

Introducción

En ambientes marginales, las fechas de siembra tardías y las bajas densidades permiten obtener rendimientos estables y rentables (2). Las disminuciones en la densidad favorecen la expresión de mecanismos de plasticidad reproductiva (prolificidad) o vegetativo-reproductiva (macollaje) que contribuyen en gran medida al rendimiento en años con altas disponibilidades de recursos (5). Sin embargo, las variaciones en la disponibilidad hídrico-nutricional de los ambientes marginales pueden generar restricciones al crecimiento, modulando la expresión de la prolificidad y/o el macollaje (4; 5). En maíz, se ha estudiado la dinámica del N en el cultivo ante variaciones en la densidad y la oferta de N (1), la economía del N en cultivos de siembra tardía y temprana en alta densidad ante ofertas variables de N (3) y la modulación de la prolificidad ante ofertas contrastantes de N en bajas y altas densidades (4). Actualmente, no se conoce cómo es la modulación de los procesos de la economía del N ante restricciones al crecimiento a lo largo del ciclo en híbridos con diferentes mecanismos de plasticidad vegetativo-reproductiva y en densidades menores a las 4 pl m⁻², que son aquellas que promueven la expresión de la prolificidad, el macollaje o ambos mecanismos en conjunto.

El objetivo de este estudio fue evaluar la economía del N en híbridos de maíz con diferentes mecanismos de plasticidad vegetativo-reproductiva sembrados en baja densidad ante un estrés por reducción de la radiación solar incidente (sombros) en diferentes momentos del ciclo. Hipotetizamos que la eficiencia interna para la producción de biomasa no varía entre los híbridos, pero la eficiencia interna para la generación del rendimiento es dependiente de la expresión de la plasticidad reproductiva (i.e. mayor en los híbridos prolíficos).

Materiales y Metodos

Experimento a campo: durante 2021/2022 en el campo experimental del Departamento de Producción Vegetal de la FAUBA (35° 34'S, 58° 29'O).

Genotipos: híbridos comerciales DM2738 (macollador + prolífico), AX7784 (macollador), DK6910 (prolífico) y Next 22.6 (no macollador + no prolífico).

Densidad de siembra: 3 plantas m⁻².

Tratamientos: Cuatro sombros (reducción de ca. 80% de la radiación solar incidente sin afectar la calidad de la luz) de aproximadamente dos semanas de duración cada uno en distintas etapas fenológicas del cultivo (**S1:** V3 – V7; **S2:** V7- V13, **S3:** V13 – R1 y **S4:** R1 – R2) y sin sombrero (**C:** control).

Diseño experimental: diseño en bloques completos con 3 repeticiones, con los tratamientos de híbrido × sombrero aleatorizados dentro de cada bloque.

Mediciones: En madurez fisiológica se cosecharon 8 plantas de cada parcela, las cuales fueron secadas en estufa. Se cuantificó la biomasa de los granos de espigas apicales, subapicales y de macollos por separado, además del rastrojo del vástago principal y de los macollos. Luego, cada fracción fue molida y se determinó el porcentaje de N en (i) la biomasa de rastrojo por el método micro-Kjeldahl y (ii) los granos con transmisión espectroscópica de infrarrojo cercano (NIR5000).

Cálculos: Con el porcentaje de N y los valores de las biomasa de cada fracción se determinó el N total absorbido (N_{abs}), la eficiencia interna de la biomasa total (EIN_{BT}), la eficiencia interna para la generación de rendimiento (EIN_R) y el índice de cosecha de N (ICN).

Análisis estadístico: Los datos fueron sujetos a análisis de varianza (ANVA) para analizar los efectos principales de los tratamientos (sombros e híbridos) y sus interacciones sobre el N_{abs} , EIN_{BT} , EIN_R e ICN. Se usó la prueba de comparación de medias de Fisher para evaluar las diferencias entre los valores medios, considerando un alfa = 0,05. Se ajustaron regresiones lineales entre la biomasa total o el rendimiento y el N_{abs} .

Resultados

Para la mayoría de los atributos analizados hubo efecto significativo del sombrero (S), del híbrido (H) y de la interacción S×H, excepto para la EIN_{BT} y el N_{abs} , para los cuales no se encontró interacción S×H (para ambos) o efecto genotípico (para N_{abs}) (Tabla 1).

Tabla 1. Valores medios y significancias del N absorbido total (N_{abs} ; kg N ha⁻¹), eficiencia interna para producir biomasa (EIN_{BT} ; kg de biomasa kg N absorbido⁻¹), eficiencia interna para producir rendimiento (EIN_R ; kg de grano kg N absorbido⁻¹) e índice de cosecha de N (ICN) de cuatro híbridos de maíz ante la aplicación de sombros en 4 momentos del ciclo y su control en un experimento durante 2021 – 2022.

Tratamiento		N_{abs}	EIN_{BT}	EIN_R	ICN
Sombro (S)	C	251 d	91,5 b	45,8 cd	0,68 cd
	S1	177 b	91,0 b	44,6 c	0,65 c
	S2	153 a	90,3 b	48,7 d	0,70 d
	S3	210 c	89,7 b	33,6 b	0,53 b
	S4	202 c	84,9 a	27,2 a	0,47 a
	p-valor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Híbrido (H)	Next 22.6	200 a	86,0 a	35,7 a	0,57 a
	DK6910	192 a	87,5 a	43,5 b	0,66 b
	DM2738	197 a	91,6 b	43,3 b	0,64 b
	AX7784	204 a	93,0 b	38,5 a	0,56 a
	p-valor	0,09	<0,001	<0,001	<0,001
H×S	p-valor	0,20	0,19	0,002	<0,001

En la situación control, el híbrido AX8777 sólo expresó espigas de macollos mientras que los restantes híbridos presentaron espigas de macollos y sub-apicales en diferente magnitud. Sin embargo, todos alcanzaron un N_{abs} similar (Tabla 1 y Figura 1). En todos los híbridos el N_{abs} se redujo con los tratamientos de sombrero, pero con mayor magnitud en S1 (entre 18 y 36%) y S2 (entre 30 y 44%), afectando principalmente el N_{abs} en espigas de macollos o sub-apicales (Tabla 1 y Figura 1).

La EIN_{BT} solamente fue afectada por S4 y los híbridos Next 22.6 y DK6910 registraron la menor EIN_{BT} (Tabla 1). Las menores EIN_R se registraron en S3 y S4 (Tabla 1 y Figura 2) mientras que los híbridos más prolíficos (DK6910 y DM2738) registraron las mayores EIN_R (Tabla 1 y Figura 2). Asimismo, se observó interacción H×S ($p < 0,001$), principalmente por el comportamiento diferencial de la EIN_R del Next 22.6 a S2 (mayor EIN_R que en el control).

En todos los híbridos el ICN resultó mayor en el C y S2 y menor en S4, alcanzando los mayores ICN los híbridos más prolíficos (DK6910 y DM2738) (Tabla 1).

Conclusiones

Los resultados de este experimento rechazan la hipótesis de trabajo ya que la eficiencia interna o fisiológica para la producción de biomasa resultó superior en los híbridos prolífico-macollador y macollador, pero la eficiencia fisiológica para la generación del rendimiento sí resultó dependiente de la expresión de la plasticidad reproductiva (i.e. resultó mayor en los híbridos prolífico-macollador y prolífico).

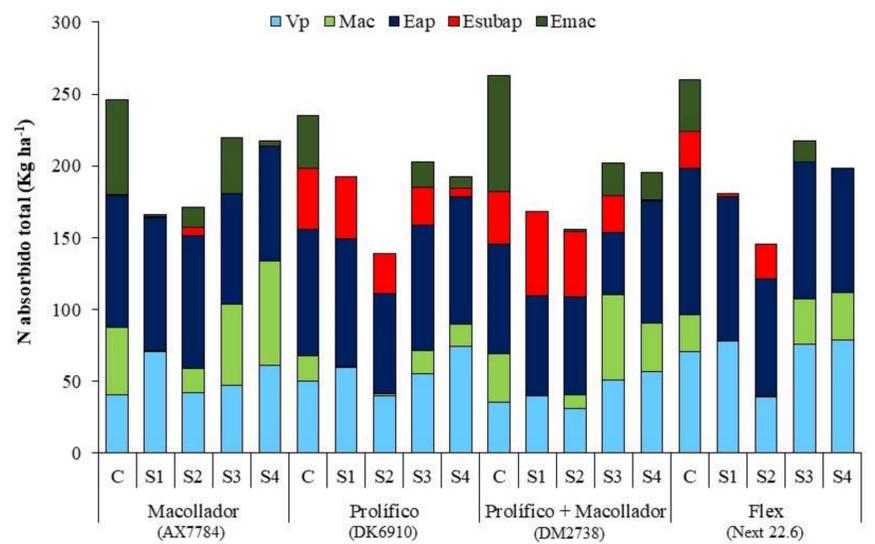


Figura 1. N total absorbido a madurez fisiológica y su partición en los granos (granos de espigas apicales: Eap; subapicales: Esubap; macollos: Emac) y rastrojo (vástago principal: Vp y macollos: Mac).

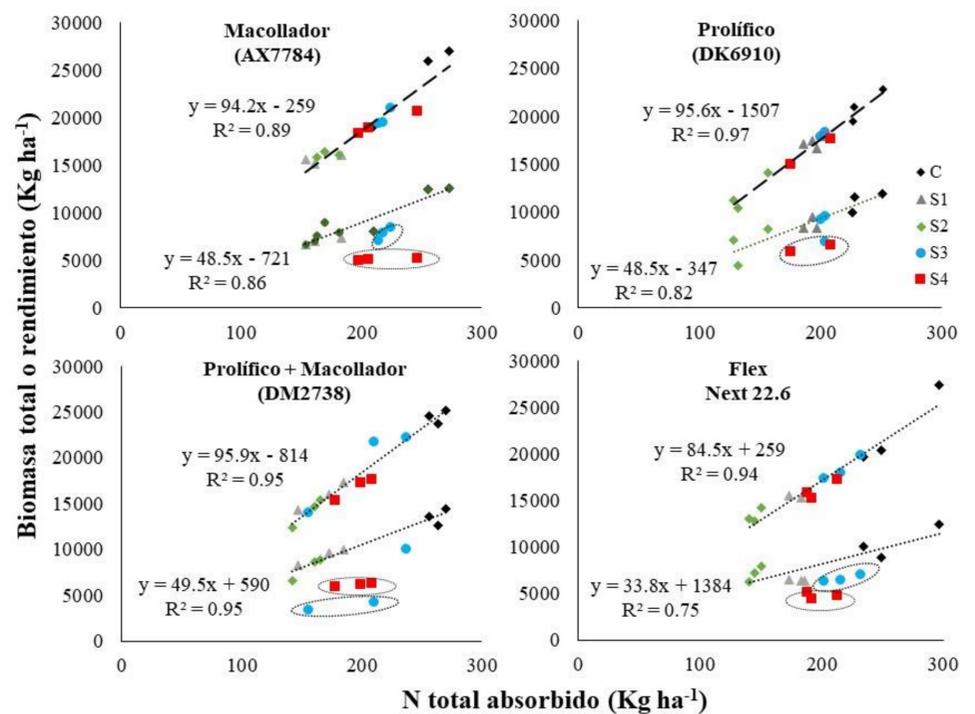


Figura 2. Relación entre la biomasa o rendimiento y el nitrógeno total absorbido en madurez fisiológica de cuatro híbridos de maíz (DK6910, AX7784, Next 22.6 y DM 2738) bajo diferentes sombros y su control. Las líneas representan las funciones lineales ajustadas al conjunto de datos. Para rendimiento, las funciones solo fueron ajustadas para el control, S1 y S2 debido a la reducción en la fijación de granos originadas por S3 y S4.

Referencias bibliográficas:

1. Ciampitti y Vyn. 2011. Field Crops Research 121: 2-18.
2. Maddonni et al. 2021. Agronomía y Ambiente 41 (2): 90-105.
3. Maltese et al. 2019. Field Crops Research 231: 40-50.
4. Parco et al. 2020. Field Crops Research 256: 107912.
5. Rotili et al. 2021. Agricultural Water Management 243: 106424