. En campaña, al trabajar con múltiples operarios, se producen errores como documentar la información de una misma parcela con diferentes denominaciones, agrupar parcelas diferentes en un mismo

Figura 6. Datos en bruto obtenidos en una parcela de maíz forraje de 3,5 ha



archivo o utilizar nombres de campos y de granjas idénticos para distintos clientes, que después dificultan la correcta identificación de los archivos por parte del *software* SMS. La organización metódica de la base de datos es un requisito que se debe respetar escrupulosamente para después poder tener la información correctamente ordenada y poder gestionarla adecuadamente para la toma de decisiones. La utilización de un puente para traducir los archivos entre los formatos de las dos casas comerciales también pudo influir en esta incidencia.

Esta colocación incorrecta de algunos archivos obligó a realizar una primera edición de los mismos en el SMS. Las principales actuaciones consistieron en colocar los datos de cosecha en el cliente y campo correctos, separar parcelas que figuraban juntas en un mismo archivo o unir trozos de una misma parcela que aparecían en archivos diferentes. Mediante estos trabajos de edición se consiguieron obtener 365 archivos de datos (*datasets*) completos procedentes de la descarga automática desde el COJD por medio de la sincronización de AgFiniti y SMS. Solo 7 archivos (1,9 %) necesitaron ser descargados manualmente desde el COJD al no ser encontrados en el SMS.

Probablemente, estos archivos también fuesen correctamente descargados por el procedimiento automático de sincronización de SMS con AgFiniti, pero por los problemas de colocación en un cliente y campo incorrecto, no se haya podido encontrarlos.

3.3. Limpieza de los archivos de datos de rendimiento

Una vez organizados todos los archivos de datos en bruto de cosecha en el programa SMS, se procedió a

realizar su limpieza para eliminar los errores tomando como referencia el protocolo de procesado y limpieza establecido por Kharel *et al.* (2018). Para ello se procedió a exportar todos los archivos de datos en el formato Ag Leader Advanced (ALA) de archivo de texto (txt). Este es uno de los dos únicos formatos que admite el *software* Yield Editor, programa utilizado como referencia para aplicar los filtros para eliminar los errores que aparecen en los datos en bruto.

En los archivos en bruto se detectaron errores que generaban valores demasiado altos y demasiado bajos que, aunque no afectaban mucho al cálculo de la media de la producción obtenida en la parcela, si tenían una incidencia importante a la hora de delimitar las zonas de manejo de la parcela. Un ejemplo lo podemos ver en la **figura 6**, en la que se representan todos los datos de producción en bruto obtenidos en una parcela de maíz forrajero. Como vemos, se registran valores desde 0 hasta 380 toneladas de materia seca por hectárea, lo que con un contenido de materia seca medio del 35 % se corresponden con producciones en verde desde 0 hasta más de 1.200 toneladas por hectárea.

Al limpiar el archivo con los datos en bruto, se aplican una serie de filtros que eliminan estos datos no razonables que se apartan de una forma excesiva de las producciones medias de maíz forrajero. En la **figura 7** (pág. sig.) podemos ver los datos limpios mediante el procedimiento MilloPreciso (MP) de la misma parcela de la figura 6 en la que comprobamos que los valores ya pasan a estar comprendidos entre las 2 y las 34 toneladas de materia seca por hectárea, sin que la media de la

producción varíe sustancialmente (de 14,07 a 13,92 t MS/ha).

Si obtenemos un mapa de rendimiento con zonas de manejo diferenciadas en función del potencial productivo, el hacerlo a partir de un archivo de datos en bruto o a partir de un archivo con los datos limpios sí que va a tener consecuencias importantes en el resultado. En la **figura 8** podemos ver un ejemplo de establecer tres zonas de manejo (baja, media y alta producción) en una parcela de 3,75 ha a partir de datos brutos y a partir de datos limpios con limpieza mediante el procedimiento MP. La superficie catalogada como de bajo potencial productivo en la zona sur de la parcela se aprecia que cambia a potencial medio tras el proceso de limpieza. En la zona norte, en cambio, se reduce la superficie de alto potencial productivo al eliminarse unos datos anómalos de producciones excesivas. En este ejemplo en primer lugar se han eliminado los datos de producción en verde de maíz forrajero con un contenido de humedad inferior al 46 % siguiendo lo aconsejado por el protocolo de Kharel *et al.* (2018). A continuación, en la limpieza MP se han eliminado los datos con producciones cuyos valores se apartan en ± 1 desviación típica (STD) de la media, con lo que desaparecen valores anómalos con producciones muy altas o muy bajas.

La consecuencia de este filtrado se puede apreciar con claridad en los rangos de las leyendas de las zonas con bajo y alto rendimiento de los dos mapas de la figura 8, donde los valores extremos de las producciones en toneladas de materia seca por hectárea desaparecen en el mapa con datos limpios. Como podemos observar, hay diferencias importantes en la delimitación de las zonas de

Figura 7. Datos limpios obtenidos en una parcela de maíz forrajero de 3,5 ha

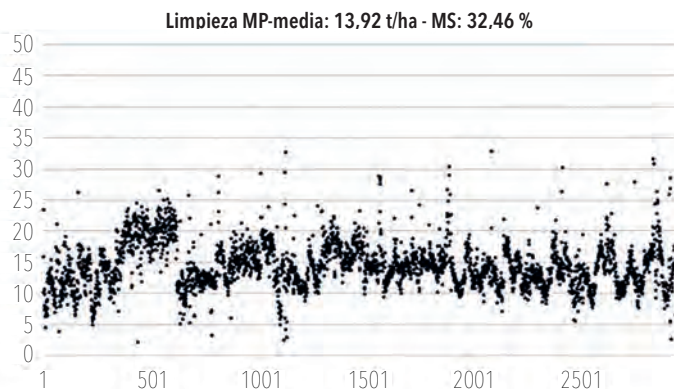
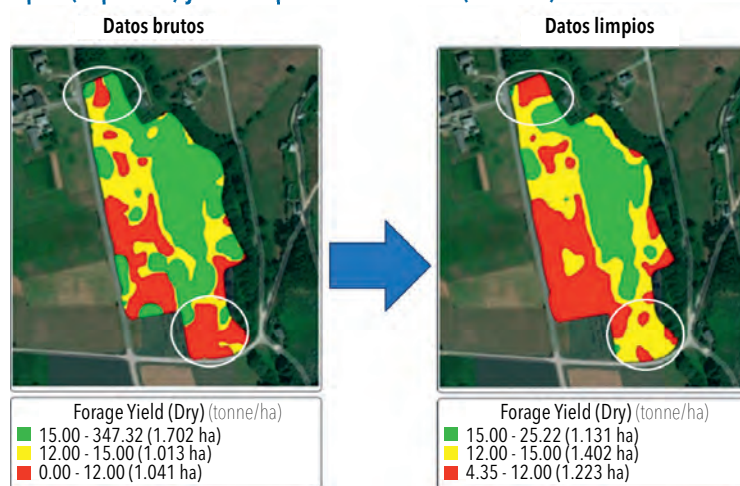


Figura 8. Mapas de rendimiento con tres zonas de manejo elaborados con un archivo sin limpiar (izquierda) y con limpieza MilloPreciso (derecha)



manejo de utilizar los datos en bruto a utilizar los datos después del proceso de limpieza.

Para comparar el procedimiento de limpieza desarrollado con el proyecto MilloPreciso, hemos utilizado como referencia el programa Yield Editor desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. La limpieza automática que ofrece la versión 2.07

de Yield Editor denominada AYCE (Automated Yield Cleaning Expert), utiliza hasta ocho filtros diferentes: humedad < 46 %, posición, retraso de medida de la producción, retraso de medida de la humedad, velocidades mínimas y máximas, producciones mínimas y máximas, solapes y ± 3 STD. Como vemos, se trata de un procedimiento más completo y complejo. ►

TARICAPS'NF

1 bolo para 3 acciones. TARICAPS'NF permite satisfacer las diferentes necesidades de los animales a lo largo de todo el periodo de secado. Contiene núcleo anti galactógeno.

ASA

Autorizada de Servicios Agropastorales

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO PARA ASTURIAS DE

CTH AGRI

FABRICANTE FRANCÉS DE SOLUCIONES DE HIGIENE GLOBAL

DESCUBRA TODA NUESTRA GAMA DE PRODUCTOS EN NUESTRAS TIENDAS ASA

SELEFORM

Bolo dietético rico en iodo y antioxidantes. SELEFORM actúa en el estado inmune del ternero y refuerza la calidad del calostro. Indicado en casos de RCS elevados.

COLOVITAL

Mejora la vitalidad de los recién nacidos. COLOVITAL refuerza la inmunidad con calostro, vitaminas, oligoelementos y fermentos lácticos.

CALCIFORM

Reservado a vacas lecheras en el momento del parto. CALCIFORM es rico en calcio en 3 formas para evitar los riesgos de hipocalcemia.

ALTADIAR 4G

Sobre rehidratante efervescente. ALTADIAR 4G se administra a los animales que cursan procesos diarreicos o después de estos, cuando hace calor y a los caballos después del ejercicio.

► EL PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA MILLOPRECISO ES UN MÉTODO SENCILLO, QUE OFRECE RESULTADOS COMPARABLES A LOS MÉTODOS MÁS COMPLETOS PARA ESTABLECER LAS ZONAS DE MANEJO DE UNA PARCELA EN FUNCIÓN DE SU POTENCIAL PRODUCTIVO

En la **figura 9** podemos observar el resultado de establecer tres zonas de manejo diferenciado en la misma parcela de maíz forrajero de la figura 8, utilizando el método de limpieza MP y el método de limpieza automática AYCE del *software* Yield Editor 2.07.

Como podemos observar en la figura 9, no hay grandes diferencias entre el procedimiento de limpieza más simple (MilloPreciso) y el más completo (Yield Editor), lo que nos indica que con un procedimiento de limpieza básico ya podemos conseguir grandes mejoras en la fiabilidad de los mapas de rendimiento. Esto facilita la utilización de aplicaciones sencillas como MilloPreciso por parte de las empresas de servicios para la limpieza de sus archivos con datos de rendimiento.

En la **tabla 1** se muestran los resultados del proceso de limpieza sobre los datos brutos de partida de la parcela de 3,75 ha utilizada en las figuras 8 y 9. La combinación de descartar los datos con un contenido de humedad inferior al 46 % junto con la limpieza MilloPreciso o automática con el programa Yield Editor eliminó del 23 % (MP) al 29 % (Yield Editor) de los datos, aumentando el rendimiento medio y disminuyendo el contenido medio de materia seca.

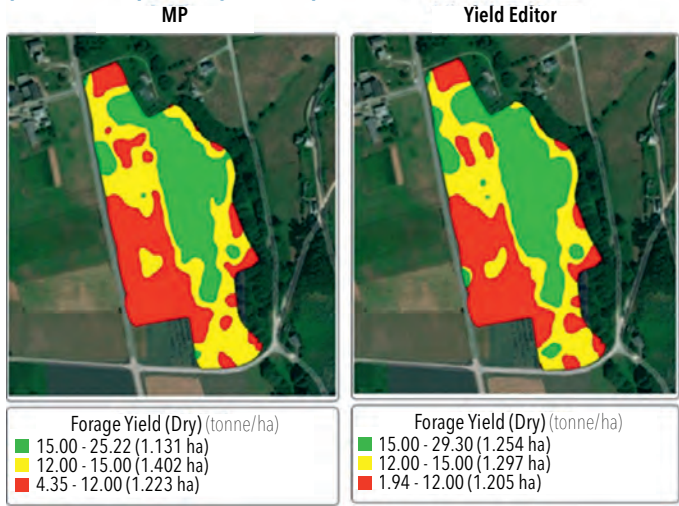
4. CONCLUSIONES

- Los primeros análisis de los datos de producción registrados por las cosechadoras autopropulsadas de forraje en el noroeste de España permiten intuir el gran potencial que su correcta interpretación puede tener para la optimización de la aplicación de insumos en las parcelas.
- Para la correcta delimitación de las zonas de manejo diferencia-

Tabla 1. Procesos de limpieza realizados

Archivo	N.º datos	MV t/ha	MS t/ha	MS %	Datos eliminados	% eliminados
Datos brutos	3.076	31,62	13,22	45,89	0	0 %
Filtro humedad < 46 %	2.428	33,95	13,62	40,65	648	21 %
Limpieza MilloPreciso	2.383	33,88	13,59	40,64	693	23 %
Limpieza Yield Editor	2.198	34,03	13,64	40,51	878	29 %

Figura 9. Mapas de rendimiento con tres zonas de manejo elaborados con un archivo con limpieza MP (izquierda) y con limpieza AYCE mediante Yield Editor (derecha)



do dentro de una parcela es necesario limpiar los archivos con los datos de rendimiento en bruto que genera la cosechadora autopropulsada de forraje, con el fin de eliminar los errores que contienen y obtener mapas de rendimiento fiables.

- El procedimiento de limpieza MilloPreciso es un método sencillo, que ofrece resultados comparables a los métodos más completos para establecer las zonas de manejo de una parcela en función de su potencial productivo.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto “GO MilloPreciso-Agricultura de Precisión con maíz forrajero en Galicia”, financiado por las ayudas para la ejecución de proyectos de los grupos operativos de la Asociación Europea de la Innovación (AEI), cofinanciadas en un 75 % con el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader) en el marco del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020, con fondos propios de la Xunta de Galicia en un 22,5 % y con fondos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en un 2,5 %. La Consellería del Medio Rural es el órgano de la Administración

gallega a la que le corresponde proponer y ejecutar las directrices generales en el ámbito rural, y engloba las competencias en materia de agricultura, ganadería, desarrollo rural y ordenación comarcal, estructuras rurales, industrias agroalimentarias y forestales, montes, prevención y defensa de los incendios forestales.

También ha contribuido en el presente estudio el proyecto colaborativo del Campus Terra “AgriPreMaF-Agricultura de Precisión con Maíz Forrajero”, financiado en el marco del convenio de colaboración entre la USC y la Consellería de Cultura, Educación y Universidad de la Xunta de Galicia.

Gracias, por último, a las empresas de servicios Agropres SL y Marcos Otero SL por su colaboración en estos dos proyectos. ■

REFERENCIA

1. Kharel T., Swink S.N., Youngerman C., Maresma A., Czymbek K.J., Ketterings Q.M., Kyveryga P., Lory J., Musket T.A., and Hubbard V. (2018). Processing/Cleaning Corn Silage and Grain Yield Monitor Data for Standardized Yield Maps across Farms, Fields, and Years. Cornell University, Nutrient Management Spear Program, Department of Animal Science, Ithaca NY.



INDUSAGRI

Selección Natural



Polígono Industrial Matela I
Parcela 17, 27150 Otero De Rey, Lugo.
TLF: 982 209 681 | FAX: 982 207 204

www.indusagri.es
indusagri@indusagri.es

El Éxito de su granja

ENSILADO
DEL MAÍZ



Mejora visible del bienestar de las vacas y la estabilidad

El aditivo para ensilado Bonsilage Fit M garantiza ensilados de maíz estables y una aportación extra de propilenglicol para su ganado, incluso en condiciones extremas.

Gracias a su exclusiva combinación de bacterias ácido lácticas, Bonsilage Fit M es capaz de crear grandes cantidades de propilenglicol en el ensilado de maíz. Las dosis utilizadas de Bonsilage Fit M crean un promedio de 330 kg de propilenglicol (imagen 1), lo cual ayuda notablemente al metabolismo energético de los animales y mejora, entre otras cosas, la fertilidad y los intervalos entre partos.

Mejora visible de la estabilidad

El nivel de levaduras y el moho aumenta considerablemente en las plantas de maíz. En el ensilado de maíz se produce un ralentamiento si no se aplica la acción inhibi-

1 Una dosis de BONSILAGE FIT M produce 11 bidones de propilenglicol

1 dosis ≈ 100 t de MF ensilado de maíz (Ø 33% de MS)

100 t MF ≈ 33 t MS

1% en 33 t corresponde
a 330 kg de propilenglicol



Bonsilage Fit M estabiliza el ensilado y aporta mayor bienestar a las vacas

Mejora visible del bienestar de las vacas y la estabilidad

toria necesaria mediante el ácido acético y la liberación de oxígeno durante la extracción. Con un control preciso de los ácidos de fermentación (imagen 2) se inhiben las levaduras y el moho.

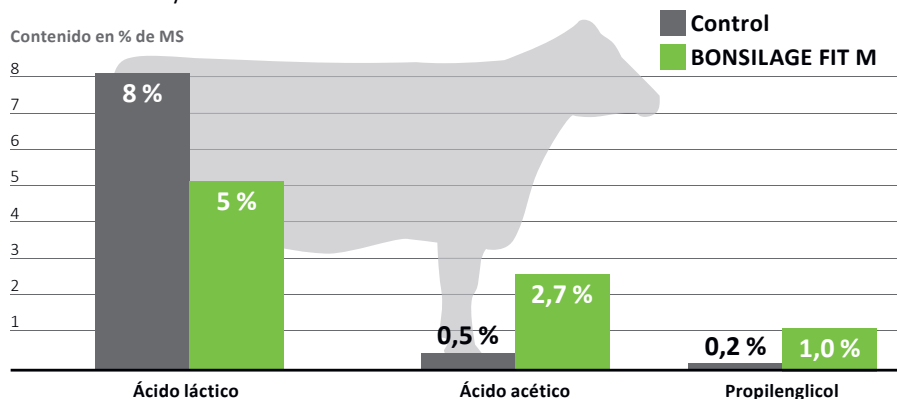
Las pérdidas energéticas y las pérdidas debidas al crecimiento incontrolado de moho y levaduras en los ensilados de maíz pueden acarrear rápidamente un coste de más de 100 euros por hectárea de superficie de ensilado de maíz cultivada. Las pérdidas ocasionadas encarecen la producción del ensilado de maíz en 4-6 € por tonelada de ensilado. Las pérdidas adicionales como consecuencia del ralentamiento también afectan al balance financiero del flujo de producción.

Bonsilage Fit M

El aditivo para ensilado Bonsilage Fit M reduce el riesgo de recalentamiento al modificar el patrón de los ácidos en la fermentación. Obteniendo mayor cantidad de ácido acético y menor cantidad de ácido láctico y generando más propilenglicol. La porción adicional de propilenglicol y el ácido acético formado favorecen el bienestar de las vacas y reducen los problemas derivados de la alimentación como la acidosis y la cetosis.

Pregunte a su asesor de Schaumann por Bonsilage Fit M.

2 BONSILAGE FIT M aporta una mejora visible del bienestar de las vacas y un ensilado de maíz estable



Protección contra el recalentamiento mediante la formación de ácido acético

Alivia el rumen: más ácido acético, menos ácido láctico

Reduce el riesgo de cetosis gracias a aporte extra de propilenglicol

Mejora la palatabilidad

BON
SILAGE

FIT M



Asegure su ensilado y propilenglicol adicional