

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



Zona Centro



#MIG



#MIL



Agradecimientos

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

A toda la Región CREA Centro, por el soporte continuo.

A los semilleros participantes por el compromiso asumido con este proyecto.

Introducción

El maíz junto con el arroz y trigo es uno de los tres cereales de los que depende la humanidad para proveerse de alimentos y derivados industriales. La producción de maíz en la provincia de Córdoba de las más importantes del mundo, a tal punto que ha logrado convertirse en uno de los 10 distritos más importante en producción. La innovación, generación y adopción de tecnologías, junto a los conocimientos agronómicos adecuados para nuestros sistemas productivos, han logrado alcanzar rendimientos cada vez mayores y de formas más sustentables.

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.

Uno de los factores que afecta la producción de silo de maíz es el híbrido empleado. Cada material 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 nuestra región, es de utilidad al momento de elegir los materiales.

En general los híbridos para maíz con destino a silo han sido seleccionados y elegidos a partir de los rendimientos en grano, asumiendo que el rendimiento de forraje y su calidad estaban determinados por la relación grano/(tallos+hojas). Sin embargo, el contenido de grano sólo representa entre 30-35 % del rendimiento de materia seca. El resto es aportado por la caña, las hojas, el marlo, las chalas, etc, y estos juegan un rol igual o más importante de contribución al rendimiento forrajero y a la calidad. Por otro lado, el contenido de materia seca al momento de picado tiene una relación directa con la calidad por lo que debe ser tenido en cuenta a la hora de evaluar materiales.

La zona Centro de CREA representa una zona importante en producción de leche y carne. Muchos de los modelos utilizados por las empresas necesitan obtener información sobre el comportamiento de híbridos de maíz en condiciones climáticas y edáficas de la zona, por eso se han planteado los siguientes objetivos:

- Evaluar las diferencias de rendimiento de distintos híbridos de maíz bajo condiciones de trabajo frecuentes en la zona.
- Evaluar calidad nutricional de planta entera al momento de picado de cada uno de los materiales.
- Determinar la tasa de secado de cada híbrido y evaluar las diferencias entre materiales.

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en 4 establecimientos que representan a 3 zonas agroclimáticas de la zona Centro (Figura 1).

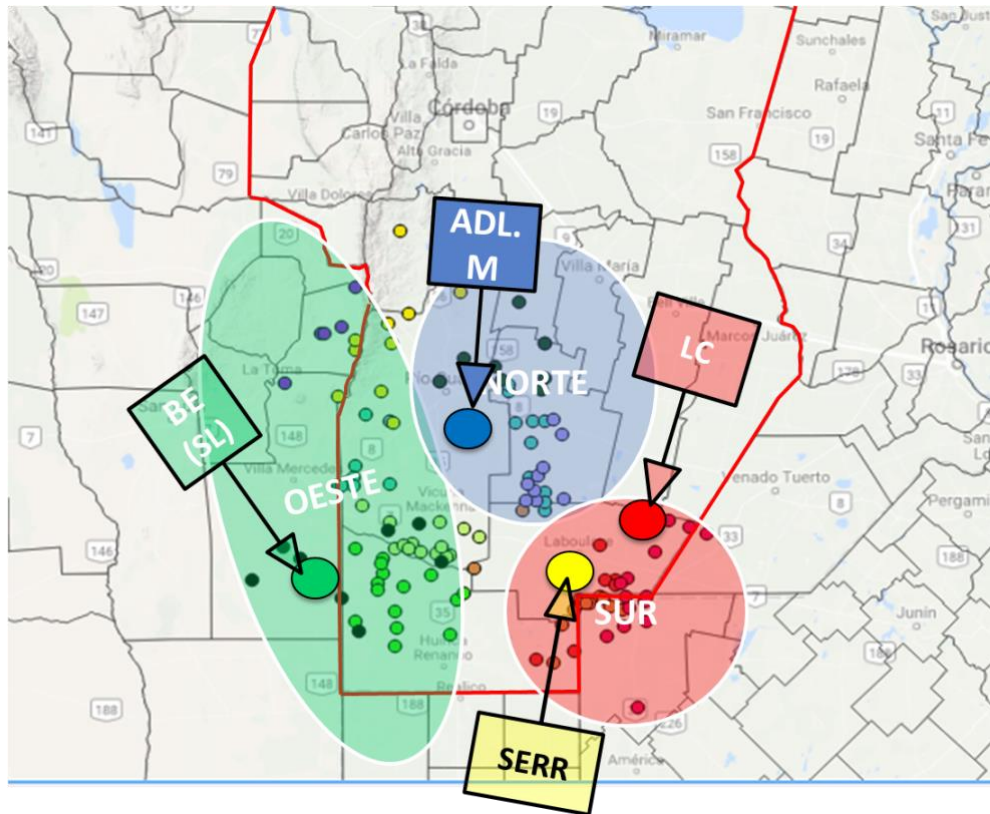


Figura 1: Ubicación de las zonas agroclimáticas (Oeste, Norte y Sur) y los establecimientos del ensayo, BE= Buena esperanza (Est. La Sara), LC= La Cesira (Est. La Oriental), ADLM= Adelia Maria (Est. El Chiquitin), SERR= Serrano (Est. Las Marias).

En cada sitio se evaluaron 16 híbridos, sembrados con un diseño en 4 bloques en un lote de producción. La siembra se realizó de a 2 híbridos por maquinada, a los fines de facilitar la siembra y limpieza del cajón sembrador (Figura 2). 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. El cultivo antecesor para todos los casos fue soja de 1°. La densidad de semillas varió en función de los ambientes entre 50 y 75 semillas por hectárea (Tabla 1), y todos los híbridos serán sembrados a la misma densidad en el ensayo. La fertilización también varió entre sitios, y según criterios de cada establecimiento, pero se utilizaron como referencia dosis iniciales de 100-150 kg/ha de DAP/MAP y fertilizar con N para alcanzar un rendimiento objetivo de 100-120 qq/ha. 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.

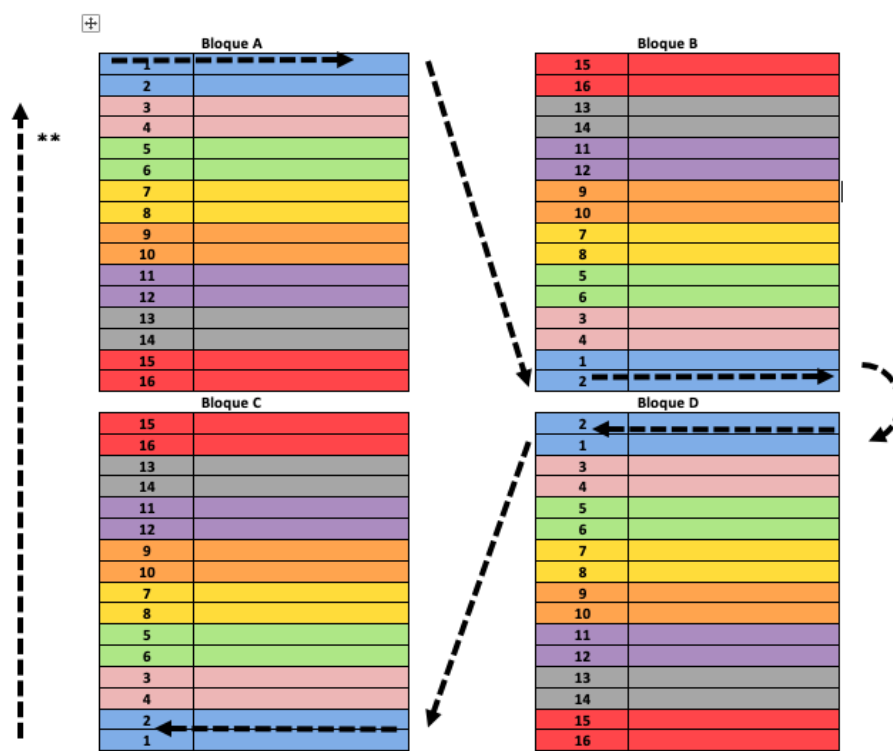


Figura 2: Diseño del experimento. Cada número representa un híbrido, y cada color una maquinada. Se muestran con flechas el recorrido de la siembra.

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

	EL CHIQUITÍN	LA SARA	LA ORIENTAL	LAS MARIAS
CREA	WASHINGTON MACKENNA	HUINCA RENANCO	LA CESIRA TAMBERO	RÍO QUINTO
FECHA DE SIEMBRA	8/12/2020	23/11/2020	8/12/2020	20/12/2020
DISTANCIA	70,0 cm	52,0 cm	52,0 cm	52,0 cm
DENSIDAD (sem/ha)	71000	64760	67000	57600
Fert. Siembra	Microessentials SZ	Urea	MAP	mezcla 7-40
Dosis	126	120	90	80
Fert. Dosis	SolMix 90/10	Mezcla 7-40	Nitrodoble	Urea
	167	80	280	120
NAPA	Sin influencia	Con influencia	Sin Influencia	Con influencia

Híbridos evaluados

Para los ensayos se utilizaron híbridos utilizados en la zona y nuevos materiales de semilleros. Para identificar los híbridos más usados en la zona Centro se utilizó la base de datos DAT CREA. Luego se invito a los semilleros a presentar nuevos materiales. Esa propuesta de híbridos fue validada por las mesas de intercambio lechera y ganadera. El listado de híbridos seleccionados es el siguiente:

- AG SEED 9400 Bt RR
- Forratec DUO 30 PWU
- KWS KM 4480 VT3P
- Pan 5175 PWU
- Pioneer P2353 PWU
- LT 626 VT3P
- Advanta 8112 VT3P
- NK 890 VIP3
- NS 7921 VIP3CL
- KWS KM 4020 VIP3
- LT 722 VT3P
- DK 72-10 VT3P

Condiciones meteorológicas

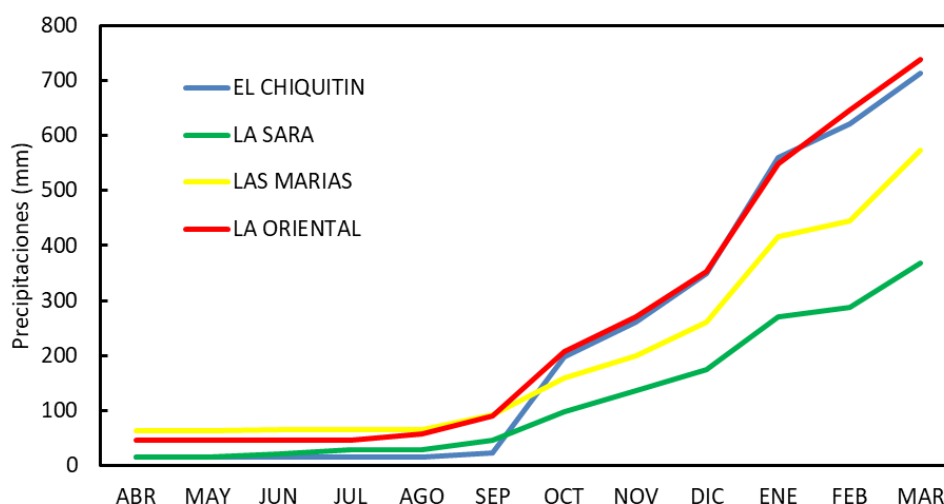


Figura 3: Precipitaciones acumuladas durante el ciclo productivo para cada uno de los sitios.

Cosecha

Determinación de %MS pre-cosecha y fecha de picado

Los materiales fueron seguidos frecuentemente para evaluar su desempeño. Cuando el 50% de los materiales alcanzaron el estadio fenológico R2 (grano ampolla), se programó la primera visita de medición de %MS en estadio R4 (grano pastoso) y estimar el momento óptimo de picado. Para ello, se cortó 1 planta por híbrido en cada bloque al azar (n= 4), las mimas fueron pesadas en fresco y luego puestas en estufa para secar, pesar y calcular %MS. A partir de este dato, se estimó un 0,5% de aumento de %MS por día, para estimar el día de cosecha/picado a 35%MS el híbrido más avanzado. La cosecha se realizó en dos momentos diferentes para cubrir las posibles diferencias de %MS de los híbridos. El objetivo es que todos los híbridos sean muestreados con un rango de entre 30-39% MS.

Cosecha

Para el momento de cosecha 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.

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. 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 entre los sitios evaluados, a excepción de La Sara que tuvo una fecha de siembra anterior al resto de los sitios (Figura 4).

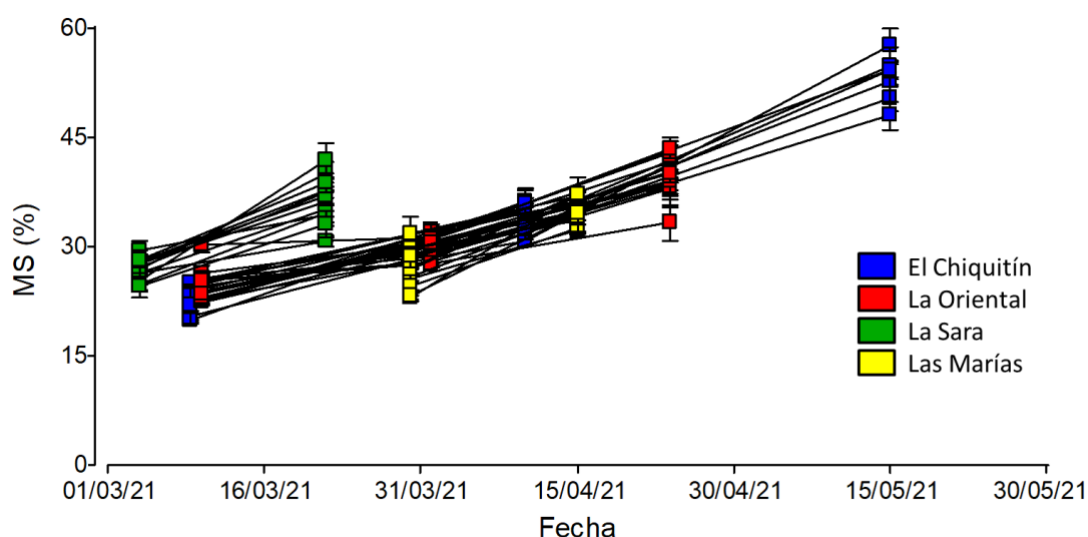


Figura 4: Evolución de la materia seca según fecha. Cada cuadrado representa un híbrido y los colores representan los sitios. Las barras representan el error estándar.

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 39% de materia seca.

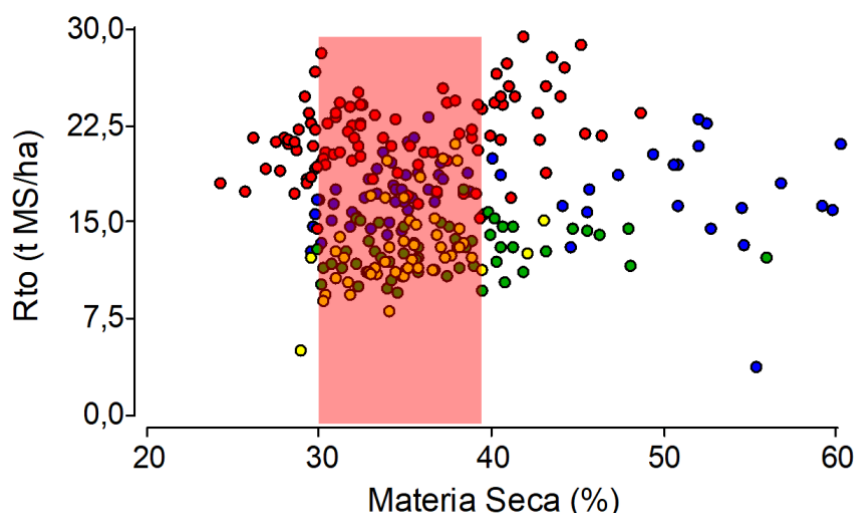


Figura 5: Relación entre contenido de materia seca y rendimiento. La barra roja indica el rango de datos utilizados para los análisis.

Evaluando todos los sitios, los rindes variaron entre 8 t MS y 28 t MS por hectárea, con un promedio de 16.2 t MS/ha. El sitio de mayor rendimiento promedio fue La Oriental, con un rendimiento promedio de 21,4 t MS/ha, no habiendo diferencias estadísticas entre híbridos (Figura 6). El siguiente sitio con mayor rendimiento fue El Chiquitín con 17,4 t MS/ha, en donde no hubieron diferencias entre híbridos.

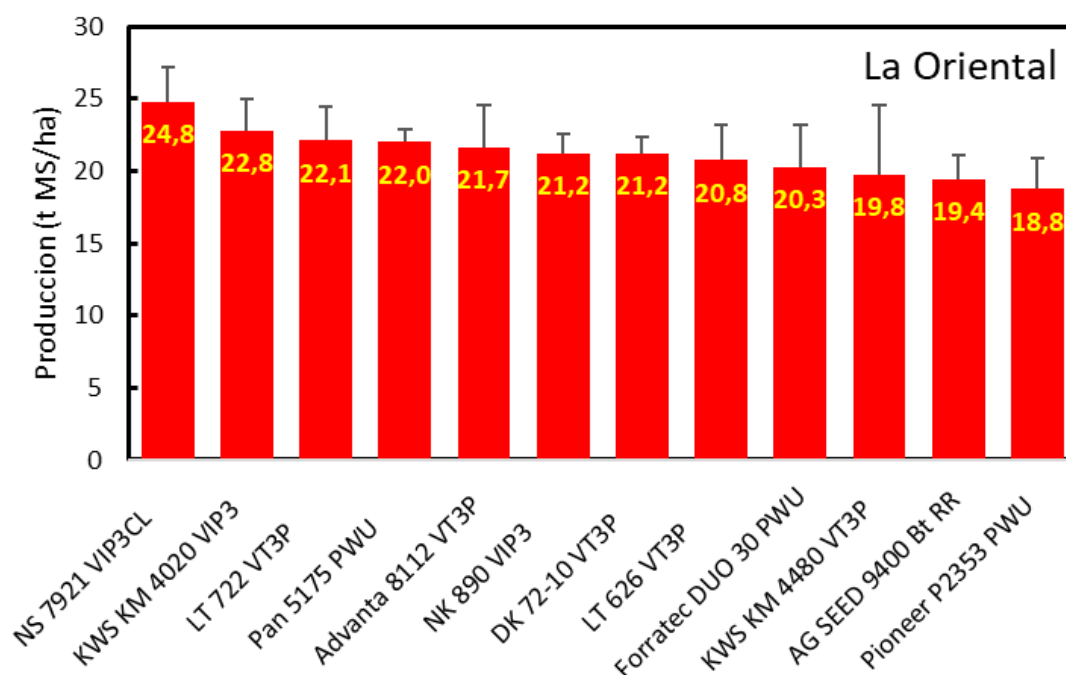


Figura 6: Rendimiento promedio de los híbridos en el sitio La Oriental.

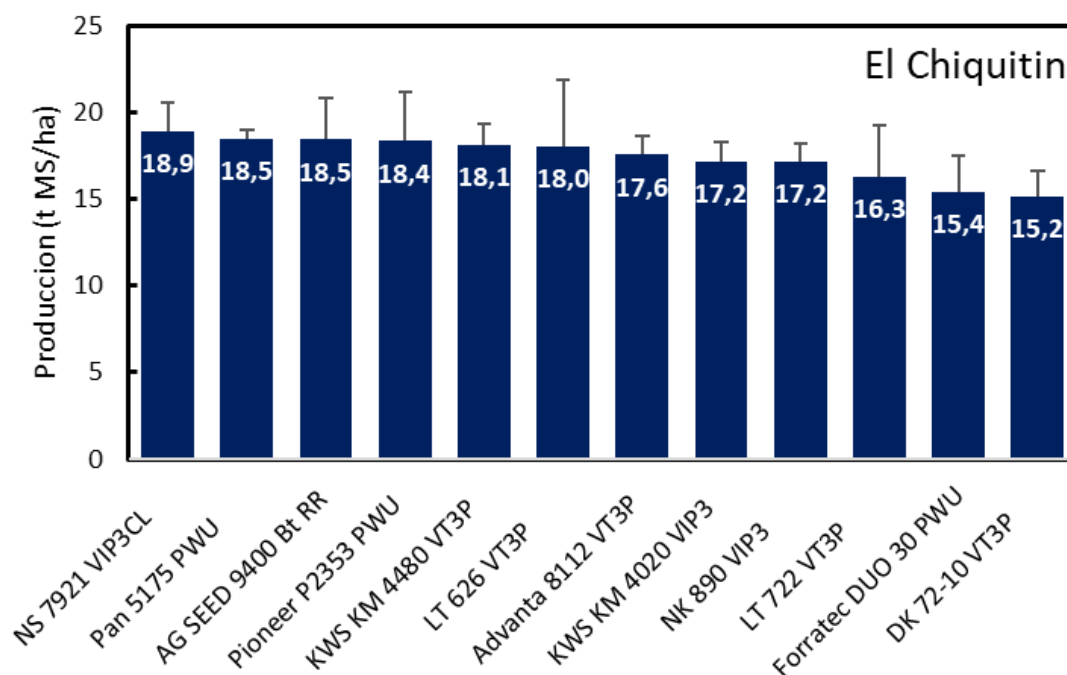


Figura 7: Rendimiento promedio de los híbridos en el sitio El Chiquitín.

En el sitio de Serrano, Las Marías, tuvo un menor rendimiento, debido posiblemente a menores precipitaciones. En este sitio se encontraron diferencias entre los híbridos (Figura 8).

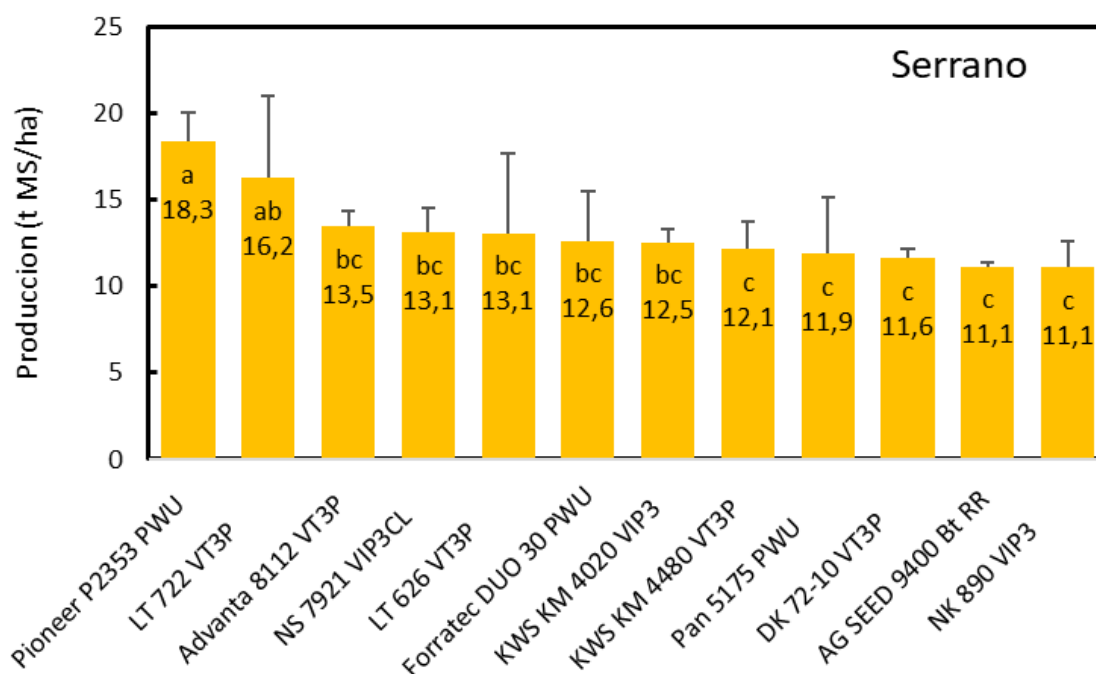


Figura 8: Rendimiento promedio de los híbridos en el sitio La Maria. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre híbridos.

En la Sara, el sitio más al oeste, el rendimiento promedio fue de 12,6 t MS/ha, no habiendo diferencias estadísticas entre híbridos.

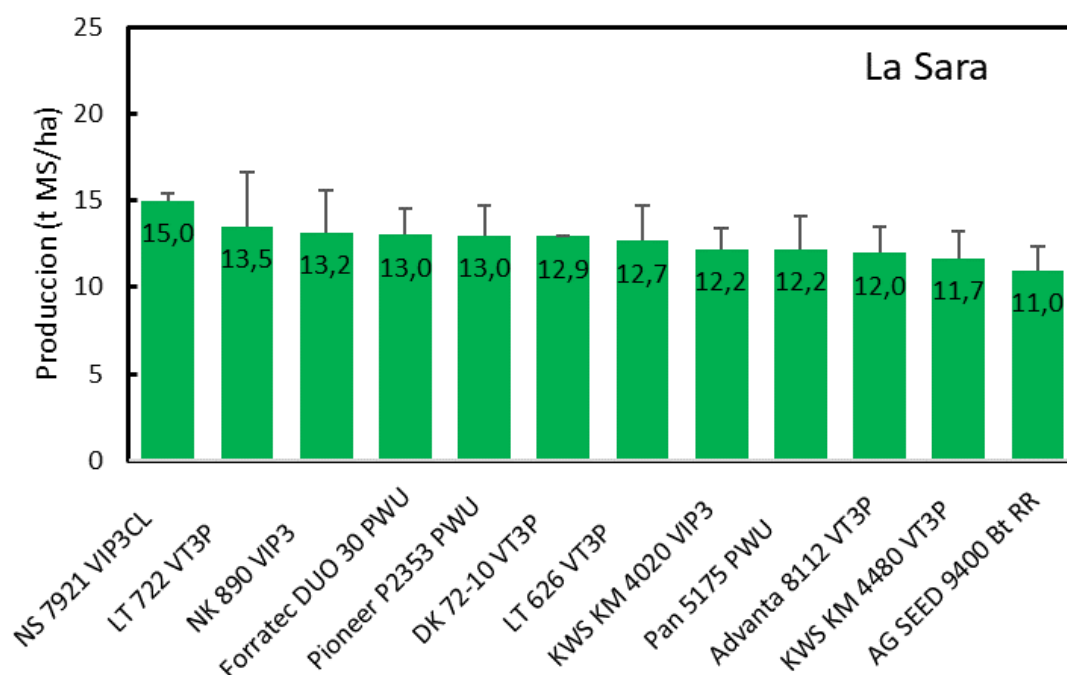


Figura 8: Rendimiento promedio de los híbridos en el sitio La Sara.

Estabilidad de rendimientos

Se determinó la estabilidad de rendimientos de cada híbrido comparando el rendimiento del híbrido en cada ambiente con el rendimiento promedio de los híbridos. Se realizó un análisis de regresión y se utilizó la pendiente de la recta (coeficiente b). Un coeficiente b igual a "1" indica que el híbrido imita el comportamiento del promedio de los híbridos; cuando el coeficiente tiende a cero, el rendimiento es estable, es decir que no cambia entre ambientes; en cambio cuando la pendiente es mayor a 1 quiere decir que tiende a rendir más en los mejores ambientes, pero menos en los ambientes de menor rendimiento, siendo una estrategia definida como agresiva (Figura 9).

Advanta 8112 VT3P

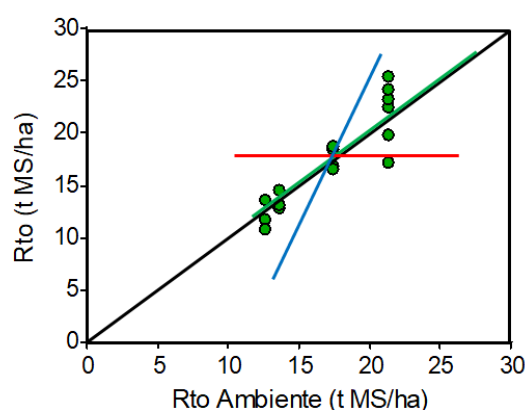


Figura 9: Ejemplo de rendimiento de híbrido y rendimiento del ambiente. La línea verde representa una pendiente igual a “1”, la roja una pendiente cero, y la azul una pendiente mayor a “1”.

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 (Figura

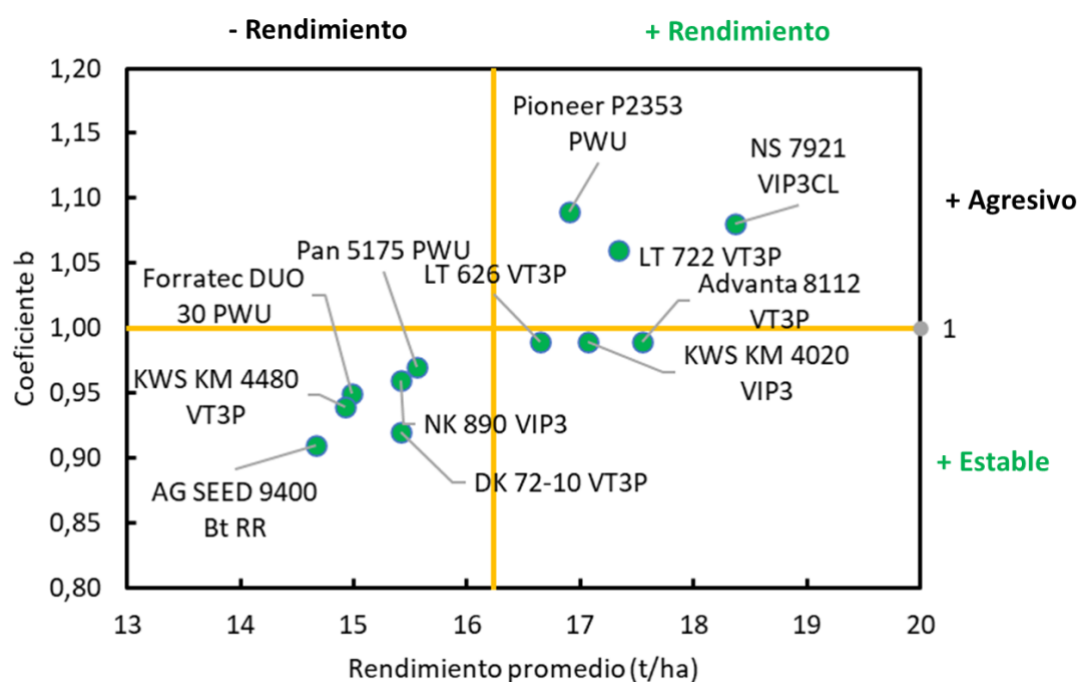


Figura 9: Relación entre el rendimiento y la estabilidad explicada por el coeficiente b según híbridos.

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. En el rango seleccionado entre 30 y 39% de MS, el contenido de almidón estuvo entre 16.5% y 48.5%, dependiendo del sitio y del híbrido.

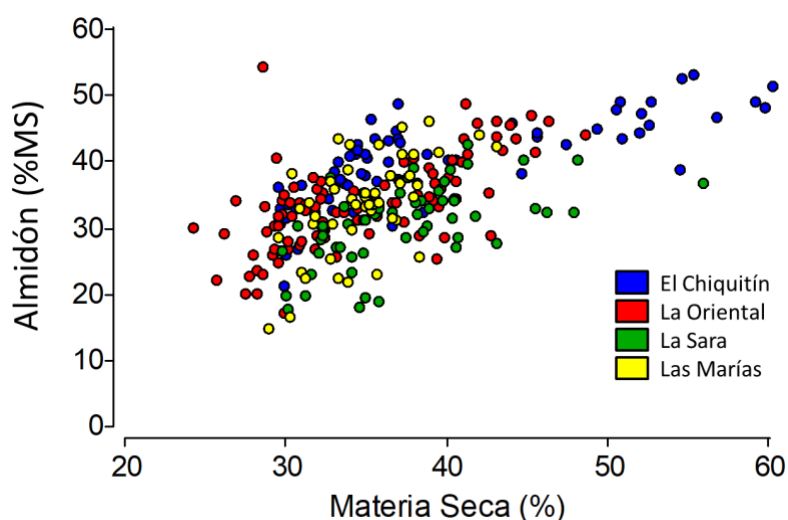


Figura 10: Relación entre el contenido de Almidón y porcentaje de materia seca.

El contenido promedio de almidón fue del **37.2%** para **El Chiquitín**, **33.4%** para **La Oriental**, **29.4%** para **La Sara** y **33.6%** para **Las Marías**. Solo en el sitio La Sara se encontraron diferencias estadísticas entre híbridos.

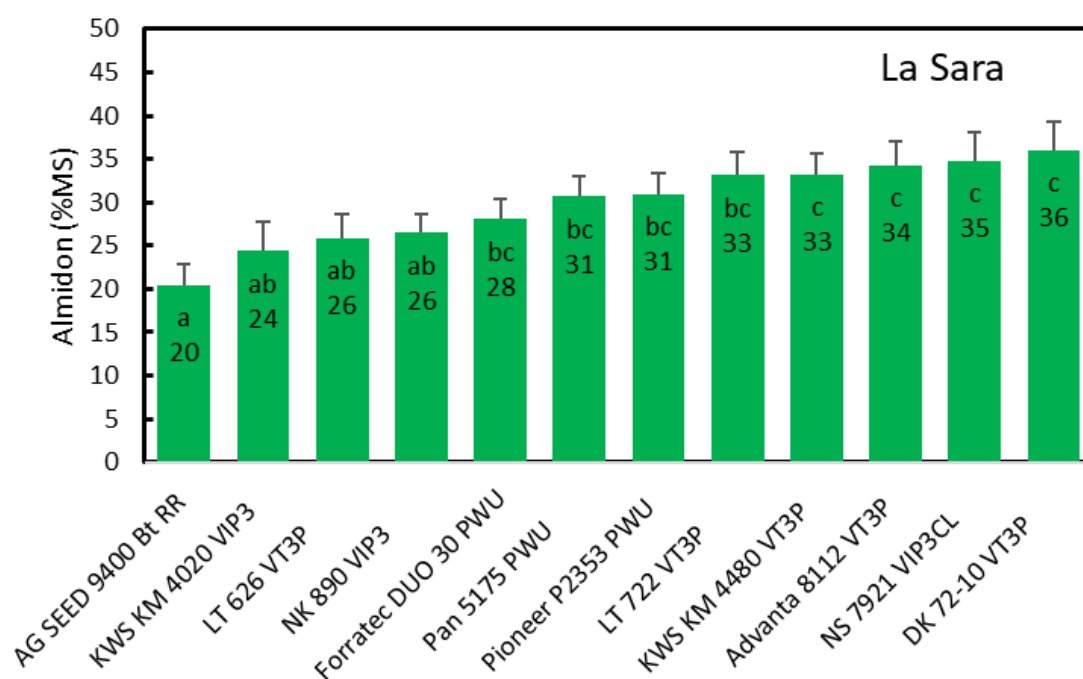


Figura 10: Contenido de almidón según híbrido en el sitio La Sara. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre híbridos.

Fibra en Detergente Neutro (FDN)

Al igual que almidón, se encontró asociación entre la FDN y el %MS, a mayor MS menor FDN. Este parámetro está asociado al consumo, a mayor FDN menor consumo por parte de los animales.

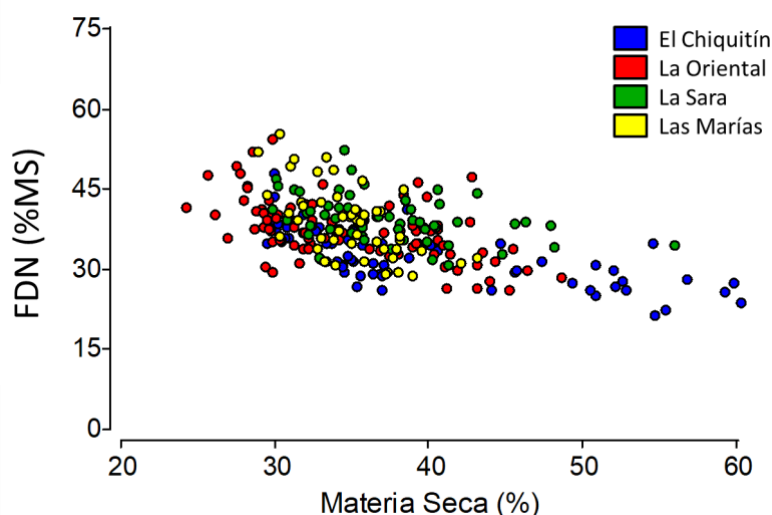


Figura 11: Relación entre la materia seca (%) y la FDN (%MS) para los distintos híbridos y sitios. Cada punto representa una parcela asociada a un híbrido.

Se encontraron diferencias entre híbridos a la FDN. No hubo interacción con los sitios por lo que se presenta el promedio de todos los sitios por híbrido.

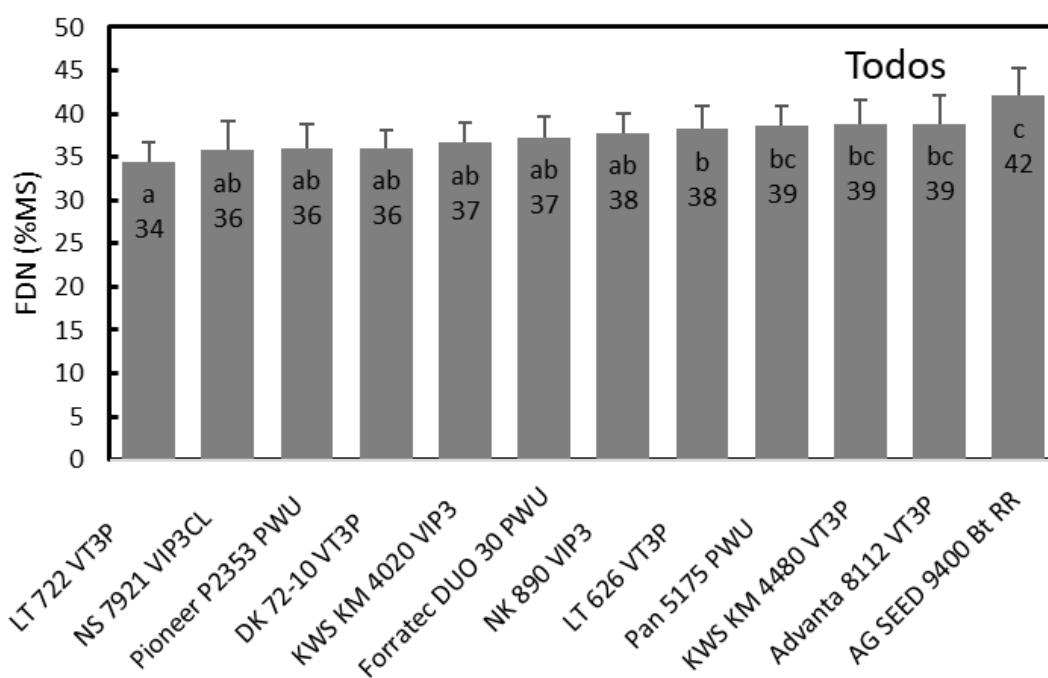


Figura 12: Fibra en Detergente Neutro (FDN; %MS) promedio de cada híbrido. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre híbridos.

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 se encontró que a mayor FDN menor era su digestibilidad.

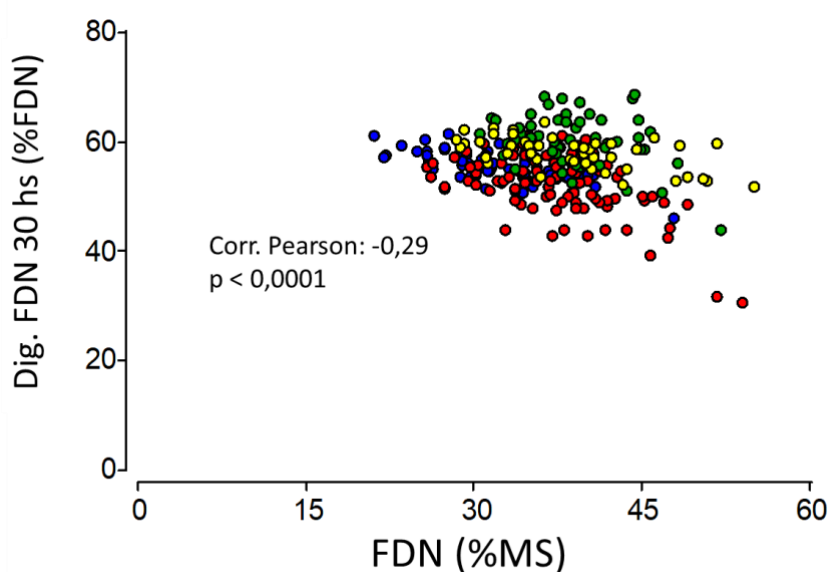


Figura 13: Relación entre la FDN (%MS) y su digestibilidad para los distintos híbridos y sitios. Cada punto representa una parcela asociada a un híbrido.

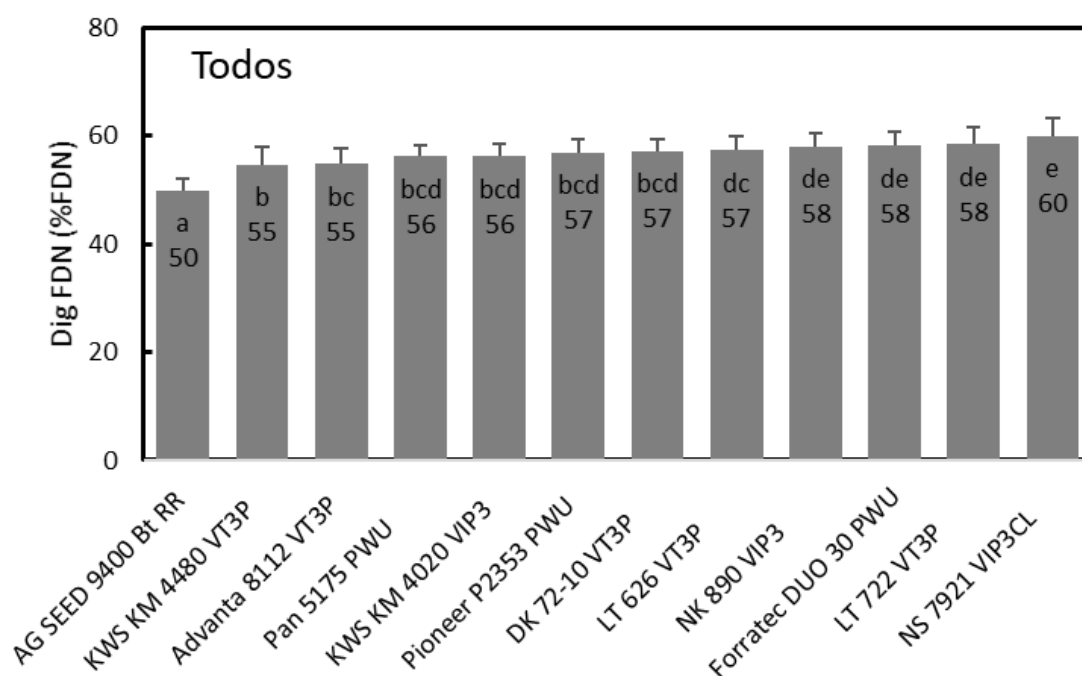


Figura 14: Digestibilidad de la FDN a las 30 horas (%FDN) promedio de cada híbrido. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre híbridos.

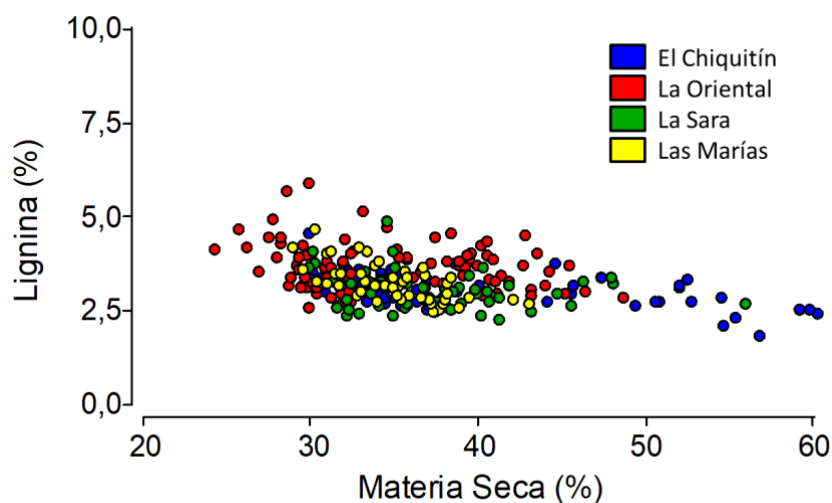


Figura 15: Relación entre la materia seca (%) y la Lignina (%MS) para los distintos híbridos y sitios. Cada punto representa una parcela asociada a un híbrido.

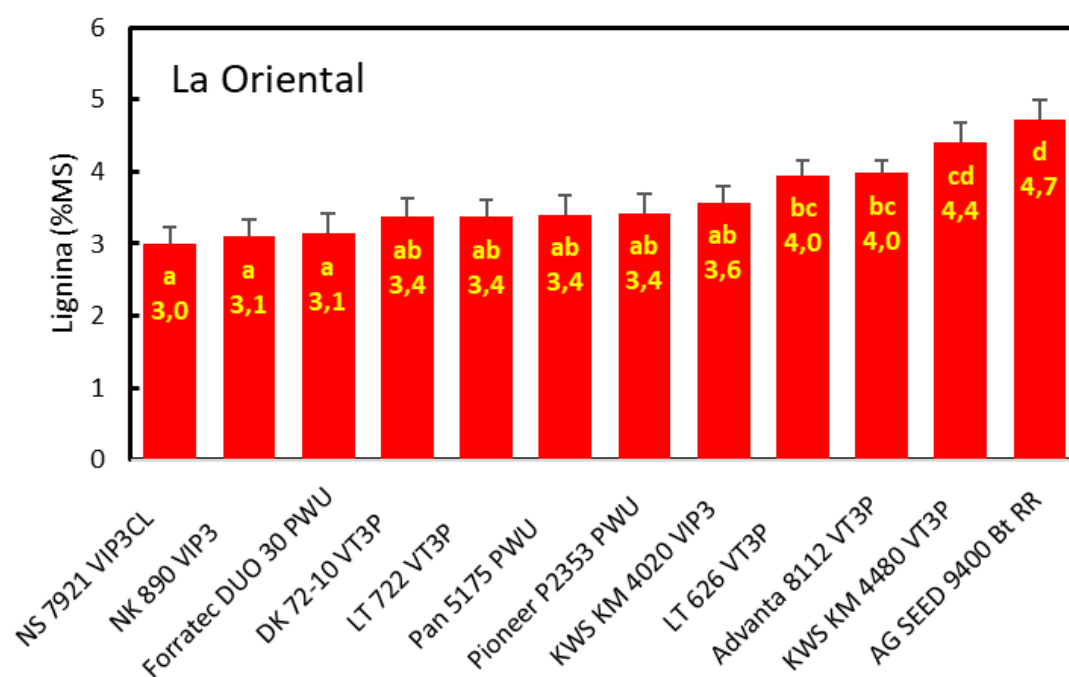


Figura 16: Lignina (%MS) promedio de cada híbrido en el sitio La Oriental. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre híbridos.

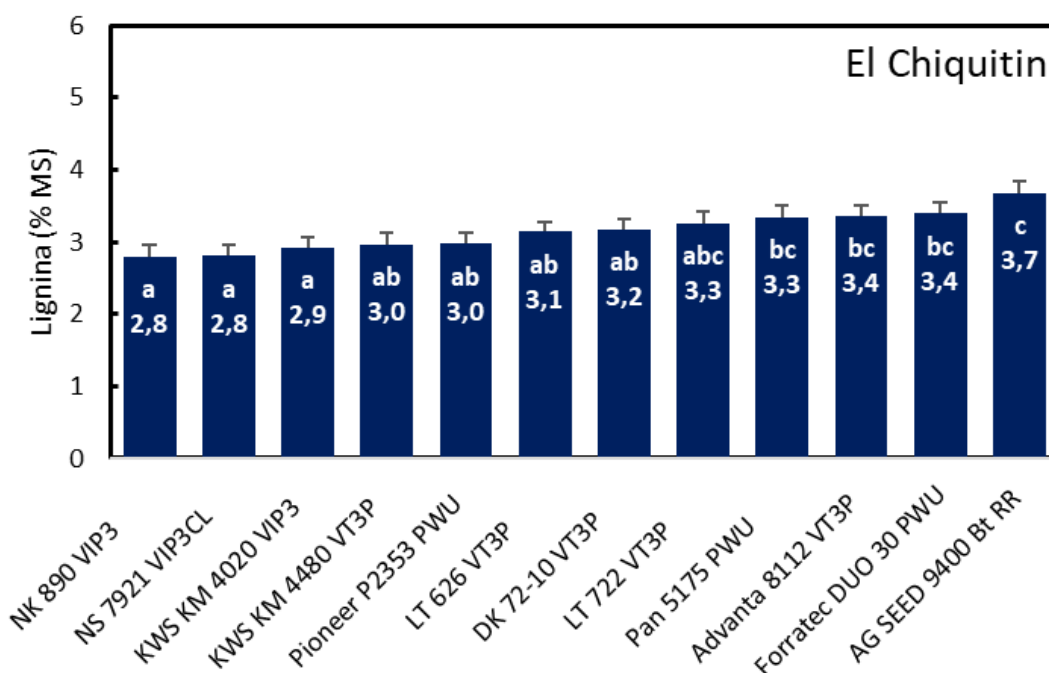


Figura 17: Lignina (%MS) promedio de cada híbrido en el sitio El Chiquitin. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre híbridos.

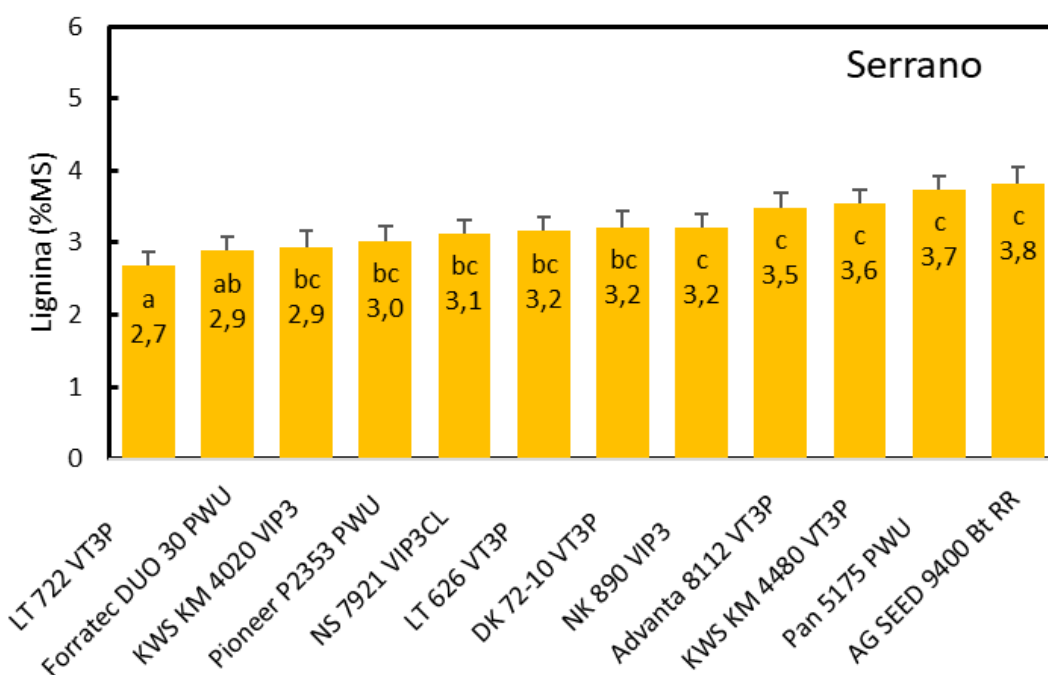


Figura 18: Lignina (%MS) promedio de cada híbrido en el sitio Las Marías. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre híbridos.

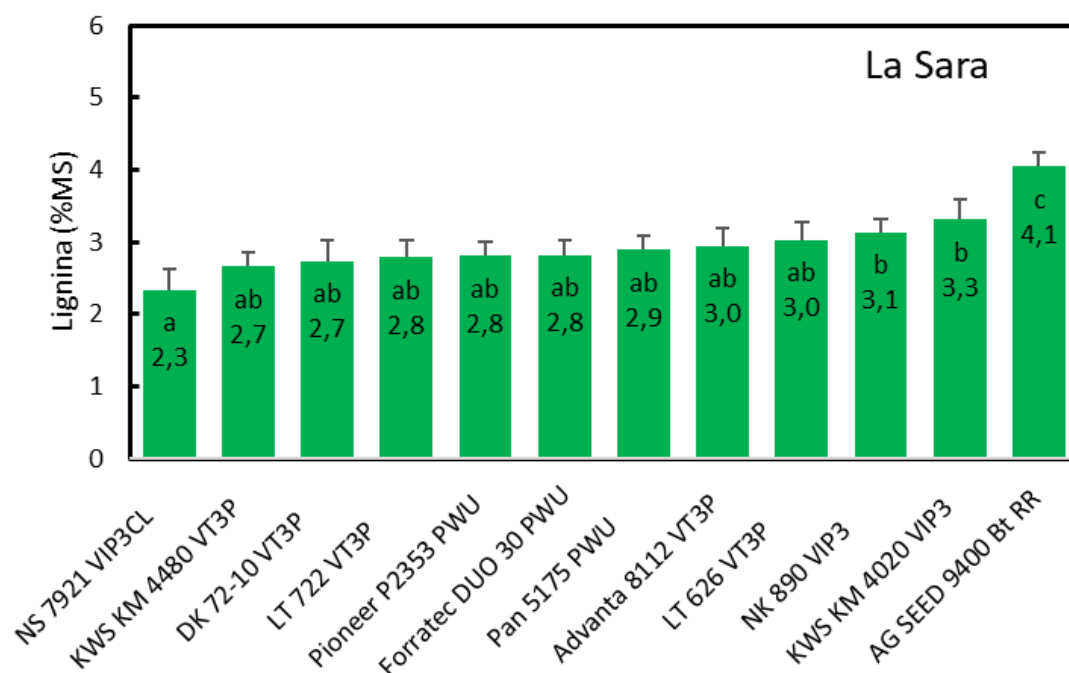


Figura 17: Lignina (%MS) promedio de cada híbrido en el sitio La Sara. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre híbridos.

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).

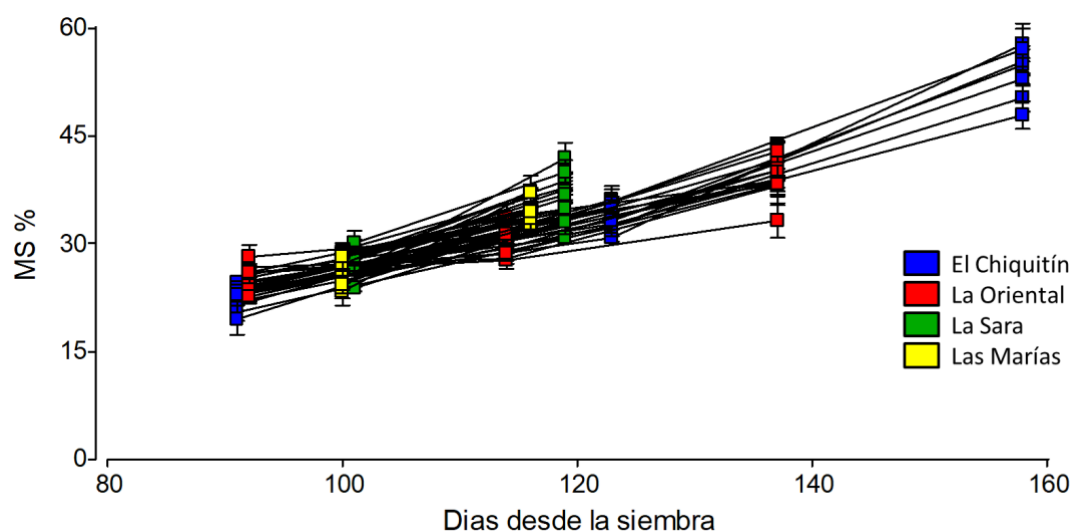


Figura 18: Evolución de la materia seca en función de los días desde la siembra. Cada cuadrado representa un híbrido y los colores representan los sitios. Las barras representan el error estándar.

Se encontraron dos grupos de híbridos, aquellos que mantuvieron una tasa de secado constante durante el periodo evaluado (Figura 19), y aquellos que aceleraron su tasa pasados los 120 días desde la siembra (Figura 20).

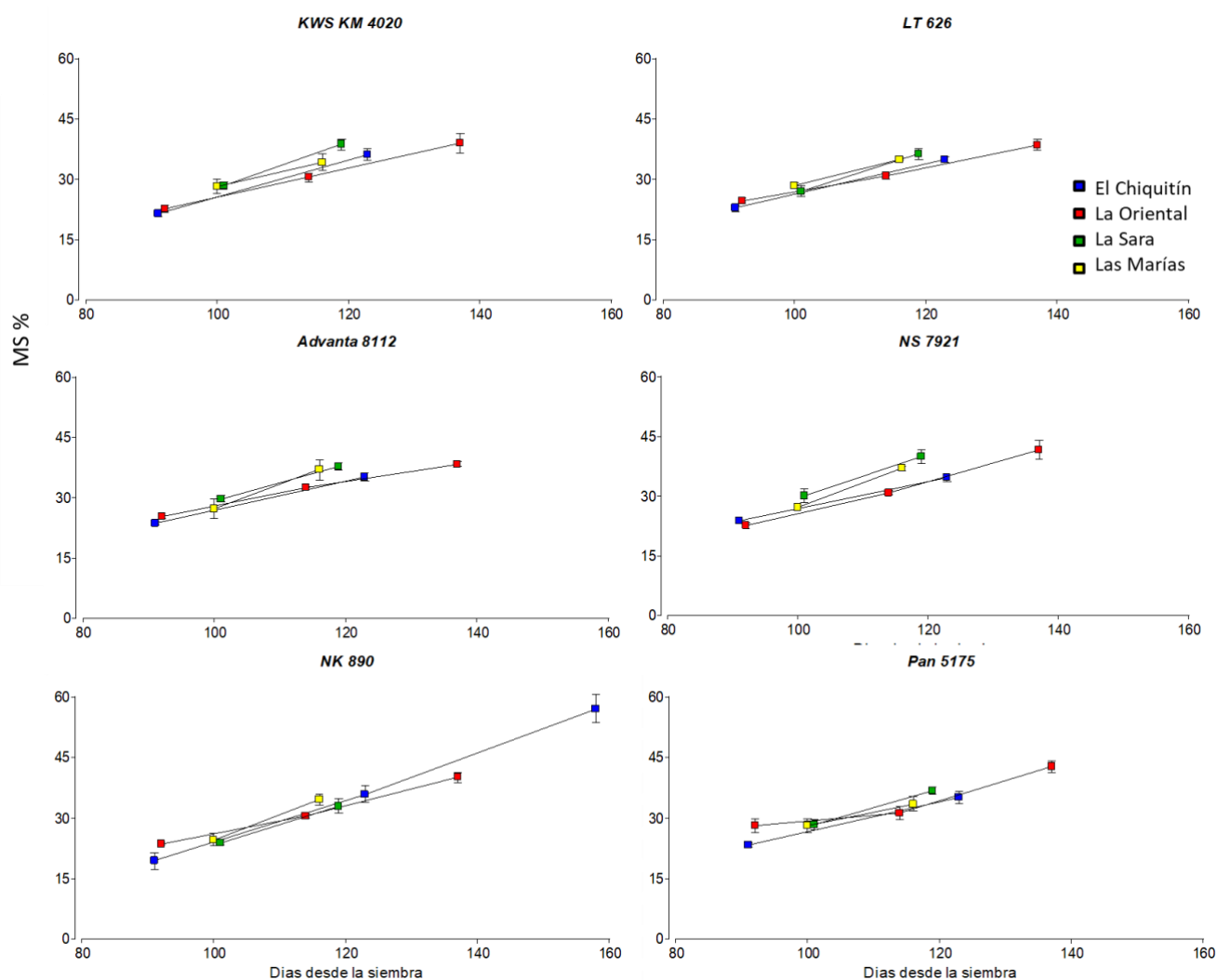


Figura 19: Híbridos con tasa de secado constante. Evolución de la materia seca en función de los días desde la siembra.

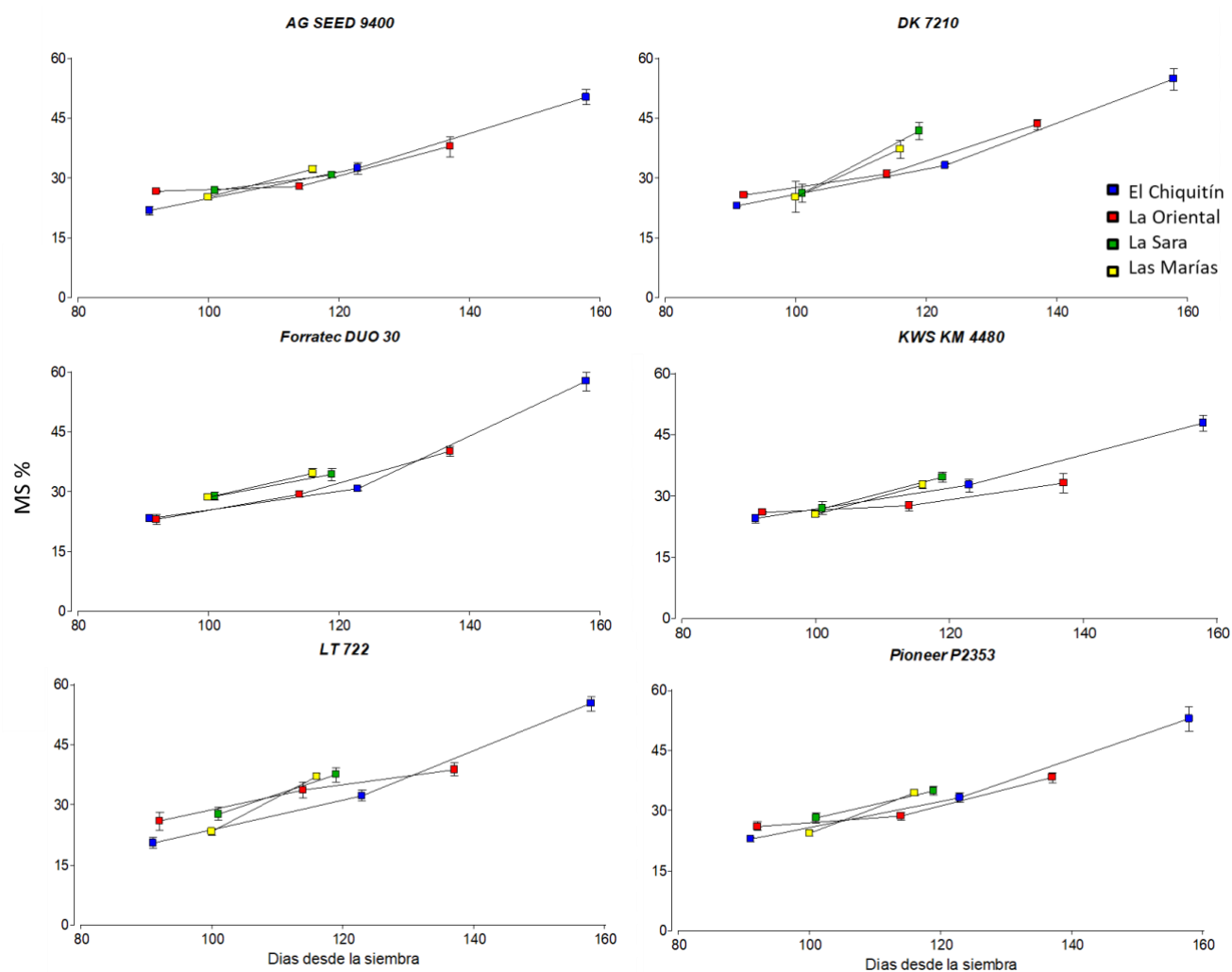
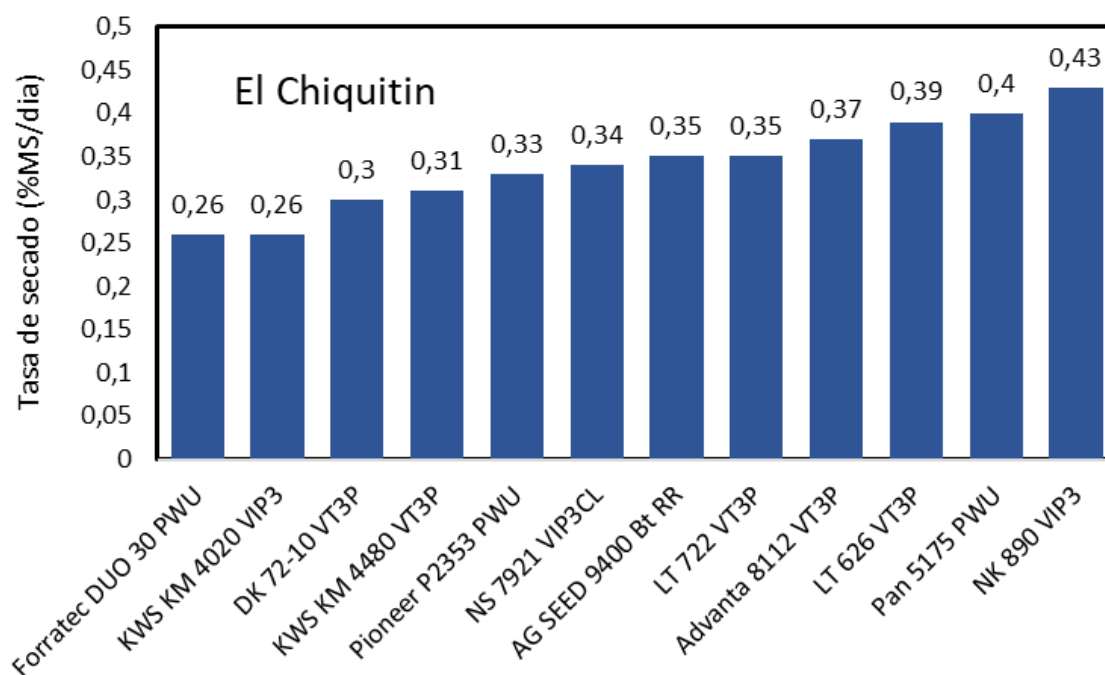
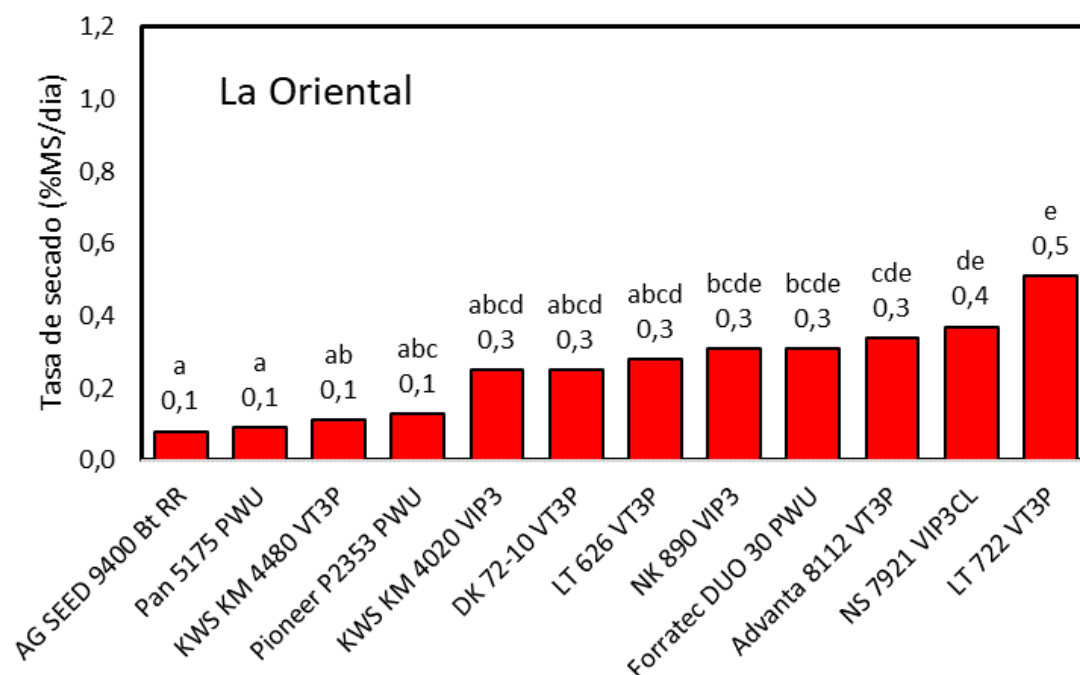


Figura 20: Híbridos con tasa de secado variable. Evolución de la materia seca en función de los días desde la siembra.



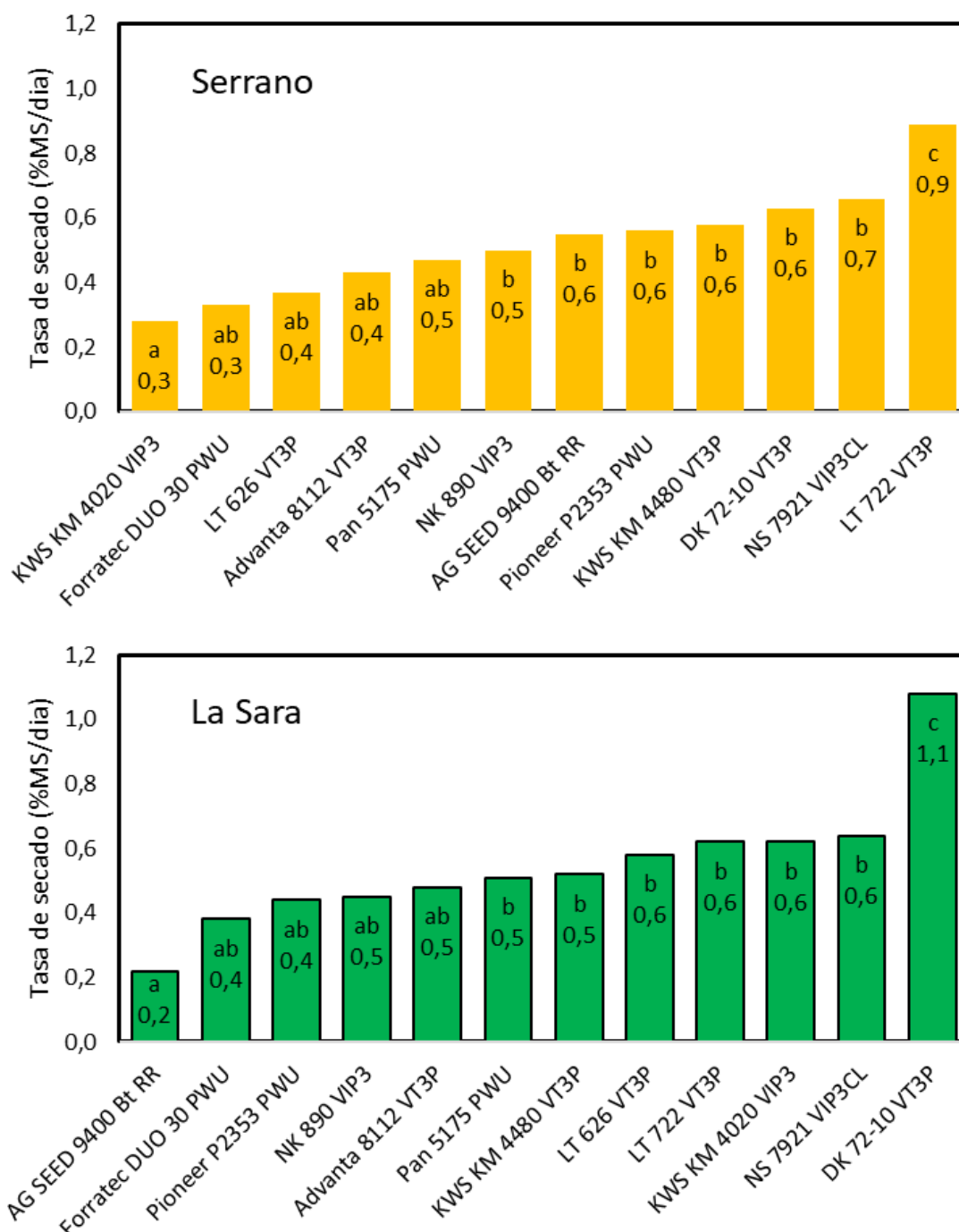


Figura 21: Tasa de secado según híbrido y sitio. Letras diferentes indican diferencias en tasa de secado entre híbridos.

Se realizó un análisis de correlación para encontrar asociaciones entre la tasa de secados y variables ambientales y de cultivo (Figura 22). Se encontró que la tasa de secado estuvo asociada a la biomasa generada, siendo menor la tasa a mayor biomasa (Figura 23). Se hipotetiza que a mayor biomasa es mayor el volumen de cultivo a secar y por lo tanto las tasas son mas lentas. La segunda variable de mayor peso fue el cociente entre Temperatura y Humedad relativa, cuanto mayor fue el cociente, mayor fue la tasa de secado.

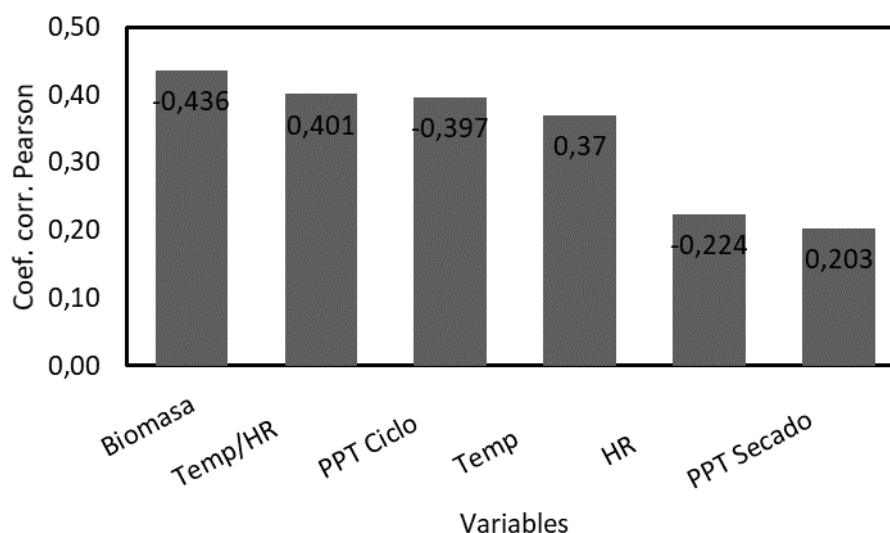


Figura 22: Coeficientes de correlación entre tasa de secado y variables de cultivo y ambientales.

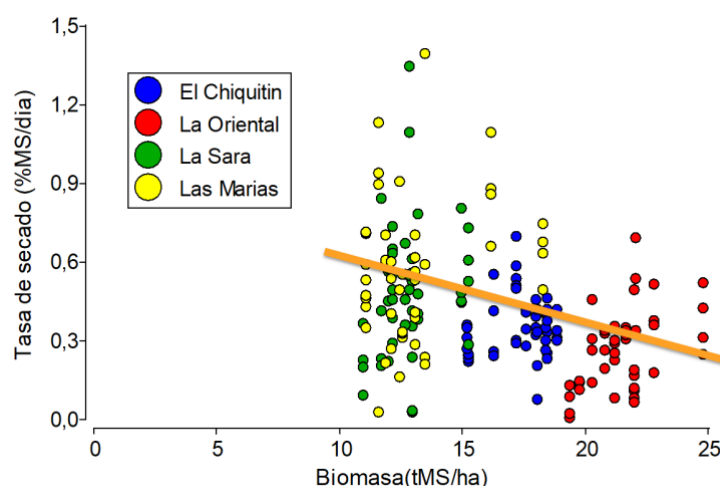


Figura 23: Relación entre la biomasa y la tasa de secado para distintos híbridos y sitios. Cada punto es una parcela de un híbrido, y los colores indican los sitios.

A partir de modelos de regresión múltiple generados a partir de los datos, 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 (Figura 24).

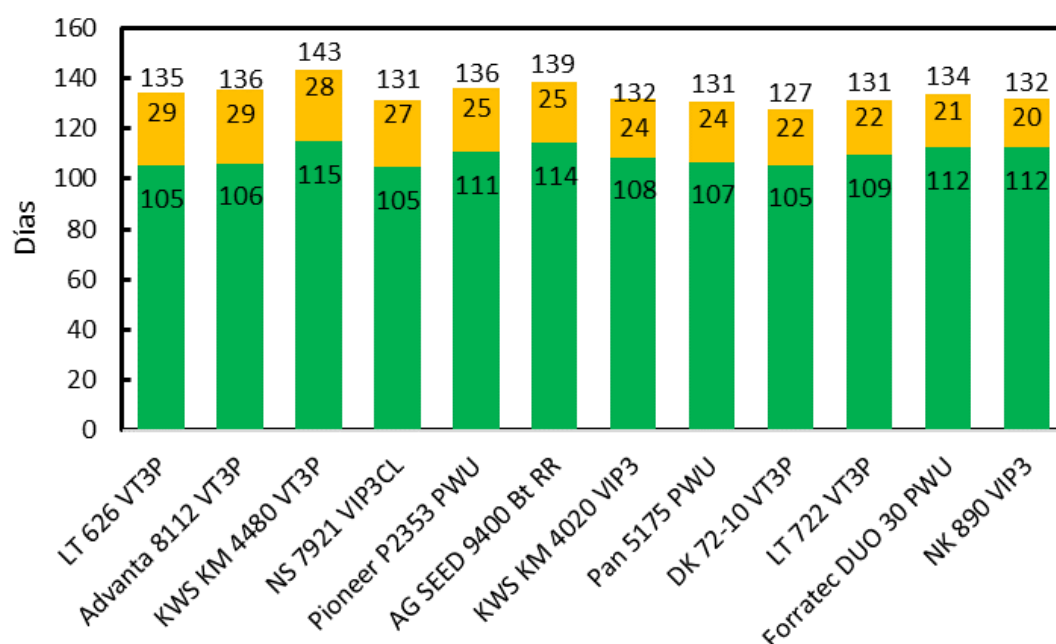


Figura 24: Días entre siembra y 30% de Materia seca (en verde) y ventana de picado (amarillo) hasta alcanzar el 40% MS, para cada híbrido.

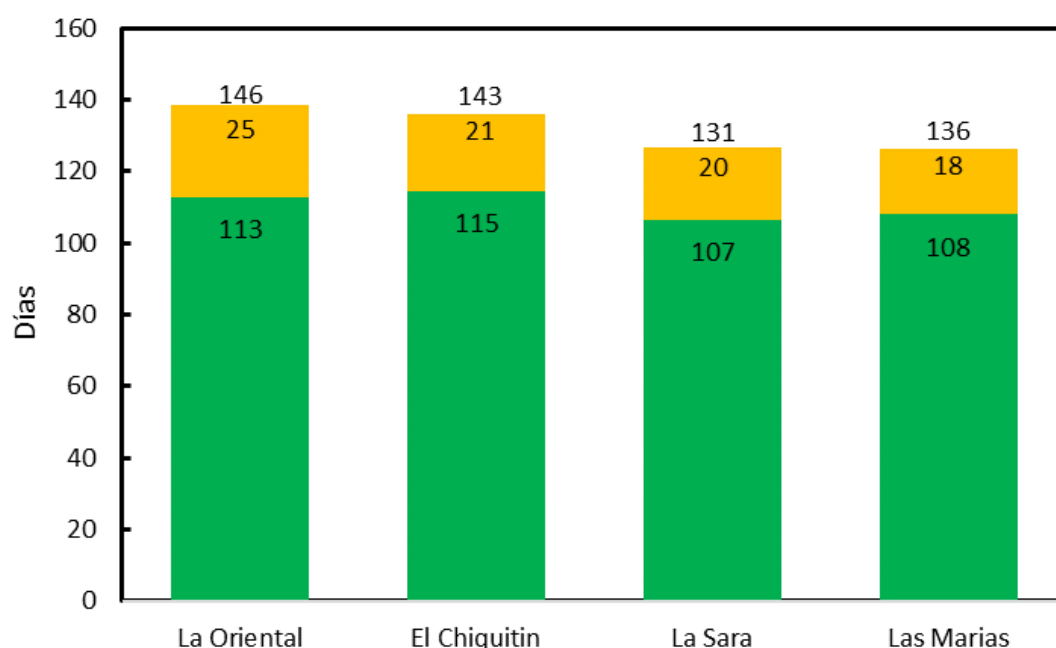


Figura 24: Días entre siembra y 30% de Materia seca (en verde) y ventana de picado (amarillo) hasta alcanzar el 40% MS, para cada sitio.

Se encontró que en los sitios de menor potencial de rendimiento la **ventana de picado** es mas corta, en sitios de mas potencial la ventana es mayor (Figura 25).

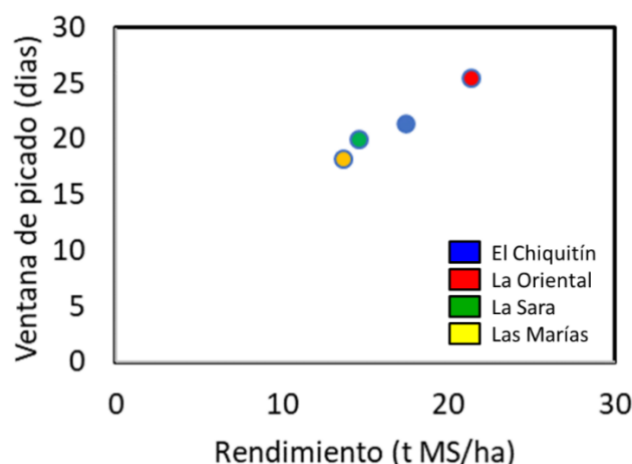


Figura 25: Relación entre el Rendimiento y la ventana de picado promedio de cada sitio.

Comparación entre campañas

Se realizó una comparación de campañas, comparando los materiales presentados por los semilleros en el 2019/2020 y el 2020/2021. Algunos semilleros presentaron los mismos materiales en ambas campañas y otros presentaron nuevos materiales. En general se observó que en esta campaña el rendimiento fue igual o mayor al año anterior. El aumento en producción estuvo asociado a nuevos híbridos.

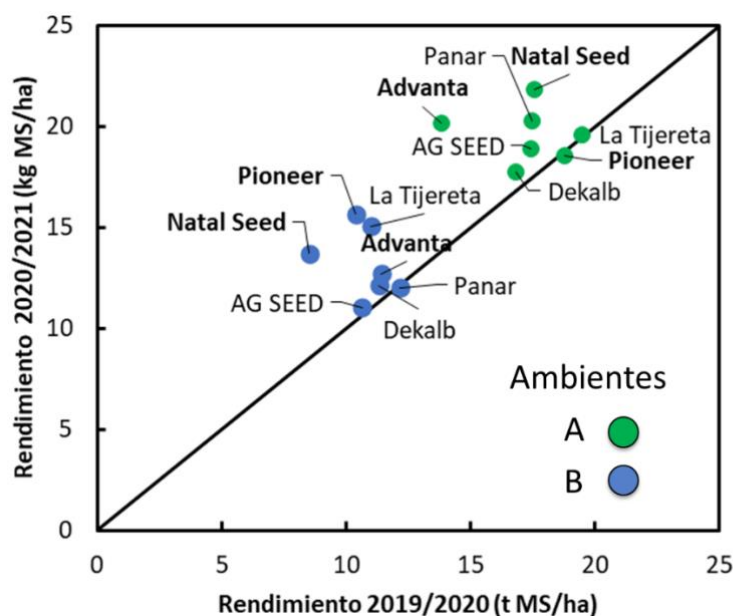


Figura 26: Relación entre el rendimiento en las campañas 2020/2021 y 2019/2020. En **negrita** los semilleros que presentaron nuevos híbridos.

Comentarios finales

- **Rendimientos.** Se encontró homogeneidad entre materiales. Solo en un sitio lograron diferenciarse algunos materiales.
- **Estabilidad.** Encontramos relación entre rendimiento y estabilidad.
- Encontramos **mejoras en los rendimientos** de nuevos materiales presentados por semilleros.
- **Calidad.** Encontramos características de calidad asociadas a los materiales. Se pueden seleccionar híbridos por calidad.
- Se encontraron **relaciones entre materia seca y calidad**. Resulta necesario trabajar en poder picar en contenidos ideales de materia seca para optimizar rendimiento y calidad.
- La **tasa de secado** puede ser un criterio a considerar para seleccionar un híbrido. La tasa de secado no es fija, depende del híbrido tiende a aumentar con el tiempo y puede variar entre sitios.

CREA – Región Centro

Agosto 2021

Informe elaborado por: Ing. Agr. Gonzalo Berhongaray

Técnica responsable de los ensayos: Ing. Agr. Martina Aizpeolea

Responsables de la MIG: Med. Vet. Mauricio Di Niro, Ing. Agr. Victoria Anomale,

Responsables de la MIL: Ing. Agr. Ariel Montilla e Ing. Agr. Santiago Ardanaz

Coordinador: Ing. Agr. Fernando García

Vocales: Ing. Agr. Matías Lanz e Ing. Agr. Eduardo Cravero