

Ensayo comparativo de rendimiento y calidad nutricional de híbridos de maíz para silaje

Campaña 2021/22



**REGIÓN CÓRDOBA
NORTE**



Agradecimientos

A los empresarios CREA que participaron con sus establecimientos y equipos por la excelente predisposición y la colaboración con los ensayos.

A los semilleros que nos permitieron evaluar sus híbridos para generar información en la zona sobre calidad y rendimiento de silajes de maíz.

A las Mesa Agrícola, Ganadera y Lechera de la Región CREA Córdoba Norte, por tomar este nuevo desafío para la zona y trabajar articulado en un objetivo común.

A TEKNAL por ser parte del ensayo desde el primer día acompañando en la toma de datos a campo y los análisis de laboratorio para medir calidad.

A la empresa KWS por ayudarnos a ajustar el protocolo de medición y apoyo constante en la logística de las visitas a campo.

Al INTA Manfredi por su colaboración, transmitiendo su experiencia y aportando en el desarrollo operativo del ensayo.

Introducción

La producción de maíz en la provincia de Córdoba es la más importantes del país, a tal punto que ha logrado convertirse en uno de los 10 distritos más importante en producción en el mundo. La superficie sembrada con maíz para silaje viene aumentando de manera significativa desde mediados de la década del 90, acompañando a la creciente intensificación de los sistemas ganaderos, como consecuencia de sus múltiples ventajas tanto agronómicas como nutricionales.

Cada híbrido de maíz posee un potencial productivo que se expresa según el suelo y el clima en que se encuentre. Por ello, conocer el comportamiento de los híbridos de maíz en las condiciones ambientales de la región Córdoba Norte, es de utilidad al momento de elegir los materiales.

Es bien conocido que el contenido de materia seca al momento de picado tiene una relación directa con la calidad por lo que es fundamental evaluar el comportamiento de la tasa de secado a la hora de evaluar materiales.

Este informe resume la información de producción y calidad de híbridos de maíz con destino a silo realizados durante la campaña 2021/22 en diferentes localidades de la Región CREA de Córdoba Norte. La performance de los híbridos se evaluó a partir del rendimiento, la calidad nutricional y la tasa de secado o ventana de picado.

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en 4 establecimientos que representan a distintas zonas agroclimáticas de la Región Córdoba Norte (Figura 1). El cultivo antecesor para todos los casos fue soja. La fertilización varió entre sitios, y según criterios de cada establecimiento, sólo el sitio de El Alcalde realizó fertilizaciones con nitrógeno. La fecha de siembra fue para maíces tardíos. En cada campo se sembró el ensayo en cuando se dieron las condiciones agroclimáticas apropiadas. Se realizaron manejo y control pertinente de malezas, plagas y enfermedades.

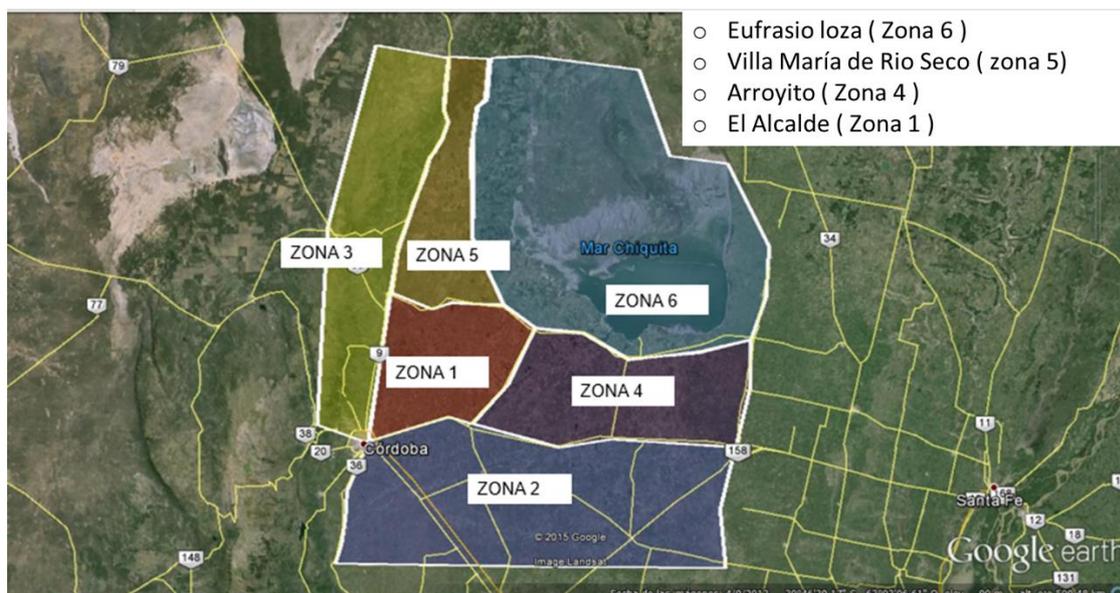


Figura 1: Ubicación de la Región Córdoba Norte y las zonas agroclimáticas. En este ensayo se evaluaron las zonas 1, 4, 5 y 6.

Tabla 1: Detalle de fecha de siembra, densidades y fertilización por sitio.

	Eufrasio Loza	Villa Maria de Rio Seco	El Alcalde	Arroyito
CREA				
Fecha de siembra	27/12/2021	07/01/2022	24/12/2021	06/01/2022
Distancia	52,0 cm	52,0 cm	52,0 cm	52,0 cm
DENSIDAD (sem/ha)	52000	60000	60000	62000
Fertilización	No	No	Nitrocomplex 82 kg/ha	60 kg urea y 60 kg de microesencial Zn

Híbridos evaluados

En cada sitio se seleccionaron 11 híbridos de los ensayos comparativos de rendimiento (ECR) agrícola. Para identificar los híbridos más usados en la zona se utilizó una encuesta a los miembros CREA. El listado de híbridos seleccionados figura en la Tabla 2.

Tabla 2: Híbridos evaluados en el ECR de maíz para silo de la campaña 2021/22.

	SEMILLERO	HIBRIDO
1	BREVANT	Next 22.6 PWU
2	DEKALB	DK 7320 PRO4
3	KWS	KM 3916 VIP3
4	KWS	KM 4216 VIP3
5	LA TIJERETA	LT 720 VT3P
6	NIDERA	NS 7921 VIP3
7	NK	NK 842 VIP3
8	NORD	Acrux PWU
9	PIONNER	P 2089 VYRH
10	TOBIN	TOB 767 VIP3
11	NEXEM	NXM 7123 VT3P

Cosecha

Los materiales fueron seguidos frecuentemente para evaluar su desempeño en tres momentos (Tabla 3). El primer momento de muestreo fue cuando el 50% de los materiales alcanzaron el estadio fenológico entre R2 y R4. Para ello, se cortó 1 planta por híbrido a 30 cm del suelo en cada estación de muestreo (3 estaciones por híbrido, Figura 2), las mimas fueron pesadas en fresco, picadas y luego enviadas al laboratorio para su análisis. A partir de este dato, se estimó un 0,5% de aumento de %MS por día, para estimar el día de cosecha/picado a 30%MS el híbrido más avanzado. En el segundo momento se repitió exactamente el mismo procedimiento.

En el tercer momento de muestreo, se tomaron 4 metros lineales y se cortaron todas las plantas de un surco a 30 cm del suelo. Se armaron gavillas de cada material que fueron pesadas inmediatamente. Luego cada gavilla fue llevada hasta la posición de chipeado, y depositadas a la sombra. La gavilla completa fue chipeada y depositada en una lona para su posterior

cuarteado. El material picado fue mezclado hasta homogeneizarlo, se dividió la muestra en 4 cuadrantes y se recolectaron con pala 2 cuadrantes cruzados, confeccionando una muestra por material y bloque de no menos de 500 gr. Las muestras fueron enviadas de manera inmediata al laboratorio Teknal para su análisis.



Figura 2: Diseño del experimento. En amarillo se muestran ubicaciones de híbridos seleccionados, y en rojo los puntos de muestreo.

Tabla 3: Fecha de siembra y fechas de muestreo por sitio.

Zona	Fecha Siembra	1° Muestreo	2° Muestreo	3° Muestreo
Arroyito	6/1/2022	1/4/2022	25/4/2022	13/5/2022
El Alcalde	24/12/2021	18/3/2022	9/4/2022	29/4/2022
Eufrasio Loza	28/12/2021	28/3/2022	14/4/2022	4/5/2022
V. M de Rio Seco	7/1/2022	28/3/2022	14/4/2022	14/5/2022

Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio fueron realizados en el laboratorio Teknal mediante la tecnología de espectroscopía infrarroja (NIRS). Los parámetros a analizar fueron: MS, TND, Energía metabolizable, Almidón, Degradabilidad del almidón a las 7 horas, Proteína cruda y soluble, Grasa cruda, FDA, FDN, Digestibilidad de la FDN a las 30 horas, Lignina, Cenizas, pH.

Análisis estadísticos

Los resultados fueron analizados mediante ANOVA y las comparaciones entre híbridos comparados con el test de Fisher de medias utilizando cada sitio como un bloque. También se realizaron análisis de correlación y regresión para evaluar la asociación entre variables.

Resultados

Evolución de la Materia seca

La evolución de la materia seca fue similar para los sitios de El Alcalde y el Coro por un lado, con mayores contenidos de materia seca respecto a Las Chilcas y Arroyito (Figura 3). Esto puede estar en parte explicado por la fecha de siembra anterior en estos sitios.

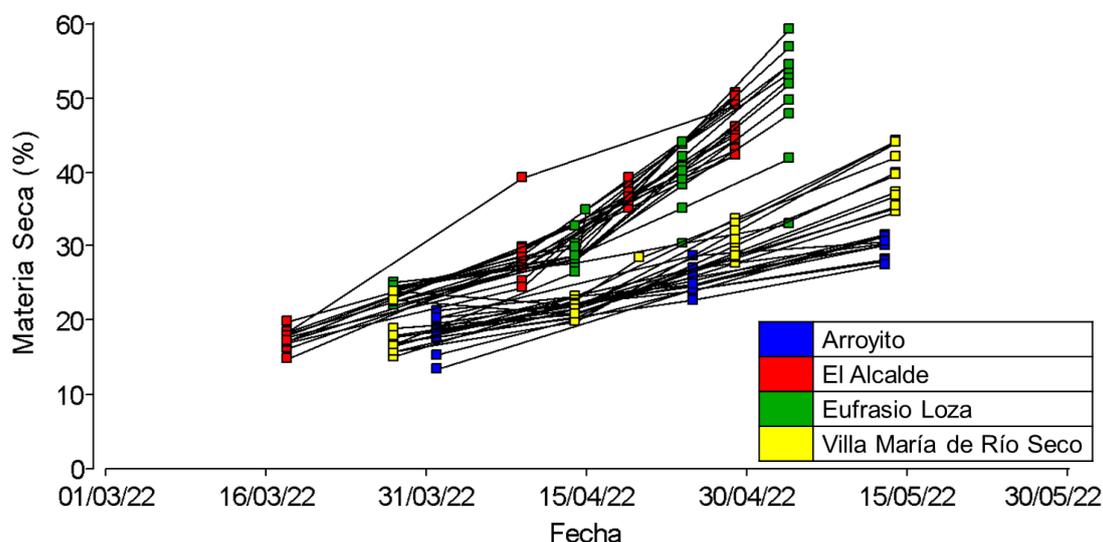


Figura 3: Evolución de la materia seca según fecha. Cada cuadrado representa un híbrido y los colores representan los sitios.

Se encontró una relación entre rendimiento y materia seca, a mayor materia seca, mayor el rendimiento. Para el análisis de rendimiento y calidad fueron seleccionados los datos que se comprendían entre 30 y 40% de materia seca.

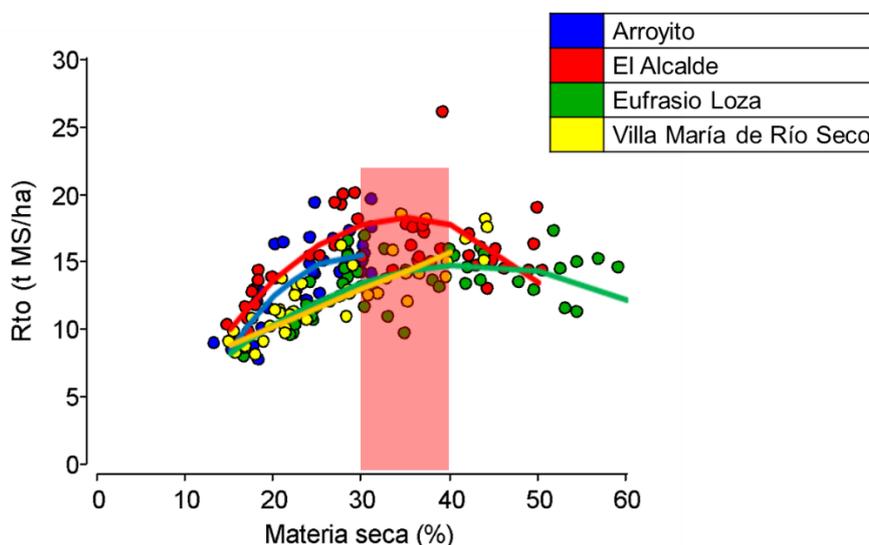


Figura 4: Relación entre contenido de materia seca y rendimiento.

Evaluando los sitios a un 35% MS, los rindes variaron entre 13 t MS y 17 t MS por hectárea, con un promedio de 15.2 t MS/ha (Tabla 4). El sitio de mayor rendimiento promedio fue El Alcalde, con un rendimiento promedio de 17.5 t MS/ha, el siguiente sitio fue El Coro con 14.6 t MS/ha, seguido por Las Chilcas con 13.5 t MS/ha. El sitio Arroyito no pudo evaluarse el rendimiento al no alcanzar el 35% MS. No se encontraron diferencias significativas entre híbridos al

compararlos entre sí. Sin embargo, hubieron diferencias de rendimiento del 30% entre el sitio de menor y de mayor rendimiento de materia seca. En cambio las diferencias en rendimiento de grano fueron menores (Tabla 5) Los híbridos fueron ordenados de mayor a menor rendimiento de materia seca promedio entre los 3 sitios en las Tablas 4 y 5.

Tabla 4. Rendimiento en materia seca (kg MS/ha) según sitio. El rendimiento índice surge de la relación entre el rendimiento del híbrido y el promedio del sitio. Los valores promedios representan la diferencia porcentual respecto al rendimiento promedio de los cuatro sitios.

Sitio	V.M. Río Seco	E. Loza	El Alcalde	Promedio
FS	7/1/2022	27/12/2021	24/12/2021	
Rto (t MS/ha)	13,5	14,6	17,5	15,2
	Rendimiento índice			%
P 2089 VYHR	0,97	1,16	1,14	6,0
Next 22.6 PWU	1,11	0,94	1,08	5,3
TOB 767 VIP3	1,26	1,12	0,87	4,3
LT 720 PRO4	0,91	1,11	1,11	1,6
NK 842 VIP3	0,82	0,97	0,93	0,4
KM 3916 VIP3	1,04	0,81	1,04	-0,9
DK 7320 PRO4	0,96	1,12	0,89	-1,2
Acrux PWU	0,95	1,04	0,91	-1,5
KM 4216 VIP3	0,95	0,91	1,11	-2,0
NS 7921 VIPTERA3 CL	0,91	1,00	1,04	-2,5
NXM 7123 PW	1,12	0,80	0,88	-9,7

Tabla 5. Rendimiento en grano (kg /ha) según sitio. El rendimiento índice surge de la relación entre el rendimiento del híbrido y el promedio del sitio. Los valores promedios representan la diferencia porcentual respecto al rendimiento promedio de los cuatro sitios. Los híbridos fueron ordenados según la tabla 4 de rendimiento en MS.

Sitio	V.M. Río Seco	E. Loza	El Alcalde	Promedio
FS	7/1/2022	27/12/2021	24/12/2021	
Rto (kg/ha)	9129	9612	9655	9466
	Rendimiento índice			%
P 2089 VYHR	1,04	1,09	1,00	4,4
Next 22.6 PWU	1,00	1,04	1,09	4,4
TOB 767 VIP3	0,94	0,97	0,94	-4,8
LT 720 PRO4	0,94	1,01	0,96	-2,9
NK 842 VIP3	1,04	0,98	1,05	2,2
KM 3916 VIP3	0,93	1,00	1,01	-1,5
DK 7320 PRO4	1,02	1,00	1,06	3,1
Acrux PWU	1,07	1,01	0,98	1,9
KM 4216 VIP3	0,93	0,99	0,91	-5,8
NS 7921 VIPTERA3 CL	1,08	0,97	1,00	1,7
NXM 7123 PW	1,00	0,93	0,99	-2,5

En un análisis preliminar se encuentra que el rendimiento en materia seca estuvo asociado a la densidad de plantas, no así el rendimiento en grano. Sin embargo, estos pueden ser efectos confundidos entre sitios, ya que distintos sitios significaron distintas densidades de siembra.

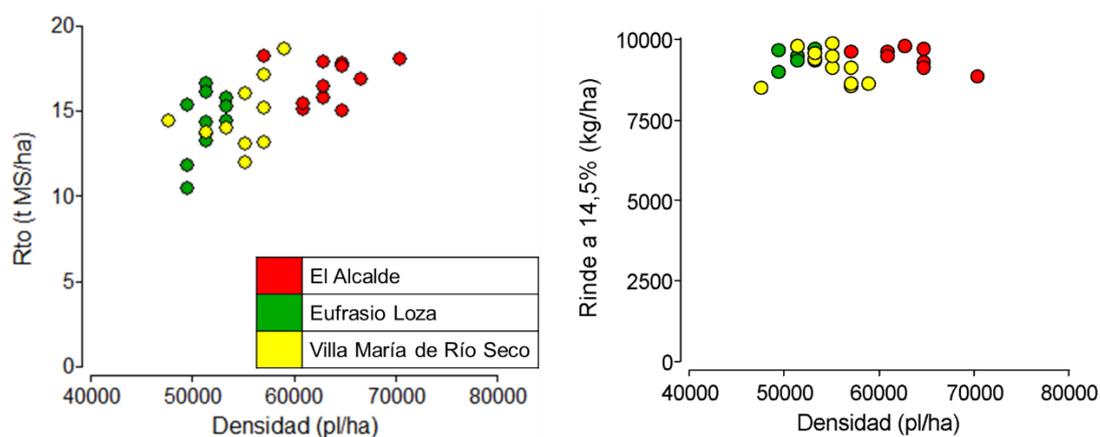


Figura 5: Relación entre el rendimiento en materia seca (izquierda) y rendimiento en grano (derecha) y la densidad de plantas.

Calidad

Almidón

Se encontró una asociación entre el contenido de materia seca y el contenido de almidón. A medida que aumentó el contenido de materia seca, mayor fue el contenido de almidón. El contenido de almidón está relacionado al contenido de grano en la planta, por lo que plantas más avanzadas en su fenología tendrán más almidón. No se encontraron diferencias estadísticas entre híbridos.

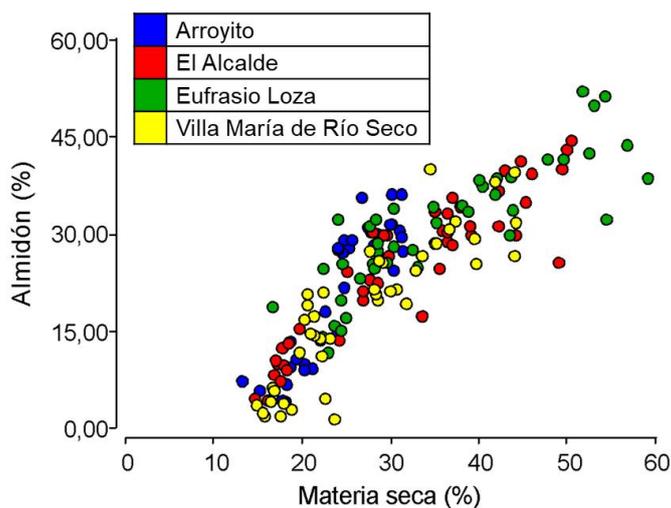


Figura 6: Relación entre el contenido de Almidón y porcentaje de materia seca. Cada punto representa un híbrido en un determinado momento de muestreo.

Fibra en Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA)

Al igual que almidón, se encontró asociación entre la FDN y FDA y el %MS, a mayor MS menor contenido de fibra. Esto ocurre al aumentar los granos, los componentes de la fibra se diluyen en la planta. Éste parámetro está asociado al consumo, a mayor FDN menor consumo por parte de los animales. Los valores deseables se encuentran por debajo del 50% en FDN y del 30% en FDA.

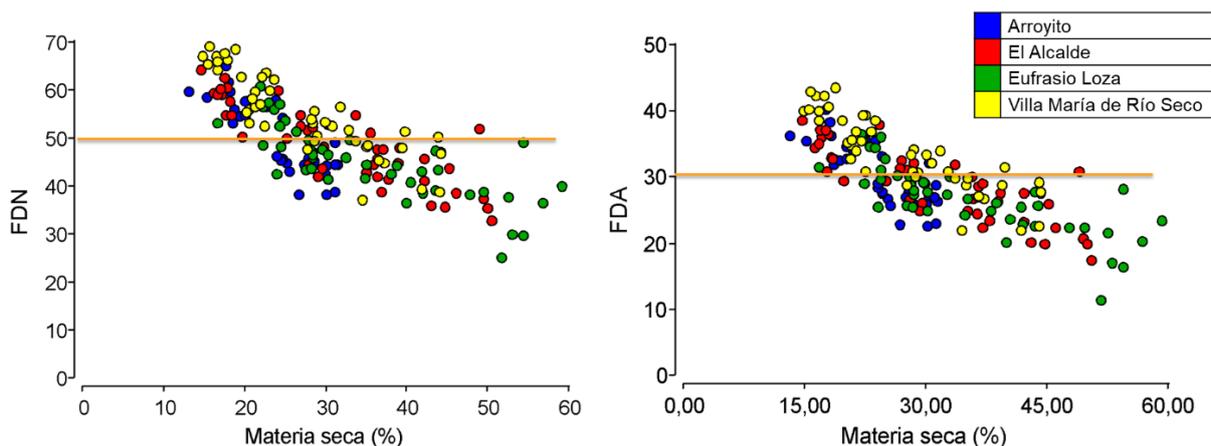


Figura 7: Relación entre la materia seca (%) y la FDN y FDA (%MS) para los distintos híbridos y sitios. Cada punto representa una parcela asociada a un híbrido.

Digestibilidad de la FDN

La digestibilidad de la FDN se refiere a la proporción de la fibra detergente neutro que es digerida en un tiempo determinado. A mayor digestibilidad habrá mayor energía y proteína disponible para la producción. Analizando la digestibilidad de la FDN a las 30 horas no se encontraron grandes cambios en el tiempo, por lo que no se observa un deterioro de la fibra en los momentos muestreados, aunque esto debe confirmarse en campañas siguientes.

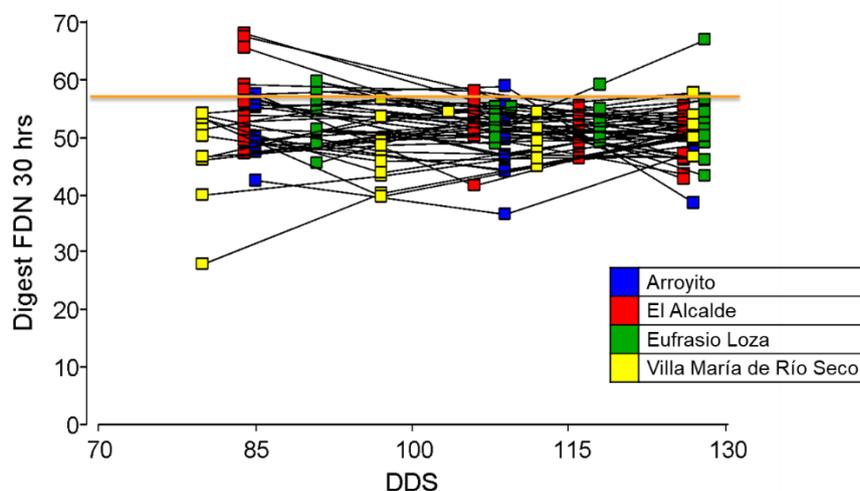


Figura 8: Relación entre la digestibilidad de la FDN (%FDN) en relación a los días desde la siembra (DDS) para los distintos híbridos y sitios. Cada punto representa una parcela asociada a un híbrido.

Los híbridos fueron ordenados en función del almidón cosechado por hectárea (contenido de almidón por el rendimiento) en las Tablas 6, 7 y 8. Además se seleccionaron los híbridos que alcanzaban tres criterios mínimos de calidad: menos de 50% de FDN, menos de 30% de FDA y más de 7% de PB. En solo 11 casos de los 33 se encontraron que se cumplía con el triple criterio.

Tabla 6. Rendimiento de almidón (Almidón/ha) y contenido de FDN, FDA y proteína bruta (PB) para cada híbrido al 35% MS en el sitio de El Alcalde. Las celdas pintadas en verde contienen valores buscados de menos de 50% de FDN, menos de 30% de FDA y más de 7% de PB.

Nombre-Híbrido	El Alcalde			
	Almidon/ha	FDN	FDA	PB
P 2089 VYHR	6.19	39.5	22.85	8.21
LT 720 PRO4	5.91	42.55	24.75	6.15
NS 7921 VIPTERA3 CL	5.34	44.23	26.49	7.12
KM 4216 VIP3	5.15	48.74	28.34	6.3
Next 22.6 PWU	4.93	48.15	28.83	6.8
TOB 767 VIP3	4.77	43.21	24.64	7.46
NXM 7123 PW	4.76	43.33	25.4	6.74
Acrux PWU	4.42	46.57	27.45	6.75
DK 7320 PRO4	4.38	47.46	28.43	7.51
NK 842 VIP3	4.33	49.51	30.33	7.03
KM 3916 VIP3	3.97	51.09	30.12	6.72

Tabla 7. Rendimiento de almidon (Almidon/ha) y contenido de FDN, FDA y proteína bruta (PB) para cada híbrido al 35% MS en el sitio de El Coro. Las celdas pintadas en verde contienen valores buscados de menos de 50% de FDN, menos de 30% de FDA y mas de 7% de PB.

Nombre-Híbrido	Eufrasio Loza			
	Almidón/ha	FDN	FDA	PB
P 2089 VYHR	5,91	40,35	23,82	6,68
LT 720 PRO4	5,52	41,87	24,24	6,23
NS 7921 VIPTERA3 CL	4,94	41,01	23,76	7,87
TOB 767 VIP3	4,93	45	26,86	6,55
Acrux PWU	4,53	44,3	26,55	6,39
NK 842 VIP3	4,44	43,67	26,38	6,87
Next 22.6 PWU	4,35	43,88	25,51	7,34
DK 7320 PRO4	4,29	45,94	27,21	6,57
KM 4216 VIP3	4,02	45,88	27,34	5,85
KM 3916 VIP3	3,72	44,44	25,83	6,59
NXM 7123 PW	2,35	51,65	31,31	7,46

Tabla 8. Rendimiento de almidón (Almidon/ha) y contenido de FDN, FDA y proteína bruta (PB) para cada híbrido al 35% MS en el sitio de Las Chilcas. Las celdas pintadas en verde contienen valores buscados de menos de 50% de FDN, menos de 30% de FDA y más de 7% de PB.

Nombre-Híbrido	V.M. del Río Seco			
	Almidon/ha	FDN	FDA	PB
TOB 767 VIP3	7,62	36,28	21,4	7,06
NXM 7123 PW	5,14	46,28	27,76	7,35
KM 3916 VIP3	4,81	43,93	24,98	7,91
Next 22.6 PWU	4,5	47,84	28,79	7,8
Acrux PWU	4,07	46,02	27,6	7,25
DK 7320 PRO4	3,95	48,02	28,68	7,42
KM 4216 VIP3	3,71	50,46	30,07	7,98
NK 842 VIP3	3,38	48,44	29,85	6,75
NS 7921 VIPTERA3 CL	3,28	50,04	30,36	7,26
P 2089 VYHR	3,24	52,06	32,23	7,18
LT 720 PRO4	2,76	54,82	32,58	7,46

Tasa de secado

Como fue visto anteriormente, encontramos que la materia seca es importante para la determinación del rendimiento y la calidad del silo, por lo que se realizó un análisis detallado de la tasa de acumulación de materia seca por sitio y por híbrido. Esta tasa, expresada como el cambio en el porcentaje de materia seca por día fue definido como tasa de secado (%MS/día).

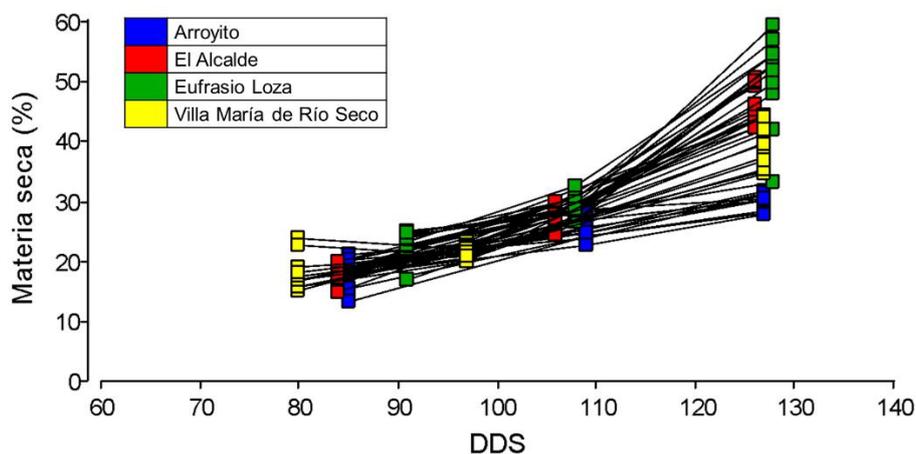


Figura 9: Evolución de la materia seca en función de los días desde la siembra. Cada cuadrado representa un híbrido y los colores representan los sitios.

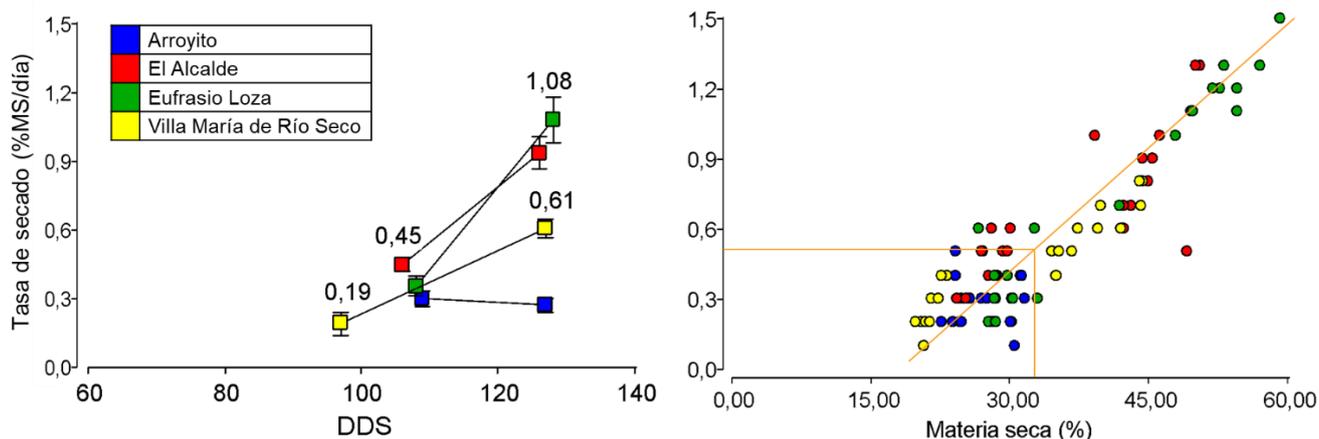


Figura 10: Tasa de secado para distintos sitios en función de los días desde la siembra (izquierda) y el contenido de materia seca (derecha). Cada punto en la figura de la izquierda es una parcela de un híbrido, y los colores indican los sitios.

Se generaron estimación de los días necesarios para que cada híbrido alcance el 30 y 40 % de materia seca y con eso se calculó la ventana de picado (Tabla 10).

Tabla 10: Ventana de picado en días, promedio por sitio y por híbrido. Ventana de picado son los días entre 30% a 40 % de MS. Los valores dentro de la tabla representan las diferencias en días respecto al promedio de cada sitio.

	V.M. Río Seco	E. Loza	El Alcalde	Promedio
FS	7/1/2022	27/12/2021	24/12/2021	
Ventana de picado (días)	17	10	11	13
Acrux PWU	2,25	5,16	-0,40	2,2
DK 7320 PRO4	6,82	-0,75	-1,30	1,4
NS 7921 VIPTERA3 CL	0,52	-1,41	5,05	1,2
NK 842 VIP3	4,96	-1,78	-3,07	-0,1
TOB 767 VIP3	5,44	-3,37	-2,91	-0,4
Next 22.6 PWU	-2,27	0,48	0,54	-0,6
P 2089 VYHR	-1,24	-2,36	2,00	-0,7
NXM 7123 PW	-7,58	8,64	-3,19	-0,9
LT 720 PRO4	-4,27	-1,65	3,26	-1,0
KM 3916 VIP3	-1,16	-2,36	0,74	-1,1
KM 4216 VIP3	-3,46	-0,62	-0,67	-1,7

Comentarios finales

- Se encontraron mayores diferencias en **producción de materia seca** que en rendimiento de grano. En rango de rendimiento en materia seca estuvo entre 11 y 20 t MS/ha, lo que significa una diferencia del 80% en rendimiento. En cambio, el rendimiento en grano varió entre 8.5 y 10 t/ha, siendo una diferencia de tan solo 17% entre el máximo y el mínimo. Estos resultados sugieren que la producción de materia seca posee un comportamiento distinto a la producción de grano, lo que justifica seguir explorando la producción de maíces con destino a silo.
- El rendimiento en materia seca estuvo asociado a la **densidad de plantas**, no así el rendimiento en grano. Se sugiere seguir explorando a futuro el efecto de la densidad sobre el rendimiento y la calidad.
- Se encontraron fuertes relaciones entre el **momento de picado** y algunos parámetros de **calidad** como almidón, FDN y FDA. Sin embargo, no se encontró un deterioro de la digestibilidad de la FDN con el atraso en el picado, este resultado es novedoso ya que permitiría picar más tarde aumentando la biomasa, el contenido de almidón y sin comprometer la calidad de la fibra. Nuevamente hay que tener en cuenta que son resultados de una campaña.
- Es de destacar lo híbridos que obtuvieron los mayores **rendimientos en almidón** por hectárea (ver tablas 6, 7 y 8). En el 35% de los casos los materiales sortearon el triple criterio de **menos de 50% de FDN, menos de 30% de FDA y más de 7% de PB**. El sitio con mejores resultados de calidad fue V.M. del Río Seco, y entre los híbridos hubo disparidad entre sitios. Los híbridos no fueron estrictamente seleccionados para un ensayo de silaje, sino de grano, por lo que es necesario poder comparar entre híbridos posicionados para uso forrajero.
- La **tasa de secado** no es fija. El promedio es de 0.52 %MS/día y aumenta exponencialmente luego de 30% MS. Esto debe ser tenido en cuenta al momento de diseñar el momento de picado.



CREA – Región Córdoba Norte

Septiembre 2022

Informe elaborado por: Ing. Agr. Gonzalo Berhongaray

Responsable Técnico del Ensayo: Ing. Agr. Lourdes Cornavaca y Ing. Agr. Osvaldo W. Luna

Responsable a campo del Ensayo: Ing. Agr. Tomas Jurczyn

Responsables de mesa agrícola: Marcelo Valdez. Mesa Ganadera: Juan Manuel Esposito y

Mesa de Integración Lechera: Alberto Sánchez

Coordinador Zonal: Rodrigo Bosch

Vocal Zonal: Néstor Scarafia