

**Ensayo comparativo de rendimiento y calidad
nutricional de genética de maíz y sorgo para
silaje**

Campaña 2023/24



**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 participantes por el compromiso asumido con este proyecto, que nos permiten evaluar sus híbridos para generar información en la zona sobre calidad y rendimiento de silajes de maíz y sorgo

A la Mesa Ganadera 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 los análisis de laboratorio para medir calidad.

Introducción

La producción de forrajes conservados de alta calidad es un pilar fundamental en la intensificación de los sistemas ganaderos y lecheros de la región Córdoba Norte. El maíz ha sido tradicionalmente el cultivo preferido para la confección de silajes debido a su alto rendimiento y calidad nutricional. Sin embargo, en los últimos años, el sorgo ha ganado relevancia como una alternativa valiosa, especialmente en zonas con limitaciones hídricas o en años de sequía.

Las últimas campañas han presentado desafíos climáticos significativos, lo que resalta la importancia de evaluar tanto el maíz como el sorgo en condiciones de estrés. El sorgo, conocido por su mayor tolerancia a la sequía y su capacidad de producir forraje de calidad en condiciones subóptimas, se posiciona como un cultivo estratégico para diversificar y estabilizar la producción de silaje en la región.

Cada material de maíz y sorgo posee características únicas que se expresan de manera diferente según las condiciones edafoclimáticas. Por ello, conocer el comportamiento de estos materiales en las condiciones específicas de la región Córdoba Norte es crucial para la toma de decisiones de los productores.

Este informe resume los resultados de los ensayos comparativos de rendimiento y calidad nutricional de híbridos de maíz y sorgo con destino a silaje, realizados durante la campaña 2023/24 en diferentes localidades de la Región CREA de Córdoba Norte. Se evaluó la performance de los materiales a partir de la producción de materia seca, la calidad nutricional y parámetros económicos como el costo de la materia seca y del almidón producido.

El objetivo de este trabajo es proporcionar información actualizada y relevante que permita a los productores seleccionar los materiales más adecuados para sus sistemas productivos, considerando no solo el potencial de rendimiento, sino también la estabilidad productiva, la calidad nutricional y la eficiencia económica en la producción de silaje.

La incorporación del sorgo en estos ensayos comparativos junto al maíz representa un avance significativo en la búsqueda de alternativas que permitan una mayor resiliencia de los sistemas forrajeros frente a la variabilidad climática, contribuyendo así a la sostenibilidad de la producción ganadera de carne y leche en la región.

1. Ensayo comparativo de rendimiento en Maíz

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en 5 establecimientos que representan a distintas zonas agroclimáticas de la Región Córdoba Norte (Figura 1). El cultivo antecesor fue trigo o soja según el sitio (Tabla 1). La fertilización varió entre sitios, y según criterios de cada establecimiento. La fecha de siembra fue para maíces tardíos. En cada campo se sembró el ensayo en cuanto se dieron las condiciones agroclimáticas apropiadas. Se realizaron manejo y control pertinente de malezas, plagas y enfermedades.

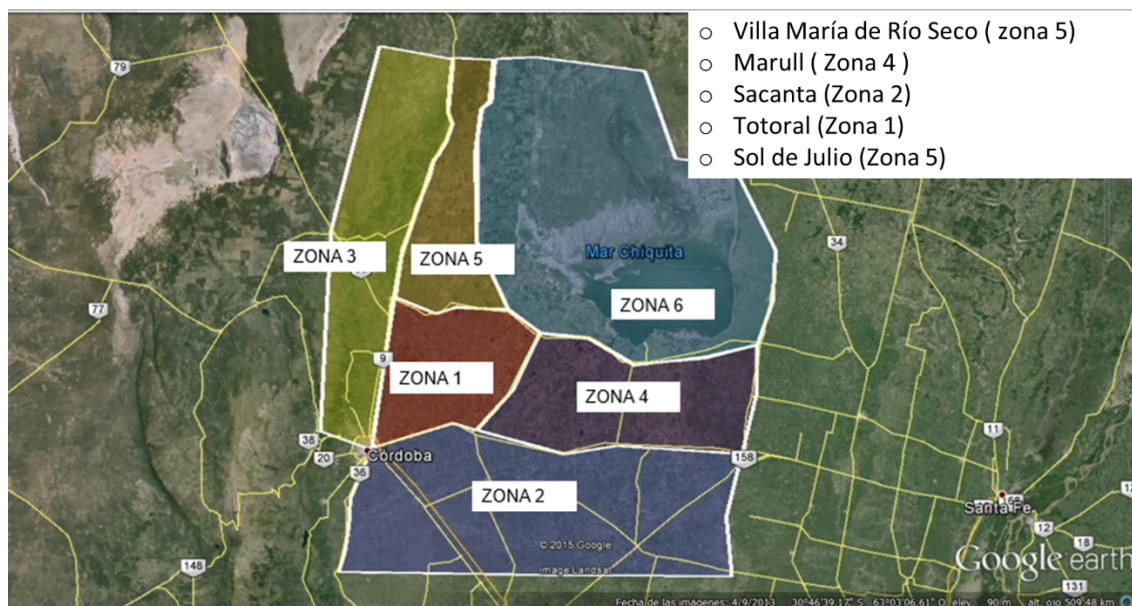


Figura 1: Ubicación de la Región Córdoba Norte y las zonas agroclimáticas. En este ensayo se evaluaron las zonas 1, 2, 4 y 5.

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

Sitio	Totoral	Marul	Sacanta	Sol de Julio	Villa María de Río Seco
Fecha de siembra	27/12/2024	28/12/2024	29/12/2024	3/1/2024	5/1/2024
Densidad de siembra (plantas/ha)	55.000	56.000	Siembra Variable	55.000	Siembra Variable
Prof. siembra	4 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm
Distancia entre surcos	0,52CM	0,52CM	0,52CM	0,52CM	0,52CM
Antecesor	Soja	trigo	trigo	trigo	Soja
Fertilización	55 Kg de Urea a la Siembra	Mezcla Física 22N - P60kg/ha	DAP	Sin fertilizante	Sin fertilizante
MO %	3,90	1,74	3,04	2,52	2,28
P Bray (ppm)	58	43	38	27	71
N-nitratos (kg/ha)	39,3	96,7	64,4	65,6	73,5

Híbridos evaluados

En cada sitio se evaluaron 11 híbridos (Tabla 2), sembrados con un diseño en 3 bloques completos en un lote de producción. La siembra se realizó según tamaño de máquina, entre 3 a 6 híbridos por maquinada. Para la siembra se eligieron sectores del lote homogéneos y de buena fertilidad, libre de malezas y con similar manejo previo según conocimiento de los encargados de los establecimientos. Entre los bloques se sembraron franjas de relleno. La densidad de semillas varió en función de los ambientes, en promedio fue de 55 mil semillas por hectárea (Tabla 1), y todos los híbridos fueron sembrados a la misma densidad en el ensayo. La fertilización también varió entre sitios, y según criterios de cada establecimiento. La fecha de

siembra fue tardía, y en cada campo se sembró cuando se dieron las condiciones agroclimáticas apropiadas, entre el 27 de diciembre y el 5 de enero. Se realizaron manejo y control pertinente de malezas, plagas y enfermedades.

Tabla 2: Híbridos evaluados en el ECR de maíz para silaje de Región Córdoba Norte de CREA, campaña 2023/24.

	SEMILLERO	HIBRIDO
1	ACA Coop	ACA 484 VT3P
2	Advanta	ADV 8620 VT3P
3	DUO 3	DUO 30 PWU
4	Nidera	NS 7818 VIP3
5	SPS	SPS 2743 VIP3
6	Peman	Peman 8778 VIP3
7	KWS	KWS 19-120 VIP3
8		KWS 60-950 VIP3
9	Brevant	BRV 8472 PWU
10		Next 22,6 PWUE
11	Albert	Albert 8850 VIP3

Condiciones meteorológicas

Durante la campaña 2023/24 las condiciones climáticas se caracterizaron por poseer precipitaciones normales para la zona. Sin embargo, un 25% de las precipitaciones ocurrieron a partir del mes de marzo, cuando los maíces se encontraban avanzados. Aunque tanto en Sacanta como en Totoral las precipitaciones registraron niveles similares, Totoral tuvo alrededor de 120 mm más acumulados a los meses cruciales de enero y febrero.

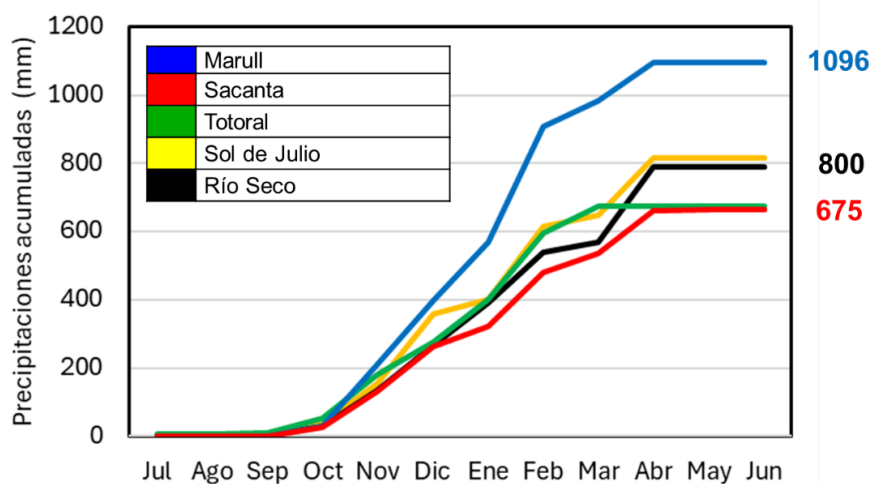


Figura 2: Precipitaciones acumuladas durante el ciclo productivo para cada uno de los sitios.

Cosecha

Los materiales fueron seguidos frecuentemente para evaluar su desempeño en dos momentos (Tabla 3). El primer momento de muestreo fue cuando el 50% de los materiales alcanzaron el estadio fenológico R3. Para ello, se cortaron 3 plantas por híbrido a 30 cm del suelo en tres

estaciones de muestreo por repetición (3 repeticiones por híbrido), 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. En el segundo momento de muestreo, se tomaron 3 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.

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

Sitio	Fecha Siembra	1° Muestreo	2° Muestreo
Sol de Julio	3/1/2024	05/04/2024	26/04/2024
Marull	28/12/2023	08/04/2024	25/04/2024
Río Seco	5/1/2024	08/04/2024	29/04/2024
Sacanta	29/12/2023	08/04/2024	26/04/2024
Totoral	27/12/2023	08/04/2024	26/04/2024



Figura 3: Estado de los cultivos al momento del muestreo.

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, Almidón, Proteína cruda y soluble, Grasa cruda, FDA, FDN, Lignina, Cenizas, pH y digestibilidad de fibra, entre otros.

Análisis estadísticos

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

Resultados

Evolución de la Materia seca

La materia seca tendió aumentar en el tiempo, pero hubo comportamientos en que se mantuvo la proporción de materia seca en los sitios de Río Seco y Sol de Julio debido a las altas humedades ambientales al momento del segundo muestreo que posiblemente rehidrataron los cultivos de maíz (Figura 7). Sumado a lo anterior, a campo se observó un pobre desarrollo de granos debido al ataque del complejo Spiroplasma, por lo que la materia seca se mantuvo prácticamente estable desde la primera fecha de picado hasta la segunda fecha (Figura 3). En años normales se observa un aumento marcado de la materia seca en la etapa de llenado de granos.

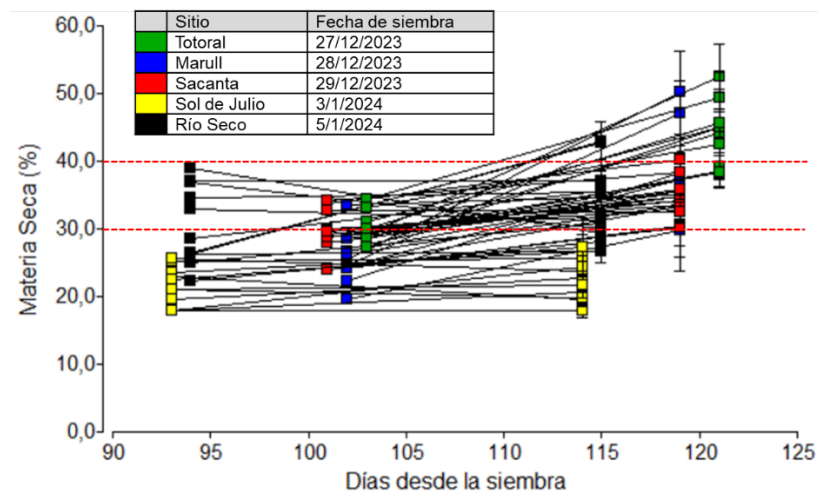


Figura 4: Evolución de la materia seca según días desde la siembra (DDS). Cada cuadrado representa el promedio de los híbridos y los colores representan los sitios.

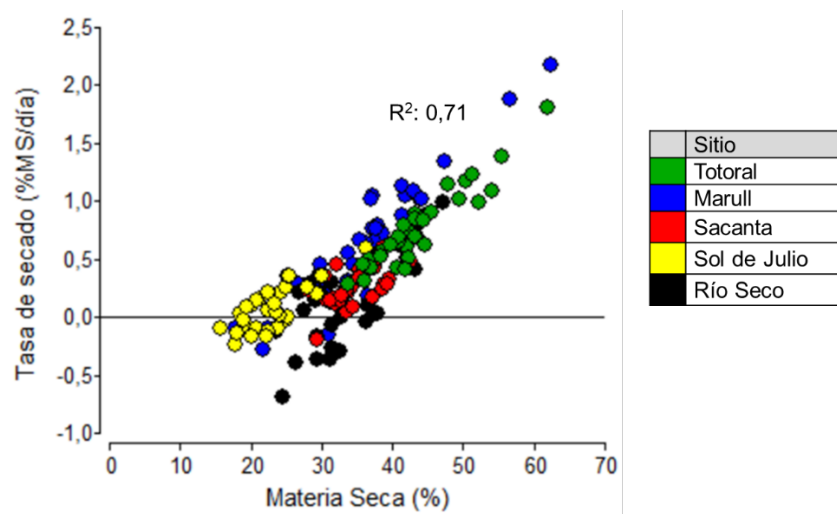


Figura 5: Relación entre contenido de materia seca y tasa de secado. Cada color representa una repetición del híbrido en cada sitio indicado con un color diferente.

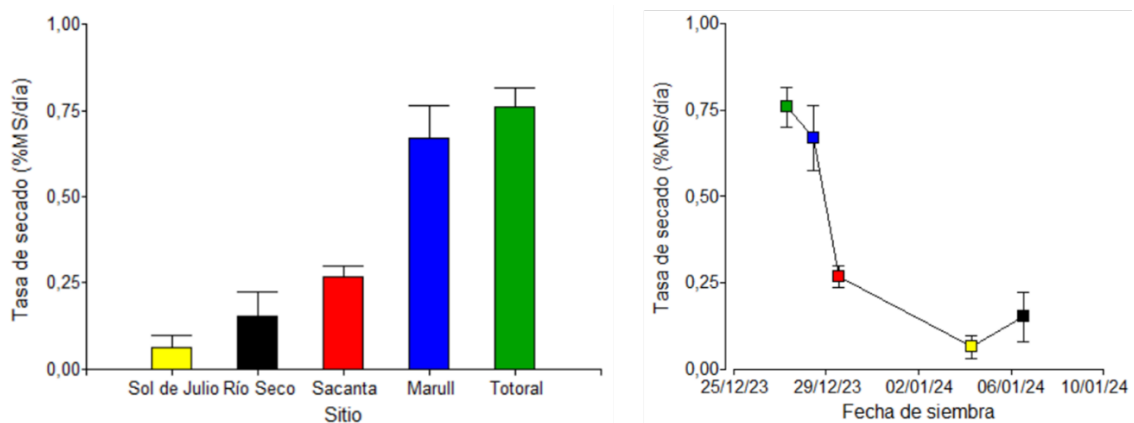


Figura 6: Tasa de secado promedio por sitio, y su relación con la fecha de siembra.

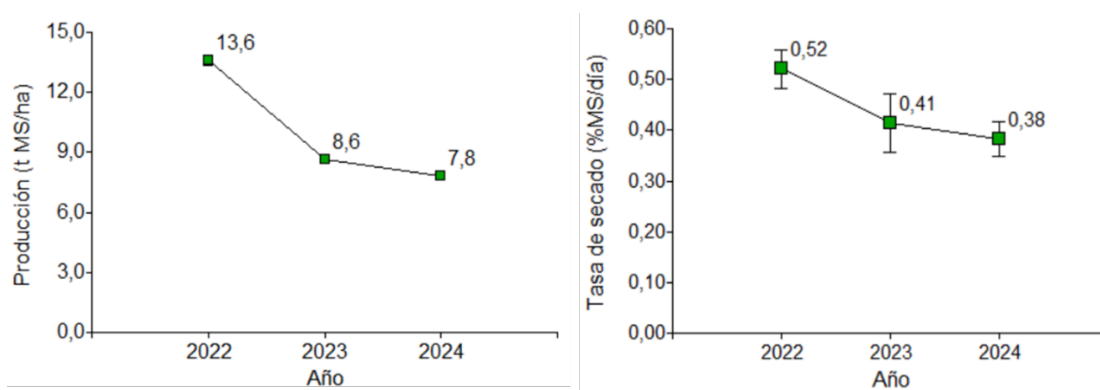


Figura 7: Producción de materia seca promedio y tasa de secado promedio por campaña.

Al analizar la producción promedio de todos los sitios e híbridos, se observa una disminución de la producción en un 10% en la campaña 2023/24 en comparación con la campaña anterior, que fue caracterizada por sequía (Figura 7). Esto indica que el impacto del spiroplasma en la producción 2024 fue aún peor que el de la sequía del 2023. La tasa de secado también disminuyó. En las campañas anteriores, alrededor de los 110 días luego de la siembra ya se alcanzaron tasas de secado de 0.5% MS/día, mientras que en el 2024 las tasas fueron muy inferiores (Figura 8).

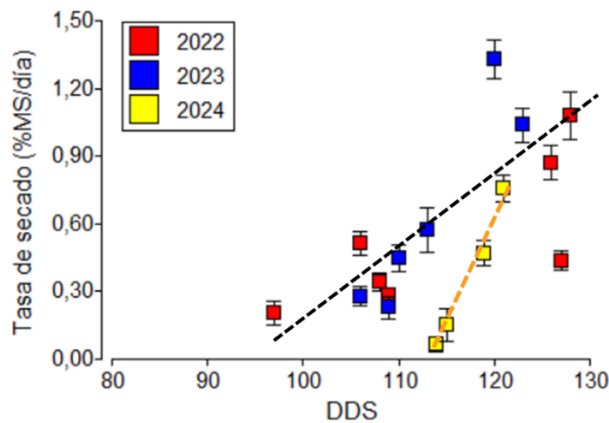
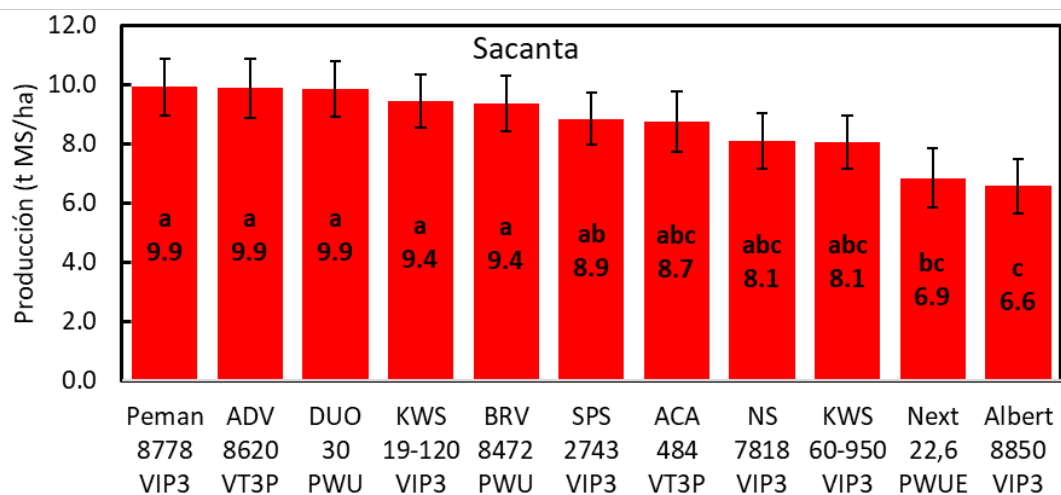
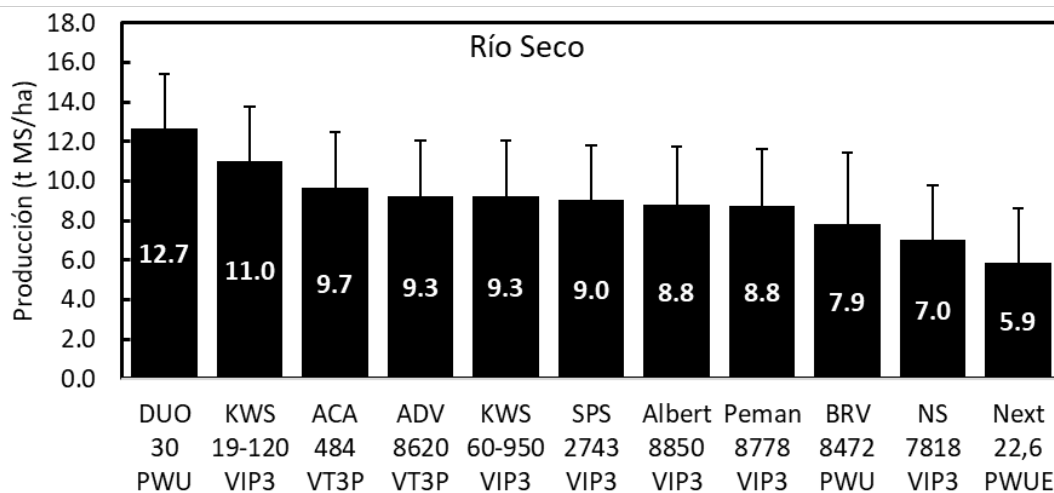


Figura 8: Tasa de secado promedio por sitio desde los días desde la siembra (DDS) para distintas campañas. Cada cuadrado representa el promedio de un sitio dentro de un año indicado con un color.

Evaluando todos los sitios, las producciones variaron entre 4.7 t MS y 12.7 t MS por hectárea, con un promedio de 7.7 t MS/ha. El sitio de mayor rendimiento promedio fue Villa de María del Río Seco con un rendimiento promedio de 9 t MS/ha. Se encontraron diferencias significativas entre híbridos en los sitios de Sacanta y Sol de Julio.



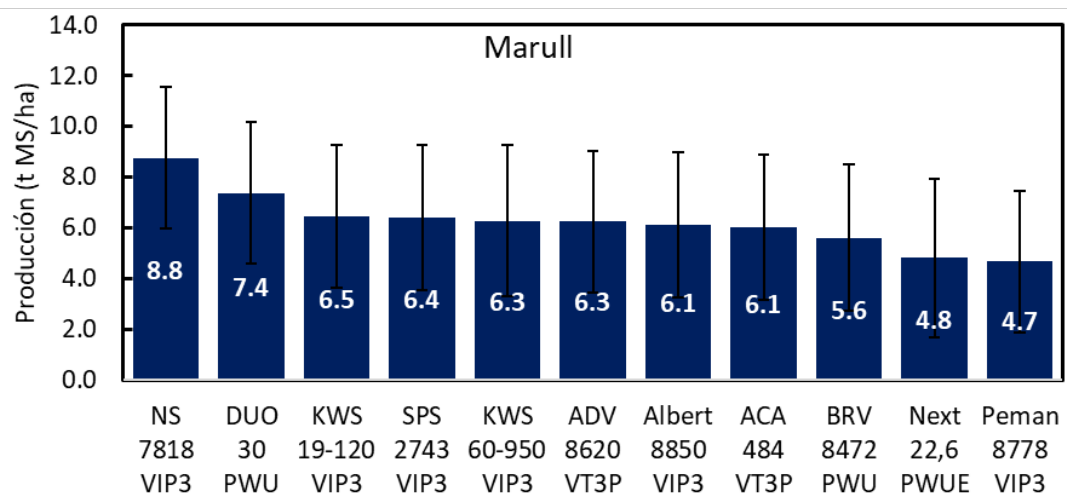
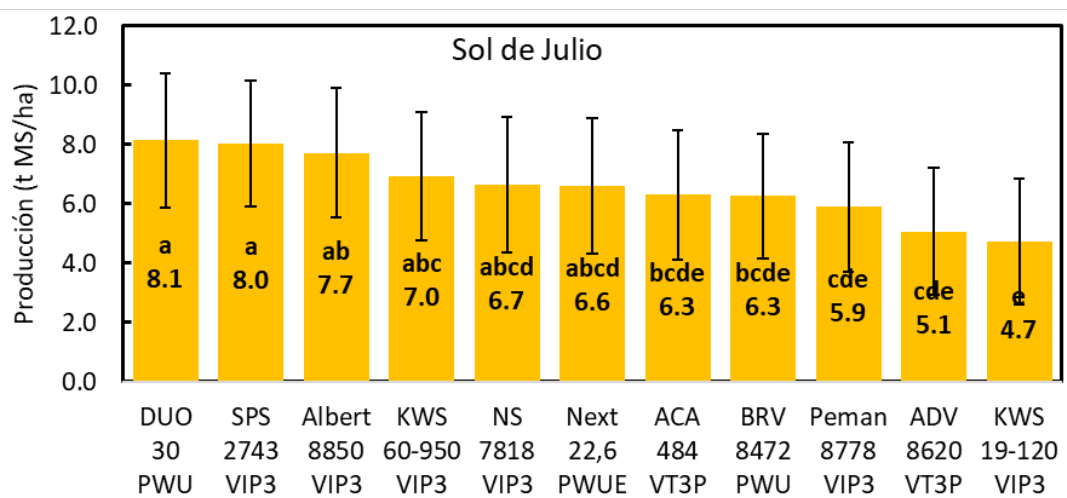
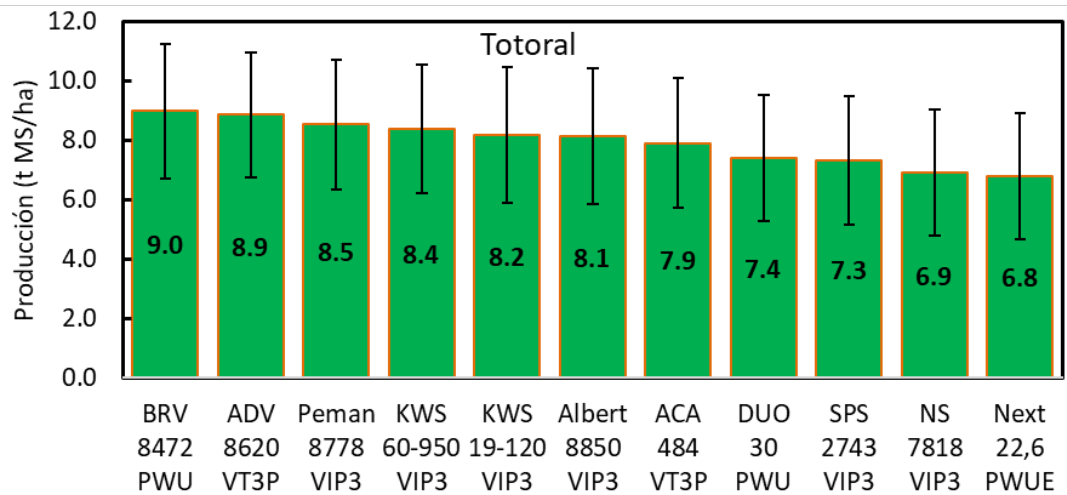


Figura 9: Producción promedio por híbrido y por sitio. Letras diferentes indican diferencias significativas entre híbridos.

Los híbridos fueron ordenados de mayor a menor rendimiento promedio entre los 5 sitios en la Tabla 4.

Tabla 4. Producción (t MS) por hectárea según sitio. Los valores dentro de la tabla representan la diferencia porcentual respecto al promedio (DRP) del sitio o de los cinco sitios en el caso del promedio.

Sitio	Río Seco	Sacanta	Totoral	Sol de Julio	Marull	Promedio
FS	29/12/2022	26/12/2022	6/1/2023	5/1/2023	28/12/2022	
Producción (t MS/ha)	9.0	8.7	8.0	6.6	6.3	7.7
Híbridos						
DUO 30 PWU	41%	14%	-7%	24%	18%	18%
KWS 19-120 VIP3	22%	9%	3%	-28%	3%	4%
SPS 2743 VIP3	0%	2%	-8%	22%	2%	3%
ADV 8620 VT3P	3%	14%	11%	-23%	0%	2%
KWS 60-950 VIP3	3%	-7%	6%	6%	0%	1%
ACA 484 VT3P	7%	1%	-1%	-4%	-3%	0%
BRV 8472 PWU	-13%	8%	13%	-5%	-10%	-1%
Peman 8778 VIP3	-3%	14%	7%	-10%	-25%	-2%
NS 7818 VIP3	-22%	-7%	-13%	1%	40%	-3%
Albert 8850 VIP3	-2%	-24%	2%	17%	-2%	-3%
Next 22,6 PWUE	-35%	-21%	-14%	0%	-23%	-20%

Estabilidad de rendimientos

Se determino la estabilidad de rendimientos de cada híbrido comparando la producción del híbrido en cada ambiente con la producción promedio de los híbridos. Se realizo un análisis de regresión y se utilizó la pendiente de la recta (coeficiente b). Se encontró una asociación entre el potencial de los híbridos y la estabilidad. Los híbridos de menor potencial fueron también los que tuvieron rendimientos más estables entre sitios (Figuras 10 y 11).

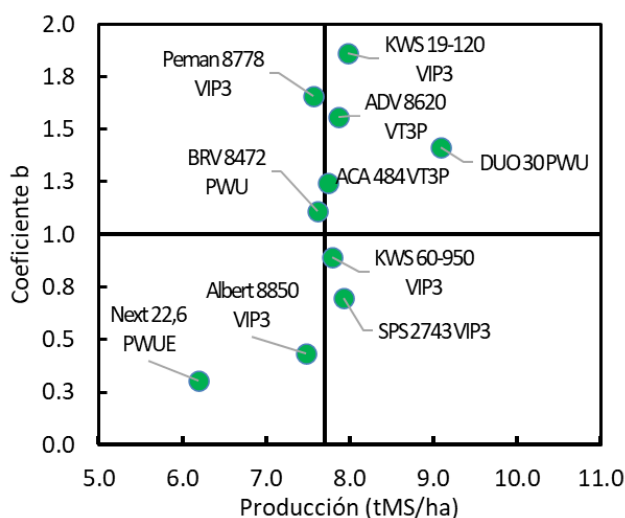


Figura 10: Relación entre la producción y la estabilidad explicada por el coeficiente b según híbridos para la campaña 2023/24.

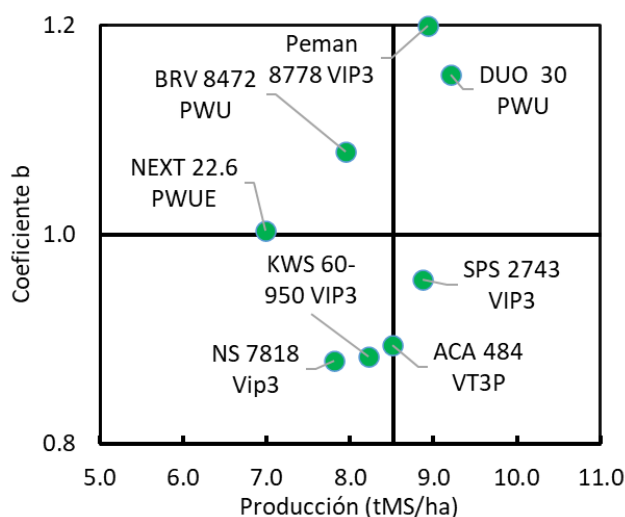


Figura 11: Relación entre la producción y la estabilidad explicada por el coeficiente b según híbridos para las últimas 2 campañas (ECR 2022/23 y 2023-24)

Calidad

Distinto a lo encontrado en las campañas anteriores, no se encontró una asociación muy marcada entre la fecha de picado y la calidad del maíz para silaje. El contenido de FDN y almidón se mantuvo relativamente constante a través del tiempo. El contenido de almidón está relacionado al contenido de grano en la planta, por lo que el efecto de Spiroplasma sobre el escaso desarrollo de grano, pudo haber afectado la calidad del maíz en el tiempo.

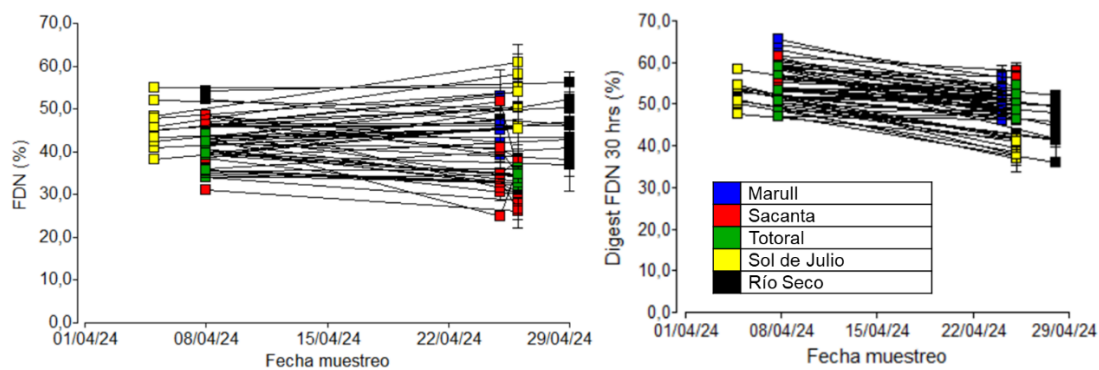


Figura 12: Relación entre el contenido de FDN y su digestibilidad y la fecha de picado. Cada cuadrado representa el promedio de un material dentro de un sitio, indicado con cada color a un sitio

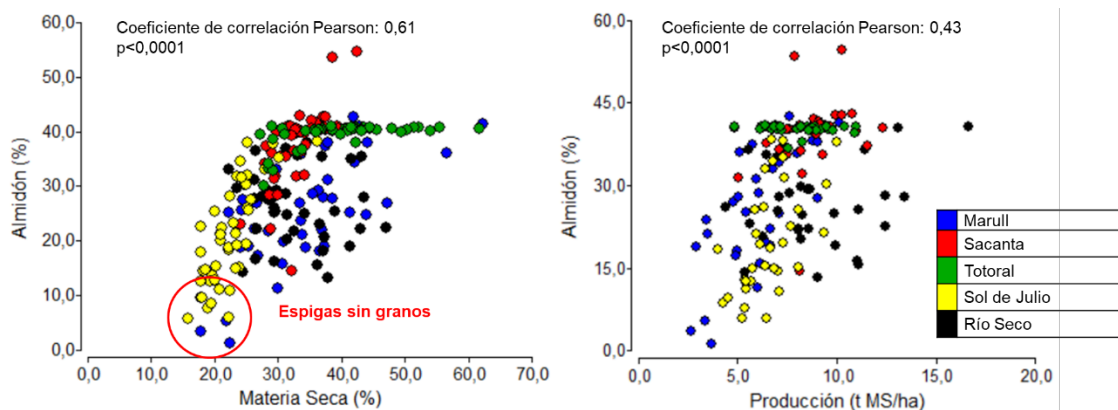


Figura 13: Relación entre el contenido de almidón y el contenido de materia seca (izquierda) y producción de materia seca por hectárea (derecha). Cada círculo es un valor de cada repetición dentro de un sitio indicado con un color diferente.

Se encontró que aquellos materiales con mayor producción obtuvieron también mayores contenidos de almidón (Figura 13). Esto sugiere que el aumento de producción estuvo dado por el llenado de granos.

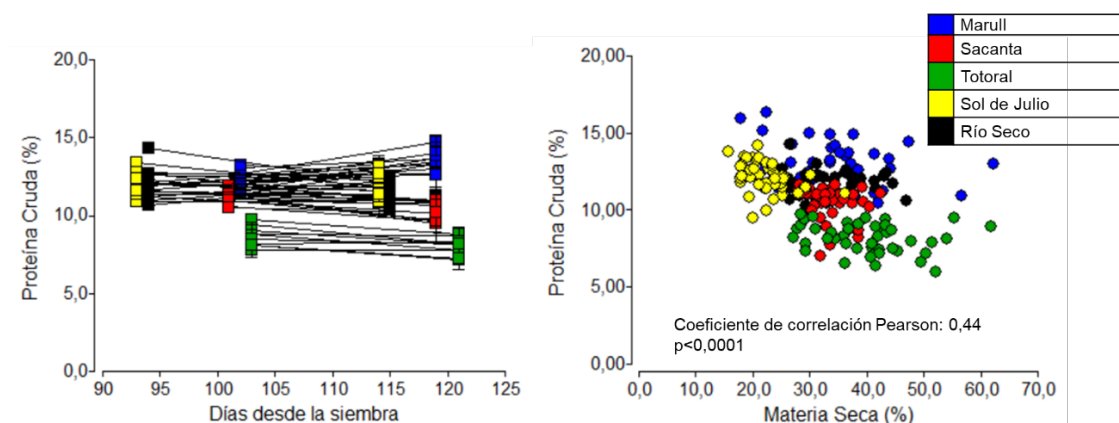


Figura 14: Relación entre el contenido de proteína en maíz y los días desde la siembra o el nivel de materia seca (%). Cada cuadrado representa el promedio de un material dentro de un sitio, indicado con cada color a un sitio. Cada círculo es un valor de cada repetición dentro de un sitio.

Tabla 5. Tabla resumen. Producción de materia seca (t MS/ha), ventana de picado (en días), Estabilidad (coeficiente b), Digestibilidad de la Fibra en 30 horas (%), Almidón (%), Energía metabolizable (EM, Gcal) por hectárea, FDN (%), Lignina (%), Proteína cruda (%) según sitio. Los valores dentro de la tabla representan la diferencia en unidades respecto al promedio de los cinco sitios.

Híbridos	Producción (t MS/ha)	Ventana de Picado (días)	Estabilidad	Digest FDN 30 hrs	Almidón (%)	EM/ha (Gcal/ha)	FDN (%)	Lignina (%)	Proteína Cruda (%)
Promedio	7.70	19.97	1.00	47.97	30.64	18.38	41.80	3.76	11.04
DUO 30 PWU	1.39	-7.44	0.33	1.53	6.98	4.56	-5.97	-0.58	-0.92
KWS 19-120 VIP3	0.27	-5.84	0.74	2.68	0.39	1.08	-1.31	-0.27	-0.01
SPS 2743 VIP3	0.23	-30.50	-0.35	-1.09	0.23	0.23	-0.07	0.09	-0.27
ADV 8620 VT3P	0.16	32.56	0.36	-0.58	-1.82	0.32	0.89	0.24	-0.03
KWS 60-950 VIP3	0.09	3.83	0.01	1.62	-2.20	0.20	1.41	-0.07	0.44
ACA 484 VT3P	0.04	18.56	0.17	-1.80	-2.48	-0.49	2.30	0.45	0.69
BRV 8472 PWU	-0.08	10.69	0.11	-0.29	2.64	0.33	-2.01	-0.31	-0.65
Peman 8778 VIP3	-0.14	-28.10	-0.57	-1.14	-2.78	-1.01	3.05	0.26	0.42
NS 7818 VIP3	-0.21	-30.10	-0.94	4.87	1.08	-0.05	-1.05	-0.38	0.30
Albert 8850 VIP3	-0.22	21.30	-0.55	-4.20	-3.75	-1.58	3.99	0.60	-0.05
Next 22,6 PWUE	-1.51	15.03	-0.46	-1.63	1.71	-3.58	-1.25	-0.04	0.04

Costo de la producción

Se realizó una comparación del costo de la materia seca producida. Para ello, se consideraron los siguientes factores: un valor promedio para todos los sitios de labores, semillas, herbicidas, picado y embolsado. Se variaron la dosis de fertilizantes y sus precios, así como el alquiler por zona en quintales de soja: Sol de Julio (6qq), Marull (9qq), y Sacanta, Totoral y Río Seco (10qq).

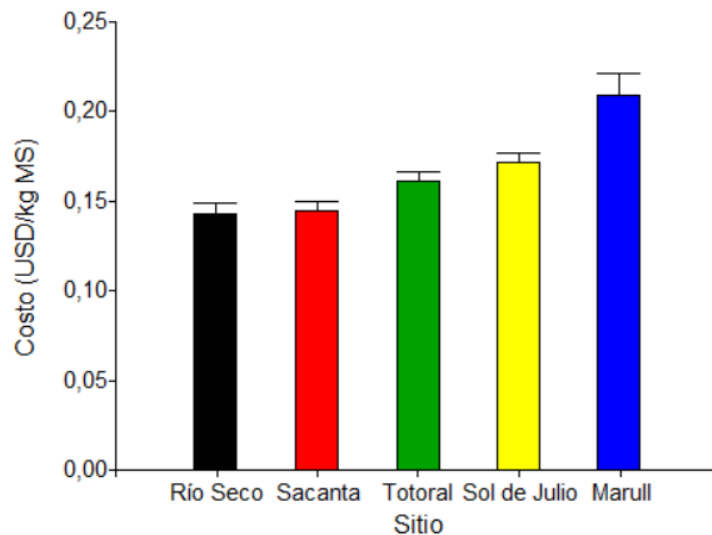


Figura 15: Costo de materia seca promedio (USD/kg MS) producida por sitio.

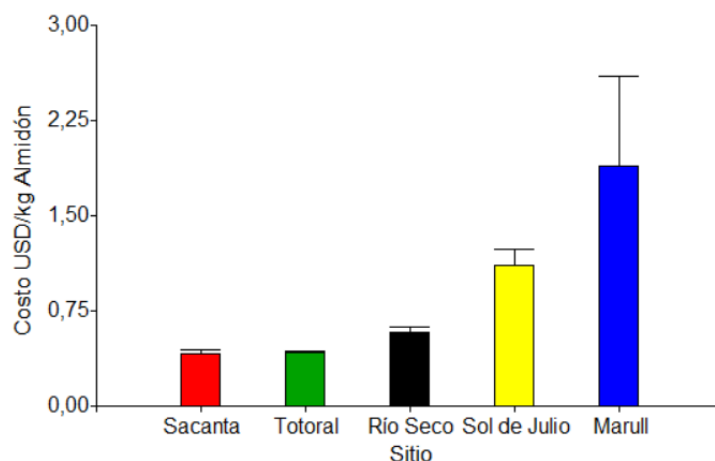


Figura 16: Costo de almidón (USD/kg almidón) por sitio. Para el cálculo del costo del almidón se obtuvo utilizando el costo de producción por hectárea (USD) el rendimiento en kg de almidón por hectárea que surge del producto entre rendimiento de materia seca por hectárea y la proporción de almidón en la materia seca.

2. Ensayo comparativo de rendimiento en Sorgo

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en 3 establecimientos que representan a distintas zonas agroclimáticas de la Región Córdoba Norte (Figura 16). El cultivo antecesor soja en todos los sitios (Tabla 6). 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 17: Ubicación de la Región Córdoba Norte y las zonas agroclimáticas. En este ensayo se evaluaron las zonas 3, 4 y 5.

Tabla 6: Detalle de fecha de siembra, densidades y niveles iniciales de fertilidad de suelo por sitio.

Sitio	La Quinta	Avellaneda	Villa María de Río Seco
Fecha de siembra	7/12/2023	9/12/2024	3/1/2024
Densidad de siembra (plantas/m lineal)	12,8	15,7	15,7
Prof. siembra	4 cm	3 cm	2cm
Distancia entre surcos	0,35cm	0,525 cm	0,525 cm
Antecesor	Soja	Soja	Soja
Fertilización	Sin Fertilizante	Sin Fertilizante	80 kg UREA
MO %	2,01	2,67	2,04
P Bray (ppm)	43	24	53
N-nitratos (kg/ha)	92,5	59,8	52,27

Híbridos evaluados

En cada sitio se evaluaron 7 materiales (Tabla 7), sembrados con un diseño en 3 bloques completos en un lote de producción. La siembra se realizó según tamaño de máquina, entre 3 a 6 materiales por maquinada. Para la siembra se eligieron sectores del lote homogéneos y de buena fertilidad, libre de malezas problema, y con similar manejo previo según conocimiento de los encargados de los establecimientos. La densidad de semillas varió en función de los ambientes en promedio de 200 y 300 mil semillas por hectárea (Tabla 1), y todos los híbridos fueron sembrados a la misma densidad en el ensayo. La fecha de siembra fue cuando se dieron las condiciones agroclimáticas apropiadas, entre el 27 de diciembre y el 5 de enero. Se realizaron manejo y control pertinente de malezas, plagas y enfermedades.

Tabla 7: Híbridos evaluados en el ECR de sorgo para silo de Región Córdoba Norte de CREA, campaña 2023/24.

	SEMILLERO	MATERIAL
1	Peman	Takuri
2	ALZ	Rhodas Sprotect
3	Agroempresa	Neo 650
4	Tobin	Tob 1078IG
5		Tob 78DP
6	Advanta	ADV F7450IG
7		ADV F8450IG

Condiciones meteorológicas

Si bien al final del ciclo las precipitaciones variaron entre sitios, siendo mayores en la Quinta, seguidas por Río Seco y finalmente Avellaneda con menores lluvias, hasta el mes de Febrero los tres sitios tuvieron evolución muy similar en la cantidad precipitada.

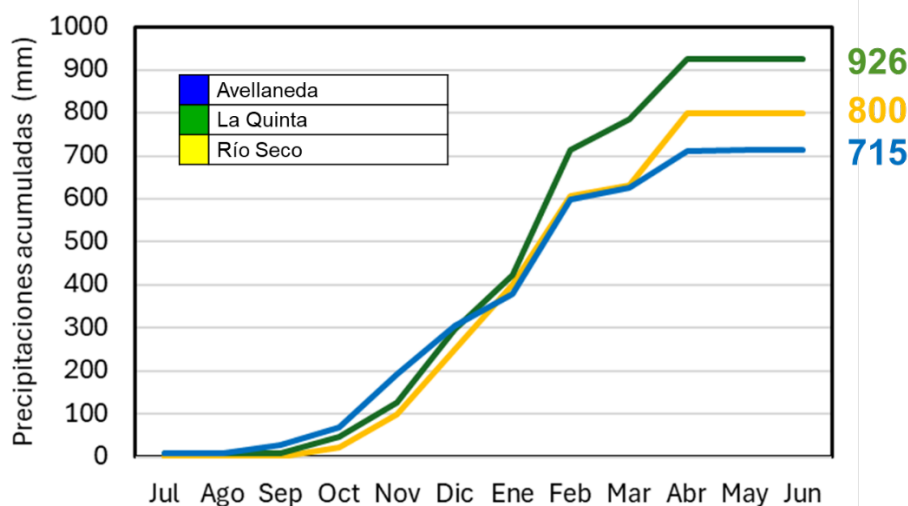


Figura 18: Precipitaciones acumuladas durante el ciclo productivo para cada uno de los sitios.

Cosecha

Los materiales fueron seguidos frecuentemente para evaluar su desempeño en dos momentos (Tabla 3). El primer momento de muestreo fue cuando el 50% de los materiales alcanzaron la floración. Para ello, se cortaron 3 plantas por híbrido a 30 cm del suelo en tres estaciones de muestreo por repetición (3 repeticiones por híbrido), las mismas fueron pesadas en fresco, picadas y luego enviadas al laboratorio para su análisis. El segundo muestreo se realizó a los 20 días siguiendo el mismo procedimiento del primer muestreo. Para el tercer y último muestreo se realizó un muestreo mas preciso para determinar rendimiento, para ello se tomaron 3 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.

Tabla 8: Fecha de siembra y fechas de muestreo por sitio.

Sitio	Fecha Siembra	1° Muestreo	2° Muestreo	3° Muestreo
La Quinta	7/12/2023	8/3/2024	1/4/2024	25/4/2024
Avellaneda	9/12/2023	7/3/2024	31/3/2024	26/4/2024
Río Seco	3/1/2024	2/4/2024	29/4/2024	20/5/2024



Figura 19: Estado de los cultivos al momento del muestreo.

Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio fueron realizados en el laboratorio Teknal mediante la tecnología de espectroscopía infrarroja (NIRS9) al igual que las muestras de maíz.

Análisis estadísticos

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

Resultados

Evolución de la Materia seca y la Producción

La evolución del contenido de materia seca (MS) en el sorgo es un factor crítico para determinar el momento óptimo de cosecha para ensilaje. El sorgo tiende a acumular materia seca de manera más gradual que el maíz. Esto proporciona una ventana de cosecha más amplia, lo que puede ser ventajoso en términos de logística y manejo. Para el ensilaje de sorgo, se busca generalmente un contenido de MS entre 30-35%. Este rango puede variar ligeramente dependiendo del tipo de sorgo (forrajero, granífero o BMR) y las condiciones ambientales (especialmente disponibilidad de agua). El manejo agronómico (fertilización, densidad de siembra, etc.) también puede cambiar la tasa de secado.

Monitorear la evolución de la MS es crucial para determinar el momento óptimo de cosecha. Una cosecha temprana (baja MS) puede resultar en pérdidas por efluentes y fermentación inadecuada, mientras que una cosecha tardía (alta MS) puede dificultar la compactación y aumentar el riesgo de calentamiento del silo. La evolución de la MS está estrechamente relacionada con cambios en la calidad nutricional. A medida que aumenta la MS, generalmente aumenta el rendimiento y el contenido de almidón, pero puede disminuir la digestibilidad de la fibra.

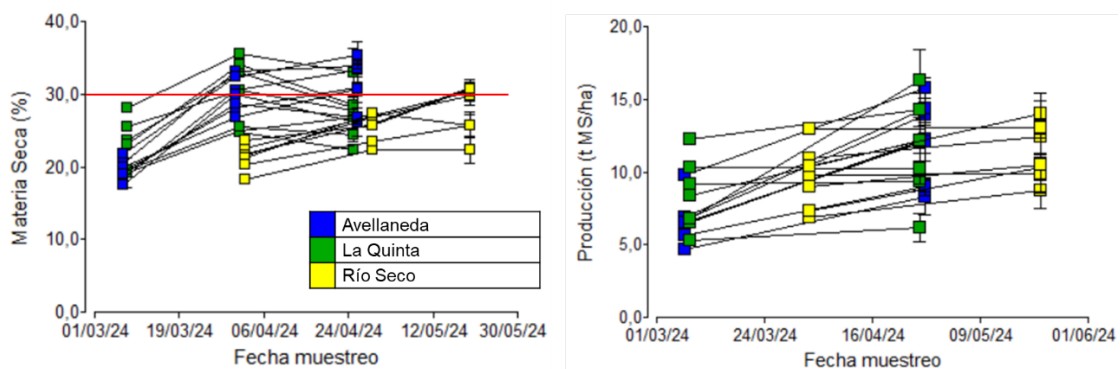
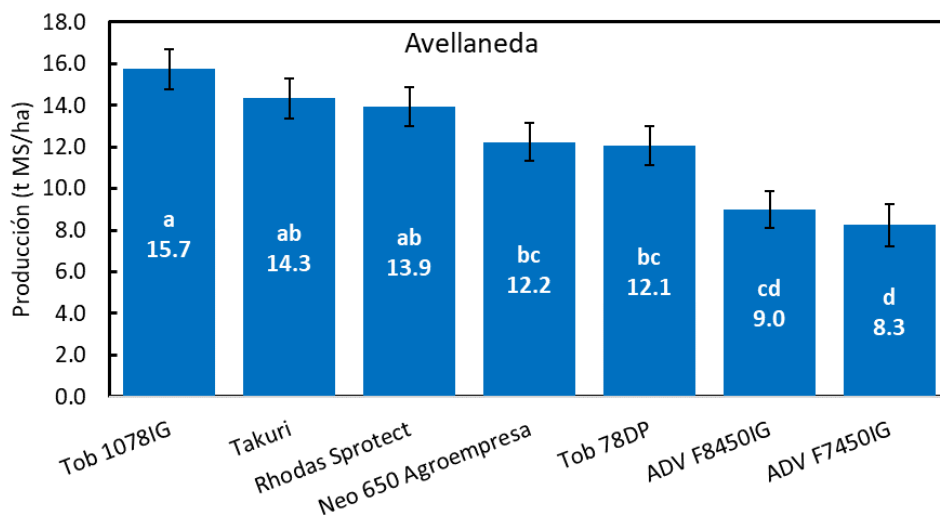


Figura 20: Relación entre la materia seca (%; izquierda) y la producción (t MS/ha; derecha) con la fecha de picado. Cada cuadrado representa el promedio de un material dentro de un sitio, indicado con cada color a un sitio.

En la campaña 2023/24, se evaluaron siete híbridos de sorgo para silaje en tres sitios de la Región CREA Córdoba Norte: Avellaneda, La Quinta y Río Seco. Los resultados obtenidos proporcionan valiosa información sobre el rendimiento y la calidad nutricional de estos materiales en las condiciones específicas de la región.

Producción

La producción de materia seca mostró variaciones entre los sitios de ensayo, siendo mayor en Avellaneda (promedio de 12.2 t MS/ha), seguido por La Quinta (promedio de 11.5 t MS/ha) y finalmente Río Seco (promedio de 11.2 t MS/ha). El rendimiento promedio general fue de 11.7 t MS/ha, lo que indica un buen desempeño del sorgo en la región, considerando las condiciones climáticas de la campaña. En los sitios Avellaneda y La Quinta se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los híbridos.



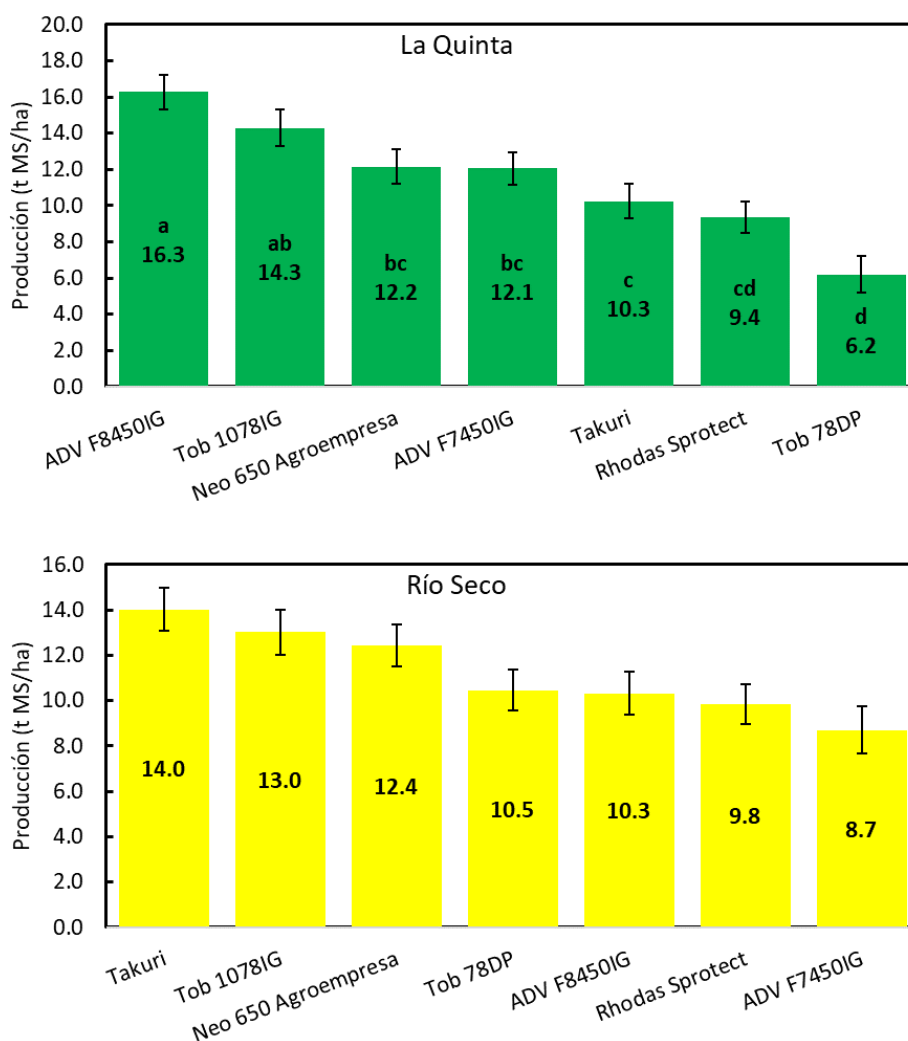


Figura 21: Producción promedio por híbrido y por sitio. Letras diferentes indican diferencias significativas entre híbridos.

El desempeño de los híbridos varió entre los sitios, destacándose algunos materiales por su consistencia, el Tob 1078IG mostró un rendimiento superior al promedio en todos los sitios, con un incremento promedio del 23% sobre la media. Takuri: Tuvo un desempeño variable, pero en promedio superó la media en un 10%. Neo 650 Agroempresa: Presentó un rendimiento estable, superando la media en un 5%. Los híbridos ADV F8450IG, Rhodas Sprotect, ADV F7450IG y Tob 78DP mostraron resultados más variables entre sitios y, en promedio, rindieron por debajo de la media general.

Calidad

El contenido de proteína y almidón son parámetros cruciales para determinar la calidad nutricional del silaje. La proteína disminuyó en las sucesivas fechas de muestreo, siendo en promedio del 9.47% para el último corte, con variaciones entre híbridos de -1.09% a +1.04% respecto a la media. El almidón fue en promedio del 24.46%, con variaciones entre híbridos de -9.97% a +3.51% respecto a la media.

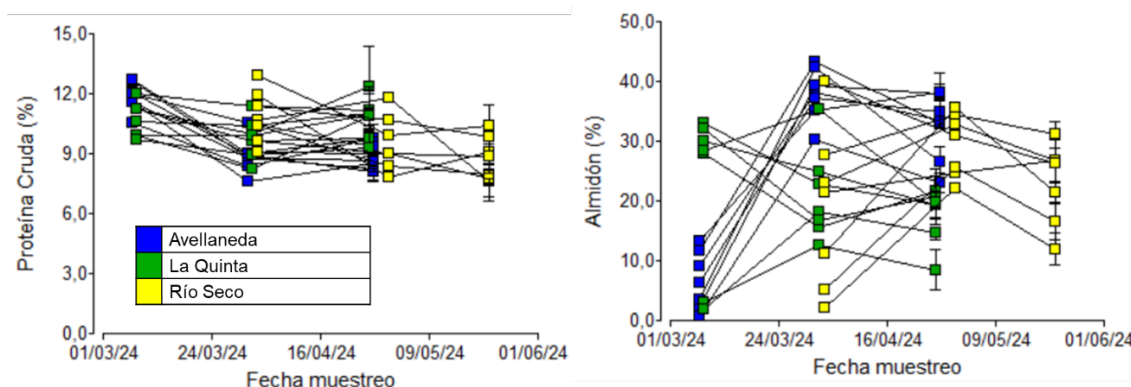


Figura 22. Evolución de la proteína cruda (%) y el almidón (%) en función de la fecha de muestreo. Cada cuadrado representa el promedio de un material dentro de un sitio indicado con un color distinto.

El híbrido Tob 1078IG se destacó por su contenido de almidón superior a la media (+2.50%), mientras que ADV F8450IG presentó el menor contenido de almidón (-9.97% respecto a la media).

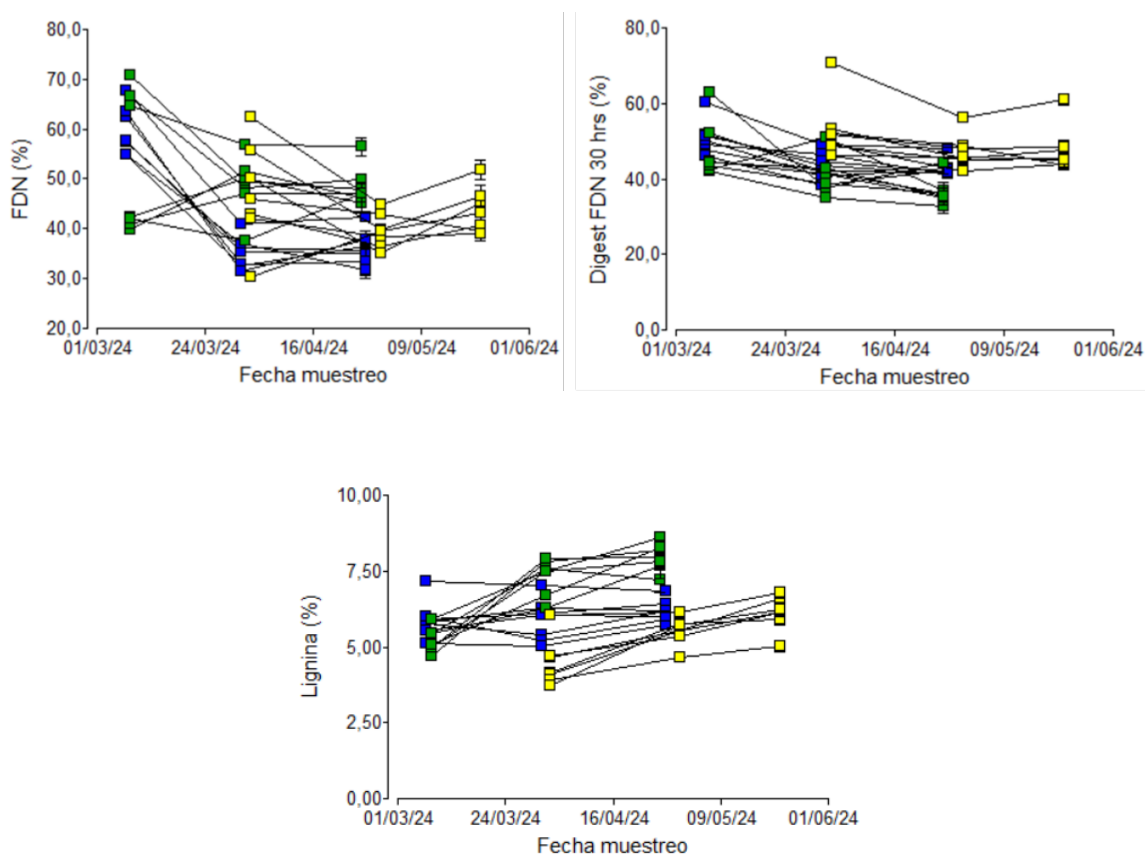


Figura 23. Evolución de la fibra detergente neutro (FDN; %), la digestibilidad de la fibra (%) y la lignina (%) en función de la fecha de muestreo. Cada cuadrado representa el promedio de un material dentro de un sitio, indicado con cada color a un sitio.

La fibra detergente neutro (FDN) y su digestibilidad son factores importantes que afectan el valor nutritivo del silaje. La FDN promedio fue del 42.6%, con variaciones entre híbridos de -2.55% a +7.58% respecto a la media, mientras que la Digestibilidad de la FDN (30 horas) promedio fue del 42.5%, con variaciones entre híbridos de -2.77% a +8.62% respecto a la media.

En general, para el silaje de sorgo, se consideran buenos valores de FDN entre 40-50% y Digestibilidad de la FDN por encima del 50%. El híbrido ADV F7450IG se destacó por su alta digestibilidad de la FDN (+8.62% sobre la media), aunque presentó un contenido de FDN ligeramente superior al promedio. Este material podría ser particularmente interesante para situaciones donde se requiera una alta digestibilidad de la fibra.

El contenido de FDN y sus digestibilidad posee relevancia para diferentes categorías de ganado. Vacas en lactancia temprana y alta producción requieren forrajes con FDN más baja (35-40%) y alta digestibilidad de FDN (>55%) para maximizar el consumo de materia seca y la producción de leche. Los híbridos con menor FDN y mayor digestibilidad, como Tob 1078IG o Neo 650, podrían ser más adecuados. Las vacas en lactancia tardía pueden tolerar niveles de FDN ligeramente más altos (40-45%) con buena digestibilidad. Híbridos como Takuri o Rhodas Sprotect podrían ser apropiados.

Terneros en crecimiento y engorde se benefician de forrajes con FDN moderada (40-45%) y buena digestibilidad para promover el crecimiento. Híbridos como Neo 650 o Tob 1078IG podrían ser adecuados. Las vacas de cría pueden utilizar forrajes con FDN más alta (45-50%) y digestibilidad moderada. Híbridos como ADV F8450IG o ADV F7450IG podrían ser apropiados, especialmente si se complementan con otros alimentos.

Es importante destacar que ninguno de los híbridos evaluados alcanzó el nivel óptimo de digestibilidad de la FDN (>50%) para ganado lechero de alta producción. Esto sugiere que, para estas categorías, el silaje de sorgo debería complementarse con otros alimentos de mayor calidad o considerar el uso de aditivos que mejoren la digestibilidad de la fibra.

Para el ganado de carne y las categorías de menor requerimiento en ganado lechero, la mayoría de los híbridos evaluados presentan niveles aceptables de FDN y digestibilidad, siendo necesario ajustar la dieta según los objetivos de producción específicos.

La elección del híbrido más apropiado dependerá no solo de estos parámetros, sino también de su rendimiento en materia seca, contenido de almidón y proteína, y las condiciones específicas de cada establecimiento.

Tabla 9. Tabla Resumen. Producción de materia seca (t MS/ha), Digestibilidad de la Fibra en 30 horas (%), Almidón (%), Energía metabolizable (EM, GCal) por hectárea, FDN (%), Lignina (%), Proteína cruda (%) según sitio. Los valores dentro de la tabla representan la diferencia en unidades respecto al promedio de los cinco sitios.

Híbridos	Producción (t MS/ha)	Digest FDN 30 hrs (%)	Almidón (%)	EM/ha	FDN (%)	Lignina (%)	Proteína Cruda (%)
	11.71	42.49	24.46	25.30	42.64	6.73	9.47
Tob 1078IG	2.64	-0.06	2.50	6.47	-1.43	-0.16	0.11
Takuri	1.49	-1.65	2.88	4.75	-2.39	0.14	-1.09
Neo 650 Agro	0.57	-1.98	2.96	2.06	-2.55	0.03	-0.46
ADV F8450IG	0.16	-0.09	-3.97	-2.71	7.58	0.69	-0.03
Rhodas Sprot	-0.67	-2.10	3.51	-0.89	-1.52	-0.01	-0.51
ADV F7450IG	-2.03	8.62	-3.29	-5.57	1.40	-0.75	0.95
Tob 78DP	-2.13	-2.77	3.44	-4.11	-1.07	0.07	1.04

Costo de la materia seca y del almidón

El análisis económico reveló diferencias en el costo de producción de la materia seca y del almidón entre los sitios evaluados. Mientras que Avellaneda tuvo un mejor costo de materia seca producida que La Quinta, el costo del almidón fue menor en La Quinta. En Río Seco tanto el costo de la materia seca como el del almidón fue el mas bajo de los tres sitios. Esta información colabora en la toma de decisiones, considerando tanto el rendimiento en términos de eficiencia económica.

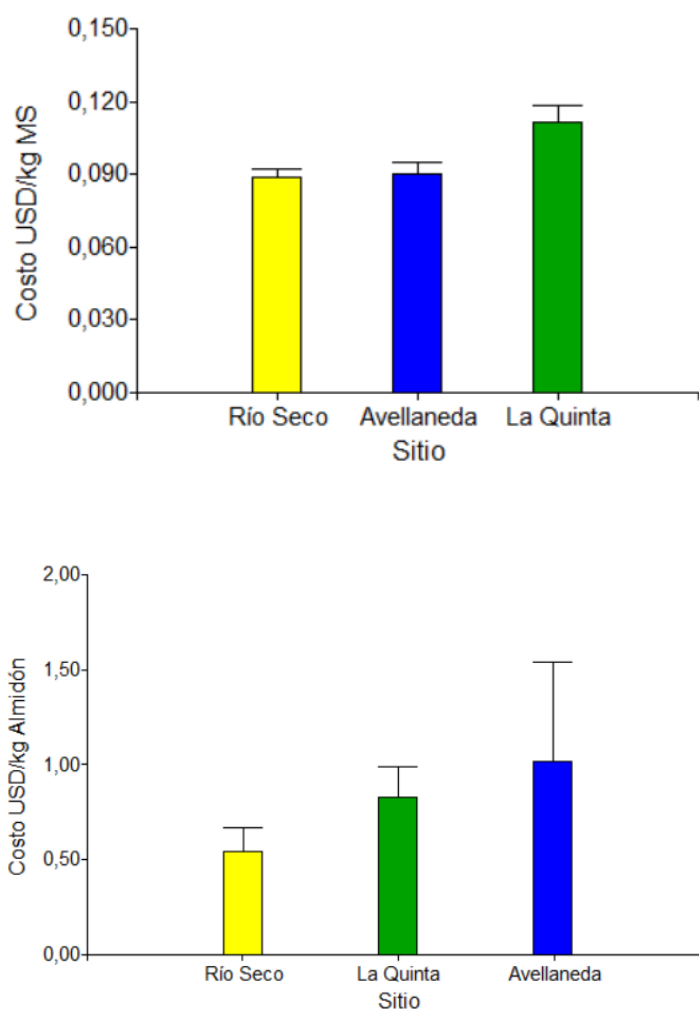


Figura 24: Costo de la materia seca (USD/kg MS; arriba) y costo del almidón (USD/kg almidón; abajo) por sitio. Para el cálculo del costo del almidón se obtuvo utilizando el costo de producción por hectárea (USD) el rendimiento en kg de almidón por hectárea que surge del producto entre rendimiento de materia seca por hectárea y la proporción de almidón en la materia seca.

Comparativa entre maíz y sorgo

Para la comparativa de maíz y sorgo se agruparon los sitios por cercanía. Dentro de cada zona se agruparon los rendimientos y calidades de los materiales top (mayor rendimiento) medio (rendimientos medios) y bajo (con menor rendimiento). En todas las zonas y niveles de rendimiento, el sorgo superó consistentemente al maíz en producción de materia seca por hectárea. Las diferencias fueron más pronunciadas en Marull-La Quinta, donde el sorgo llegó a duplicar la producción del maíz en el nivel top. Estos resultados contrastan con lo que se observa típicamente en años con condiciones climáticas más favorables, donde el maíz suele tener un potencial de rendimiento superior. La notable superioridad del sorgo en esta campaña 2023/24 puede atribuirse a la aparición de Spiroplasma.

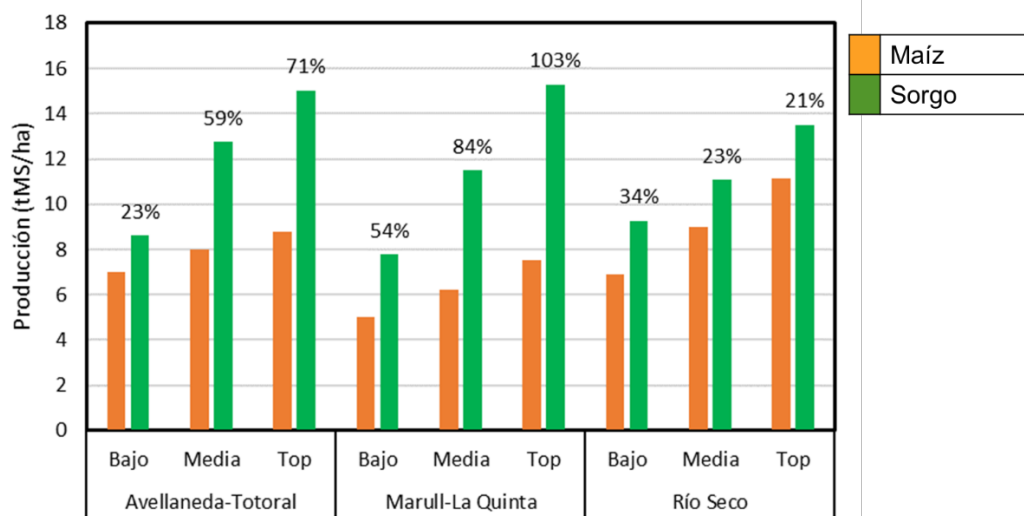


Figura 25. Comparativa de rendimiento de grupos de genotipos de maíz y sorgo. Región Córdoba Norte CREA, ECR 2023/2024.

Calidad nutricional

En términos de calidad nutricional, se observaron diferencias significativas entre ambos cultivos. El maíz generalmente presentó mayores niveles de almidón que el sorgo. En el caso del sorgo, el contenido de almidón promedio fue de 24%, mientras que en el maíz fue del 32%, lo que lo hace más adecuado para dietas de alta energía. El sorgo presentó un contenido de FDN promedio de 43%, mientras que para el maíz fue del 40% siendo estos niveles de fibra ligeramente inferiores, lo que puede resultar en una mayor digestibilidad. El maíz mostró niveles de proteína más altos en comparación con el sorgo. Esta es una ventaja nutricional importante para el maíz, especialmente para categorías de ganado con mayores requerimientos proteicos. La presencia de spiroplasma tuvo un impacto significativo en el maíz, afectando su rendimiento y calidad.

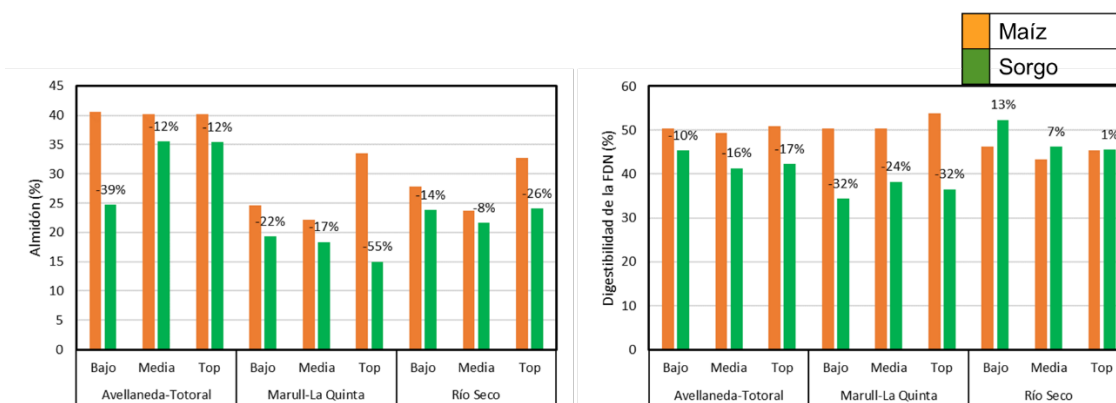


Figura 26. Comparativa de rendimiento de grupos de genotipos de maíz y sorgo. Región Córdoba Norte CREA, ECR 2023/2024.

Consideraciones económicas

En promedio, el sorgo tuvo un costo de producción menor que el maíz (costo promedio 870 vs. 1215 USD/ha), lo que puede hacerlo más atractivo en años de incertidumbre climática. Es importante considerar que el maíz fue más eficiente en términos de costo por unidad de energía producida.

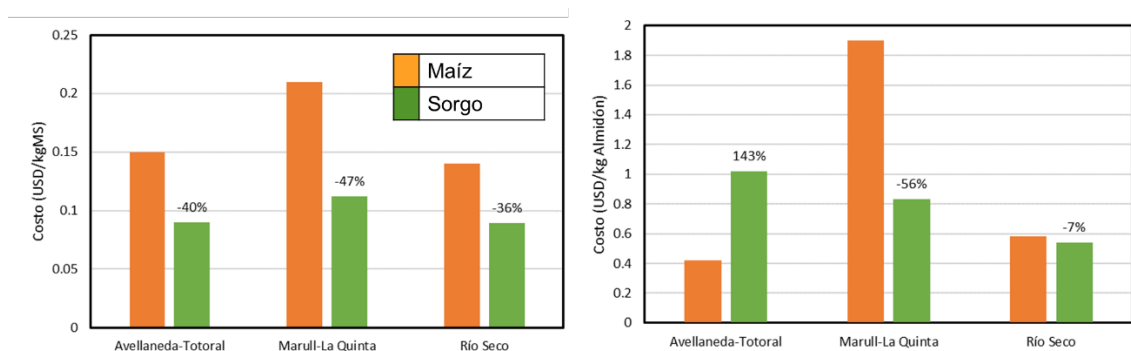


Figura 27. Comparativa de rendimiento de grupos de genotipos de maíz y sorgo. Región Córdoba Norte CREA, ECR 2023/2024.

Para categorías de animales con altos requerimientos energéticos y proteicos (como vacas lecheras en producción o terneros para engorde), el maíz sigue siendo la opción preferida cuando las condiciones lo permiten. Para categorías con menores requerimientos o en sistemas más extensivos, el sorgo representa una alternativa más segura y económica.

Comentarios finales

En esta campaña 23/24, el daño causado al cultivo de maíz tanto por cuestiones ambientales en Enero y Febrero como por Spiroplasma resultaron en mermas importantes en producción. Los rendimientos fueron aún menores que los de la campaña anterior con una fuerte sequía.

La elección entre maíz y sorgo para silaje debe basarse en una combinación de factores que incluyen las condiciones agroecológicas de cada establecimiento, los requerimientos nutricionales de las categorías animales, y las consideraciones económicas y de manejo de riesgos.

En la campaña 2023/24, el sorgo demostró ser una alternativa robusta en condiciones de presencia de Spiroplasma, mientras que el maíz mantuvo su ventaja en términos de calidad nutricional cuando las condiciones permitieron su adecuado desarrollo. En años de pronóstico incierto, una estrategia mixta de siembra de ambos cultivos puede ayudar a diversificar riesgos.

La decisión de producir fibra a través del cultivo de sorgo y comprar el grano para complementar la dieta puede ser una estrategia válida en años de incertidumbre climática, permitiendo asegurar un volumen de forraje base y ajustar la calidad de la dieta según las necesidades y los precios de mercado. Sin embargo, es importante remarcar que este es el primer año de análisis de sorgo por lo cual hay mucho recorrido por delante de aprendizaje y experiencia para el diseño de superficies de siembra destinadas a estos cultivos.

CREA – Región Córdoba Norte

Julio 2024

Informe elaborado por: Ing. Agr. Gonzalo Berhongaray

Responsable a campo del Ensayo: Ing. Agr. Francisco Carena

Responsable Técnico del Ensayo: Ing. Agr. Osvaldo W. Luna

Responsable Empresario del Ensayo: Juan Manuel Esposito

Responsable Empresario de la Mesa Ganadera: Alejandro Freytes

Coordinador Zonal: Rodrigo Bosch

Vocal Zonal: Roberto Manso