

¿QUÉ ES Y QUÉ SE PUEDE ESPERAR DEL SILAJE DE MAÍZ EN EL ENGORDE DE VACUNOS?

Oscar N. Di Marco y Mario S. Aello. 2002. Unidad Integrada: Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP)-INTA EEA Balcarce.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [silos](#)

INTRODUCCIÓN

No es ajeno a los Profesionales relacionados con el agro, que el uso del silaje de planta entera de maíz está aumentando a grandes pasos en la Provincia de Buenos Aires, y que en muchos casos no se obtienen los resultados esperados, en términos de producción de carne o leche, cuando este recurso representa una gran proporción de la ración de vacunos.

Ante este panorama surge la pregunta ¿cómo hacer un silaje de alta calidad?, refiriéndose con ello a ¿cuándo conviene cortar el cultivo de maíz?. Si bien en la calidad también tiene importancia el proceso del ensilar, es necesario destacar que en la actualidad hay tecnología y maquinaria de avanzada que permite lograr una buena conservación. Por lo tanto, la mayor preocupación es con respecto a la calidad como alimento. Hay quienes, también, ya se cansaron de los malos resultados y dudan si el silaje sirve para algo, o si es un recurso energético como se cree.

Con respecto a la tecnología para confeccionar silaje conviene señalar que el cortapicado fino posibilita ensilar cultivos más maduros, con mayor contenido de grano y con excelentes resultados de conservación. Sin embargo, en muchos casos, los resultados productivos son inferiores a los esperados. Este es un problema recurrente que ha quedado en evidencia en los últimos años, y por esta razón surge la pregunta **¿qué se puede esperar del silaje de maíz?**.

Al avanzar la madurez del cultivo aumenta el llenado de los granos y en consecuencia el contenido de almidón, pero también se incrementa la cantidad de fibra de la fracción vegetativa y disminuye su calidad. Muchas veces se piensa que esto es un efecto deseable puesto que al tener más almidón el silaje tendrá más energía. Sin embargo, en muchas ocasiones la caída en calidad de la fibra puede ser tan o más importante que el beneficio que supone el mayor contenido de almidón.

En otras palabras, la calidad del silaje en su conjunto puede ser igual o inclusive menor y en consecuencia su efecto en la ganancia de peso es muy variable e impredecible, dependiendo de diversos factores como, por ejemplo, tipo y nivel de suplementación con otros ingredientes, nivel de consumo y calidad del forraje si el animal está pastoreando, entre otros. También hay interrogantes sobre que análisis de laboratorio hay que realizar para determinar la calidad de un ensilado. Cabe destacar que el principal análisis que se lleva a cabo es la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), a partir de la cual se calcula la energía metabolizable. Otros análisis de rutina son el de proteína bruta (PB), pared celular o fibra detergente neutro (FDN) y almidón.

De un muestreo de 202 análisis de silajes de maíz realizados en el Laboratorio de Nutrición y Evaluación de Alimentos de la EEA INTA Balcarce en los años 1998-99, surgen los datos que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Valores medios, extremos y coeficiente de variación (CV) de análisis realizados a silajes de planta entera de maíz.

| ANALISIS | Número de muestras analizadas | Promedio | Rango de valores mínimo-máximo | CV de la media (%) |
|------------------|-------------------------------|----------|--------------------------------|--------------------|
| Contenido MS (%) | 202 | 29,6 | 17,9-51,1 | 21,6 |
| DIVMS (%) | 192 | 58,6 | 35,8-71,3 | 10,4 |
| PB (%) | 201 | 7,4 | 3,4-11,6 | 23,0 |
| FDN (%) | 170 | 48,2 | 32,2-74,5 | 13,3 |
| Almidón (%) | 163 | 16,4 | 0,1-31,4 | 46,9 |

El Cuadro 1 muestra que para un rango muy amplio de silajes de diferente calidad (estado de madurez, cantidad de almidón, FDN, etc.), la DIVMS es el análisis que mostró la menor variabilidad, con un valor medio de 58,6% y un CV de 10,4%. Por esta razón este parámetro se encuentra frecuentemente entre 55 a 65% en los ensilados de maíz, por otro lado es cuestionada por algunos autores debido a que se desconoce si realmente representa al porcentaje que el animal digiere de silaje.

Es muy frustrante realizar una inversión importante como la que se requiere para realizar un buen silaje de maíz para que, posteriormente, aún con datos de calidad de laboratorio aparentemente buenos, se logre una pobre respuesta productiva cuando el ensilado se suministra a los animales. El objetivo de este trabajo es analizar los puntos antes mencionados, es decir los cambios que se pueden esperar en la planta de maíz con la madurez, su efecto en la calidad del silaje y los alcances y limitaciones de la evaluación de laboratorio.

CONCEPTO DE CALIDAD: CONTENIDO DE ALMIDÓN O CALIDAD DE LA FIBRA?

La calidad del silaje de maíz depende de la concentración de almidón y de la calidad de la fibra. Ambas variables son antagónicas debido que a medida que se acumula almidón con la madurez de la planta, disminuye la digestibilidad de la fibra. La bibliografía proveniente de EE.UU. no deja dudas que la mayor calidad se obtiene con el máximo contenido de grano, que suele llegar a más del 45%. Es decir, hay híbridos que tienen la característica de permanecer verdes hasta avanzado su ciclo y acumular gran proporción de grano cuando se dan las condiciones lumínicas adecuadas. Por otro lado, la información que llega del Norte de Europa y de Inglaterra no hace tanto hincapié en el contenido de grano sino en la calidad de la fibra.

¿En qué lugar estamos nosotros en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires? Estamos en condiciones lumínicas limitantes, lo cual implica que el llenado del grano no es exclusivamente por fotosíntesis sino también por translocación de nutrientes desde el tallo, por lo cual este pierde mucha calidad. Lo cual no es el caso de los maíces de EE.UU. de donde hemos adaptado la información y recomendaciones. Por lo tanto, en las condiciones mencionadas, no siempre conviene esperar la máxima acumulación de grano, sino que se debería cortar la planta con un contenido de almidón que sea compatible con una alta calidad de la fracción vegetativa. Sin embargo, no se sabe a ciencia cierta con exactitud en que momento ocurre dicho equilibrio, porque puede variar con el híbrido, con la disponibilidad de agua y con la radiación solar, entre otros factores. Por ejemplo, un cultivo de maíz afectado por limitantes de radiación o sequía estará más maduro a un cierto contenido de grano, y por lo tanto la calidad de la fibra disminuirá en la medida que se retrase su fecha de corte a la espera del desarrollo del grano.

Pero antes de entrar en este tema conviene analizar la composición esperada de un silaje y los análisis que se realizan en el laboratorio.

EVALUACIÓN DEL SILAJE DE MAÍZ EN EL LABORATORIO

Hay dos tipos de análisis que se realizan en el laboratorio. Uno es para determinar si el proceso de ensilaje fue adecuado y el material ensilado está bien conservado; estos análisis no se tendrán en cuenta porque escapan al objetivo del presente trabajo cuyo punto central es la calidad del silaje como alimento. El segundo tipo de análisis es para establecer que contiene el silaje como alimento y se basa en la determinación de la composición química y la digestibilidad (DIVMS). Algunos denominan a esta evaluación calidad, otros valor nutritivo y otros calidad alimenticia, pero todas giran en torno a las determinaciones mencionadas.

Con respecto a la composición química se mide:

- 1) la PB, que es el total de nitrógeno multiplicado por 6,25. Es decir, si bien se denomina este análisis proteína bruta, es simplemente el total de nitrógeno por un factor;
- 2) la fibra o FDN, que es la metodología para obtener el total de pared celular;
- 3) el almidón y
- 4) los hidratos de carbono solubles o azúcares.

Estos análisis son de poca utilidad para el nutricionista, debido a que la PB es baja y relativamente constante, por lo tanto siempre esta dentro de un rango conocido. La FDN, si bien aumenta con la madurez en la fracción vegetativa de la planta, y puede o no modificar su calidad, en el silaje disminuye por la dilución que ocasiona el aumento del contenido de almidón, lo cual hace difícil su interpretación.

En todo caso el almidón y los hidratos de carbonos solubles son los componentes más importantes, aunque una FDN de alta calidad también puede tener incidencia en la concentración energética del silaje, cuando por diferentes razones el contenido de almidón es bajo.

COMPOSICIÓN TÍPICA DE UN SILAJE DE MAÍZ

El silaje de maíz en teoría es un alimento de alta concentración energética. No obstante su DIVMS, a partir de la cual se calcula la energía, es entre mediana a baja ya que por lo general se ubica en el rango del 55 al 65%. Este es el primer punto a tener en cuenta, e indica que o bien el porcentaje que los animales digieren del silaje (digestibilidad in vivo) es bajo, o que la DIVMS no es adecuada como estimadora de la digestibilidad in vivo, lo cual se analizará posteriormente.

En cuanto a su composición química, es un recurso alimenticio con mediano a alto contenido de pared celular (FDN), la cual se encuentra entre el 40-60% y tiene, a su vez, de 10 a 30% de almidón, dependiendo de la cantidad de grano en la planta. Por lo tanto el silaje de maíz, desde un punto de vista nutricional, es una mezcla principalmente de FDN y almidón. Además contiene de 5 a 10% de hidratos de carbono solubles, cuya proporción dis-

minuye en cultivos muy maduros o cuando hay consumo de los mismos durante el proceso de ensilaje debido a una mala compactación. Finalmente tiene un bajo contenido proteico que varía del 7 al 9% y es relativamente constante.

EFFECTO DE LA MADUREZ SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

El efecto de la madurez se estudió en un híbrido comercial para silaje sembrado en Balcarce en 1998, en el cual se observó que a medida que avanzó la madurez del cultivo aumentó el contenido de almidón del 2% en emergencia de espiga a 13% en grano lechoso y a 27% en grano lechoso/pastoso (mitad de línea de leche) y, en consecuencia, disminuyó el contenido de FDN de 60 a 42%. Esto, como ya se mencionó, es debido al aumento de la proporción de grano en la planta que fue de 2, 13 y 40% para los 3 estados respectivos. En el Cuadro 2 se muestra como estuvo compuesta y cual fue la calidad de cada una de las fracciones de la planta. Como se observa, al avanzar la madurez cambian las proporciones relativas y disminuye la calidad de las fracciones, siendo la tasa de caída diferencial. Por lo tanto, un ensilado de planta entera de maíz puede visualizarse como una mezcla de grano y de diversos tejidos fibrosos, en proporciones y calidad diferentes.

Cuadro 2: Cambios en composición y calidad de la fracción fibrosa de la planta de maíz con la madurez.

| Fracción y parámetro de calidad | Emergencia | | Grano lechoso | | Gr. lech./pastoso | |
|---------------------------------|----------------|------|----------------|------|-------------------|------|
| | % de la planta | % | % de la planta | % | % de la planta | % |
| Lámina | 29,4 | | 19,3 | | 14,6 | |
| DIVMS | | 64,6 | | 57,0 | | 54,4 |
| FDN | | 52,0 | | 54,6 | | 57,2 |
| Carb. solubles | | 8,8 | | 6,1 | | 5,7 |
| Vaina | 16,8 | | 12,5 | | 8,7 | |
| DIVMS | | 67,0 | | 63,5 | | 57,6 |
| FDN | | 59,4 | | 58,1 | | 61,6 |
| Carb. solubles | | 15,7 | | 16,1 | | 12,6 |
| Chala | 10,1 | | 12,9 | | 7,5 | |
| DIVMS | | 80,6 | | 66,8 | | 57,5 |
| FDN | | 41,0 | | 60,7 | | 69,2 |
| Carb. solubles | | 32,4 | | 21,3 | | 10,7 |
| Tallo | 42,1 | | 30,9 | | 21,4 | |
| DIVMS | | 59,3 | | 56,1 | | 49,0 |
| FDN | | 55,2 | | 54,9 | | 63,5 |
| Carb. solubles | | 23,4 | | 29,0 | | 20,6 |
| Almidón | | 8,8 | | 7,2 | | 4,8 |
| Marlo | | | 11,0 | | 8,0 | |
| DIVMS | | | | 63,5 | | 43,5 |
| FDN | | | | 56,2 | | 73,1 |
| Carb. solubles | | | | 24,1 | | 13,7 |
| Almidón | | | | 9,2 | | 5,0 |

Nota: el % de la planta se expresa en base seca, la diferencia a 100% de la MS se debe al grano (2, 13 y 40%, respectivamente)

¿QUÉ OCURRE CON LA DIGESTIBILIDAD DEL SILAJE?

A pesar de los cambios en composición química mencionados, la digestibilidad *in vivo* de la MS no difirió en los diferentes momentos de corte, y estuvo en un valor promedio de 52,4% como se muestra en el Cuadro 3.

Cabe destacar que la digestibilidad se midió con corderos a nivel de mantenimiento. Esto es importante porque los vacunos pueden tener de 2 a 5 puntos más de digestibilidad que los ovinos, lo cual sugiere que dicho parámetro podría estar entre 55 y 58% en vacunos. Sin embargo, hay que tener presente que al aumentar el consumo la digestibilidad disminuye (es máxima a mantenimiento), por lo cual es de esperar que en vacunos en producción la digestibilidad de estos silajes bajaría nuevamente al rango del 50 a 55%, o quizá menos. Obsérvese la baja digestibilidad de la FDN en el estado más joven (52%) y como disminuye al avanzar la madurez hasta el 29% en grano lechoso-pastoso.

Cuadro 3: Composición química, digestibilidad *in vitro* e *in vivo* del silaje de maíz en tres estados de madurez.

| Parámetros | Emergencia | Grano lechoso | Gr. lech./pastoso |
|---|------------|---------------|-------------------|
| Composición química (%) | | | |
| Materia seca | 20,6a | 25,9b | 33,5c |
| FDN | 60,4a | 55,6b | 42,0c |
| Almidón | 2,0a | 13,4b | 27,5c |
| Carb. solubles | 2,3a | 9,7b | 9,1b |
| Digestibilidad <i>in vitro</i> (%) | | | |
| Materia seca | 59,2a | 60,0a | 62,5a |
| FDN | 43,9a | 34,1b | 19,2c |
| Digestibilidad <i>in vivo</i> (%) | | | |
| Materia seca | 52,2a | 52,3a | 52,6a |
| FDN | 52,5a | 45,6b | 29,0c |
| Almidón | 100 | 100 | 100 |

Nota: letras distintas indican diferencias significativas entre estados de madurez

El almidón fue completamente digerido en los tres momentos de corte, puesto que no se encontraron vestigios de almidón en las heces. Con respecto a la digestibilidad total del almidón cabe mencionar que no siempre es así, ya que tiende a disminuir cuando el nivel de vitrosidad del grano aumenta (planta más madura) y si los granos ya maduros quedan sin partir durante el picado.

El valor constante de la digestibilidad *in vivo* de la MS podría explicarse porque la caída significativa en la digestibilidad de la fibra fue de 23 unidades porcentuales y el aumento del contenido de almidón de 25 unidades. Esto significa que la pérdida energética que ocasiona la disminución de calidad de la fracción vegetativa es contrarrestada por la energía del grano, de modo tal que la digestibilidad total no se modifica y en consecuencia la energía digestible del silaje permanece constante.

LIMITACIONES DE LA DIGESTIBILIDAD *IN VITRO*

La DIVMS correspondiente a estos silajes fue en promedio del 60,6% y se mantuvo relativamente constante con la madurez ya que solamente varió entre 59,2 y 62,5%, es decir que estuvo 8 unidades por encima de la digestibilidad *in vivo* de MS, lo cual representa una sobrestimación del 15%. Por el contrario, para la fibra la digestibilidad *in vitro* disminuyó a medida que avanzó la madurez del cultivo y fue 11 puntos menor que la digestibilidad *in vivo* de la FDN, por lo tanto el método de laboratorio subestima la digestibilidad de la fibra tal como se observa en el Cuadro 3.

CONCENTRACIÓN ENERGÉTICA DEL SILAJE

Es interesante considerar que con una digestibilidad *in vivo* del 52% como la obtenida en el ensayo comentado, le corresponde un contenido de energía metabolizable (EM) de 1,9 Mcal EM/kgMS, lo cual dista mucho de la de una pastura de alta calidad con 70% de digestibilidad que contiene 2,6 Mcal EM/kgMS. Esto indicaría que debe pensarse en el silaje de maíz como un alimento fibroso más que como una fuente energética.

PRODUCCIÓN ESPERABLE CON UN SILAJE DE TAN BAJA CONCENTRACIÓN ENERGÉTICA

La producción es por lo general mayor que la que corresponde a su valor energético. Por ejemplo, si un vacuno para carne consumiera una pastura de 52% de digestibilidad o 1,9 Mcal EM/kgMS, es muy poco lo que se puede esperar en términos de ganancia de peso, ya que los animales podrían estar entre mantenimiento y ganancias de 100 a 200 g/día. Usando silaje de maíz como único alimento en vacunos para carne se obtienen ganancias de peso que llegan a 600 g/día, la cual es alta para la concentración energética mencionada pero en otros casos puede ser de 200 g/día.

¿POR QUÉ EL SILAJE DE MAÍZ SE COMPORTA DIFERENTE?

Para entender como se digiere en el rumen el silaje de maíz se estudia lo que se denomina la cinética de la degradación ruminal. Para ello se colocan muestras de silaje en bolsitas de nylon suspendidas en el rumen, que se extraen a distintos horarios (hasta 96 horas). Los datos de este tipo de estudio indica que el silaje posee una fracción soluble del 30%, la cual es una fracción que esta inmediatamente disponible para el animal y se digiere en un 100%. A su vez, tiene una fracción que se degrada más lentamente en función del tiempo de permanencia en el rumen. En el máximo tiempo (96 h) se puede degradar hasta un 40-50%. Ello muestra que esta fracción aportaría muy poca energía, no obstante se degrada el 60-65% entre las primeras 15 a 20 horas de permanencia en el rumen, que es el tiempo que permanece en el rumen un silaje picado fino.

Esto quiere decir que no es homogénea, sino que lo más utilizable se puede digerir en las primeras 15 a 20 horas que el silaje permanece en el rumen. Finalmente tiene una fracción indegradable que representa el 20 a 30%, y que como su nombre lo indica no se degrada.

Por lo tanto si el silaje permaneciera en el rumen 96 h o más, sería utilizado en un 70-80% (30 +.40 a 50%) y, por ende, su digestibilidad sería alta. En cambio durante las primeras 15 a 20 horas se utiliza alrededor del 50-55% de la MS consumida (entre lo soluble y lo degradable), valor que coincide con la digestibilidad in vivo observada (52,5%). En otras palabras, la digestibilidad es baja porque también lo es su degradabilidad ruminal debido al escaso tiempo de permanencia del alimento en el rumen, o, lo que es lo mismo, a la alta velocidad de pasaje del silaje. Sin embargo si el silaje permaneciera más tiempo en el rumen no se ganaría mucho en energía digestible porque solamente se degradaría la fracción fibrosa de muy lenta tasa de degradación, que por efecto de llenado disminuiría el consumo del animal.

En resumen el silaje picado fino tiene una alta tasa de pasaje que ocasiona dos efectos. En primer lugar una gran pérdida de partículas de silaje, de baja degradabilidad, en heces que hace que su digestibilidad sea baja. En segundo lugar el rumen se desocupa con mayor rapidez permitiendo consumir más silaje, lo que en otras palabras significa que las partículas de silaje perdidas en heces son reemplazadas por un nuevo material con el doble o triple de calidad en términos de degradabilidad, debido al almidón, carbohidratos solubles y a cierta proporción de fibra degradable.

Como ya se mencionó, la digestibilidad in vivo en nuestros ensayos, medida en animales alimentados a mantenimiento, coincidió con la degradabilidad a las 15-20 horas. Cabe mencionar que en animales en producción se espera una mayor tasa de pasaje o lo que es lo mismo una menor permanencia del silaje en el rumen, por lo cual la proporción de MS digerida puede ser aún inferior al 50%, pero con alto consumo. Al respecto se han medido consumos de MS cercanos e incluso mayores al 4% del peso vivo en animales consumiendo dietas en base a silaje de maíz. En forrajes de 50% de digestibilidad el consumo raramente puede ser mayor al 2% del peso del animal, debido al efecto del llenado.

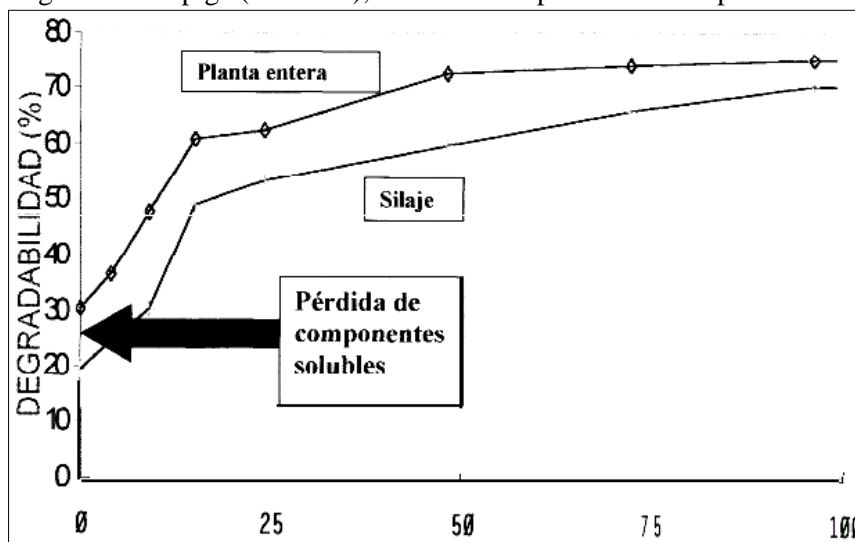
EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN

El silaje de maíz convenientemente suplementado permite, en general, duplicar la ganancia de peso. Por ejemplo, en un experimento llevado a cabo en Uruguay con novillos de 330 a 345 kg se obtuvieron ganancias de peso con silaje sólo de 175 y 545 g/día en distintos años, atribuyéndose las diferencias a la calidad del silaje. Con suplementación de expeller de girasol las tasas de ganancia de peso aumentaron a 547 y 1113 g/día, respectivamente. En Balcarce la ganancia de peso de terneros de 190 kg fue de 320 g/día con silaje de maíz más 12% de grano de maíz y 3% de urea. Esta aumentó a 1 kg/día cuando se reemplazó la urea por 32% de expeller de girasol, y fue de 970 g/día con silaje y 32% de expeller sin grano. En Nueva Zelanda la ganancia de peso de novillos de 300 kg fue de 307 g/día con silaje. En este caso aumentó a 800 g/día con silaje más 1% urea, o con 2,3% de una mezcla de sales minerales, y con ambos suplementos juntos aumentó a 1430 g/día. En feedlot alimentando novillos de frame 5, con 60% de silaje de maíz, 25% de grano de maíz y 15% de expeller de girasol se han obtenido ganancias de peso de hasta 1400 g/d. Las causas de la respuesta del silaje de maíz a la suplementación no están claras. En parte pueden deberse a un mayor consumo, a una mejor digestión del silaje, mayor crecimiento microbiano y consecuente aporte proteico al animal, o a mayor eficiencia de utilización de la EM.

¿CONVIENE ENSILAR LA PLANTA DE MAÍZ ANTES DE QUE FORME EL GRANO?

La respuesta es no, porque si bien la calidad de la fibra es mayor en emergencia de espigas, aún cuando la planta de maíz no tiene grano su digestibilidad es relativamente baja (ver Cuadro 2). Además hay menor acumulación de materia seca. En general se pierde de producir un 25-30% de MS con respecto al cultivo en grano lechoso, y un 70-75% de MS con respecto al cultivo en grano lechoso/pastoso (mitad de línea de leche). Finalmente, debido a que es un material con bajo porcentaje de MS (20% aproximadamente) durante el proceso de ensilado hay gran pérdida por efluentes. Esto representa una pérdida de calidad debido a los componentes solubles que se van con el líquido. En la Figura 1 se muestra como se degrada en el rumen la planta completa de maíz en emergencia de espiga antes y después de ser ensilada. Como se observa, el silaje tiene 10 a 12 puntos menos de degradabilidad que la planta debido a la pérdida de componentes solubles.

Figura 1: Desaparición ruminal de la MS de la planta de maíz antes y después de ser ensilada en estado de emergencia de espiga (20% MS), mostrando la pérdida de componentes solubles.



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue elaborado a partir de los datos del Proyecto "Calidad de la planta de maíz y del silaje" financiado por la Universidad Nacional de Mar del Plata, en el cual participaron los estudiantes de posgrado Ings. Agrs. Jorgelina Ferrero y Mariana Nomdedeu, y los estudiantes de grado Sres. Santiago Van Houtte y Leonardo Olhaberri.

Volver a: [silos](#)