



**MAÍZIFICANDO
CONCIENCIA**
XII CONGRESO NACIONAL DE MAÍZ

Eje

Ecofisiología y manejo del cultivo

8, 9 y 10 de Noviembre
Pergamino, BA
UNNOBA



Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Ministerio de Economía
Argentina

2022





CONSIDERACIONES AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS DE MAÍZ EN EL COLORADO, FORMOSA, ARGENTINA

Ibarra Zamudio WO (1); Giménez LA (2), Sosa Rolón NB (3) Bacik EJ (4),

(1). INTA EEA El Colorado, Av. Carlos Pellegrini Acc. Sur S/N, El Colorado, Formosa, Argentina, ibarra.zamudio@inta.gob.ar;

(2). Facultad de Ciencias Agraria de la UNNE, Sargento Cabral 2131, Corrientes, Corrientes, Argentina,

lauraitatigimenez@gmail.com; (3). INTA EEA El Colorado, Av. Carlos Pellegrini Acc. Sur S/N, El Colorado, Formosa,

Argentina, sosa.rolon@inta.gob.ar; (4). INTA EEA El Colorado, Av. Carlos Pellegrini Acc. Sur S/N, El Colorado, Formosa,

Argentina, bacik.esteban@inta.gob.ar

ENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS OF CORN PRODUCTION AND YIELDS IN EL COLORADO, FORMOSA, ARGENTINA.

Abstract

Corn cultivation in Formosa is done mainly as food for livestock production. Yields increased from 1,630 to 5,000 kg ha⁻¹ between the 1969/70 and 2020/21 campaigns, and the last one registered 3,600 kg ha⁻¹. Yield is limited by the environment, mainly annual variations in rainfall, soil types (use capacity) and early/late frosts between the months of May and September. Other limitations are, low use of inputs, weeds and machinery deficiencies among others. During the season 2019/20, 27 maize hybrids were evaluated in late sowings, reaching yields greater than 3.500 kg ha⁻¹ and lesser than 5.200 kg ha⁻¹.

Palabras claves

Maíz, ambiente, manejo, rendimiento

Keywords

Corn, environment, management, yield



Introducción

El maíz es un cultivo de alto potencial de rendimiento que responde a los incrementos de insumos, buenas prácticas agrícolas y buenas condiciones ambientales (Graso, 2020; Migliorati, 2021). La expansión de la agricultura y la intensificación de la producción ganadera condujo a la mayor utilización de áreas marginales (Giorda y Ortiz, 2012), la agricultura se desplazó a zonas donde antes se hacía ganadería (Bendersky y Flores, 2011). El rendimiento promedio de maíz en la provincia fue aumentando paulatinamente, con variaciones anuales según las Estimaciones Agrícolas, 2022 (Tabla 1).

Las condiciones ambientales generadas en Formosa por las precipitaciones y suelo presentan variaciones asociadas a distintos factores. Las precipitaciones están relacionadas a las variaciones de estacionalidad, la tendencia del fenómeno Niño-Niña y cambios climáticos generales. Los suelos, por su formación aluvial, tienen mucha variación poca superficie; muchos tienen capacidad de uso III a VII (Fig. 1) y algunos pocos son de clase II o con altos contenidos de materia orgánica provenientes de desmontes.

El cultivo puede adaptarse a un ambiente restrictivo siempre y cuando se siembre con una densidad adecuada y se efectúe la elección correcta del híbrido (Graso, 2020; Súper Campo, 2014). Una buena elección de lotes, con utilización de los insumos adecuados y precipitaciones suficientes potencian los rendimientos y posibilitan el doble cultivo en Formosa.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de distintos híbridos de maíz, en un lote de producción en condiciones de secano en siembra tardía.

Materiales y Métodos

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) El Colorado (26° 18' LS; 59° 23' LO; y 78 m.s.n.m.) durante la campaña 2019/20 (Fig. 1).

El control de malezas y preparación del terreno para la siembra comenzó pasando un rolo con cuchillas distanciadas a 42 cm de Marca Metalúrgica Diego Canalis los días 08 y 09 de enero de 2020. La primera pulverización se realizó el 24 de enero con 1,8 kg ha⁻¹ de glifosato YPF 75% + 2,5 l ha⁻¹ de atrazina 50% + regulador de pH + 0,125 l ha⁻¹ de detergente como tensioactivo, previo a la siembra. El segundo control de malezas realizó con la aplicación de herbicidas entre el 04 y 06 de marzo con 1,8 kg ha⁻¹ de glifosato 75% + 2,5 l ha⁻¹ de atrazina 50% + regulador de pH + 0,150 l ha⁻¹ de detergente como tensioactivo a primeras horas de la mañana. Ambas aplicaciones se realizaron con 120 l ha⁻¹ de agua.

La siembra se realizó en un lote de Serie El Colorado: Hapludol fluvéntico, limosa fina, mixta, hipertérmica, con capacidad de uso IIIe en la loma alta en el albardón del río Bermejo en declive hacia una Serie Leguizamón: Natracualf típico, arcillosa muy fina, montmorillonítica, hipertérmica, con capacidad de uso IVs. La siembra de 27 híbridos (Tabla 3) se realizó durante los días 27, 28 y 29 de enero en macro parcelas de 8 surcos a 0,52 m de distancia entre liños y 270 m de largo, con una superficie de 1.123,2 m² cada una. Posteriormente, precipitaron 32 mm.



Los híbridos fueron sembrados con una densidad de 3,1 semillas por metro en el liño (60.000 semillas por hectárea), según la tabla de la sembradora neumática marca Baumer (siembra directa). Se agregaron de 60 kg ha⁻¹ de PDA a la siembra y 80 kg ha⁻¹ de urea entre V5 y V6.



Figura 1. Vista aérea del lote de ensayo (arriba) y abajo imagen Google Earth (izquierda) e imagen GeolINTA (derecha).

La cosecha se realizó bajo protocolo el 7 de agosto de 2020 con cosechadora convencional. La humedad se determinó con humidímetro Marca Delver, luego los rendimientos se estandarizaron a 14,5% HR, según PRECOP INTA (2019), previo al análisis.

El diseño del experimento fue de bloques al azar, con tres repeticiones. Las macro parcelas se orientaron este-oeste, permitiendo que todos los híbridos compartan la misma secuencia de tipos de suelos desde la loma hasta el bajo. Los rendimientos obtenidos se analizaron mediante ANOVA y las diferencias entre híbridos se evaluaron con el test de significancia de Duncan con un $\alpha = 0,05$ (Di Rienzo y col., 2017).



Resultados y discusión

La tabla 1 muestra cómo fueron variando los rendimientos de maíz desde la campaña 1969/70 hasta la campaña 2021/22. Las variaciones revelan la influencia de distintos factores, pero muestran un aumento progresivo de los rendimientos en todo ese período provocado, entre otros motivos, por el mayor y mejor uso de insumos. El descenso en los rendimientos durante la última campaña 2021/22 estuvo fuertemente influenciado por la sequía.

Tabla. 1. Estimaciones agrícolas de rendimientos promedio de maíz en Formosa desde 1969/70 hasta 2021/22.

Campaña	kg ha ⁻¹	Campaña	kg ha ⁻¹	Campaña	kg ha ⁻¹
1969/70	1.630	1987/88	1.212	2005/06	2.900
1970/71	1.824	1988/89	1.500	2006/07	2.870
1971/72	1.722	1989/90	2.947	2007/08	3.784
1972/73	1.421	1990/91	3.000	2008/09	2.750
1973/74	1.099	1991/92	3.000	2009/10	3.500
1974/75	1.665	1992/93	2.700	2010/11	4.140
1975/76	1.742	1993/94	2.778	2011/12	3.000
1976/77	2.000	1994/95	3.000	2012/13	3.500
1977/78	2.155	1995/96	2.800	2013/14	3.000
1978/79	1.623	1996/97	3.703	2014/15	4.000
1979/80	2.370	1997/98	2.500	2015/16	5.000
1980/81	2.143	1998/99	2.502	2016/17	4.500
1981/82	2.539	1999/00	2.000	2017/18	4.300
1982/83	2.270	2000/01	3.200	2018/19	4.500
1983/84	1.905	2001/02	3.501	2019/20	4.500
1984/85	2.067	2002/03	2.994	2020/21	5.000
1985/86	2.231	2003/04	3.511	2021/22	3.607
1986/87	1.948	2004/05	2.939		

* <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>

Las lluvias presentaron una notable variabilidad durante la campaña 2019/2020 correspondiente a la evaluación experimental de los 27 híbridos. La tabla 2 muestra las precipitaciones mensuales y anuales durante los años 2019 y 2020 (Estación Meteorológica INTA, 2020). Desde enero a agosto precipitaron 438,6 mm. Las precipitaciones de diciembre de 2019 y enero de 2020, fueron de 164,5 mm y 180,6 mm, respectivamente. Las mismas aportaron 345,1 mm y permitieron la acumulación de agua en el suelo para la instalación del cultivo, mientras que el desarrollo de malezas promovido por esas lluvias se controló con herbicidas en un barbecho corto. Las lluvias se produjeron marcadamente a partir de marzo de 2020 comprometiendo el estado del cultivo en el experimento en sus etapas reproductivas. La figura 2 muestra la vista del experimento con estrés hídrico en dichas etapas y al momento de la cosecha, cuando el retraso de la misma por demora en la disponibilidad de maquinaria afectó la parte aérea de las plantas.

Tabla 2.: Precipitaciones mensual y anual durante los años 2019 y 2020.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
2020	180,6	104,0	47,8	57,0	19,8	19,1	10,3	0,0	17,4	68,1	164,7	115,0	803,8
2019	127,0	105,5	192,4	126,9	109,8	3,0	65,9	34,1	2,0	79,9	73,2	164,5	1.084,2

*Estación Meteorológica de la EEA El Colorado.



Figura 2. Estado del cultivo durante la etapa reproductiva (izquierda) y en la cosecha (derecha) en el experimento en INTA EEA El Colorado, Formosa.

La tabla 3 muestra los rendimientos obtenidos de los 27 híbridos evaluados, con las diferencias significativas entre ellos ($n= 96$, R^2 0,75, R^2 Ajustado 0,65 y un CV 10,24). Los 8 híbridos más rendidores superaron los 4.500 kg ha^{-1} que fue el rendimiento promedio agrícola de la provincia de Formosa para la campaña 2019/20 (Tabla 1), pero fueron inferiores, en algunos casos, a los registrados en evaluaciones preliminares durante campañas anteriores en la EEA (datos no presentados). En la tabla 3 se observa que los híbridos tienen distintos eventos genéticos que se intercalan en el ranking dentro del rango de rendimientos obtenidos.

Tabla 3.: Detalle de los híbridos evaluados en el experimento durante la campaña 2019/20 en el INTA EEA El Colorado y listados en orden decreciente de rendimientos.

Híbridos	kg ha ⁻¹		Híbridos	kg ha ⁻¹	
LT 723 VT3P	5.180,70	A	Experimental 1	4.302,67	BCDEFG
NEXT 25.8 PWU	5.042,87	AB	32 R48 VYHR	4.292,13	BCDEFG
Experimental 2	4.794,17	ABC	P 1833 VYHR	4.247,17	BCDEFG
P 1804 PWU	4.769,13	ABC	DK 73-20 VT3P	4.191,27	CDEFG
LT 721 VT3P	4.681,37	ABCD	DM 2772 VT3P	4.138,93	CDEFG
Experimental 4	4.570,60	ABCDE	DK 70-20 VT3P	4.080,10	CDEFG
DS 510 PWU	4.541,10	ABCDE	Experimental 3	4.028,57	CDEFG
DK 77-10 VT3P	4.518,80	ABCDE	DK 72-10 VT3P	4.024,93	CDEFG
DK 72-70 VT3P	4.416,60	ABCDE	P 2089 VYHR	4.004,85	CDEFG
DK 7820 VT3P	4.412,97	ABCDEF	DK 7210 VT3P	3.924,60	DEFG
P 2353 PWU	4.384,20	ABCDEF	DM 2771 VT3P	3.796,44	EFG
Experimental 5	4.332,10	BCDEFG	LT 795 VT3P	3.576,67	FG
DK 72-20 VT3P	4.306,17	BCDEFG	DK 79-10 VT3P	3.521,97	G
SYN 126 VIP 3	4.305,93	BCDEFG			

*Valores seguidos por la misma letra, dentro de la columna, no difieren significativamente Alfa=5% test de Duncan.

Las diferencias de rendimiento en maíz en la provincia de Formosa están influenciadas por distintos factores (densidad de plantas, tipo de suelo, tipo de manejo, fertilización, precipitaciones, acumulación de agua, control de malezas, insectos y enfermedades entre otras) que son los que determinan en conjunto las capacidades productivas de los distintos híbridos (Andrade y Sadras, 2000; Loomis and Connor, 2002; Eyherabide, 2015). Dos productores de punta de Formosa, los Ings. Agrs. Gerardo Tessore y Walter Reichert, destacan la importancia de un barbecho corto si se quiere establecer un sistema de rotación intensiva (soja-maíz y maíz-soja) y el doble cultivo en el año, siempre y cuando las condiciones climáticas lo permitan (Marin Moreno, 2022 y Razzetti, 2022).



Además, la siembra directa es fundamental en el proceso de estabilización de los suelos, con mayores niveles de materia orgánica, y el empleo sin excesos de los insumos adecuados.

Los riesgos de heladas tempranas y tardías en los meses mayo a septiembre respectivamente, más los ocasionales déficits de precipitaciones, pueden retrasar o dañar los cultivos de maíz en la provincia de Formosa. Teniendo en cuenta las condiciones climáticas, las siembras de segunda de maíz de fin de enero-febrero alargan mucho el ciclo del cultivo y, con frecuencia, la limitada disponibilidad de cosechadoras no permite anticipar la cosecha, exponiendo al cultivo a pérdidas de diversa índole.

El manejo del ambiente en su conjunto permitiría que los híbridos expresen su potencial de rendimiento hacia la intensificación sustentable donde una práctica puede favorecer o no y aumentar o disminuir los rendimientos de un híbrido (Migliorati, 2021). Es necesario hacer hincapié en las estrategias de manejo en cada lote en relación a los puntos fuertes y débiles que posea cada híbrido y hacer una correcta elección del híbrido a sembrar (Graso, 2020, Súper Campo, 2014). Por ejemplo, en el caso de los productores con superficies pequeñas y medianas con menos recursos pueden optimizar la fecha de siembra de maíz, con una intensificación en el uso de los cultivos de cobertura (cultivos de servicio) que permitan proteger el suelo, controlar malezas y reducir el uso de agroquímicos, entre otras prácticas. La figura 3 muestra la diferencia entre un lote con labranza convencional y otro con cultivo de cobertura realizado con siembra directa.



Figura 3. Vista de un lote con labranza convencional (izquierda) y otro con cobertura de vicia villosa y avena negra sembrados en directa (derecha) en el INTA El Colorado, Formosa.

Conclusiones

Los 8 híbridos que más rindieron superaron los 4.500 kg ha⁻¹ que fue el promedio provincial de la campaña 2019/2020. El rango general de rendimiento del experimento estuvo entre 3500 y 5.200 kg ha⁻¹.

La variabilidad climática y de suelos en Formosa que permitiría el doble cultivo, pero limitan, en muchos casos, los rendimientos y las oportunidades de siembras. La aplicación de insumos y



tecnología favorecen la expresión de rendimiento durante las campañas con buenas precipitaciones. Las deficiencias de disponibilidad de maquinarias comprometen la oportunidad de labores y pueden generar disminuciones de rendimientos.

La rotación de cultivos con el uso de abonos verdes en cultivos de cobertura son prácticas agrícolas que tienden a generar mayor sustentabilidad del sistema si son usados adecuadamente.

Apoyo financiero

Proyectos Nacionales de INTA, Cooperadora de la EEA El Colorado, Empresas Semilleras por las semillas y la Municipalidad de Villafañe por la cosechadora.

Agradecimientos: Ing. Agr. Guillermina Delmagro y Lic. en Cs. Biológicas Selva Analía Riquelme, Tec. Rodolfo Antonio Vicentino, Esteban Ramón Encina Arce.



Referencias bibliográficas

- Andrade, F.H.; Sadras V.O. 2000. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Unidad Integrada INTA Balcarce, Fac. Ciencias Agrarias UNMP, Universidad de Buenos Aires, INTA Pergamino, Mycogen S.A. 1° Ed. ISBN.:987-521-016-1. 443pp.
- Bendersky D.; Flores A. 2011. Reservas forrajeras en el NEA. Usos en sistemas Ganaderos, Producir XXI, 19(239):24-32.
- Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M.; Robledo C.W. 2017, InfoStat, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, URL <http://www.infostat.com.ar>
- Estación Meteorológica INTA. 2020. EEA El Colorado, Formosa, Argentina. Informes mensuales y series. Obs. Met. de Superficie Bacik E.J. Campaña 2020.
- Estimaciones agrícolas. 2022. <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones> (15/09/2022).
- Eyhérbide G.H. 2015. Bases para el Manejo del Cultivo de Maíz, Programa Nacional Cereales, INTA Pergamino, ISBN: 978-987-679-141-0. 299 pp.
- Giorda, L.M.; Ortiz D. 2012. Sorgo para la sustentabilidad y producción animal del NEA, Estrategia para una mayor productividad, 1era. Jornada de Silaje del NEA, EEA INTA COLORADO-Formosa, 17 DE ABRIL 2012. 18pp.
- Graso A. 2020. La nutrición deficiente genera grandes brechas en maíz. <https://fertilizar.org.ar/la-nutricion-deficiente-genera-grandes-brechas-en-maiz/> (21-05-2021).
- Loomis R.S.; Connor D.J. 2002. Ecología de Cultivos, Productividad y manejo en sistemas agrarios, Ed. Mundi-Prensa España, Isbn:84-8476-080-4. 591pp.
- Marin Moreno C. 2022. Inédito: siembra soja en agosto y la cosecha en diciembre. <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/agricultura/inedito-siembra-soja-en-agosto-y-la-cosecha-en-diciembre-nid26092022/> (26-09-2022).
- Migliorati M. 2021. Entrevista a Fernando Andrade, "La intensificación es compatible con el cuidado ambiental". http://ria.inta.gov.ar/sites/default/files/actualidadimasd/entrevista_fernando_andrade.pdf (22-05-2021).
- PRECOP INTA. 2019. EEA Balcarce, Grupo Ingeniería Rural. <http://inta.gov.ar/balcarce/info/indices/tematica/agric/posco/gral/htm> (02/10/2019).
- Razzetti N. 2022. Cosechó el primer lote de maíz: Gerardo Tessore apuesta a hacer agricultura en la difícil Formosa porque "tiene mucho potencial". <https://bichosdecampo.com/cosecho-el-primer-lote-de-maiz-gerardo-tessore-apuesta-a-hacer-agricultura-en-la-dificil-formosa-porque-tiene-mucho-potencial/> (18-01-2022).
- Súper Campo. 2014. Maíz: cómo tener éxito en ambientes restrictivos. <https://supercampo.perfil.com/2014/10/maiz-el-exito-en-ambientes-restrictivos-es-posible/> (21-05-2021).