



Densidad de siembra y comportamiento morfo-fisiológico y productivo del maíz híbrido INIAP H-603

Seeding density, morpho-physiological, and productive behavior of INIAP H-603 hybrid corn

 Rolando León-Aguilar¹,  Benny Avellán-Cedeño²,  Antonio Torres-García¹,
 Eduardo Héctor-Ardisana^{1*},  Osvaldo Fosado-Téllez¹

¹Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Portoviejo, Ecuador

RESUMEN: El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes para la alimentación, tanto humana como animal. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre el comportamiento morfofisiológico y productivo del maíz híbrido INIAP H-603, en época de verano con riego localizado. Se utilizó un diseño bifactorial (distancias entre hileras y plantas), en bloques completamente al azar, con tres niveles por factor, nueve tratamientos y tres réplicas. Las densidades estudiadas oscilaron entre 33 000 y 71 000 plantas ha⁻¹. Las variables morfofisiológicas determinadas fueron: altura de la planta, diámetro del tallo, cantidad de hojas, longitud de las hojas, altura de la inflorescencia femenina y contenido de clorofilas totales. Las variables productivas medidas fueron: longitud, diámetro, número de hileras, cantidad de granos y masa promedio de los granos por mazorca y rendimiento estimado por hectárea. El análisis de varianza y la comparación con la prueba de LSD de Fisher evidenció diferencias significativas en la interacción para el contenido relativo de clorofilas y el número de hileras por mazorca. El rendimiento mostró diferencias significativas por efecto de los factores distancia entre hileras y entre plantas, pero no para su interacción. El mayor rendimiento (10,72 t ha⁻¹) se obtuvo en la densidad de 71 000 plantas ha⁻¹; el tratamiento con 33 000 plantas ha⁻¹ registró la mayor masa de los granos (209,54 g mazorca⁻¹) y el menor rendimiento (5,69 t ha⁻¹).

Palabras clave: clorofilas, maíz, rendimiento.

ABSTRACT: Corn (*Zea mays* L.) is one of the most important food crops, both for human and animal consumption. The objective of this research was to evaluate the effect of planting density on the morpho-physiological and productive behavior of INIAP H-603 hybrid maize, in summer with localized irrigation. A bifactorial design (distances between rows and plants) was used, in completely randomized blocks, with three levels per factor, nine treatments and three replications. The densities studied ranged from 33 000 to 71 000 plants ha⁻¹. The morpho-physiological variables determined were plant height, stem diameter, number of leaves, leaf length, female inflorescence height and total chlorophyll content. The productive variables measured were length, diameter, number of rows, number of grains and average mass of grains per cob and estimated yield per hectare. Analysis of variance and comparison with Fisher's LSD test showed significant differences in the interaction for relative chlorophyll content and number of rows per cob. Yield showed significant differences for the effect of the factors distance between rows and between plants, but not for their interaction. The highest yield (10.72 t ha⁻¹) was obtained at the density of 71 000 plants ha⁻¹; the treatment with 33 000 plants ha⁻¹ had the highest grain mass (209.54 g cob⁻¹) and the lowest yield (5.69 t ha⁻¹).

Key words: chlorophylls, maize, yield.

*Autor para correspondencia: eduardo.hector@utm.edu.ec

Recibido: 04/05/2021

Aceptado: 08/08/2021



INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes para la alimentación, tanto humana como animal, además de que provee materia prima para la agroindustria (1,2). En 2014, la producción de maíz alcanzó 1 037,8 millones de toneladas, superado únicamente por la caña de azúcar y la producción de vegetales (3). La superficie sembrada de maíz seco duro en Ecuador ascendió a 334 767 ha, con una producción de 1 479 770 t y un rendimiento medio de 4,4 t ha⁻¹ (4).

En los últimos años, en Ecuador, se ha producido un incremento en los rendimientos del maíz seco duro, motivado por varios factores, entre los que se encuentra, la utilización de semilla de híbridos de alto potencial de rendimiento y la introducción de mejoras en el sistema de producción; la búsqueda de una densidad óptima de siembra ha estado entre las alternativas que permiten elevar los rendimientos (5). A pesar de estos resultados, existe la necesidad de seguir investigando para definir con precisión los principales factores que determinan la obtención de los rendimientos potenciales del cultivo (6,7); además, se impone la necesidad de buscar modelos que sean sostenibles (8). Múltiples son los factores que afectan el rendimiento del cultivo, principalmente, el tipo de híbrido, la densidad de siembra, la provisión de riego o incidencia de la lluvia, la época de siembra, el tipo de suelo, la incidencia de plagas y la fertilización (9). Por ejemplo, al evaluar la respuesta del maíz, variedad INIAP 180, a la fertilización nitrogenada en Ambuela, Pichincha, Ecuador, se recomendó considerar su potencial genético y comportamiento en diferentes densidades de plantas por unidad de superficie; también, se señaló la importancia de hacer estudios por sitio específico para determinar la influencia del clima, el tipo de suelo y el manejo en la respuesta del cultivo (10). Por otro lado, se plantea que el aumento en la densidad de plantación reduce la longitud y el diámetro del tallo y de la mazorca, pero el rendimiento final depende más de la densidad que del comportamiento de estas variables (11).

La adecuada densidad de plantas por unidad de superficie es importante para obtener un alto rendimiento en la producción de maíz, por lo que es necesario determinar un marco de siembra que permita alcanzar una adecuada densidad de plantación, que permita a las plantas beneficiarse al máximo del agua disponible, los nutrientes del suelo y la energía solar, buscando la disminución de los costos de producción (12). Existe la tendencia a disminuir la distancia entre hileras en la siembra del maíz, argumentando razones como el diseño de la maquinaria, la comodidad para trabajar y el aprovechamiento del terreno (13).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre el comportamiento morfofisiológico y productivo del maíz híbrido INIAP H-603, cultivado en época de verano, con riego localizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Campus Experimental La Teodomira, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, situada en la parroquia Lodana, del cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador. El sitio experimental se ubica en las coordenadas geográficas 80°26'22" de longitud oeste y 01°04'15" de latitud sur, en la cuenca del río Portoviejo, a una altura de 60 metros sobre el nivel del mar.

Se empleó el híbrido simple INIAP H-603, proveniente del cruce de los parentales POB.3F4.27-1-1-1 (femenino) y CML-451 (masculino), con una altura promedio de planta de 259 cm y una inserción de mazorca a los 127 cm; el tallo tiene, aproximadamente, entre 12 y 14 nudos. Las plantas son resistentes al acame o volcamiento. Su ciclo de vida, desde la siembra a la cosecha, es de 120 días; la floración masculina es a los 55 días y la femenina a los 57 días; su mazorca es cónica-cilíndrica con una longitud y diámetro de 20 y 5,3 cm, respectivamente (14).

La siembra se ejecutó en forma manual, ubicando una semilla por sitio, bajo los distanciamientos establecidos en el diseño del experimento. La fertilización edáfica se realizó aplicando la dosis requerida, de acuerdo con las recomendaciones del INIAP, para el híbrido INIAP H-603, fraccionada de la siguiente forma: Yaramila Complex (12-11-18+S) y fertilizante fórmula 8-20-20 a los 15 días después de la siembra; urea y muriato de potasio en mezcla a los 25 días y urea a los 35 días. Se complementó con aplicaciones del fertilizante foliar Evergreen (80 mL por bomba de 20 L), en mezcla con insecticidas durante las aspersiones para control de plagas.

A los 20 días después de la siembra, se aplicó el insecticida Engeo (Tiametoxan+Lambda cihalotrina) (20 mL por bomba de 20 L) para controlar insectos vectores de virus y larvas de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). A los 32 días, se aplicó cebo tóxico para control de cogollero, mezclando Clorpirifos asperjado en arena seca (150 mL por cada 50 kg de arena), aplicado directamente al cogollo de las plantas. El control de malezas se realizó de forma manual y con el uso de herbicidas Terbutrina (100 mL), Pendimetalin (200 mL) y Amina (100 mL), por bomba de 20 L de agua.

Para la realización del riego se utilizó un sistema localizado con cintas goteros, separados a 0,15 m y con caudales de 1,5 L h⁻¹. Para la programación se utilizó el Programa Cropwat 8.0, con los datos de cultivo, suelo y agroclimáticos, obtenidos en la Estación Climatológica La Teodomira, con lo que se determinaron los requerimientos hídricos del cultivo. Sobre esta base se planificaron 21 riegos, con dosis bruta entre 12 y 24 L m⁻²; de acuerdo con las dosis brutas y los caudales de los goteros se determinaron los tiempos de riego, los que estuvieron comprendidos entre los 33 y 35 minutos para el período inicial del cultivo, entre 45 y 50 minutos en la etapa intermedia y entre los 55 y 60 minutos en la etapa final.

Diseño experimental

Se realizó un experimento bifactorial con tres niveles por factor: distanciamiento entre hileras (1, 2 y 3) y distanciamiento entre plantas (A, B y C), con un total de nueve tratamientos, mediante un diseño de bloques completos al azar, con tres réplicas (Tabla 1), conformando 27 unidades experimentales. Cada parcela estuvo constituida por cinco hileras y se evaluaron 10 plantas, seleccionadas aleatoriamente en cada unidad experimental. El área total del experimento fue de 441,64 m².

VARIABLES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A los 60 días después de la siembra, se determinaron las variables morfofisiológicas: altura de la planta (AP), diámetro del tallo (DT), cantidad de hojas (CAH), longitud de las hojas (LH), altura de la inflorescencia femenina (AIF) y contenido relativo de clorofilas (CRC). Para la determinación de esta última variable se empleó el medidor de clorofila Minolta SPAD-502Plus.

A los 120 días, momento en que los granos tenían un 12-14 % de humedad, se evaluaron las variables asociadas con el rendimiento: longitud de la mazorca (LM), diámetro de la mazorca (DM), número de hileras (NHM), cantidad de granos por mazorca (CGM) y masa promedio de los granos por mazorca (MGM). Sobre la base de la masa de los granos por mazorca y la densidad de siembra, se estimó el rendimiento total por hectárea de cada uno de los tratamientos evaluados.

Se comprobaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad de las variables con las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Los resultados se procesaron mediante un análisis de varianza con el software estadístico MINITAB v.18.1 y las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de la menor diferencia significativa (LSD) de Fisher.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los resultados del efecto individual y combinado de los factores en estudio, distancia entre hileras y distancia entre plantas (DH x DP) sobre las variables morfofisiológicas. No se encontraron diferencias

significativas en las variables de altura de la planta, diámetro del tallo, cantidad de hojas, longitud de la hoja y altura de la inflorescencia femenina; en cambio, se observaron diferencias significativas en el contenido relativo de clorofilas (CRC).

Otros autores han observado que el incremento en la densidad de siembra no afectó la altura de las plantas y la cantidad de hojas, pero redujo el diámetro de los tallos (15). En cuanto al contenido relativo de clorofilas (CRC), la distancia entre hileras no ha sido un factor asociado a los cambios en esta variable, pero sí la densidad de siembra; con densidades entre 87 500 y 128 700 plantas ha⁻¹ se han encontrado efectos significativos en el contenido relativo de clorofila (16). Este resultado puede ser una respuesta de la planta para lograr una mayor captación de luz.

En la presente investigación, el contenido relativo de clorofilas varió entre 47,83 y 53,67 unidades SPAD. Se considera que valores alrededor de 51 unidades SPAD en el maíz pueden generar un rendimiento acorde a su potencial (17). Las densidades de siembra óptimas, con arreglos espaciales más uniformes, permiten una mayor intercepción de la radiación solar y, con ello, una mayor cantidad de fotosíntesis por parte de la planta; con altas densidades de siembra se logran plantaciones que permiten una cobertura más temprana del entresurco, alcanzando una mayor producción de biomasa.

El factor distancia entre hileras (DH) influyó significativamente sobre el rendimiento estimado y no tuvo un efecto significativo sobre las variables restantes. El factor distancia entre plantas (DP) produjo diferencias significativas sobre la longitud y el diámetro de la mazorca, la masa de los granos y el rendimiento estimado; la interacción de los dos factores tuvo un efecto significativo solo en la cantidad de hileras de la mazorca (Tabla 3).

Se han encontrado variaciones significativas dependientes de la densidad de siembra en la longitud y el diámetro de la mazorca, el número de granos y su masa, pero no en el número de hileras (18). Se han obtenido altos rendimientos en maíz cuando se han empleado elevadas densidades de siembra en el híbrido Impacto con 112 500 plantas ha⁻¹ (16) y con 104161 plantas ha⁻¹, en diez híbridos de distintos grados de avance genético (18). En un experimento desarrollado con dos densidades de siembra, se alcanzó el mayor rendimiento con la de 62 500 plantas

Tabla 1. Tratamientos experimentales, atendiendo al distanciamiento entre hileras (1, 2 y 3) y entre plantas (A, B y C)

Tratamiento	Interacción	Distanciamiento entre hileras (DH)	Distanciamiento entre plantas (DP)	Densidad de siembra (plantas ha ⁻¹)
T1	1 x A	0,70 m	0,20 m	71 000
T2	1 x B	0,70 m	0,25 m	56 000
T3	1 x C	0,70 m	0,30 m	47 000
T4	2 x A	0,85 m	0,20 m	59 000
T5	2 x B	0,85 m	0,25 m	47 200
T6	2 x C	0,85 m	0,30 m	39 294
T7	3 x A	1,00 m	0,20 m	50 000
T8	3 x B	1,00 m	0,25 m	40 000
T9	3 x C	1,00 m	0,30 m	33 333

Tabla 2. Valores promedio de variables morfofisiológicas en el maíz híbrido INIAP H-603 a los 60 días, con diferentes densidades de siembra, en época de verano, con riego localizado

	AP (cm)	DT (cm)	CAH	LH (cm)	AIF (m)	CRC (SPAD)
DH	NS	NS	NS	NS	NS	**
1	255,33 ± 4,36	2,53 ± 0,05	13,28 ± 0,17	110,81 ± 0,79	1,16 ± 0,04	52,69 ± 0,63 a
2	253,11 ± 4,34	2,50 ± 0,02	13,07 ± 0,11	111,18 ± 0,76	1,13 ± 0,03	50,12 ± 0,76 b
3	240,73 ± 3,66	2,62 ± 0,06	13,08 ± 0,11	109,46 ± 0,62	1,07 ± 0,03	50,49 ± 0,68 b
DP	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A	252,81 ± 4,11	2,50 ± 0,04	13,16 ± 0,16	110,62 ± 0,82	1,15 ± 0,03	51,13 ± 0,64
B	250,99 ± 4,93	2,54 ± 0,04	13,16 ± 0,14	110,21 ± 0,81	1,14 ± 0,04	50,73 ± 0,64
C	245,37 ± 4,67	2,61 ± 0,05	13,12 ± 0,10	110,61 ± 0,67	1,07 ± 0,02	51,43 ± 1,03
DH x DP	NS	NS	NS	NS	NS	**
1A	258,63 ± 4,33	2,48 ± 0,10	13,33 ± 0,43	110,47 ± 1,80	1,21 ± 0,02	51,78 ± 1,76 ab
1B	261,57 ± 5,37	2,48 ± 0,05	13,33 ± 0,32	110,73 ± 1,22	1,23 ± 0,05	52,62 ± 0,63 ab
1C	245,80 ± 10,50	2,63 ± 0,09	13,18 ± 0,17	111,23 ± 1,62	1,05 ± 0,05	53,67 ± 0,64 a
2A	255,67 ± 7,46	2,52 ± 0,07	13,23 ± 0,22	111,97 ± 1,50	1,13 ± 0,11	51,47 ± 0,70 ab
2B	250,90 ± 11,40	2,50 ± 0,03	13,03 ± 0,29	110,97 ± 1,67	1,12 ± 0,07	51,06 ± 0,31 abc
2C	252,75 ± 5,92	2,49 ± 0,01	12,95 ± 0,03	110,60 ± 1,15	1,14 ± 0,02	47,83 ± 1,52 c
3A	244,13 ± 8,36	2,50 ± 0,07	12,90 ± 0,17	109,43 ± 0,99	1,10 ± 0,09	50,15 ± 0,74 bcd
3B	240,50 ± 4,70	2,65 ± 0,09	13,10 ± 0,15	108,93 ± 1,52	1,09 ± 0,12	48,52 ± 0,44 cd
3C	237,57 ± 7,63	2,72 ± 0,12	13,23 ± 0,26	110,00 ± 1,04	1,02 ± 0,01	52,81 ± 0,38 ab

AP: altura de la planta; DT: diámetro del tallo; CAH: cantidad de hojas; LH: longitud de las hojas; AIF: altura de la inflorescencia femenina; CRC: contenido relativo de clorofilas. DH: distancia entre hileras; DP: distancia entre plantas; DH x DP: interacción. Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba de LSD

Tabla 3. Valores promedio de variables del rendimiento en el maíz híbrido INIAP H-603 a los 120 días con diferentes densidades de siembra en época de verano con riego localizado

	LM (cm)	DM (cm)	CHM	CGM	MGM(g)	REND (t ha ⁻¹)
DH	NS	NS	NS	NS	NS	***
1	18,20 ± 0,23	5,14 ± 0,04	15,17 ± 0,21	478,67 ± 10,06	193,41 ± 3,35	9,13 ± 0,45 a
2	17,96 ± 0,14	5,13 ± 0,02	15,38 ± 0,11	484,19 ± 9,38	194,49 ± 3,13	7,65 ± 0,43 b
3	18,41 ± 0,36	5,13 ± 0,02	15,17 ± 0,12	495,24 ± 13,37	195,80 ± 4,46	6,57 ± 0,35 c
DP	**	*	NS	NS	**	***
A	18,07 ± 0,19 b	5,11 ± 0,02 b	15,47 ± 0,14	483,96 ± 6,92	187,96 ± 3,70 b	9,26 ± 0,46 a
B	17,70 ± 0,17 b	5,10 ± 0,03 b	14,99 ± 0,15	487,16 ± 7,85	191,38 ± 2,21 b	7,46 ± 0,41 b
C	18,81 ± 0,27 a	5,19 ± 0,02 a	15,29 ± 0,14	486,99 ± 8,79	204,37 ± 1,98 a	6,63 ± 0,30 c
DH x DP	NS	NS	*	NS	NS	NS
1A	18,03 ± 0,46	5,14 ± 0,06	15,87 ± 0,13 a	477,6 ± 11,80	184,57 ± 4,03	10,72 ± 0,26
1B	18,07 ± 0,14	5,06 ± 0,07	14,67 ± 0,33 b	496,0 ± 21,50	194,05 ± 6,06	8,94 ± 0,26
1C	18,50 ± 0,56	5,22 ± 0,04	14,97 ± 0,15 ab	462,4 ± 20,00	201,62 ± 3,00	7,74 ± 0,09
2A	18,00 ± 0,27	5,10 ± 0,03	15,17 ± 0,23 ab	468,3 ± 4,93	189,41 ± 8,48	9,20 ± 0,51
2B	17,62 ± 0,24	5,09 ± 0,02	15,37 ± 0,14 ab	483,4 ± 14,80	192,12 ± 1,02	7,30 ± 0,10
2C	18,28 ± 0,07	5,19 ± 0,04	15,60 ± 0,17 ab	500,9 ± 2,83	201,95 ± 0,96	6,45 ± 0,01
3A	18,18 ± 0,34	5,09 ± 0,02	15,27 ± 0,18 ab	506,0 ± 5,03	189,88 ± 8,23	7,86 ± 0,38
3B	17,42 ± 0,39	5,14 ± 0,02	14,93 ± 0,18 ab	482,1 ± 0,13	187,99 ± 3,34	6,16 ± 0,12
3C	19,65 ± 0,18	5,17 ± 0,04	15,30 ± 0,29 ab	497,7 ± 7,88	209,54 ± 4,13	5,69 ± 0,13

LM: longitud de la mazorca; DM: diámetro de la mazorca; CHM: cantidad de hileras de la mazorca; CGM: cantidad de granos por mazorca; MGM: masa de los granos; REND: rendimiento estimado. DH: distancia entre hileras; DP: distancia entre plantas; DH x DP: interacción. Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba de LSD

ha⁻¹ (19), por lo que se ha planteado acerca de que la densidad de siembra es una práctica influyente en este carácter (20). Estos resultados coinciden con la recomendación de emplear una densidad de siembra cercana a 7,8 plantas m⁻² (21) y de usar 69 444 plantas ha⁻¹ para obtener altos rendimientos (19).

Las interacciones significativas entre factores, encontradas en esta investigación, se muestran en las Figuras 1 y 2. En la Figura 1 no se observan diferencias significativas entre los valores del contenido relativo de clorofilas, cuando la distancia entre hileras fue de 0,70 m; en cambio, aparecen diferencias significativas entre los

valores cuando la distancia entre hileras fue de 0,85 o 1,00 m, al variar las distancias entre plantas. Cuando se empleó la distancia entre hileras de 0,85 m, las distancias entre plantas de 0,20 y 0,30 m, mostraron diferencias significativas para esta variable; lo mismo sucedió con las distancias entre plantas de 0,25 y 0,30 m con 1,00 m de distancia entre hileras.

Para la cantidad de hileras de la mazorca (Figura 2) solo se observaron diferencias significativas cuando se empleó la distancia entre hileras de 0,70 m y la distancia entre plantas de 0,20 y 0,25 m.

Aun cuando cada factor por separado influyó en los rendimientos estimados por hectárea (obteniéndose los mayores valores en las distancias más pequeñas), la interacción de las distancias entre hileras y entre plantas (DH x DP), con sus correspondientes, no causó diferencias significativas en los rendimientos estimados por hectárea. La reducción en la distancia de siembra, y, como consecuencia, el aumento en la densidad de población; por lo general, incrementan los rendimientos en el maíz, siendo esta la condición en la que se alcanzaron los mejores rendimientos.

Al parecer, para el híbrido INIAP H-603 el máximo potencial productivo no se ha alcanzado con 71 000 plantas ha⁻¹ y pueden ensayarse densidades de población superiores, para continuar incrementando el rendimiento por unidad de superficie, hasta donde lo permita el potencial genético de este híbrido.

Los resultados de la presente investigación permiten recomendar densidades de siembra entre las 60 000 y 71 000 plantas ha⁻¹ para el híbrido INIAP H-603, sembrado en época de verano y riego localizado, con lo que se obtienen rendimientos que duplican los reportados por el INEC, en 2020 (4). Probablemente, esto se debe a que este híbrido responde favorablemente a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio y láminas adecuadas de riego, según la etapa fenológica de las plantas (principalmente, en la formación de las inflorescencias masculina y femenina y la polinización), en presencia de altos índices de luminosidad para la elaboración de fotoasimilatos. No obstante, se considera que la alta densidad de siembra, si bien es importante para aumentar los rendimientos, también puede conducir a una mayor competencia por los recursos (22); por ello, será necesario continuar buscando el punto de equilibrio en el que la planta haga el máximo aprovechamiento de estos insumos, para lograr el mayor rendimiento posible, sobre la base de su potencial genético productivo en interacción con el ambiente.

CONCLUSIONES

- Las densidades de siembra para el híbrido INIAP H-603, evaluadas en época de verano, con tecnología de riego localizado, no provocaron cambios significativos en las variables morfofisiológicas altura de la planta, diámetro del tallo, cantidad y longitud de hojas y altura de la inflorescencia femenina.

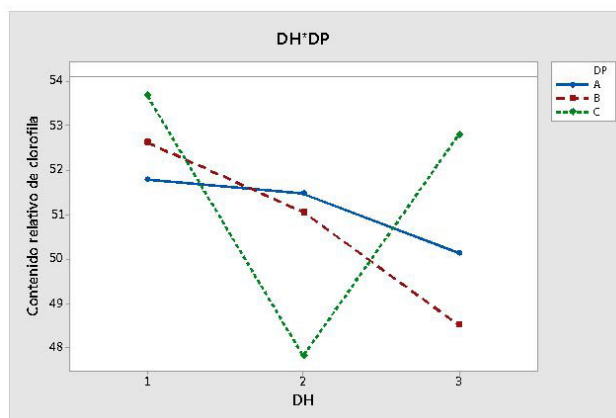


Figura 1. Efecto de la interacción entre la distancia entre hileras (DH) y la distancia entre plantas (DP) sobre el contenido relativo de clorofilas del maíz híbrido INIAP H-603, bajo diferentes densidades de siembra

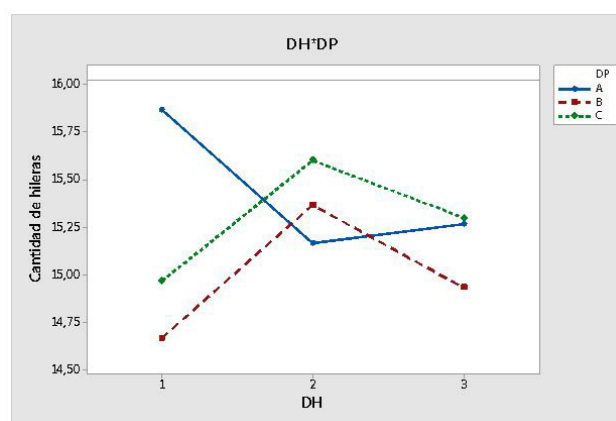


Figura 2. Efecto de la interacción entre la distancia entre hileras (DH) y la distancia entre plantas (DP) sobre la cantidad de hileras en las mazorcas de maíz híbrido INIAP H-603 bajo diferentes densidades de siembra

- El mayor rendimiento estimado (10,72 t ha⁻¹) del híbrido INIAP H-603 se obtuvo cuando se utilizó el menor distanciamiento entre hileras y entre planta (0,70 x 0,20 m), equivalente a la mayor densidad de población (71 000 plantas por hectárea).
- De las variables usadas para estimar el rendimiento del híbrido INIAP H-603, bajo diferentes densidades de siembra en época de verano y riego localizado, la densidad de siembra definió el comportamiento del híbrido y no la masa promedio de los granos.

BIBLIOGRAFÍA

- Caviedes-Cepeda GM. Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías. 2019;11(1):116-23.
- Remache M, Carrillo M, Mora R, Durango W, Morales F, Remache M, et al. Absorción de macronutrientes y eficiencia del N, en híbrido promisorio de maíz. Patricia

- pilar, Ecuador. *Agronomía Costarricense*. 2017;41(2): 103-15. doi:10.15517/rac.v41i2.31303
3. Carvajal-Larenas FE, Cepeda GMC. Análisis comparativo de la eficiencia productiva del maíz en Sudamérica y el mundo en las dos últimas décadas y análisis prospectivo en el corto plazo. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*. 2019;11(1):94-103. doi:10.18272/aci.v11i1.1079
 4. Censos IN de E y. Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria- Continua (BBD) [Internet]. Instituto Nacional de Estadística y Censos. [cited 08/02/2023]. Available from: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd>
 5. García EL, Litardo RM, Morán ESH, Mora FC. Sustentabilidad del sistema de producción de maíz en la localidad de Ventanas, Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*. 2020;5(Extra 1):169-81.
 6. Martínez-Gutiérrez A, Zamudio-González B, Tadeo-Robledo M, Espinosa-Calderón A, Cardoso-Galvão JC, Vázquez-Carrillo G, et al. Rendimiento de híbridos de maíz grano blanco en cinco localidades de Valles Altos de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2018;9(7):1447-58. doi:10.29312/remexca.v9i7.1357
 7. Bonilla Bolaños AG, Singaña Tapia DA, Bonilla Bolaños AG, Singaña Tapia DA. La productividad agrícola más allá del rendimiento por hectárea: análisis de los cultivos de arroz y maíz duro en Ecuador. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*. 2019;29(1):70-83. doi:10.17163/lgr.n29.2019.06
 8. Pinzón-Colmenares IE, Ramírez-Cando LJ. Ecoeficiencia de los modelos de producción agrícola de maíz duro y su influencia al cambio climático en shushufindi Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*. 2021;33(1):76-91. doi:10.17163/lgr.n33.2021.07
 9. Assefa Y, Prasad PVV, Carter P, Hinds M, Bhalla G, Schon R, et al. Yield Responses to Planting Density for US Modern Corn Hybrids: A Synthesis-Analysis. *Crop Science*. 2016;56(5):2802-17. doi:<https://doi.org/10.2135/cropsci2016.04.0215>
 10. Marcillo BL, Pantoja JL, Basantes ER, Montalvo AE. Respuesta del maíz, variedad INIAP 180, a la fertilización nitrogenada en Ambuela, Pichincha, Ecuador. *Revista Alfa*. 2017;1(1):14-27. doi:10.33996/revistaalfa.v1i1.11
 11. Stein M, Miguez F, Edwards J. Effects of Plant Density on Plant Growth before and after Recurrent Selection in Maize. *Crop Science*. 2016;56(6):2882-94. doi:<https://doi.org/10.2135/cropsci2015.09.0599>
 12. Karasahin M. Effects of different irrigation methods and plant densities on silage quality parameters of PR 31Y43 hybrid corn cultivar (*Zea mays* L. var. *indentata* [Sturtev.] L.H. Bailey). *Chilean journal of agricultural research*. 2014;74(1):105-10. doi:10.4067/S0718-58392014000100016
 13. Ventimiglia L, Torrens Baudrix L. Maíz: efecto del genotipo, la densidad de siembra y el espaciamiento entre hileras, en la producción de forraje y grano, en siembras temprana [Internet]. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2014. Available from: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_maz_efecto_del_genotipo_densidad_de_siembra_y_e.pdf
 14. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). INIAP H-603 Híbrido de maíz duro para Manabí y Los Ríos. Plegable No 428. 2016; Available from: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4847/6/INIAPPEPPDINIAP-428.pdf>
 15. Mendoza MV, Enciso-Garay C, Ríos R. Comportamiento agronómico del maíz dulce, *Zea mays* L. var. *Saccharata*, en cinco densidades de plantación. *Investigación Agraria*. 2007;9(1):80-4.
 16. Quevedo Y, Barragán E, Beltrán J. Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (*Zea mays* L.) impacto. *Revista Scientia Agroalimentaria*. 2015;2:18-24.
 17. Mendoza M, Rodríguez G, Cervantes F, Guevara LP, Andrio E, Ojeda MDC, et al. Chlorophyll Concentration and Morphological Diversity in Corn Lines at Different Vegetative Stages. *American Journal of Plant Sciences*. 2016;7(7):1067-76. doi:10.4236/ajps.2016.77102
 18. Quiroz Mercado J, Pérez López D de J, González Huerta A, Rubí Arriaga M, Gutiérrez Rodríguez F, Franco Martínez JRP, et al. Respuesta de 10 cultivares de maíz a la densidad de población en tres localidades del centro mexicano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2017;8(7):1521-35.
 19. Chura J, Mendoza-Cortez JW, de la Cruz JC. Dosis y fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra del maíz amarillo duro. *Scientia Agropecuaria*. 2019;10(2):241-8. doi:10.17268/sci.agropecu.2019.02.09
 20. Cerliani C, Esposito GP, Morla FD, Balboa GR, Naville RA. Relación entre la densidad óptima agronómica y el número de granos por planta en maíz (*Zea mays* L.). *European Scientific Journal*. 2018;14(9):1857-7881.
 21. Morales Ruiz A, Morales Rosales EJ, Franco Mora O, Mariezcurrena Berasaín D, Estrada Campuzano G, Norman Mondragón TH, et al. Densidad de población en maíz, coeficiente de atenuación de luz y rendimiento. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2014;5:1425-31.
 22. Sher A, Khan A, Cai LJ, Ahmad MI, Asharf U, Jamoro SA. Response of maize grown under high plant density; performance, issues and management-a critical review. *Adv. Crop Sci. Technol*. 2017;5(3):1-8.