

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Evaluación de Arreglos Espaciales y Densidades Poblacionales en
Híbridos de Maíz Comercial en Zonas de Bosque Tropical Seco durante
la Época LLuviosa”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIEROS AGRÍCOLAS Y BIOLÓGICOS

Presentado por:

Andrés Gabriel Mera Oñate

Christian Xavier Montaña Maldonado

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, por darnos el regalo de la vida y permitirnos haber terminado una etapa más en nuestras vidas.

Un agradecimiento infinito a nuestra familia, por ser nuestro apoyo incondicional en todo momento y por enseñarnos todos los valores inculcados

A nuestros amigos que estuvieron ayudándonos en la fase de campo del proyecto.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a Dios,
por ser quien nos da las fuerzas
necesarias para avanzar cada
día de nuestras vidas; a nuestra
familia por ser un pilar
fundamental en la realización de
este trabajo.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Jorge Duque, M.Sc.

DECANO DE LA FIMCP

PRESIDENTE



Ing. Eduardo Alava H., Ph.D.

DIRECTOR DEL TFG

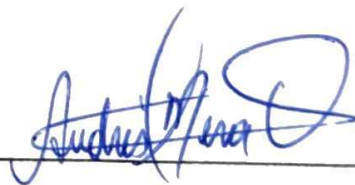


Ing. Efrén Santos O., Ph.D,

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”



Andrés Gabriel Mera Oñate



Christian Xavier Montaña Maldonado

RESUMEN

El maíz es un cultivo de ciclo corto que tiene importancia económica y alimentaria en nuestro país. En el 2013, en la región Costa se destinaron 228164 Ha para su cultivo, siendo Guayas y Los Ríos las provincias que mayor área destinaron a su producción.

El proyecto se llevó a cabo en las instalaciones del CENAE, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, provincia del Guayas, entre los meses de enero y abril del año 2014, durante la temporada lluviosa del año.

El diseño experimental corresponde a un arreglo factorial de parcelas sub-divididas con tres repeticiones. Los factores en estudio son: híbrido, espaciamiento entre hileras y densidad de siembra, donde híbrido es la parcela principal, la sub-parcela correspondió al espaciamiento entre hileras y la densidad de siembra estuvo anidada en cada sub-parcela. La unidad experimental fue una parcela de $5 \times 5.5 \text{ m}^2$.

De los tres factores considerados, la densidad de siembra resultó tener significancia estadística en todas las variables evaluadas, mientras que el distanciamiento entre hileras tuvo significancia estadística solo en la Variable rendimiento, por otro el factor híbrido tuvo efecto sobre las variable rendimiento, altura de planta y peso de grano.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ABREVIATURAS	v
SIMBOLOGÍA	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE PLANOS	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. EL MAÍZ	2
1.1. Generalidades	2
1.2. Taxonomía.....	6
1.3. Producción de maíz en el Ecuador	7
1.4. Sistemas y métodos de siembra	10
CAPÍTULO 2	
2. ARREGLOS ESPACIALES Y POBLACIONALES	12

2.1. Generalidades	12
2.2. Efectos del Distanciamiento entre hileras en el rendimiento	13
2.3. Efectos de la Densidad de siembra en el rendimiento	16
CAPÍTULO 3	
3. FACTORES AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ	18
3.1. Temperatura	19
3.2. Humedad	21
3.3. Luminosidad	22
CAPÍTULO 4	
4. MATERIALES Y MÉTODOS	24
CAPÍTULO 5	
5. RESULTADOS.....	35
CAPÍTULO 6	
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	44
APÉNDICES	
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

CENAE	Campo Experimental de Investigación Agropecuaria de la ESPOL
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
MAGAP	Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
msnm	metros sobre nivel del mar
PIB	Producto Interno Bruto

SIMBOLOGÍA

Ha	Hectárea
T	Tonelada
Kg	Kilogramo
m ²	metro cuadrado
T/Ha	Tonelada/Hectárea
N	Nitrógeno
P	Fósforo
K	Potasio
S	Azufre
cc/Kg	Centímetro cúbico/Kilogramo
l/Ha	Litro/Hectárea
qq	Quintal
cm	Centímetro
°C	Grado Centígrado
%	Porcentaje

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Superficie, producción y rendimientos de maíz por provincias...	8
Figura 1.2. Producción de maíz en las provincias de Guayas y Los Ríos ...	9
Figura 1.3. Siembra a simple hilera (a) y siembra a doble hilera (b).....	10
Figura 1.4. Sembradora Semeato	11
Figura 4.1. Prueba de germinación de los tres híbridos (siembra).....	27
Figura 4.2. Prueba de germinación de los tres híbridos (conteo de germinación).....	27
Figura 5.1. Efecto de la densidad de siembra en la altura de las plantas...	36
Figura 5.2. Efecto del híbrido en la altura de las plantas.....	36
Figura 5.3. Efecto de la densidad de siembra en la altura de inserción de la mazorca.....	37
Figura 5.4. Efecto de la densidad de siembra en la longitud de la mazorca..	38
Figura 5.5. Efecto del híbrido en la longitud de la mazorca.....	39
Figura 5.6. Efecto de densidad de siembra en el diámetro de la mazorca..	40
Figura 5.7. Efecto de la densidad de siembra en el peso de grano.....	41
Figura 5.8. Efecto del híbrido en el peso del grano.....	41
Figura 5.9. Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento.....	42
Figura 5.10. Efecto del espacio entre hileras en el rendimiento.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Descripción taxonómica del maíz.....	6
Tabla 2	Resultado de la prueba germinación.....	28

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 4.1.	Plano del CENAE.....	25
Plano 4.2.	Plano de la Siembra.....	31

INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo de producción primaria de gran importancia por su demanda en la alimentación humana, así mismo constituye la principal materia prima para la elaboración de alimentos balanceados destinados a la industria animal.

A nivel mundial la producción de maíz entre el año 2000 y 2012 registró un incremento del 47,19%, llegando a ser en su último año 872 millones de toneladas, concentrándose en EEUU y China el 55% de su producción. Esta tendencia a nivel mundial no ha sido muy indiferente en el Ecuador, donde durante el mismo periodo de tiempo la producción ha aumentado en un 188%, con una producción de 1.22 millones de toneladas al año 2012, teniendo como principal productor la provincia de Los Ríos con un 56% del maíz producido (25).

La adopción de nuevas tecnologías, como es el caso del uso de semillas híbridas, es un factor fundamental para incrementar los rendimientos en los cultivos tradicionales, y el maíz no es la excepción. Sin embargo, el uso de híbridos de alto rendimiento no es el único factor que tiene impacto en la producción, ya que existen otros factores muy importantes como la distribución de las plantas en el campo en función de la densidad de siembra y/o el espaciamiento entre hileras.

CAPÍTULO 1

1. EL MAÍZ.

1.1. Generalidades.

Origen: El Maíz (*Zea mays*) es un cereal de amplia aceptación e importancia a nivel mundial, y del cual se tienen varias hipótesis sobre su origen.

Evidencias arqueológicas señalan que el maíz se originó a partir del *Zea mays ssp parviglumis*, una especie perteneciente a un grupo silvestre de plantas, genéricamente conocidas como Teocintles, hace aproximadamente 8,700 años antes de nuestra era, en México (35). A este hecho también se le puede sumar la cantidad de evidencia genética que sugiere que el maíz proviene de un teocintle anual (*Zea mays ssp parviglumis*), que en la actualidad se encuentra al oeste de México, en la zona del río Balsas (29).

Morfología: El maíz es una planta de buen porte, con un sistema radicular fibroso y un tallo con abundante follaje, llegando a tener

hasta 30 hojas. Regularmente se forman una o dos yemas laterales en la axila de las hojas de la mitad superior de la planta, las cuales darán origen a la inflorescencia femenina, precursora de las mazorcas, mientras que en el extremo superior de la planta se forma la inflorescencia masculina, también llamada panoja (34).

A continuación se detalla la descripción botánica del maíz:

Raíz: En el maíz se pueden distinguir 3 tipos de raíces: la raíz Primaria Seminal junto con las raíces Seminales Adventicias, que acumulan un 52.48% de la masa total de la raíz y las raíces Nodales con el restante 47.52%. (31). Cabe recalcar que en el transcurso de la vida de la planta, aparecen a la altura del segundo o tercer nudo por encima del suelo algunas raíces adventicias o de anclaje, cuya principal función es mantener a la planta de pie, evitando así el acame de la misma (18).

Tallo: El tallo está conformado por nudos y entrenudos, los cuales varían tanto en número como en longitud. Los entrenudos de las plantas jóvenes poseen en su parte inferior una zona de crecimiento activo, que se caracteriza por la producción de tejidos nuevos (40).

Hojas: La hoja es alargada, del tipo paralelinervia y presentan tres partes bien definidas: la vaina, la lígula y el limbo. En primera instancia, el crecimiento apical (puntas de la hoja) es predominante,

pero luego esto cambia, dándose el crecimiento por igual hacia todas las direcciones y originando la diferenciación de los tejidos.

Semilla: El grano de maíz está formado principalmente de 3 partes bien diferenciadas: la pared, un embrión diploide y el endosperma triploide, siendo este último muy variable, ya que es la estructura que le da al grano el color, tamaño y forma característico de cada variedad (34).

Producción Mundial: Los Estados Unidos de América son el principal productor de maíz en el mundo, acumulando en el 2013 un total de 14 mil millones de bushels de grano producidos y destinando un área para su producción de 87.7 millones de acres (41).

China se ubica en el segundo lugar en cuanto a producción de maíz se refiere, pues según el último pronóstico (2015) se espera producir un total de 220 millones de toneladas, valor que indica un decrecimiento en la producción aproximado del 1% en comparación al 2014 (15).

En el Cono Sur, Brasil destaca como el principal productor de maíz de América Latina, con una producción superior a los 76 millones de toneladas durante la temporada 2014/2015, seguido de Argentina cuya producción marca los 27 millones de toneladas para la misma temporada (16).

México también es un productor de maíz destacado, alcanzando en 2013 una producción de 22.1 millones de toneladas, con un total de 7.5 millones de hectáreas destinadas a este cultivo, lo que representa el 33% del total de la superficie nacional destinada a la agricultura (37).

En lo que respecta a la superficie destinada al cultivo, para el año 2013 el país que más área destinó a la producción de maíz fue EE.UU. con 35.47 millones de hectáreas sembradas, seguido muy de cerca por China con 35.26 millones de hectáreas, luego se ubicó Brasil con 15.32 millones de hectáreas, seguido de lejos por Argentina con 4.87 millones de hectáreas (17).

En cuanto a los rendimientos alcanzados en el año 2013, Jordania logró una producción promedio de 20.1 T/Ha siendo la más alta a nivel mundial, mientras que en Norteamérica, Estados Unidos alcanzó una producción de 9.97 T/Ha y Canadá 9.6 T/Ha. En Latinoamérica, Chile presentó rendimientos de 10.6 T/Ha, seguida de Argentina con 6.6 T/Ha y Brasil con 5.2 T/Ha (17).

Haciendo una síntesis, el panorama mundial para el 2014 es que la producción mundial del maíz llegue a los 1,018 millones de toneladas, lo que representaría alrededor de un 1% más que la producción alcanzada en 2013, esto gracias a las prometedoras producciones que

se pronostican para los Estados Unidos, la Federación Rusa y la Unión Europea (15).

1.2. Taxonomía

La descripción taxonómica del maíz está descrita a continuación:

TABLA 1
DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Género	Zea
Especie	mays
Nombre Científico	<i>Zea mays</i>
Nombre Vulgar	Maíz

1.3. Producción de maíz en el Ecuador

En el Ecuador, el maíz constituye uno de los pilares de la seguridad alimentaria por todo lo que representa para sus habitantes, teniendo durante el periodo 2002-2009 un aporte promedio al PIB de 141.73 millones de dólares, lo cual representa en promedio, el 5.28% del PIB agrícola y el 0.34% del PIB nacional (21).

En lo que respecta a la superficie destinada al cultivo, entre los años 2000 y 2012 en el país se habían sembrado en promedio 279,228 Ha., siendo 2012 el año en que más hectáreas de maíz se sembraron, con un total de 361,347 Ha, un 33% más que el promedio de los 12 años anteriores (26).

Al año 2012, la producción nacional se ubicó en 1,2 millones de toneladas ya que los rendimientos del cultivo se han venido incrementando con el pasar de los años, pues en el año 2000 se registró a nivel nacional un rendimiento promedio de 1.64 T/Ha, mientras que en el año 2012 se marcó un rendimiento de 3.68 T/Ha, lo que nos indica un incremento del 124% (26).

PROVINCIA	Año			
	2012			
	Superficie sembrada (Ha.)	Superficie cosechada (Ha.)	Producción en grano seco y limpio (Tm.)	Rendimiento (Tm./Ha.)
Total Nacional	361.347	330.058	1.215.192,59	3,68
Azuay	567	491	441	0,90
Bolívar	4.177	4.126	3.646	0,88
Cañar	788	745	252	0,34
Carchi	155	155	446	2,88
Chimborazo	237	237	177	0,75
Cotopaxi	5.891	5.729	9.287	1,62
El Oro	3.152	2.850	4.793	1,68
Esmeraldas	1.576	1.559	2.286	1,47
Guayas	49.927	46.288	238.391	5,15
Imbabura	1.787	1.744	1.245	0,71
Loja	38.792	33.068	101.339	3,06
Los Ríos	156.565	150.185	684.142	4,56
Manabí	72.606	58.797	129.266	2,20
Morona Santiago	1.570	1.463	1.102	0,75
Napo	1.213	1.204	742	0,62
Orellana	9.283	9.241	16.370	1,77
Pastaza	1.038	1.010	1.257	1,24
Pichincha	1.414	1.347	841	0,62
Santa Elena	5.066	4.428	11.109	2,51
Sto. Domingo	1.674	1.651	3.293	1,99
Sucumbíos	1.679	1.669	2.047	1,23
Tungurahua	389	389	1.060	2,73
Zamora Chinchipe	1.800	1.682	1.660	0,99

FIGURA 1.1. SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS DE MAÍZ POR PROVINCIAS.

(Fuente: magap/cgsin/dapi-f.a.s, 2014)

En las provincias de Guayas y Los Ríos se concentra el 76% de la producción nacional, con producciones que alcanzan en Los Ríos las 684,142 T. y en Guayas las 238,391 T. Estas mismas provincias destinan 156.565 y 49.927 hectáreas a la producción de maíz respectivamente. En Guayas y Los Ríos también se registran los

rendimientos más altos del país, con 5.15 Tm./Ha. en Guayas y 4.56 Tm./Ha. en Los Ríos (26).

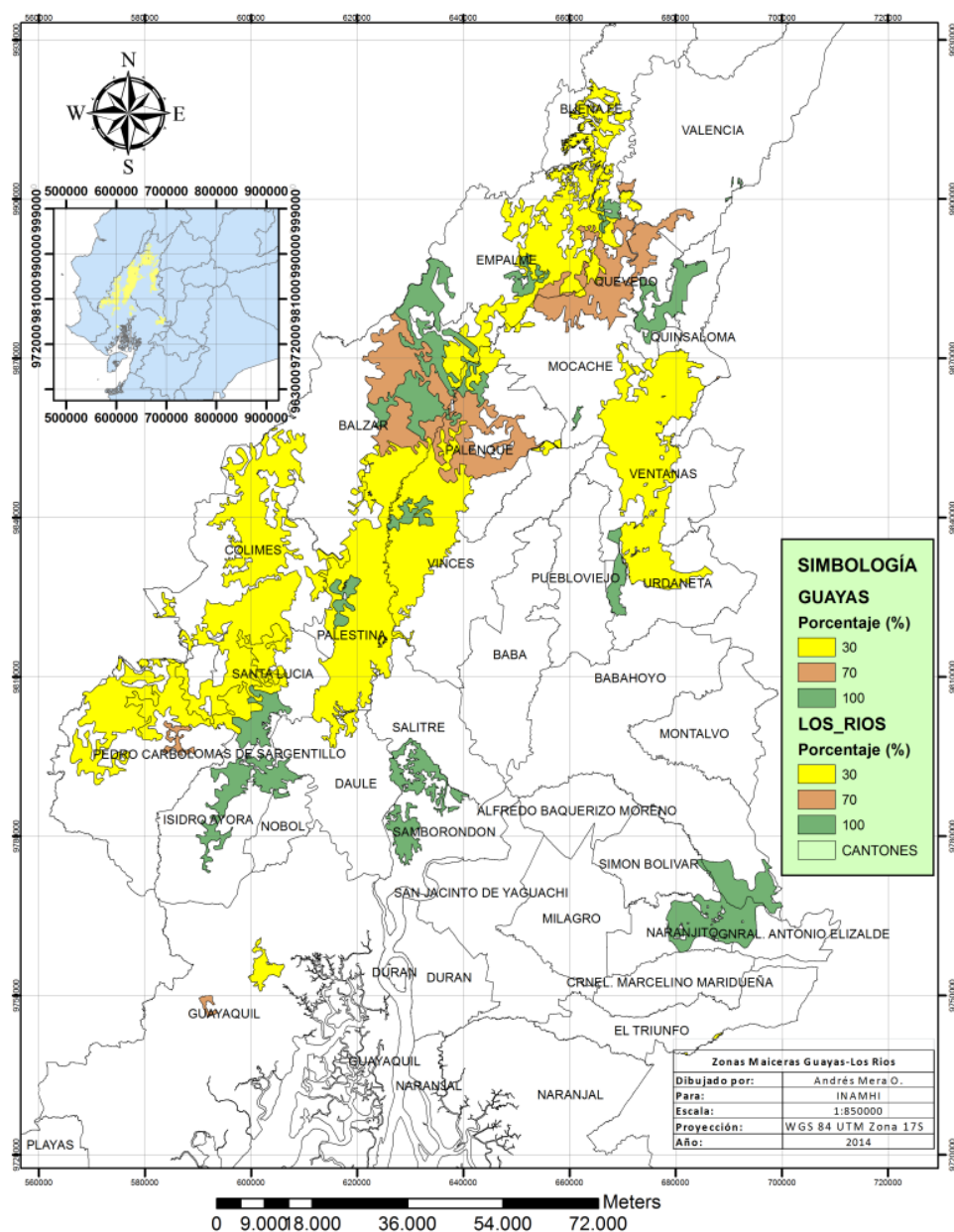


FIGURA 1.2. PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LAS PROVINCIAS DE GUAYAS Y LOS RÍOS.

1.4. Sistemas y métodos de siembra

Sistemas de siembra: En lo que respecta a sistemas de siembra podemos mencionar los siguientes: Siembra a Simple Hilera y Siembra a Doble Hilera.

La Hilera Simple consisten en una fila de plantas con un distanciamiento de 30 pulgadas entre hileras. Por otro lado, la Doble Hilera consiste en una pareja de hileras separas a 8 pulgadas entre si y a su vez con una separación de 30 pulgadas entre parejas. Con el sistema de doble hilera aumenta la zona de enraizamiento conforme aumentan las poblaciones sembradas, pues las plantas están mejor distribuidas en una área mayor (2).



Figura 1.3. Siembra a simple hilera (a) y siembra a doble hilera (b).

Métodos de Siembra: En maíz la siembra puede hacerse por: Siembra Manual y Siembra Mecanizada o con Tracción Animal.

Siembra Manual: Con espeque o chuzo se hace un hoyo en la tierra, en el cual se arrojan generalmente de 1 a 2 semillas, para posteriormente taparla. Este fue el primer método de siembra usado por el hombre, siendo aún utilizado en zonas con pendientes mayores al 20% o en condiciones en las que la sembradora no puede ingresar al terreno.

Siembra Mecanizada: La siembra se realiza mediante el uso de la máquina. La siembra mecanizada es empleada en grandes extensiones de tierra, que presenten una topografía plana o semiplana y cuya preparación de suelo ya haya sido mecanizada. (5)



FIGURA 1.4. SEMBRADORA SEMEATO

CAPÍTULO 2

2. ARREGLOS ESPACIALES Y POBLACIONALES

2.1. Generalidades

El arreglo espacial de plantas y la densidad de siembra son prácticas de manejo que definen casi de manera rotunda la capacidad de la planta de llevar a cabo funciones fisiológicas como la absorción y uso de radiación solar, agua y nutrientes, las cuales se encuentran íntimamente relacionadas con el rendimiento del cultivo. (22).

Estos, al ser factores que intervienen de manera directa en el desarrollo y por extensión, en los rendimientos del cultivo de maíz deben ser estudiados con un enfoque de sistema, es decir, estudiando la constante interacción con el medio y la dinámica de cambios y procesos propios de un sistema (Tinoco; et. al, 2008).

Específicamente hablando de la densidad de plantas y del distanciamiento entre hileras, se ha determinado que estos dos factores, ya sea actuando de forma individual o estando en interacción

con otros factores como la dosis y épocas de fertilización, tienen un impacto crucial en el rendimiento, pues pueden ocasionar variaciones en los rendimientos de hasta 3.5 Tm/Ha.

Al ser tanto la densidad como el distanciamiento entre hileras factores determinantes en el desarrollo de las plantas, es de esperarse que variando las distancias entre surco y entre planta se den a su vez variaciones que incrementen o disminuyan los parámetros morfológicos y fisiológicos (Índice de Área Foliar, capacidad fotosintética) que determinan el rendimiento de la planta de maíz.

2.2. Efectos del Distanciamiento entre hileras en el rendimiento

El Distanciamiento entre hileras, también llamado Arreglo Espacial hace referencia a la forma en la cual se distribuyen las plantas en el terreno, agregando a la siembra un elemento de uniformidad espacial (32).

El sembrar con un distanciamiento de hileras reducido da una mayor equidistancia al reparto de las plantas sobre la superficie, de esta manera es posible realizar una mejor cobertura del suelo, potencializando con ello la captura de radiación solar desde fases tempranas del cultivo, lo que se traduce en mayor producción de biomasa (19).

El establecer una siembra de surcos angostos puede ser tomada en cuenta bajo los siguientes parámetros (8):

1. Si las condiciones ambientales determinan como óptima una densidad de siembra baja.
2. Siembra de genotipos con estructura erecta y baja producción de hojas.
3. Siembra de híbridos precoces y de bajo porte.
4. Bajo condiciones que promuevan restricciones a la expansión y supervivencia de las hojas (p.e. baja disponibilidad de nutrientes en el suelo).

En plantaciones que tienen establecida una densidad de siembra alta no es recomendable el uso de distanciamientos angostos, pues se presentan problemas durante el llenado de grano, como respuesta a la baja actividad fotosintética del estrato inferior del canopeo activo producto del empobrecimiento luminoso de esta zona de la planta (6).

Como consecuencia de las altas densidades de siembra se da en la plantas una mayor producción de grano en la mazorca, y si a ello le sumamos el hecho de usar distanciamientos angostos se pone en riesgo la entrega de compuestos elaborados para el llenado del grano, lo cual se traduce en la formación de granos más livianos, produciendo una baja en los rendimientos (8).

A los problemas mencionados anteriormente también se le pueden añadir pérdidas en la cosecha producto del aumento de plantas acamadas y quebradas, debido a la translocación de las reservas de la plantas desde las cañas hacia los granos en proceso de llenado (7).

Por otro lado, la siembra en surcos más estrechos hace posible el óptimo aprovechamiento del agua disponible en el suelo, debido a una mayor homogeneidad de la exploración radical y al aumento de la superficie sombreada, disminuyendo así la cantidad de agua que se evapora del suelo (39).

En Argentina se dieron aumentos del 14.5% en el número de granos y del 20.5% en el rendimiento de grano al aumentar el distanciamiento de siembra de 35 cm a 70 cm, aunque cabe recalcar que estos resultados aumentaron cuando la cantidad de Nitrógeno disponible en suelo fue menor al requerido por el cultivo.

Sin embargo, no se han encontrado pruebas consistentes que demuestren un beneficio económico verdadero al aplicar surcos más estrechos en la siembra de maíz, y por el contrario se ha condicionado el desempeño de esta técnica a la densidad óptima de siembra y al ambiente (23).

2.3. Efectos de la Densidad de siembra en el rendimiento

Al hablar de densidad de siembra nos referimos a la cantidad de plantas sembradas en una unidad determinada de suelo o superficie (32), siendo en nuestro caso específico “plantas/hectárea” la unidad usada.

De los factores que miden el rendimiento, el que se va más influenciado por la densidad de siembra es el número de granos por metro cuadrado que alcanzan la madurez fisiológica, el cual a su vez se encuentra muy ligado a la predisposición de crecimiento de la planta en la etapa de floración (13).

La disminución del rendimiento cuando se utilizan densidades de siembra subóptimas tiene su fundamento científico en la poca plasticidad que posee el maíz ante cambios en la densidad, razón por la cual el cultivo no logra desplegar el área foliar necesaria para compensar el bajo número de plantas sembradas. Por otro lado, cuando la densidad sembrada sobrepasa a la densidad óptima de siembra también se dan graves problemas, pues se crea una competencia entre las plantas por nutrientes y agua, lo que les ocasiona estrés y por ende un descenso en los rendimientos del cultivo (27).

Cuando se incrementa el número de plantas por hectárea, se da un aumento en la altura de la planta y en el punto de inserción de la mazorca principal, dándose a su vez una reducción de la longitud y diámetro de la misma y un retraso en la aparición de los estigmas (36).

En lo que respecta al grano, cabe recalcar que cuando se incrementar la densidad de siembra, se da como resultado una elevación muy sutil del grado de humedad del grano a cosecha (9).

En híbridos que poseen una menor producción de hojas la densidad de siembra tiene efectos rotundos, pues influye en el Índice de Área Foliar (IAF) del cultivo y por ende en la intercepción de la radiación solar. Como resultado, estos híbridos necesitan altas densidades de siembra para con ello compensar la baja producción de hojas y alcanzar un IAF que les permita obtener rendimientos aceptables.

CAPÍTULO 3

2. FACTORES AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ

Las plantas, al igual que los demás seres vivos, están estrechamente ligadas a los factores ambientales, reaccionando ante los componentes y elementos del clima, al igual que determinados eventos meteorológicos como: temperatura, lluvia, vientos, iluminación, etc (20).

El ambiente es un factor determinante al momento de definir la adaptación, distribución y productividad de los seres vivos. El clima, es un recurso natural que puede afectar directamente a la producción agraria, cabe indicar que la influencia depende de las características de la localidad geográfica y de las condiciones de producción.

De entre los factores climáticos, los que más influyen en la producción de maíz son: la temperatura, la precipitación en cantidad e intensidad, y la radiación solar (4).

La temperatura, la humedad relativa y la radiación solar son también factores responsables del 80 al 90% de la evapotranspiración potencial. Bajo estas circunstancias, la temperatura de la hoja es principalmente más baja que la temperatura del aire (34).

En las provincias de Los Ríos, Guayas, Loja y Manabí, donde se concentra la mayor producción de maíz duro del país, se dan dos siembras al año. La primera siembra es en la época lluviosa (Enero-Febrero) con un total del 76% de las hectáreas sembradas en el año, mientras que en la época seca (Junio-Julio) se siembra el restante 24% (25).

3.1. Temperatura

La temperatura influye de manera rotunda en todos los procesos fisiológicos del maíz. Temperaturas bajas podrían causar defectos en las funciones enzimáticas celulares, al igual que en las propiedades de las membranas, efectos que se ponen en evidencia por la reducción de la fotosíntesis, crecimiento, extensión de las hojas y por la absorción de agua y nutrientes (30). Temperaturas entre 0° y 10°C pueden resultar en una pérdida de turgencia y un desarrollo anormal de la raíz (3).

Temperatura en la Germinación: La temperatura influye de manera predominante en la germinación de la semilla, y tiene una gran

repercusión en los procesos vegetativos de las plantas; si hay una mayor intensidad de calor, se acorta el periodo vegetativo del maíz (38).

La temperatura del suelo también un factor de peso que interviene en la germinación. Por ejemplo, cuando la semilla es sembrada en un suelo húmedo, ésta comienza a hincharse por el agua que absorbe del suelo; éste proceso se acelera a temperaturas altas, característico de ambientes tropicales. En circunstancias de bajas temperaturas en el suelo, el proceso de la germinación demora, el mismo que puede tardar hasta 6 u 8 días, dependiendo de la temperatura del suelo (34).

La semilla de maíz en proceso de germinación, puede ser atacada por patógenos provenientes en la misma semilla o presentes en el suelo, en zonas bajas donde la temperatura es por lo general alta, éste es un problema serio en la mayoría de los cultivos de maíz (34).

Temperatura en el desarrollo del cultivo: La duración del ciclo del cultivo puede ser alterado principalmente por la temperatura, aunque también intervienen la altitud y la semilla. El ciclo de cultivo en las zonas bajas es de aproximadamente 120 días (Guayas, Los Ríos, Manabí); mientras que en zonas más altas (Loja) es de 150 a 180 días (25).

La influencia de la temperatura también se hace visible en el rendimiento del cultivo, pues una planta de maíz desarrollada en una zona templada por lo general rinde más que su homólogo de la zona tropical, esto se debe a que las temperaturas en los trópicos son muy altas y la planta completa su ciclo vital en menos tiempo (34).

Este factor climático no solo incide en el ciclo del maíz, sino también lo hace en el desarrollo de patógenos que pueden llegar a ser dañinos en el cultivo. En climas cálidos con alta humedad, altos niveles de fertilidad, temperaturas por encima de 30°C, buen crecimiento de planta y alta densidad del cultivo, son condiciones que crean una atmosfera propicia para el crecimiento de hongos y bacterias (34).

3.2. Humedad

La cantidad total de agua aportada durante el periodo vegetativo y, más aun, la distribución durante el ciclo del cultivo, es esencial para el desarrollo y el rendimiento del maíz (24).

Para obtener un buen rendimiento del cultivo, es imprescindible que haya en el suelo un porcentaje de humedad, que satisfaga los requerimientos de la planta. Existen dos etapas en la que es necesario una mayor cantidad de agua para el maíz: cuando está en fase de fase de crecimiento y en la fase de floración - fructificación (24).

Cuando el agua escasea en el periodo de crecimiento las hojas tienden a cerrarse hacia la nervadura central, con el objetivo de limitar el área expuesta y limitar su transpiración, la planta toma un color cenizo y se estimula a la floración, como una respuesta de la planta, ante el estímulo de las condiciones desfavorables por perpetuar la especie (24).

Si la disponibilidad de agua cesa cuando el maíz está en floración, se observa que las plantas toman un color cenizo, enrollando sus hojas y mermando su fructificación (24).

En cultivos de secano, el rendimiento es influenciado primordialmente por la cantidad de agua almacenada en el suelo hasta la profundidad explorada por las raíces (11).

Al igual que la sequía, el exceso de agua también produce trastornos en la planta, como por ejemplo, amarillamiento de la hoja y ausencia de mazorcas. (24).

3.3. Luminosidad

La heliofanía desempeña un papel fundamental en la elaboración de hidratos de carbono, pues en cuanto haya mayor disponibilidad de horas luz efectiva durante el día, habrá más energía para hacer

efectivos los procesos de elaboración de hidratos de carbono (celulosa, almidón).

Por otro lado, la heliofanía es muy importante para otros procesos como formación de la clorofila así como la actividad de la misma, fijación del anhídrido carbónico del aire y la consecuente asimilación del carbono y desprendimiento del oxígeno. Al haber poca luz, la asimilación del carbono decae y por consecuencia ocurre lo mismo con la materia orgánica.

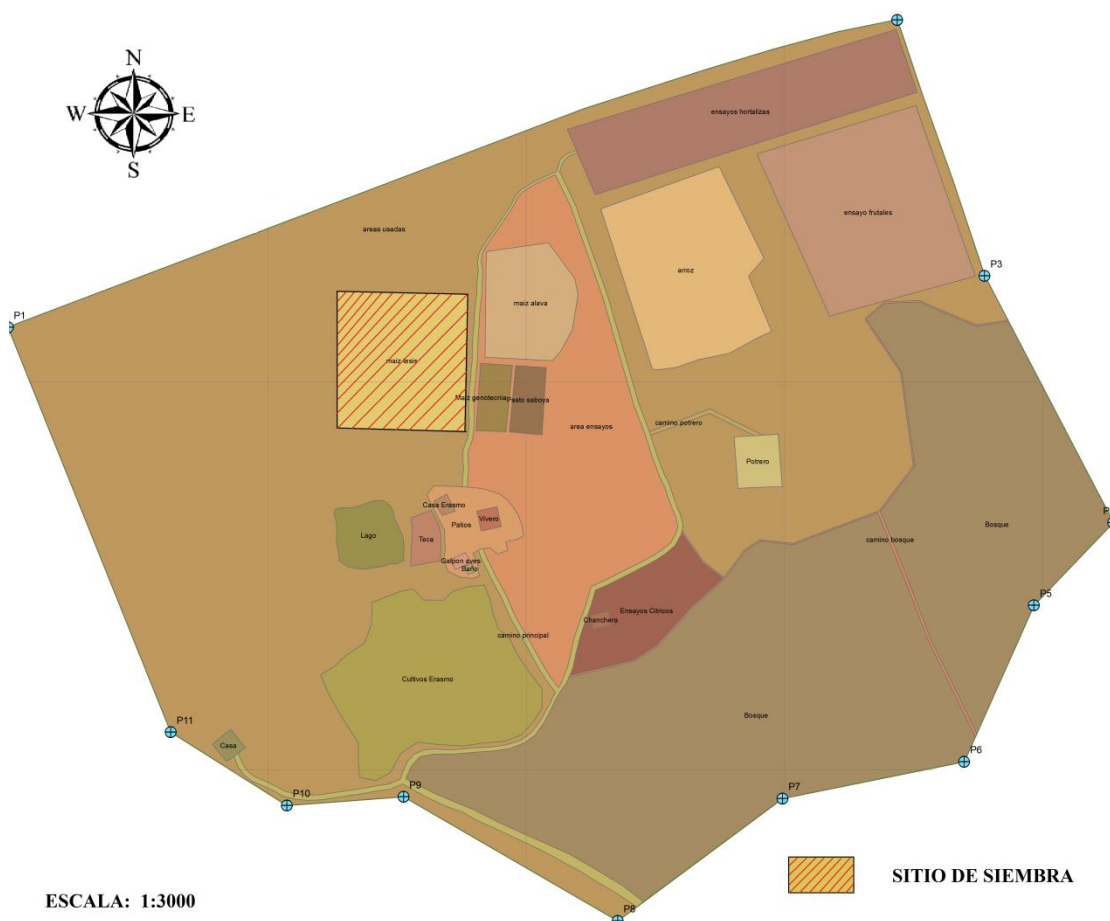
CAPÍTULO 4

4.MATERIALES Y MÉTODOS

Características del Lugar

La fase experimental del proyecto se llevó a cabo durante los meses de Enero a Abril (estación Lluviosa) del año 2014, en el “Campo Experimental de Investigación Agropecuaria de la ESPOL” (CENAE), ubicado en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas con coordenadas geográficas 2°08'21.54” de latitud Sur y 79°57'46.17” de longitud Oeste, a una altura de 70 msnm.

El sitio seleccionado presentaba una topografía casi plana, con ligeros desniveles en el terreno y una textura de suelo arcillosa. La climatología del lugar es la propia del Bosque Tropical Seco del Litoral.



PLANO 4.1. PLANO DEL CENAE

Material de Siembra

En este trabajo se empleó la semilla de tres híbridos de maíz disponibles en el mercado nacional: DEKALB 1596, DEKALB 7088 y SOMMA, los cuales son distribuidos por la compañía Ecuaguímica.

Características del Lote

Área total del ensayo = (50 m X 55 m) = 2750 m²

Área de la parcela = (5 m X 5.5 m) = 27.5 m²

Área útil de la parcela = (3 m X 5 m) = 15 m²

Número de parcelas = 81

Distancia entre hilera = 0.50 m; 0.70 m; 0.90 m.

Distancia entre planta = variable de acuerdo al distanciamiento entre hilera.

Manejo del Ensayo

Se realizaron todas las prácticas agrícolas requeridas por el cultivo.

Preparación de suelo: Mediante el uso de labranza mecanizada se realizó el arado del terreno, siendo necesario hacer un doble pase de arado de disco para darle la estructura necesaria al suelo y permitir un buen desarrollo del sistema radicular de la planta.

Ensayo de Germinación: Se tomaron 100 semillas de cada híbrido (DEKALB 7088, DEKALB 1596 y SOMMA), procediendo a sembrarlas juntas en bandejas con arena esterilizada.



**FIGURA 4.1. PRUEBA DE GERMINACIÓN DE LOS TRES
HÍBRIDOS (SIEMBRA)**



**FIGURA 4.2. PRUEBA DE GERMINACIÓN DE LOS TRES
HÍBRIDOS (CONTEO DE GERMINACIÓN)**

En el ensayo de germinación se realizaron 4 repeticiones, y el resultado de este se presenta en la tabla 2.

TABLA 2
RESULTADO DE LA PRUEBA GERMINACIÓN

Híbrido	Semilla Normal	Semilla Anormal	Semilla Latente	Semilla Muerta
H1	99%	0%	1%	0%
H2	99%	0%	1%	0%
H3	99%	0%	1%	0%

Siembra: La siembra fue manual y directa, mediante el uso de espeque y piola, dejando sembrada una densidad poblacional de aproximadamente 90000 plantas/Ha.

Raleo de las Parcelas: Para realizar un trabajo uniforme, se dejó establecida una sola densidad poblacional en todo el terreno y posteriormente se realizó un raleo manual, específico para cada una de las 81 parcelas hasta alcanzar la densidad deseada en cada una de ellas.

Fertilización: Se aplicaron 10 sacos por hectárea de fertilizante edáfico en 2 aplicaciones a lo largo del ciclo de cultivo.

En la primera aplicación (7 días después de la siembra), se incorporó al suelo 4 sacos por hectárea del fertilizante edáfico EQ-2 (16N-12P-28K-3S).

La segunda aplicación se la realizó a los 27 días después de la siembra, incorporando al suelo 6 sacos por hectárea de Amidas (40N-0P-0K-5S).

Cabe recalcar que en todos los tratamientos se aplicó la misma dosis de fertilizante.

Control de Malezas: El control de las malezas se realizó de forma manual y química durante los 30 primeros días del cultivo.

Control Fitosanitario: El control fitosanitario se realizó en función de la presencia de plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo.

Se utilizaron diferentes insecticidas como es el caso de Thiodicarb en concentración de 13 cc/kg para el curado de la semilla y Chlorpyrifos en dosis de 3.5 l/Ha para la protección del cultivo.

Cosecha: Se realizó una cosecha manual de las mazorcas en el área útil de la parcela, cuando estas tenían una humedad en grano de 15% a 20%. Posteriormente se recolectaron, secaron y se procedió al

desgrane de las mazorcas. El peso del grano cosechado se expresó en qq.

Diseño Experimental

Se realizó un arreglo factorial con un diseño experimental de parcelas sub-divididas con tres repeticiones. Los factores en estudio son: híbrido, espaciamiento entre hileras y densidad de siembra, donde híbrido es la parcela principal, la sub-parcela corresponderá al espaciamiento entre hileras y la densidad de siembra estará anidada en cada sub-parcela. La unidad experimental será de $5 \times 5.5 \text{ m}^2$ y en total habrán 81 parcelas.

	H3	H2	H1
S2			
S3			
S1			
	H1	H2	H3
S3			
S1			
S2			
	H3	H1	H2
S2			
S1			
S3			

PLANO 4.2. PLANO DE LA SIEMBRA

Factores y niveles

- A. Híbrido
 - a1. Dekalb 1596
 - a2. Somma
 - a3. Dekalb 7088
- B. Densidad de siembra
 - b1. 85000 plantas/Ha
 - b2. 65000 plantas /Ha
 - b3. 45000 plantas/Ha
- C. Espaciamiento entre hileras:
 - c1. 90 cm
 - c2. 70 cm
 - c3. 50 cm

Análisis Estadístico

Para determinar el efecto de la Densidad de siembra, Distanciamiento entre hileras e Híbrido y sus interacciones, los datos fueron analizados mediante el ajuste de los modelos de efectos mixtos utilizando el procedimiento PROC GLIMMIX de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) para evaluar las variables respuesta, se utilizaron modelos completos. Las repeticiones (bloques) y sus interacciones fueron considerados

efectos aleatorios. Los tratamientos se consideran diferentes a valores de $p \leq 0.05$ y las tendencias se reportan con valores de $p > 0.05$ y ≤ 0.10 . Todos los datos se presentan como cuadrados medios mínimos, y la función PDIFF del procedimiento LSMEANS se utilizó para comparar diferencias.

Variables

Altura de planta: Se determinó como “altura de planta” a la distancia (cm) comprendida entre la superficie del suelo y el ápice de la panícula más alta de la planta. Se escogieron de manera aleatoria 10 plantas de cada unidad experimental, se las midió y su promedio se anotó como el valor de la parcela. En este experimento se hicieron dos mediciones de altura de planta, a los 40 y 50 días después de la siembra respectivamente.

Altura de inserción de mazorca: Comprende la distancia (cm) medida entre la superficie del suelo y el punto de inserción de la mazorca principal en el tallo de la planta. Se hizo la medición en 10 plantas de manera aleatoria y el promedio de dicha medición se anotó como el valor de la parcela correspondiente.

Días a floración: Esta variable fue el tiempo promedio (días) que le tomo a la planta emitir la inflorescencia tanto masculina como femenina. Se decidió anotar esta variable cuando aproximadamente el

80% de la parcela había emitido la flor, masculina o femenina por separado.

Longitud de mazorca: Corresponde a la longitud promedio medido en centímetros, de 10 mazorcas de cada parcela escogidas al azar.

Diámetro de mazorca: Corresponde al diámetro promedio medido en centímetros, de 10 mazorcas de cada parcela escogidas al azar.

Peso de grano: Se consideró el peso en gramos de 10 grupos de 100 semillas cada uno. Los diez valores anotados fueron promediados y el resultado fue anotado como el valor correspondiente a cada parcela.

Rendimiento: El rendimiento se determinó por el peso del grano proveniente del área útil la parcela a evaluar. El peso se uniformizó al 14% de humedad y se transformó a quintales por hectárea según la fórmula:

$$Pu = \frac{Pa(100 - Ha)}{(100 - Hd)}$$

Donde:

Pu: Peso uniformizado

Pa: Peso actual

Ha: Humedad actual

Hd: Humedad deseada

CAPÍTULO 5

5.RESULTADOS

Altura de Planta

El factor densidad de siembra mostró significancia estadística ($p \leq 0.05$), ya que a medida que se incrementó la densidad siembra se produjo una mayor elongación de las plantas (ver figura 5.1.), esto debido probablemente a la alta competencia por luz solar. En cuanto a lo que respecta al factor híbrido, éste también tuvo significancia estadística ($p \leq 0.05$), puesto que el híbrido 1 produjo las plantas de mayor altura, mientras que el híbrido 3 produjo las más bajas (ver figura 5.2)

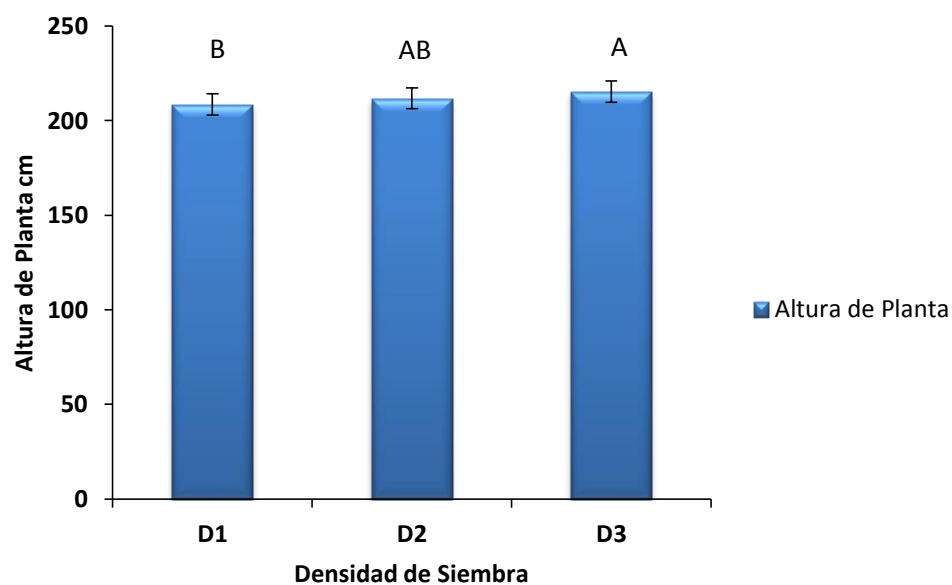


FIGURA 5.1. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA ALTURA DE LAS PLANTAS

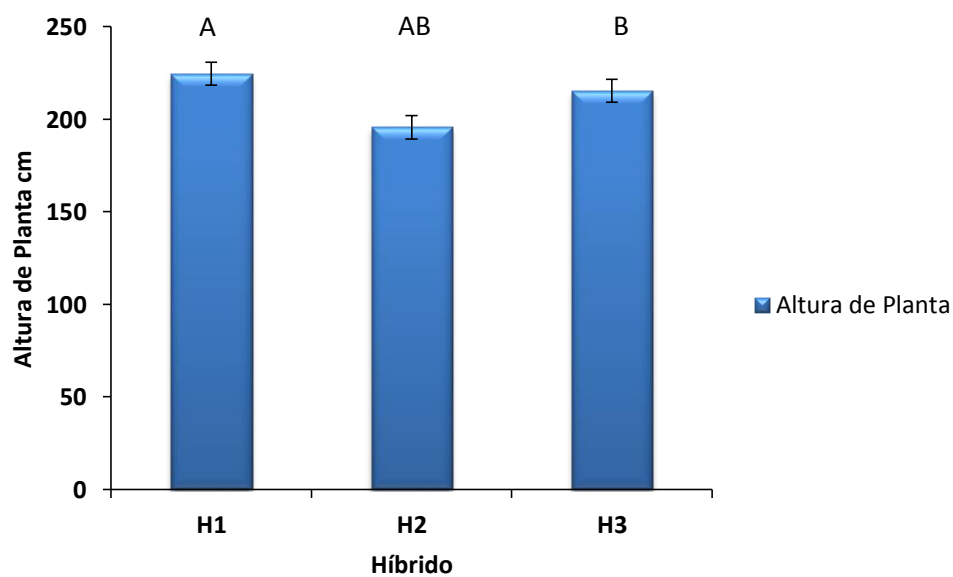


FIGURA 5.2. EFECTO DEL HÍBRIDO EN LA ALTURA DE LAS PLANTAS

Altura de inserción de la mazorca

El factor densidad de siembra mostró significancia estadística ($p \leq 0.05$), pues fue posible observar que conforme se incrementó la densidad de siembra, las mazorcas se insertaron a una mayor altura (ver figura 5.3.), lo cual está intrínsecamente relacionado con la altura de planta, pues debemos recordar que las plantas fueron más altas en densidades de siembra mayores.

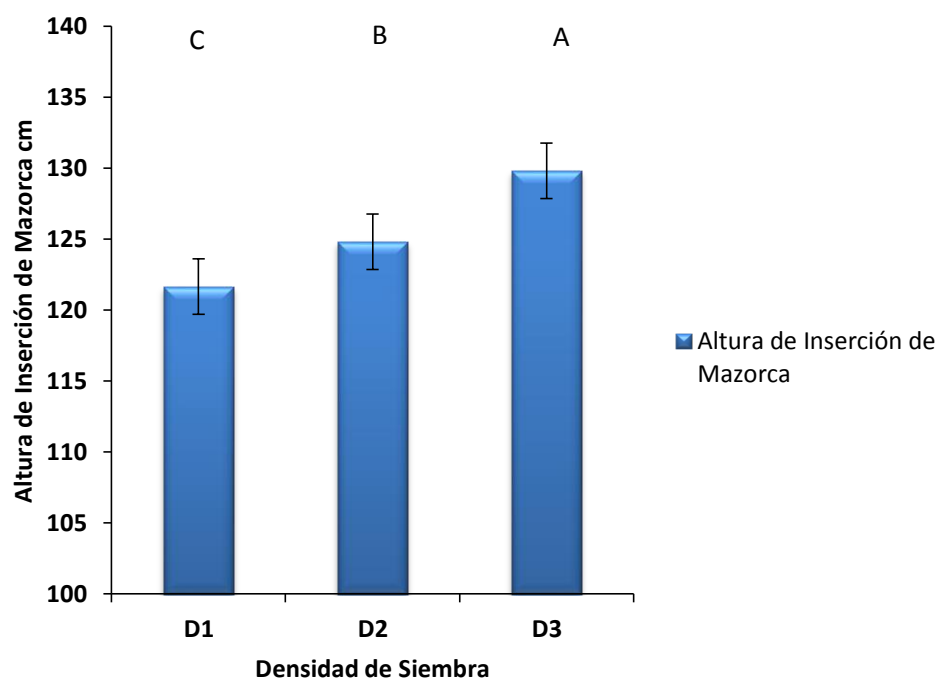


FIGURA 5.3. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA

Longitud de mazorca

El factor densidad de siembra fue estadísticamente significativo ($p \leq 0.05$), ya que se observó una reducción de la longitud de la mazorca cuando se redujo la densidad de siembra (ver figura 5.4). En cuanto al factor híbrido, podemos decir que éste fue estadísticamente significativo ($p \leq 0.05$), destacando al híbrido 2, el cual produjo las mazorcas de mayor longitud (ver figura 5.5)

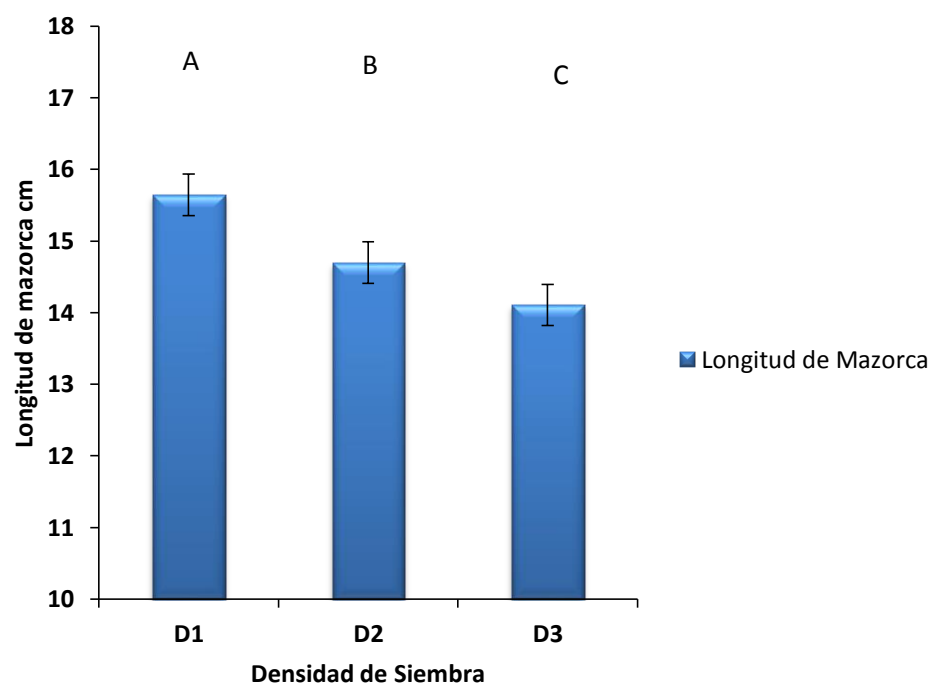


FIGURA 5.4. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA LONGITUD DE LA MAZORCA.

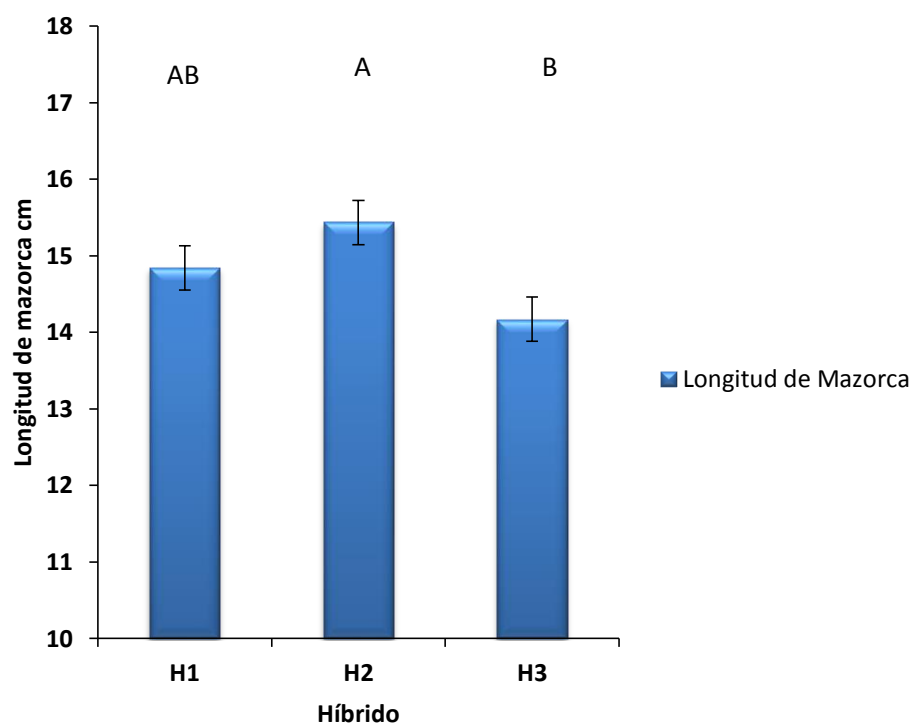


FIGURA 5.5. EFECTO DEL HÍBRIDO EN LA LONGITUD DE LA MAZORCA.

Diámetro de mazorca

El factor densidad de siembra fue estadísticamente significativo ($p \leq 0.05$), ya que se observó una reducción del diámetro de la mazorca a medida que se incrementó la densidad de siembra (ver figura 5.6.).

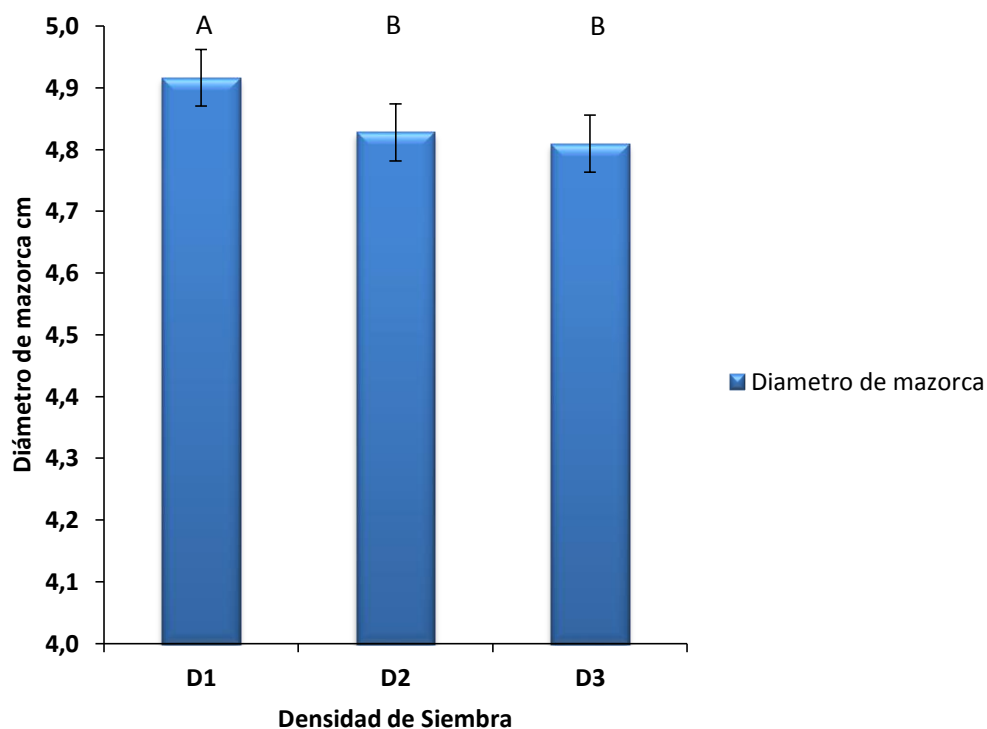


FIGURA 5.6. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL DIÁMETRO DE LA MAZORCA

Peso de 100 granos

El factor densidad de siembra fue estadísticamente significativo ($p \leq 0.05$), pues se observó un incremento en el peso del grano cuando se redujo la densidad de siembra (ver figura 5.7.). En lo que respecta al factor híbrido, podemos decir que éste fue estadísticamente significativo ($p \leq 0.05$), destacándose el híbrido 1, ya que produjo las mazorcas con los granos más pesados (ver figura 5.8.).

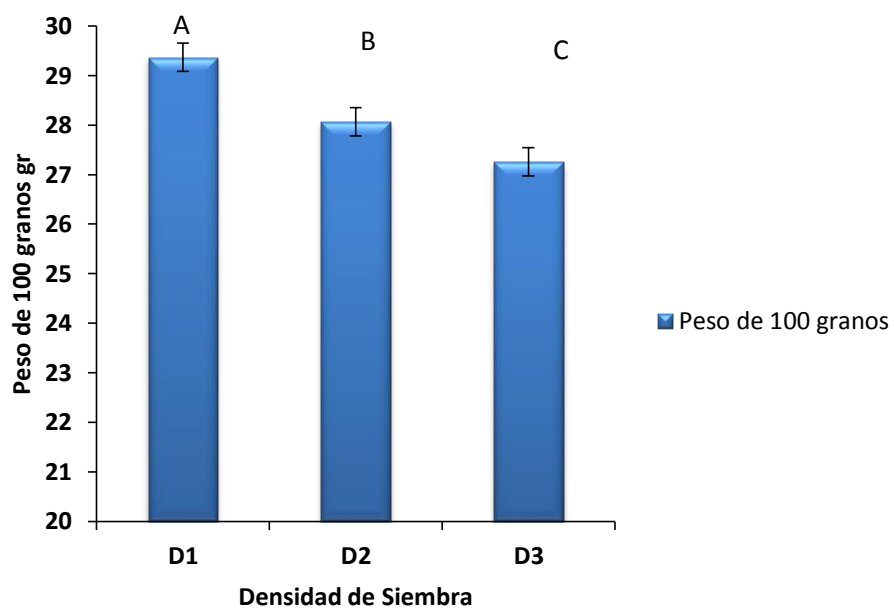


FIGURA 5.7. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL PESO DE GRANO.

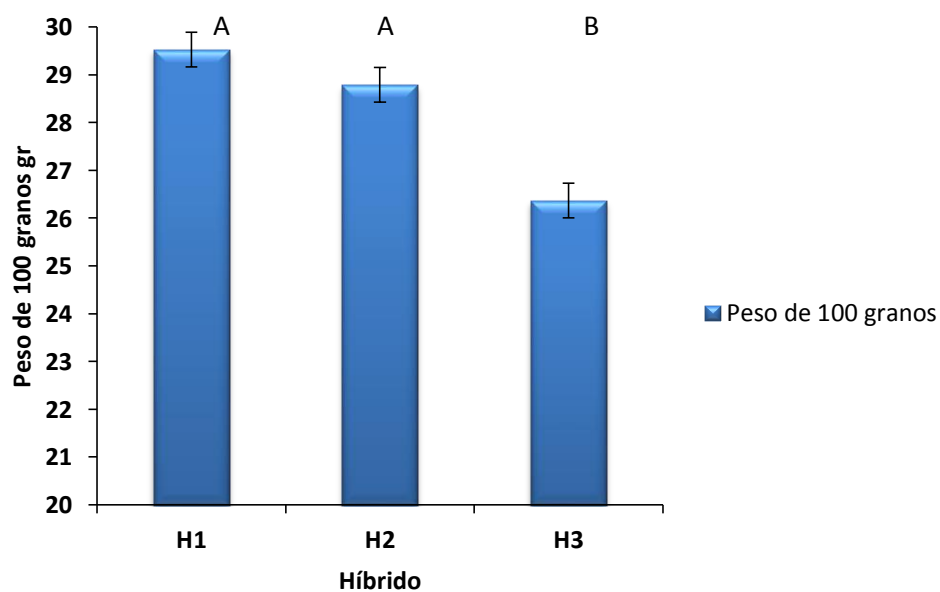


FIGURA 5.8. EFECTO DEL HÍBRIDO EN EL PESO DEL GRANO.

Rendimiento

El factor densidad de siembra fue estadísticamente significativo ($p \leq 0.05$), a medida que se aumentó la densidad de siembra se pudo observar un incremento en el rendimiento (ver figura 5.9.). Por otro lado, el factor distanciamiento entre hileras también mostró significancia estadística ($p \leq 0.05$), los rendimientos más favorables se obtuvieron cuando la distancia entre hileras se redujo (ver figura 16).

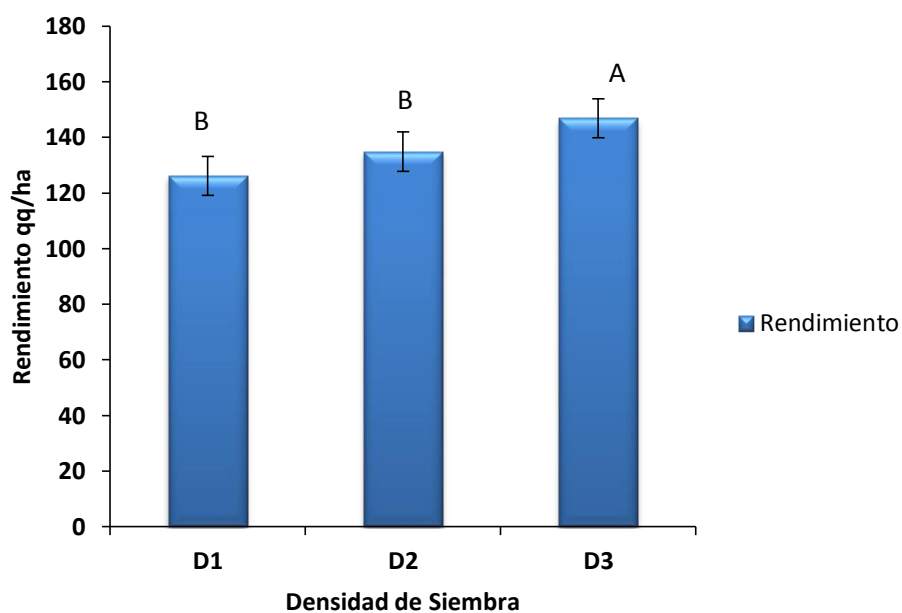


FIGURA 5.9. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO

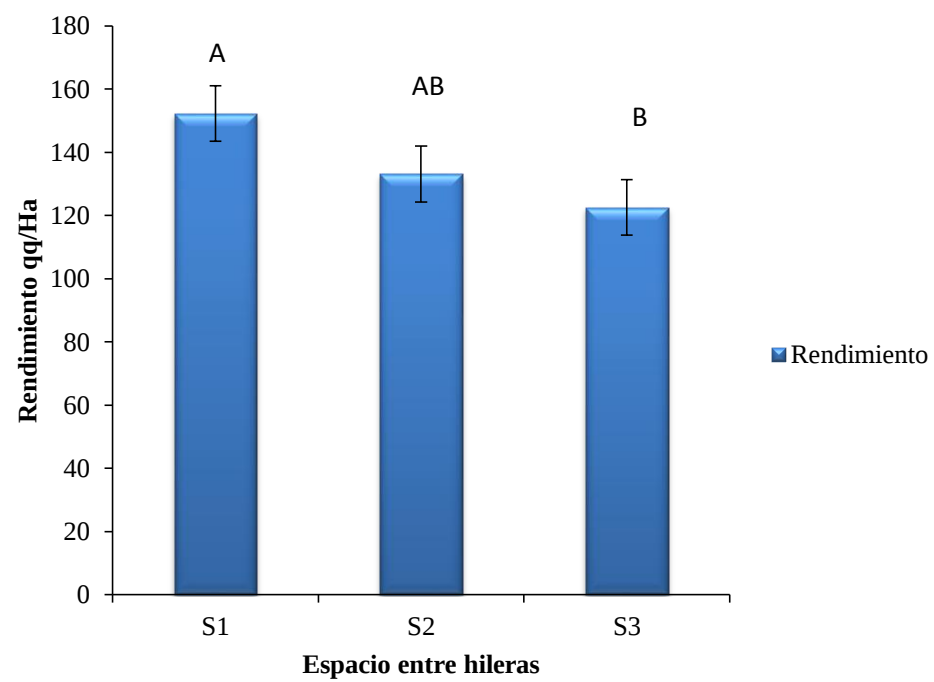


FIGURA 5.10. EFECTO DEL ESPACIO ENTRE HILERAS EN EL RENDIMIENTO

CAPÍTULO 6

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Este trabajo muestra que la densidad de siembra tuvo un efecto directamente proporcional en la variable rendimiento, ya que se observó que conforme se incrementó la densidad poblacional del cultivo, los rendimientos aumentaron. Esto concuerda con lo dicho por Marchao *et al.*, 2005 (28), quien reportó en su trabajo sobre híbridos y densidades de siembra un incremento en el rendimiento al aumentar la densidad poblacional del cultivo. Por el contrario, las altas densidades de siembra tuvieron un efecto inversamente proporcional en otras variables como fue el caso de la longitud y el diámetro de mazorca, pues se pudo observar que tanto la longitud y el diámetro de mazorca disminuyeron conforme aumentó la densidad de siembra. Estos resultados también coinciden con lo reportado por Rossman y Cook, 1966 (36), quienes observaron que la mazorca de los maíces sembrados en densidades muy altas se presentaban más delgadas y

pequeñas que aquellas mazorcas de maíces sembrados a una densidad poblacional media. Esta es la principal razón por lo cual se debe establecer un equilibrio al momento de elegir densidades de siembra, pues si estas son muy altas se corre el riesgo de obtener mazorcas pequeñas y delgadas, mientras que si establecemos densidades bajas nuestros rendimientos caerán drásticamente por la baja cantidad de plantas.

En lo que respecta a distancia entre hileras, en este trabajo se observó que el rendimiento sufrió cambios inversamente proporcionales al aumento de la distancia entre hileras, pues a mayor distanciamiento se notó un decrecimiento en el rendimiento. Lo mencionado anteriormente difiere por lo reportado por Dale, 2001 (10), quien en su trabajo menciona que se obtienen los mismos rendimientos al sembrar con diferente distancia entre hileras. Lo sucedido en este trabajo respecto al distanciamiento entre hileras concuerda con Afferri *et al.* (2008 (1), el cual concluyó que no hay efectos en la forma de la mazorca al hacer cambios en la distancia entre calles.

Por último, se puede destacar que el factor híbrido tuvo efecto en la altura de la planta, longitud de mazorca y peso de grano, aunque cabe recalcar que dos de los híbridos utilizados en este experimento (H1 y

H3) eran de mayor potencial genético que su homólogo (H2), lo se debe tomar en cuenta al analizar los resultados obtenidos.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos el presente trabajo podemos concluir lo siguiente:

1. El factor que demostró tener más influencia en las variables medidas fue la densidad de siembra, ya que esta tuvo significancia estadística en todas las variables analizadas. Es por esta razón que al momento de establecer el arreglo espacial más idóneo para un determinado híbrido es imprescindible tomar en cuenta y analizar la densidad poblacional a sembrar.
2. El factor distanciamiento entre hileras tuvo significancia estadística solo en la variable rendimiento, pues se observó un incremento del mismo a medida que se redujo la distancia entre hileras.
3. El factor híbrido mostró tener significancia estadística en tres de las variables evaluadas: rendimiento, altura de planta y peso de grano.

APÉNDICES

APÉNDICE 1

ANÁLISIS DE SUELO

	ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 084535163 - 099351760 e-mail: iniap_ls_lab@yahoo.es	"Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación N° OAE LE C 11-007"
INFORME DE ANALISIS DE SUELOS		
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : ANDRES MERA ONATE Dirección : NE Ciudad : ELOY ALFARO Teléfono : 0994869833 Fax : N/E	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : ESPOL Provincia : GUAYAS Cantón : GUAYAQUIL Parroquia : N/E Ubicación : NE	DATOS DE LA MUESTRA Informe No. : 0016775 Responsable Muestreo : Cliente Fecha Muestreo : 13/01/2015 Fecha Ingreso : 14/01/2015 Condiciones Ambientales : T°C: 25.0 %H: 60.0 Factura No. : 12672 Fecha Análisis : 21/01/2015 Fecha Emisión : 22/01/2015 Fecha Impresión : 22/01/2015 Cultivo Actual : MAIZ
N° Laborat. 55543	Identificación del Lote MUESTRA # 1	pH 6.7 PN
ug/ml		
* NH₄ 17 B	* P 16 M	K 158 A
* Ca 2995 A	* Mg 1087 A	* S 7 B
* Zn 2.9 M	Cu 9.2 A	* Fe 11 B
* Mn 35.0 A	* B 0.40 B	* Cl

Interpretación	pH
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	MAc = Muy Acido N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido LAI = Lig. Alcalino
	MeAc = Med. Acido MeAl = Med. Alcalino
	LAc = Lig. Acido Al = Alcalino
	PN = Prec. Neutro RC = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extracción
NH ₄ , P	Colorimetría	Clean
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Optimos			
Medio (ug/ml)			
NH ₄ 4 - 20	Mg 121.5 - 243	Fe 20 - 40	
P 10 - 20	S 10 - 20	Mn 5 - 15	
K 78 - 156	Zn 2.0 - 7.0	B 0.5 - 1.0	
Ca 800 - 1600	Cu 1.0 - 4.0	Cl 17 - 34	

N/E = No entregado

<LC = Menor al Limite de Cuantificación

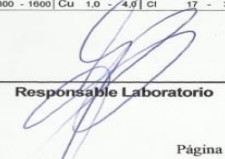
Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE

Las opiniones, interpretaciones, etc., que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE

** Ensayo subcontratado

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad


Responsable Laboratorio

APÉNDICE 2

DIAGRAMA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

	H3				H2				H1			Repetición 1
S2	d2	d3	d1		d2	d1	d3		d1	d3	d2	
S3	d1	d2	d3		d1	d2	d3		d3	d1	d2	
S1	d2	d3	d1		d1	d3	d2		d3	d2	d1	
	H1				H2				H3			Repetición 2
S3	d3	d2	d1		d2	d1	d3		d3	d2	d1	
S1	d2	d3	d1		d1	d2	d3		d1	d3	d2	
S2	d3	d1	d2		d3	d2	d1		d2	d3	d1	
	H3				H1				H2			Repetición 3
S2	d2	d1	d3		d1	d2	d3		d3	d1	d2	
S1	d2	d1	d3		d1	d3	d2		d3	d2	d1	
S3	d2	d3	d1		d3	d1	d2		d1	d2	d3	

donde:

d= Distancia entre planta

S1	S2	S3
d1: 35,5 cm	d1: 25,3 cm	d1: 19,7 cm
d2: 24,6 cm	d2: 17,5 cm	d2: 13,6 cm
d3: 18,8 cm	d3: 13,4 cm	d3: 10,4 cm

S: Distancia entre Hileras

S1=50cm
S2=70cm
S3=90cm

H: Híbrido

H1= Dekalb 1596

H2=Somma

H3= Dekalb 7088

APÉNDICE 3

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

[illegible]

APÉNDICE 4

MEDICIÓN DE ALTURA DE PLANTA



APÉNDICE 5

MEDICIÓN DE LONGITUD DE MAZORCA



BIBLIOGRAFÍA

- [1] AFFERRI F. S., MARTINS E. P., PELUZIO J. M., FIDELIS R., RODRIGUES H., 2008. Pesquisa Agropecuaria Tropical. 38: 2. Pág: 128-133.
- [2] AGRIGOLD RESEARCH, 2009. Genetic Interaction in Twin Row Corn.
http://www.twin-row.com/sites/default/files/agrigold_twinrow.pdf
- [3] ALONI R., GRIFFITH M., 1991. Xylem in the root shoot junction of cereals. Planta. Nro 184. Pág: 123-129.
- [4] AMARIS C. Y QUIROS J., 1996. Actualidades CORPOICA: Épocas de siembra para el cultivo de Maíz de clima medio. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Pág: 25-27.
- [5] BONILLA MORALES NEVIO, 2009. Manual de Recomendaciones Técnicas: Cultivo de Maíz. INTA. San José de Costa Rica. Pág: 14.
- [6] BORRÁS L., MADDONNI M., OTEGUI M., 2003. Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. Field Crops Res. Nro 82. Pág: 13-26.
- [7] CIRILO A., 2002. Los surcos angostos en maíces de alta producción. Revista de Tecnología Agropecuaria. INTA Pergamino. Vol VII. Nro 21, Tercer Cuatrimestre: Setiembre/Diciembre. Pág: 12-15.

- [8] CIRILO A., 2005. Distancia entre surcos: Criterios para su manejo en el cultivo de maíz. VIII Congreso Nacional de Maíz. Rosario-Argentina. Pág: 433-434.
- [9] COLVILLE W., 1966. Plant population and row spacing. Proceedings of the twenty-first Annual Hybrid Corn Industry-Research Conference. Washington DC. American Seed Trade Association. Pág: 55-62
- [10] DALE E. FARNHAM, 2001. Row Spacing, Plant Density, and Hybrid Effects on Corn Grain Yield and Moisture. Agronomy Journal, Nro 93. Pág: 1052
- [11] DÍAS DEL PINO A, 1954. El maíz: Cultivo, fertilización, cosecha. 1era Edición. México DF.
- [12] DOEBLEY J., STEC A., 1993. Inheritance of the morphological differences between Maize and Teosinte: Comparison of Results for Two F2 Populations. Genetics Society of America. Nro 134.
- [13] ECHARTE L., LUQUE S., ANDRADE F., SALDRAS V., CIRILO A., OTEGUI M., VEGA C., 2000. Response of maize kernel number to plant density in Argentinean hybrids released between 1965 and 1993. Field Crop Res. 68. Pág: 1-8.

- [14] ELLIS R., SUMMERFIELD R., EDMEADES G., ROBERTS E.H., 1992. Photoperiod, temperature, and the interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize. Crop Sci. Nro 32. Pág: 1225-1232.
- [15] FAO, 2014. Boletín N. 3: Perspectivas de cosechas y situación alimentaria 2014, Pág: 6.
<http://www.fao.org/3/a-i4096s.pdf>
- [16] FAO, 2014. Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe 2014. Pág: 34.
<http://www.fao.org/3/a-i4018s.pdf>
- [17] FAO, Statistics Division, Consulta 25 de enero del 2015, 22:00
<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>
- [18] FELDMAN L.,1994. The maize root. In M. Freeling & V. Walbot eds. New York, USA. The maize handbook. Pág. 29-37.
- [19] FLENET F., KINIRY J.R., BOARD J.E., WESTGATE M.E., REICOSKY D.C., 1996. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. Agron. J. Nro 88. Pág: 185-190.
- [20] FUENTES YAGUE J., 1996. Iniciación a la meteorología Agrícola. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pág: 129-150.

- [21] INEC, 2014. Sistema Agroalimentario del Maíz 2014. Pág: 15-16
<http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Maiz.pdf>
- [22] KRUK B., SATORRE E., 2004. Densidad y arreglo espacial del cultivo en Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial Satorre
- [23] LAMBERT D., LOWENBERG-DE BOER J., 2003. Economic Analysis of Row Spacing for Corn and Soybean. Agron. J. Nro 95. Pág: 564–573.
- [24] LLANOS M., 1984. El maíz su cultivo y Aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- [25] MAGAP, 2013. Boletín Situacional de Maíz Duro. Quito-Ecuador
<http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/BoletinesCultivos/maizduro.pdf>
- [26] MAGAP, Coordinación General del Sistema de Información Nacional, DAPI-F.A.S., Maíz Duro Seco: Serie Histórica 2000-2012, Consulta 1 de febrero del 2015, 19:00
<http://sinagap.agricultura.gob.ec/maiz-duro-seco-2/file/3529-serie-historica-2000-2012>

- [27] MADDONNI G., y OTEGUI M., 2006. Intra-specific competition in maize: Contribution of extreme plant hierarchies to grain yield, grain yield components and kernel composition. *Field Crops Research*. Nro 97. Pág: 155-166
- [28] MARCHAO R. L., BRASIL E. M., DUARTE J. B., GUIMARAES C. M., GOMES J. A., 2005. Plant density and agronomic traits of maize hybrids
- [29] MATSUOKA YOSHIHIRO, VIGOUROUX YVES, GOODMAN MAJOR, SANCHEZ JESUS, DOEBLEY EDWARD, 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *PNAS*. April, 2002. Vol 99. No. 9
- [30] MIEDEMA P., 1982. The effects of low temperature on *Zea mays*. *Adv. Agron.*, Nro 35. Pág: 93-129.
- [31] MISTRIK IGOR, MISTRIKOVA INGRID, 1995. Uptake, transport and metabolism of phosphate by individual roots of *Zea mays* L. *Biología (bratislava)*. Pag. 419-426
- [32] NIELSEN, R.L., 2001. Stand establishment variability in corn. [modified Nov. 2001; verified 1 Dec. 2003]. Publ. AGRY-91–1. Dep. of Agronomy, Purdue Univ., West Lafayette, IN.
- http://www.agry.purdue.edu/ext/pubs/AGRY-91-01_v5.pdf

- [33] OTEGUI M., ANDRADE F., 2000. New relationships between light interception, ear growth, and kernel set in maize. In: Physiology and modeling kernel set in maize. CSSA Special Publication Number 29, CSSA and ASA, Madison WI. USA. Pág: 89-102.
- [34] PALIWAL L. RIPUSUDAN, LAFITTE HONOR RENEÉ, 2001. El Maíz en los Trópicos: mejoramiento y producción. FAO. Roma.
- [35] RANERE ANTHONY J., PIPERNO DOLORES R., HOLST IRENE, DICKAU RUTH, AND IRIARTE JOSE, 2009. The cultural and chronological context of early Holocene maize and squash domestication in the Central Balsas River Valley, Mexico. PNAS. March 2009. Vol. 106. no. 13
- [36] ROSSMAN E., COOK R., 1966. Soil preparation and date, rate and pattern of planting. In Pierre, W. H., Aldrich, S. A. and Martin, W. P., Eds. Advances in corn production; principles and practices. Ames, Iowa. The Iowa State University Press, s/p.
- [37] SECRETARÍA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO, Boletín mayo 2014: Panorama del maíz, México D.F. Pág: 1.
<http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Ma%C3%ADz%20%28mayo%202014%29.pdf>

- [38] SEGURA, ANDRADE, 2011. Efecto de las condiciones agrometeorológicas sobre un cultivar criollo y dos híbridos de maíz en cuatro fechas de siembra. Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo-Ecuador.
- [39] SHARRATT B., Mc WILLIAMS D., 2005. Microclimatic and Rooting Characteristics of Narrow-Row versus Conventional-Row Corn. Agron. J. Nro 97. Pág: 1129-1135.
- [40] TERRANOVA, 1995. Producción Agrícola 1. Terranova Editores. Santafé de Bogotá, Colombia. Tomo1. Pág: 110-113
- [41] UNITED STATES DEPARTMET OF AGRICULTURE. Maize Production 2014. Pág 8.
<http://www.usda.gov/nass/PUBS/TODAYRPT/crop1014.pdf> (produccion de maiz en EEUU).
- [42] WIDSTROM, N.W., MCWILLIAMS, W.W., WILSON, D.M., 1984. Contamination of preharvest corn by Aflatoxin. In H.D. Loden & D. Wilkinson, eds. Proc. 39th Ann. Corn and Sorghum Ind. Res. Conf., Chicago-Illinois. Pág: 68-83. Washington, DC.