

# Manejo Agronómico del Silaje: Fertilización

Santiago Vacca  
AgroService  
Regional Centro



## 1. Introducción

### 1.1. Fertilización en maíz para Silo

La importancia del cultivo de **maíz para silo** para los productores agropecuarios radica en la posibilidad de disponer durante todo el ciclo productivo de una ración diaria, con elevado valor energético, fácil de producir y conservar, y bien aceptada por los animales.

La producción de silo de maíz ya sea para lechería o engorde de animales, demanda prácticas de manejo que les permitan a los productores obtener silaje en cantidad y calidad, de manera eficiente, con costos productivos razonables y con bajos riesgos ambientales, de manera que sus sistemas sean sustentables en el tiempo.

Cuando hablamos de prácticas de manejo debemos tener en cuenta una correcta elección del híbrido, época y densidad de siembra, **fertilización**, control de malezas, sanidad y cosechar el forraje en forma y momento adecuado.

### 1.2. ¿Por dónde empezar?

Para definir cualquier estrategia de fertilización debemos caracterizar el estado nutricional de nuestros suelos. El mismo se logra con un adecuado **muestreo de suelo** que permitirá evaluar con mayor precisión la disponibilidad de los distintos nutrientes y, por ende, realizar un correcto diagnóstico y planificación de la fertilización por lote y/o ambiente, maximizando la eficiencia y rentabilidad del sistema.

El **nitrógeno** y el **fósforo** son los nutrientes que con mayor frecuencia limitan el rendimiento del cultivo de maíz, sin embargo, en las últimas décadas es cada vez más frecuente encontrar respuesta al agregado de azufre y cinc. Sumado a estos nutrientes, aparece el potasio como un nutriente a convertirse en deficitario en el corto plazo para algunas regiones del país, situación que se ha visto en Entre Ríos, por ejemplo.

### 1.3. Nitrógeno (N)

Desde KWS estamos llevando a cabo ensayos en **micro y macroparcels**, con el fin de evaluar distintos niveles de

fertilización nitrogenada en nuestras dos líneas de selección de híbridos (sileros y graníferos). La combinación de estos dos tipos de investigación (micro y macro) permite consolidar y dar aplicabilidad a la información generada, ya que se logra la base científica y detallada de nuestras estaciones experimentales, pero también se refleja el trabajo diario y la realidad del productor.

**Debido a sus destinos, los híbridos sileros son evaluados por su capacidad para producir leche y carne. Por lo tanto, cuando evaluamos la respuesta de estos al agregado de nutrientes, debemos ver como dicha fertilización afecta la calidad, eficiencia y cantidad de silo producida, pero aún más importante como esta práctica se traduce en la producción final del tambo (kg leche ha-1) o el engorde (kg carne ha-1).**

## 2. Poniendo a punto la fertilización:

Con el fin de ver como la fertilización nitrogenada mejora la producción láctea, se llevó a cabo un ensayo en la localidad de Zavalla, Santa Fe. El mismo fue llevado a cabo en **microparcels**, se evaluaron en fecha de siembra temprana, dos híbridos KWS (KM 4360 AS-GLStack y KM 4480 VT3P) y 4 dosis de fertilización nitrogenada (0,75, 100 y 150 kg N.ha-1), aplicados en forma de urea (46-0-0) entre los estadios V6 y V8 (Ritchie and Hanway, 1982). El N total disponible se calculó como el N disponible a la siembra (50 kg.ha-1) + N aplicado en forma de fertilizante.

Para determinar los parámetros de calidad, se tomaron muestras de los tratamientos con distintas dosis de N. Las mismas fueron pesadas, picadas y analizadas mediante un analizador portátil de calidad de forrajes (AgriNIRTM).



El cálculo de kg leche ha<sup>-1</sup> (Productividad) y kg leche/kg MS (Eficiencia) fue realizado mediante los modelos provistos por la cátedra de Nutrición Animal (UNR, Rosario), considerando un peso promedio del bovino de 600 kg. Utiliza los parámetros de FDA (Fibra Detergente Ácido) para el cálculo de digestibilidad, la FDN (Fibra Detergente Neutro) para el cálculo de ingesta diaria.

## 2.1. Miremos calidad

Los parámetros de calidad más utilizados para analizar los alimentos son **almidón** y **FDN**. El almidón aporta el 65% de la energía del silo, dado que presenta un 90% de digestibilidad. Es decir, el animal aprovecha el 90% del almidón para convertirlo en leche.

Dosis de N	%MS	% Proteína	%Almidón	%FDA	%FDN
50	37,91	7,56	21,19	23,93	45,62
125	37,88	7,63	21,34	23,07	45,77
150	35,51	7,75	22,51	22,66	44,51
200	39,87	7,70	26,79	22,26	43,98

Tabla 1: Resumen de parámetros de calidad analizados con el AgriNir según nivel de N, ensayo microparcels Zavalla.

## 2.3. Eficiencia

Mejorar la eficiencia de conversión de los alimentos es importante ya que esto significa producir más litros de leche por tonelada de alimento consumido. El comportamiento observado con la calidad nos explica lo que pasa con la eficiencia de conversión, la misma se incrementó con el aumento de la disponibilidad de N, solo en las dosis extremas (Figura 1). Este aumento de eficiencia se traduce en un aumento en la productividad (Figura 2).

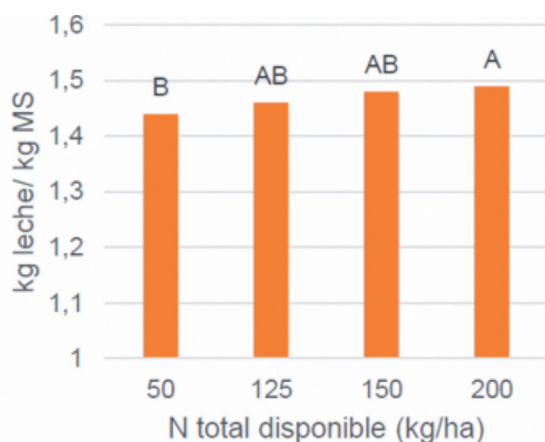


Fig. 1: Eficiencia de conversión (kg leche/kg MS) según niveles de N. Medias con una letra común, no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Ensayos microparcels Zavalla.

La FDN representa la pared celular y esta fracción está compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina. Este parámetro da la mejor estimación de la fibra total de un alimento y está estrechamente relacionado con el consumo de materia seca. A medida que los valores de FDN aumentan, la ingesta total disminuye. LA FDA es la FDN sin su parte más digestible, consiste principalmente en celulosa y lignina. Cuanto mayor sea la FDA, menos digerible es el alimento y por lo tanto menos concentración energética contendrá.

Al observar la Tabla 1 se puede ver como **al aumentar la dosis de N, el almidón aumenta y la FDN y FDA disminuyen**. Las diferencias significativas de calidad se presentaron entre los extremos de dosis de N.

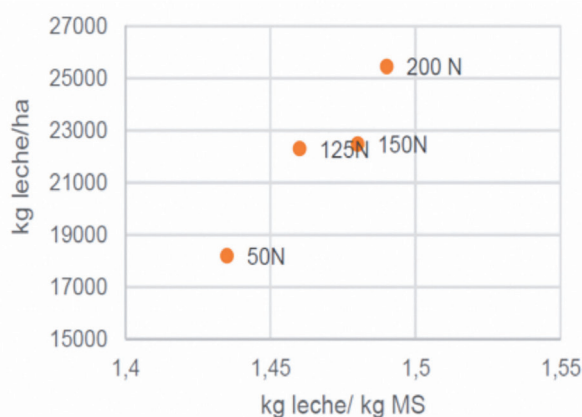
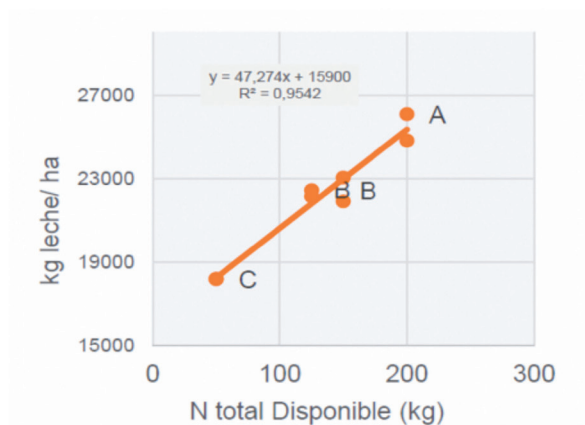


Fig. 2: Biplot producción de kg leche/ha vs eficiencia de conversión en kg leche/ kg MS según niveles de N. Ensayos microparcels Zavalla.

## 2.4. Productividad

Ambos híbridos se comportaron de manera similar al agregado de N. En la figura 3 se puede observar como a medida que se aumentó el nivel de N, la productividad de los híbridos expresada en kg leche ha<sup>-1</sup> se incrementó de forma lineal. La respuesta que se obtuvo de 50 Kg a 200 Kg N, explica que, por kg de N disponible, se aumentó la productividad en más de 47 Kg leche ha<sup>-1</sup>.





**Fig. 3:** Respuesta en productividad (kg leche/ha) a nivel de N disponible en el suelo. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Ensayos microparcelas Zavalla.

### 3. ¿Qué pasa si lo llevamos al lote?

Siguiendo la línea de investigación y a modo de consolidar la información, en la campaña 19/20, en la localidad santafesina de Franck se llevó a cabo un ensayo en **macroparcelas** (lote de productor), en el mismo se evaluaron distintos niveles de N y cómo éstos impactan en los parámetros de calidad, eficiencia y productividad anteriormente descritos. Además se le sumó un análisis económico.

El lote de productor donde se llevó a cabo el ensayo es el mismo en el cual se desarrolló el evento Demostrativo Agro-nómico Regional (DAR Franck, Santa Fe).

#### 3.1. Consideraciones del ensayo

La fecha de siembra fue temprana, el híbrido elegido, KM 4360 AS-GLStack, la disponibilidad de N inicial fue de 50kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos quedaron definidos como 0, 130, 260, 390 litros de UAN ha<sup>-1</sup> aplicados entre V5 y V7. El método para procesar las muestras fue el mismo que el utilizado en el ensayo de microparcelas (AgriNIRTM). Lo mismo para el cálculo de Productividad y Eficiencia, modelos provistos por la cátedra de Nutrición Animal de la UNR.

#### 3.2. Calidad

En concordancia con lo visto anteriormente, a medida que aumentamos la oferta de N disponible para el cultivo (kg de N ha<sup>-1</sup>), observamos como la productividad en kg de MV aumenta, al igual que lo hace el porcentaje de almidón, caso contrario sucede con FDA y FDN (Tabla 2).

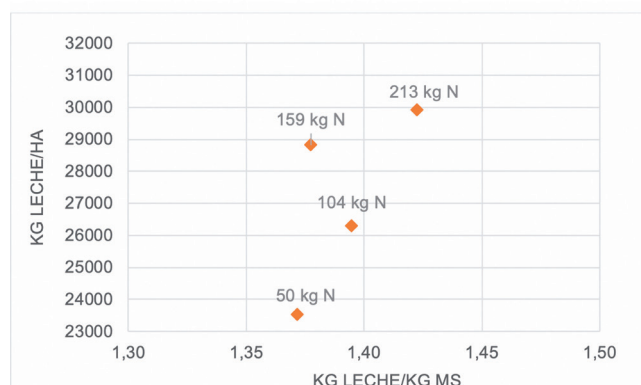
Tratamiento	MV TN	FDA	FDN	ALMIDON
<b>0 (50kgN)</b>	50,9	26,1	51,8	24,6
<b>130 (104kgN)</b>	54,9	25,3	51,5	24,6
<b>260 (159kgN)</b>	60,9	26,0	46,7	24,2
<b>390 (213kgN)</b>	63,2	24,4	47,0	25,3

**Tabla 2:** Parámetros de calidad, analizados por el AgriNir. MV TN= toneladas por ha de materia verde. FDA, FDN Y Almidón =%. Ensayo en macroparcelas Franck, Santa Fe.

#### 3.3. Eficiencia y productividad:

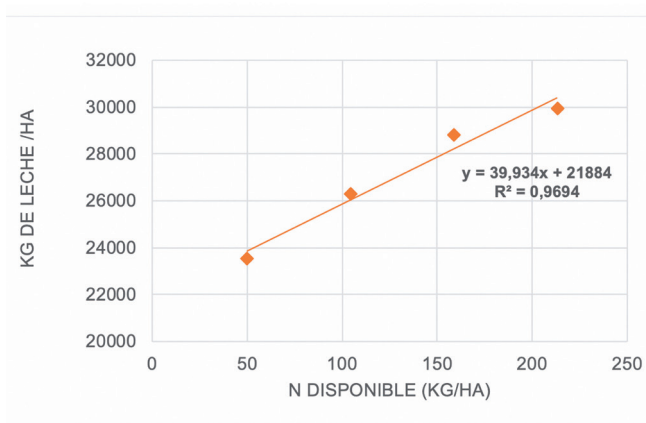
En este caso, al detenernos en la figura 4, vemos como a medida que aumenta la eficiencia, por un mayor nivel de N disponible, se incrementa la productividad en kg de leche por hectárea.

Cuando observamos el impacto directo del nivel de N en la productividad por ha (Figura 5), vemos que la ecuación de respuesta a la aplicación de N nos indica que, ante el aumento de 1 kg de N disponible en el suelo, el incremento en productividad es de 39,9 kg de leche por ha. Si bien es difícil extrapolar resultados, el nivel de respuesta encontrado no desentona con los 47 kg observados en las condiciones de ensayo en microparcelas mencionadas al inicio del informe.



**Fig. 4:** Productividad en kg de leche por hectárea vs eficiencia de conversión. Ensayos macroparcelas, Franck, Santa Fe.





**Fig. 5:** Productividad en kg de leche por hectárea vs niveles de N disponible (kg/ha). Ensayos macroparcelas, Franck, Santa Fe.

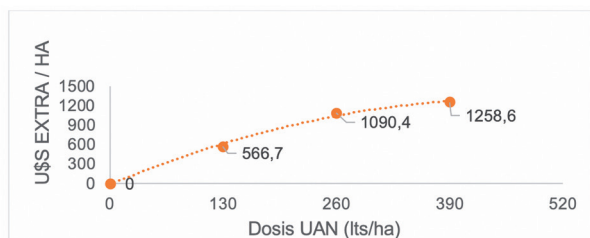
## 4. ¡¡¡Y si le ponemos números!!!

A continuación, se muestra un análisis económico realizado en el ensayo de **macroparcelas** (Franck). En la Figura 6 se detalla de forma simplificada cómo se llevó a cabo el cálculo de dólares extra por hectárea para cada dosis.



**Figura 6:** Método de cálculo para determinar los dólares extra por ha por fertilizar.

En la figura 7 se observa el impacto de la fertilización con N, aplicado en forma de UAN, sobre el beneficio económico en dólares por hectárea. Este tipo de análisis nos permite además de calcular el beneficio por dosis, tener una idea de cuál es la dosis que se aproxima al óptimo económico. Por ejemplo: para este caso vemos como a partir de la dosis de 260 l, la curva de respuesta económica se empieza a “planchar” y se ve como incrementos en la dosis prácticamente no impactan sobre el beneficio económico. Esto se podría explicar por un mayor impacto en el costo de la dosis sumado a que el cultivo empieza a ser cada vez más suficiente de N, no siendo este nutriente quien limita el potencial sino otro factor, posiblemente el ambiente.



**Fig. 7:** Gráfico de análisis económico donde se visualizan los dólares extra por ha para cada dosis de UAN. Costo UAN/Tn U\$S 320; Aplicación U\$S 7; Valor de litro de leche U\$S 0,25/lit.

Haciendo el mismo análisis para el ensayo en **microparcelas** (Zavalla), se observó que, para una dosis similar de 100 kg de N, se obtuvieron incrementos de U\$S 1025 respecto al tratamiento de 0N agregado (datos no mostrados).

## 5. Conclusiones

- La fertilización con N permitió aumentar la cantidad y calidad de la MS/ha.
- El incremento en la eficiencia de conversión se tradujo en una mayor productividad (kg de leche/ha), esto permitió maximizar los ingresos económicos por unidad de superficie.
- Si bien las magnitudes de respuesta al agregado de N dependerán de cada lote y planteo productivo, intensificar la producción haciendo un **uso correcto de los nutrientes se convierte en una inversión y no en un gasto.**



■ La coherencia entre los resultados obtenidos en micro y macroparcels nos alientan a seguir trabajando en esta línea de investigación que une la base científica con la realidad de los productores.

## 6. A largo plazo...

En la generalidad se habla que cuando se fertiliza un maíz destinado a silaje los requerimientos nutricionales son similares a los de grano, pero debemos tener en cuenta que, al picar la **planta entera**, la **exportación de nutrientes** a través de la materia seca es mayor que si sólo se cosecha grano, de esta manera los retornos al sistema suelo son menores y se acentúa el **balance negativo** de nutrientes causado por la agricultura. Aquí radica la importancia de fertilizar, que, junto con otras prácticas agrícolas como la rotación de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, cultivos de servicios, etc, permiten la **sustentabilidad** del sistema a largo plazo.



**Bajo Volumen de Rastrojo**



**Alto Volumen de Rastrojo**

*Fig. 8: Comparación de rastrojos en un lote en situación de picado (izquierda) versus un lote de cosecha (derecha).*

