

Evaluación de diferentes niveles de fertili-
zación en Maiz Dulce (Zea mays, L) en
dos densidades de siembra

LIBRERÍA:	1521 1521
FECHA:	23/01/91
ENCARGADO:	UABGAS

P O R

Julio Eduardo Paredes Albuja

T E S I S

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUIGALPA, HONDURAS

El Zamorano, Honduras
Abril, 1990

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con todo cariño a mis padres y mis hermanos, y a todos mis amigos que me han servido de apoyo moral en los momentos más difíciles de mi carrera.

RECONOCIMIENTOS

A todo el personal del Departamento de Horticultura por el apoyo brindado, en especial al Dr. Alfredo Montes y a la Ing. Margaret Vamosy.

Al Dr. Marciano Rodríguez, por su valiosa asesoría.

Al Dr. Leonardo Corral, por su desinteresada colaboración.

A la Fundación Wilson Popenoe del Ecuador, y en especial al Ing. Rodolfo Arámbulo, por el apoyo económico brindado para mis primeros tres años de estudio en la EAP.

Al Banco Interamericano de Desarrollo (BID), por el financiamiento de este último año de estudios, al Dr. Jorge Román por las buenas referencias dadas sobre mi persona, y a la agencia de viajes La Moneda, de Guayaquil-Ecuador, por haberme concedido un pasaje de cortesía para trasladarme hasta aquí.

A todos mis compañeros de la clase '90, y a todos quienes colaboraron de una u otra forma en el desarrollo de esta tesis.

INDICE GENERAL

	<u>Página</u>
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	3
III. REVISION DE LITERATURA	5
IV. MATERIALES Y METODOS	19
V. RESULTADOS Y DISCUSION	24
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES	34
VIII. BIBLIOGRAFIA	35
IX. ANEXOS	38

INDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
Cuadro 1. Extracción aproximada de nutrientes por ha para el cultivo de maíz dulce	7
Cuadro 2. Interpretación de los resultados del análisis de suelo para P por el método Olson y para K por el método de Extracción por acetato de amonio	10
Cuadro 3. Interpretación de los resultados del análisis de suelo para P y K obtenidos por el método de Extracción doble doble ácido	10
Cuadro 4. Interpretación de los resultados del análisis de suelo para P y K obtenidos por el método de Extracción Bray P1	10
Cuadro 5. Tipos y dosis de fertilizantes a usar de acuerdo al tipo de suelo	12
Cuadro 6. Cantidad total de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O en kg/ha utilizada de acuerdo al tipo de suelo	12
Cuadro 7. Rangos de fertilización recomendados para el maíz dulce en diferentes estados de los Estados Unidos	13
Cuadro 8. Tratamientos utilizados. Ensayo de niveles de fertilización y densidades de siembra. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras	22
Cuadro 9. Estructuración del cuadro ADEVA utilizado para los análisis	23
Cuadro 10. Rendimiento en t/ha de mazorcas sin pelar por tratamiento	25
Cuadro 11. Efecto de la densidad de siembra en el número de mazorcas por ha	27
Cuadro 12. Efecto de la densidad de siembra en el largo de la mazorca	30

INDICE DE ANEXOS

	<u>Página</u>
Anexo 1. Datos de precipitación y temperatura des de el 7 de julio al 4 de septiembre de 1989	39
Anexo 2. Resultados del análisis de suelo del lote experimental	41
Anexo 3. Análisis de varianza para la variable "Rendimiento" expresado en tm/ha	42
Anexo 4. Análisis de varianza para la variable "Número de mazorcas por ha"	43
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable "Diámetro de la mazorca sin pelar"	44
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable "Diámetro de la mazorca pelada"	45
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable "Largo de la mazorca"	46
Anexo 8. Análisis de varianza para la variable "Número de líneas de grano por mazorca" ...	47
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable "Uniformidad de la línea de granos" expresada en porcentaje de líneas desuniformes en la mazorca	48
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable "Contenido de sólidos solubles totales del grano"	49

I. RESUMEN

Con el objeto de determinar la dosis óptima de fertilización y densidad de siembra para el maíz dulce en la EAP, se realizó un ensayo en el que se utilizaron las dosis de fertilización de 60, 120 y 180 kg de N por ha; y 50, 100 y 150 kg de P_2O_5 por ha, con densidades de siembra de 53000 y 106000 plantas por ha, utilizando un arreglo factorial con 4 repeticiones. Además, se tuvieron 2 tratamientos aumentados de 50 y 100 kg de K_2O por ha.

El P y el K fueron aplicados en su totalidad a la siembra; mientras que el N fue aplicado en un 25 % a la siembra, y el resto en 3 aplicaciones suplementarias a los 10, 20 y 30 días.

Los parámetros de evaluación fueron: rendimiento en tm/ha de mazorcas sin pelar, número de mazorcas por ha, diámetro de la mazorca sin pelar, diámetro de la mazorca pelada, largo de la mazorca, número de líneas de grano por mazorca, uniformidad de la línea de granos y porcentaje de sólidos solubles totales del grano.

Los resultados obtenidos muestran que la fertilización no afectó ninguno de los parámetros estudiados, probablemente debido a un alto contenido de estos nutrientes en el suelo.

La densidad de siembra de 106000 plantas por ha produjo 14800 mazorcas por ha más que las que produjo la densidad de 53000 plantas por ha, siendo éstas en promedio 0.62 cm más cortas, lo cual es una diferencia poco perceptible por el consumidor, por lo cual se aconseja utilizar la densidad de 106000 plantas por ha.

Los demás parámetros de evaluación no fueron afectados por la densidad de siembra.

II. INTRODUCCION

El maíz dulce es originario de los trópicos americanos. Desde épocas pre-colombinas éste ha sido una de las principales fuentes de alimento en México, Centroamérica y Sudamérica.

En los Estados Unidos y Canadá la industria del maíz dulce ha adquirido singular importancia. Allí se preparan mazorcas congeladas, espigas enteras, cremas y desgranado al natural.

Los cultivares mejorados son de reciente introducción en América Latina, en donde se ha tenido por costumbre producir cultivares de maíz para grano y cosecharlos en estado inmaduro para consumirlos como elote. Sin embargo, estos dos cultivos difieren tanto en calidad como en el manejo y prácticas culturales aplicables a cada uno de ellos.

El maíz dulce se caracteriza por poseer una mazorca pequeña, con un alto contenido de azúcares. Además, es un cultivo de ciclo corto que requiere un manejo intensivo.

En los países latinoamericanos se han realizado muy pocos trabajos de investigación sobre esta hortaliza.

Es importante contar con una tecnología apropiada para el manejo de este cultivo. Dentro de las prácticas cultura-

las más estudiadas se encuentra la fertilización, tanto por criterios productivos como económicos, debido a que la dosis recomendable de fertilizantes varía en cada zona, de acuerdo al tipo y nivel de fertilidad del suelo, las condiciones ambientales, y las prácticas culturales utilizadas para su cultivo.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar los niveles de N y P que proporcionen una producción adecuada de maíz dulce en los suelos de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), además determinar si existe o no una respuesta a la aplicación de K, puesto que los suelos mencionados tienen un nivel de este elemento considerado como muy alto. También se pretende evaluar la respuesta del maíz dulce a dos densidades de siembra.

III. REVISION DE LITERATURA

Funciones de los fertilizantes en la fisiología

Nitrógeno

El N es esencial para el crecimiento y reproducción de las plantas. Este juega un papel importante en el desarrollo y funciones del protoplasma, siendo un constituyente esencial de las proteínas. El N es absorbido por la planta en las formas de amonio o nitrato. El maíz dulce tiene una alta demanda de N, su omisión, más que ningún otro elemento, causa un drástico decaimiento del rendimiento. El N es sin duda el elemento más importante a considerar para la fertilización de maíz dulce (5).

Fósforo

El P es constituyente del núcleo celular, y es esencial para la división celular y el desarrollo de tejido meristemático. Este es tomado por la planta en forma casi enteramente inorgánica como ion HPO_4^{-2} o $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$. En la planta de maíz el P afecta principalmente el desarrollo del grano y llenado de la mazorca. Además, este elemento es importante en el desarrollo y establecimiento del sistema radical (12).

Potasio

El requerimiento de K para maiz dulce es alto. A pesar de que el K es un elemento esencial, su función todavía no está totalmente entendida. Aparentemente, su principal función es el mantenimiento hídrico de los coloides en las células, lo cual es necesario para el funcionamiento metabólico normal de las mismas. La absorción y reducción de nitratos, la división celular y otros procesos son estimulados por un adecuado nivel de este elemento. El K no se acumula en el grano como el P. El contenido de K en el grano es bajo, comparado con otras partes de la planta (5).

Requerimientos nutricionales

En un suelo mineral el N se encuentra disponible a un pH de 4.5 a 9.4 y su máxima disponibilidad ocurre a un pH entre 6.0 y 8.0. El P se halla disponible a un pH de 4.7 a 9.3 y su máxima disponibilidad está ubicada en el rango de pH de 6.0 a 7.0. El K se encuentra disponible a un pH de 4.6 a 9.1 y su máxima disponibilidad ocurre en un pH mayor a 6.0 (20).

El elote crece bien en suelos con un rango de pH de 5.5 a 7.0. Para un óptimo rendimiento y alta calidad de mazorcas en los suelos arenosos de Florida se ha determinado que se necesita un mínimo de 180 kg de N por ha, 112 kg de P_2O_5 por ha y 135 kg de K_2O por ha (10).

La cantidad de nutrientes removidos del suelo por los cultivos puede dar alguna idea sobre los niveles óptimos de fertilización necesitados para la producción del mismo (Cuadro 1). La remoción de nutrientes varía de acuerdo al contenido natural de N, P y K del suelo. Esto se encuentra influenciado por las cantidades de estos elementos aplicados por medio de los fertilizantes y su disponibilidad es afectada por las condiciones de humedad y temperatura del suelo (14).

Cuadro 1. Extracción aproximada de nutrientes por ha para el cultivo de maíz dulce.

Parte analizada	Absorción de nutrientes (kg/ha)		
	N	P	K
Mazorcas	62	9	34
Plantas	112	13	84
Total	174	22	118

adaptado de Lorenz y Maynard, 1988

Una cosecha de elote de 2.85 tm por ha extrae 167 a 241 kg de N, 50 a 90 kg de P_2O_5 y 101 a 196 kg de K_2O por ha. Otros investigadores han encontrado que 2.85 tm por ha extraen del suelo 168 kg de N, 57 kg de P_2O_5 , 135 kg de K_2O , 14 kg de CaO y 14 kg de MgO (29).

En el aire existen grandes cantidades de N_2 , pero éste no puede ser utilizado por el maíz. El N asimilable por el maíz puede provenir de muchas fuentes, pero por tener mucha movilidad, se dificulta mediante el análisis de suelo el

conocer la cantidad de N disponible. El maíz absorbe casi todo el N en forma de nitrato (NO_3^-), pero éste solo puede almacenarse en pequeñas cantidades en el suelo debido a la desnitrificación y a la lixiviación (1).

Los suelos para maíz dulce deben tener un adecuado contenido de materia orgánica, lo cual puede suplirse con la adición de compost o estiércol. Se requiere de una fertilización básica NPK antes de la siembra y fertilizaciones suplementarias de N hasta antes de la floración. El P puede ser limitante en algunas áreas tropicales. Las fertilizaciones nitrogenadas pueden influir en el número de hileras de granos por mazorca si se aplica a la siembra, pero el nivel de N aplicado deberá estar de acuerdo con la población de plantas. El largo de la mazorca, el peso de la mazorca y la estatura de la planta son parámetros que están estrechamente asociados con la disponibilidad de N durante el período de crecimiento (31).

Fertilización

Los requerimientos de fertilización en suelos orgánicos vírgenes son usualmente más altos que los de suelos previamente cultivados y fertilizados. La mayoría del maíz dulce en Florida ha sido cultivado en los mismos campos por años. La investigación acerca de los requerimientos de fertilización ha sido dirigida a decidir las cantidades de

fertilizante necesarias para suplir las deficiencias de los nutrimentos en las etapas tempranas del cultivo (9).

El P y el K son elementos relativamente estáticos en el suelo, mientras que el N es muy móvil y tiende fácilmente a lixiviarse, alcanzando áreas más profundas del suelo, fuera del alcance de las raíces de la planta; por lo cual se recomienda aplicaciones suplementarias de este elemento durante la estación de crecimiento.

El P puede ser fijado en el suelo en forma no aprovechable para las plantas. Sin embargo, las raíces no siempre alcanzan las profundidades necesarias para aprovechar este elemento, por lo cual puede estar no disponible para las plantas, por lo que se recomienda aplicarlo en la fertilización básica.

El análisis de suelo puede dar una idea de los niveles de P y K disponibles (Cuadros 2, 3 y 4 y Anexo 2). Estos resultados dependen del solvente que sea usado como extractor. Así, con una solución extractora 10 a 20 kg de P por ha es considerado un bajo nivel, pero con otra, 25 a 50 kg sería considerado un bajo nivel (Cuadros 3 y 4) (14).

El método más eficiente para la fertilización es aplicar todo el fosfato a la siembra con algo del N y el K. El remanente del N y el K debe ser aplicado en dos o más aplicaciones complementarias. La fertilización aplicada a la siembra debería contener un 25 a 30% de N orgánico, y 0.3, 0.5, 0.3, 0.2, y 2.0 % de CuO , MnO , ZnO , B_2O_3 y MgO

Cuadro 2. Interpretación de los resultados del análisis de suelo para P por el método Olson y para K por el método de Extracción por acetato de amonio.

Nutriente	Cantidad en el suelo (ppm)	
	P	K
Nivel deficiente	0-10	0-60
Deficiente para hort. suscept.	10-20	60-120
Pocas hort. pueden responder	20-40	120-200
No hay respuesta	sobre 40	sobre 200
Nivel excesivo	sobre 150	sobre 2000

tomado de Reisenauer, 1976

Cuadro 3. Interpretación de los resultados del análisis de suelo para P y K obtenidos por el método de Extracción doble ácido.

Nivel relativo en el suelo	Cantidad (kg/ha)	
	P	K
Muy bajo	0-15	0-33
Bajo	16-30	34-79
Medio	31-51	80-150
Alto	52-100	151-300
Muy alto	mayor a 100	mayor a 300

adaptado de anónimo, 1986

Cuadro 4. Interpretación de los resultados del análisis de suelo para P y K obtenidos por el método de Extracción Bray Pi.

Nivel relativo en el suelo	Cantidad (kg/ha)	
	P	K
Muy bajo	0-34	0-135
Bajo	35-65	136-200
Medio	66-100	201-335
Alto	100-170	336-500
Muy alto	171-225	mayor a 500
Excesivamente alto	mayor a 225	

adaptado de Kelling, 1981

respectivamente, para prevenir deficiencias de estos elementos. Al aplicar 1120 kg por ha de fertilizante 4-12-6 en banda, 7 cm a un lado y 5 cm abajo de la semilla, seguidas de 2 aplicaciones complementarias de 561 kg de 12-0-6 por ha, deberían proporcionar las cantidades de nutrimentos necesarios para obtener buenos rendimientos. Para deficiencias de cobre y manganeso en suelos orgánicos, se recomienda aplicar 10 a 14 kg de sulfato de cobre y 20 a 26 kg de sulfato de manganeso por ha (10).

Al aumentar la fertilización en las plantas de elote, generalmente se aumenta el rendimiento y el contenido proteico en los tejidos. La proporción de proteína en los granos de maíz provenientes de parcelas fertilizadas con bajos niveles de N estuvo entre 7 y 9% ; en cambio, en donde se aplicaron altos niveles de N, la proteína varió entre 9 y 12%. La cantidad de fertilizante necesaria se encuentra también afectada por el tipo de suelo (Cuadros 5 y 6) (17).

Cuando se aplicaron 180 kg de N por ha, se obtuvo un aumento de 60% en la producción de elotes comparado con el maíz no fertilizado, y se consideró como la fórmula más económica la combinación 180-60-00 (17).

En cada estado o región de los Estados Unidos de Norte América, existen estadísticas sobre las dosis recomendadas de fertilización (Cuadro 7). El rendimiento promedio dentro del país para los años 1984-1986 fue de 13.60 tm/ha (14).

Cuadro 5. Tipos y dosis de fertilizantes a usar de acuerdo al tipo de suelo.

Tipo de suelo	Fertilizante	kg/ha
Calcáreo	6-8-6	841
Altamente orgánico	0-12-12	897
Orgánico	0-10-20, 0-12-12	897
Arena clara	6-8-6	1234
Arena oscura	6-8-6, 6-6-8	1234

	kg/ha de cada nutriente		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Calcáreo	51	67	51
Altamente orgánico	0	96	96
Orgánico	0	90 a 96	96 a 180
Arena clara	74	99	74
Arena oscura	74	74 a 99	74 a 99

adaptado de anónimo, 1974

Cuadro 6. Cantidad total de N, P₂O₅ y K₂O en kg por ha utilizada de acuerdo al tipo de suelo.

Tipo de suelo	Aplicación básica	Aplic. suplem.	Nº Supl.
Mineral irrigado	101-137-137	34-0-17	1-4
Mineral no irrigado	81-108-108	34-0-17	1-2
Orgánicos	0-137-205	-----	-----
Calcáreo	61- 81- 81	34-0-17	1-2

	kg/ha de cada nutriente		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Mineral irrigado	135 a 237	137	152 a 205
Mineral no irrigado	115 a 150	108	125 a 142
Orgánicos	0	137	205
Calcáreo	95 a 129	81	98 a 115

adaptado de Montelano, 1978

Cuadro 7. Rangos de fertilización recomendados para el maíz dulce en diferentes estados de los Estados Unidos.

Estado	Cantidad (kg/ha)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Florida (en bajo P y K)	100	135	135
Indiana	150	55	135
New England	100-190	190-250	170-250
New York	125-225	45-90	45-110

adaptado de Lorenz y Maynard, 1988

Para obtener un rendimiento de 40000 mazorcas por ha en suelos ligeros se recomienda aplicar 115 kg de N, 45 a 110 kg de P₂O₅ y 60 kg de K₂O por ha. En caso de emplear gallinaza, usar en cantidad de 25 tm por ha (19).

El maíz dulce requiere alta fertilización, 110 a 112 kg de N por ha es recomendado para suelos pesados y plantaciones tardías. Para suelos livianos y plantaciones tempranas de primavera se recomienda aplicar 115 kg por ha de N. El P se recomienda en dosis de 45 a 112 kg por ha y para K 60 kg por ha (32).

A veces no se encuentra un efecto visible de la fertilización sobre la concentración de nutrimentos, sobre todo en las hojas, en función del peso seco por m². La disminución del nivel de fertilización no tiene un efecto significativo sobre la tasa de crecimiento y la actividad fotosintética del cultivo. El K es el elemento que presenta mayores variaciones en cuanto a su distribución dentro de la

planta (28).

La cantidad de fertilizantes nitrogenados recomendado en maíz varía considerablemente desde un área a otra. En algunas áreas con manejo intensivo se llega a aplicar más de 150 kg por ha de N. Para un rendimiento promedio de 9.4 tm por ha se deben aplicar 112 kg de N, 22 a 45 kg de P_2O_5 y 45 kg de K_2O por ha (5).

El aprovechamiento del N y P es afectado por las condiciones de clima, fertilidad del suelo y el manejo que le da el agricultor al terreno. El P, particularmente se encuentra afectado por la composición del suelo, drenaje y el cultivo anterior (13).

En N a altas dosis de fertilizante no hay diferencia en el aprovechamiento por la planta entre urea y nitrato de amonio. A bajas dosis la urea ofrece una mayor disponibilidad de N para las plantas que el nitrato de amonio (7).

El maíz dulce en primavera presenta la máxima respuesta a N al aplicar 200 kg por ha. Con dosis mayores a ésta el rendimiento decrece. En invierno, la máxima respuesta se produce a 120 kg de N por ha (4). El rendimiento de grano aumenta hasta la dosis de 120 kg de N por ha, a dosis mayores la tendencia es a disminuir la producción (24).

Para estaciones de cultivo tempranas, un buen suministro de N es importante para obtener altos rendimientos en campos de maíz irrigado. La distribución y

la intensidad de la precipitación deben ser tomadas en cuenta para suelos arenosos. Parece ser que la eficiencia del fertilizante en maíz irrigado es más alta cuando no se usa un nivel muy alto de N (26).

El fertilizante nitrogenado debe ser aplicado cuidadosamente, tanto en cuanto a cantidad como a tiempo. El exceso de N merma el rendimiento. Si el suelo es moderadamente o severamente deficiente en N, el fertilizante debe ser aplicado a la siembra para incrementar el crecimiento de las plantas (16).

En suelos cuyo contenido promedio de P fue de 25 ppm, la dosis óptima de P para alcanzar el rendimiento más alto fue de 40 kg por ha, sin encontrarse respuesta a dosis más altas de este elemento (21).

En suelos con diferente contenido de P no se encuentran diferencias significativas en rendimiento, pero si se encuentran pequeñas diferencias en la altura de las plantas, el número de días a madurez y el llenado de granos de la mazorca (15).

El rendimiento de maíz dulce y los parámetros de calidad son afectados por la dosis de P que se utilice independientemente del cultivar. No se encuentra diferencias en respuesta a P entre cultivares, ni interacción entre P y cultivares. La mayor respuesta se encuentra en el número de mazorcas comerciales, el diámetro promedio de la mazorca, el peso promedio y el llenado de grano (27).

La distancia a la que se aplique el fertilizante es importante para la fertilización con P. A distancias mayores a 16 cm, el aprovechamiento del P es menor. A dosis bajas de P, la eficiencia del fertilizante es mayor, a dosis altas en cambio, la planta tiene una menor eficiencia en el aprovechamiento de este elemento (6).

La respuesta del maíz dulce a incrementos en los niveles de P en el suelo es más grande que al incremento de niveles de P residual en el suelo. Con un incremento del nivel de P en el suelo se incrementa el peso de las mazorcas. Sin embargo, con un incremento del nivel de K en el suelo no se incrementa el peso fresco de las mazorcas (22).

El crecimiento de las plantas de maíz dulce para las cuales se han utilizado fertilizantes compuestos NPK, es mayor que el de plantas para las cuales se han aplicado fuentes individuales de estos nutrimentos (23).

Densidad de siembra

Generalmente el maíz dulce es sembrado en hileras distanciadas a 90 cm. El espaciamiento entre plantas dentro de una hilera varía entre 20 a 25 cm, para una población de aproximadamente 60000 plantas por ha. Se aconseja sembrar a una distancia de 10 cm entre plantas para luego ralear y obtener la densidad deseada, para lo cual se requieren de 40 a 45 kg de semilla por ha (10).

El servicio de Extensión Agrícola de la Universidad de Florida recomienda una distancia entre hileras de 70 a 105 cm y entre plantas 20 a 45 cm, obteniendo una densidad de 21000 a 71000 plantas por ha.

En Estados Unidos se ha determinado que la población óptima oscila entre 25000 a 50000 plantas por ha. Las poblaciones son más altas en los estados del norte, en donde las plantas son más pequeñas. Además también influye el suministro de agua y nutrimentos. En Texas las densidades varían entre 16250 a 23750 plantas por ha. En Francia las densidades varían entre 30000 y 90000 plantas por ha (5).

Las distancias de siembra usualmente utilizadas en los Estados Unidos son de 0.20 a 0.30 m entre plantas y de 0.75 a 1.00 m entre hileras, con poblaciones que oscilan entre 35000 a 65000 plantas por ha (14).

El maíz dulce se cultiva a una distancia entre hileras de 0.75 a 0.90 m y una distancia entre plantas de 0.20 m, obteniendo una densidad de 55000 a 65000 plantas por ha (19).

Las distancias de siembra más usadas se encuentran entre 0.60 a 0.90 m entre hileras y 0.30 a 0.45 m entre plantas en la hilera. A menudo se utilizan dos semillas por postura, para luego ralea y dejar una planta, para obtener una población aproximada de 30000 a 35000 plantas por ha, pero deben tomarse en cuenta las diferencias en hábitos de crecimiento entre cultivares (31). El espaciamento entre

plantas debe ser de 0.20 a 0.30 m entre plantas en hileras distanciadas a 0.90 m, obteniendo una población de plantas entre 35000 a 55000 plantas por ha (32).

La aplicación de fertilizantes resulta más simple si las plantas se encuentran sembradas en camas distanciadas a 1.80 m con dos hileras distanciadas a 0.75 m (9).

La siembra raía en suelo productivo produce mazorcas grandes y en algunos casos dos mazorcas por planta. Cuando se aumenta la densidad de población la cantidad de grano por planta disminuye. Sin embargo, esta disminución es menor que el aumento total resultante de una mayor densidad. La población de plantas que producen mazorcas pequeñas con el máximo rendimiento total será la densidad óptima de población. Es decir que el tamaño de la mazorca es una guía para determinar si el maíz está sembrado a la densidad óptima (8).

El patrón de distribución de los nutrimentos en las diferentes partes de la planta presenta variaciones al modificar la densidad de siembra. Al aumentar la densidad de siembra, se acumula en el tallo una menor proporción de materia seca que en las hojas (20).

IV. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Lote N° 10 de la Zona 2 del Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana, en el valle de El Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán a 31 km al este de Tegucigalpa, Honduras. El predio se encuentra a una altitud de 805 msnm, y ubicado a 14°00' Latitud norte y 87°02' Longitud oeste (Anexo 1).

Materiales empleados

Para la realización de este ensayo se utilizaron 2 kg de semilla de maíz dulce del cultivar Sundance.

Para la fertilización se emplearon los siguientes fertilizantes: urea (46% N), 18-46-0, 0-46-0 y 0-0-60.

Manejo del experimento

La preparación del terreno consistió en una pasada de arado y dos pasadas de rastra. El rayado de los surcos se hizo a una distancia de 0.75 m y las distancias entre plantas fueron de 0.25 m, para obtener una densidad de 53000 plantas por ha y de 0.125 m para obtener una densidad de 106000 plantas por ha. Debido a la escasez de semilla se utilizó una semilla por postura, y una vez que las plantas

hubieron emergido se trasplantaron las fallantes con plantas sembradas en bandeja en invernadero.

Se realizaron deshierbas cada 7 días durante todo el ciclo del cultivo.

El riego fue efectuado por medio de canales independientes entre bloques para evitar el paso de nutrimentos de un bloque a otro por medio del agua de riego.

Se realizó una fertilización básica a la siembra, en donde se aplicó todo el P, todo el K y parte del N, y 3 fertilizaciones suplementarias a los 10, 20 y 30 días después de la siembra.

Durante los dos últimos tercios del ciclo de cultivo se tuvo problemas con Helminthosporium turcicum, lo cual fue controlado con dos aplicaciones semanales de Maneb.

La cosecha se hizo manualmente e inmediatamente se procedió a la toma de datos por parcela.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial aumentado ($3 \times 3 \times 2 + 2$), con 4 repeticiones.

Cada parcela experimental medía 5 m de largo por 3 m de ancho, con un área total de 15 m² cada una. El espacio útil fue 4 m de largo por 1.5 m de ancho, con un área de 6 m². Para la evaluación se usaron las dos hileras centrales y las dos hileras laterales sirvieron de borde.

La separación entre bloques fue de 2.25 m, en donde se ubicaron los canales de distribución, entrada y drenaje del agua de riego.

El área de terreno utilizada fue de 1740 m², con un área sembrada de 1200 m² y una área útil de 480 m².

Tratamientos

Se tuvieron 20 tratamientos consistentes en 3 dosis de N, 3 dosis de P y 2 densidades de siembra, combinados en un arreglo factorial. Además se tuvieron 2 tratamientos aumentados de K (Cuadro B).

Parámetros de evaluación

Los parámetros evaluados fueron:

1. Rendimiento en tm/ha de mazorcas sin pelar.
2. Número de mazorcas por ha.
3. Diámetro de la mazorca sin pelar.
4. Diámetro de la mazorca pelada.
5. Largo de la mazorca.
6. Número de líneas por mazorca.
7. Uniformidad de la línea de granos.
8. Porcentaje de sólidos solubles totales del grano.

Quadro 8. Tratamientos utilizados. Ensayo de niveles de fertilización y densidades de siembra. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

t.	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	Dens. (pl/ha)
1	60	50	53000
2	60	50	106000
3	60	100	53000
4	60	100	106000
5	60	150	53000
6	60	150	106000
7	120	50	53000
8	120	50	106000
9	120	100	53000
10	120	100	106000
11	120	150	53000
12	120	150	106000
13	180	50	53000
14	180	50	106000
15	180	100	53000
16	180	100	106000
17	180	150	53000
18	180	150	106000

	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Dens. (pl/ha)
19	120	100	50	53000
20	120	100	100	53000

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) con los veinte tratamientos para cada parámetro a evaluarse.

Se descompuso el efecto lineal y cuadrático para N y P.

Se realizaron comparaciones entre los tratamientos 19 y 20 con el tratamiento 9 para evaluar el efecto del K en la fertilización.

Cuadro 9. Estructuración del cuadro ADEVA utilizado para los análisis.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	19
Bloques (F)	3
Tratamientos (F)	17
Nitrógeno	2
Lineal	1
Cuadrático	1
P ₂ O ₅	2
Lineal	1
Cuadrático	1
Densidad	1
NxP ₂ O ₅	4
NxDensidad	2
P ₂ O ₅ xDensidad	2
NxP ₂ O ₅ xDensidad	4
Error (F)	51
Total (F)	71
(19+20) vs 9	1
19 vs 20	1
Error	57
Total	79

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento

Al hacer el Análisis de Varianza (ADEVA) no se encontraron diferencias significativas en cuanto a rendimiento para dosis de fertilización ni para densidades de siembra aunque hubo diferencia entre bloques (Anexo 3). El rendimiento promedio en el ensayo fue de 12.78 tm/ha, el cual se considera adecuado tomando en cuenta que la siembra se realizó cuando los días se estaban acortando, lo cual indudablemente afecta el crecimiento y el rendimiento de las plantas. Se considera un buen rendimiento para maíz dulce 13.6 tm/ha (Cuadro 10) (14).

La falta de respuesta significativa a las diferentes dosis de N pudo deberse a que el contenido de este elemento en el suelo (Anexo 2) fue suficiente para suplir las necesidades de la planta. Se estima que 1 ha de maíz dulce extrae 174 kg de N. Sin embargo, no existe un método aceptable de determinar la cantidad de N disponible del total determinado en el análisis de suelo (14). Varios autores recomiendan dosis de N que van desde 100 y 200 kg/ha, pero no mencionan el contenido previo de este elemento en el suelo ni los rendimientos obtenidos. Se recomienda aplicar 74 kg de N por ha para un suelo

Cuadro 10. Rendimiento en tm/ha de mazorcas sin pelar por tratamiento.

Nº de tratam.	Dosis de fertilización (kg/ha)			Población de plantas por ha	Rendimiento (tm/ha)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
1	60	50	0	53000	12.63
2	60 ⁶⁰	50	0	106000	13.91
3	60	100	0	53000	11.05
4	60 ⁶⁰	100	0	106000	14.58
5	60	150	0	53000	12.16
6	60 ⁶⁰	150	0	106000	11.71
7	120	50	0	53000	13.03
8	120 ¹²⁰	50	0	106000	14.56
9	120	100	0	53000	11.94
10	120 ¹²⁰	100	0	106000	13.70
11	120	150	0	53000	12.09
12	120 ¹²⁰	150	0	106000	13.83
13	180	50	0	53000	12.64
14	180 ¹⁸⁰	50	0	106000	13.56
15	180	100	0	53000	11.77
16	180 ¹⁸⁰	100	0	106000	13.23
17	180	150	0	53000	11.37
18	180 ¹⁸⁰	150	0	106000	13.57
19	120	100	50	53000	12.65
20	120 ¹²⁰	100	100	53000	11.27

Gran media = 12.78 tm/ha

suelo arenoso (17), lo cual indica que aún con la dosis más baja de N usada en el ensayo se llenaba el requerimiento de este elemento por la planta, asumiendo una alta disponibilidad del N existente en el suelo.

En cuanto al P y el K, el suelo tenía una concentración alta de estos elementos (Anexo 2), de acuerdo a los niveles establecidos por varios autores (Cuadros 2, 3 y 4), por lo cual era muy difícil esperar una respuesta a la aplicación de los mismos. Con un contenido de P de 25 ppm en el suelo, la dosis óptima para alcanzar el máximo rendimiento es de 40 kg/ha (21), la cual es inferior a las dosis aplicadas en el ensayo.

La densidad de siembra afecta el número de mazorcas por ha, el tamaño de las mazorcas y el rendimiento. La densidad óptima de plantas por ha será aquella en la cual se alcance el mayor número de mazorcas pequeñas por ha y el mayor rendimiento (8). Sin embargo, en el ensayo no se encontraron diferencias en el rendimiento, debido a que hubo un efecto compensatorio entre el aumento del número de mazorcas por ha y la disminución del largo de las mismas, aunque no se descarta la posibilidad de que si se hacen pruebas con más densidades de siembra puedan encontrarse diferencias en el rendimiento.

Número de mazorcas por ha

Se encontró diferencia significativa para el factor densidad de siembra con un valor F de 27.39 significativo al 1 % ((Anexo 4). En cuanto a dosis de fertilización no se encontró diferencia significativa ni hubo diferencia entre bloques. La densidad de siembra de 106000 plantas por ha presentó un mayor número de mazorcas que la densidad de 53000 plantas por ha (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto de la densidad de siembra en el número de mazorcas por ha.

Densidad de siembra (plantas/ha)	Número de mazorcas/ha (miles)
53000	60.15
106000	75.03
Diferencia	14.88

Varios autores coinciden en que la dosis de N tiene un papel preponderante en el rendimiento y en la cantidad de proteína de la mazorca, pero no mencionan el papel de este elemento en el número de mazorcas por ha, por lo cual se cree que la dosis de este elemento no tiene un papel determinante sobre este parámetro.

La mayor respuesta a las diferentes dosis de P se encuentra en el número de mazorcas comerciales por ha (27). Sin embargo, en este experimento no se detectó ninguna diferencia en cuanto a este parámetro ocasionada por los

distintos niveles de P (Anexo 4), posiblemente debido al alto nivel de este elemento en el suelo.

El K juega un papel importante en cuanto a la maduración de la mazorca y no tanto en cuanto al número de mazorcas producidas por ha (5).

Al aumentar la densidad de siembra se produjo un mayor número de mazorcas por ha (Cuadro 11), lo cual concuerda con la afirmación de que la siembra rara produce menos mazorcas por ha, y que al aumentar la población de plantas, el número de mazorcas por ha aumenta, pero tiende a disminuir el número de mazorcas por planta (8).

Diámetro de la mazorca sin pelar

No se encontró diferencia significativa en cuanto al diámetro de la mazorca sin pelar para dosis de fertilización ni para densidades de siembra (Anexo 5). El diámetro promedio fue de 4.72 cm.

El diámetro promedio de la mazorca es afectado principalmente por la dosis de P utilizada (27), sin embargo el valor F para P en el ADEVA es apenas 0.39 (Anexo 5) debido al alto nivel de P en el suelo.

La densidad de siembra no afectó el diámetro de la mazorca sin pelar. Al aumentar la densidad de siembra se produce una disminución en el largo de la mazorca, mas no se encuentra diferencia significativa en el diámetro de la misma (28).

Diámetro de la mazorca pelada

No hubo diferencia significativa entre tratamientos, aunque si hubo diferencia entre bloques (Anexo 6). El diámetro de la mazorca pelada en promedio fue de 3.91 cm.

No existe una diferencia notable entre el comportamiento del diámetro de la mazorca sin pelar y el diámetro de la mazorca pelada.

Largo de la mazorca

Se encontró diferencia significativa para el factor densidad de siembra con un valor F de 9.97 significativo al 1 %. (Anexo 7). En cuanto a dosis de fertilización, no se encontró diferencia entre los diferentes niveles de nutrimentos, con excepción del P cuadrático, para el que se detectó una diferencia significativa pero únicamente al 5 %. Se pudo detectar una diferencia entre bloques significativa al 1 %. La densidad de siembra de 53000 plantas por ha produjo mazorcas más grandes que la densidad de 106000 plantas por ha (Cuadro 12).

El largo de la mazorca puede estar asociado con la disponibilidad de N durante el periodo de crecimiento (31). Sin embargo, en el experimento no hubo variación para este parámetro entre las diferentes dosis de N, pero si hubo diferencia entre densidades, por lo que al considerar estos dos factores juntos se esperaría que

Cuadro 12. Efecto de la densidad de siembra en el largo de la mazorca.

Densidad de siembra (plantas/ha)	Largo de la mazorca (cm)
53000	15.75
106000	15.13
Diferencia	0.62

existiera también una interacción, lo cual no ocurrió.

El P afecta el diámetro de la mazorca y el peso de la misma, pero no se ha encontrado un efecto en el largo de la mazorca (27).

El largo de la mazorca se encuentra afectado principalmente por la densidad de siembra (Cuadro 12), lo que concuerda con la afirmación de que al aumentar la densidad de siembra el tamaño de la mazorca disminuye (8).

Número de líneas de granos por mazorca

No se detectó diferencia significativa en cuanto al número de líneas de granos por mazorca para ninguno de los factores. Tampoco se detectó diferencia entre bloques (Anexo 8). El promedio de líneas de granos por mazorca fue de 13.15.

La dosis de N empleada puede influir en el número de hileras de grano por mazorca y debe estar de acuerdo a la población de plantas (31). Es decir, si se considera la

mayor densidad de siembra con la menor dosis de N y la menor densidad de siembra con la mayor dosis de N, la cantidad de N recibido por planta varía en una relación de 1 a 6. Sin embargo el número de hileras de granos por mazorca no tuvo diferencia significativa para ninguna de las dosis, lo cual indica que el N aprovechable del suelo fue lo suficientemente alto para compensar esta relación, o que el parámetro número de hileras de granos por mazorca está sujeto mas bien a un control genético.

Uniformidad de la línea de granos

No hubo diferencia significativa en cuanto a la uniformidad de la línea de granos (Anexo 9). No existió variación en este aspecto ni en la configuración de la mazorca entre los tratamientos. En promedio las mazorcas tuvieron un 20.1 % de desuniformidad en todos los tratamientos.

El nivel de P utilizado tiene un efecto determinante en la uniformidad de la línea de granos (15 y 27). Sin embargo, este parámetro se encuentra afectado también por otros factores tales como clima y características del suelo.

Contenido de sólidos solubles totales

No se encontró diferencia significativa en este parámetro para dosis de fertilización ni para densidad. Tampoco se encontró diferencia entre bloques (Anexo 10). El

contenido de sólidos solubles totales del grano en promedio fue de 20.04 %.

En el experimento no hubo diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles para ninguno de los factores estudiados, pero los valores de F para densidad y para P cuadrático fueron los más altos, lo cual indica que podrían tener una cierta influencia sobre este parámetro, lo que coincidiría con la afirmación de que la densidad de siembra afecta la distribución de los nutrimentos en la planta (28) y que el P es el factor más determinante en cuanto a los parámetros de calidad (27).

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizó el experimento, se derivan las siguientes conclusiones:

1. Ninguno de los parámetros estudiados es afectado por la dosis de N , P_2O_5 y K_2O dentro de los rangos de aplicación utilizados en el ensayo, debido a que en el suelo se encuentran niveles suficientes de estos elementos.
2. La densidad de siembra afecta el número de mazorcas por ha y el largo de las mismas. Al usar una densidad de siembra de 106000 plantas por ha, se obtendrá un mayor número de mazorcas por ha que al usar una densidad de 53000 plantas por ha, pero éstas serán ligeramente más cortas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Usar la dosis mínima de fertilización de 60, 50 y 0 kg por ha de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente, para la producción de maíz dulce en la EAP, y hacer un ensayo para observar el efecto de la no fertilización.
2. Entre las dos densidades de siembra evaluadas, la densidad de 106000 plantas por ha sería la más adecuada a usar, puesto que el aumento del número de mazorcas por ha fue de 14800 y el largo de las mismas disminuyó apenas en 0.62 cm con respecto a la densidad de 53000 plantas por ha. Sin embargo, sería aconsejable realizar un ensayo para determinar la máxima densidad de siembra que se puede usar sin que el largo de la mazorca disminuya tanto como para perder su aceptación en el mercado.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ALDRICH, S. R. y E. R. LENG. 1974. Producción moderna del maíz. Trad. por O. Martínez y P. Leguisamón. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 307 p.
2. ANONIMO. 1986. Commercial vegetable production recommendations. Maryland Coop. Ext. Serv. EB-236. En: Lorenz, O. A. y D. N. Maynard. 1988. Handbook for vegetable growers. 3ra ed. New York, John Wiley & Sons. p. 144.
3. ANONIMO. 1974. Sweet corn production guide. Univ. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ. 99R.
4. BATEMAN, W. L. y F. C. BOSWELL. 1977. Corn yield response to nitrogen application. Ga. Agr. Exp. Sta. Res. Rpt. 252.
5. BERGUER, J. 1962. Maize production and the manuring of maize. Centre d' Etude de l' azote, Switzerland. pp. 79-92.
6. EGBALL y D. H. SANDER. 1989. Distance and distribution effects of phosphorus fertilizer on corn. Soil Sci. Soc. Amer. J. 53:282-287.
7. FOX, R. H. y W. P. PIEKIELEK. 1987. Comparison of surface application methods of nitrogen solution to no-till corn. J. Fert. Issues 4(1):7-12.
8. GONZALES, M. G., V. G. PORRAS y J. A. GOMEZ. 1968. Influencia de las poblaciones y el nitrógeno en la producción de maíz. Acta Agron. 17(3):65-85.
9. GREEN, E. 1957. Field corn production in South Florida. Univ. Fla. Agr. Exp. Sta. Bull. 382.
10. SUZMAN, V. L., H. W. BURDINE, W. T. FORSEE, E. D. HARRIS, J. R. ORSENIGO, R. K. SHOWALTER, C. WEHLBURG, J. A. WINCHESTER y E. A. WOLF. 1967. Sweet corn production on the organic and sandy soils of Florida. Univ. Fla. Agr. Exp. Sta. Bull. 714.

11. KELLING, K. A. 1981. Soil test recommendations for field, vegetable and fruit crops. Univ. Wisc. Ext. Circ. A 2809. En: Lorenz, D. A. y D. N. Maynard. 1988. Handbook for vegetable growers. 3ra ed. New York, John Wiley & Sons. p. 144.
12. KRANTZ, B. A. y W. V. CHANDLER. 1954. Fertilize corn for higher yields. North Carolina Agr. Exp. Sta. Bull. 336.
13. LOPEZ, F. y A. TURRENT. 1981. Generación de tecnología agrícola para maíz de temporal en la región sur de Nayarit. Agrociencia 45:5-24.
14. LORENZ, D. A. y D. N. MAYNARD. 1988. Handbook for vegetable growers. 3ra ed. New York, John Wiley & Sons. pp. 82, 127, 129, 143, 152-155.
15. LUCAS, R. E. y E. A. WOLF. 1980. Sweet corn response to available soil phosphorus levels. Belle Glade AREC Res. Rpt. 13.
16. MACGILLIVRAY, J. H. 1953. Vegetable production. New York. The Blakiston Company. pp. 295 y 296.
17. MONTAS, T. A. 1981. Factibilidad bioeconómica del manejo intensivo del maíz para uso múltiple como jilote, elote, grano y forraje, seguido de frijol para uso tierno. Tesis MS CATIE, Costa Rica.
18. MONTELARD, J. 1978. Commercial vegetable fertilization guide. Univ. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ. 99R.
19. MONTES, A. 1988. Guía práctica cultivo de hortalizas. Departamento de Horticultura, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
20. NELSON, L. B. 1986. Changing patterns in fertilizer use. Soil Sci. Soc. Amer. En: Lorenz, D. A. y D. N. Maynard. Handbook for vegetable growers. 3ra ed. New York, John Wiley & Sons. p. 109.
21. OSORIO, A. E. 1979. Respuesta del maíz a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en 3 localidades del Departamento de El Paraíso. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
22. PECK, N. H. y G. E. MACDONALD. 1989. Sweet corn plant responses to P and K in the soil and to band-applied monoammonium phosphate, potassium sulfate, and magnesium sulfate. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(2):269-272.

- 23) PECK, N. H., G. E. MACDONALD y J. BARNARD. 1988. Sweet corn seedling responses to band-applied nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113 (3):336-342.
- 24) PINEDA, R., M. NUÑEZ, R. LAIRD, S. ALCALDE y G. CRUH. 1981. Respuesta del maíz en producción de grano, materia seca y absorción de N a diferentes niveles, fuentes y oportunidades de aplicación de N. *Agrociencia* 46:43-67.
- 25) REISENAUER, H. M. 1976. Soil and plant tissue testing in California. *Univ. Calif. Div. Agric. Sci. Bull.* 1879. En: Lorenz, O. A. y D. N. Maynard. 1988. *Handbook for vegetable growers*. 3ra ed. New York, John Wiley & Sons, p. 143.
- 26) RHOADS, F. M. y A. MANNING. 1986. Response of irrigated maize to nitrogen management. *Soil Crop Sci. Soc. Fla. Proc.* 45:50-53.
- 27) SANCHEZ, C. A., H. W. BURDINE y F. G. MARTIN. 1989. Yield and quality responses of three sweet corn hybrids as affected by fertilizer phosphorus. *J. Fert. Issues* 6(1):17-24.
- 28) SANCHEZ, L. A., L. F. GIRALDO y J. H. COCK. 1983. Crecimiento del maíz en función del índice de área foliar y fertilización. *Acta Agron.* 33(2):5-15.
- 29) SMITH, J. R. 1952. Sweet corn production in Florida. *Univ. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ.* 148C.
- 30) STEEL, R. D. G. y J. H. TORRIE. 1980. *Principles and procedures of statistics*. New York, McGraw-Hill.
- 31) TINDALL, H. D. 1983. *Vegetables in the tropics*. Westport, Conn., USA, The AVI Publishing Company. p. 234.
- 32) YAMAGUCHI, M. 1983. *World vegetables*. New York, Reinhold Company. pp. 167-170.

IX. ANEXOS

Anexo 1

Datos de precipitación y temperatura desde el 7 de julio al 4 de septiembre de 1989.

Mes: Julio	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	
		Mínima	Máxima
7	2.4	19.8	28.1
8	0.0	18.6	28.1
9	0.0	18.6	29.8
10	14.4	18.7	29.2
11	0.4	19.7	28.4
12	1.1	19.8	28.8
13	0.3	18.0	29.4
14	0.0	18.0	29.9
15	0.4	18.0	30.4
16	0.0	20.5	29.7
17	0.0	20.5	30.5
18	0.2	21.0	26.2
19	1.9	18.7	29.8
20	0.6	18.5	30.6
21	0.0	18.2	30.6
22	0.5	17.7	26.2
23	6.6	19.5	23.9
24	0.2	19.2	28.8
25	0.0	16.7	29.9
26	10.8	16.7	28.5
27	5.8	20.0	28.6
28	33.2	20.0	24.3
29	0.1	15.5	29.9
30	0.0	19.0	30.0
31	0.0	16.5	28.4

Anexo 1 (Continuación).

Mes: Agosto	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	
		Minima	Máxima
1	0.9	18.5	27.5
2	7.6	19.2	29.3
3	2.4	18.0	28.6
4	1.4	18.5	29.9
5	0.0	16.5	31.1
6	0.0	17.0	31.2
7	0.0	17.2	31.7
8	0.0	17.7	30.2
9	15.3	18.7	29.0
10	0.8	20.5	27.5
11	3.9	19.7	29.9
12	0.0	18.7	29.8
13	8.8	18.5	28.9
14	0.0	20.0	30.3
15	0.4	19.0	29.8
16	1.0	18.5	30.3
17	0.2	19.5	30.0
18	0.4	20.5	31.9
19	0.8	17.7	31.8
20	0.3	18.2	31.5
21	5.1	18.0	29.2
22	3.4	18.7	30.4
23	0.0	17.2	32.9
24	0.0	19.7	32.2
25	14.5	18.2	29.5
26	12.1	19.2	29.6
27	41.3	19.7	29.6
28	0.0	19.3	29.8
29	0.0	19.0	31.0
30	2.0	19.0	29.6
31	28.2	19.3	27.5

Mes: Septiembre	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	
		Minima	Máxima
1	1.2	19.8	29.0
2	1.2	19.5	27.9
3	19.5	18.5	29.2
4	0.1	17.0	29.9

Precipitación total para los 60 días 253.7 mm.
 Temperatura promedio 23.1 °C.

Anexo 2

Resultados del análisis de suelo del lote experimental.

Bloque	Textura	%		
		arena	limo	arcilla
1	Franco	50	36	14
2	Franco-arenoso	58	30	12
3	Franco-arenoso	54	32	14
4	Franco-arcillo-arenoso	58	20	22

Bloque	pH		M.O.	%		ppm	
	agua	KCl		N	P	K	
1	4.88	4.50	2.9	0.196	116	416	
2	5.23	4.68	2.6	0.105	112	453	
3	5.24	4.72	2.9	0.084	105	390	
4	6.00	5.20	2.6	0.147	100	350	

Anexo 3

Análisis de varianza para la variable "Rendimiento"
expresado en tm/ha de mazorcas sin pelar.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de lib	Cuadrado medio	F
Bloques	147.64	3	49.21	12.03**
Tratamientos	87.80	19	4.62	1.13
Bloques (F)	133.22	3	44.41	10.60**
Tratamientos (F)	78.31	17	4.61	1.10
N	4.30	2	2.15	0.51
lineal	0.01	1	0.01	0.00
cuadrático	4.29	1	4.29	1.02
P ₂ O ₅	10.71	2	5.36	1.28
lineal	10.07	1	10.07	2.40
cuadrático	0.64	1	0.64	0.15
Densidad	42.68	1	10.67	2.55
N x P ₂ O ₅	2.65	4	0.66	0.16
N x D	0.22	2	0.11	0.03
P ₂ O ₅ x D	4.60	2	2.30	0.55
N x P ₂ O ₅ x D	13.15	4	3.29	0.79
Error (F)	213.15	51	4.19	
Total (F)	425.10	71		
(19+20) vs 9	0.00	1	0.00	0.00
19 vs 20	3.82	1	3.82	0.91
Error	233.39	57	4.09	
Total	468.83	79		

Gran media = 12.78 tm/ha.

Coefficiente de variación 15.73 %

(F) = parte factorial

** = significativo al 1 %

Anexo 4

Análisis de varianza para la variable "Número de mazorcas por ha".

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de lib	Cuadrado medio	F
Bloques	850.56	3	283.52	2.06
Tratamientos	5301.42	19	279.02	2.02*
Bloques (F)	694.20	3	231.40	1.59
Tratamientos (F)	4867.14	17	286.30	1.97*
N	105.09	2	52.55	0.36
lineal	9.48	1	9.48	0.07
cuadrático	95.61	1	95.61	0.66
P ₂₀	176.64	2	88.32	0.61
lineal	176.33	1	176.33	1.21
cuadrático	0.31	1	0.31	0.00
Densidad	3990.21	1	3990.21	27.39**
N x P ₂₀	164.99	4	41.25	0.28
N x D	14.82	2	7.41	0.05
P ₂₀ x D	187.70	2	93.85	0.64
N x P ₂₀ x D	227.70	4	56.93	0.39
Error (F)	7429.16	51	145.67	
Total (F)	12990.50	71		
(19+20) vs 9	1.19	1	1.19	0.01
19 vs 20	88.90	1	88.90	0.65
Error	7855.89	57	137.82	
Total	14007.87	79		

Gran media = 66900 mazorcas/ha.

Coefficiente de variación 17.55 %

(F) = parte factorial

* = significativo al 5 %

** = significativo al 1 %

Anexo 5

Análisis de varianza para la variable "Diámetro de la mazorca sin pelar".

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de lib	Cuadrado medio	F
Bloques	0.717	3	0.239	6.83**
Tratamientos	0.590	19	0.031	0.89
Bloques (F)	0.555	3	0.185	5.14**
Tratamientos (F)	0.492	17	0.029	0.81
N	0.092	2	0.046	1.28
lineal	0.091	1	0.091	2.53
cuadrático	0.001	1	0.001	0.03
P ₂ Q ₂	0.028	2	0.014	0.39
lineal	0.025	1	0.025	0.69
cuadrático	0.003	1	0.003	0.08
Densidad	0.029	1	0.029	0.81
N x P ₂ Q ₂	0.130	4	0.033	0.92
N x D	0.069	2	0.035	0.97
P ₂ Q ₂ x D	0.033	2	0.017	0.47
N x P ₂ Q ₂ x D	0.111	4	0.028	0.78
Error (F)	1.858	51	0.036	
Total (F)	2.905	71		
(19+20) vs 9	0.019	1	0.019	0.54
19 vs 20	0.097	1	0.097	2.77
Error	2.007	57	0.035	
Total	3.314	79		

Gran media = 4.72 cm.

Coefficiente de variación 3.96 %

(F) = parte factorial

** = significativo al 1 %

Anexo 6

Análisis de varianza para la variable "Diámetro de la mazorca pelada".

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de lib	Cuadrado medio	F
Bloques	0.518	3	0.173	7.52**
Tratamientos	0.397	19	0.021	0.91
Bloques (F)	0.402	3	0.134	6.09**
Tratamientos (F)	0.385	17	0.023	1.05
N	0.023	2	0.012	0.55
lineal	0.023	1	0.023	1.05
cuadrático	0.000	1	0.000	0.00
P ₂₀	0.032	2	0.016	0.73
lineal	0.011	1	0.011	0.50
cuadrático	0.021	1	0.021	0.95
Densidad	0.028	1	0.028	1.27
N x P ₂₀	0.092	4	0.023	1.05
N x D	0.155	2	0.078	3.55*
P ₂₀ x D	0.005	2	0.003	0.14
N x P ₂₀ x D	0.050	4	0.013	0.59
Error (F)	1.137	51	0.022	
Total (F)	1.924	71		
(19+20) vs 9	0.017	1	0.017	0.74
19 vs 20	0.010	1	0.010	0.43
Error	1.286	57	0.023	
Total	2.201	79		

Gran media = 3.91 cm.

Coefficiente de variación 3.88 %

(F) = parte factorial

* = significativo al 5 %

** = significativo al 1 %

Anexo 7

Análisis de varianza para la variable "Largo de la mazorca".

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de lib	Cuadrado medio	F
Bloques	11.78	3	3.93	6.05**
Tratamientos	21.17	19	1.11	1.71
Bloques (F)	11.66	3	3.89	5.72**
Tratamientos (F)	15.83	17	0.93	1.37
N	0.48	2	0.24	0.35
lineal	0.40	1	0.40	0.59
cuadrático	0.08	1	0.08	0.12
P ₂ O ₅	4.43	2	2.22	3.26*
lineal	1.11	1	1.11	1.63
cuadrático	3.32	1	3.32	4.88*
Densidad	6.78	1	6.78	9.97**
N x P ₂ O ₅	1.63	4	0.41	0.60
N x D	0.56	2	0.28	0.41
P ₂ O ₅ x D	0.30	2	0.15	0.22
N x P ₂ O ₅ x D	1.65	4	0.41	0.60
Error (F)	34.43	51	0.68	
Total (F)	61.92	71		
(19+20) vs 9	0.17	1	0.17	0.26
19 vs 20	1.48	1	1.48	2.28
Error	37.25	57	0.65	
Total	70.20	79		

Gran media = 15.51 cm.

Coefficiente de variación 5.20 %

(F) = parte factorial

* = significativo al 5 %

** = significativo al 1 %

Anexo 8

Análisis de varianza para la variable "Número de líneas de grano por mazorca".

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de lib	Cuadrado medio	F
Bloques	1.868	3	0.623	1.29
Tratamientos	8.322	19	0.438	0.91
Bloques (F)	2.718	3	0.906	1.96
Tratamientos (F)	7.670	17	0.451	0.98
N	1.087	2	0.544	1.18
lineal	0.120	1	0.120	0.26
cuadrático	0.967	1	0.967	2.09
P ₂ O ₅	0.079	2	0.040	0.09
lineal	0.036	1	0.036	0.08
cuadrático	0.043	1	0.043	0.09
Densidad	0.152	1	0.152	0.33
N x P ₂ O ₅	1.707	4	0.427	0.92
N x D	0.336	2	0.168	0.36
P ₂ O ₅ x D	0.857	2	0.429	0.93
N x P ₂ O ₅ x D	3.452	4	0.863	1.87
Error (F)	23.559	51	0.462	
Total (F)	33.947	71		
(19+20) vs 9	1.307	1	1.307	2.71
19 vs 20	0.080	1	0.080	0.17
Error	27.449	57	0.482	
Total	37.639	79		

Gran media = 13.15 líneas de grano por mazorca.

Coefficiente de variación 5.28 %

(F) = parte factorial

Anexo 9

Análisis de varianza para la variable "Uniformidad de la línea de granos" expresada en porcentaje de líneas desuniformes en la mazorca.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de lib	Cuadrado medio	F
Bloques	167.22	3	55.74	0.81
Tratamientos	245.49	19	12.92	0.19
Bloques (F)	236.78	3	78.93	1.16
Tratamientos (F)	237.49	17	13.97	0.20
N	13.40	2	6.70	0.10
lineal	7.60	1	7.60	0.11
cuadrático	5.80	1	5.80	0.09
P ₂ O ₅	39.28	2	19.64	0.29
lineal	28.83	1	28.83	0.42
cuadrático	10.45	1	10.45	0.15
Densidad	46.56	1	46.56	0.68
N x P ₂ O ₅	78.30	4	19.58	0.29
N x D	16.46	2	8.23	0.12
P ₂ O ₅ x D	6.78	2	3.39	0.05
N x P ₂ O ₅ x D	36.71	4	9.18	0.13
Error (F)	3477.50	51	68.19	
Total (F)	3951.77	71		
(19+20) vs 9	24.20	1	24.20	0.35
19 vs 20	3.25	1	3.25	0.05
Error	3933.99	57	69.02	
Total	4346.70	79		

Gran media = 20.1 % de líneas desuniformes/mazorca.
Coeficiente de variación 41.33 %

(F) = parte factorial

Anexo 10

Análisis de varianza para la variable "Contenido de sólidos solubles totales del grano".

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de lib	Cuadrado medio	F
Bloques	11.55	3	3.85	0.62
Tratamientos	120.63	19	6.35	1.02
Bloques (F)	14.18	3	4.73	0.72
Tratamientos (F)	118.18	17	6.95	1.06
N	5.63	2	2.82	0.43
lineal	0.08	1	0.08	0.01
cuadrático	5.55	1	5.55	0.85
P ₂ O ₅	17.99	2	8.99	1.37
lineal	0.59	1	0.59	0.09
cuadrático	17.40	1	17.40	2.66
Densidad	22.89	1	22.89	3.50
N x P ₂ O ₅	14.91	4	3.73	0.57
N x D	3.84	2	1.92	0.29
P ₂ O ₅ x D	16.58	2	8.29	1.27
N x P ₂ O ₅ x D	36.34	4	9.09	1.39
Error (F)	333.74	51	6.54	
Total (F)	466.10	71		
(19+20) vs 9	1.50	1	1.50	0.24
19 vs 20	1.80	1	1.80	0.29
Error	354.59	57	6.22	
Total	486.78	79		

Gran media = 20.04 % de sólidos solubles totales.
 Coeficiente de variación 12.45 %

(F) = parte factorial.

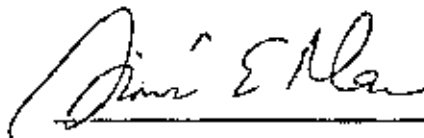
DATOS BIOGRAFICOS

Julio Eduardo Paredes Albuja nació en Quito, Ecuador, el 3 de septiembre de 1967. En 1979 ingresó al "Colegio Particular San Gabriel" de Quito, de donde egresó en 1985 obteniendo el Título de "Bachiller con especialidad en Química y Biología". En 1986 ingresó a la "Escuela Agrícola Panamericana", Honduras, en donde se mantuvo gracias a una beca concedida por la "Fundación Privada Wilson Popenoe" de Guayaquil, Ecuador. Dicha beca fue concedida en base al mérito de haberse ubicado en el primer puesto académico durante el transcurso del primer año de estudios. En 1988 obtuvo el Título de "Agónomo" en la EAP, ubicándose en el cuarto puesto académico de entre 120 estudiantes. En 1989 vuelve a su país, y es invitado a formar parte de la "Fundación Privada Wilson Popenoe" y de la "Asociación de Graduados de la Escuela Agrícola Panamericana" (ASEAP). Luego de esto, Julio se dedica a trabajar para la empresa privada en el "Consortio Quito-Flores", desempeñándose como "Subgerente de Plantación", trabajo que es interrumpido al ser notificado de que ha sido beneficiario de una beca otorgada por el "Banco Interamericano de Desarrollo" (BID), para obtener su Título de "Ingeniero Agrónomo en Horticultura" en la "Escuela Agrícola Panamericana". En 1990 es in-

vitado a formar parte de la "Sociedad Honorífica de Agricultura Gamma Sigma Delta", distinción que acepta con mucho orgullo.

Esta tesis fue preparada bajo la dirección del Consejero Principal del Comité de Profesores que asesoró al candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo. Fue sometida a consideración del Jefe y Coordinador del Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue presentada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

Abril de 1990.



Simón E. Malo, Ph.D.
Director



Jorge Román, Ph.D.
Decano

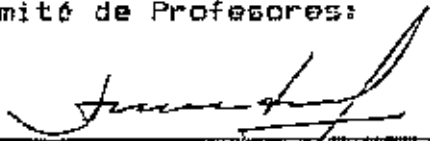


Alfredo Montes, Ph.D.
Jefe del Departamento de
Horticultura



Odilo Duarte, M.S.
Coordinador del Departamento

Comité de Profesores:



Alfredo Montes, Ph.D.
Consejero Principal



Marciano Rodríguez, Ph.D.
Consejero

Margaret Vamosy, M.S.
Consejero