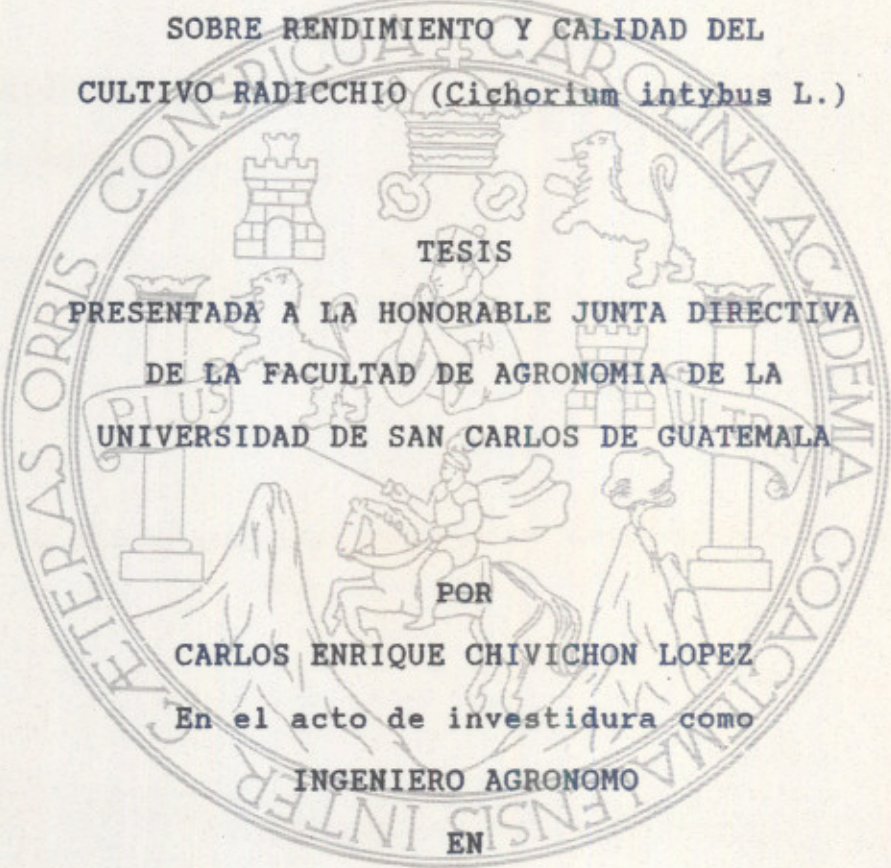


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACION AGRONOMICAS

EVALUACION DE TRES DOSIS DE  
METALOSATOS MULTIMINERALES  
SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL  
CULTIVO RADICCHIO (*Cichorium intybus* L.)



TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR  
CARLOS ENRIQUE CHIVICHON LOPEZ  
En el acto de investidura como  
INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, Noviembre, de 1993

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACION AGRONOMICAS

EVALUACION DE TRES DOSIS DE  
METALOSATOS MULTIMINERALES  
SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL  
CULTIVO RADICCHIO (*Cichorium latifolius* L.)

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

CARLOS ENRIQUE CHIVICHON LOPEZ  
En el acto de investidura como  
INGENIERO AGRONOMO

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, Noviembre, de 1983

IMPRESO EN LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

PL  
01  
T(1453)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. LUIS ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Efrain Medina Guerra
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Maynor Estrada R.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL TERCERO	Ing. agr. Carlos Mota de paz
VOCAL CUARTO	Br. Miltón Abel Sandoval Guerra
VOCAL QUINTO	P.Agr. Gerardo de León M.
SECRETARIO	Ing. Agr. Marco R. Estrada Muy



Guatemala,  
12 de Noviembre de 1993

Honorable Junta directiva  
Honorable Tribunal examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente.

Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE TRES DOSIS DE  
METALOSATOS MULTIMINERALES  
SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL  
CULTIVO RADICCHIO (Cichorium intybus L.)

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en sistemas de producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Se suscribe de ustedes,

atentamente:



CARLOS ENRIQUE CHIVICHON LOPEZ  
CARNET: 8112074



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Gracias por sus multiples favores inmerecidos

A MI ESPOSA

María Margarita Castellanos Chacón

A MIS HIJOS

Carlos Rafael y Rossmery Margarita

A MIS PADRES

Jorge Chivichón García

Delia Alicia López Castellanos

A MIS HERMANOS

María Elena, Julian Salvador, Juan Arturo

Elvira, Mauricio, Eugenia y

María Del Carmen.

A MI FAMILIA

Chacón Avila, Montenegro Chacón,

Escobar Chacón, Chacón Alvarez,

Miranda Chivichón, Solís Chivichón,

Hernández Chivichón.





TESIS QUE DEDICO

A            Mi patria Guatemala

A            Mi ciudad natal, Antigua Guatemala

A            Los centros de Enseñanza:  
             Instituto Mixto Nocturno para Obreros  
             Instituto Técnico de Agricultura

A            La Universidad de San Carlos de Guatemala

A            La Facultad de Agronomía de la USAC.

A            Mis compañeros de Estudio

A            Todos los Peritos Agrónomos de Guatemala.

A            Los Agricultores del Altiplano Central de  
             Guatemala.



## AGRADECIMIENTOS

A

Mis asesores:

Ingeniero Agrónomo Carlos Fernández

Ingeniero Agrónomo Victor Hugo Gonzáles

Ingeniero Agrónomo Felipe Gerónimo

Ingeniero Agrónomo Roberto Izaguirre.

Por su brillante asesoría durante todo el proceso de la Investigación.

A

Ingeniero Agrónomo Salvador Chivichón López

Por guiarme en el camino correcto durante toda mi preparación profesional y brindarme todo su apoyo incondicional para alcanzar mis metas.

A

Todas aquellas empresas dedicadas a la exportación de productos no tradicionales, que de una u otra forma colaborarán para el desarrollo de la presente investigación .



# C O N T E N I D O

1

	Pagina
INDICE GENERAL . . . . .	i
INDICE DE FIGURAS EN EL TEXTO . . . . .	iii
INDICE DE FIGURAS EN EL APENDICE . . . . .	iv
INDICE DE CUADROS EN EL TEXTO . . . . .	v
INDICE DE CUADROS EN EL APENDICE. . . . .	v
RESUMEN . . . . .	ix
I. INTRODUCCION . . . . .	1
II. DEFINICION DEL PROBLEMA . . . . .	3
III. JUSTIFICACION . . . . .	4
IV. MARCO TEORICO . . . . .	5
4.1. Marco Conceptual . . . . .	5
4.1.1. Antecedentes y estudios previos . . . . .	5
4.1.2. Biosíntesis de proteína . . . . .	7
4.1.3. Raciocinio para Metalosatos en cultivos tropicales . . . . .	16
4.1.4. Absorción de Micronutrientes en las plantas . . . . .	18
4.1.5. Quelados Aminoácidos en la nutrición de la planta . . . . .	24
4.2. Marco Referencial . . . . .	29
4.2.1. Descripción del Area Experimental . . . . .	29
4.2.2. Generalidades del Cultivo . . . . .	30
4.2.3. Descripción del Producto a Utilizar . . . . .	32
V. OBJETIVOS . . . . .	35

INDICE DE CUADROS EN EL TEXTO.

CUADRO		Pagina
1	Etapas de desarrollo y frecuencias de Aplicación . . . . .	38
2	Descripción de los tratamientos evaluados en el mejoramiento de rendimiento y calidad de las cabezas cortadas de Radicchio . . . . .	39
3	Resumen de los resultados obtenidos en el análisis de varianza, efectuado para todas las variables evaluadas . . . . .	61
4	Resumen de la comparación de medias de los tratamientos con todas las variables evaluadas. . . . .	62

INDICE DE CUADROS EN EL APENDICE

5 A.	Análisis de varianza del efecto de las dosificaciones con Metalosato Multimineral sobre el diámetro transversal de las cabezas en centímetros . . . . .	69
6 A.	Análisis de varianza del efecto de las dosificaciones con Metalosatos Multiminerales sobre el diámetro longitudinal de las cabezas en centímetros . . . . .	69
7 A.	Análisis de varianza del efecto de las dosificaciones con Metalosatos Multiminerales sobre el peso fresco de las cabezas en gramos . . . . .	70

## CUADRO

## Pagina

8 A.	Análisis de varianza del efecto de las dosificaciones con Metalosatos Multiminerales, sobre el rendimiento en Kg. por parcela neta . . . . .	70
9 A.	Análisis de varianza del efecto de las dosificaciones con Metalosatos Multiminerales, sobre las cabezas compactas . . . . .	71
10 A.	Análisis de varianza del efecto de las dosificaciones con Metalosatos Multiminerales sobre las cabezas bofas . . . . .	71
11 A.	Análisis de varianza del efecto de las dosificaciones con Metalosatos Multiminerales, sobre las plantas sin cabeza. . . . .	72
12 A.	Análisis de varianza del efecto de las dosificaciones con Metalosatos Multiminerales, sobre las cabezas por su coloración de primera . . . . .	72
13 A.	Análisis de varianza del efecto de las dosificaciones con Metalosatos Multiminerales, sobre las cabezas por su coloración de rechazo . . . . .	73
14 A.	Comparación de medias para diferencias entre tratamientos de la variable diámetro transversal, Método Tukey . . . . .	73

CUADRO	Pagina
15 A. Comparación de medias, variable diámetro longitudinal, Método Tukey . . . . .	74
16 A. Comparación de medias, variable peso fresco en gramos por cabeza, Método Tukey . . . . .	74
17 A. Comparación de medias, variable rendimiento en Kg por parcela neta, Método Tukey . . . . .	75
18 A. Comparación de medias, variable cabezas compactas, Método Tukey . . . . .	75
19 A. Comparación de medias, variable cabezas bofas, Método Tukey . . . . .	76
20 A. Comparación de medias, variable plantas sin cabeza, Método Tukey . . . . .	76
21 A. Comparación de medias, variable coloración de primera, Método Tukey . . . . .	77
22 A. Comparación de medias, variable coloración de rechazo, Método Tukey . . . . .	77
23 A. Costo de producción para el peso fresco de las cabezas de radicchio por hectarea con el tratamiento de máximo rendimiento . . . . .	78
24 A. Rentabilidad por hectárea de radicchio, de todos los tratamientos evaluados . . . . .	80
25 A. Resumen de los rendimientos obtenidos por tratamiento, relacionado con las cajas exportables . . . . .	80



## CUADRO

## Pagina

26 A.	Presupuesto parcial de la evaluación de tres dosis de metalosatos multiminerales . . . . .	81
27 A.	Análisis de dominancia de la evaluación de tres dosis de metalosatos multiminerales . . . . .	82
28 A.	Análisis de la tasa de retorno marginal de la evaluación de tres dosis de metalosatos multiminerales . . . . .	83
29 A.	Resultado del Análisis químico del suelo área 1A - profundidad 0-30 cm . . . . .	84
30 A.	Resultado del análisis químico del suelo área 1B - profundidad 30-60 cm . . . . .	85
31 A.	Información de la temperatura mínima en grados centígrados ( ToC ) recopilada durante el período experimental bajo condiciones de campo . . . . .	88
32 A.	Información de la temperatura máxima en grados centígrados ( ToC ) recopilada durante el período experimental bajo condiciones de campo . . . . .	89

## EVALUACION DE TRES DOSIS DE METALOSATOS MULTIMINERALES

SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO

RADICCHIO (Cichorium intybus L.)

THREE APPLICATION DOSAGES OF POLYMINERALS METALOSATOS

AND IT'S EVALUATION ON THE QUALITY AND YIELD OF

RADDICCHIO'S (Cichorium intybus L.) CULTURE

## R E S U M E N

Actualmente en Guatemala, los productos no tradicionales se expanden a gran escala, específicamente en el área del altiplano central, logrando una buena aceptación, entre otros, el cultivo de radicchio (Cichorium intybus L.)

El cultivo de radicchio con fines de exportación requiere un alto control de los siguientes parámetros de calidad, siendo estos: un tamaño adecuado de cabeza el cual oscila entre 7.6 cm a 12.7 cm de diámetro y cabezas compactas de coloración rojo purpura. Actualmente los parámetros anteriores no se han logrado superar satisfactoriamente, disminuyendo con ello el rendimiento real/ha. Debido a que existe un alto porcentaje de cabezas que no llenan los requisitos de: tamaño, compactación y color; además cierto porcentaje de plantas que no forman cabeza.

Se sabe muy poco sobre el efecto de las aplicaciones foliares de micronutrientes, principalmente con metalosatos multiminerales, los cuales en otros cultivos han incrementado el rendimiento y altura de planta, lo que hizo suponer que dichos productos podrían contribuir al mejoramiento de la calidad y rendimiento en radicchio.

En la presente investigación realizada en la Aldea la Embaulada, San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez se evaluaron tres dosificaciones de Metalosatos Multiminerales, siendo éstas, 0.35, 0.71 y 1.07 l. de producto comercial/ha. con el objetivo de determinar su efecto sobre el rendimiento y calidad en el cultivo de radicchio, utilizando para ello un diseño en bloques al azar, con cinco tratamientos y seis repeticiones.

Las variables evaluadas fueron sometidas a un análisis de varianza y por resultar los tratamientos con diferencias significativas se sometieron a una comparación de medias por el método de tukey, además se hizo un análisis económico de rentabilidad para cada tratamiento.

Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento de 1.07 l/ha. siendo éstos: para el diámetro transversal se obtuvo un promedio de 8.48 cm, diámetro longitudinal 9.69 cm, peso fresco 172.4 g/cabeza, rendimiento promedio de 6.85 Kg/parcela neta, la compactación logro un 67.45 % de cabezas compactas, el 10.93 % de cabezas bofas, 21.60 % de plantas sin cabeza, 71.34% de plantas con coloración de primera, 28.64 % coloración de rechazo y una rentabilidad de 128.18 %.

En base a los resultados anteriores se concluye que el tratamiento de 1.07 l/ha. mejora el rendimiento y calidad del Radicchio; el cual puede ser utilizado por los agricultores de la región.

## I. INTRODUCCION

El cultivo de radicchio (Cichorium intybus L.) constituye en Guatemala una alternativa rentable en un 50-60% para el agricultor de la región. Una de las ventajas más sobresalientes de este cultivo es que, en áreas que van desde 0.11ha hasta 0.23ha. su producción es posible con enormes beneficios económicos. (8) El radicchio se cultiva con fines de exportación y requiere de un alto control de calidad, esto es libre de plagas, enfermedades y los mejores parámetros en cuanto a: Tamaño, compactación, peso y color de las cabezas; al momento no se ha logrado obtener los rendimientos y la calidad que el mercado demanda y exige.

Por tal razón se ha establecido una alternativa para mejorar los rendimientos y la calidad con el uso de metalosatos multiminerales (quelatos orgánicos) en aplicaciones foliares a diferentes dosificaciones y en tres etapas de desarrollo del cultivo radicchio; tomando en consideración los trabajos efectuados en otros cultivos como caña, arroz, sorgo en donde las aplicaciones de estos productos ha dado resultados satisfactorios (6).

El producto que se aplicó "Es un compuesto orgánico biológicamente activo de uso inmediato, que al ser aplicado se incorpora inmediatamente ala tejido vascular de las plantas y pasan a formar parte del torrente circulatorio, incorporándose

facilmente a los ciclos de transformación y síntesis, entre ellos, el ciclo de Krebs; reduciendo el consumo de energía en la elaboración de los compuestos básicos de nutrición; específico para corregir problemas nutricionales, puede utilizarse tanto en la fase vegetativa como productiva. Es un mineral quelatado el cual va a ser utilizado por la planta, enlazado por dos o más aminoácidos provenientes de proteína hidrolizada" (19).

Muchos son los cultivos no tradicionales de agroexportación que generan divisas para el país; siendo el radicchio uno de los más prometedores por su alta demanda en el mercado internacional tanto de E.E.U.U. como de Europa; la demanda mundial actual oscila entre 16,000 a 20,000 kg por semana se ha observado incrementos en la demanda, en los mercados, ya que estos abastecen especialmente a restaurantes de "Alta Cocina" y supermercados localizados en áreas urbanas de alto poder adquisitivo (12).

La región del altiplano central de Guatemala posee características ecológicas adecuadas para el cultivo de radicchio (21).

La investigación se realizó en la finca María la Embaulada, Aldea la Embaulada, municipio de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez, siendo una de las regiones en donde actualmente se ha incrementado el cultivo de radicchio con fines de exportación.

## II. DEFINICION DEL PROBLEMA

Actualmente muchos son los agricultores que desean cultivar radicchio pero se limitan por el poco conocimiento y la minima investigación realizada hasta el momento. El cultivo es muy prometedor, se tiene en Guatemala areas de condiciones climatológicas propicias para él; al momento hay demanda del producto, sin lograr definir las exigencias del mercado en cuanto a calidad y más aún obtener buenos rendimientos. En conclusión el problema básico en este cultivo es que de 100% de plantas trasplantadas el 45% reúne las condiciones de calidad exportable y el 55% restante aparece entre las no exportables (rechazo), como cabezas pequeñas, sin cabeza, bofas, mala coloración, pudriciones en la base y daño de insectos.

Los metalosatos multiminerales están siendo utilizados por los productores sin saber exactamente su efecto sobre el radicchio, así como los costos de aplicación que genera en el cultivo, tomando en consideración lo anterior se derivó la presente investigación, pues, en Guatemala, se ha demostrado que en otros cultivos los metalosatos incrementaron el tamaño, peso y producción. (6) Dentro de las experiencias obtenidas en campo, se puede indicar que los porcentajes de primera y rechazo han sido los siguientes: cabezas exportables (primera) 45%, pequeñas (diámetro y peso) 10%, sin cabeza 10%, bofas 15%, mal coloración 12% pudriciones en la base 4% y daños de insectos 4%. (7)

### III. JUSTIFICACION

El área potencial para producir el cultivo de radicchio se encuentra en el altiplano central de Guatemala específicamente Chimaltenango y Sacatepéquez; (17) actualmente las áreas de cultivos se incrementan año con año, así tenemos que para el año de 1,985 se cultivaban 75has. para la región de Chimaltenango y para el año de 1992 se cultivaban 450 has. para Chimaltenango y Sacatepéquez, (7) debido a la gran demanda mundial para exportación del producto en fresco; demanda que fluctúa entre 16,000 a 20,000 kg por semana (12). El lugar donde se realizó la investigación, reúne las condiciones ecológicas aceptables para su exportación a nivel comercial. Es de importancia el presente estudio debido a que se han incrementado las áreas de cultivo de radicchio, se estima que unos 1,200 agricultores lo siembran, alcanzando producciones de 1,948 cajas/ha., cada caja pesa 3 kg., por lo tanto la producción obtenida al momento es de 5,844 kg. exportables/ha., lo que significa un ingreso estimado de Q.19,285.20/ha., (7)

Con la presente investigación se persigue beneficiar a los agricultores del área por generar conocimientos sobre el efecto de los metalosatos multiminerales sobre el rendimiento y los parámetros de calidad requeridos por las exportaciones así como la rentabilidad que se deriva del uso de estos productos y poder con ello tener una mejor aceptación en el mercado internacional.

#### IV. MARCO TEORICO.

##### 4.1. Marco Conceptual

##### 4.1.1. Antecedentes y Estudios Previos

En Guatemala se impulsa actualmente los cultivos de productos no tradicionales, los cuales generan empleos e ingresos de divisas al país pero requieren de ciertos parámetros y normas de calidad regidas por los exportadores.

El radicchio (Cichorium Intybus L.) es uno de estos cultivos no tradicionales. Los metalosatos multiminerales que actualmente se encuentran en el mercado son una posible alternativa en el incremento del rendimiento y las mejoras de los parámetros y normas de calidad requeridas.

En 1,985 se realizaron las primeras pruebas en Guatemala, específicamente en los municipios de San Andres Itzapa y Párramos en el departamento de Chimaltenango, para lograr seleccionar la variedad o híbrido de radicchio conveniente para nuestras condiciones climáticas, fueron dos las casas que proporcionaron el material para evaluar:

ZORZI SEMENTI- Casa Italiana

Variedades: Sista, Maura, Dolfina, Avertto, Maseolo y Cesare. (26)

BEJO ZADEN, B.V. Warmenhuise- Holanda.

Variedades: Giulio, Augusto, Silla, Cesare y Otello.

Híbrido: Medusa, Elio. (3)

Logrando concluir que para el área evaluada se adapta mejor el híbrido Medusa; utilizándose este material para la presente investigación. (7)



Castañeda, R. y Conde, A. (6), informan que en la costa sur de Guatemala se han efectuado evaluaciones con metalosatos multiminerales en arroz (Oriza Sativa) demostrando que el tratamiento con metalosatos superó el rendimiento en 18.9% sobre el testigo. También informan que en la costa sur realizaron evaluaciones con metalosatos en sorgo (Sorghum Vulgare) logrando obtener resultados en el rendimiento de 8.4% superior al testigo.

En la república de El Salvador se realizó un estudio de la aplicación de metalosatos multiminerales sobre rendimiento en frijol; es de apreciarse que dicho estudio fué el primero en evaluar Quelatos- Aminoácidos de aplicación foliar, cuyas características sean:

A) Por medio de la quelación los nutrientes van suspendidos entre aminoácidos.

B) La estructura transportadora del metal a la célula de la planta es el aminoácido de una proteína hidrolizada.

C) La estructura molecular del transportador es un anillo heterocíclico de poco peso molecular.

D) Una vez dentro de la planta el transportador y el metal son totalmente aprovechados.

Escobar, C. (10) informa que la evaluación realizada sobre el cultivo del frijol (Phaseolus Vulgaris) en El Salvador; demostró que el tratamiento con metalosatos tuvo una producción de 1753.91 kg/ha sobre el testigo que reportó un rendimiento de 1533.93 kg/ha.

Escobar, C. (10), informa que las evaluaciones realizadas en El Salvador sobre el cultivo de tomate (Lycopersicum Esculentum L.) se demostró que el rendimiento con metalosato, con dosis de 0.607 1/ha se obtuvo 27.0 frutos/planta, sobre el testigo que obtuvo 19.8 frutos/planta.

Reyes, N. (10), reporta en el estudio realizado en el cultivo de algodón (Gossypium hirsutum L.) en El Salvador que el tratamiento con metalosatos obtuvo una mayor cantidad de flores del 44.06% sobre el testigo; lo cual demuestra que la planta tratada dará una mayor producción.

Castañeda, R. (6), informa sobre la evaluación de metalosatos en caña de azúcar (Saccharum officinarum) en Escuintla; el cual establece que el grupo tratado creció un promedio de 2.34 m. desde el suelo hasta la corona de las plantas, comparado con un promedio de 2.05 m. en el grupo testigo; esto representa un incremento de 12.4 % en la altura de las plantas.

#### 4.1.2 Biosíntesis de Proteína

Reyes, N. (24), establece que la síntesis de proteína en las plantas es de gran importancia, ya que el hombre y los animales no son capaces de fijar y sintetizar el nitrógeno mineral o atmosférico; las plantas tienen la capacidad de producir proteínas de nitrógeno atmosférico o del que se encuentra disponible en el suelo.

El RNA-m (mensajero) del núcleo de las hojas o de las raíces se

mueve dentro del citoplasma y se engancha a los ribosomas que son los principales centros de síntesis de proteína; los ribosomas son organelos en el citoplasma que consisten en unidades pequeñas o grandes. varios ribosomas se unen para formar el polisoma, pero los ribosomas son suficientes para la síntesis de la proteína.

(24). Correspondiente a la base triplete de RNA- m. cada aminoácido en el citoplasma es transferido por el RNA (de transferencia) a los RNA- m que se encuentran en el ribosoma. Cada RNA de transferencia es específico para cada aminoácido en base al codón y al anticodón RNA-m , por lo que la proteína específica es formada por la secuencia de aminoácidos, teniendo presente que esta secuencia la determina el RNA-m. (24) Como resultado de lo anterior, o sea de la transcripción y la traducción cada gene es el responsable de la formación de los polipéptidos, de tal forma que a través de la formación de enzimas y proteínas por parte de los genes, se ejerce control sobre el metabolismo de la planta (24).

**Biosíntesis de Proteína.**

**Activación de Aminoácidos:** Inicia con el primer paso en la formación de Amino acetil RNA Sintetasa.

Primeramente el aminoácido reacciona con el ATP por la activación del grupo carboxílico, resultando aminoacil-adenilato, enzima complejo y la liberación de fosfato. El segundo paso es la transferencia y fijación de este complejo a específico t-RNA.

El adenocin-mono-fosfato y la enzima pueden ser liberados, y el resultado es aminoacetil-t-RNA. Así, es transferido a los ribosomas para ser asociado con RNA-m. (24)

Hace falta mencionar que las fitohormonas también ejercen control en la síntesis a nivel de DNA en la transcripción y en la síntesis de RNA. No está muy claro a que nivel ejercen su función pero su participación es definitiva (24). Los aminoácidos, bases estructurales de las proteínas, se sintetizan en el sistema radicular y foliar de la planta, posteriormente pasan a los centros de síntesis como hojas jóvenes y tallos, más tarde emigran a las semillas, raíces, rizomas, tubérculos, etc.

La síntesis de proteína ocurre en los organelos de la célula, en los ribosomas o en los ribosomas unidos a la membrana del retículo endoplasmático.

#### A) Pasos y Mecanismos en la Síntesis de Proteínas.

La síntesis de la proteína, como otros procesos, se caracteriza por los conceptos de traslación y transcripción; estos procesos detallan que la información genética está contenida adentro y manejada por la secuencia de bases de los ácidos desoxiribonucleicos (DNA) que se encuentra en las cromosomas del núcleo. Cada gene está determinado por una definida sección de los cromosomas. La formación del RNA mensajero a partir del DNA del núcleo es inducido por una enzima específica, la RNA polimerasa, o sea que el DNA sirve como matriz para la síntesis del complementario del RNA. De acuerdo a los principios del acoplamiento de bases, el RNA mensajero contiene la copia negativa de la información genética. Este proceso es llamado transcripción. Las letras del código genético son los

diferentes nucleótidos, tres de cada uno, lo que se llama la base del triplete. Este es el código o codón, que es el responsable de la información de un aminoácido definido.

EL RNA-m (mensajero) del núcleo de las hojas o de las raíces se mueve dentro del citoplasma y se engancha a los ribosomas, o polisomas, que son los principales centros de síntesis de proteína. (los ribosomas- a que nivel ejercen su función, pero su participación es definitiva. Ver figura 1.

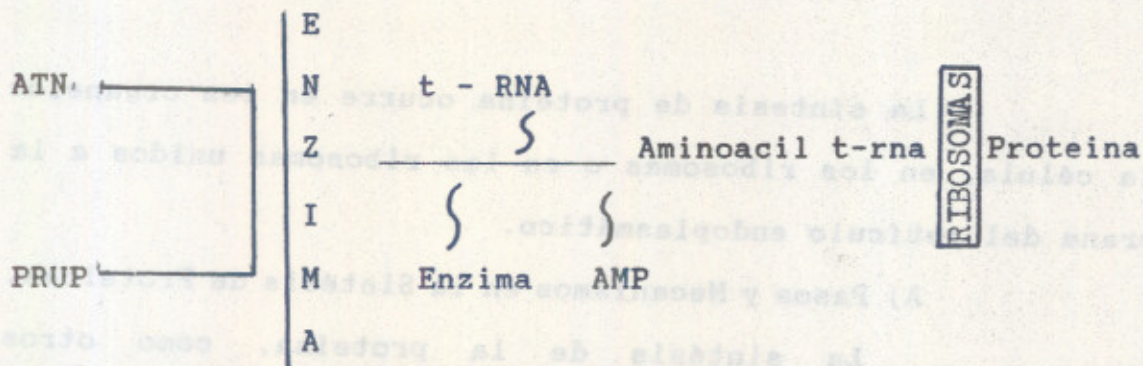


Figura 1 Biosíntesis de proteína.

B) Efectos de los nutrientes en los procesos de formación de proteína.

#### NITROGENO:

Componente fundamental de las proteínas y elemento clave en la producción agrícola, el nitrato y amonio pueden ser tomados por las plantas y luego incorporarlos en los aminoácidos para la producción de proteína. El nitrógeno ocupa una posición central, en la síntesis de aminoácidos. por lo tanto es requerido para la síntesis de proteína. La formación de aminoácidos puede tener dos formas principales:

a) por reducción - aminación en la que el NH<sub>3</sub> es incorporado en el ácido Alfa- cetoglutarico en presencia de la coenzima reducida NADH+ Y Mn<sup>++</sup> ejecutan la reacción enzima L- glutámica deshidrogenasa. Figura 2

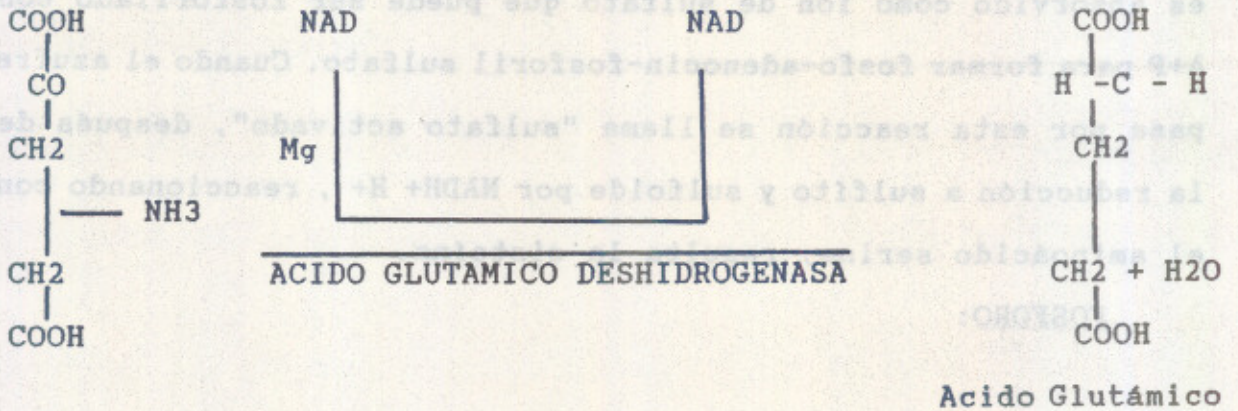


Figura 2 SINTESIS DE AMINOACIDOS: AMINACION REDUCCION

b) Por reacción de transaminación, en la que el donador de energía es el fosfato de pirodoxal, y que es catalizada por las transaminazas que necesitan Mg + (Ca ++ o Mn ++ ) Figura 3

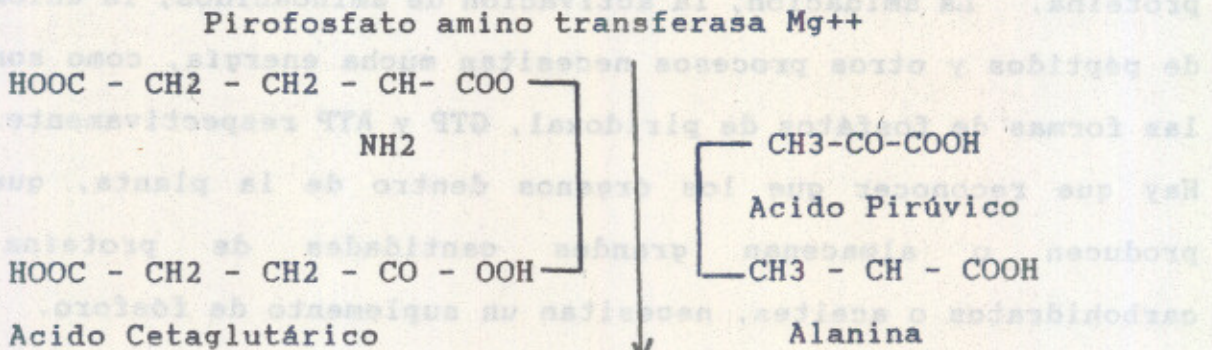


Figura 3 SINTESIS DE AMINOACIDOS: TRANSMINACION

### AZUFRE :

Estrechamente relacionado con la incorporación del nitrógeno en los aminoácidos, componente específico de los aminoácidos sulfurados, tales como, cisteína, cistina y metionina. El azufre es absorbido como ión de sulfato que puede ser fosforilado con A+P para formar fosfo-adenocin-fosforil sulfato. Cuando el azufre pasa por esta reacción se llama "sulfato activado", después de la reducción a sulfito y sulfoide por  $\text{NADH} + \text{H}^+$ , reaccionando con el aminoácido serina, resulta la cisteína.

### FOSFORO:

Juega un papel central, como cofactor enzimático y como el metabolismo energético. El fósforo puede ser transportado como ión, o en forma de fosforilcolina, fosfonucleótidos o fosfolípidos. El rol primario del P es actual en la conservación y transporte de energía de los sistemas adeninucleótidos y piridin nucleótido, por la vía oxidativa, ó fosforilativa, donde los fosfatos ricos en enrgía son importantes en la síntesis de proteína. La amidación, la activación de aminoácidos, la unión de péptidos y otros procesos necesitan mucha energía, como son las formas de fosfátos de piridoxal, GTP y ATP respectivamente. Hay que reconocer que los órganos dentro de la planta, que producen o almacenan grandes cantidades de proteína, carbohidratos o aceites, necesitan un suplemento de fósforo.

### MANGANESO, MAGNESIO Y POTASIO.

Gran número de eventos coordinados son los que se involucran

en la síntesis de proteínas. Células con sistema ribosomal libre requieren optimas concentraciones de  $Mg^{++}$   $Mn^{++}$  y  $K^{++}$ , así como para el sistema de generación de energía (GTP y ATP). De gran significado para las diferentes reacciones en la síntesis de proteína son los metales pesados, especialmente  $Mg^{++}$ ,  $K^{+}$ ,  $Mn^{++}$ ,  $Fe^{++}$ ,  $Zn^{++}$ ,  $Co^{++}$ , entre ellos manganeso, magnesio y potasio, son de alta prioridad. Magnesio es necesario para la consistencia y estabilidad de los ribosomas de arroz que el  $Mg^{++}$  y  $K^{++}$  y GTP prevalecen en ellos (2). La incorporación de los aminoácidos en el t-RNA depende de las óptimas concentraciones de  $Mg^{++}$  y  $K^{++}$  en el ribosoma. (5) El manganeso parece ser capaz de reemplazar parcialmente en sus funciones al  $Mg^{++}$ . (1).

### MANGANESO

Está probado que el  $Mn^{++}$  influye marcadamente en la unión y transporte de los aminoácidos por el t-RNA. De acuerdo con ciertos experimentos a cerca de la deficiencia de manganeso en la papa, las plantas manifestaron un incremento en el contenido de nitrógeno soluble y una desminución en el contenido de proteína, en comparación con las plantas que recibieron un óptimo suministro de manganeso.

Así como el magnesio es requerido para la activación de los aminoácidos y para liberar la cadena péptica del ribosoma, los  $Mn^{++}$  y  $K^{+}$  son especialmente necesarios para la utilización de GTP y la formación de la unión péptica. (24)



## POTASIO

El rol mayor del potasio en el metabolismo celular es como cofactor enzimático. Algunas de las principales consecuencias de la deficiencia de  $K^+$  es la acumulación de aminoácidos libres, bloqueo de la síntesis de la proteína y disminución de la fosforilación oxidativa (24). Se ha demostrado que el  $K^+$  es necesario para la formación y función de los ribosomas. (1).

Con preparados mitocondriales de hojas de tabaco y otros trabajos, se demostró que  $Mg^{++}$  y  $K^+$  son requeridos para la incorporación de aminoácidos en los péptidos. Hay también evidencia de que  $K^+$  favorece las síntesis de aminoacyl-t-RNA y promueve la unión de los ribosomas. (24).

Claramente ha sido demostrado que la cantidad de aminoácidos libres en el ápice de la raíz y el tallo se incrementan, dependiendo del nivel de nitrógeno, pero decrecen con el nivel adecuado de  $K^+$ . Se ha demostrado que el  $K^+$  favorece la reducción de los nitratos y la incorporación de N dentro de los aminoácidos para la formación de péptidos. se concluye que, el suministro adecuado de K favorece la toma y transporte de los nitratos y la incorporación de los aminoácidos en la cadena péptica. (24)

Las plantas con deficiencias de nitrato acumulan nitrógeno soluble, nitratos, aminoácidos libres y aminadas, principalmente en el estado vegetativo. En conclusión el efecto del K en la síntesis de proteína, favorece; el traslado de los compuestos de N durante el desarrollo de los granos.

Esto ha resultado en alto contenido de proteína cruda; especialmente la síntesis de gluteína, acentuando la lisina. Así las aplicaciones adecuadas de K y N promueven la mayor síntesis de proteína, mejorando la calidad de grano. (1).

#### ZINC, BORO Y OTROS ELEMENTOS MENORES

Un número considerable de micronutrientes son de gran importancia para las reacciones enzimáticas. Muchos de ellos, Fe, Cu, Zn, Mo, etc., con cofactores enzimáticos ayudan en el control de la síntesis de proteína. El Co, por ejemplo, es esencial en la unión de los aminoácidos como la leucina y lisina con t-RNA.

Hay una gran evidencia de que los elementos trazadores son requeridos para la síntesis de ácidos nucleicos ó están estrechamente relacionados con su metabolismo. La tesis anterior es apoyada porque los ácidos nucleicos contienen cantidades grandes de muchos de estos elementos, como molibdeno y otros.

La deficiencia de Zn incrementa la ribonucleasa. ATP- y la deshidrogenasa glutamínica, actividad seguida por una desminución de RNA y consecuentemente con la síntesis de proteína. El Zn es esencial para estabilidad de los ribosomas en el citoplasma para la estructura cuaternaria de los enzimas y favorecer la incorporación de los aminoácidos.

#### HIERRO

También el Fe juega un papel esencial en el metabolismo de los ácidos nucleicos. Las plantas cloróticas por deficiencia de hierro desminuyeron considerablemente la síntesis de proteína.

## BORO

El boro influye definitivamente en la formación de ácidos nucleicos y su deficiencia afecta seriamente la formación de los polisomas. con deficiencia de boro, tanto el nivel de t-RNA como la incorporación de P en elRNA bajan considerablemente. La deficiencia de boro aumenta la actividad de la ribonucleasa y de la desorganización de las membranas celulares. se ha encontrado que la deficiencia de boro en las plantas desminuye la incorporación de los fosfátos en los nucleótidos. En estudios del metabolismo del nitrógeno con bajo nivel de boro, el nitrato suministrado se acumuló considerablemente en las raíces, hojas y tallos, desminuyendo la reacción de nitratos y la síntesis de aminoácidos. En conclusión, parece que la deficiencia de boro está relacionada con la absorción del fósforo y el metabolismo de los ácidos nucleicos. La deficiencia de boro es caracterizada por la interrupción de la síntesis de los ácidos nucleicos y consecuentemente, la exhibición de la síntesis de la proteína.

### 4.1.3. Raciocinio para metalosatos en cultivos tropicales.

Núñez, E. (10), indica que los metalosatos se consideran necesarios en los programas de fertilización foliar, porque al colocar un abono en el suelo, tiene que procesarse en el suelo para integrarse a la planta, esto consume energía a nivel del suelo. La energía de las bacterias es reencausada para obtener los abonos disponibles en vez de utilizarse para convertir el alimento para uso de las plantas; esto constituye

la primera perdida de energía. Segundo, estos compuestos quimicos pasan del suelo al cultivo, tienen que pasar por otro proceso dentro de la planta antes de que puedan ser utilizados, lo cual le roba nueva energía a la planta; básicamente cualquier proceso que convierta nutrientes en sustancias orgánicas requiere energía. Cuando aplicamos metalosatos orgánicos directamente a las hojas del cultivo, se utilizan inmediatamente para ser absorbidos en el tejido vivo, en este proceso hemos economizado energía a nivel del suelo, así como al nivel del tejido de la planta. Ahora bién, en los metalosatos no hay conversiones orgánicas. En el pasado se ha suministrado fertilizantes quimicos a las plantas para ayudarlas en la fabricación de proteína. Con los metalosatos se provee proteína inmediatamente, y los aminoácidos necesarios contribuyen a ahorrar energía; la energía se evidenciará en mayor cantidad y tamaño del fruto. Esto tiene mucha importancia para un ambiente tropical empobrecido que requiere el ahorro de la energía dentro del ciclo de la planta por medio de estos nuevos productos biológicos (22). Lo anterior muestra la importancia de saber hacer uso de estos productos en un ambiente tan violento como lo es el nuestro. La planta mantiene su estabilidad a medida que se le proporcione productos que no requieran consumo de energía para su utilización, sino que esten al alcance inmediato. Otro aspecto a considerar es lo que pasa con nuestros suelos, se pueden mantener los cultivos en un estado estable y enriquecido pero estos son variables y de alcance limitado. Las tierras están deterioradas y empobrecidas debido a la administración inadecuada y al uso de tecnologías

equivocadas en los cultivos. Es igualmente valioso considerar el suelo como un organismo, de hecho lo es; tiene micro-organismos que son como células en cuerpo orgánico. Si encontramos la manera , por medio de productos como los metalosatos, de enriquecer nuestras tierras sin dañarlas, evitando así el uso de productos que requieren muchos procesos de conversión en el suelo y que por lo mismo dañan la planta (22). El enriquecimiento de la tierra es nuestra única fuente futura de alimentos; las plantas se desarrollan a base de ella. Se puede corregir nuestra deficiencia de producción ayudando a las plantas a conservar energía, pero nuestro punto final debe ser el suelo y podemos mejorarlo en grado significativo con el uso de metalosatos que agregan minerales, especialmente los micro-minerales, los que no solo se necesitan y utilizan en la planta, sino también en los micro-organismos del suelo. (22)

El suelo necesita de bacterias y hongos para formar un suelo que sirva de fuente permanente de riqueza; para que sigan produciendo y que alcancen una en forma adecuada. (22)

#### 4.1.4. Absorción de micronutrientes en las plantas.

Hsu, H. y Graff, D. (18), indica que hay dieciséis elementos necesarios para el crecimiento vegetal; de estos siete se requieren en cantidades minúsculas y son los llamados micronutrientes o elementos menores. Ellos son: boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc. Durante la década pasada se multiplicaron los estudios de los micronutrientes, actualmente los agricultores buscan información a cerca de ellos con más

frecuencia, para sus cultivos y suelos (18). Es muy probable que los siguientes factores hayan contribuido a esta situación.

1.- Las aplicaciones fuertes de los macro-nutrientes y los nutrientes secundarios tales como N, P, y K, han aumentado el desgaste de micronutrientes en la tierra hasta un nivel menor del necesario para el crecimiento normal de la planta.

2.- Las variedades vegetales mejoradas han aumentado bastante el rendimiento de las cosechas y por consiguiente el desgaste de micronutrientes.

3.- El análisis acrecentado de abonos ha limitado el uso de sales adulteradas, las cuales anteriormente contenían algunos micronutrientes.

4.- Mayor conocimiento de la nutrición vegetal ha ayudado a diagnosticar las deficiencias micronutritivas que antes se conocían.

A causa de la importancia y el empleo acrecentado de micronutrientes en la producción de cosechas un conocimiento de sus funciones en el suelo y en la planta es esencial aunque se requieran en cantidades minúsculas; los papeles que desempeña en el crecimiento de las plantas son esenciales. La deficiencia de micronutrientes y la toxidad se ven a menudo en los campos y estos factores reducen bastante el rendimiento de las cosechas. La disponibilidad de micronutrientes o de materia aplicada a la tierra se debe entender plenamente para manejar eficientemente su estado en las plantas y alcanzar un rendimiento máximo. (18)

Las plantas dan el "veredicto final" sobre la disponibilidad de los nutrientes en la tierra. Ellos integran los varios

factores del medio ambiente en un producto final: EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA. La cantidad total de un nutriente en la tierra ofrece poca información sobre su disponibilidad. Dos tierras pueden contener la misma cantidad de cierto nutriente, pero pueden variar en cuanto a su disponibilidad para las plantas, debido a que los factores que afectan a la disponibilidad del nutriente no son los mismo en ambos suelos.

#### A- MICRONUTRIENTES EN LOS SUELOS:

Los micronutrientes estan presentes en la tierra como iones en la solución térrea, iones transferibles absorbidos en complejos coloidales, componentes de la red cristal de los minerales primarios y secundarios, complejos o quelados con materia orgánica y componente de microorganismos térreos. Las cantidades de micronutrientes en estas formass diferentes son afectadas por las condiciones biológicas. (2).

#### BORO

Se encuentra en cantidades pequeñisimas en la mayoría de las tierras, variando generalmente desde unos 20 a 200 ppm. Existe por naturaleza en los suelos como el mineral turmalina (aproximadamente 10% B ) es un borosilicato bastante soluble y resistente al desgaste debido a los agentes admosféricos. Aunque la turmalina es la fuente principal del boro, una parte considerable de éste se mantiene en la materia orgánica térrea (18). Las formas inorgánicas en que se encuentra el boro en la tierra son principalmente los boratos de calcio, magnesio y sodio

que resulta de la disolución lenta de minerales que lo contienen principalmente la turmalina y como consecuencia el desprendimiento del boro iónico. La mayoría del boro disponible en la tierra se retiene por la fracción orgánica. Cuando ésta se descompone, el boro se libera y una parte es absorbida por las plantas y otra es desgastada por la lixiviación; parte del boro es retenido por la fracción de arcilla. (18)

### COBRE

Se halla principalmente en las tierras como el  $Cu^{+2}$  absorbidos por los minerales arcillosos y también combinado con materia orgánica. Cantidades pequeñas de sales solubles neutrales, compuestos agua-solubles y minerales cobrizos también pueden estar presentes. La concentración de cobre en tierras agrícolas varía desde 2 hasta 100 ppm. Esta concentración se puede dividir en tres partes: agua-soluble, absorbida y fija. El cobre fijo no puede liberarse ni separarse sino por la descomposición de la tierra y por lo tanto no se puede considerar como fuente disponible para las plantas. El catión de cobre absorbido por la arcilla se reemplaza fácilmente por otros cationes. Sin embargo, si el anión de azufre está presente en la tierra el cobre tiende a reaccionar con él y quedarse retenido como un sulfato de cobre prácticamente insoluble. (18)

### HIERRO

El elemento hierro es muy abundante en los suelos. La cantidad varía desde un mínimo de 200 ppm. hasta más de 10% de



la totalidad del suelo (18). Se encuentra en la tierra en forma de óxidos, hidróxidos y fosfatos, además en la red de los minerales silicatos y arcillas primarias. En condiciones variadas de tierras y ambiente, cantidades pequeñas, de hierro se liberan a la acción de agentes atmosféricos y reacciones químicas de los minerales féreos y primarios y secundarios, tales como biotita, purita, clorita y hornablenda. El hierro en estos minerales es principalmente en forma ferrosa y la acción de agentes atmosféricos cambian la mayoría del estado ferroso al estado férrico. (18)

#### MANGANESO

Se considera que el manganeso se encuentra en las tierras en tres estados de valencia.

1.- El manganeso bivalente,  $Mn^{+2}$  que está presente como catión transferible en las partículas de tierra ó la solución térreea.

2.- El manganeso trivalente,  $Mn^{+3}$  que existe en el óxido altamente reactivo  $Mn_2O_3$ .

3.- El manganeso trivalente  $Mn^{+4}$  que está presente como el óxido muy inerte  $MnO_2$ . el  $Mn^{+2}$  puede ser absorbido por la planta, pero el  $Mn^{+4}$  no puede.

#### MOLIBDENO

Está presente en la tierra en cantidades extremadamente pequeñas cuyo promedio es de unos 2 ppm. este elemento se halla en la tierra en tres formas:

- 1.- En forma de agua soluble
- 2.- Como parte de materia orgánica del suelo.
- 3.- Como anión transferible  $MoO_4^{2-}$ , el cual se absorbe en complejos coloidales.
- 4.- En forma soluble que se retiene en la red cristal de minerales primarios y secundarios.

El ión de molibdeno se considera inmóvil en la tierra así como el ión fosfato  $PO_4$ . Si no es absorbido por las plantas o lixiviados, o si no se convierte en forma insoluble en la tierra el molibdeno puede acumularse hasta ser tóxico para las plantas así como para los animales que la consumen. (18)

### ZINC

La concentración total de zinc en los suelos varía desde 10 hasta 300 ppm. La mayoría de zinc en las tierras está presente en forma combinada o en complejos orgánicos como catión, y en varios compuestos minerales. Puesto que las plantas solo pueden absorber las formas de zinc que son agua-solubles o transferibles, la mayoría de estos elementos en la tierra no están disponibles para ellas. Se ha demostrado que las tierras varían extensamente en su capacidad de proveer este elemento, apesar de la cantidad total que contienen (18).

### CLORO

Es un ión de carga negativa que no parece ser fijado por materias coloidales térreas. Es lixiviado fácilmente de las tierras y generalmente no es retenido en cantidades significantes

por procesos de absorción. En localidades agrícolas las fuentes comunes de cloro son los abonos, especialmente el cloruro de potasio, el cloruro de amoníacos, las aguas negras, el estiércol y los residuos vegetales. (18)

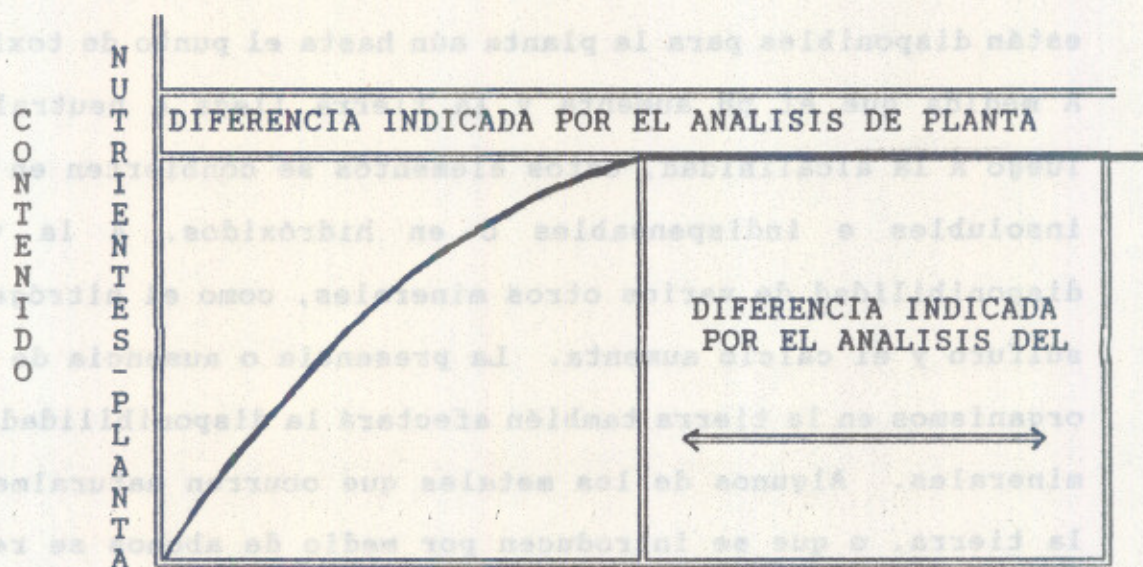
#### 4.1.5. Quelados aminoácidos en la nutrición de la planta.

Ashmeald, D. (1), establece que la vida vegetal y la fertilidad de la tierra, es una medida cuantitativa de los nutrientes para la planta, siempre han estado estrechamente relacionadas. además de afirmar la planta, el papel principal que desempeñan las raíces ha sido absorber y transferir los minerales disponibles de la tierra a la planta. es decir que las raíces "minan" la tierra en busca de nutrientes vegetales y consecuentemente, una característica importante de una planta buena es el desarrollo de un sistema de raíces denso y saludable.

Generalmente, en la naturaleza, las hojas dependen de las raíces en la provisión de nutrientes para producir los fotosíntatos para las hojas nuevas durante la fase vegetativa. Al mismo tiempo las raíces dependen de la producción de exporte de los fotosíntatos de las hojas para su propio crecimiento y desarrollo. Si las hojas no reciben nutrientes suficientes de las raíces, su incapacidad de extraer minerales de la tierra, debido al agotamiento de los nutrientes en la tierra, la falta de humedad del suelo para la difusión mineral, un pH inapropiado para la solubilización de minerales etc., pues no solo se retrasa el crecimiento de la hoja sino que el crecimiento de la raíz y el desarrollo de la planta también se impiden. (1)

Este problema de nutrientes disponibles afecta el desempeño total de la planta porque sin raíces profusas, la producción del fruto de la planta se limita. Mientras la mayoría de los suelos generalmente contienen cantidades adecuadas de nutrientes minerales, la provisión frecuente se limita a la planta a causa de la dificultad de transportar a la superficie de la raíz estos elementos que están fuertemente confinados. (1) La solubilización de los minerales es absolutamente esencial a la absorción mineral. Minerales insolubles pueden seguir presentado un problema para la nutrición efectiva de la planta, el pH de la tierra es inapropiado para que un mineral específico lo solubilice antes de la absorción por la raíz. Para ilustrar esto, en la tierra de relativa acidez, el hierro, el manganeso, el zinc y el cobre están disponibles para la planta aún hasta el punto de toxicidad. A medida que el pH aumenta y la tierra llega a neutralidad y luego a la alcalinidad, estos elementos se convierten en óxidos insolubles e indispensables o en hidróxidos. A la vez la disponibilidad de varios otros minerales, como el nitrógeno, el sulfuro y el calcio aumenta. La presencia o ausencia de microorganismos en la tierra también afectará la disponibilidad de los minerales. Algunos de los metales que ocurren naturalmente en la tierra, o que se introducen por medio de abonos se retienen como complejos insolubles y se mantiene fuera del alcance de las plantas. Por otro lado muchos metales que por lo general se convertirían en precipitados en los valores de pH encontrados en los suelos agrícolas productivos se mantiene por medio de la quelación. (1)

La cantidad de micronutrientes mantenidos en la fase de la solución como iones libres y como complejos quelados metálicos solubles es influenciado por transformaciones realizadas por microorganismos. Agentes de quelación producidos por microorganismos, o excretados por las raíces de las plantas funcionan como vehiculos en el transporte de los micronutrientes a las raíces (1). El objetivo de ésta, reseña es sencillamente enfatizar el hecho que el contar con la estructura de la raíz para proveer un abastecimiento constante y adecuado de microminerales de la tierra a la planta bien puede no proveer la nutrición óptima para ello. La concentración de nutrientes en la tierra sencillamente no garantiza su disponibilidad para la planta. Ver figura 4



Concentración de nutrientes en la solución del suelo.

FIGURA 4. RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LA SOLUCION DEL SUELO Y CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LA PLANTA.

Lo que hace más alarmante los datos del grafico es que hay un rumbo negativo en el reemplazo de minerales vitales para la planta en la tierra. En un estudio realizado en once estados del medio oeste de los Estados Unidos através de cuatro años se mostró una declinación general en la concentración de minerales en las plantas, determinada por la espectrofotometría de absorción atómica. (1)

Declinación de la concentración de minerales en las plantas.

Calcio	41%	Fósforo	8%
Magnesio	22%	Manganeso	34%
Hierro	26%	Cobre	68%
Zinc	10%	Sodio	55%
Potasio	28%		

Cunningham citado por Ashmead y D (1) ha comprobado más ampliamente estos datos al informar que el rumbo actual de fertilización requiere un aumento en el uso de abonos micronutritivos sólo para sostener las cosechas agrícolas actuales. Esto sugiere o un mayor agotamiento de la tierra o menor disponibilidad de minerales. Por consiguiente, una dependencia total en las raíces para alimentar la planta no será práctico en la actualidad si la industria agrícola va seguir siendo lucrativa. Al afrontar este problema, se ha tenido que reevaluar los métodos de aplicación de nutrientes a las plantas. Es por tal motivo que muchos han acudido al rocío de las hojas por micronutrientes, o a la alimentación foliar, como la solución, por que las células de las hojas y otros órganos aéreos

### C) Ecología

Según Holdridge, citado por de la Cruz (8) la zona de vida para dicha área es bosque húmedo montano bajo subtropical, cuyo patron de precipitación es 1,344 mm.

### D) Condiciones Edáficas

Según Simmons, Tárano y Pinto (25) Los suelos del área pertenecen a la serie Cauqué (cq) correspondiendo al grupo de suelos de la altiplanicie central de Guatemala, los cuales son profundos, desarrollados sobre cenizas volcánica y de color claro. Posee material original constituido por ceniza volcánica pomacea de color claro y con relieve fuerte ondulado. Son suelos franco arcillosos o franco arenosos, color café muy oscuro, de estructura granular profunda con PH ligeramente ácido.

#### 4.2.2. Generalidades del Cultivo.

##### A) Origen y características botánicas.

El origen de este vegetal es la república de Italia donde al momento hay 12,000 ha. cultivadas, los dos tipos que crecen allí son famosos; el mayor número de has. es cultivado con la variedad Chiogía, la cual tiene cabezas más esféricas el otro tipo o variedad es el Verona, con cabezas más erectas y para cosechar despues del invierno; el primero necesita temperaturas frías siendo, el más apto para nuestro medio.

El radicchio (*Cychorium Intibus L.*) es un vegetal con follaje que forma cabeza de color rojo oscuro y

nervio blanco (3) utilizado para ensalada, se consume en crudo o cocido está relacionado con la endibia salvaje (Pain de sucre) endibia de brusuelas (wytloof) y la escarola. (4)

#### Clasificación Botánica.

Reino.....	Plantae
División.....	Anthopyta
Sub-división.....	Angiospermae
Clase.....	Dicotiledoneas
Sub-clase.....	Simpetalae
Orden.....	Synandreae
Familia.....	Compositae
Género.....	Cichorium
Especie.....	Intybus

#### B) Descripción de la especie.

El radicchio, es una planta anual, su ciclo de cultivo oscila entre 100 y 120 días desde la siembra del semillero a la cosecha. Posee una raíz pivotante de una longitud aproximada entre 8-15 cm. El follaje tiene un sabor picante y ligeramente amargo debido a la presencia de compuestos químicos tales como: Lactucina y lactupirina, su semilla son alargadas con diámetros que oscilan entre 1 mm y 2 mm. Pudiendo haber entre 550 y 700 semillas por gramo. (3) Actualmente las actividades están concentradas en los híbridos, la ventaja es poseen mejor uniformidad y más vigor, producen el periodo de cosecha más corto



y eleva la producción, el híbrido evaluado fué: MEDUSA F1: Se caracteriza por ser precoz muy productivo, follaje de color verde, muy firme cabezas cerradas de un color excelente, rojas, redondas, y con base blancas (3).

#### C) Requerimientos Edáficos.

Dependen de los nutrientes en el suelo, requiriendo una disponibilidad en el suelo, para su desarrollo y producción de 119 kg de nitrógeno, 200 kg de fósforo y 146 kg de potasio por ha. (11)

#### E) Cuidados especiales del cultivo.

Por el desarrollo de la parte aérea, necesita temperaturas optimas que oscilan entre 12-20o C. Con temperaturas promedio mensual de 16o C. Debe tenerse cuidado que en el semillero la temperatura no descienda de los 21o C. Durante las primeras tres a cuatro semanas de crecimiento, luego la temperatura puede ir bajando gradualmente. Las plantas que crecen al inicio a temperaturas menores a los 20o C pueden causar tremendos problemas de floración prematura o de espigamiento; lo anterior descrito puede evitarse colocando un inverdadero rústico de polietileno o nilón sobre la mesa del semillero a partir del segundo día de germinadas las semillas hasta 21 días posteriores a la misma para mantener condiciones constantes de humedad y temperatura. (21)

#### 4.2.3. Descripción del producto a utilizar

El producto aplicado fue un metalosato multimineral: el

cual es un quelato orgánico de aminoácido, para aplicación foliar al suelo. Especifico para corregir problemas de deficiencias nutricionales, puede utilizarse tanto en la fase vegetativa como productiva, su contenido es: (20)

Calcio.....	1.0%
Manganesio.....	1.0%
Hierro.....	0.5%
Zinc.....	0.5%
Cobre.....	0.5%
Manganeso.....	0.5%

Los nutrientes requeridos por las plantas para su ciclo son generalmente, agua, minerales, con el uso de estos nutrientes, las plantas crecen, desarrollan y se reproducen incluso son capaces de sintetizar carbohidratos, proteínas, vitaminas y otros compuestos esenciales, desafortunadamente el uso de estos minerales en su forma inorgánica ó salina no es la respuesta de aplicación, ya que los minerales no están listos para ser absorbidos y utilizados por la raíz, en el suelo éstos quelados para estar disponibles, los minerales aplicados foliarmente, igual deben ser quelados con aminácidos para permitir absorción máxima y a la vez prevenir que las hojas sean quemadas. (19).

Quelación es un mecanismo fundamental para la movilización y utilización de minerales en la planta. Quelación se deriva de la palabra griega "quele" que significa garra. La definición química es: enlazar firmemente un ión de metal con una molécula

orgánica para formar una cadena química. (19).

Este encadenamiento permite que los minerales se vuelvan biológicamente activos, Werner, científico alemán lo descubrió en 1,893. En 1,920; otros dos científicos Morgan y Dew, nombraron a este proceso "Quelación", un mineral quelatado, el cual va a ser utilizado por la planta, es uno que ha sido enlazado por dos ó más aminoácidos provenientes de proteínas hidrolizadas. (19).

A continuación encontrará la fórmula de un típico aminoácido quelado. Ver figura 5.

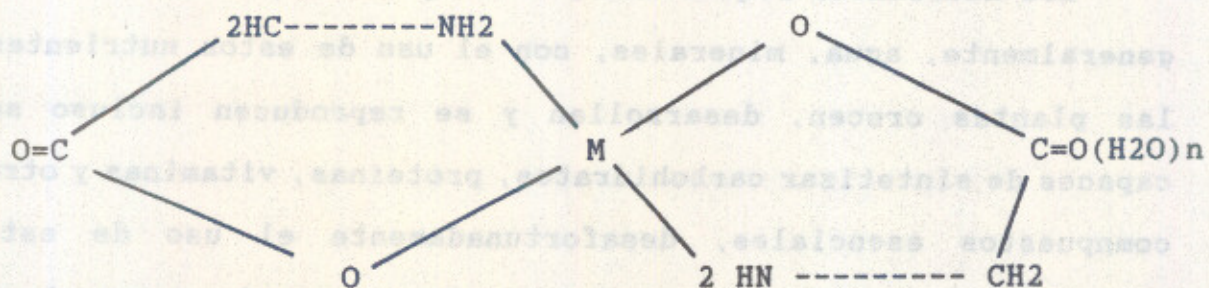


Figura 5. Fórmula química de un típico aminoácido quelado

(M=Representa un mineral)

## V. OBJETIVOS.

### 5.1. General.

- Establecer la mejor dosis de Metalosatos Multiminerales, que eleve el rendimiento, calidad y proporcione ventajas económicas para los productores del área.

### 5.2. Específicos.

- Evaluar tres dosis y seleccionar la mejor en la aplicación foliar de metalosatos multiminerales que eleve el rendimiento, mejore los principales parámetros de calidad como: Tamaño de la cabeza, encabezamiento, peso y color de la cabeza.
- Determinar el óptimo económico entre tratamientos, mediante el análisis de rentabilidad.

## VI. HIPOTESIS.

- Como mínimo una de las dosificaciones de aplicación foliar de Metalosatos Multiminerales aumentará el rendimiento y calidad en los principales parámetros: Tamaño, encabezamiento, peso y color de las plantas cortadas de radicchio (Cychorium intybus L.)
- Como mínimo uno de los tratamientos de aplicación foliar de metalosatos multiminerales aumenta la rentabilidad.

VII. MATERIALES Y METODOS.

7.1. Materiales.	DIA	APLICACION
7.1.1. <u>Material Vegetativo.</u>	22	1a.
Se realizaron prácticas de semillero y trasplante del híbrido de radicchio Medusa F1, producido por la casa Bejo Zadem.	50	1a.
7.1.2. <u>Producto Agrobiológico.</u>		

El producto utilizado es de origen orgánico Aminado-quelado, de nombre metalosato multimeral, producido por albión-laboratories y representado en venta por química Foragro.

7.1.3. Diseño de Tratamientos.

Los tratamientos se seleccionaron de acuerdo al contenido nutricional del producto y a la función que desempeña cada uno de los elementos en el metabolismo según el estado de desarrollo de la planta, a la vez se establecieron los intervalos de aplicación según el estado de desarrollo vegetativo y el requerimiento nutricional en cada uno. Ver cuadro 1.

El producto de aplicación general es el metalosato multimineral, seleccionado por mostrar los mejores resultados en cultivos como: brócoli, arveja china, zucchini, algodón, arroz y caña de azúcar.

CUADRO 1. ETAPAS DE DESARROLLO Y FRECUENCIA DE APLICACION.

APLICACION	DIA	JUSTIFICACION
1a.	22	Al semillero para fortalecer en el trasplante.
2a.	50	Fase vegetativa, propiciar crecimiento foliar uniforme.
3a.	75	Inicio producción, incrementar tamaño y compactación de cabezas.

## 7.2. Metodología Estadística.

### 7.2.1. Diseño Experimental.

-Diseño experimental: Bloques al azar.

-Número de tratamientos: 5

-Número de repeticiones: 6

-Factor: Dosificaciones.

-Area experimental: 729 m<sup>2</sup>.

-Número de unidades experimentales: 30

-Parcela Bruta: 20 m<sup>2</sup> ( 160 plantas)

-Parcela Neta: 8 m<sup>2</sup> (64 plantas)

### 7.2.2. Descripción de Tratamientos

La descripción de los tratamientos evaluados para mejorar el rendimiento y calidad de los principales parámetros de calidad de cabezas cortadas de radicchio: Ver cuadro 2.

CUADRO 2. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL MEJORAMIENTOS Y RENDIMIENTOS Y CALIDAD DE LAS CABEZAS CORTADAS DE RADICCHIO.

TRATAMIENTO	E 1a.	T 2a.	A 2a.	P A	S 3a.
A	0.35		0.35		0.35
B	0.71		0.71		0.71
C	1.07		1.07		1.07
D	Testigo absoluto: sin la aplicación de metalosatos, ni fertilizantes foliares.				
E	Testigo tradicional: sin metalosatos pero con foliares tradicionales.				

**Dosificaciones:**

A= 0.35 1/Ha.

B= 0.71 1/Ha.

C= 1.07 1/Ha.

**Testigo Tradicional:**

Cuatro aplicaciones a partir del día

20 después del trasplante, cada 10 días con:

3.18 kg/ha. de sulfato de magnesio

3.18 kg/ha. de nitrato de calcio

Ambos disueltos en 400 lt. de agua.



7.2.3 Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$i$  = Dosificaciones (  $i= 1 \dots 5$  )

$J$  = Bloques o repeticiones (  $J= I \dots VI$  )

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de la  $iJ$ -ésima unidad experimental.

7.2.4. Variable Respuesta.

a) Tamaño

Se define como tamaño los diámetros tanto longitudinal como transversal de las cabezas al momento del corte, medido en centímetros (cm.), considerando como tamaños de exportación un diámetro mínimo de 7.6 cm, y un diámetro máximo de 12.7 cm. ver figura 6:

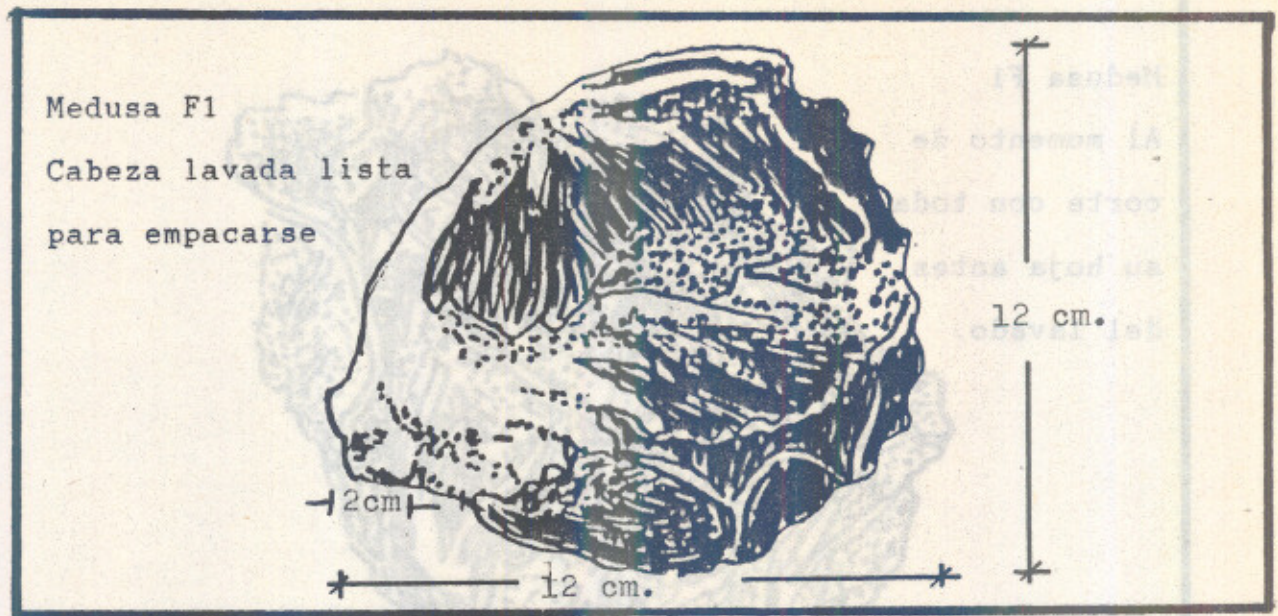


FIGURA 6. ILUSTRACION DE UNA CABEZA DE RADICCHIO  
( Cichorium intybus L. ) IDEAL EN SUS DIAMETROS  
LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL. TAMBIEN ILUSTRA EL  
LARGO IDEAL DE CORTE DE TALLO EN UNA CABEZA DE  
RADICCHIO.

b) Encabezamiento

Este parámetro se estableció bajo tres tipos diferentes de cabezas:

cabezas Compactas

Se definen como todas aquellas cabezas que al momento del corte se encuentran completamente duras, al tacto presionando con la mano.

Ver figura 7

Medusa F1

Al momento de  
corte con toda  
su hoja antes  
del lavado.

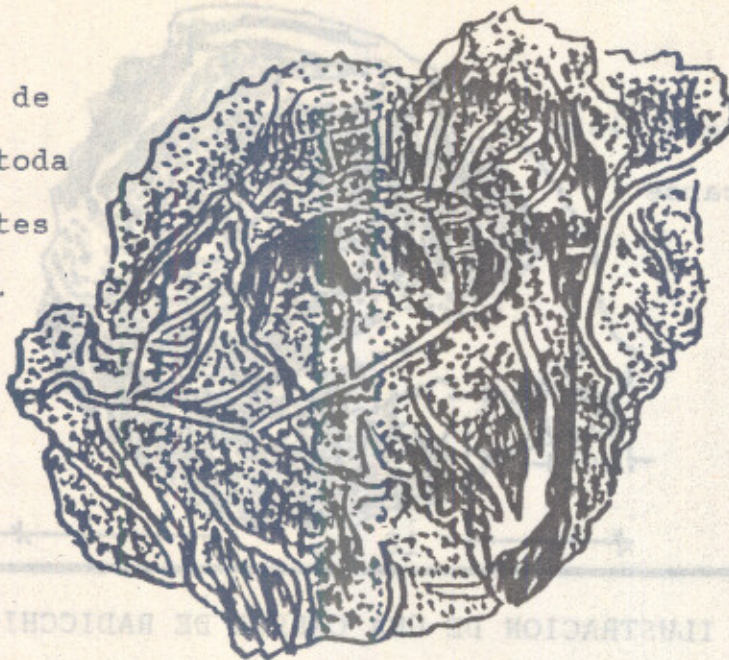


FIGURA 7. ILUSTRACION DE UNA CABEZA COMPACTA DE RADICCHIO DEL HIBRIDO MEDUSA F1, INMEDIATO AL CORTE Y CON TODAS SUS HOJAS QUE LE SIRVEN DE PROTECCION PARA EL TRANSPORTE.

#### Cabezas Bofas

Se definen como todas aquellas cabezas que al llegar el momento de corte se encuentran sin ningún grado de compacidad, es decir nunca endurecen, es necesario indicar que estas si forman cabezas pero bofas.

Ver figura 8

Medusa F1  
Cabeza bofa  
de rechazo.

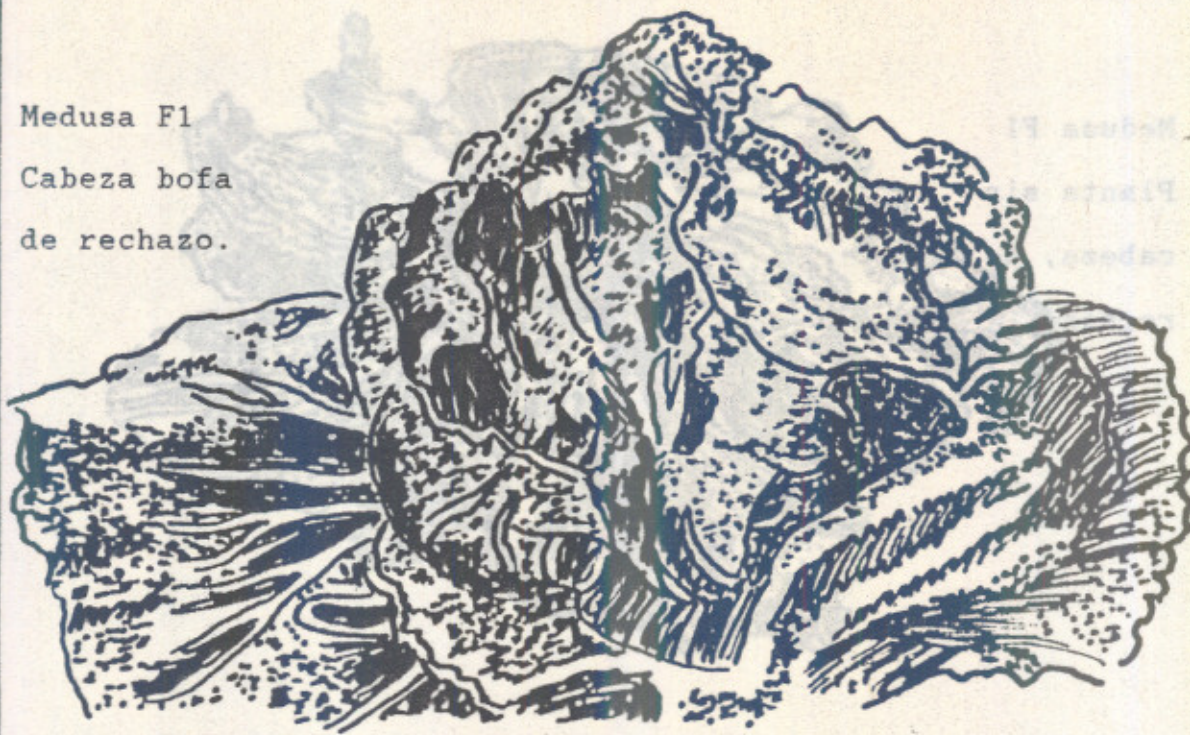


FIGURA 8. ILUSTRACION DE UNA CABEZA BOFA DE RADICCHIO, DEL HIBRIDO MEDUSA F1, ESTE TIPO DE CABEZAS ES COMPLETAMENTE DE RECHAZO.

#### Plantas sin Cabeza

se definen como todas aquellas plantas que al momento del corte, nunca lograron cerrar sus hojas y por consiguiente nunca llegarán a formar la redondez de una cabeza de calidad. Ver figura 9

Medusa F1  
 Planta sin  
 cabeza, de  
 rechazo



FIGURA 9. ILUSTRACION DE UNA PLANTA SIN CABEZA DE RADICCHIO  
 DEL HIBRIDO MEDUSA F1, ESTAS PLANTAS SON UNICAMENTE  
 PARA RECHAZO.

### c) Peso Fresco

Se tomó el peso en gramos de cada cabeza al momento del corte, considerando como peso mínimo 140 gramos (5 onz.) t máximo de 325 gramos (12 onz.)

### d) Coloración

Este parámetro se estableció bajo dos criterios: la coloración de primera, que se define como todas las cabezas con follaje de color rojo intenso en 3/4 partes de la cabeza y nervaduras blancas en la 1/4 parte de la cabeza; entre más blanco tenga se elimina por rechazo. La coloración de rechazo, se define como todas las cabezas que tengan una coloración rojo pálido, tendiendo a rosado ó aquellas que tengan una coloración verde y finalmente las cabezas con demasiadas nervaduras de color blanco. Se realizaron conteos al momento del corte de todas las plantas de la parcela neta y se comparó la coloración de las cabezas por medio de fotografías las cuales se utilizaron como referencia.

### e) Rendimiento.

Se tomó el peso total de todas las cabezas cosechadas al final de cada corte, expresando el peso en kg por parcela neta, de todas las cabezas que llenen los requisitos de calidad para su exportación.

## 7.3. Manejo del Cultivo.

Inicialmente se tomaron muestras del suelo para análisis de

fertilidad, con el propósito de elaborar un programa de fertilización y las enmiendas necesarias, el programa se elaboró en base a resultados del análisis del suelo contra los requerimientos nutricionales del cultivo. (5).

#### 7.3.1 Siembra.

se realizó en forma indirecta elaborando semilleros.

#### 7.3.2. Semillero.

Se sabe que de una buena preparación del semillero depende el éxito de una buena producción, las plantas que van al campo definitivo deben estar libres de plagas y enfermedades, ser vigorosa; con buenas raíces (rectas), y hojasa bien formadas; para lograr un mejor y rápido desarrollo. (21)

Para lograr lo anterior tomamos en cuenta los criterios de: Seleccionar el terreno con fuente de agua cercana, buena entrada de luz solar, terreno plano y bien nivelado. Seguidamente se realizó la preparación del suelo picando el área con azadon y luego se aplicaron 22.7 kg de cal dolomítica para enmiendas del PH. También se incorporaron 1.8 kg. de triple super fosfato y 1.8 kg. 15-15-15, mas 0.45kg.de tacomato o elementos menores y se procedió al trazo del tablón de 1.0 m. de ancho, 10.-0 m. de largo y 0.2 m. de alto; previo a la siembra se realizó un nivelado del semillero con un tablón. La siembra se realizó dejando 0.1 m. entre cada surco y 0.01 m. entre cada semilla en forma transversal al tablón; dejando la semilla a una profundidad de 0.005 m; luego se tapó la semilla con arena blanca cernida y

tratada con folpan (folpet) a razón de 2 Grs. por litro de agua. A los cinco días de la siembra se aplicó folpan con una regadera en la misma dosis para el control de hongos: Phytium sp., Rhizoctonia sp. y Fusarium sp. (16) El semillero de regó dos veces diarias a las 07.00 A.M. y a las 16.00 P.M. mientras las semillas germinaban, luego se regó una vez al día al iniciar el día y se suspendió cinco días antes del trasplante para tolerar el cambio al campo definitivo. Se realizó una limpia de maleza a los 15 días después de la siembra.

#### Fumigaciones:

##### Fumigación 1.

Epoca 10 días después de la siembra.

Producto: Metalaxil 8% + Mancoceb 64% (Ridomil)

Dosis: 50 cc. por bomba de 4 galones.

##### Fumigación 2.

Epoca: 10 días después de la primera.

Producto: Carbendazim 50% (Bavistin)

Dosis: 25 cc. por bomba de 4 galones de agua.

Para el control de plagas se fumigó 1 sola vez, al día 25 días después de la siembra, con:

Folidol (Metil parathion 44.8% + Metosistox (Oxidometón metil 45% )

Dosis: 25 cc. de cada uno por bomba de 4 galones de agua.

Finalmente podemos indicar que se colocó un microinvernadero rústico de nylon sobre la mesa del semillero a los 5 días después de la siembra hasta el día 24 después a la misma.



### 7.3.3. Preparación del Campo definitivo.

Dichas actividades se realizaron en varias etapas:

a) El arado se trabajó con 10 días anticipados al trasplante, profundizando 0.30m.

b) Dos días antes del trasplante se incorporó al suelo, con dos pasadas de rastra, lo siguiente:

Cal Dolomítica	92 kg.	Gallinaza	92 kg.
0 - 46 - 0	20 kg.	15-15-15	24 kg.
Tacramento	0.5 kg.		

c) Posteriormente se trazaron los tablones de 0.60 m. de ancho, 0.20 m. de alto y 0.40 m. de calle.

### 7.3.4. Trasplante.

Se realizó cuando la plantula tenia 32 días de sembrada, con 0.15 m. de largo y on 6 hojas bien formadas; se colocó el cuello de la planta a nivel del suelo, procurando también que la raíz quedara recta en el hoyo y no doblada. El trasplante se realizó sobre los tablones, colocando dos surcos de plantas por tablón a 0.30 m. entre surcos y 0.25 m entre plantas, con una densidadde 40,000 plantas/ha.

### 7.3.5. Irrigación.

Esta actividad es de carácter importante, y tomarla en cuenta; debido a la exigencia de humedad que requiere; se realizó con frecuencia de 5 días y aplicando una lámina neta total de 10 pulgadas.

### 7.3.6. Fertilización al Suelo.

Se realizaron tres aplicaciones a la par de cada planta:

#### Aplicación 1:

Epoca: 15 días después del trasplante.

Dosis: 7 Grs. de Urea/planta.

#### Aplicación 2:

Epoca: Día 40 después del trasplante.

Dosis: 138 kg. de Urea ( 46-0-0-) + 46kg. Nitrato de Potasio ( 13-0-46), de esta mezcla aplicar 7 Grs./planta.

#### Aplicación 3:

Epoca: Día 55 después del trasplante.

Dosis: 7 Grs. de 0-0-60 /planta.

### 7.3.7. Control de malezas.

Se realizaron dos limpiezas, la primera a los 20 días después del trasplante y la segunda a los 45 días después del trasplante por observaciones se determinó que las malezas de mayor insidencia al cultivo fueron: La Mostaza (Brasica campestre) verdolaga (Portulaca oleraca) lechuguilla (Sonchus oleracea) coyolillo (Cyperos sp) y chicha fuerte (Oxalis corniculata)

### 7.3.8. Control de Plagas,

Las plagas se dividieron en plagas del suelo y del follaje; la presencia fué mínima, encontrando en el suelo: gallina ciega (Phillophaga sp) y gusano nochero (Agrotis sp y propdenia sp), se realizó una sola aplicación de mocap (Methoprop) para su control en dosis de 18.18 kg/ha.

En el follaje se encontró larvas de falso medidor (Trichoplusia ni Hubner) del orden lepidóptero y familia noctuidae, gusano minador (Agromyza sp) tortuguillas (Diaprottyca sp) en insectos chupadores como: áfidos (Apis sp, Hiperomismus sp). El plan de fumigaciones se realizó, en base a la insidencia en los muestreos realizados en campo, llevandose a cabo 5 aplicaciones en todo el ciclo del cultivo:

**Aplicación 1:**

Epoca: 30 días después del trasplante.

Producto: Javelin: Biológico a base de Bacillus

thuringiensis (B.t.k.) + Perfecthion (Dimethoate)

Dosis: 0.57 l/ha de perfecthion

0.42 kg/ha. de Javelin; en 400 lt de agua.

**Aplicación 2:**

Epoca: 15 días después de la primera.

Producto: Folidol M-480 EC (Parathion metilico) Metasistox

(Oxi-dimeton-metil)

Dosis: 213cc.de Folidol M-480 EC. + 213 cc. de Metasistox/ha

en 400 l de agua.

**Aplicación 3:**

Epoca: 15 días después de la segunda.

Producto: Perfecthion (Dimethoate)

Dosis: 0.57 l/ha en 400 l de agua

**Aplicación 4:**

Epoca: 15 días después de la tercera.

Producto: Javelin + Perfecthion ( mismas dosificaciones)

**Aplicación 5:****Producto: Perfecthion (mismas dosificaciones)****7.3.9. Control de enfermedades.**

Las que afectaron al cultivo fueron las siguientes: En el suelo Pythium y Rhizoctonia sp realizando una ampliación seguida al trasplante con Vitavax 300 (Caboxin+ captan) a razón de 0.6 kg./ha en 400 lt de agua.

En el follaje encontramos presencia de:

Botrytis, Phytophthora y Alternaria.

Se realizaron cuatro aplicaciones, el plan que se elaboró se mantuvo flexible y se adaptó a las condiciones del clima y presencia de enfermedades. con los productos utilizados se tuvo el cuidado, de revisar sus restricciones para evitar posibles residuos y así tener la vigencia con la agencia para la protección del Medio Ambiente (EPA). Tomar en cuenta que las restricciones cambian constantemente.

Las aplicaciones realizadas fueron las siguientes:

**Aplicación 1:**

**Epoca:** 30 días después del trasplante.

**Producto:** Dithane 45 ( Mancozeb)+ Benlate (Benomil)

**Dosis:** 1.27kg + 0.64kg /ha en 400lt de agua.

**Aplicación 2:**

**Epoca:** 15 días posterior a la primera.

**Producto:** Bravo 500 (Clorotalonil).

**Dosis:** 2.84l/ha 400lt de agua.

**Aplicación 3:**

**Epoca:** 15 días después de la segunda.

**Producto:** Trimiltox forte ( Carbonato Oxiclórico sulfato)

**Dosis:** 2.58 kg./ha 400 lt de agua.

**aplicación 4.**

**Epoca:** 15 días después de la tercera.

**Producto:** Kocide ( Hidróxido Cuprico)

**Dosis:** 2,58 kg./ha 400 lt de agua.

**7.3.10. Cosecha.**

El corte se inició al día 55 posterior al trasplante y se prolongó durante seis semanas, realizando un corte semanal las primeras dos semanas y dos cortes semanales la tercera y cuarta semana; las últimas dos semanas con un corte cada una. La cosecha se realizó a mano con cuchillo, recolectando las plantas completas con 0.02 y 0.03 m. de raíz por presentación en los mercados; dejando también la mayor parte de hojas externas o de envolturas para que protejan a las cabezas durante el transporte.

Agronomícamente podemos indicar que la cosecha se adelantó para los tratamientos A, B, y C; cortándose durante 15 días; no así para los tratamientos D y E donde el corte inició a los 65 días y finalizó 28 días más tarde.

**7.3.11 Manejo post-cosecha**

La producción fue llevada a la planta empacadora en canastas de 11.36 libras, luego se trasladaron al área de lavado donde se realizó una limpieza quitándoles las impurezas (tierra,

maleza, etc.); y las hojas del envoltorio equivalente a un 20% del peso. El agua usada contiene cloro en 50 PPM como desinfectante, luego se realizó un corte a la raíz para dejarla pareja y limpia a un largo no menos de 0.02 mm. Posteriormente se realizó el empaque, las cajas utilizadas son de cartón con un peso de 1.8 kg las cuales tienen capacidad para 12 cabezas de diámetros ideales y con un peso por caja de 3.18 kg al momento de empacar eliminar el agua presente en las cabezas y acomodarlas de tal forma que el movimiento sea mínimo.

#### 7.3.12. Almacenamiento.

Se almacena en cuartos fríos de condiciones ideales como: temperatura de 2 a 4°C y una humedad relativa del 98 al 100% para lograr almacenarlo durante 2 a 3 semanas.

Finalmente se traslada de los cuartos fríos a los contenedores, los cuales poseen las mismas condiciones trasladando el producto al aeropuerto nacional, si se usa transporte aéreo o vía marítima en un tiempo no mayor de 4 días.

(12)

#### 7.4. Manejo del Experimento.

##### 7.4.1. Aplicación de los Productos.

La aplicación foliar con metalosatos multiminerales se hizo directamente al follaje hasta humedecer todas las partes aéreas de acuerdo a las dosis establecidas y a las diferentes etapas del desarrollo del cultivo. Las asperciones se realizaron con una bomba Matabi con capacidad de 15 lt y una presión de

trabajo de 40 lb por pulgada cuadrada (40 PSI).

#### 7.4.2. Toma de datos.

##### A) Tamaño de las cabezas.

Esta variable se midió en Cm al momento del corte, tomando en cuenta el diámetro longitudinal y transversal; para ello se utilizaron argollas de diferentes diámetros.

##### B) Encabezamiento.

Esta variable se midió a base de conteos directos de campo, al momento de la cosecha; los conteos se realizaron en la parcela neta la cual tenía 64 plantas.

Se tomaron 3 criterios para establecer el encabezamiento así:

##### a) Cabezas compactas:

Conteo de todas las cabezas compactas dentro de la parcela neta.

##### b) Cabezas Bofas:

Conteo de todas las cabezas bofas, nunca hubo compacidad.

##### c) Sin Cabeza.

Conteo de todas las plantas que no formaron cabeza.

##### C) Peso Fresco.

Se pesaron todas las cabezas al momento del corte, el peso en gramos, se obtuvo utilizando una pesa directa en gramos.

#### D) Coloración.

Esta variable se midió realizando conteos al momento del corte, se realizaron comparaciones con fotografías que establecen el criterio de calidad de primera contra aquellas que se rechazan por mala coloración; al momento del corte se comparaban fotografías contra las cabezas que se estaban cortando. En conclusión se tomó el criterio establecido por las exigencias del mercado en base a la calidad de primera y rechazo.

#### E) Rendimiento.

Se midió la variable, pesando todas las cabezas al momento del corte; al final se obtuvo el total de kg de peso fresco por parcela neta; cave indicar que esta producción es aquella que llena los requisitos de exportación; el dato final se tabuló en kg/PN. (PN= parcela neta).

### 7.5. Análisis de Varianza (ANDEVA).

Todas las variables respuestas fueron sometidas a un análisis de varianza y sometidas a una comparación de medias por medio de la prueba Tukey; debido a que todas las variables presentaron diferencias significativas y altamente significativas.

#### 7.5.2. Análisis Económico.

Se realizó un análisis económico para los tratamientos evaluados, en base a los precios de los productos comerciales cotizados en el mes de mayo de 1992; análisis de rentabilidad.



%. El costo total o inversión requerida con este tratamiento es de Q. 12,401.10.

La dosificación de 0.71 l/ha presenta también una alta rentabilidad que es de 94.29 % y un costo total de producción de Q. 12,303.90.

El testigo absoluto es el que reporta la mas baja rentabilidad de 57.76 % con un costo total de producción de Q. 12,045.45

En el cuadro 28 se presenta el resumen del análisis de la tasa de retorno marginal el cual expresa que al cambiar la dosificación de 0.35 l/ha a 0.71 l/ha da un resultado del 31 %, esto significa que por cada Q. 1.00 invertido en aplicar la dosificación, el agricultor recobra el Q. 1.00 y obtiene Q. 0.31 adicionales.

La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio con su inversión cuando decide cambiar de un tratamiento a otro, esto implica que el cambio de la dosificación 0.71 l/ha a 1.07 l/ha produce una tasa de retorno marginal de 44 %, lo que indica que de Q. 1.00 invertido en aplicar la dosificación, el agricultor recobra el Q. 1.00 y obtiene Q. 0.44 adicionales.

Finalmente en el cuadro 31A y 32A se observan las temperaturas máximas y mínimas durante todo el periodo del proyecto experimental, logrando establecer la temperatura mínima de 4oC para el mes de febrero y una máxima de 37oC para el mes de abril; estableciendo que dicho cultivo no sufre efectos negativos con el fenómeno de las heladas.- fig. 12A y 13A.

CUADRO 3. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANALISIS DE VARIANZA, EFECTUADO PARA TODAS LAS VARIABLES EVALUADAS.

Variable evaluada	F.C.	Coefficiente de variación %
<b>Tamaño de las cabezas.</b>		
Diámetro transversal en cm.	14.636**	2.70
Diámetro longitudinal cm.	15.745**	3.77
<b>Encabezamiento:</b>		
Compactas	53.225**	3.49
Bofas	5.206**	17.81
Sin cabeza	10.717**	12.14
Peso fresco de las cabezas grs	13.075**	3.47
<b>Coloración de las cabezas:</b>		
Color de primera	77.530**	3.34
Color de rechazo	77.530**	5.05
<b>Rendimiento:</b>		
Kilogramos por parcela neta en peso fresco.	45.010**	6.49

\*\* ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

CUADRO 4. RESUMEN DE LA COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS CON TODAS LAS VARIABLES EVALUADAS.

Trat.	Media		VARIABLES	Trat.	Media		VARIABLES
C	8.48	a	V1	C	9.69	a	V2
B	8.07	b	V1	B	8.91	b	V2
A	7.75	bc	V1	E	8.53	bc	V2
D	7.73	bc	V1	A	8.51	bc	V2
E	7.70	c	V1	D	8.35	c	V2
C	172.4	a	V3	C	6.85	a	V4
B	165.3	ab	V3	B	5.79	b	V4
E	155.6	bc	V3	A	5.04	c	V4
A	155.0	bc	V3	E	4.77	c	V4
D	153.3	c	V3	D	4.60	c	V4
C	43.17	a	V5	A	10.83	a	V6
B	38.00	b	V5	E	10.17	ab	V6
A	37.67	b	V5	D	10.00	ab	V6
E	34.50	c	V5	B	8.50	ab	V6
D	33.17	c	V5	C	7.00	b	V6
D	20.83	a	V7	C	45.66	a	V8
E	19.33	ab	V7	B	39.83	b	V8
B	17.50	abc	V7	A	37.83	b	V8
A	15.50	bc	V7	D	34.83	c	V8
C	13.83	c	V7	E	34.17	c	V8
E	29.83	a	V9	D	29.17	a	V9
A	26.17	b	V9	B	24.17	b	V9
C	18.33	c	V9				

V1 = Diámetro transversal

V2 = Diámetro longitudinal

V3 = Peso fresco en g/cabeza

V4 = Rendimiento Kg/PN

V5 = Cabezas compactas

V6 = cabezas bofas

V7 = Plantas sin cabeza

V8 = Coloración de primera

V9 = Coloración de rechazo

## IX. CONCLUSIONES

Con la base del análisis estadístico efectuado y los resultados obtenidos bajo condiciones de clima y suelo de San Lucas Sacatepequez, se concluye.

- a) La dosificación de 1.07 l/ha, fue la que respondió mejor, en términos de incrementar los parámetros de calidad: tamaño, encabezamiento, coloración y peso fresco por cabeza; lo que conduce a la aceptación de la hipótesis planteada.
- b) La dosificación de 1.07 l/ha, fue la que originó las respuestas más altas en cuanto a rendimiento de radicchio de calidad exportable, lo que permite aceptar la hipótesis planteada.
- c) De acuerdo con el análisis económico el tratamiento correspondiente a la dosificación con 1.07 l/ha fue el que presentó la mayor rentabilidad y con la mejor tasa de retorno marginal.

## X. RECOMENDACIONES

11.1 De acuerdo al presente trabajo se recomienda realizar aplicaciones foliares en tres etapas del cultivo y con la dosificación de 1.07 lt/ha, por haber obtenido los mejores resultados e incrementar parámetros de calidad y rendimiento.

11.2. Realizar una investigación que evalúe dosificaciones mas elevadas de Metalosatos Multiminerales y en diferentes épocas de aplicación, tomando en consideración los parámetros diámetro, peso, encabezamiento, color y rendimiento; las dosificaciones recomendadas son de: 1.25 - 1.50 - y 2.00 l/ha. donde podamos concluir en cual de ellas podamos obtener el mejor retorno económico.

11.3. Poder evaluar programas de aplicación de quelatos orgánicos donde se incluya el metalosato CROP - UP y poder concluir en las mejores combinaciones y las etapas de desarrollo mas convenientes.

11.4. Realizar una investigación con productos a base de quelatos orgánicos con otros híbridos de radicchio que actualmente estan saliendo al mercado como el híbrido Rubello.

## XI. BIBLIOGRAFIA

1. ASHMEAD, E. 1982. New era in plant nutrition. Utah, Estados Unidos, Laboratorios Albi3n. 283 p.
2. ASHMEAD, H. 1982. Amino acid mineral chelates. Utah, Estados Unidos, Laboratorios Albi3n. p. 76 - 102.
3. BEJO ZADEM. 1989. Producci3n de semillas. Warmen huizem, Holanda, Trambaan. 32 p.
4. ----- . 1991. Producci3n de endivia roja (Cichorium intybus L.). Warmen huizen, Holanda, Trambaan. 40 p.
5. CASSERES, E. 1980. Producci3n de hortalizas. San Jos3, Costa Rica, IICA. p. 124 - 139.
6. CASTANEDA S., R. ; CONDE, A. 1981. Pruebas de campo con metalosatos multiminerales. Utah, Estados Unidos, Laboratorios Albi3n. p. 213-217.
7. CHIVICHON LOPEZ, C. E. Pruebas de campo en el cultivo radicchio (Cichorium intybus L.). Chimaltenango, Guatemala, Agroverde S.A. Empresa privada para exportaci3n de productos no tradicionales.  
  
Sin publicar.
8. CRUZ , J. R. DE LA . 1982. Clasificaci3n de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
9. DOMINGUEZ MIRANDA, L. N. 1966. Efecto del nitr3geno, f3sforo y potasio sobre el rendimiento y calidad del tomate (Lycopersicum esculentum L. ). Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agron3micas. 49 p.
10. ESCOBAR, C. 1981. Efectos de la aplicaci3n de metalosatos multiminerales en el rendimiento de frijol. Utah, Estados Unidos, Laboratorios Albi3n. p. 221-250.

10. ... 1991. ...  
 11. ... 1991. ...  
 12. ... 1991. ...  
 13. ... 1991. ...  
 14. ... 1991. ...  
 15. ... 1991. ...  
 16. ... 1991. ...  
 17. ... 1991. ...  
 18. ... 1991. ...  
 19. ... 1991. ...  
 20. ... 1991. ...

APENDICE

21. ... 1991. ...  
 22. ... 1991. ...  
 23. ... 1991. ...  
 24. ... 1991. ...  
 25. ... 1991. ...  
 26. ... 1991. ...  
 27. ... 1991. ...  
 28. ... 1991. ...  
 29. ... 1991. ...  
 30. ... 1991. ...



CUADRO 5 A. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LAS DOSIFICACIONES CON METALOSATOS MULTIMINERALES, SOBRE EL DIAMETRO TRANSVERSAL DE LAS CABEZAS EN CENTIMETROS.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.
Bloque	5	0.483	0.097	
Tratamiento	4	2.692	0.673	14.6360 **
Error	20	0.920	0.046	
Total	29	4.095		

\*\* = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO  
COEFICIENTE DE VARIACION = 2.70 %

CUADRO 6 A. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LAS DOSIFICACIONES CON METALOSATOS MULTIMINERALES, SOBRE EL DIAMETRO LONGITUDINAL DE LAS CABEZAS EN CENTIMETROS.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.
Bloque	5	1.161	0.232	
Tratamiento	4	6.939	1.735	15.7457 **
Error	20	2.204	0.110	
Total	29	10.304		

\*\* = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO  
COEFICIENTE DE VARIACION = 3.77 %



CUADRO 7 A. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LAS DOSIFICACIONES CON METALOSATOS MULTIMINERALES, SOBRE EL PESO FRESCO EN GRAMOS DE LAS CABEZAS DE RADICCHIO.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.
Bloque	5	461.748	92.350	
Tratamiento	4	1614.248	403.562	13.0748 **
Error	20	617.312	30.866	
Total	29	2693.308		

\*\* = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO  
COEFICIENTE DE VARIACION = 3.47 %

CUADRO 8 A. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LAS DOSIFICACIONES CON METALOSATOS MULTIMINERALES, SOBRE EL RENDIMIENTO DE PESO FRESCO EN KILOGRAMOS POR PARCELA NETA.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.
Bloque	5	1.100	0.220	
Tratamiento	4	20.127	5.032	45.0103 **
Error	20	2.236	0.102	
Total	29	23.463		

\*\* = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO  
COEFICIENTE DE VARIACION = 6.49 %

CUADRO 9 A. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LAS DOSIFICACIONES CON METALOSATOS MULTIMINERALES, SOBRE LAS CABEZAS COMPACTAS.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.	
Bloque	5	4.70	0.940		
Tratamiento	4	359.80	89.950	53.2249	**
Error	20	33.80	1.690		
Total	29	398.30			

\*\* = ALTAMENTE SINIFICATIVO  
COEFICIENTE DE VARIACION = 3.49 %

CUADRO 10 A. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LAS DOSIFICACIONES CON METALOSATOS MULTIMINERALES SOBRE LAS CABEZAS BOFAS.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.	
Bloque	5	16.30	3.260		
Tratamiento	4	57.133	14.283	5.2066	**
Error	20	54.867	2.743		
Total	29	128.30			

\*\* = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO  
COEFICIENTE DE VARIACION = 17.81 %

CUADRO 11 A. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LAS DOSIFICACIONES CON METALOSATOS MULTIMINERALES, SOBRE LAS PLANTAS SIN CABEZA.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.
Bloque	5	26.80	5.36	
Tratamiento	4	191.20	47.80	10.7175 **
Error	20	89.20	4.46	
Total	29	307.20		

\*\* = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO  
 COEFICIENTE DE VARIACION = 12.14 %

CUADRO 12 A. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LAS DOSIFICACIONES CON METALOSATOS MULTIMINERALES, SOBRE LAS CABEZAS POR SU COLORACION DE PRIMERA.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.
Bloque	5	29.46	5.89	
Tratamiento	4	514.80	128.70	77.53 **
Error	20	33.20	1.66	
Total	29	577.46		

\*\* = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO  
 COEFICIENTE DE VARIACION = 3.34 %

CUADRO 13 A. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LAS DOSIFICACIONES CON METALOSATOS MULTIMINERALES SOBRE LAS CABEZAS POR SU COLORACION DE RECHAZO.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.	
Bloque	5	29.46	5.89		
Tratamiento	4	514.80	128.70	77.5301	**
Error	20	33.20	1.66		
Total	29	577.46			

\*\* = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO  
COEFICIENTE DE VARIACION = 5.05 %

CUADRO 14 A. COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE DIAMETRO TRANSVERSAL METODO TUKEY.

TRAT.		C	B	A	D	E
	X	8.48	8.07	7.75	7.73	7.70
E	7.70	0.78	0.37	0.05	0.03	
D	7.73	0.75	0.34	0.02		
A	7.75	0.73	0.32			
B	8.07	0.41				
C	8.48					

COMPARADOR ( W ) = 0.144 AL 5 %

CUADRO 15 A. COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE DIAMETRO LONGITUDINAL METODO TUKEY.

TRAT.		C	B	E	A	D
	X	9.69	8.91	8.55	8.51	8.35
D	8.35	1.34	0.56	0.18	0.16	
A	8.51	1.18	0.40	0.02		
E	8.53	1.16	0.38			
B	8.91	0.78				
C	9.69					

COMPARADOR ( W ) = 0.2251 AL 5 %

CUADRO 16 A. COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE DEL PESO FRESCO EN GRAMOS POR CABEZA. METODO TUKEY.

TRAT.		C	B	E	A	D
	X	172.4	165.3	155.6	155.0	153.3
D	153.3	19.1	12.0	2.3	1.07	
A	155.0	17.4	10.3	0.6		
E	155.6	16.8	9.7			
B	165.3	7.1				
C	172.3					

COMPARADOR ( W ) = 9.59 AL 5 %

CUADRO 17 A. COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE RENDIMIENTO, METODO TUKEY

TRAT.		C	B	A	E	D
	X	6.85	5.79	5.04	4.77	4.60
D	4.60	2.25	4.19	0.44	0.17	
E	4.77	2.08	1.02	0.27		
A	5.04	1.81	0.75			
B	5.79	1.06				
C	6.85					

COMPARADOR ( W ) = 1.334 AL 5 %

CUADRO 18 A. COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENCIA ENTRE TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE ENCABEZAMIENTO PARA CABEZAS COMPACTAS. METODO TUKEY.

TRAT.		C	B	A	E	D
	X	43.17	38.00	37.67	34.50	33.17
D	33.17	10.00	4.83	4.50	1.33	
E	34.50	8.67	3.50	3.17		
A	37.67	5.50	0.33			
B	38.00	5.17				
C	43.17					

COMPARADOR ( W ) = 2.242 AL 5 %

CUADRO 19 A. COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE ENCABEZAMIENTO PARA CABEZAS BOFAS. METODO TUKEY.

TRAT.		A	E	D	B	C
	X	10.83	10.17	10.00	8.50	7.00
C	7.00	3.83	3.17	3.0	1.5	
B	8.50	2.33	1.67	1.5		
D	10.00	0.83	0.17			
E	10.17	0.66				
A	10.83					

COMPARADOR ( W ) = 2.85 AL 5 %

CUADRO 20 A. COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE SIN CABEZA. METODO TUKEY

TRAT.		D	E	B	A	C
	X	20.83	19.33	17.50	15.50	13.83
C	13.83	7.0	5.50	3.67	1.67	
A	15.50	5.30	3.83	2.00		
B	17.50	3.33	1.83			
E	10.33	1.50				
D	20.83					

COMPARADOR ( W ) = 3.647 AL 5 %

CUADRO 21 A. COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE COLORACION DE PRIMERA. METODO TUKEY.

TRAT.	C	B	A	D	E
X	45.66	39.83	37.83	34.83	34.17
E	34.17	11.49	5.66	3.66	0.66
D	34.83	10.83	5.0	3.0	
A	37.83	7.83	2.0		
B	39.83	5.83			
C	45.66				

COMPARADOR ( W ) = 9.80 AL 5 %

CUADRO 22 A. COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE COLORACION DE RECHAZO METODO TUKEY.

TRAT.	E	D	A	B	C
X	29.83	29.17	26.17	24.17	18.33
C	18.33	11.50	10.84	7.84	5.84
B	24.17	5.66	5.0	2.0	
A	26.17	3.66	3.0		
D	29.17	0.66			
E	29.83				

COMPARADOR ( W ) = 2.22 AL 5 %



CUADRO 24 A. RENTABILIDAD POR HECTAREA, DE RADICCHIO DE TODOS LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS, UTILIZANDO EL PRECIO DE VENTA Q. 3.30/Kg, EN SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ, 1,992.

Trat.	CT	IB	IN	R ( % )
A	12,206.70	20,793.73	8,587.03	70.34
B	12,303.90	23,906.22	11,602.32	94.29
C	12,401.10	28,256.25	15,855.15	127.85
D	12,045.45	19,003.08	6,957.63	57.76
E	12,237.45	19,687.47	7,450.02	60.87

CT = Costo total en quetzales

IB = Ingresos bruto en quetzales

IN = Ingreso neto en quetzales

R = Rentabilidad

CUADRO 25 A. RESUMEN DE LOS RENDIMIENTOS OBTENIDOS POR CADA TRATAMIENTO RELACIONADO CON LAS CAJAS EXPORTABLES ( 1 CAJA = 3.18 Kg.)

Tratamiento	Kg/PN *	Kg/Ha.	Cajas/Ha.
A	5.04	6,301.13	1,980.35
B	5.79	7,244.31	2,276.78
C	6.85	8,562.50	2,691.07
D	4.60	5,758.51	1,809.82
E	4.71	5,965.90	1,874.99

\* PN = parcela neta de área 8 m<sup>2</sup>.

CUADRO 26 A. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA EVALUACION DE TRES DOSIS DE METALOSATOS MULTIMINERALES

	T R A T A M I E N T O S				
	A	B	C	D	E
Dosis (l/Ha)	1.05	2.13	3.21	-	-
Dosis foliares tradicionales Kg/Ha.	-	-	-	-	25.44
Rendimiento radicchio Kg/Ha.	6,301.	7,244.	8,562.	5,758.	5,965
Rendimiento radicchio Kg/PN	5.04	5.79	6.85	4.60	4.77
Precio de venta/Kg	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30
Beneficio bruto Q/Ha.	20,793.	23,906.	28,256.	19,003.	19,687.
Costo del producto comercial Q/Ha	94.50	191.70	288.90	-	112.00
Costo de Aplicación Q/Ha	60.00	60.00	60.00	-	80.00
Total costos variables Q/Ha	154.50	251.70	348.90	-	192.00
Beneficio neto Q/Ha.	20,639.	23,654.	27,907.	19,003.	19,495.

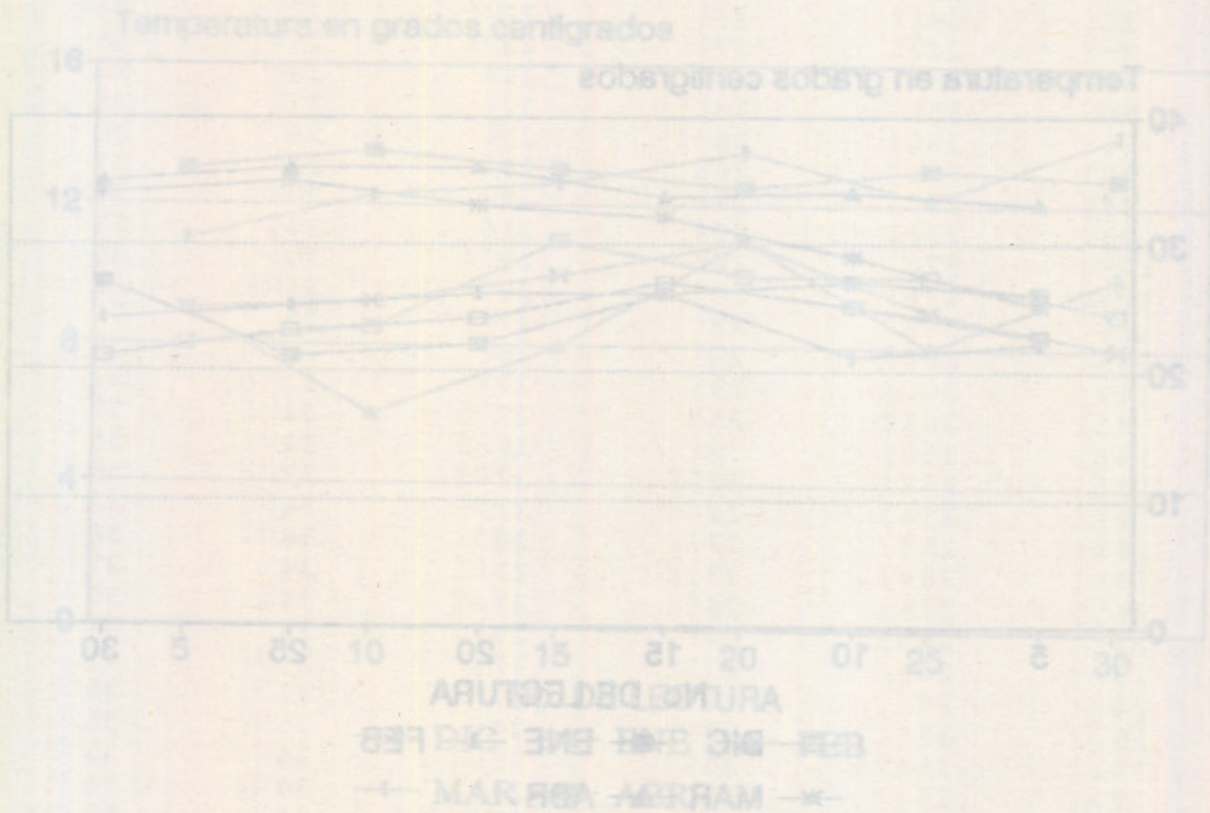


Figura 12. Comparación mensual de la temperatura durante este período experimental, bajo condiciones de campo.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
 AGRONOMICAS

Ref. Sem. 037-93

LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE TRES DOSIS DE METALOSATOS MULTIMINERALES  
 SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO RADICCHIO (Cichorium intybus L.)

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CARLOS ENRIQUE CHIVICHON LOPEZ

CARNET No: 81-12074

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno  
 Ing. Agr. Myrna Herrera  
 Ing. Agr. Edgar Martínez  
 Ing. Agr. Pedro Armira

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Carlos Fernández  
 ASESOR

Ing. Agr. Felipe Gerónimo  
 ASESOR

Ing. Agr. Víctor Hugo González  
 ASESOR

Ing. Agr. Roberto Izaguirre  
 ASESOR

Ing. Agr. Arturo López  
 DIRECTOR a.i.

IMPRIMASE

INSTITUTO INVESTIGACIONES AGRONOMICAS  
 DIRECCION



Ing. Agr. Efraín Medina Guerra  
 DECANO

c.c. Control Académico  
 Archivo  
 /prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.  
 TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675

