

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE NIVELES CRECIENTES DE N - P - K SOBRE EL RENDI-
MIENTO Y CALIDAD DEL MELON TIPO CANTALOUPE (Cucumis melo L.)
VARIEDAD DULCE, EN DOS TIPOS DE SUELOS DEL VALLE DE LA FRAGUA.



En el Acto de Investidura como INGENIERO AGRONOMO

en el GRADO ACADEMICO de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Enero, 1979.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

01
T(371)
c.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO EN FUNCIONES	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
VOCAL 1o.	
VOCAL 2o.	Dr. Antonio A. Sandoval S.
VOCAL 3o.	Ing. Agr. Sergio Mollinedo B.
VOCAL 4o.	Br. Juan Miguel Irfas G.
VOCAL 5o.	P. Agr. Giovanni Reyes.
SECRETARIO	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Salvador Castillo O.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Jorge R. Del Valle (Q.E.P.D.)
EXAMINADOR	Ing. Agr. Asdrubal Bonilla.
SECRETARIO	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO
DE ORIENTE, CHIQUIMULA
GUATEMALA, CENTROAMERICA

Diciembre 5 de 1978

Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Decano de la Facultad de Agronomía
Ciudad Universitaria
Guatemala

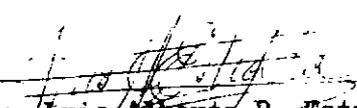
Señor Decano,

tengo el honor de dirigirme a Usted, para hacer de su conocimiento que, atendiendo la designación que me hiciera ese decanato he procedido a asesorar y revisar el trabajo - de tesis intitulado "EVALUACION DE NIVELES CRECIENTES DE N-P-K, SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL MELON TIPO CANTALOUPE (CUCUMIS MELO L.) VARIEDAD DULCE, EN DOS TIPOS DE SUELOS DEL VALLE DE LA FRAGUA", el cual presenta el Universitario Eduardo Arturo López Cabrera como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Al considerar que dicho trabajo reúne todos los requisitos para su aprobación, por este medio me complace comunicarlo al Señor Decano para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, reitero al Señor Decano las muestras de toda mi consideración.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Luis Alberto P. Estrada L.
Colegiado No. 140

LAE/mech.

Guatemala,

diciembre 5 de 1978

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Ciudad

Honorables Señores,

de acuerdo a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado "Evaluación de Niveles Crecientes de N - P - K, sobre el Rendimiento y Calidad del Melon Tipo Cantaloupe (Cucumis melo L.) Variedad Dulce, en dos Tipos de Suelos del Valle de la Fragua", con el propósito de llenar el último requisito para optar al título de INGENIERO AGRONOMO.

Esperando que el presente trabajo merezca vuestra aprobación, me es trato suscribirme

Atentamente,


Eduardo Arturo López Cabrera.

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES

Rosa América Cabrera Sosa
Como minima recompensa a su abnegacion
José Arturo López (Q.E.P.D)

A MI HERMANA

Soila Marina Morales C.

A MIS TIOS

Cecilia Cabrera Sosa
Gloria Aguirre Cabrera
Odelia López
Gustavo Cabrera S.
José Obdulio Cabrera S.

A MIS PRIMOS

Duncan Waldemar Sosa A.
Walter Aguirre Vargas
Eduardo Aguirre Vargas
Carlos Aguirre Cabrera
Leticia Cabrera y Cabrera
Rolando Cabrera y Cabrera
Amilcar Cabrera y Cabrera
Juan Morales López

A LA FAMILIA

García Alvarez

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Julio A. García Alvarez
Virgilio García Alvarez
Carlos Sett Oliva
Ricardo Gamboa P.
Hugo Orellana Paz
Roberto Chavez A.
Luis R. Estrada N.
Arturo Echeverria J.
Angel Gutierrez

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA

AL DEPARTAMENTO DE ZACAPA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE (CUNORI)

A G R A D E C I M I E N T O

Quiero patentizar mi agradecimiento a las siguientes personas y entidades que en una u otra manera colaboraron a la realización del presente trabajo.

- Al Ingeniero Agrónomo Luis Alberto Estrada Ligorría por su asesoría y valiosa orientación en el presente trabajo.

- Al Personal Docente del Centro Universitario de Oriente (CUNORI)

- Al Personal de Campo y Secretaría del Centro Universitario de Oriente (CUNORI)

- Al Centro de Producción Agrícola "El Oasis" del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-

C O N T E N I D O

- I INTRODUCCION
- II OBJETIVOS
- III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- IV REVISION DE LITERATURA
 - Relación con otros trabajos
 - Importancia Economica
- V HIPOTESIS PLANTEADAS
- VI MATERIALES Y METODOS
 - Localización
 - Selecccion de Tratamientos
 - Diseño Experimental y Unidad Experimental
 - Fuentes de Nutrimientos
 - Manejo del Experimento
 - Método de Análisis de Suelo
 - Método de interpretación Grafico—estadístico
- VII RESULTADOS Y DISCUSION
 - Del Analisis de suelos
 - De los Rendimientos
 - De los efectos Factoriales determinados mediante la Técnica de Yates
 - Del Contenido de Azúcares por tratamiento
 - De la Dosis Optima Económica con Capital Ilimitado (DOECI)
 - De la Dosis Optima Económica con Capital Limitado (DOECL)
- VIII CONCLUSIONES
- IX BIBLIOGRAFIA

I. INTRODUCCION

Guatemala obtiene su mayor fuente de ingresos de las exportaciones agrícolas, lo cual actualmente está determinado por unos cuantos - productos tales como el café y cultivos industrializables como el algodón y otros. Sin embargo, con el ánimo de diversificar dichos productos y que la economía nacional no sea determinada así, se - han venido desarrollando programas de diversificación de cultivos y a la vez, haciendo esfuerzos para exportarlos.

Dentro de estos programas, han sido considerados algunos cultivos que ha la fecha han ocupado un segundo plano, pero que a través — de una promoción adecuada pueden llegar a cobrar importancia por - los beneficios netos que proporcionan al agricultor, que verdaderamente son atractivos (8).

Lo anterior, se refiere a las hortalizas y dentro de ellas al cultivo de melón, cuyo mercado potencial a Centro América, U.S.A. y - Europa ofrece un excelente futuro, así como para el mercado nacional.

Sin embargo, dichos mercados especialmente el de U.S.A. presenta - exigencias muy marcadas en cuanto a calidad del producto (unidad - de melón), lo cual viene a definir la metodología de producción, - para obtener el máximo de lo exigido por dicho mercado y un menor rechazo posible.

Esta metodología de producción debe involucrar entre otras prácticas agronómicas, la que corresponde a fertilización con N-P-K como medio para obtener máxima producción de rendimiento y calidad, si se considera las funciones que dichos nutrimentos tienen en el metabolismo de la planta (21).

Lo descrito, ha motivado para dar inicio al presente trabajo cuyo objetivo es el de evaluar el efecto de una fertilización con niveles crecientes de N-P-K sobre el rendimiento del melón, bajo las condiciones de fertilidad natural que presentan los tipos de suelos del Valle de la Fragua del departamento de Zacapa, que de acuerdo a Simmons, corresponde a las series de suelos Chicaj y Chiquimula respectivamente (17, 18).

Involucrado dentro de este objetivo se encuentra el establecer el efecto principal de cada uno de los nutrimentos estudiados; el efecto de la interacción de dos y tres de ellos respectivamente y en función de estos definir una dosis óptima económica de aplicación para capital ilimitado* y una dosis óptima económica de aplicación para capital limitado**.

* Dosis óptima económica de aplicación para capital ilimitado se entiende como la dosis de N-P-K que proporciona el máximo beneficio neto y que se aplica sin restricción de capital, se le denominará DOECI en este estudio.

** Dosis óptima económica de aplicación para capital limitado, se entiende como la dosis de N-P-K que proporciona la mayor tasa de retorno a capital y que se aplica cuando el agricultor tiene restricciones en su capital a invertir. Se le denominará DOECL en este estudio.

II. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto de la fertilización con niveles crecientes de N - P - K sobre el rendimiento del melón, bajo las condiciones de fertilidad natural que presentan los tipos de suelos del valle de la Fragua del Departamento de Zacapa.
2. Establecer el efecto principal de cada uno de los nutrimentos estudiados, el efecto de la interacción de dos y tres de ellos y en función de estos definir la dosis óptima económica de aplicación para capital ilimitad y la dosis óptima económica de aplicación para capital limitado.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la fertilización con N-P-K que los agricultores de la región acostumbran y para la cual tendrá influencia la información preliminar que se genere en este estudio, está basada en la disponibilidad de capital invertible que dispongan en el momento preciso, por lo que la misma puede variar de 390 a 780 kilogramos por hectarea de una fórmula completa como 12-24-12, 15-15-15, 10-30-10 de N-P-K- respectivamente al momento de la siembra y una aplicación adicional de 45 a 135 kilogramos de nitrógeno por hectárea a los 35 días de germinado el cultivo.

Por su parte el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, a través de su programa de Hortalizas, recomienda para el área sin hacer una diferenciación de los tipos de suelos existentes, una aplicación por hectárea de 519 kilogramos de 10-30-10, (equivalente a 8 quintales por manzana de $N-P_{205}-K_2O$) al momento de la siembra y 91 kilogramo de Urea adicionales a los 35 días después de la siembra (8). Dentro del mismo, ICTA, la disciplina de manejo de suelos basándose en el nivel de fertilidad de los suelos, hace una clasificación del tipo DDD (deficiente N, deficiente P y deficiente K) para la cual recomienda una aplicación de 364 kilogramos por hectárea, de 15-15-15 al momento de la siembra y 97 kilogramos por hectárea de Urea adicionales a los 35 días después de la siembra; luego hace clasificaciones de DDA (N deficiente y -K adecuado); -DAD (N-K deficientes y P adecuado) y DAA (N deficiente y P-K adecuado); para los cuales modifica la recomendación anotada para la

condición DDD.

De lo anterior, puede inferirse que los tres criterios descritos - difieren el uno del otro pues sin considerar el del agricultor, para nitrógeno los programas de ICTA son coincidentes, para P y K la recomendación varía de uno a otro programa y no existe forma alguna para decidir cual de las dosis es la que llena los requisitos nutrimentales del cultivo aludido. Esta forma de recomendar de los Programas de ICTA, posiblemente corresponda al enfoque de recomendaciones de extrapolación de resultados generados en localidades (países) distintas a las estudiadas y las mismas se consideran como preliminares a un estudio técnico y nos sirven de punto de partida, en ausencia de información para el área que nos preocupa y de esta manera contribuir a la solución del problema de aplicación económica de fertilizante.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Relación con otros trabajos.

Agotados los medios, se puede inferir que actualmente en la zona de estudio, no se ha realizado ningún trabajo relacionado con el presente. Tiscornia, recomienda para la obtención de frutos de primera calidad, la incorporación de estiércol debidamente descompuesto y en cantidades que varían entre 2 y 3 kilogramos por metro cuadrado y enterrarlo a 20-25 centímetros (20).

De acuerdo a Fersini (7) una cosecha de melón puede extraer 110-50-150 kilogramos por hectárea de nitrógeno, P_2O_5 y K_2O , respectivamente, por lo que él sugiere hacer una aplicación de 900 kilogramos por hectárea de estiércol y 40-30-70 kilogramos por hectárea de Nitrógeno, P_2O_5 y K_2O respectivamente.

Por su parte el ICTA (8) informa que en época lluviosa con una aplicación de 51-155-51 kilogramos por hectárea, equivalentes a 10-30-10 en cantidades de 8 quintales por manzana, al momento de la siembra y una aplicación adicional de Urea en cantidad de 91 kilogramos por hectárea a los 35 días después de realizada la siembra, se obtuvo un rendimiento del orden de las 27.3 toneladas métricas de melón variedad dulce.

Mortenson y Bullard en su libro Horticultura Tropical y Subtro

pical, recomiendan la aplicación de estiércol de establo en surcos, un mes antes de la siembra, además dicen que el mejor fertilizante en el de fórmula 1-2-0 y que se han obtenido buenos resultados con fósforo diamónico 18 $\frac{1}{2}$ -50-0, en dosis de 280 kilogramos por hectárea, la aplicación de 100 kilogramos de nitrógeno en la misma superficie, aumenta la fructificación (14).

El mismo ICTA, en 1974 en el Centro de Producción Agrícola "El Oasis" en la Fragua, Zacapa, hizo una evaluación de variedades en la cual resultó adecuada para la zona la variedad dulce por su calidad, alto contenido de azúcares, tolerancia al Mildiu - Velludo y resistencia al Mildiu Polvoriento (3).

3.2 Importancia Económica.

El cultivo de melón tipo Cantaloupe, está cobrando importancia en el Valle de la Fragua, Zacapa, debido al incremento del consumo nacional y la demanda de exportación al mercado de Esta-dos Unidos de América.

En Guatemala, la exportación de melones se principió en la temporada de 1972/73 con pequeñas cantidades de Honey Dew. En la temporada 1973/74 las cantidades de este tipo, aumentaron considerablemente, exportándose también pequeños volúmenes de Cranshaw y Cantaloupe (15).

En 1974, Guatemala alcanzó un volumen de exportación de 100 -

Carlots (600 cajas jumbo crate o 48,000 libras por carlot)(15).

El melón tipo Cantaloupe es el más importante de consumo en - los Estados Unidos de América, pero es menos resistente al transporte, lo cual implica que las importaciones de ese país, provengan casi exclusivamente de México (15).

Sin embargo, actualmente con la modernización de los medios de transporte, se aumenta la fluidez de la fruta por lo que nos - encontramos con la capacidad de competir con cualquier otro - país del área americana en lo que a la exportación de este producto se refiere, hacia los mercados potenciales de Estados U-nidos de América.

V. HIPÓTESIS PLANTEADAS

Hipótesis experimentales que se plantean en este trabajo para ser probadas en la realidad.

1. Dentro de la fertilización como práctica agronómica para elevar la producción y calidad, se consideran como limitantes a los -
nutrimentos nitrógeno, fósforo y potasio.
2. La respuesta a N-P-K del cultivo de melón será influenciada -
por el tipo de suelo correspondiente.
3. La DOECI y DOECL se encuentran dentro de los espacios de explo
ra ración estudiados.

DOECI Dosis óptima económica con capital ilimitado.
DOECL Dosis óptima económica con capital limitado.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 Localización:

El presente estudio se localizó en el Centro de Producción Agrícola "El Oasis" dependencia de ICTA, en el Municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa. Encontrándose a $14^{\circ} 58' 45''$ latitud Norte y $89^{\circ} 31' 20''$ longitud Oeste; una altura sobre el nivel del mar de 184.65 metros; su precipitación pluvial promedio anual es de 647.6 mm. que se distribuyen entre los meses de mayo a septiembre, su temperatura promedio anual es de 27° centígrados dependiendo de la época del año que prevalezca (10).

Según Holdridge, en la Zonificación Ecológica de Guatemala, - el Valle pertenece a la faja del bosque tropical muy seco. (11)

Los suelos utilizados en este estudio, corresponden a las series de suelos Chicaj y Chiquimala, que de acuerdo a Simmons et al (17, 18) sus características son las siguientes.

Series de Suelos Chicaj. Se han desarrollado sobre cenizas - volcánicas firmemente granuladas, las cuales aparentemente - fueron depositados en el agua. En la mayoría de estos lugares estas cenizas están cementadas firmemente y en otras son duras y parecidas a la rufa. Ocupan relieves planos o casi - planos, están pobremente drenados, siendo impermeables al agua y al aire. Se han encontrado casos de suelos que están - secos a una profundidad de 15 centímetros en lugares donde el agua ha permanecido en la superficie por más de 48 horas. —

Constituyen un área de 1808 hectáreas o sea 12.74% del área total del Valle de la Fragua.

Chicaj Arcilla. Es un suelo de color gris muy oscuro, negro cuando está húmedo, desarrollado sobre un relieve casi plano a lo largo del margen interno del Valle del río Motagua. En su mayoría está comunmente asociado con los suelos Tempisque. Constituyen 1158 hectáreas, o sea 8.64% del área reconocida. Está pobremente drenado y el agua puede permanecer en la superficie por más de 48 horas sin mojar el suelo en una profundidad de 15 centímetros.

Perfil del Suelo.

1. El suelo superficial a una profundidad cerca de 25 centímetros es arcilla de color café grisáceo oscuro o muy oscuro, extremadamente plástica cuando está húmeda y dura cuando se seca. El suelo al trabajarlo se quiebra en grandes terrones, los que son difíciles de reducir a fragmentos menores. El contenido de materia orgánica es bajo, en la mayoría de los lugares menos de 1%. La reacción es de neutra a medianamente alcalina. Ni las raíces ni el agua lo penetran fácilmente.
2. El Sub-suelo, a una profundidad de 50 o 60 centímetros, es arcilla de color gris muy oscuro a negro, de un color

un poco más claro que el suelo superficial. Se quiebra - en masas angulares cuando se seca, pero al humedecerse es muy plástico. El contenido de materia orgánica es muy bajo. Su reacción es de mediana a fuertemente alcalina, en contrándose carbonato de calcio en forma de estrías finas o de nódulos. En algunos lugares las sales se han acumulado en la parte baja de esta capa, pero esto no es común. Es prácticamente impermeable al agua e impenetrable por - las raíces.

3. Una capa delgada transicional de arcilla café puede yacer entre la capa 2 y el substrato, y en algunos lugares delgadas prolongaciones de arcilla café puede extenderse dentro del substrato, esparciéndose horizontalmente en medio del estrato, pero en la mayoría de los lugares, la arcilla gris oscura descansa abruptamente sobre cenizas volcácanicas parcialmente intemperizadas.
4. El substrato en ceniza volcánica cementada de color gris claro estratificada en algunos lugares (17, 18).

Series de Suelos Chiquimula. Están drenados, desarrollados - sobre abanicos aluviales en la parte central del área. El material parece ser una mezcla de ceniza volcánica y aluvión local, ocupando estos suelos tierra inclinada casi plana. Es—

tán típicamente asociados con y tienden hacia los suelos Chirrum. Pero se distinguen de éstos por su color más rojo. -
Comprenden 303.7 hectáreas o sea 2.25% del área reconocida.

Chiquimula Franco Arcillo Arenoso. Es un suelo bien drenado que se ha desarrollado sobre abanicos aluviales casi planos - en la parte central del área. Comprenden 207.4 hectáreas o - sea el 1.5% del área, está comúnmente asociado con los suelos Chirrum, pero muchas áreas tienden hacia los suelos Sinaneque y Teculután, distinguiéndose de éstos por el color más rojo - que el de los suelos Chirrum, pero la textura más fina y el - color más rojo que los de los suelos Sinaneque y una textura más fina que la de los Teculután.

Perfil del Suelo

1. El suelo superficial a una profundidad de 10 centímetros - es franco arcilloarenoso de color café oscuro a café rojizo oscuro. La reacción es de ligeramente ácida a neutro. El contenido de materia orgánica es bajo, casi el 1%. Las raíces y el agua lo penetran fácilmente. Es duro cuando - se seca y pegajoso cuando se humedece.

2. El Sub-suelo, a una profundidad de 60 a 75 centímetros es franco arcilloso o arcilla de color café-rojizo oscuro. - Es duro cuando está seco y pegajoso al humedecerse. Las - raíces y el agua lo penetran fácilmente. El contenido de materia orgánica es bajo, menor a 0.5 % en la mayoría de

los lugares. La reacción es casi neutra y el contenido de nutrientes es generalmente bajo.

3. El Sub-suelo más profundo es casi similar a la capa descrita anteriormente, siendo de color más claro y es más gravoso en la mayoría de los lugares. El espesor varía de 30 centímetros a 1 metro.
4. El substrato consiste de depósitos aluviales de arena gravosa, en unos lugares y en otros de ceniza volcánica de una textura fina pero en la mayor parte del área es una mezcla de ambas.

Las variaciones de esta descripción consisten en el color y en la clase de material madre. Algunas áreas son más rojas que la dada en la descripción y otras son claramente cafés, ya que estos suelos tienden hacia los Chirrum (19).

6.2 Selección de tratamientos:

Como base para definir los niveles de N - P - K a evaluar, se tomó la recomendación del programa de Hortalizas de ICTA o sea 519 kilogramos de 10-30-10 por hectárea (8 quintales de 10-30-10 por manzana) al momento de la siembra y 91 kilogramos de Urea por hectárea (2 quintales de Urea por manzana) a los 35 días después de la siembra(9) que equivalen a un total de 111 kilogramos de nitrógeno por hectárea fraccionado en 50 % a la siembra y 50 % a los 35 días des_



pués de germinado; 155 kilogramos de P_2O_5 por hectárea y 52 kilogramos de K_2O por hectárea ambos al momento de la siembra en su totalidad.

De esta manera se seleccionaron los siguientes espacios de exploración:

NITROGENO:	50-100-150-200	Kilogramos por hectárea.
FOSFORO:	00-80-160-240	" " "
POTASIO:	00-50-100-150	" " "

Se incluyó un testigo absoluto (0 - 0 - 0) para la interpretación económica.

Estos niveles dieron lugar a un factorial incompleto que corresponde al diseño de tratamientos que establece la Matriz Plan Puebla I(22) cuya característica principal es la de explorar en la dirección diagonal de un eje de coordenadas, sin involucrar puntos de exploración que no tienen sentido agronómico. A su vez, esta matriz de tratamientos permite hacer una interpretación gráfica estadística con la cual se determinan las dosis óptimas económicas con capital ilimitado (DOECI) y las dosis óptimas económicas con capital Limitado (DOECL) sin necesidad de uso de cómputo electrónico y así tener fácilmente los resultados de un estudio para fines de recomendación o bien para programar estudios futuros. Los tratamientos correspondientes se presentan en el cuadro No. 1 y su representación gráfica en la figura No.1.

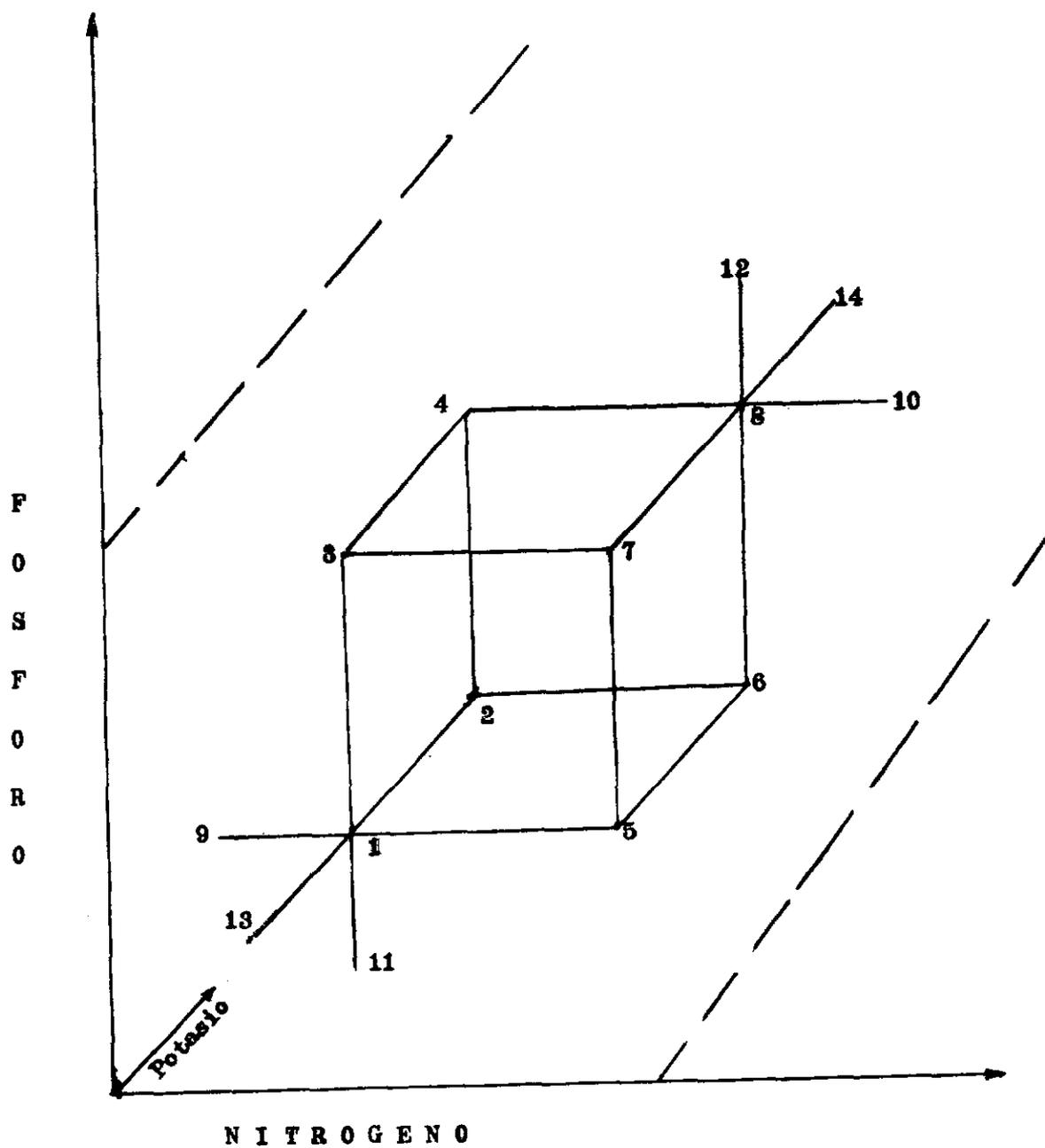
CUADRO No. 1

MATRIZ DE TRATAMIENTOS PLAN PUEBLA I ESTUDIADOS

No. de Trat.	Nitrógeno	Fósforo(P_2O_5)	Potasio (K_2O) en Kgs/Ha.
1	100	80	50
2	100	80	100
3	100	160	50
4	100	160	100
5	150	80	50
6	150	80	100
7	150	160	50
8	150	160	100
9	50	80	50
10	200	160	100
11	100	0	50
12	150	240	100
13	100	80	0
14	150	160	150
15	0	0	0

FIGURA No. 1

Representación gráfica de los tratamientos resultantes de la Matriz -
Plan Puebla I. ($2^n + 2n$). (22).



6.3 Diseño Experimental y Unidad Experimental.

El diseño experimental corresponde al de bloques completos al azar con 4 repeticiones de acuerdo al modelo estadístico siguiente: (2).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + R_j + \epsilon_{ij}$$

de donde:

$$\begin{aligned} \epsilon_{ij} &\sim N(0, \sigma^2) \\ i &= 1, 2, 3, \dots, 15. \\ j &= 1, 2, 3, 4. \end{aligned}$$

La Unidad Experimental fué de dos surcos espaciados entre sí a 1.80 metros y de 10 metros de largo cada uno, dando lugar a una área bruta de 36 metros cuadrados y un área total por ensayo de 2,322 metros cuadrados. En cada unidad experimental se usó una densidad de población equivalente a 18,520 plantas por hectárea con una distancia entre plantas de 0.30 metros.

6.4 Fuentes de Nutrimientos.

Nitrógeno: Se usó Urea con 46% de Nitrógeno, Nitrógeno proveniente del 10-30-10 (N, P_2O_5 , K_2O respectivamente) y Nitrógeno proveniente del 14-0-44 (Nitrato de Potasio).

Fósforo: Se usó como fuente el fertilizante completo de relación 1-3-1 o sea el 10-30-10 de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente.

Potasio: Se usó el Nitrato de Potasio (14-0-44) y el proveniente del 10-30-10 usado para P_2O_5 .

Variedad de melón Dulce, tipo Cantaloupe.

6.5 Manejo del Experimento.

6.5.1 Preparación del terreno.

Esta labor consistió en arar y rastrear hasta mullir el terreno perfectamente, posteriormente se surqueó a 0.90 metros, dando a los surcos una pendiente adecuada para el riego posterior. En el fondo de estos surcos y en forma alterna se aplicó en bandas el fertilizante de acuerdo a la distribución al azar de los tratamientos, a la vez se aplicó un insecticida sistemático granulado (Furadán 5%) cubriéndose al contrasurquear, seguidamente se niveló la parte superior de los surcos utilizando una formadora de tabloncillos o camas.

6.5.2 Fertilización.

Se fertilizó en bandas al fondo del surco aplicando el 50% de nitrógeno al momento de la siembra y el otro 50% a los 35 días después. El fósforo y Potasio se aplicó en su totalidad al momento de la siembra.

6.5.3 Siembra.

Se efectuó sobre el tablón fertilizando a una distancia de 1.80 metros entre surcos y 0.30 metros entre plantas, poniendo tres semillas por postura para luego entresacar después de desarrollado su segundo par de hojas y dejar una planta definitiva.

6.5.4 Riego.

El riego se efectuó por surcos, usando sifones, humedeciendo el suelo en forma lenta y uniforme, en forma periódica cada 8 días.

6.5.5 Control Fitosanitario.

a. Control de Plagas. Se realizó durante el período vegetativo previo a la formación de frutos, con Tamarón 600 y Folidol M-480 a razón de 1,500 centímetros cúbicos por hectárea en forma alterna cada 8 días. Al formarse el fruto, ambos productos fueron substituidos por Lannate a razón de 0.5 kilogramos por hectárea. Estas labores fueron dirigidas especialmente hacia el control de insectos chupadores.

b. Control de Enfermedades. Se efectuó una aplicación preventiva en la base del tallo de las plantas, con Benlate para el control de la gomosis (*Micosphaerella cytrulina*) a razón de 0.5 kilogramos por hectárea 15 días después de la siembra.

Se hicieron aplicaciones preventivas de Dithane M-45 a razón de 3 kilogramos por hectárea, mezclado con los insecticidas en aplicaciones periódicas cada 8 días, para el control de las enfermedades fungosas.

c. Control de malezas. El control de malezas se efectuó de la manera siguiente, dos aplicaciones de Gramoxone a razón de 1,500 centímetros cúbicos por hectárea en forma localizada y una limpia manual, lo anterior se hizo a los 15, 30 y 45 días respectivamente.

6.5.6 Cosechas.

Se efectuaron siete cortes para el suelo serie Chiquimala y diez en el suelo serie Chicaj, en forma manual con una frecuencia de dos días.

6.6 Método de Análisis de Suelo.

El análisis de suelos efectuado a las muestras fué el que sigue el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.

6.7 Método de Interpretación Gráfico-estadístico.

La metodología de interpretación de resultados, específicamente rendimiento por tratamiento, es de acuerdo a la descrita por Estrada, L. (2) y Ortiz, R (7) que en resumen es la siguiente:

1. A los 8 primeros tratamientos se les somete al procedimiento descrito por Yates (1) para determinar los efectos factoriales principales de la interacción de 2 factores. En este paso debe obtenerse el ANOVA de estos 8 tratamientos.
2. De los resultados del paso anterior se puede tener como ejemplo que solo N sea significativo por lo tanto los 8 tratamientos se reducen a 2 tratamientos con P y K a su nivel más bajo así:

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
100	80	50
150	80	50

P₂O₅ y K₂O van a su nivel más bajo estudiado dentro de -
 estos 8 tratamientos debido a que su efecto principal fue
 no significativo.

3. Hacer un ANOVA del total de tratamientos estudiados.
4. Con una DMS comparar el tratamiento 100-80-50 con el tra-
 tamiento 100-0-50 y determinar así si P₂O₅ debe entrar -
 a su nivel 80 Kg/Ha ó 0 Kg/Ha en el estudio económico.
 Lo mismo debe hacerse con el tratamiento 100-80-50 versus
 100-80-0 para el K₂O.

Si resulta que no hay diferencia significativa en las -
 comparaciones anteriores, los dos tratamientos para N -
 que fué significativo en el ejemplo del punto 2 más el -
 tratamiento 9 y 10 quedarán:

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
50	0	0
100	0	0
150	0	0
200	0	0

5. Estos tratamientos se grafican y se obtiene el triángulo
 de relación inversa producto-insumo y con un juego de es-
 cuadras se proyecta la pendiente del mismo y en el punto

donde está sea tangente a la curva definida para Nitrógeno no se obtendrá la dosis óptima económica para capital limitado (DOECI).

6. Para estimar la DOECL (dosis óptima económica de capital limitado) a los tratamientos descritos en el punto 4, auxiliándose con el rendimiento del testigo obténgase un incremento en rendimiento que se codificará Δy que es la diferencia en rendimiento y el testigo. Calcúlese los costos variables por tratamiento (CV). Luego calcúlese el incremento en ingreso neto (ΔIN) dado por la función $\Delta IN = y \Delta Y - CV$ en donde: y = valor de 1 kilogramo de producto; ΔY , incremento en rendimiento y CV = costo variable; finalmente obténgase la relación $\Delta IN/CV$ que determinará la tasa de retorno a capital y el tratamiento que presenta la máxima definirá la DOECL.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Del Análisis de Suelo

Con el propósito de conocer el estado de fertilidad natural de los suelos involucrados en este estudio, se procedió a hacer un muestreo de los mismos para ser enviados al Laboratorio de suelos de ICTA para su análisis correspondiente.

Los resultados de este análisis se reporta en el cuadro 2.

Cuadro No. 2

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE SUELOS REALIZADOS A LAS MUESTRAS
DE LOS SUELOS ESTUDIADOS

Serie de suelos	ugr/ml			meq/100 ml de suelo	
	pH	P	K	Ca	Mg
Chicaj	6.9	38	178	16	3.5
Chiquimula	6.4	6.6	128	6.12	2.9

En este cuadro, se puede observar que ambos suelos tienen un pH ligeramente ácido(6) y que en cuanto a su contenido de Fósforo disponible, de acuerdo al nivel crítico de 15 ugr/ml establecido pro el Laboratorio de Suelos de ICTA, se puede inferir que en el suelo serie Chicaj, está por arriba de dicho nivel crítico y por lo tanto, no es necesario la adición de este elemento en un pro-

grama de fertilización.

El contenido de Fósforo disponible presente en el suelo serie Chi__
quimula, se encuentra por debajo del nivel crítico mencionado por
lo que este elemento debe ser involucrado en programas de fertili__
zación a realizar en dicho suelo.

En relación a Potasio (K) mabos suelos presentan contenidos del mis__
mo que están por arriba del nivel crítico establecido por el Labo__
ratorio de suelos del ICTA y que para este caso en particular, es
de 125 ugrs/ml, lo cual permite inferir que dicho elemento no de__
be ser incluido en los programas de fertilización para dichos sue__
los.

El Calcio y el Magnesio, se encuentran en ambos suelos presentan__
do una relación Ca/Mg adecuada, por lo que es de esperarse que di__
chos elementos no sean limitantes en el proceso de desarrollo ve__
getativo y productivo del cultivo del melón.

7.2 De los Rendimientos

En el Cuadro No. 3 se presentan los rendimientos promedios obte__
nidos por tratamiento en cada serie de suelos estudiados y que
sirbieron de base para realizar los analisis de Varianza para de__
terminar significancias, cuyos resultados se presentan en los cua__
dros No. 4 y 5 respectivamente.

Cuadro No. 3

RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE MELON POR TRATAMIENTOS Y SERIES DE SUE-
LOS ESTUDIADOS, EXPRESADOS EN TONELADAS METRICAS POR HECTAREA.

Tratamientos Kgs/Ha.	Series de suelos	
	Chicaj	Chiquimula
1. 100 - 80 - 50	23.74	7.97
2. 100 - 80 - 100	24.74	7.73
3. 100 - 160 - 50	26.55	7.41
4. 100 - 160 - 100	25.28	6.33
5. 150 - 80 - 50	26.05	6.61
6. 150 - 80 - 100	25.80	7.58
7. 150 - 160 - 50	23.82	6.44
8. 150 - 160 - 100	22.75	6.67
9. 50 - 80 - 50	24.42	7.18
10. 200 - 160 - 100	25.20	7.31
11. 100 - 00 - 50	19.18	5.20
12. 150 - 240 - 100	27.53	8.10
13. 100 - 80 - 00	25.41	6.39
14. 150 - 160 - 150	26.59	7.94
15. 00 - 00 - 00	15.24	4.90
\bar{X} _____	24.15	6.92
DMS _____	3.69	1.32
CV _____	17.10 %	18.56 %

En el Cuadro No. 3 se puede observar que de acuerdo al promedio general de cada suelo, el suelo Chicaj presenta rendimientos superiores a los obtenidos en el suelo Chiquimula debido especialmente a que este suelo Chicaj tiene una textura arcillosa, que lo hace tener una mayor capacidad de retención de humedad en relación a la textura franco arenosa que presenta el suelo serie Chiquimula. Si se considera éste aspecto y que los riegos fueron aplicados con un intervalo de 8 días, se puede deducir que esa diferencia en rendimiento se debe especialmente a humedad deficiente en el suelo serie Chiquimula que no permitió un normal flujo de masas y el proceso de difusión de nutrimentos (21). Los Coeficientes de Variación reportados se encuentran entre los permisibles en este tipo de trabajos investigativos.

En el Cuadro No. 4 se observa que a una probabilidad de cometer error tipo I de 0.10, se obtuvo significancia entre repeticiones cuando se analizaron los tratamientos 1 al 15 (en total). Esto nos permite inferir que el haber usado el diseño de Bloques al azar, permitió controlar gradientes de fertilidad, pendiente y riegos que pudieran afectar a los tratamientos. Por otra parte, se observa significancia entre tratamientos, lo cual se puede comprobar al comparar los rendimientos de los tratamientos número 11; 1; 3, reportados en el cuadro No.3 y que de acuerdo a la DMS estimada, muestran claramente la respuesta a Fósforo, así como una respuesta de todos los tratamientos en relación al tratamiento testigo.

En el mismo Cuadro No4, se puede notar que al analizar los tratamientos 1 al 8, los efectos de repeticiones y tratamientos son no significativos a una probabilidad de cometer error tipo I de 0.10. Sin embargo, siendo estos tratamientos, los que provienen del 2^n de la Matriz de tratamientos utilizados, es necesario someterlos a la Técnica de Yates (2) la cual puede determinar significancia en los efectos factoriales pues en un diseño 2^n existe lo que se conoce como repetición escondida. En el Cuadro No. 5, se observa que hubo significancia a una probabilidad de cometer error tipo I de 0.10, únicamente en la variable tratamientos en el análisis realizado a los tratamientos 1 al 15 y no significancia para todas las variables consideradas para el análisis de los tratamientos 1 al 8. El hecho de no tener significancia en repeticiones, muestra que para este caso, el haber usado un diseño de bloques al azar, no fue efectivo pues el suelo presentó homogeneidad, lo cual indica que pudo haberse utilizado un diseño que no contemplara Bloques como lo es el Irrestrictamente al azar.

La significancia entre tratamientos, se comprueba al observar los rendimientos del suelo serie Chiquimula, que se presentan en el Cuadro No. 3, especialmente los de los tratamientos que corresponden a los números 11; 1; 3, que muestran claramente la respuesta a Fósforo y en general, los rendimientos de los tratamientos número 1;14 son superiores al testigo (tratamiento No. 15) y por lo tanto, significativos según la D M S estimada y que se reporta en el mismo cuadro No. 3 .

Cuadro No. 4

Análisis de varianza realizado a los rendimientos observados en suelos serie Chicaj para tratamientos del 1 al 15 y tratamientos del 1 al 8 de los cuales el CMe será usado para cálculos posteriores.

Fuente de Variacion	Tratamientos del 1 al 15					Tratamientos del 1 al 8				
	G1	S C	C M	Fc	Sig.	G1	S C	C M	Fc	Sig
Total	59	1401.686				31	546.316			
Repetición	3	123.89	41.29	2.41	*	3	63.165	21.055	1.01	NS
Tratamiento	14	560.655	40.046	2.34	*	7	48.564	6.937	0.35	NS
Error	42	717.141	17.074			21	434.585	20.694		

* Sgnificativo a un nivel de probabilidad de cometer error tipo I de .10

N S No significativo.

Cuadro No. 5

Análisis de varianza realizado a los rendimientos observados en el suelo serie Chiquimula para tratamientos del 1 al 15 y tratamientos del 1 al 8 de los cuales el CMe será usado para cálculos posteriores.

Fuente de variación	Tratamientos del 1 al 15					Tratamientos del 1 al 8				
	G1	S C	C M	Fc	Sig	G1	S C	C M	Fc	Sig
Total	44	88.058				23	47.51			
Repetición	2	3.549	1.774	1.10	NS	2	2.92	1.46	0.57	NS
Tratamiento	14	39.399	2.81	1.75	*	7	8.83	1.26	0.49	NS
Error	28	45.110	1.61			14	35.76	2.55		

* Significativo a un nivel de probabilidad de cometer error tipo I de 0.10

NS No significativo.

7.3 De los Efectos Factoriales Determinados mediante la Técnica de Yates (2).

La significancia de los efectos factoriales principales de N-P-K la interacción de dos y tres de ellos respectivamente, se determinaron sometiendo a la técnica descrita por Yates(2) para un 2^n y que en su orden corresponden a los numerados del 1 al 8 en la matriz de tratamientos usados.

Los resultados de este análisis, se presentan en el Cuadro No.6 en este Cuadro se puede observar que el efecto mínimo significativo (EMS) estimado a una probabilidad de cometer error tipo I de 0.10, en ambos suelos, es superior a los efectos factoriales medios que se reportan.

Lo anterior, hace que los efectos factoriales principales de N-P y K así como de la interacción de dos y tres de ellos sean estadísticamente no significativos, por lo tanto, de acuerdo a la metodología seguida, los 8 tratamientos del 2^n se reducen a un punto que para el suelo Chicaj es definido por 100 - 80 - 50 (N - P₂₀₅ - K₂₀) con un rendimiento promedio de 24.844 toneladas por hectárea y para el suelo serie Chiquimula, por el tratamiento 100 - 80 - 50 (N - P₂₀₅ - K₂₀) con un rendimiento promedio de 7.09 toneladas por hectárea.

Cuadro No. 6

Resultados de aplicar la Técnica de Yates (2) a los tratamientos 1 al 8 de la Matriz estudiada para ambos suelos y que dan lugar a un 2ⁿ

No.	Tratamientos			Codigo Yates	Suelo Serie Chicaj			Suelo Serie Chiquimula		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		E F M	E M S (.10)	Sig.	E F M	E M S (.10)	Sig.
1	100	80	50	(1)	24.844			7.09		
2	100	80	100	(k)	-0.397	2.77	NS	-0.03	1.14	NS
3	100	160	50	(p)	-0.481	"	NS	-0.759	"	NS
4	100	160	100	(kp)	-0.769	"	NS	-0.394	"	NS
5	150	80	50	(N)	-0.471	"	NS	-0.537	"	NS
6	150	80	100	(NK)	-0.262	"	NS	0.634	"	NS
7	150	160	50	(NP)	2.159	"	NS	0.217	"	NS
8	150	160	100	(NPK)	0.365	"	NS	0.02	"	NS

7.4 Del Contenido de Azúcares por Tratamiento

En el cuadro No. 7 se presentan los contenidos promedios de azúcares totales por tratamiento y la transformación a la raíz cuadrada de los mismos para ser interpretados estadísticamente, consignándose los resultados obtenidos a través de un análisis de varianza en el Cuadro No. 8.

En el Cuadro No. 7 se puede observar que el suelo serie Chicaj en todos sus tratamientos presenta contenido de azúcares totales por encima del mínimo aceptable (10 % grados Brix) con excepción del tratamiento No.5 que corresponde a los niveles de 150 - 80 - 50 de N - P - K respectivamente el cual se considera que debido a su alto contenido de nitrógeno y bajo en fósforo y potasio presentó baja conversión a azúcares por parte de la planta. El testigo absoluto debido a su precario contenido de los nutrimentos su conversión a azúcares fué bajo.

El suelo serie Chiquimula no presentó ninguna variación significativa de dulzura en los diferentes tratamientos pero si se puede decir que el porcentaje de azúcares totales estuvo bajo en la mayoría de tratamientos por lo que se estima que la frecuencia en el riego o la ausencia de humedad adecuada, incidió en forma determinante en el contenido de azúcares totales del ensayo.

En el Cuadro No. 8 se observa que el suelo serie Chicaj muestra diferencia significativa en tratamientos lo cual nos obliga a determinar la DMS para hacer las respectivas comparaciones. En el suelo serie Chiquimula No hay diferencia estadísticamente significativa para tratamientos. Ambos suelos presentaron significancia en cuanto a repeticiones.

Cuadro No. 7

Contenidos de Azúcares por Tratamiento

No.	Tratamiento	Suelo Serie Chicaj		Suelo Serie Chiquimula	
		$\bar{X}\%$	Trans. $\sqrt{\bar{X}}$	$\bar{X}\%$	Trans. $\sqrt{\bar{X}}$
1	100-80-50	11.0	3.316	9.4	3.063
2	100-80-100	10.1	3.178	10.7	3.269
3	100-160-50	10.3	3.209	9.0	3.000
4	100-160-100	10.4	3.224	9.8	3.125
5	150-80-50	9.3	3.049	9.5	3.062
6	150-80-100	10.5	3.240	9.7	3.113
7	150-160-50	10.4	3.224	10.4	3.220
8	150-160-100	10.6	3.255	10.1	3.176
9	50-80-50	10.1	3.178	9.9	3.147
10	200-160-100	10.2	3.193	11.1	3.325
11	100-0-50	10.1	3.178	7.4	2.900
12	150-240-100	10.7	3.271	10.2	3.188
13	100-80-00	10.9	3.301	9.7	3.102
14	150-160-150	10.7	3.271	10.0	3.170
15	00-00-00	9.0	3.000	9.6	3.103
	\bar{X}	10.29		9.77	
	DMS		0.139		0.22

Cuadro No. 8

Analisis de Varianza del contenido de Azúcares Totales

Fuente de Variación	Suelo Serie Chica					Suelo Serie Chiquimula				
	G1	S C	C M	Fc	Sig.	G1	S C	CM	Fc	Sig.
Total	149	8.652				104	7.349			
Repetición	9	0.965	0.107	2.9	*	6	1.176	0.196	3.18	*
Tratamiento	14	3.108	0.220	6.11	*	14	0.992	0.070	1.15	NS
Error	126	4.579	0.036			84	5.180	0.061		

* Significativo al 10 % de probabilidad de cometer error tipo I

NS No significativo al 10 % de probabilidad de cometer error tipo I

7.5 De la Dosis Óptima Económica con Capital Ilimitado (DOECI)

De acuerdo a Ortiz (16) para poder determinar la Dosis Óptima económica con capital ilimitado, es necesario establecer si los efectos factoriales de N - P - K que no fueron significativos en el cuadro No. 6 siguen siéndolo en todo su espacio de exploración.

El mismo autor indica que la operación anterior se puede realizar através de una diferencia mínima significativa (DMS) definida por la formula:

$$DMS = t_{.10}(gle) S^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)$$

De donde $t_{.10}$ es la t de Student a un $\alpha = 0.10$ y los grados de libertad del error experimental del análisis de varianza de los tratamientos del 1 al 15 reportados en los cuadros No. 4 y 5 respectivamente para cada suelo estudiado.

S^2 = Es el cuadrado medio del error experimental del análisis de varianza de los tratamientos del 1 al 15, reportados en los cuadros No. 4 y 5.

n_1 = Número de observaciones de los tratamientos a comparar con el promedio del 2ⁿ

n_2 = Número de observaciones que dan lugar al promedio del 2ⁿ

La estimación de la diferencia mínima significativa para el suelo serie Chicaj de 3.69 Ton/Ha. y para el suelo serie Chiquimula fué estimada en 1.32 Ton/Ha.

Con estos valores obtenidos en la DMS se procede a comparar las medias de los tratamientos involucrados y cuyos resultados se presentan en el cuadro No. 9.

Cuadro No. 9

Resultados de la Comparación mediante la diferencia mínima significativa DMS, de los rendimientos promedios del tratamiento promedio del 2ⁿ y las prolongaciones para N - P - K estudiadas para los suelos Chicaj y Chiquimula.

Tratamientos	Suelo Serie Chicaj			Suelo Serie Chiquimula		
	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	DMS	Sig.	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	DMS	Sig.
100-80-50 vs 50-80-50	0.42	3.69	NS	0.09	1.319	NS
100-80-50 " 200-80-50	0.36	"	NS	0.22	"	NS
100-80-50 " 100-0-50	5.65	"	*	1.80	"	*
100-80-50 " 100-240-50	2.68	"	NS	1.01	"	NS
100-80-50 " 100-80-00	0.57	"	NS	0.70	"	NS
100-80-50 " 100-80-150	1.75	"	NS	0.85	"	NS

* Significativo al 10% de probabilidad de cometer error tipo I
 NS No significativo al 10% de probabilidad de cometer error tipo I

Puesto que en ambos suelos se estudiarón los mismos espacios de exploración para N - P - K, las comparaciones anteriores serán válidas para dichos suelos respectivamente.

Las comparaciones mostradas en el cuadro No. 9 determinan que en ambos suelos el elemento fósforo es el único que presenta significancia dentro de su espacio de exploración estudiado, observándose dicha significancia contra el valor cero de aplicación de este elemento nutritivo a un nivel constante de 100 kilogramos de nitrógeno y 50 kilogramos de Potasio por hectárea, y aplicaciones mayores de 80 kilogramos de fósforo por hectárea resulta ser no significativo estadísticamente, aunque se aumente también uno de los otros elementos.

En base a lo anterior, la Dosis Óptima Económica con Capital Ilimitado para el suelo serie Chicaj y el suelo serie Chiquimula se determina de la siguiente manera:

Nitrogeno

Puesto que este nutrimento fué no significativo en todo su espacio de exploración, su nivel de aplicación está determinado por el mínimo estudiado, que equivale a 50 kilogramos de Nitrógeno por hectárea para ambos suelos. Sin embargo, la experiencia del Programa de Hortalizas de ICTA, indica que el nivel de aplicación debe ser de 110 kilogramos de Nitrógeno por hectárea(8,9). Observando el cuadro No. 7 se nota que al incrementar el contenido de Nitrógeno a 100 kilogramos por hectárea hay un aumento en la dulzura equivalente a 0.9 Grados Brix lo cual nos muestra la influencia del Nitrógeno cuando los otros elementos permanecen en igual concentración pero a niveles bajos. De igual manera, al incremen_

tar el Nitrógeno a 150 kilogramos la respuesta es negativa bajando el contenido de azúcares. Así mismo al observar el comportamiento de la dulzura con relación al Nitrógeno, permaneciendo fijos los niveles de Fósforo (160 kilogramos de P_2O_5 /Ha.) y Potasio (100 kilogramos de K_2O /Ha.) en altas dosis, se da un aumento mínimo de dulzura, de 0.2 grados Brix al incrementar de 100 a 150 kilogramos de Nitrógeno, sufriendo un decremento al nivel de 200 kilogramos por hectarea.

Según Suelos(*) esta aplicación debe ser de 122 kilogramos de Nitrógeno por hectárea. Considerando lo anterior y que el rendimiento promedio es de 24.15 toneladas métricas por hectárea para el suelo serie Chicaj, lo cual se considera un rendimiento alto, agronómicamente se puede estimar que la aplicación de 50 kilogramos de Nitrógeno por hectárea es un nivel bajo en proporción al rendimiento observado, por lo que la dosis de aplicación para este suelo se puede determinar por el promedio de lo observado y lo recomendado por el programa de Hortalizas de ICTA en 80 kilogramos de Nitrógeno por hectárea.

Para el suelo serie Chiquimula, el nivel de aplicación de Nitrógeno debe ser de 50 kilogramos por hectárea, el cual se considera agronómicamente adecuado para el rendimiento promedio obtenido de 6.92 toneladas métricas por Hectárea, considerandose un rendimiento bajo en relación con el promedio esperado. En este mismo suelo, el contenido de dulzura es bajo, no llenando el requerimiento mínimo esperado cuando las dosis de Fósforo y Potasio permanecen a niveles bajos y se juega con los niveles de Nitrógeno. Cuando se incrementaron los niveles de Fósforo y Po-

*Recomendación basada en los resultados del Análisis de Suelos.

tasio a altas concentraciones jugándose con el elemento Nitrógeno en los niveles de 100; 150; 200 kilogramos por hectárea, se observó un incremento en dulzura el cual a pesar de llegar a niveles aceptables no es estadísticamente significativo al igual que la producción.

Este nivel de Nitrógeno de 50 kilogramos por hectárea, es coincidente con las dosis que reporta Fersini(7) y Mortensen y Bullard(14) mientras que difiere grandemente en relación a la dosis óptima con capital limitado (DOECI) que el Programa de Hortalizas (9) y manejo de Suelos(*) ambos de ICTA reportan como adecuados para un rendimiento superior a 20 toneladas métricas por hectárea de melón.

Fosforo

En ambos suelos estudiados, la dosis óptima económica con capital limitado para este nutrimento se determinó en 80 kilogramos de P_2O_5 por hectárea pues de acuerdo a las comparaciones reportadas en el cuadro No. 9 aplicaciones mayores a esta dosis no tienen un efecto significativo sobre el rendimiento del melón.

Observando en el cuadro No. 7 el contenido de azúcares totales al permanecer a niveles bajos el Nitrógeno y Potasio los mejores porcentajes de dulzura se obtienen cuando el Fósforo alcanza el nivel de 80 kilogramos por hectárea.

A altas dosis de Nitrógeno y Potasio y con dosis de Fósforo de 80; 160 y 240 el porcentaje de dulzura sufre un incremento mínimo que resulta no significativo.

Esto viene a conformar lo anteriormente considerado, además esta dosis óptima de P_2O_5 es concordante con el nivel de aplicación que de este

nutrimento reporta el Programa de manejo de Suelos de ICTA(*) mientras que difiere grandemente del nivel de aplicación sugerido por el Programa de Hortalizas de ICTA(9) y por Mortensen y Bullard(14). Sin embargo, las dosis reportadas por estos últimos son de 155 kilogramos y 140 de P_2O_5 respectivamente por hectárea, que se encuentran dentro del espacio de exploración estudiado para Fósforo en este trabajo y que de acuerdo a la discusión al respecto, son dosis mayores a 80 kilogramos de P_2O_5 por hectárea habiendo sido establecido que no tienen efecto significativo sobre el rendimiento y la dulzura del melón.

Por otra parte, de acuerdo al análisis de suelos reportado en el cuadro No. 2 en el caso del suelo serie Chiquimula, era de esperarse una respuesta a las aplicaciones de este nutrimento por estar su contenido asimilable por debajo del nivel crítico establecido (*) y por el contrario en el caso del suelo serie Chicaj cuyo contenido de P_2O_5 asimilable, estuvo por arriba del nivel crítico establecido(*). La respuesta observada en el caso del suelo serie Chicaj puede deberse al tipo de solución extractora usada para analizar ambos suelos y que corresponde a la conocida como de Carolina del Norte(21) que está constituida por HCl 0.05 + H_2SO_4 0.025 N y fué diseñada para suelos ácidos sin Carbonatos de Calcio libres, lo cual es todo lo contrario de los suelos estudiados, que están situados en un clima semi-árido donde predomina la condición de pH ligeramente alcalinos, hasta situaciones de pH 9 o más, en donde ya se observa la presencia de sales y de Sodio especialmente.

* Recomendaciones del Programa de manejo de suelos de ICTA, recomendaciones en base a los resultados del análisis de suelos.

Potasio

Al observar los contenidos nativos de K existentes en los suelos estudiados, los cuales se muestran en el cuadro No.2 se puede considerar que el mismo se encuentra por arriba del nivel crítico establecido por el Laboratorio de Suelos de ICTA y que es de 125 microgramos/ml. Esta condición, induce a definir que este nutrimento no debe ser aplicado en un programa de Fertilización.

Lo anterior se comprueba al observar en el cuadro No. 3 mediante la comparación de los tratamientos numero 13; 1; 2 y 7; 8; 14, que corresponden a los tratamientos con 00; 50; 100 kilogramos de K_2O por hectárea acompañado de 100 kilogramos de Nitrógeno y 80 kilogramos de P_2O_5 y 50; 100; 150 kilogramos de K_2O por hectárea acompañados de 150 kilogramos de Nitrogeno y 160 kilogramos de P_2O_5 por hectarea, respectivamente que su efecto sobre el rendimiento fué estadísticamente no significativo a un nivel de probabilidad de cometer error tipo I de 10 % para ambos suelos.

Por otra parte, en el cuadro No. 7 donde se reportan los contenidos de azúcares totales, al hacer la comparación de los mismos tratamientos, se observa que Potasio tuvo un efecto no significativo sobre este contenido de azúcares, al mismo nivel de probabilidad.

Lo descrito, muestra claramente que el nutrimento Potasio, no debe ser incluido en un Programa de Fertilización, que sea diseñado tanto para capital ilimitado, como para capital limitado bajo las condiciones de suelos serie Chicaj y Chiquimula.

7.6 De la Dosis Optima Económica con Capital Limitado (DOECL).

Para determinar la DOECL se incluye el tratamiento promedio del 2ⁿ involucrado en la Matriz estudiada y que corresponde a 50 - 80 - 50 kilogramos por hectárea de N - P₂O₅ - K₂O respectivamente.

Por otra parte, de acuerdo a las comparaciones realizadas en el Cuadro No. 9 se definió que la prolongación que presentó significancia estadística, fué la correspondiente a 100 - 00 - 50 kilogramos por hectárea de N - P₂O₅ - K₂O la cual fué modificada a 50 - 0 - 0 en función a lo discutido en el inciso 2.5 para los nutrimentos Nitrogeno y Potasio y que de acuerdo a la metodología de interpretación seguida, son los únicos tratamientos a involucrarse además del testigo (0 - 0 - 0) para obtener dicha DOECL. Los resultados de esta DOECL se muestran en el cuadro No. 10, en el cual se observa que para el suelo serie Chicaj la dosis óptima económica con capital limitado se define en 50 - 0 - 0 kilogramos de Nitrógeno por hectárea pues la que presenta la mayor tasa de retorno a capital. Sin embargo, al observar la respuesta al Fósforo en rendimiento y en contenido de azúcares totales para dicho suelo y que la diferencia en cuanto a retorno a capital es relativamente mínimo (15.99 - 14.96 = 1.07) se determina la dosis de 50 kilogramos de Nitrógeno y 80 kilogramos de P₂O₅ por hectárea, con un retorno a capital de \$14.92.

En el caso del suelo serie Chiquimula, de acuerdo a la tasa de retorno a capital de 2.64 se determina que la dosis óptima económica con capital limitado es de 50 kilogramos de Nitrógeno y 80 kilogramos de Fósforo por hectárea.

Cuadro No. 10

Determinacion de la DOECL para las condiciones de los
Suelos estudiados.

Tratamiento	Suelo serie Chicaj					Suelo Serie Chiquimula				
	Y	CV	AY	AIN	AIN/CV	Y	CV	AY	AIN	AIN/CV
50-80-0	24.844	66.3	9.59	989.15	14.92	7.096	66.3	2.19	175.26	2.64 *
50-0-0	19.189	25.5	3.94	407.90	15.99 *	5.206	25.5	0.31	8.16	0.32
0 - 0 - 0	15.249					4.900				

VIII. CONCLUSIONES

En base a lo discutido en el capítulo correspondiente y de acuerdo a las condiciones que prevalecieron en el presente estudio, se puede concluir lo siguiente:

- 1.- En el suelo Chicaj y en el suelo serie Chiquimula el nitrógeno y el fósforo son nutrimentos limitantes para el rendimiento del melón, no así el nutrimento Potasio. Lo anterior permite rechazar parcialmente la hipótesis planteada al respecto.
- 2.- De la segunda hipótesis se puede concluir que el tipo de suelo fué determinante para la respuesta del melón a N - P - K, en función de los rendimientos observados, por lo tanto no se rechaza la hipótesis planteada.
- 3.- La tercera hipótesis no se rechaza, quedando las DOECI y DOECL de la siguiente manera:

Serie de suelo	DOECI en Kg/ha. N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	DOECL en Kg/ha. N - P ₂ O ₅ - K ₂ O
Chicaj	80 - 80 - 00	50 - 80 - 00
Chiquimula	50 - 80 - 00	50 - 80 - 00

- 4.- Las DOECL y DOECI deben considerarse preliminares y de primera aproximación para las condiciones de los suelos estudiados.

5.- Se recomienda que este tipo de estudio se realice considerando cada Serie de Suelos existentes en el Valle de la Fragua y se intensifique para las series comprendidas en el presente estudio.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. CASSERES, E. Producción de hortalizas. Lima Perú,
Editorial IICA, 1965. pp 210-240.
2. COCHRAN, W. C. y COX, G. M. Diseños experimentales.
México, Editorial Trillas, 1974. 661 p.
3. DE LEON, R. Evaluación de dos fungicidas para el
control de mildew polvoriento (*Erysiphe cichonacearum* DC) en melón. Guatemala, Facultad de
Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala,
1977. 45 p. (Tesis Ing. Agr.)
4. ESTRADA L., A. El agrosistema, un método práctico y
preciso para diseñar tecnología de producción
para el cultivo del maíz bajo condiciones de
temporal en la parte sur del estado de Tlaxcala.
México, Colegio de Posgraduados. ENA (Chapingo),
1977. 149 p. (Tesis Ms. Sc.)
5. FAO-INDECA-GUATEXPRO. Proyecto de promoción de ex-
portaciones de frutas hortalizas de clima cálido.
Parte II. Estudio de la producción y comercialización
del melón. Guatemala, FAO-INDECA-GUATEXPRO,
1974. 45 p.

6. FASSBENDER, H. W. Química de suelos con énfasis en
suelos de América Latina. Turrialba, C. R. IICA-
OEA, 1977. 389 p.
7. FERSINI, A. Horticultura práctica. 2a. Ed. México,
Editorial DIANA, 1976. 527 p.
8. GUATEMALA, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.
El cultivo del melón. Guatemala ICTA, 1978. 12 p.
(Mimeografiado).
9. - - - - - . Programa de producción de hortalizas,
1975-1976. Guatemala, ICTA. 1977. pp. 65-70.
(Mimeografiado).
10. - - - - - , Observatorio Nacional. Datos Climatoló-
gicos del Valle de la Fragua, Zacapa. Guatemala, Ob-
servatorio Nacional, 's.p.c.' 's.f.'
11. HOLDRIDGE, L. R. Mapa de zonificación ecológica de Gua-
temala, según sus formaciones vegetales. Guatemala,
Ministerio de Agricultura. Serie A Guatemala, 1958.
10 p.
12. MENESES, J. WILTBANK, W. Pruebas de rendimiento de va-
riedades de melón en la granja experimental Socorri-
to. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura
'y' Servicio Técnico Interamericano de Cooperación
Agrícola, 1962. 8p. (Mimeografiado).

13. MERRIL, C.W. 'et al'. Producción y mercadeo de hortalizas en Guatemala. México, Agencia Internacional para el Desarrollo, AID, 1971. 179 p.
14. MORTENSEN E. Y BULLAR, D.E. Horticultura tropical y sub_tropical, México, Ed. Pax.M., 1968. 182 p.
15. OROZCO B., O. L. Proyecto para la exportación de pepinos de ensalada y melones tipo Cantaloupe del Nor-Oriente de Guatemala. Guatemala, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1970. 145 p. (Tesis Ing. Agr.).
16. ORTIZ, D. H. R. Aplicación práctica del enfoque de agrosistemas para estratificar diferentes condiciones de producción de cultivos con el objeto de diseñar recomendaciones para la aplicación de fertilizantes químicos y estiércoles al maíz de temporal en Totonicapán, Guatemala. México, Colegio de Posgraduados, ENA (Chapingo), 1977. 149 p. (Tesis Ms. Sc.)
17. SIMMONS, C. S., TARANO, J.M., PINTO J.H. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Educacion Publica, Ed. "José de Pineda Ibarra" 'y' Ministerio de Agricultura, IAN-SCIDA, 1959. 1000 p.
18. SIMMONS, C.S., TARANO, J.M. Reconocimiento de los suelos de los Llanos de la Fragua, Zacapa. Guatemala, Ministerio de Agricultura, IAN, 1962. 18 p.

19. STEEL R. G. & TORRIE J. H. Principles and procedures of Statistics. New York, Mc. Graw-Hill Book Company, 1960. 481 p.
20. TISCORNIA J. Hortalizas de fruto. Argentina, Ed. Albatros, 1976. 580 p.
21. TISDALE, S. L. & NELSON W. L. Soil fertility and fertilizers. 3a. Ed. New York, Macmillan Publishing C. Inc., 1975, 694 p.
22. TURRENT, A. y LAIRD R. J. 1975. Magrices plan puebla. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de suelos. En: Agrociencia (Chapingo) (19): 117-143.

Uc Bo


PALMIRA R. DE QUAN
JEFE CENTRO DE DOCUMENTACION
E INFORMACION AGRICOLA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

IMPRIMASE:

ING. AGR. RODOLFO ESTRADA G.
D E C A N O

