

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



**Fertilización Foliar y su efecto en el rendimiento del cultivo
de Brócoli
(Brassica oleracea L. Var. Italica plenk)**

P o r:

HUMBERTO NAGAI COUTIÑO AVENDAÑO

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

FERTILIZACION FOLIAR Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE BROCOLI (Brassica oleracea L. Var. Italica plenk)

POR

HUMBERTO NAGAI COUTIÑO AVENDAÑO

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA

El presidente del jurado

MC. REYNALDO ALONSO VELASCO

MC.VICTOR M. REYES SALAS
1er. Sinodal

ING. DANIEL FONG INFANTE
2do. Sinodal

Coordinador de la División de Agronomía

MC. REYNALDO ALONSO VELASCO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. NOVIEMBRE. 1999.

DEDICATORIA

A mis padres:

Humberto Coutiño Samayoa
Carmen Avendaño Solorzano

Con respeto y cariño por el apoyo incondicional, la confianza que me brindaron para la culminación de mis estudios.

A mis hermanos:

Rosa Rebeca, Gabriel Esaú, Eyra Guadalupe.

Por el cariño que nos ha unido, mis respetos.

A mi Alma Terra Mater: Universidad Autónoma Agraria “ Antonio Narro “

Por darme la oportunidad de adquirir los conocimientos y habilidades durante mi estancia en esta gloriosa casa de estudios.

A mis compañeros:

A todos aquellos que me brindaron su amistad sincera durante mi estancia fuera y dentro de la Universidad, gracias a todos por haberme apoyado en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi pueblo querido:

Por haberme acogido después de estar ausente durante un lapso de tiempo.

A una persona muy especial:

Patricia del Carmen Montes de Oca Moreno, gracias por el tiempo que estuvimos juntos y por haberme dado la fuerza y valor para iniciar una nueva etapa de mi vida que esta plasmada en la culminación de este trabajo.

A mis amigos (as):

Jordán, Pablo, Madain, Felipe, Francisco, Jorge, Benjamin, Limberg, Federico, Eray, Juan Carlos, Eredin, José Antonio, Gabriela, Mari, Rosy, Vanessa, Carmen Gabriel, y a todas aquellas personas que me brindaron amistad y apoyo.

A mi novia: Isela Macías Felix, por todo el cariño y amor que me ha demostrado durante el periodo de mi carrera profesional y la culminación de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Al MC. Reynaldo Alonso Velasco por su valiosa participación y apoyo incondicional en la asesoría, estructuración y revisión del presente trabajo.

Al MC. Víctor Reyes Salas por su desinteresado apoyo y colaboración en la realización de este trabajo.

Al Ing. Daniel Fong Infante por su útil y valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

Al Dr. Alfonso Reyes López por su sabia asesoría y valiosa participación en la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Enrique Navarro Guerrero por su apoyo moral e incondicional en los momentos difíciles en el cual se vieron reflejados en la realización y culminación de este trabajo.

A Dios todopoderoso por haberme dado la oportunidad del don de la vida y haberme guiado por el camino de la cordura y la razón, a ti gracias por dejarme terminar uno de mis sueños anhelados, la culminación de mi carrera profesional.

A Jesús Infante Guerrero (+) y Mariano Ocampo Morales (+) por la amistad tan grande que me brindaron en su memoria esta realizado este trabajo.

A mi Abuela Guadalupe Avendaño Domínguez (+) por todo los consejos y buenos sentimientos que me inculco en su memoria se realizo este trabajo.

INDICE

Página

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
 I. INTRODUCCION	 1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del cultivo	4
2.1.1. Origen e Historia	4
2.1.2. Clasificación	4
2.1.3. Descripción	5
2.2. Requerimientos de Suelo y Clima	5
2.2.1. Temperatura	7
2.2.2. Requerimientos del Suelo	7
2.2.3. Preparación del Suelo	7
2.2.4. Mejoramiento del Suelo	7
2.2.5. Siembra	8
2.2.6. Transplante	9
2.2.7. Emergencia de la Planta	10
2.2.8. Densidad de Población	11
2.2.9. Aporques	14
2.2.10. Control de Malezas	14
2.2.11. Riegos	14

2.2.12. Labores Culturales	15
2.2.13. Escardas	15
2.2.14. Plagas	16
2.2.15. Enfermedades	16
2.2.16. Cosecha	18
2.2.17. Poscosecha	18
2.2.18. Aspectos de Calidad	20
2.3. Nutrición del Brócoli	21
2.3.1. Nutrientes que Remueve el Brócoli	21
2.3.2. Funciones del Nitrogeno	23
2.3.3. Funciones del Fósforo	29
2.3.4. Funciones del Potasio	31
2.3.5. Funciones del Calcio	35
2.3.6. Funciones del Azufre	36
2.3.7. Funciones del Magnesio	38
2.3.8. Funciones del Cloro	39
2.3.9. Funciones del Boro	39
2.3.10. Funciones del Zinc	45
2.3.11. Funciones del Fierro	46
2.3.12. Funciones del Manganeseo	47
2.3.13. Funciones del Cobre	48
2.3.14. Funciones del Molibdeno	49
2.4. Nutrición Foliar	49

2.5. Factores que Afectan la Absorción Foliar	50
2.5.1. Zonas de Contacto y Superficie Mojada	50
2.5.2. Temperatura	51
2.5.3. Humedad Relativa	51
2.5.4. Edad de la Hoja	51
2.5.5. Características Químicas de la Solución Aplicada	52
2.5.6. Luz	52
2.6. Disturbios Fisiológicos	53
2.6.1. Formación Prematura de Cabezas	53
2.6.2. Yemas y/o Floretes Huecos	53
2.6.3. Tallo Hueco	53
2.6.4. Edema	53
III. MATERIALES Y METODOS	55
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	57
V. CONCLUSIONES	75
VI. LITERATURA CITADA	76
VII. APENDICE	79

INDICE DE CUADROS

CUADRO

Página

1.	Análisis de varianza para altura de planta en el cultivo del Brócoli. . . .	80
2.	Análisis de varianza para el número de hojas en Brócoli -cultivar Whaltam # 29	81
3.	Cuadro 3A rendimiento total del Brócoli transformado a toneladas por hectárea	82
4.	Análisis de varianza para el porciento de Tallo Hueco (Expresado en porciento).	83
5.	Análisis de varianza para días de transplante a corte.	84
6.	Análisis de varianza para el diámetro de Domo (Expresado en centimetro).	85
7.	Análisis de varianza para diámetro de tallo (Expresado en centímetros).	86
8.	Análisis de varianza para el número de brotes del Domo.	87

INDICE DE FIGURAS

FIGURA

Página

1. Gráfica del efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli, en respuesta a la altura de planta.	59
2. Gráfica del efecto de la fertilización foliar sobre el número de hojas en el cultivo del Brócoli.	62
3. Gráfica del efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli para rendimiento expresado en toneladas por ha.	64
4. Gráfica del efecto de la fertilización foliar sobre el disturbio fisiológico (Tallo Hueco) en el cultivo de Brócoli.	66
5. Gráfica del efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli para el parámetro días de transplante a corte.	68
6. Gráfica del efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli para el parametro Diámetro de Domo.	70
7. Gráfica del efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli para el parámetro Diámetro de Tallo.	72
8. Gráfica del efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli para el parámetro Número de Brotes.	74

INTRODUCCIÓN

Los cultivos hortícolas ocupan un lugar importante en la economía del país, en virtud de la producción de hortalizas para consumo nacional y exportación; siendo el Brócoli un cultivo muy importante ya que el 95% de la producción total es exportada y el resto se queda en México Generando así divisas para el país, además que genera trabajo directo a sectores importantes del esquema productivo entre los que abarca, tanto a la industria procesadora así como elementos complementarios a dicho proceso.

Los principales estados productores en el bajío son: Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Querétaro, cultivándose alrededor de 35,000 ha, anuales. Siendo Guanajuato el estado productor, con mayor superficie de esa hortaliza y los estados productores del norte son: Aguascalientes, Baja California Norte, Coahuila y Nuevo León.

Las siembras iniciales del Brócoli en México, se realizaron en 1969 en regiones cercanas a Celaya Guanajuato; pero hasta 1984 tuvo su mayor auge. En el estado de Coahuila este cultivo es de reciente introducción puesto que se inicio en 1985, sin embargo, en la actualidad ocupa el segundo lugar de las hortalizas en superficie sembrada, con mas de 2,500 ha. Por año en los municipios de Saltillo y Arteaga en Coahuila; y Galeana, Nuevo León, superado solamente por el cultivo de la papa (Murrieta 1993).

Las exportaciones de Brócoli han tenido un aumento considerable principalmente a Estados Unidos, Canadá, Japón y parte de Latinoamérica,

siendo los Estados Unidos el mercado más importante, debido a su cercanía con nuestro país y a los costos de producción. En el país vecino los costos de producción por caja asciende de 5 a 7 dólares por caja y en México el costo es relativamente mas económico.

Es indudable que el uso de fertilizantes químicos en la agricultura juega un papel de gran importancia como factor determinante de la producción, sin embargo el productor regional difícilmente revisa esta labor con una visión económica bien definida debido a que solo fertiliza con los elementos mayores, pero se olvida de los microelementos y bioreguladores, que cuando estos no se encuentran en cantidad suficiente disminuyen la producción y calidad. En especial el boro cuya deficiencia induce un desorden fisiológico que se conoce como tallo hueco. Y que por presentarse esta anomalía "castiga" el precio. Esto naturalmente no permite obtener resultado muy satisfactorio para el agricultor, ni la estabilización de las utilidades; debido a que no conoce objetivamente las ventajas de la fertilización foliar. En base a lo anterior y con el fin de conocer mas sobre el manejo y comportamiento del cultivo del Brócoli en la región así como la eficiencia de fertilizantes foliares en la producción y disminución de tallo hueco en Brócoli, se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivos.

- 1.- Evaluar el efecto de cinco fertilizantes foliares sobre el rendimiento del Brócoli en suelos calcáreos.
- 2.- Evaluar el efecto de la aplicación de cinco fertilizantes foliares sobre la incidencia del tallo hueco en el cultivo del Brócoli.

Hipótesis.

No hay diferencias significativas en el rendimiento con la aplicación de diferentes fertilizantes foliares.

No hay disminución de tallo hueco con la aplicación de diferentes fertilizantes foliares.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del Cultivo.

2.1.1. Origen e historia.

El Brócoli es conocido desde la época de los romanos el nombre se deriva del latín brocca (un sharp, pointed, spit), teniendo su origen en Italia; Sin embargo, los escritores americanos lo mencionan hasta el año 1806 (Libner, 1989).

Respecto a su aparición, es mas reciente que el repollo o col y la coliflor, siendo introducido a Estados Unidos en 1925 por inmigrantes italianos (Valadez , 1996).

En Estados Unidos se cultivo por primera vez en los años 1800 teniendo el nombre de espárrago de Italia (Peirce, 1987).

Cutcliffe et al (1968) ; el Brócoli es conocido por ser rico en vitamina C, el cual es un importante componente de la calidad nutricional.

2.1.2. Clasificación taxonómica.

Reino Plantae

División Magnoliophita

Sub-división Angiosperma

Clase Magnolopside

Sub-clase Dillenidae

Orden Caparalles

Familia Cruciferae

Género Brassica

Especie Oleraceae

Variedad Italica

(Arce, 1988)

2.1.3. Descripción botánica

Es una planta anual, el cual no necesita vernalización para producir el Vástago floral. El sistema de raíces secundario es muy profuso y abundante;

posee raíz pivotante, que puede llegar a penetrar hasta 1.20 m de profundidad. La planta es erecta , alcanza de 60 a 90 cm de altura y termina en una masa de yemas funcionales. Los tallos florales salen de las axilas foliares una vez que la cabeza principal a sido removida. La parte comestible es una masa densa de yemas florales de color verde, que puede alcanzar un diámetro hasta de 35 cm; sin embargo, las cabezas de los rebrotes solamente alcanzan 10 cm. Las flores son de color amarillo y tienen cuatro pétalos en forma de cruz, de donde proviene el nombre de la familia a la que pertenece. El fruto es una silicua (pequeña vaina) de color verde oscuro cenizo que mide en promedio de 3 a 4 cm y que contiene las semillas (de 6 a 8 por silicua); las semillas tienen forma de munición y miden de 2 a 3 mm de diámetro (Valadez,1996).

2.2. Requerimientos de Suelo y Clima

2.2.1. Temperatura

El Brócoli es una hortaliza propia de climas fríos y frescos sin embargo, en México (región del bajo) se puede explotar durante todo el año. Así mismo, puede tolerar heladas (-2 °C) siempre y cuando no se haya formado aun la inflorescencia, ya que ésta es fácilmente dañado por las bajas temperaturas. El rango de temperaturas para la germinación es de 5° a 28 °C, pudiendo llegar a emerger a los 8 y 3 días respectivamente. Las temperaturas ambientales para su desarrollo son de 15° a 25 °C, siendo la óptima de 17 °C; a temperatura de 0 °C y mayores de 30 °C puede detener su desarrollo. Su crecimiento es muy rápido a temperaturas altas durante el desarrollo de la inflorescencia, siendo necesario cosecharlo a tiempo para evitar la apertura de las yemas florales (Valadez, 1996).

Las temperaturas mayores de 25° pueden retardar la formación de cabezas de Brócoli, y bajo temperaturas cercanas a 0°, las hojas crecen muy delgadas. Una rápida disminución de temperatura causa daño severo debido a los tejidos son muy suculentos (Valadez , 1996).

El Brócoli a pesar de que es muy parecido a las exigencias de la coliflor, reduce su rendimiento a temperaturas medias mensuales de 15.5 °C (FAO, 1978).

Hernandez (1988) ; las condiciones climáticas durante la etapa del desarrollo y madurez del cultivo, tienen más volumen global y afectó al contenido de vitamina C, diámetro y peso de cabeza gracias a la fertilización con N.

Estos resultados proponen que las condiciones climáticas durante la producción del Brócoli, tienen en gran parte mayor impacto en la calidad visual de la cabeza y contenido de la vitamina C, que la fertilización con nitrógeno.

Los mayores efectos en las tres características medidas de calidad del Brócoli (diámetro de cabeza, peso y contenido de vitamina C) fueron asociados más estrechamente con las condiciones climáticas de las diferentes fechas de plantación.

Brian et al (1991), indica que el estres por el incremento de las temperaturas durante la maduración del cultivo del Brócoli, en la primavera, pudo haber intensificado la competencia por el N entre plantas.

2.2.2. Requerimientos de suelo

El Brócoli se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los franco-arenosos, con buen contenido de materia orgánica; en cuanto a su ph, se le clasifica como ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de ph 6.8-6.0, y medianamente tolerante a la salinidad (4mmho o 2560 ppm) (Valadez, 1996).

2.2.3. Preparación del suelo

El terreno debe ser trabajado profundamente, por lo que resulta apropiada una labor de subsolador que no menor de los 50 cm, seguido de una vertedera de 40 cm. Posteriormente las actividades complementarias de grada o cultivador necesarias para dejar un suelo bien mullido.

Para la plantación se prepara el suelo en surcos a una distancia de 80 a 100cm, según el desarrollo de la variedad que se vaya a cultivar (Sobrino, 1989).

2.2.4. Mejoradores del suelo

Demchak y smith (1990); sostienen que la cal del tipo calcita, incrementa el Ca en la hoja y la cal del tipo dolomita incrementa el Mg en la hoja sobre otros tratamientos de cal. Todos los tratamientos con cal disminuyeron el Mn, B, Zn en la hoja. Los tratamientos con el fertilizante usualmente aumentó el N y Mn en la hoja. La absorción de P fue incrementado por cada aplicación de cal o fertilizante. En un análisis de regresión se encontró que el P fue el elemento más importante para los incrementos de rendimiento.

Respuestas de crecimiento . El tipo calcita incremento solo el peso de la planta, mientras; que el tipo calcita mas 3% de Mg aumento el diámetro de cabeza, peso de planta y sirvió para acelerar la maduración. El tipo dolomita, sin embargo incremento el rendimiento total en 49%, produjo plantas mas grandes con cabezas que fueron 54% más vigorosos, y aceleró la maduración promovió brotes, después del corte de la primer cosecha como cuando no fue aplicada la cal.

Cuando se combinaron, el fertilizante y la cal los efectos fueron menos consistentes, la cal no tuvo efecto en respuesta al rendimiento, se aplicaron los tratamientos de 56N-56P-0K o 56N-56P-56K y se tuvo poco efecto cuando el tratamiento del fertilizante 56N-112P-56K fue aplicado.

El P en la hoja fue incrementado por la cal (mucho más del 38% con el tipo dolomita) cuando no se aplicó fertilizante.

2.2.5. Siembra

La siembra de Brócoli se hace en semillero al aire libre, cuando hay temperaturas moderadas de 10 a 30 °C. La semilla se cubre ligeramente con una capa de 1- 1.5 cm. y el terreno se mantiene fresco con riegos frecuentes a fin de conseguir una planta desarrollada de unos 45-55 días. La emergencia tiene un lugar aproximadamente 8-10 días después de la siembra.

La cantidad de semilla a utilizar es de 4-5 g/m. si el semillero está "espeso" conviene aclararlo para que la planta se desarrolle de forma vigorosa, lo que tiene gran importancia para su evolución posterior. Hay que evitar de efectuar el trasplante utilizando plantas viejas, especialmente en las variedades tempranas, ya que influye en el desarrollo del cultivo y en consecuencia en la formación anormal de la parte comestible.

Un semillero en buenas condiciones produce entre 300- 400 plantas/m² y la cantidad de semilla necesaria para 1 ha. de plantación es de 250 a 300 g, con la variación lógica que puede suponer el marco de plantación según la variedad que se cultive (Kowalenko ,1987). .

2.2.6. Trasplante

Sakata Seed (1991), dicen que el objetivo del acondicionamiento es para producir plantas fuertes, que tenga un nivel alto de reservas

fotosíntéticas y que sean capaces de recuperarse y desarrollarse rápidamente al momento del establecimiento en campo.

Sakata (1991) , las plantulas de Brócoli (Brassica oleraceae L. Grupo Itálica cv. Greein Duke) se sometieron a tratamiento de cepillado con un pedazo de cartón 40 frotos /min. Dos veces al día) , viento (siete m.s. por 5 min. 2 veces diariamente) ó secado (Marchitez visible por 2 horas diariamiente). Las tres condiciones redujeron el área y peso seco de la hoja, peso seco del tallo y largo, así como también los pesos secos totales del brote y la raíz.

Entre 1986 y 1987, el cepillado mejoro al establecimiento en campo, medida por la tasa de peso seco del brote ganado en el periodo de establecimiento en campo.

La fricción del tallo o doblado, cepillado y sacudimiento reduce el crecimiento de las plantas en masa o volumen y dimensiones.

Steta (1983) , dicen que el estress por sequía, es un tratamiento común para el endurecimiento debido a que puede decrecer el índice fotosintético, retardar la floración, e incrementar los inhibidores endógenos, si el tratamiento es prolongado o severo.

Valadez (1986), indica que el estress mecánico se ha propuesto como una alternativa, porque mejora el vigor físico del tallo y tolerancia al estress en algunas especies, particularmente con plantas desarrolladas en invernadero.

Trumble et al (1982), dice que el transplante se hace lo más pronto posible para evitar que la planta se haga vieja en semillero, con los inconvenientes que ya se han citado. La planta tiene que ser desarrollada y vigorosa, con 18-20 cm de altura y 6-8 hojas definitivas, lo que se consigue aproximadamente a los 50 días de siembra, como anteriormente se ha indicado. Deben eliminarse las primeras plantas débiles o con cualquier anormalidad, por ejemplo las que tengan la yema terminal abortada.

2.2.7. Emergencia de la planta en suelos costrosos

Heather y Sieczka (19991) , dice que la " costración" del suelo puede dar como consecuencia una emergencia irregular y una planta raquítica cuando la semilla del cultivo se siembre directamente al suelo, el cual baja esencialmente la densidad de población , cosecha y rendimiento .

En invernadero, el tamaño de semilla (1.4 - 2.2) y el cultivar afecta significativamente la emergencia y establecimiento . El peso seco en plántula y planta adulta se incremento significativamente según se incremento el tamaño de semilla para ambos cultivares.En " Mariner" generalmente fue mejor que "greenlay" para cada tamaño de semilla en la emergencia. La semilla de "Greenlay" también peso significativamente menos que "Mariner" dentro de cada prueba de tamaño de semilla.

Moar et al (1987), dicen que las dicotiledoneas, son semejantes al Brócoli, puesto que emergen a través de un suelo costrado con mayor dificultad que como lo hacen las monocotiledoneas, debido al incremento del área de la superficie de la plantula para poder emerger a la superficie del suelo costrado.

Mizelle (1986), dice que las semillas más pequeñas son más eficientes en el uso de materiales de reserva que otros más grandes. Concluyen que la suma total del material de reserva disponible para el desarrollo de las plántulas, es un factor dominante en el potencial de apresurar la emergencia.

Además aconseja que la siembra directa de el Brócoli, puede ser una muy viable alternativa para la producción del Brócoli en suelos de textura liviana. Mientras muchos productores de hortalizas eligen el trasplante para obtener uniformidad.

2.2.8. Densidad de población

En cuanto a la densidad de población, en Brócoli se obtiene densidades de 40,000 a 66,000 plantas por hectárea, aunque experimentalmente se pueden obtener poblaciones de hasta 150,000 plantas por hectárea. En densidades comerciales se puede utilizar distancias entre surcos de 0.66 a 0.77 m a una sola hilera, y 0.92 a 1.00 m a doble hilera, teniéndose para esta última distancia de 25 a 30 cm entre hilera. Así mismo, tanto para hilera sencilla como para doble se recomienda una distancia entre planta de 33 cm (tres plantas por metro) (Valadez 1996).

La manipulación de las densidades de plantas es, quizá, el método más efectivo del control de calidad y rendimiento de esta hortaliza.

Ware et al (1980), dice que incrementando al N de 56 a 224 kg/ha. En cualquier densidad de población aumenta el peso de las cabezas de Brócoli pero también disminuye la calidad. Los rendimientos del Brócoli fueron mayores en la densidad de población de 72,000 plantas/ha. con 224 kg/ha. de N.

La cantidad de N de 112 kg/ha. o mayor, redujo la producción de buena calidad en la densidad de población de 24,000 plantas/ha. Pero no en densidades de 36,000 o mayor. Los rendimientos de coliflor se optimizaron cuando la densidad de población fue de 24,000 plantas/ha. Con 112 kg/ha de N.

El máximo rendimiento de cabezas individuales para mercado fresco se obtuvo con espaciamiento de 45 x 30cm. usando una sola planta en los trasplantes. En este espaciamiento, los rendimientos para Green valiant y Emperor fueron de 18.3 y 15.0 metros / ha. (Toneladas métricas por hectárea = 1.0000156 ton.) Respectivamente. Para procesado se obtienen suficientes cabezas de Brócoli con un espaciamiento de 45 x 40 cm. Usando dos plantas por transplante con rendimientos de 21.4 mt/ha. (toneladas métricas por hectárea = 1.0000156 ton.) para Green Valiant. Los rendimientos de Brócoli o pesos de las cabezas no son afectados por la latitud. La incidencia de tallo hueco fue mínima

en Alaska de igual manera el cultivar Green Valiant plantado en espaciamientos anchos. Solo las plantas que produjeron cabezas de diámetro y peso mediano presentaron tallo hueco.

El espaciamiento de surcos fue el factor más importante afectando el rendimiento. Disminuyendo el espaciamiento de 90 a 45 cm se dobla la densidad de plantas e incrementa los rendimientos en promedio por 32%. Aumentando 2 plantas en el transplante por mata también se dobla la densidad de plantas, con un incremento en el rendimiento del 15%. Cuando las plantas crecen en surcos más estrechos, el incremento del rendimiento solo aumentó el 9% aun cuando la densidad de plantas se incrementó a 32%.

Cutcliffe et al (1968), menciona que los rendimientos de Brócoli /ha se incrementan al acortar el espaciamiento entre plantas; sin embargo a altas densidades de población disminuye el tamaño de la cabeza, pero el problema puede ser disminuido incrementando el N.

A si mismo indica que aunque las altas densidades de población reducen el tamaño de la cabeza en Brócoli, se obtienen mayor número de cabezas lo cual incrementa los rendimientos totales. Las altas densidades de población retrasa la maduración del Brócoli y reduce la calidad. Las densidades de población cercanas a 35,000 plantas por hectárea se considera como óptimo para la producción de Brócoli.

Cutcliffe et al (1971), hace mención que la reducción del peso de cabeza con el acortamiento del espacio entre plantas puede ser compensado incrementando las cantidades N; reciprocamente la incidencia de tallo hueco con altas cantidades de N puede ser reducido al acortar el espacio entre plantas.

Edmon et al (1978), demostró que en un espaciamiento más reducido dentro del surco, no afecta el máximo corte precoz, pero si disminuye en promedio el diámetro de tallo, tan solo por 3 mm, comparado con un espaciamiento de 30 cm. El espaciamiento dentro de los surcos menor a 30cm, el cual produce una densidad de población mayor de 7.4 plantas/m puede ser ventajoso. Sin embargo un espaciamiento dentro del surco de 15 cm. mostró

ser demasiado cerrado con mayor producción de cabezas pequeñas, y mayor trabajo, además de que los trasplantes son costosos, con un menor porcentaje de cabezas comerciables en comparación con los de 30 cm. de espaciamiento.

El espaciamiento del Brócoli, puede depender de muchos factores, cultivares usados, así como también el tamaño del grano, son necesarios para un mercado en particular. El número de cabezas pequeñas/ha fue considerablemente mayor en el espaciamiento de 15 cm. que en el de 30 cm. debido al incremento poblacional. Así, los pesos promedios de las cabezas comerciables, consecuentemente fueron mas bajos en el espaciamiento de 15 cm. que en los de 30 cm. Con el espaciamiento de 15 cm. La maduración fue mas tardía en comparación con los de 30 cm. En todos los experimentos; el retraso promedio fue de 2.3 días.

2.2.9. Aporqué

Valadez (1996), esta actividad se realiza después de haber hecho la escarda y cuando se ha fertilizado, y consiste tan solo en "arrimar " tierra a las plantas con el objeto de tapar el fertilizante y darle mas apoyo a las plantas. El primer aporqué se realiza a los 45 días habiendo efectuado la siembra directa, o 18 días después en caso de haber llevado a cabo un transplante.

2.2.10. Control de malezas

Es necesario mantener el terreno limpio de malas hierbas, existiendo varios herbicidas que permiten solucionar este problema. Unos productos son para aplicación antes o después de la siembra, lo que permite tratar los semilleros, y otros para después de la plantación, e incluso algunos tienen las 2 aplicaciones. Enseguida se citan algunos productos.

-Trifluralina 48% (Treflan)

- Alacloro 48% (Lazo)
- Chiorthal 75% (Dacthal)
- Propacloro 65% (Ramrod)

2.2.11. Riegos

Valadez (1996), dice que después de la planeación debe darse un riego abundante, que se repartirá a los 2 o 3 días y, en el caso de la zona de temperatura elevada se vigilará la posible necesidad de efectuar 1 o 2 riegos complementarios hasta el arraigo de las plantas. Durante el desarrollo es un cultivo con importantes necesidades de agua.

Como toda hortaliza, su requerimiento de agua es elevado, reportándose a nivel comercial de 8 a 12 riegos, con un intervalo promedio de 15 días, dependiendo del cv, época del año y textura del suelo. Es importante mencionar que su etapa crítica es cuando esta es pequeña (edad aproximada de 30 a 45 días).

El contenido de vitamina C en la planta, incrementa con déficits moderados de agua. Por su parte Bozhenco (1965); citado por Bowen et al (1993) dice que el alto contenido de vitamina C, sirve como estrategia protectora contra el daño a la sequía.

El riego y la fertilización deben ser muy bien manejados para eficientar el uso de los recursos y preservación de la calidad ambiental así como una máxima producción.

2.2.12. Labores Culturales

Cualquier actividad que se realice en beneficio del cultivo, después que se ha establecido definitivamente en el terreno, recibe el nombre de labor cultural,

aunque este término se ha adaptado, generalmente, para designar las escardas, deshierbes y aporques.

2.2.13. Escardas

Valadez (1996), esta practica es importante, cuyo objetivo principal es oxigenar y aflojar el suelo; se recomienda realizar las escardas necesarias, sobre todo cuando los suelos son arcillosos (pesados).

Esta labor se realiza antes de cada riego y/o fertilización nitrogenada, y una vez hecha esta se recomienda dejar pasar 1 o 2 días para oxigenar el suelo, y después fertilizar cuando sea necesario.

2.2.14. Plagas

Pulga saltona	<u><i>Epitrix cucumerix</i> Harris</u>
Diabética	<u><i>Diabrotica</i> ssp.</u>
Pulgón	<u><i>Brevicoryne brassicae</i> L.</u>
Gusano importado de la col	<u><i>Pieris rapae</i> L.</u>
Mariposa de la col	<u><i>Leptophobia aripa</i> L.</u>
Mariposa dorso de diamante	<u><i>Plutella xylostella</i> L</u>
Gusano falso medidor	<u><i>Trichoplusia ni</i> Hubner</u>

Valadez (1996)

2.2.15. Enfermedades

Mildiu veloso	<u>Peronospora parasítica</u>
Amarillamiento	<u>Fusarium oxisporium</u>
Pierna negra	<u>Phoema llingam Tode</u>
Pudrición negra	<u>Xanthomonas campestris (pam)</u>

Valadez (1996).

Valadez (1999); dice que la aplicación de nitrato de amonio en banda incrementa la incidencia y severidad de la bacteria que produce la pudrición blanda (causada por *Pseudomonas marginalis*) en un cultivar susceptible, Premium Crop, pero no se encontró efectos sobre el resistente, Shogum.

Un rango mayor en tamaño de cabeza (6-22 cm. De diámetro) manifestó un aumento aparente en la incidencia y severidad de la enfermedad en ambos cuando, el porciento de N se incrementó.

Entre cabezas de tamaño similar (10-16 cm. De diámetro) en todos los tratamientos, no hubo efectos significativos de N sobre la incidencia o severidad.

La incidencia de la enfermedad y severidad en el cultivar Shongun no afecta significativamente por N, pero en el cultivar Premlum se incrementó significativamente cuando el N total se incremento de 38 a 152 Kg./ha. El rendimiento comercial del cultivo Premlum disminuyo y el Shogun se incremento con un aumento de N.

Los rendimientos comerciables de un cultivar susceptibles disminuyó al aumentar el N, mientras que un cultivar resistente aumento. No obstante, el efecto de la fertilización Nitrogenada en los rendimientos comerciables no fue limitado a la respuesta de la enfermedad. Ambas; calidad de cabeza y la incidencia de tallo hueco incremento con la cantidad de N en esos experimentos.

Hildebrand (1989) y Wimalajeewa (1987); citado por Canaday y Wyalt (1992) la enfermedad es causada por un complejo de patógenos bacteriales, del cual *Pseudomonas marginalls* pv. *Marginalls* (Brown) *stevens*, *P. fluorescens* (Trevisan) *Muguia blova* II (Palleroni), y *P. fluorescens* *blovar* IV son considerados las más virulentas.

Hildebard (1989); citado por Canaday y Wyatt (1992) se han reportado perdidas del cultivo que ascienden del 30 al 100 % doble a la pudrición blanda.

2.2.16. Cosecha

Valadez (1996), para la cosecha del Brócoli se utilizan dos indicadores físicos: El Tiempo y el diámetro y/o firmeza en la parte comestible.

- Tiempo. Cuando tenga una edad de 70 a 75 días (ya sea en verano o en otoño) se efectúa el primer corte y de ahí cada 2 o 3 días, dependiendo del cv. y de la superficie sembrada.
- Diámetro y firmeza. Cuando la parte comestible este llegando a su etapa de corte o cosecha, la cabeza principal puede alcanzar un diámetro de 25 a 35 cm, y este debe estar lo más firme y compacto posible.

Kowalenko y Hall 1987, dicen que el método de una sola cosecha simplifica las operaciones de campo y facilidad en la interpretación de los datos de la absorción del N.

2.2.17. Postcosecha

Se realizó un trabajo donde la vejez de la postcosecha del Brócoli fue estudiada inmediatamente después de la cosecha hasta que la vejez fue esencialmente completa a 20 °c. Cambios en respiración, producción de etileno y color fueron determinados por las flores, ramillos y cabezas de 3 cultivos de cosechas “Green Beauty”, Dominator y Shogun. Los cambios en respiración y producción de etileno fueron también determinados por 3 horas de precosecha y 24 horas de almacenamiento de postcosecha usando Brócoli desarrollado en contenedores. El bioxido de carbono que se produjo por las cabezas de Brócoli en los contenedores y en cabezas, ramillos y flores de Brócoli de campo decrecieron marcadamente durante las 12 primeras horas de almacenamiento de la postcosecha antes de estabilizarse. El coeficiente respiratorio cambio a un más oxidado metabolismo en paralelo con la disminución respiratoria. La producción del etileno no mostró ninguna relación con el amarillamiento. Sin embargo, el tiempo hasta la embestida de amarillo fue ampliamente relacionado a los niveles fundamentales de producción de etileno. La vida maxima de almacenamiento a 20 °c es mas – menos 72 horas. Los ramillos son sistemas modelos útiles para la investigación de la senectud o vejez del Brócoli .

El Brócoli fresco es muy perecedero, con una vida de anaquel de 3 a 4 semanas en aire a 0°c y 2 a 3 días en aire a 20 °c.

Cuando el Brócoli se deteriora la cabeza se pone amarilla debido a la degradación de la clorofila. Las flores y ramillos pierden su consistencia y se vuelven flácidos si la pérdida de agua es excesiva.

En la primer plantación (1990) la fertilización con nitrógeno no tuvo significativo efecto en pérdidas de peso y vitamina C sobre los 20 días de periodo de almacenaje.

Se menciona que la longevidad de la postcosecha (vida de anaquel) de un producto se toma muy en cuenta por los comerciantes mayoristas, para los comerciantes minoristas y consumidores, es muy importante el aspecto de calidad. La pérdida de peso es el mejor determinante de la vida misma para mercado fresco del Brócoli. Otro importante componente de la calidad es la preferencia del mercado, por la presentación del Brócoli.

2.2.18. Aspectos de calidad

Valadez (1986), los factores que pueden afectar la uniformidad entre plantas, rendimiento y calidad de estos cultivos en cosecha son: Genética de la planta, medio ambiente, y las prácticas culturales incluyendo la fertilización.

Las plantas pueden acumular grandes cantidades de nitrato. En el agua potable y comestibles, el nitrato es peligroso para los animales y el humano. La toxicidad del nitrato en si es relativamente bajo, pero existe la posibilidad de que sea reducido a nitrito el cual es más peligroso y tóxico. El nitrito puede causar metaemoglobinaemia, desorden el cual usualmente ocurre en infantes. Ello también reacciona con aminos para formar el N-Nitrosamines, muchos de los cuales son carcinogénicos, teratogénicos y mutagénicos.

En estudios de invernadero observamos que las plantas acumulan menos nitrato cuando el nitrógeno es aplicado como amonio que como nitrato,

especialmente con el conjunto de uso de inhibidores de nitrificación tal como el nitrapirin.

Según se incremento la cantidad de N de 1.9 a 5.6 gr. por maceta, la solidez de la cabeza del Brócoli se incrementó linealmente, en poco tiempo la incidencia de cabezas resquebrajadas disminuyó linealmente incrementando la cantidad de N. Se redujo la selección de flósculos (vástagos florales) chicos significativamente de 63% a 3 % según se incremento la cantidad de N de 1.9 a 3.7 gr. por maceta. Con la cantidad de 1.9 gr. de N, el color de la cabeza fue predominante color lima, pero según se incremento la cantidad de N, el color de la cabeza se intensificó de lima/olivo a oliva/esmeralda. Con la cantidad de 5.6 gr. de N, el 46% de las cabezas fueron de color esmeralda, pero el 49% fue oliva. Mayores cantidades de N que estos fueron usados en este estudio, puede intensificar e incrementar la incidencia de color esmeralda. Por su parte Shilling *et al* 1991, dice que otro aspecto de calidad es la dureza del tallo.

Cutcliffe (1978) y Hipp (1974); la incidencia del grano de color pardo fue mas severo en bajas cantidades de N afectando el 72% de las cabezas, pero según se incremento la cantidad de N a 5.6 gr. por maceta se redujo al 6% de grano de color marrón, con 21% de las cabezas mostrando menor senescencia de los flósculos (vástagos florales). La aparición de las cabezas fueron mas uniformes de forma accidentada o cóncavo. Sin embargo con la cantidad de 5.6 gr. por maceta, la mayoría de las cabezas fueron redondas o apariencia plana, pero según se incrementó la cantidad de N, la incidencia de tallo hueco disminuyó en un 51% en contraste, el tallo hueco en el campo ha sido reportado por incrementar la cantidad de N.

2.3. Nutrición del brócoli

2.3.1. Nutrientes que remueve el brócoli

Bajo condiciones de buena fertilidad las plantas de Brócoli removieron 15.3 g de N, 2.1 g de P, 17.3 g de K, 12.0 g de Ca, 1.1 g de Mg., 18.9 mg de Mn 10.8mg de Zn y 1.6 mg de Cum, también se recolecto la materia seca con un rendimiento de 67 gm.

Valadez 1986, para la síntesis de sustancias básicas como las proteínas, fosfolípidos, clorofila, es necesario de elementos como el nitrógeno, fósforo, magnesio, etc; que las plantas extraen de su medio principalmente por las raíces y eventualmente por vía foliar en las pulverizaciones de fertilización, ya que las hojas también tienen capacidad de absorber algunos nutrientes.

La naturaleza provee de muchos elementos químicos, algunos de ellos no son esenciales para las plantas inclusive pueden llegar a ser directamente tóxicos, como por ejemplo el níquel, el mercurio, el aluminio, la plata.

El crecimiento y desarrollo normal de los vegetales esta determinado por la disponibilidad de ciertos elementos químicos esenciales para el metabolismo de sus órganos.

Experimentalmente se han emprendido y desarrollado diversas técnicas para detectar los comportamientos de las plantas ante la carencia de algunos de estos elementos. A partir de estas experiencias se ha podido demostrar la esencialidad de estos elementos a través de los siguientes criterios:

El criterio directo: un elemento es esencial cuando puede identificársele formando parte de alguna molécula vital para la fisiología y metabolismo general de la planta, sin el la planta no podría vivir. Así, por ejemplo, el hierro que forma parte de los citocromos (perteneciente a los mecanismos de oxidación-reducción del interior celular), el magnesio que constituye el núcleo activo de la molécula de clorofila (indispensable para la fotosíntesis) . etc.

El criterio indirecto: un elemento es considerado esencial cuando reúne las siguientes características:

a) Su deficiencia limita el ciclo vital de la planta o provoca graves anormalidades en su crecimiento y desarrollo.

b) Esta deficiencia producida por un elemento específico puede ser corregida si es suministrado.

c) Es un elemento directamente relacionado a la nutrición vegetal, es decir no es un problema eventual y es imprescindible a la mayoría de las especies.

2.3.1. Funciones del nitrógeno

Rodríguez (1989); el nitrógeno se encuentra en la planta cumpliendo importantes funciones bioquímicas y biológicas.

Es un elemento muy móvil. El nitrógeno mineral (NO_3NH_4) una vez en el interior de las células pasa a constituir las bases nitrogenadas para las distintas funciones fisiológicas. El nitrógeno ingresa en la formación de los aminoácidos, luego estos entran en la síntesis de los protidos y las proteínas del vegetal, constituyendo un elemento plástico por excelencia.

El nitrógeno se halla, además, en la formación de las hormonas, de los ácidos nucleicos y de la clorofila.

La molécula de clorofila (de pigmentación verde) es la determinante del proceso fotosintético, es decir de la producción de material orgánico a partir del bióxido de carbono del aire.

Cuando hay suficiente cantidad de nitrógeno se producen los siguientes efectos:

Mayor cantidad de cloro

Mayor asimilación y síntesis de productos orgánicos.

De estos puntos se deduce:

- Mayor " vigor vegetativo ", en alguna especie el exceso produce su "vuelco " (como en los trigos no enanos). En las plantas perennes una fertilización de nitrógeno a fines del verano induce a una formación de brotes perdiéndose con los fríos invernales.

- El vigor vegetativo se manifiesta por el aumento de velocidad del crecimiento, determinado por un aumento de volumen y peso (debido a los alargamientos celulares y a la multiplicación celular).

- Color verde intenso de la masa foliar (mayor densidad clorofítica).

- Mayor producción de hojas de buena sanidad y calidad (aumento de su contenido proteínico).

- A su vez los puntos anteriores determinan una mayor producción de frutos, semillas, etcétera.

El déficit de nitrógeno presenta síntomas variados. El rendimiento de un cultivo baja incluso antes de la manifestación sintomática.

El primer síntoma que se presenta es la clorosis; es decir la pérdida de moléculas de clorofila, tomando la planta un color amarillento. La producción y síntesis orgánica se frena y baja de esta manera la velocidad de crecimiento y desarrollo.

Los síntomas de clorosis ocurren primero en las hojas viejas que trasladan sus substratos a las jóvenes. Luego el síntoma pasa a las hojas en crecimiento activo, comenzando desde el ápice hacia la base e indicando que la deficiencia de nitrógeno es ya grave.

El fenómeno de clorosis es reversible en un momento determinado, agregándole nitrógeno soluble al suelo la planta puede recuperar su color normal y crecimiento.

Kowalenko et al (1987), dicen que las aplicaciones moderadas de N de 125 y 250 Kg de N/ha en las plantaciones, produce un tamaño de cabeza considerado como óptimo por la mercadotecnia.

A si mismo descubrieron que el peso de la cabeza del Brócoli incrementa con las aplicaciones de N, pero a altas cantidades de N puede alterar la calidad de la cabeza.

Kowalenko (1987), descubrió que el amonio más azufre afecta significativamente el rendimiento del brócoli, el cual fue mayor que el amonio sin azufre.

También indica que los tratamientos con N no alteraron significativamente la madurez del brócoli. El rendimiento del brócoli incremento con las aplicaciones de N arriba de 250 Kg de N/ha en ambos años. El maíz dulce, el cual se encontraba como vecino del brócoli en el primer año, no respondió a las aplicaciones similares.

El nitrógeno no incremento preferentemente el desarrollo vegetativo del brócoli, pero en un año incremento el rendimiento de cabeza.

La aparente, alta demanda de N para la producción de cabezas, sugiere que las aplicaciones se dividan para utilizarlo eficientemente.

La información acerca de la adsorción del N de este estudio sugiere que las aplicaciones de N se realicen exactamente antes de la iniciación del vástago floral lo cual puede resultar en un incremento del rendimiento de cabeza sin disminuir la calidad debido a tallo hueco.

Cutcliffe et al; 1971 descubrió que las altas aplicaciones de N retrasan la madurez.

Letey et al y Arjona (1983); citado por Kowalenko (1971) descubrió que la fertilización con N en banda, dan como resultado mayor tamaño de cabeza, por lo tanto también mayores rendimientos que con la inyección del N en

el agua de riego. También encontraron que la cantidad de N absorbido fue relativamente mayor en el mes anterior a la cosecha. Además al aumentar el N también aumento la incidencia de tallo hueco.

Rodríguez (1989), dice que para evaluar el status nutricional de muchos cultivos es necesario hacer un análisis de la planta para diagnosticar y presentar la corrección.

La concentración de los nitratos en la nervadura centrales de las hojas del Brócoli indica el status de N de la planta pudiendose encontrar niveles mínimos o críticos de nitrato en las nervaduras centrales de las hojas.

Las aplicaciones de 159 Kg de nitrógeno por hectárea en tres años (t5) dio como resultado niveles de nitrato en la nervadura central de la hoja de 64, 49 y 45 respectivamente, el cual fue superior al nivel critico y superior al rango de suficiencia durante el periodo de crecimiento. Los rendimientos de brocoli en ese tratamiento en promedio fue de 14,000 Kg/ha sobre los tres periodos de producción.

Para el desierto de Arizona se recomienda las siguientes concentraciones de nitrato: 4a 6 hojas, 10,000 mg/Kg ; 10 a 12 hojas, 9,000 mg/kg; precosecha, 2,000 mg/kg; concentraciones de nitrato menores que estos pueden indicar necesidad del fertilizante nitrogenado, también indica que el N total (NH_4 : NO_3 y aminoácidos) y el porcentaje de mol del amonio en la savia del xilema disminuye en la etapa de crecimiento. El amonio constituyo más del 20 % de N en la savia del xilema, se sugiere que esta forma de N así como de NO_3 , sea absorbido del suelo. La substancial recuperación de NO_3 en la savia del xilema (30-70%) indican que con una adecuada aplicación de N, una porción mínima de N es llevada al retoño. La concentración de amonio, nitrato, aminoácidos y proteínas disminuyo en la parte basal del brote y en los tejidos durante la etapa de crecimiento.

Hipp et al (1974); descubrió que la acumulación de nitrato es mayor con el nitrato de potasio, intermedio con el nitrato de amonio, y menor con urea. Aunque algunos estudios han demostrado que la acumulación de nitrato puede presentarse con la nutrición adversa de boro. Concluyo que el boro esta relacionado directamente en el metabolismo del nitrato.

Los aminoácidos y las proteínas, son las predominantes formas de nitrógeno en el tejido.

Hipp (1974), descubrió que incrementando la proporción de N incrementó el peso fresco de la cabeza, diámetro de tallo, el flósculo de la clorofila total, peso seco de punta de raíz (peso total) (tallo, peciolo, hojas y cabeza), altura de planta, calidad de cabeza, y disminución de días para la formación de cabeza para cosecha. Incrementando las proporciones de P se incremento la clorofila total del flósculo, altura y peso seco de raíz a un menor grado que N. Para la calidad en producción de brócoli en invernadero, se requirió de 5.6 gr. de N, 0.21gr de F, y 1.6 gr. de K por maceta.

Influencia del N y P en el crecimiento.- El N fue el mejor factor, afectando al Brócoli en el desarrollo y calidad.

La precocidad se incremento con la cantidad de N. Según se incremento la cantidad de N de 1.9 a 3.7 gr. por maceta, los días a encabezamiento y cosecha disminuyó con el descuido que llevo hasta 5.6 gr. por maceta.

Cutcliffe (1968) ; citado por Dufault (1989) menciona que en previos estudios de campo, la maduración se atraso, al aumentar la cantidad de N, y menciona que el peso y diámetro de cabeza aumentaron curvilinealmente incrementando la cantidad de N en la fertilización. La vitamina C también mostró una significativa respuesta a la fertilización con N con bajas y altas cantidades de N produciendo cabezas con mayores contenidos de vitamina C.

El peso de cabeza tuvo la mayor presentación de calidad, con aplicaciones de N de 125 y 250 Kg de N/ha. Se sostiene que no disminuyen los contenidos de clorofila, caroteno y vitamina C incrementando las cantidades de N en las aplicaciones a 112 Kg de N/ha.

Hipp (1974); citado por Bowen et al (1993) incrementando las cantidades de N en las aplicaciones da como resultado, mayor incidencia de tallo hueco en el cultivo de Brócoli.

Kowalenko (1987); mencionan que las plantas nutridas solamente con NH_4 se afecto al crecimiento, presentaron signos de necrosis marginal en las hojas inferiores y la acumulación de NH_4 en el follaje. Con una relación de 75: 25 se observó el máximo rendimiento y el tiempo más corto de cosecha, junto con una acumulación mínima de NO_3 y NH_4 . La concentración de amonio en la savia del xilema disminuyo linealmente con un decremento de amonio en la solución nutritiva, mientras que la concentración de NO_3 llegaron al máximo cuando el NO_3 fue 50 % del N aplicado (50: 50). La familia de la glutamina domino la composición aminoácida de las savias del xilema y floema.

Ware (1980); Así también la mejor combinación de N es 50:50 (NH_4 : NO_3), para un máximo desarrollo y mínima acumulación de nitrato en la planta. Para cada especie de plantas se debe establecer una óptima cantidad de N o igual cuando los cultivares sean la misma especie.

Dice que altos niveles de NH_4 suministrada en las hojas solamente con NH_4 es tóxico, dando como resultado un crecimiento raquítico y baja producción.

Kowalenko et al (1987) descubrió que incrementando la fertilización con nitrógeno disminuye el forzado para corte de tallo (solo un experimento). Cuando las plantas fueron expuestas a deficiencias de agua y temperatura altas. El N afecto el diámetro de tallo, solo cuando las proporciones fueron muy bajas

(37 y 74 Kg. de N/ha). La producción de cabezas comerciables de calidad, muchas veces no mostraron respuesta significativa a las cantidades aplicadas de N mayor a 112 Kg/ha, particularmente en el espaciamiento de 30 cm.

Incrementando el N, usualmente produjo un aumento lineal en promedio del peso de cabeza comerciable, especialmente con el espaciamiento de 30 cm. Los pasos de las cabezas individuales se incrementan en respuesta al N aplicado.

El crecimiento de la planta aumentó, incrementando el N en 90,180 y 270 Kg/ha. El método de aplicación de N tuvo muy poco efecto en la producción en el tratamiento más bajo; pero la producción fue consistentemente mayor por la aplicación de N con un poco de agua al suelo, cuando se uso el tratamiento de mayor aplicación de agua. La cantidad de N en la planta con el N aplicado bajo, al incrementar la aplicación del N, bajo con la más alta aplicación del agua, y bajo al aplicarlo con el agua de riego en comparación con la aplicación al suelo.

El rendimiento y la absorción de N fue significativamente más alta con 225 comparado con 115 Kg/ha de N. Lo conveniente es antes de la aplicación y la fertilización con N en banda al suelo, lo cual dio como resultado significativamente mayor rendimiento de cabezas de brócoli que inyectado el N en el agua de riego.

2.3.3. Funciones del Fósforo

Rodríguez (1989), dice que interviene en la formación de las nucleoproteínas y ácidos nucleicos y fosfolípidos, tiene una importancia vital en :

- La división celular.
- La respiración y fotosíntesis.
- Síntesis de Azúcar, grasas y proteínas.
- La acumulación de energía (en los compuestos ATP y NADP) en los fenómenos de fosforilación.

- La regulación del PH de las células (sus ácidos y sus sales de "metal fuerte" forman soluciones "Buffer" que regulan el PH de la soluciones celulares), etcétera.

Este elemento se acumula principalmente en:

- Los tejidos activos (síntesis, respiración).
- Los meristemos (punto de visión celular).
- Semillas y frutos.

La carencia de este elemento produce grandes trastornos fisiológicos: 1) no se sintetizan proteínas pues no hay energía para su síntesis en las uniones peptidicas (los nitratos NO_3 que fueron absorbidos, deben ser reducidos para amidas y a la consiguiente transformación en proteínas); al faltar el fósforo no se produce piridoxal (B6) que es el encargado de esta reacción; sin embargo puede haber mucho nitrógeno asimilable pero no es utilizado eficientemente por la planta; 2) no se establece un equilibrio entre los azúcares y almidones, acumulándose los primeros y formando una sustancia rojiza, la antocianina.

A partir de los conceptos desarrollados, una deficiencia de fósforo tiene la siguiente sintomatología:

- Lento crecimiento y desarrollo de la planta.
- Floema y xilema poco desarrollados.
- Menos peso y tamaño.
- Pobre floración y fructificación.
- Retraso de la maduración.
- Las hojas toman un color verde oscuro y aveces con matices rojizos (antocianina).

En cambio, los efectos positivos que con lleva una buena disponibilidad de fósforo son:

- Mayor desarrollo radical
- Mayor crecimiento y desarrollo general de la planta.

- Aceleración de la floración y fructificación.
- Mayor resistencia a las condiciones adversas (clima, enfermedades, etc.)

El rendimiento depende más del P que del K en las hojas. Se ha reportado poco aumento de los rendimientos con la aplicación de K.

Incrementando las cantidades de CSP (superfosfato concentrado) y KCL (cloruro de potasio) acelera la madurez e incrementa los rendimientos de coliflor y brócoli en cosechas sucesivas, mientras que la col de brúcelas respondió menos a CSP o KCL en cosecha. Incrementando la cantidad de KCL incremento la incidencia de tallo hueco, el cual es un defecto en calidad en brócoli. La mejor producción en cuanto a uniformidad de la maduración rendimiento se obtuvo con la combinación de el CSP en 336 Kg/ha y KCL en 268 a 1072 Kg/ha por aplicación en una rotación a largo plazo.

Dufault (1988), realizó un trabajo en donde según se incrementaba la cantidad de P a 0.14 g por maceta, también incrementaba el peso de la planta y la clorofila del (vástago floral) pero incrementando la cantidad de P a 0.21 g por maceta, no indujo incremento adicional. En Contraste con el peso seco de raíz fue más alto con 0,21 g por maceta. El P no interactuo significativamente con el N, para afectar en cualquier de las variables medidas, así como tampoco afecto significativamente cualquiera de las características de calidad de cabeza, en el monitoreo en este estudio.

2.3.4. Funciones del Potasio

Rodríguez (1989), dice que cuando el potasio entra en el sistema metabólico de las células, forma sales con los ácidos orgánicos e inorgánicos del

interior de las mismas, que sirven para regular el potencial osmótico celular, regulando así el contenido de agua interna. En plantas jóvenes esta función puede ser reemplazada por otros cationes como el litio (Li) y el sodio (Na⁺), pero siempre de una forma registrada, es decir antes de los efectos tóxicos que pueden traer colateralmente.

El potasio interviene además fisiológicamente a los siguientes procesos:

- Síntesis de azúcar y almidón.
- Traslado de azúcares.
- Síntesis de proteínas (en las uniones peptídicas de las mismas).
- En la fosforilación oxidativa que se produce en las membranas de las mitocondrias (órganos celulares), esta fosforilación consiste en captar fósforo en una molécula compleja que también contiene el mismo elemento, como una forma de captar y acumular energía para otros procesos fisiológicos de la planta (como son las distintas síntesis de almidones, grasas y proteínas).
- Interviene en la estimulación enzimática.

Deficiencias de Potasio

A partir de la importancia fisiológica del potasio, en el metabolismo y catabolismo del vegetal, se deducen los problemas o trastornos ocasionados por su deficiencia.

Ellos son:

- Disminución de la fotosíntesis (producción de materia orgánica) y aumento de la respiración (destrucción de materia orgánica).

- Disminución de traslado de azúcares a la raíz (por una disminución de la síntesis del azúcar).

- Acumulación de compuestos orgánicos que contienen nitrógeno, pues no se produce una síntesis de proteínas (y uniones peptídicas).

- Aparición en las células de las hojas de sustancias catabólicas, como la putresceína, que inician los procesos de muerte celular y de tejidos, es decir la necrosis de los tejidos vivos.

- Se promueve la susceptibilidad al ataque de los hongos (enfermedades criptogámicas)

Pues disminuye la presión osmótica de las células, favoreciendo la entrada de los patógenos.

Síntomas de las deficiencias de Potasio.

Los síntomas que presentan los vegetales ante las deficiencias de Potasio se pueden generalizar en:

- Reducción general del crecimiento.

- Los tallos y la consistencia general de la planta son de menos consistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento (menos velocidad).

- Los frutos y semillas reducen tamaño y calidad por una deficiencia en la síntesis.

- Las hojas tienden a “ enruiarse “, amarillean los márgenes y luego se necrosan, las manchas avanzan hacia el centro de la hoja tornándose marrones, los síntomas aparecen primero en las hojas inferiores y luego en las superiores.

Las deficiencias de potasio, una vez sistematizadas en la planta, indica una carencia elevada del elemento; se produce incluso, antes de los síntomas, una baja en el crecimiento y desarrollo de la planta si hay una carencia real. Una abundancia de este elemento se manifiesta en las siguientes características:

- Mayor crecimiento y vigor.
- Buen desarrollo de flores, frutos y semillas.
- Resistencia al frío y enfermedades criptogámicas.
- Aumento de la calidad de los frutos

Demchak y Smith 1990, dicen que el K usualmente ayuda o promueve la síntesis de Mn en la hoja; el cual probablemente fue debido al contenido de cloro en la fuente usada KCl.

2.3.5. Funciones del Calcio

Rodríguez (1989), dice que en el interior de la planta es un elemento poco móvil interviniendo en la formación de los pectatos de calcio (también existen los pectatos de magnesio) de la laminilla media de las células que intervienen en el proceso general de absorción de elementos.

El calcio forma sales con los ácidos orgánicos e inorgánicos del interior de las células (el oxalato de calcio es insoluble) regulando la presión osmótica de las mismas. Interviene en la formación de la lecitina, que es un fosfolípido importante de la membrana celular, siendo un factor de importancia en la permeabilidad de estas membranas.

Igualmente actúa en la división mitótica de las células, en el crecimiento de los meristemos (puntos de crecimientos) y en la absorción de

nitratos (en la regulación de la absorción activa de elementos y en la permeabilidad de las paredes celulares).

Partiendo de los conceptos de su intervención fisiológica, las carencias de calcio se manifiestan en los siguientes puntos:

- Menor capacidad de síntesis de proteínas en la planta.
- Menor desarrollo radicular; se forman raíces oscuras, cortas y fraccionadas, incluyendo directamente en la absorción de otros elementos.
- Correctivamente se nota en las hojas una clorosis marcada, principalmente en las jóvenes tomando forma de " garflo ".
- Poco crecimiento de los tallos y las hojas, produciéndose, además, una Muerte de los meristemas. La planta se muestra menos crecida y desarrollada.

Una cantidad óptima de este nutriente evita estas consecuencias. Generalmente las deficiencias de calcio no se encuentran con regularidad en los cultivos agrícolas. Un factor importante de esta carencia lo determina el PH del suelo, así en suelos muy ácidos el calcio no es fácilmente asimilable.

El calcio es añadido del suelo, principalmente, por sus características físicas y químicas, es decir por la capacidad floculante que agrega a las partículas coloidales del suelo para una buena estructuración del mismo, y por

su capacidad de regulación del PH en suelos muy ácidos mediante las técnicas de " encalado ".

La aplicación de calcio puede provenir entonces de dos fuentes; a través de los " encalados " para la corrección del suelo y fertilización directa de calcio cuando no es necesaria la corrección edáfica y se hace imprescindible la

aplicación del mismo, esto se realiza directamente con fertilizantes que contengan el elemento.

Al incrementar de Ca puede aumentar la absorción de K.

Las adiciones de Ca pueden estimular la absorción del amonio, dando como resultado un mayor tamaño de la planta al usar el N eficientemente. El Ca demostró aumentar la absorción del K y estimula el desarrollo de la planta en presencia de amonio.

2.3.6. Funciones del Azufre

Rodríguez (1989), dice que la deficiencia de azufre en el suelo puede traer una disminución de la fijación de nitrógeno atmosférico que realizan las bacterias, trayendo consecuentemente una disminución de los nitratos en el contenido de aquel.

El azufre en el interior de las células tiene característica de poca movilidad. cumple fisiológicamente algunas funciones importantes, además de constituir distintas sustancias vitales, estas son:

- Forma parte constituyente de las proteínas (cistina, cisteina, metionina).
- Forma parte de las vitaminas (biotina).
- Es constituyente de las distintas enzimas con el sulfidrilo (SH) como grupo activo, que actúan en el ciclo de los hidratos de carbono y en los lípidos (en la oxidación de los ácidos grasos, como la coenzima A, CoA).
- Intervienen en los mecanismos de oxido-reducción de las células (con el glutatión).

- Intervienen en la estructura terciaria de las proteínas; las proteínas se ordenan en grandes cadenas moleculares, el azufre ayuda a la constitución de estas macromoléculas, además de formar parte de los aminoácidos (compuestos moleculares imprescindibles para la formación de los peptidos, que se unen a su vez para la formación de las proteínas).

Algunas especies como las crucíferas, y entre ellas las liláceas, absorben una gran cantidad de sulfatos, produciendo en su contenido celular gran cantidad de sulfuro de alilo que ocasiona el olor característico de algunos vegetales como la cebolla.

Los síntomas de deficiencias de azufre son debidos a los trastornos fisiológicos, manifestándose en los siguientes puntos:

- Crecimiento lento.
- Debilidad estructural de la planta, tallos cortos y pobres.
- Clorosis en hojas jóvenes, un amarillento principalmente en los " nervios "foliares e inclusive aparición de manchas oscuras (por ejemplo, en la papa).
- Desarrollo prematuro de las yemas laterales.
- Formación incompleta de los frutos.

Fen et al (1987), descubrió que al incrementar las adiciones de S incrementa el agua extraible y absorción de Ca + Mg y P en los contenidos del suelo. El brócoli respondió mejor a la aplicación de S aplicado directamente en las soluciones nutritivas en forma foliar (Fe y Zn), respondió mucho más a $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{S}$ que a $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ en proporciones de N equivalentes.

En el suelo la disponibilidad del nutriente puede ser incrementado usando H_2SO_4 ó S elemental. El S es preferido debido a que es insoluble antes de la oxidación en cambio el ácido sulfúrico se consume en forma natural.

Fet et al (1987), descubrió que los tratamientos con S aumenta progresivamente la absorción de Ca y Mg en el tejido foliar del chile.

2.3.7. Funciones del Magnesio

Rodríguez (1989), dice que ingresa al interior de las células participando en distintas funciones moleculares. Estas son:

- Forma parte de la molécula de clorofila, molécula que produce la síntesis de los hidratos de carbono a partir de la energía luminica y el bióxido de carbono de la atmósfera, constituyendo el 2.7 % del peso total de esta molécula.
- Forma parte constituyente de los pectatos (de Ca y Ma) de las laminillas medias de las células: es abundante el Mg en las semillas, tejidos meristematicos y frutos.
- Entra en la constitución molecular de 15 enzimas del grupo de las sintetizadoras de polipeptidos, las transfosforilasas y descarboxilasas.
- Intervienen en las síntesis de los aceites vegetales.

La carencia de este elemento, debido a los problemas del suelo o por su cantidad insuficiente, produce los siguientes síntomas:

- Clorosis general en la planta, principalmente en las hojas viejas (por la falta de clorofila); la Clorosis es de tipo internerval en las hojas.
- Defoliación intensa en la planta.
- Los síntomas son mas notables después del periodo vegetativo (de intenso crecimiento) y generalmente después de intensas lluvias en suelos que son susceptibles de un gran lavado o lixiviado de las sales.

2.3.8. Funciones del Cloro

Rodríguez (1989), este elemento esencial interviene en el proceso de la fotólisis del agua, que se produce en la fotosíntesis; se ha calculado que los cultivos en general consumen promedialmente unos 5 Kg de cloro/ha/año.

El cloro es absorbido en su forma aniónica, el cloruro Cl. Generalmente, en la práctica de campo no existe deficiencias de cloro. El cloruro se puede reemplazar con la adición de los demás halógenos como los fluoruros, bromuros y yoduros.

Contienen cloro, en forma asimilable, el cloruro de potasio ClK, y el cloruro de sodio, ClNa.

2.3.9. Funciones del Boro

Rodríguez (1989), las deficiencias del boro generalmente ocurren en suelos excesivamente lavados y con muy poca materia orgánica, como por ejemplo los suelos arenosos.

El boro suele estar en una concentración del 0.1 al 2.5 partes por millón (ppm), y es absorbido en su forma de borato. La disponibilidad del mismo esta determinada por el PH del suelo, hallándose en una relación inversa, es decir, a mas alcalinidad menos boro disponible. Las deficiencias del boro ocasionan fisiológicamente una acumulación de nitrógeno soluble y azúcares, además, por ejemplo, el " corazón podrido " de la remolacha, el " corcho " de la manzana, el "aparduzcamiento " de la coliflor y el " enrulado de la hoja " en la papa.

Los síntomas generales son:

- Detención del crecimiento y desarrollo.
- Deformaciones en las hojas, enrulamientos, detención del crecimiento y muerte de tejidos.
- La planta tiene aspecto " arrosetado "
- Muerte de los puntos meristematicos.
- Detención del crecimiento radicular en muchas especies (como la remolacha).
- En las leguminosas se acentúan los problemas, pues además no se produce normalmente la asociación nodular.

La cantidad de boro que utilizan las plantas depende generalmente de la especie, las altas concentraciones producen síntomas de toxicidad. Algunas especies, como la coliflor, necesitan a veces hasta 15 ppm de borato en las aplicaciones de fertilización.

Shelp et al (1991), Probó 4 cultivares de brócoli en condiciones de invernadero, bajo varios regímenes de B, el cultivar Commander, se caracterizó por tener baja susceptibilidad al tallo hueco, desorden comúnmente asociado con la deficiencia de boro (B).

Encontró síntomas visibles de deficiencia de B (rotura de la nervadura central de la hoja, corteza del tallo, lesiones necróticas y oquedad en la médula del tallo) con el tratamiento de cero aplicación de B, se encontraron reducciones en el peso fresco de los retoños, pero Commander fue menos afectado. También, las concentraciones de B en los flósculos (vástagos florales) de Commander fueron mayores y mostró el menor porcentaje de cadencia vegetativa con el tratamiento de 0.5 mg de BL. Cuando el B fue transportado de la solución nutritiva al inicio de la inflorescencia, las concentraciones de B de las hojas jóvenes y de los flósculos (vástagos florales) de todos los cultivares fue mayor que el tratamiento de cero aplicación de B.

Comparado con el tratamiento de 0.5 mg de boro por litro, las concentraciones de B de las hojas viejas de todo los cultivares fue reducido, pero solo en el cultivar " Premium Crop " Disminuyó significativamente el B en el florete.

La deficiencia de B ocasiona incremento de glucosinato en alrededor del triple en las hojas jóvenes, pero no en los flósculos (vástagos florales). En las hojas jóvenes y flósculos (vástagos florales) se incrementaron (54-175) en la proporción de indolimetil-glucosinatos. En ambos cultivares la reunión de las cabezas para sacar la concentración de glucosinato el cual es precursor de los aminoácidos (fenilamina, triptofano), de nitrato y amonio no fue marcadamente afectado.

Ambos cultivares de brócoli mostraron un marcado incremento en el porcentaje de inyl-GS en respuesta a la deficiencia de B; en los flósculos (vástagos florales) incrementándose más dramáticamente en Baccus que en commander (167 Vs 90 %).

La deficiencia de B da como resultado un sabor amargo y desagradable de los flósculos (vástagos florales) de brócoli. Se debe grandemente a los productos hidrolíticos de glucosinatos (Gs), los cuales son una clase natural de aminoácido del Thioglucosidos.

El rendimiento se reduce en 1.8, 1.95, y 1.4 % para brócoli, coliflor y rábano respectivamente por cada mg/Lt, incrementando en la solución del suelo con B ((BSW concentración de B en el agua del suelo)), de 1,4,8,12,16, y 20 mg de B por litro (1mg para brócoli, 4mg para coliflor y 1mg para rabano). El conforme aumenta el BSW (concentración de B en el agua del suelo) reduce significativamente el tamaño de las tres hortalizas.

Se reporta que el brócoli y la coliflor tienen altos requerimientos de B, pero la acumulación del mismo fue consideradamente mayor en las hojas del brócoli que en las hojas de la coliflor. Por cada unidad incrementada de BSW aumento el B en la hoja alrededor de 8 y 47 mg/kg de peso seco para coliflor y brócoli respectivamente.

Incrementando el BSW (concentración de B en el agua del suelo), las concentraciones de Ca y P en las hojas disminuyó significativamente. Entre tanto los demás iones no se alteraron.

Aunque el B es un constituyente esencial de la solución del suelo para el crecimiento normal de la planta, la diferencia entre las concentraciones adecuadas y tóxicas pueden ser solo unos pocos mg/lit. Consecuentemente excesivas aplicaciones de fertilizantes que contienen B o el uso del agua de riego que contiene B puede dar como resultado niveles tóxicos de B y que en el cultivo puede causarle daño a la planta y bajar el rendimiento.

El exceso de B afecta la concentración y composición relativa de los aminoácidos, pero esto no ocurre con la deficiencia. Incluso la composición relativa del aminoácido depende de el estado de desarrollo y de los órganos de la planta, y si el B se presentó en deficiencia o niveles tóxicos.

Variando el régimen de B influye en la repartición de materia seca en brócoli al mismo tiempo con la composición de los solutos de N (nitrato de amonio y aminoácidos) en el transporte de fluidos.

Las plantas que crecieron sin B, presentaron en el exterior del tallo y el nervio central de la hoja rompimiento con pequeñas áreas necroticas en la parte

central medular del tallo de la inflorescencia del brócoli conteniendo 23, 29, y 39mg de B en los flósculos (vástagos florales), hojas jóvenes y viejas respectivamente.

Los signos extensos de deficiencia de B fue mitigado con 0.25mg de B /lt. Un cambio en el color de la cabeza de azul-verde a verde opaco , y amarillento marginal de follaje más joven fue asociado, respectivamente, con las concentraciones de B en el tejido de 430 y 720 mg de B.

La deficiencia de B influye poco en la concentración y composición de aminoácidos en los tejidos de brócoli, aunque en el floema se encontró un incremento dramático de glutamina (45-83 mol %). En contraste la toxicidad de B reducen la concentración de aminoácidos, particularmente la glutamina, en tejido activamente en crecimiento.

Se descubrió que las plantas mostraron incrementos en el peso fresco, al incrementar el B hasta un máximo de 2.5 mg/lt (miligramos de boro por litro); esto fue alrededor de 40 % mayor que donde no se aplicó.

Se dice que el B es conocido por ser un elemento esencial en la nutrición de la planta, ya que esta involucrado en numerosos procesos fisiológico y químicos incluyendo la división celular, metabolismo del ácido nucleico, síntesis de azúcar y fenolíticas, y funciones de la membrana.

Las plantas del brócoli (Brassica oleracea var. italica) crecidas en concentraciones baja (0.08) o altas (8.11 ppm) proporciones, retrasan el desarrollo; comparado con otras concentraciones de boro. La reducción de la conductancia estomatal de plantas deficientes en boro coincide con los signos primarios cómo: clorosis y gran cantidad de hojas deformes. Los niveles de clorofila y proporciones de fotosíntesis neta de las plantas en 0.08 ppm de boro

fueron significativamente menor que en 0.41, 0.61 y 0.81 ppm de boro. con brotes cloróticos, tallos cubiertos de escamas, y altos niveles de fenoles y fibra total.

Las plantas que crecieron en concentraciones altas de boro presentaron hojas significativamente cloróticas durante todo el ciclo de vida y clorosis en el margen de la hoja. La conductancia estomatal y cantidad de transpiración no fue afectada por exceso de boro. Aunque el contenido de la clorofila y proporciones fotosintéticas netas fue más bajo para las plantas en 4.06 y 0.11 ppm de boro que para aquellas en 0.41, 0.61, y 0.81 ppm de boro, el tamaño de la cabeza fue significativamente más grande. Este descubrimiento en el trabajo sugiere que las altas concentraciones de boro provocan síntomas de toxicidad en las hojas, pero pueden estimular el desarrollo de la cabeza.

Se encontró una reducción en el crecimiento en plantas crecidas con 0.08 ppm de B fue evidente que 30 días después de la plantación aparecieron escamas y ampollas en la epidermis del tallo, de las plantas en el estadio de 18-20 hojas.

La toxicidad de B no causa reducción en la cantidad de transpiración. Estos descubrimientos indican que la reducción de la P_n (fotosíntesis neta) de las plantas en altas cantidades de B está relacionado más a la pérdida de clorofila que a la reducción de la función estomatal.

Altos niveles de B pueden ser benéficos durante la formación de la cabeza, puesto que el B es requerido para la división celular meristemática. La cantidad de división celular durante la formación de cabeza puede causar la demanda de B. La cantidad de B disponible, desarrolla los vástagos o capullos de las plantas en 4.06 y 8.11 ppm de B lo cual puede ser suficientemente alta para reducir una deficiencia de B durante la formación de la cabeza y de este modo aumentar el tamaño de la cabeza.

Las plantas sometidas a muy altas concentraciones de B muestran reducciones en la fotosíntesis neta, niveles de clorofila, conductancia estomatal, y transpiraciones en el tratamiento después de 48h.

Se encontró que al aplicar B en cantidad de 3.0-4.5 kg/h-1 aumenta la concentración de B en el xilema y elimina el alto gradiente ascendente en el brote. Las concentraciones mayores de B se encontraron en la savia del floema y estable en savia del xilema, lo cual quiere decir que el B es un elemento movable en floema

2.3.10. Funciones del Zinc

Rodríguez (1989), el zinc es absorbido por la planta en su forma cationica, Zn. Se absorbe como todos los microelementos en pequeña cantidades y es común en el suelo con una concentración de 1 ppm en la solución.

En suelos alcalinos se reduce su cantidad asimilable; el PH del suelo (los PH altos) determina esta disponibilidad. Además, cuando la cantidad real de este elemento es pequeña los microorganismos del suelo comienzan a competir con las plantas por el nutriente. Los cultivos absorben distintas cantidades, la alfalfa es una especie con gran capacidad de absorción de zinc.

El zinc interviene en importantes procesos metabólicos como en la formación de sustancias de crecimiento (como el indol-acético) y es un activador de numerosos por ganismos.

Las deficiencias de cinc producen los siguientes sintomas:

- Se forman entrenudos cortos, plantas " arrosetadas ", como en citrus y cafetales.
- Crecimiento general reducido.

- Hojas terminales pequeñas.
- Yemas con escaso vigor vegetativo
- Manchas amarillas y necroticas en hojas.
- En casos extremos no se forman semillas.

2.3.11. Funciones del Fierro

Rodríguez (1989), el hierro es absorbido por la planta en forma ferrosa y férrica, además de algunas otras formas orgánicas complejas como los quelatos. Es absorbido principalmente en su ferrosa.

Su cantidad asimilable en el suelo varia principalmente con el PH del mismo, cuando es alcalino(PH alto) la forma férrica tiende a la formación de hidróxido férrico, que precipita haciendo insoluble, Esto ocurre en suelos con un alto contenido de calcio, produciéndose en las plantas una severa clorosis, llamada " clorosis caliza ".

El hierro que se encuentra en la solución del suelo tiene una actividad antogónica, en lo que se refiere a la competitividad ionica, con el cinc, el cobalto, el cobre, y el manganeso (Zn, Co, Cu, Mn).

Es un elemento inmóvil dentro de la planta (es decir difícil traslación de un órgano a otro).

Intervienen en distintos proceso metabólicos:

- En la síntesis de los anillos pirrolicos que pertenecen a la constitución química de la molécula de clorofila.

- Forma parte de enzimas (como las catalasa y peroxidasas, que destruyen los peroxidos de nitrógeno, sustancia tóxica) y sustancias metabólicas como los citocromos y ferredoxina (que intervienen en el transporte de electrones en la fotosíntesis y en la reducción de los nitratos).

- Clorosis de planta.

- Clorosis intensa en hojas en la zona internerval.
- Se nota en primer lugar un amarillamiento en las hojas jóvenes (pues el hierro es poco móvil y aparece el síntoma en los y tejidos nuevos) , luego puede haber un " emblaquecimiento y muerte"; las hojas permanecen sin deformaciones.
- Se manifiesta una clorosis también en brotes jóvenes.

2.3.12. Funciones del Manganeso

Rodríguez (1982), las plantas absorben el manganeso en su forma cationica: Este elemento es limitado en la superficie del suelo, unos 15-20 cm de profundidad. Una concentración excesiva puede originar efectos tóxicos, se encuentra en el suelo determinado por varios factores, como,por ejemplo, el PH, ya que en suelos alcalinos pierde totalmente su asimilabilidad por parte de las plantas. También la materia orgánica tiene elementos competitivos, disminuyendo la absorción del manganeso y muchas bacterias específicas pueden oxidarlo, inmovilizando en el suelo.

El manganeso interviene en importantes procesos metabólicos, siendo poco móvil en la planta,su carencia produce los siguientes síntomas:

- Punto necróticos en la planta.
- Amarillamiento rojizo en la zona interneval de las hojas.

Kowalenko (1989), el tratamiento donde no se aplico Mn influye a que se presenten concentraciones menores de P, K, Mg, B, y el Cu, pero no se afectan los siguientes elementos,Ca, Fe, y Zn. En el cultivo del brócoli.

2.3.13. Funciones del Cobre

Rodríguez (1989), el cobre es absorbido por los vegetales en su forma cationica, su exceso provoca efectos tóxicos. Las causas de su deficiencia están determinadas por las cantidades en el suelo y por las condiciones del mismo en cuanto al PH, materia orgánica, etcétera.

El cobre interviene en el proceso metabólico de sustancias vitales. Los síntomas de deficiencia que presenta pueden ser resumidos en :

- Frutos de forma irregular
- Manchas paradas rojizas en la superficie de los frutos.
- Reducción del crecimiento de los brotes jóvenes.
- Aspecto clorótico y marchito de las plantas.

En las pulverizaciones se emplean concentraciones de 0.2 a 0.4 %; igual que en los quelatos de manganeso es conveniente neutralizar la solución con un pequeño aditivo de cal.

Las pulverizaciones foliares se realizan en todos los casos en que el elemento aplicado es absorbido a través del follaje, como los micronutrientes ya expuestos: el zinc, el manganeso, el cobre y el hierro

2.3.14. Funciones del Molibdeno

El molibdeno es absorbido por las plantas en la forma anionica de molibdato, la cantidad absorbida y necesaria es ínfima; pequeñas concentraciones resultan tóxicas (además es venenoso para el ganado).

Rodríguez (1989), interviene fisiológicamente en el ciclo de absorción del nitrógeno, provocando su carencia un amarillamiento general de la planta semejante a la escasez del nitrógeno.

Los suelos ácidos reducen la cantidad asimilable de molibdato por las plantas, de ahí que estos suelos deben encalarse para elevar su PH, dejándolo ligeramente ácido o neutro.

La dosis máxima admitida de fertilización para evitar la toxicidad es de 1 kg.de molibdato de sodio por hectárea.

Las dosis a utilizar deben ser perfectamente medidas y aplicadas.

2.4. Nutrición foliar.

Rodríguez (1989) dice que un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición pero estos pueden estar en una forma no disponible para absorción radicular ; tal es el caso frecuente del hierro y el fósforo, cuando el suelo es alcalino, o sea cuando cuando tiene un ph elevado en esos casos se realiza una fertilización complementaria.

La efectividad de la fertilización foliar depende en gran medida de la cantidad absorbida de las sustancias a través de la superficie (siendo importante la composición química de las hojas) y de sus traslados de los conductos floemáticos, requiriendo un gasto de energía metabólica.

Estas sustancias nutritivas deben atravesar la cutícula, las paredes (primarias y secundarias) y la membrana plasmáticas hasta llegar al interior de la hoja.

La cutícula principalmente esta formada por pectina, ceras, y fibras celulósica; en ellas actúan , en el pasaje de las sustancias, grupo hidrófilo (que dejan pasar agua e iones) y grupos lipofilicos (que dejan pasar sustancias no-polares, que no tienen cargas eléctricas).

Una vez atravesada la cutícula, las sustancias traspasan las paredes de las hojas a través de los ectodermos que son espacios con una densidad menor de microfibrillas en las zonas de las paredes primarias y secundarias.

Las paredes también poseen propiedades hidrofílicas y lipofílicas, luego, las sustancias absorbidas deben franquear las membranas celulares por medio de una absorción activa, requiriendo en estos casos un gasto energético.

2.5. Factores que afectan la absorción foliar.

2.5.1. Zona de contacto y superficie mojado.

Rodríguez (1989), menciona que la superficie mojada debe ser la mayor posible la fertilización, se hace en forma, pulverizada. Como la tensión superficial del agua es distinta a la tensión superficial de la cutícula, la gota tiende a una esfera, disminuyendo en áreas de contacto, de ahí que el agua se le agreguen sustancias que disminuyen su propia tensión superficial (como los detergentes) para aumentar de esa manera el mojado de la misma.

La superficie inferior de la hoja absorbe de 3 a 5 veces más que la superficie superior, pues ahí la cutícula es más delgada, hay mayor cantidad de estomas y los vasos flomáticos están mas cerca.

2.5.2. temperatura

Rodríguez (1982) menciona que a medida que aumenta la temperatura, por ejemplo, por ejemplo, entre los 20 y 26 grados centígrados, la cutícula se ablanda y el agua es mas fluida, aumentado entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada después de los 28 G C comienza a producirse un secado superficial, disminuyendo la penetración de la solución.

2.5.3. Humedad relativa

Rodríguez (1982) dice que al aumentar la humedad relativa ambiental se posibilita la mayor permanencia de las gotas de solución de la superficie foliar, aumentando las probabilidades de su absorción.

2.5.4. Edad de la hoja.

Rodríguez (1987) las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las viejas.

2.5.5. Características químicas de la solución aplicada.

Rodríguez (1989), a manera de ejemplo se puede citar que se difunden a nivel foliar en un mayor grado los fosfatos y citratos de potasio que los cloruros y nitratos de potasio.

2.5.6. LUZ

Rodríguez (1989), al existir una óptima fotosíntesis habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

En la nutrición foliar se pulveriza la solución nutritiva en la parte aérea de la planta tratando de hacerlo en mayor medida en la cara inferior de la hoja pues ahí, como ya se dijo, es mayor el grado de absorción, las aplicaciones se realizan de día, en el caso de querer pulverizar sustancias lipofílicas (no polares), las aplicaciones se hacen preferentemente en las hojas más viejas porque estas poseen más cera en su superficie favoreciendo este tipo de absorción.

Para la aplicación de nutrición foliar se debe además tener en cuenta los siguientes puntos:

1.- La fertilización foliar, comparada con la clásica, presenta las siguientes características: a) una más rápida utilización de los nutrientes por parte de la planta; b) La durabilidad de la fertilización es menor, debiéndose aumentar las aplicaciones; c) Las dosis empleadas son menores ; d) no se presentan los problemas de suelo , tan corrientes en los sistemas clásicos, y e) existe una mayor probabilidad de originar exceso de nutrientes.

2.- Las aplicaciones de nutrición foliar deben realizarse cuando hay una necesidad urgente.

3.- Para su implementación se realiza un correcto diagnóstico de deficiencias para estimular las dosis a emplear.

2.6. Disturbios Fisiológicos Valadez (1996).

2.6.1. Formación Prematura de la Cabeza (buttonning).

Causa : Stress de agua en los primeros estadios de desarrollo.

Control : Que siempre exista humedad en el suelo y que no carezca de fertilizante nitrogenado.

2.6.2. Yemas y/o floretes secos.

Causa : deficiencia de molibdeno.

Control : Aplicación foliar de molibdato de sodio o de amonio a razón de 3.5 kg. por hectárea.

2.6.3. Tallo hueco.

Causa : Deficiencia de boro con altas temperaturas (mayor de 26 °c) .

Control : Aplicación foliar de 1.0 a 1.5 kg/ha de (25 a 35 kg. de borax).

2.6.4.Edema (ampollas en el limbo)

Causa : Altas temperaturas acompañadas con alta humedad relativa y días nublados.

Control : Sin control.

Muchos desordenes de calidad en los cultivos hortícolas son asociados comúnmente con la deficiencia de B.

El tallo hueco es un desorden fisiológico que se caracteriza por un rompimiento vertical para desarrollar cámaras abiertas en la medula del tejido de los tallos de brócoli. El tallo hueco ocurre siguiendo la iniciación de la inflorescencia central y es considerado indeseable porque puede reducir la vida de anaquel del brócoli. En algunos casos, el tallo hueco es inducido por una deficiencia de boro, el cual produce síntomas de un color castaño en el interior del tallo, necrosis marginal de la hoja y de coloración del flósculo (vástago floral) es improbable que la deficiencia de boro juega un papel en el desarrollo de tallo hueco porque los sitios en donde se trabajo fue fertilizado con boro y porque los síntomas de deficiencia no fueron observados (Shattuck Shelp 1987). Cultivar, espaciamiento así como las porciones de N y las porciones de K (Peck and Macdonald 1986). Relativamente algunos contemporáneos mencionan en sus reportes que la nutrición con B puede en algunos casos, estar involucrado en la inducción del desorden.

Se concluye que las condiciones ambientales pueden jugar un papel importante en la formación de tallo hueco.

Cutcliffe (1977) , dice que el tallo hueco ocurre con frecuencia cuando las plantas son mas espaciadas y además fertilizado con altas cantidades de nitrógeno.

La incidencia de tallo hueco disminuye cuando se Incrementa la densidad de plantas. En promedio, trasplantadas a una sola planta mostró un 17% masa alta incidencia de tallo hueco que cuando se trasplantaron 2 plantas. El uso de una sola planta aumento significativamente, la media de peso de cabeza y media de diámetro de cabeza. De esta manera, la relación entre crecimiento y tallo hueco puede tener origen físico, por el rompimiento de la medula,provocando lesiones por un incremento excesivo desarrollado en el tallo durante la inflorescencia.

I.I.I. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó durante el ciclo primavera-verano de 1998, en terrenos de la, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” en la localidad conocida como el “Bajío” en Saltillo, Coahuila.

La especie vegetal utilizada fue Brócoli del cultivar Whaltam # 29.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y 6 tratamientos.

La plantación se realizó a una distancia de 30 cm. Entre plantas y de 90 cm. Entre surcos de 9 metros de largo por lo cual se recorría un metro hacia el interior de cada surco y la parcela util consistió en los dos surcos centrales de un total de cuatro surcos de la unidad experimental.

La cosecha se realizo cuando la cabeza del Brócoli presentó un desarrollo presentable procurando cortarlas a un largo de 6 pulgadas. Entendiéndose que la cabeza del Brócoli para ser aceptada en la evaluación debería tener un color verde típica uniforme, con tallo de 12.7 cm. de largo y con un diámetro en la

pata mayor de 10.0 cm. con hojas adheridas al tallo que no excedan 2.5 cm. con floretes cerrados y tiernos.

Las frecuencias de riego se dieron en forma normal, no se presentaron problemas significativos. En relación a plagas y enfermedades, y el control de malezas fue manual.

Cuadro 1. Relación de tratamientos utilizados en el experimento de fertilización foliar en el cultivo del Brócoli U.A.A.A.N 1999.

Tratamiento	Producto	Dosis	Epoca de aplicación
1	Testigo		
2	Biozyme T. F.	500 cc/ha	Cada 10 días
3	Impulsor	3 Kg /ha	Cada 10 días
4	Green Top	3 Kg/ha.	Cada 10 días
5	Foltron plus	3 Lt/ha	Cada 10 días
6	Hardefol	3 Lt/ha	Cada 10 días

Se aplicó en todos los tratamientos una fertilización al suelo al inicio del transplante en una dosis de 120 – 120 –100 kg/ha de N, P y K, respectivamente.

Los parámetros evaluados fueron:

- 1.- Altura de planta
- 2.-Número de hojas
- 3.- Rendimiento de tetas
- 4.- Número de brotes
- 5.- Diámetro de tallo
- 6.- Diámetro de domo
- 7.- Tallo hueco
- 8.- Días de transplante a corte

IV. Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación son analizados en forma separada y corresponden a cada uno de los parámetros considerados. En cuanto a la información que se presenta corresponde a los valores promedio y análisis de varianza para cada variable bajo estudio. Cabe mencionar que se le hizo una comparación múltiple de medias (Tukey) pero en vista de que no presentaron diferencia significativa no se anexan estos cuadros.

ALTURA DE PLANTA

Los resultados encontrados en el análisis de varianza para la variable, altura de planta en Brócoli, se detectó una diferencia no significativa al 0.05 por ciento, (cuadro 1^a) para los productos evaluados, lo cual significa que en esta variable no tiene influencia ningún producto aplicado. Sin embargo, se observan diferencias, ya que el producto que influye hacia una mayor altura es el T6 (HARDEFOL), con 61.15 cm. y el de menor tamaño fue de (GREEN TOP), con 54.71 cm, esto mismo también se presenta en forma gráfica en la fig. 1. En este caso el producto que influye hacia una mayor altura, no es el mejor, debido a que las plantas más altas presentaron una cabeza de menor peso y de característica poco deseables además de que en la actualidad se está enfocando a producir híbridos de menor tamaño y a la calidad de inflorescencia.

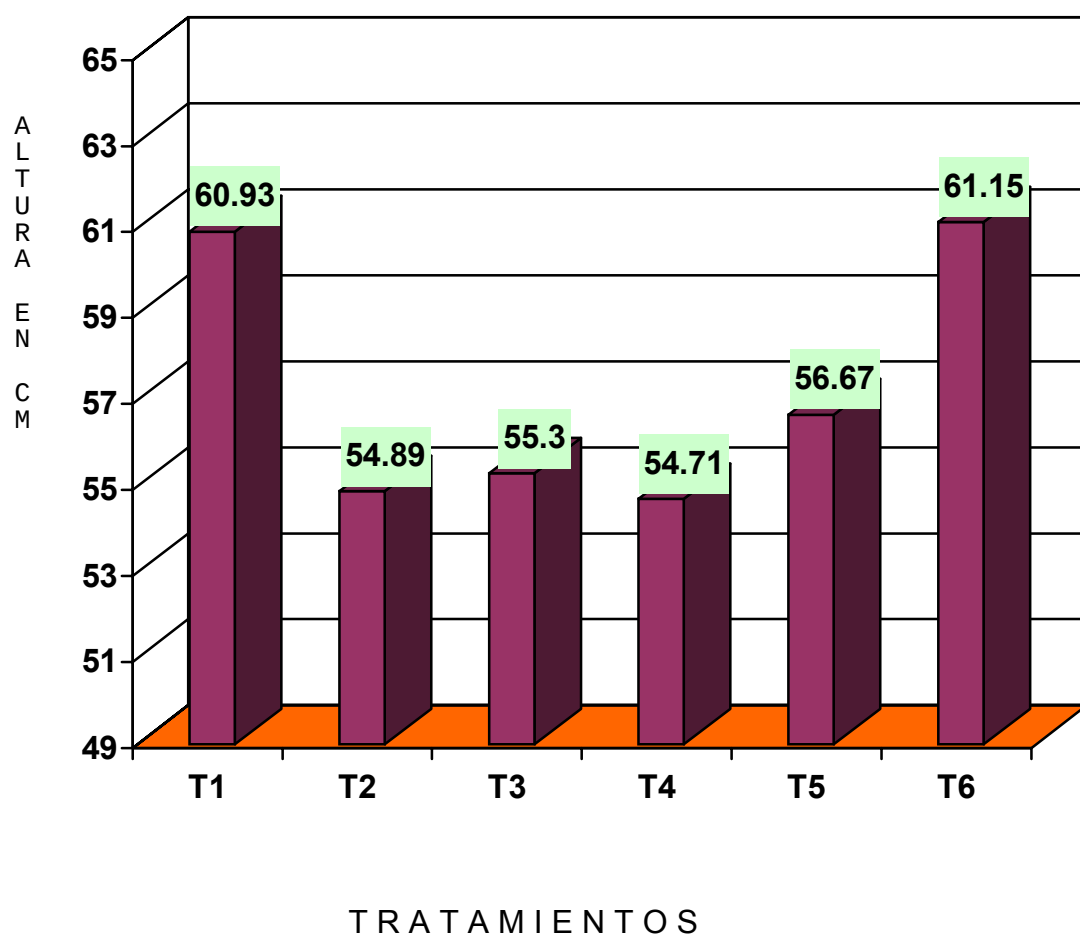


Figura 1. Efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli, en respuesta a la Altura de planta. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1998

Es muy importante señalar que durante el desarrollo del trabajo se presentó una granizada por un tiempo de cuarenta y cinco minutos (tres semanas después del trasplante), lo cual defolió el cultivo alrededor de un 50 %. Esto ocasionó que el periodo de inflorescencia se alargara más de lo previsto, además el daño ocasionado indujo a la brotación de yemas laterales, que al momento de cosecha presentaban cabezas de tamaño entre 8 y 12 cm de diámetro, que en comparación con las pocas plantas que no fueron dañadas produjeron cabezas de 14 y 18 cm. disminuyendo con esto grandemente el rendimiento esperado, estos resultados concuerdan con lo reportado por Rodríguez (1982) donde indica que posiblemente para que haya una respuesta significativa a la aplicación de fertilizantes foliares sería necesario aumentar las dosis.

NUMERO DE HOJAS

El cuadro (2 A), muestra el ANVA, para la variable numero de hojas del brócoli, en el cual no existe diferencia significativa al 0.05 por ciento para los productos utilizados, lo cual significa que el efecto de los productos evaluados fue estadísticamente similar, esto quiere decir que a esta variable no la afecta cualquier producto aplicado. Sin embargo, se observan diferencias; ya que el producto que tiene mayor éxito para esta variable fue el T5 (FOLTRON PLUS), con 19.83 hojas y el menor éxito encontrado en el T2 (BIOZYME), con 19.71 hojas. Esto naturalmente no quiere decir que a mayor numero de hojas mayor producción puesto que las plantas en su mayor parte presentaban hojas de poca dimensión, mientras que para las plantas que presentaban menor numero de hojas estas eran de buen tamaño y bien desarrolladas. Todo esto al relacionarlo con la producción total se tiene que el T5 presentó el rendimiento más bajo por hectárea con 6676.36 Kg. Sin embargo es importante mencionar que Bowen (1993), indica que el numero de hojas si es importante para una fotosíntesis más eficiente y que tenga impacto en el rendimiento esperado.

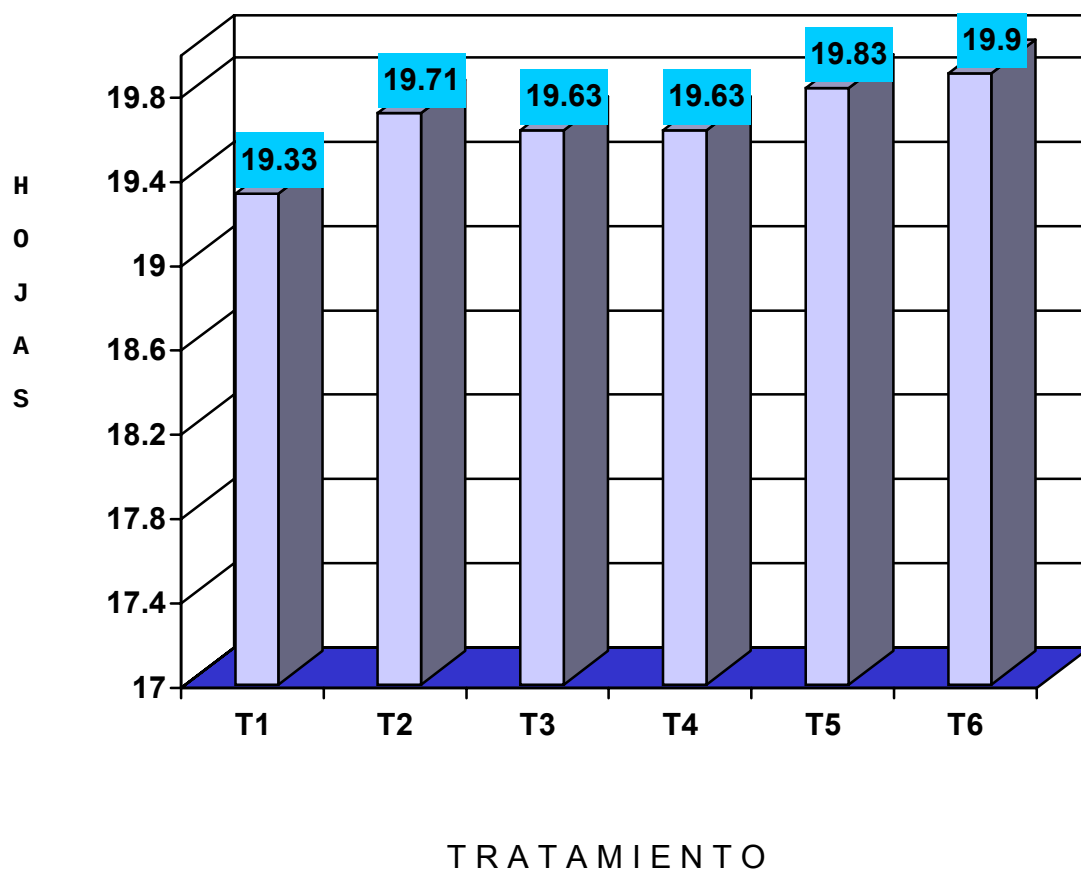


Fig. 2 Efecto de la fertilización foliar sobre el número de hojas, en el cultivo del Brócoli. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1998.

RENDIMIENTO TOTAL

Los rendimientos encontrados en el análisis de varianza cuadro (3 A), para la variable peso de domo del brócoli no se detectó una diferencia significativa al 0.05 por ciento no hubo diferencia con respecto al testigo pero el tratamiento en cuestión produce 430 Kg. Más con respecto al testigo lo cual se muestra en el cuadro tal. Los datos originales fueron transformados a toneladas por hectáreas obteniéndose de esta manera el rendimiento total. Aunque en la figura 2 observamos diferencias ya que el mejor producto encontrado para este parámetro fue el T4 (GREEN TOP), con un rendimiento total de 7400 Kg./Ha, mientras que el T5 (FOLTRON PLUS), es el que menor rendimiento se obtuvo con un total de 7000 Kg./Ha.

Supera al testigo y a los dos tratamientos que contienen hormonas y a los de fertilizantes foliares. Por lo que se recomienda nuevas dosis para recomendar T4, aplicar nuevas dosis para ver si se puede tener un buen rendimiento.

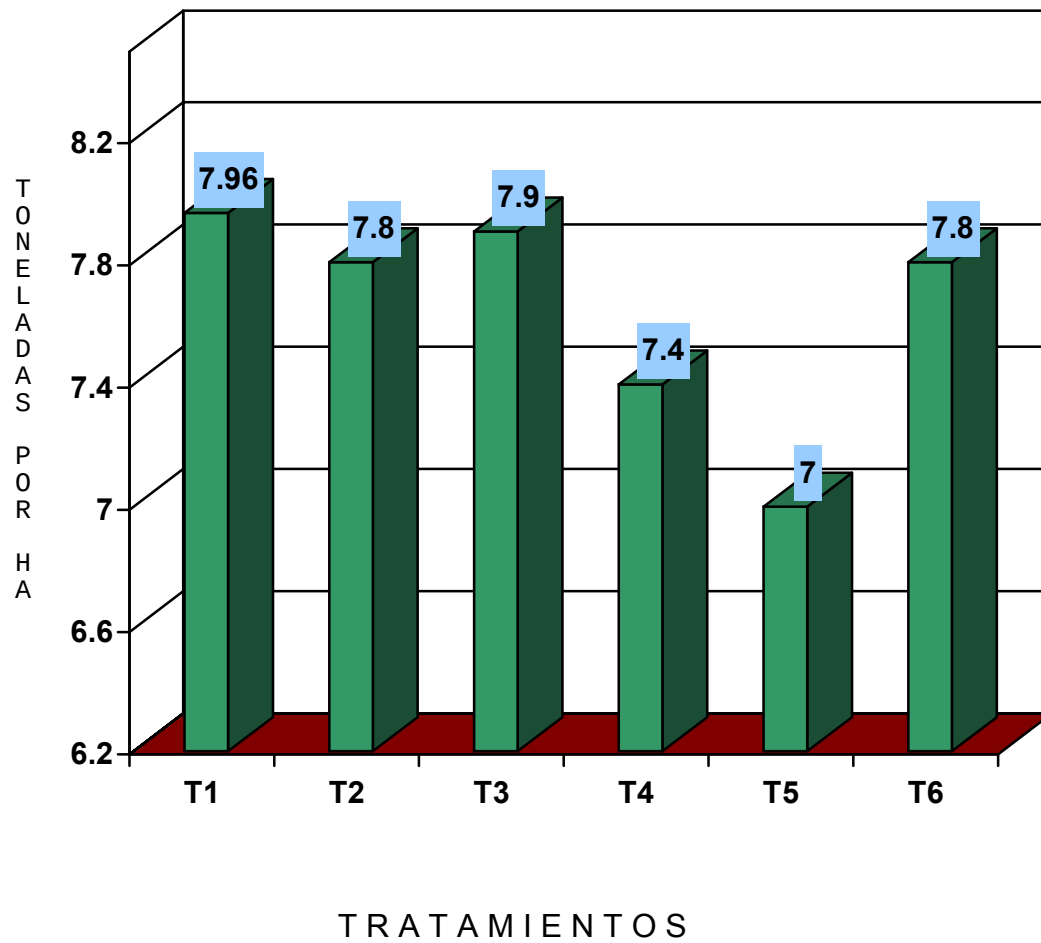


Fig. 3 Efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli para rendimiento expresado en Ton/ha. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1998.

TALLO HUECO

El cuadro (4A), muestra el ANVA para la variable tallo hueco del brócoli cultivar WHALTAM # 29, en donde no se observa diferencia significativa al 0.05 por ciento para los productos utilizados, lo cual significa que el efecto de los productos fue similar. Aunque se observaron diferencias, puesto que el producto que tuvo menor impacto para esta variable fue el T2 (BIOZYME TF), con 46.6 por ciento de tallo hueco y el de mayor impacto se encontró en el T6 (HARDERFOL), con 23.3 por ciento. Esto mismo se observa en la figura 4 con mayor claridad.

Es importante mencionar, que en la literatura revisada no se encontró información relacionada con la influencia de la fertilización foliar sobre la disminución del daño de tallo hueco en brócoli.

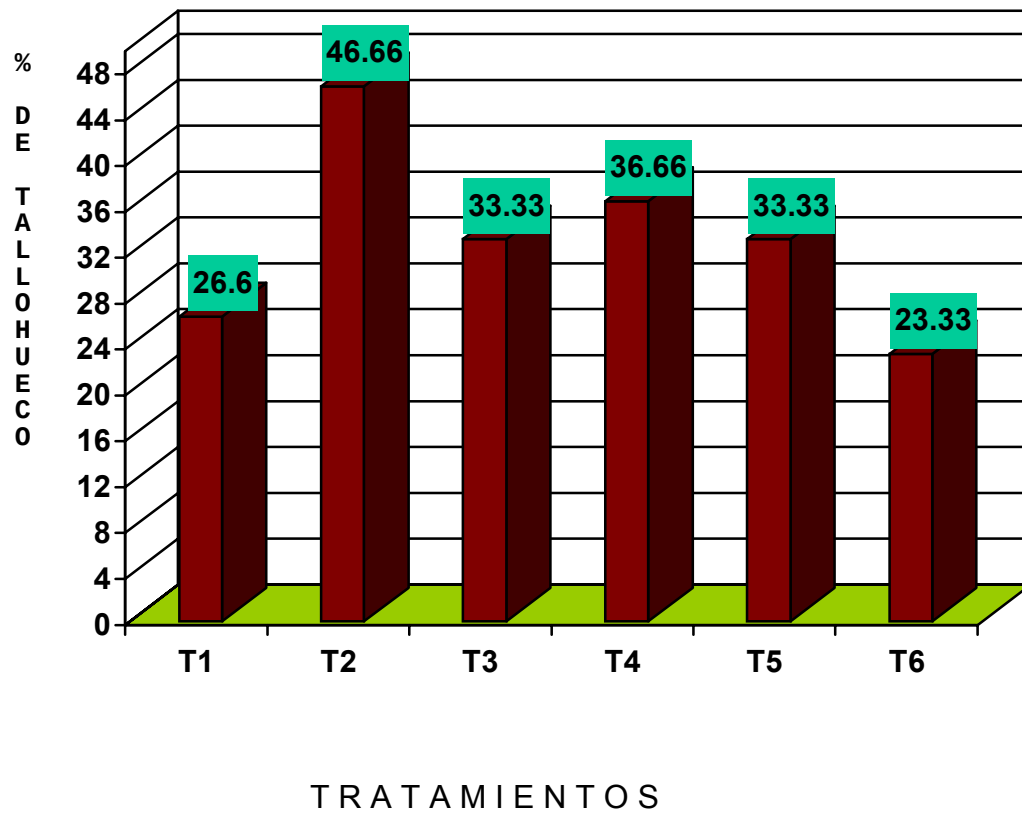


Fig. 4 Efecto de la fertilización foliar sobre el disturbio fisiológico (Tallo Hueco) en el cultivo del Brócoli. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1998.

DIAS DE TRANSPLANTE A CORTE

El cuadro (5A), muestra el ANVA, para la variable, días de transplante a corte del brócoli, en donde se puede observar que no existe diferencia significativa al 0.05 por ciento para los productos utilizados, aunque no hay diferencia significativa si se obtuvo una reducción en el # de días a cosecha en el T3 lo tiene en gran impacto para fines comerciales. Esto lo podemos ver mejor en la figura 4, donde podemos observar una diferencia hasta por 5 días ya que el mejor producto para esta variable lo encontramos con el T1 (TESTIGO), con un total de 95.51 días, mientras que el T3 (IMPULSSOR), fue el que menos días necesitó desde el día de transplante a corte.

Debido al parámetro evaluado el mejor producto no es necesariamente el T1 (TESTIGO) puesto que requiere mayor número de días, si no el T3 (IMPULSSOR), por tener el menor número de días en el a corte, pues esto es una ventaja para tener mercado con mayor prontitud.

Este tratamiento se obtuvo y se situó en 2° lugar con respecto a peso de domo de 6.987 Kg./Ha.

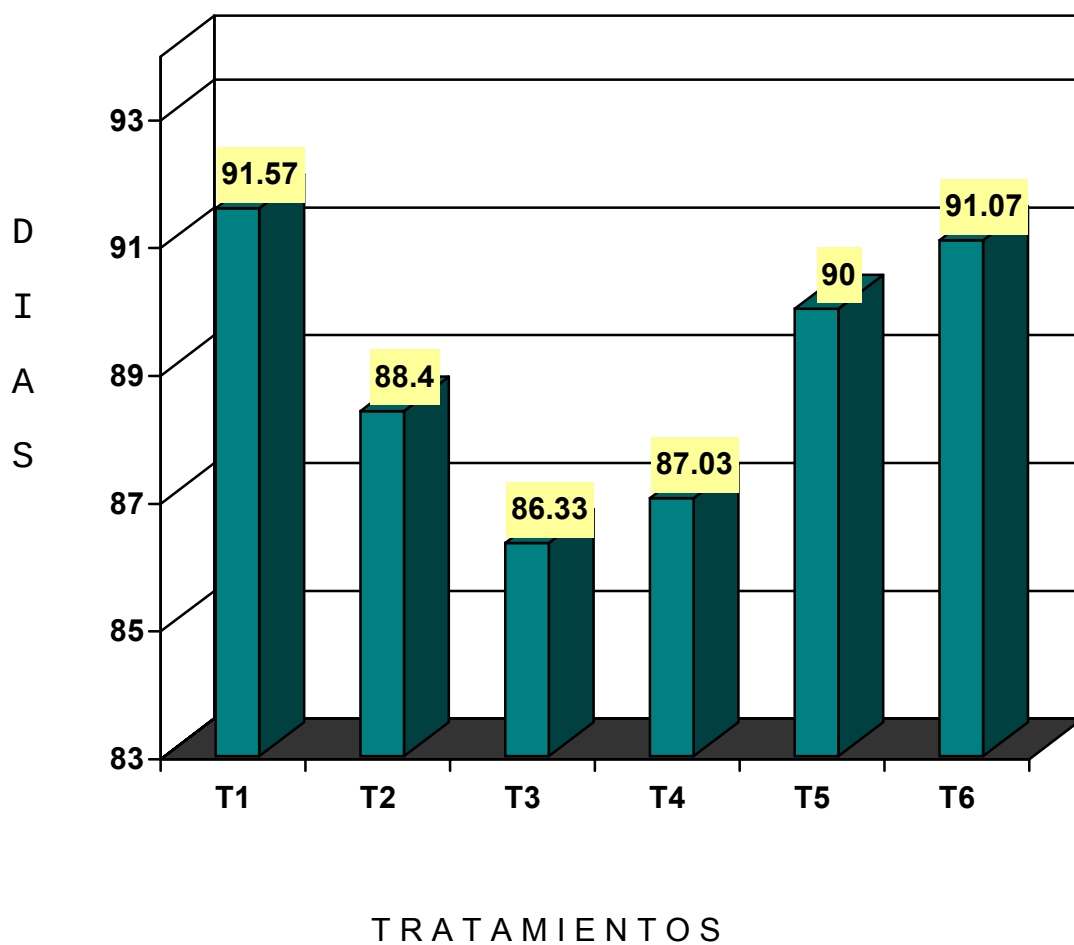


Fig. 5 Efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli para el parámetro días de transplante a corte. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1998.

DIAMETRO DE DOMO

Los resultados encontrados en el análisis de varianza para la variable diámetro de domo del brócoli variedad WHALTAM # 29, se detectó una diferencia no significativa al 0.05 por ciento, cuadro (6A), para los productos evaluados, esto significa que el efecto de los productos fue similar. Aunque observamos diferencias puesto que el mejor diámetro lo encontramos con el T1 (TESTIGO), con 12.0 cm. Mientras que el T2 (BIOZYME TF), solo alcanzó un diámetro de 11.0 cm.

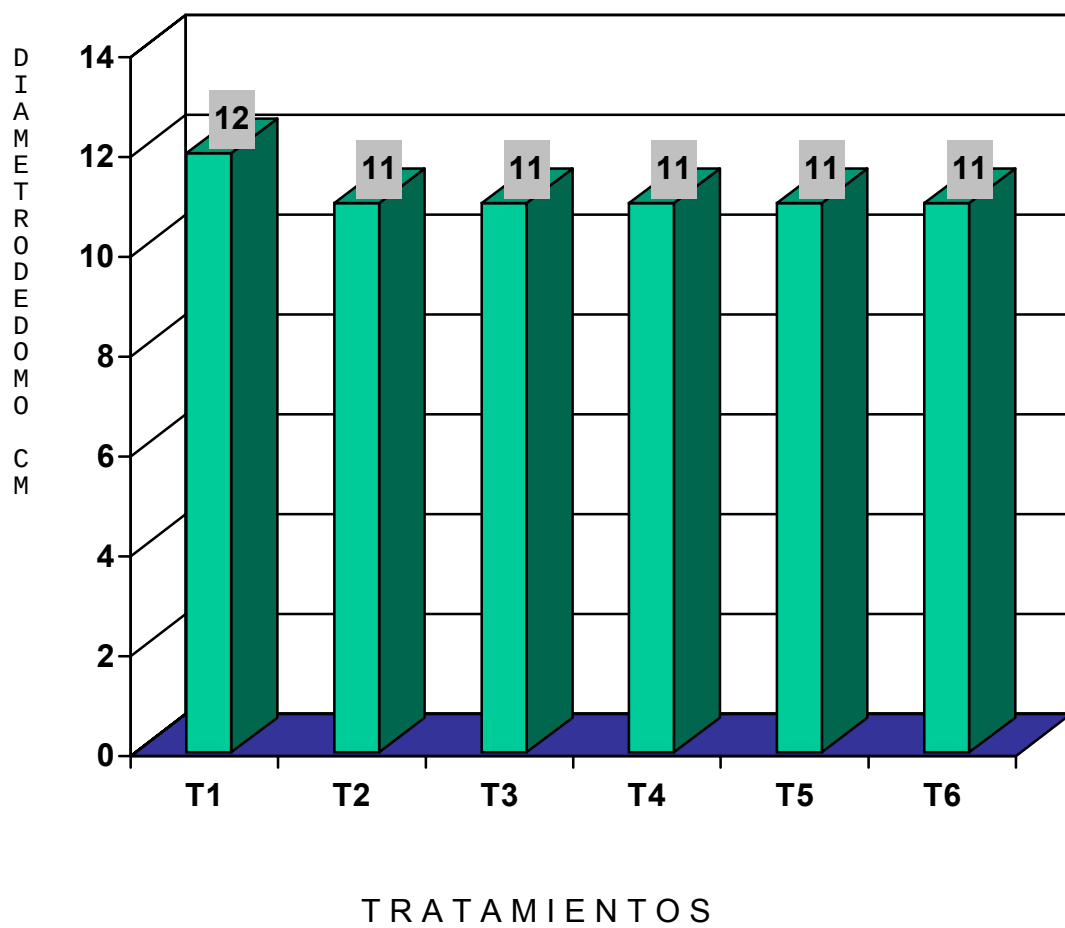


Fig. 6 Efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli para el parámetro
Díametro de Domo. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1998.

DIAMETRO DE TALLO

El cuadro (7A), muestra el ANVA para este parámetro evaluado, en el que se observa que no hay significancia al 0.05 por ciento para los productos utilizados lo que quiere decir que esta variable lo puede producir cualquier producto aplicado . Aunque observamos diferencias, ya que el mejor producto fue el T5 (FOLTRON PLUS), con 2.5 cm. Mientras que el T2 (BIOZYME TF), fue en el que menor diámetro se obtuvo con tan solo 2.3 cm.

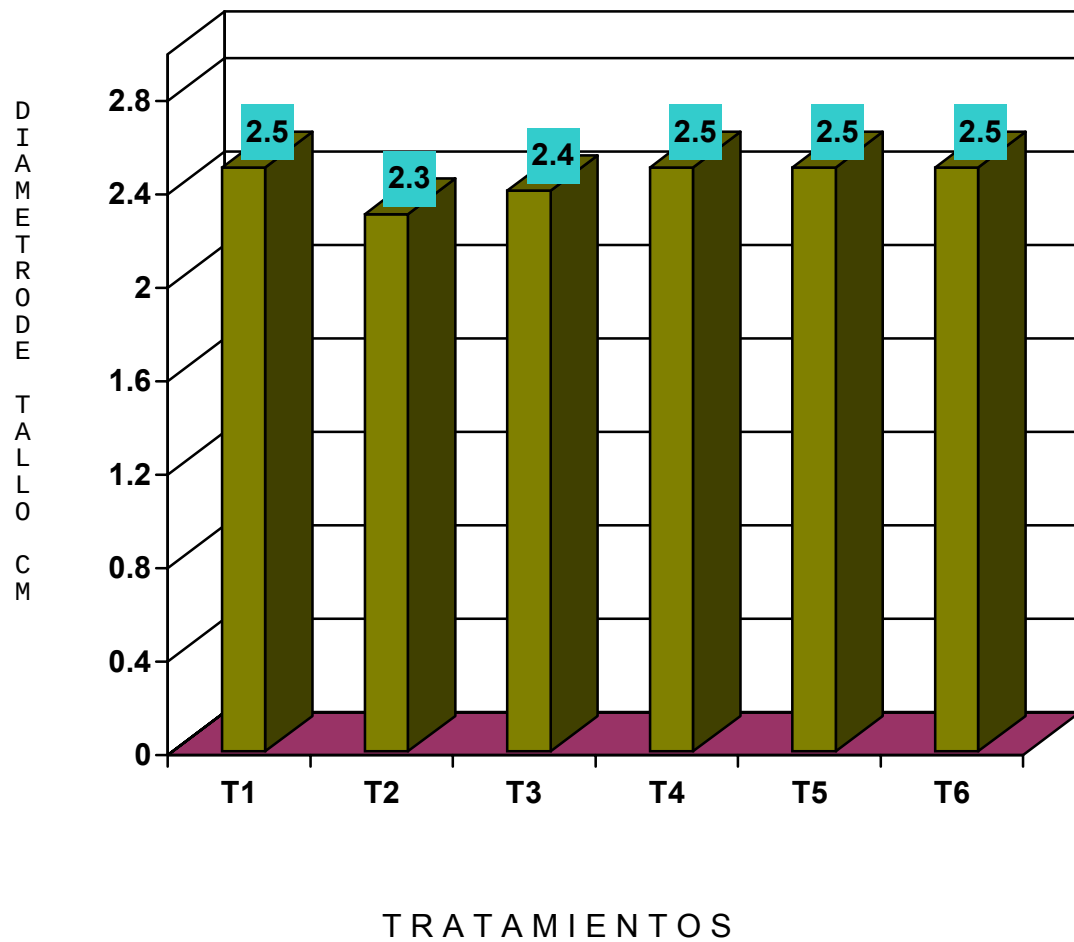


Fig. 7 Efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli para el parámetro del Diámetro de Tallo (Expresado en cm). Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1998.

NUMERO DE BROTES

El cuadro (8A), muestra el ANVA, para el numero de brotes del domo del brócoli, en la que se observa que no hay significancia al 0.05 por ciento para los productos utilizados, lo cual significa esta variable lo puede producir cualquier producto aplicado. Sin embargo, se observan diferencias puesto que el producto que más numero de brotes produjo fue el T6 (HARDERFOL), con 27 brotes y en el que se obtuvieron menos brotes fue el T3 (IMPULSSOR), con 24 brotes.

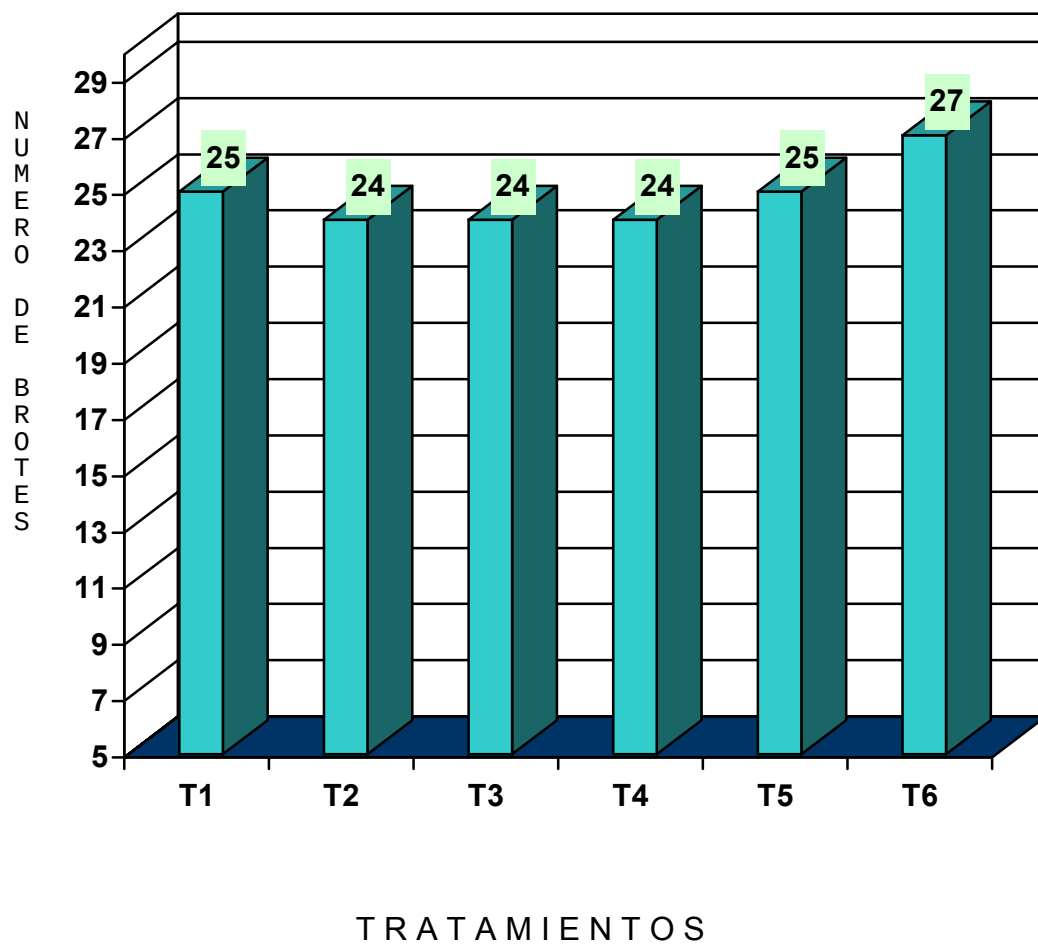


Fig. 8 Efecto de la fertilización foliar en el cultivo del Brócoli para el parámetro Número de Brotes del Domo. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1998.

V.- CONCLUSIONES

1.- No hay respuesta significativa con la aplicación de fertilizantes foliares sobre el rendimiento y calidad del cultivo del brócoli.

RECOMENDACIÓN. -

Se recomienda el intervalo de días entre el numero de aplicaciones, así como el de incrementar la dosis de fertilización foliar utilizada.

VI.- LITERATURA REVISADA

Bonnemaïson, L. 1965. Insect pest of Crucifers and their control. 1965. Ann. Rev. Ent.10: 233-256

Cutcliffe, J. A., D. C. Munro, and D. C. Mackey, 1968. Efecct. Of nitrogen, phosphorus, Potassium, and manure on terminal, lateral, and total yields and maturity of broccoli. Can J. plant Sci. Vol. 48 (5) : 439-446.

Cutcliffe, J. A. 1971. Efeccts of plant population, nitrogen, and harvest date on yield and maturi Ty of single – harvested broccoli.
Hort Science, vol. 6(5): 482-484.

Davison, R. H. And L. M. Peairs. 1996. Insect Pets on farm garden and orchard. Sixt edition John Wiley and Sons, Inc.

Edmon, O. B. , T. L. Seen y E. S. Andrews. 1978.
Principios de horticultura. 3ª. Ed.
Continental, México.

Hernández B. A. , 1988. El cultivo del Brócoli.
Dpto. de investigaciones agrícolas.
Campbell's de México, S. A. De C. V. Celaya, Gto.,
Octubre d 1988.

Hernández B. A. , J. L. Vera M. Y B. Alvarado R. 1988.

Populatin dynamics of aphids on broccoli in the
Mexican Bajio valley.

1er Simposio sobre plagas de las Crucíferas.

Agosto, 1988. Celaya, Gto. México.

Hipp, B. W. 1974. Influence of nitrogen and maturity rate on Hollow stem
in bróccoli. Hort Science. Vol. 9(1): 68-69.

Kowalenko, C. G. 1972. Effects of plant spacing and nitrogen on incidence
of hollow stem In bróccoli, Can. J. Plant Sci. 52 (5) : 833-834.

Kowalenko, C. G. And J. W. Hall. 1987 a. Nitrogen recovery in single-and
multiple- harvestd Direct – Seeded bróccoli trials. J. Amer. Soc. Hort. Sci.
112(1) : 4-8

Kowalenko, C. G. And J. W. Hall. 1987 b. Effects of nitrogen
applications on direct- seede Broccoli from a single harvest adjusted for
maturity. J. Amer. Soc. , Hort. Sci. 112 (1): 9-13.

Knott , J. E. 1980. Knott's Handbook for vegetable growers, 2ª. Ed. John
willey and Sons, USA.

Letey, J. , W. M. Jarrel , N. Vabras and R. Beverly. 1983.

Fertilizer application and irrigation management
Editorial Hemisferio sur S.A. Buenos Aires,
Argentina.

Mizelle, W. O. , Jr. 1986. Vegetable Economics- A
Planning Guide for 1987, Part A: Prices. The
University of Georgia college of agriculture
Cooperative Extension service, Miscellaneous
Publication 258.

Moar , J. W. And J. T. Trumble 1987. Biologically derived
Inseicides for use against beet armyworm.
California agriculture . Nov. - Dec. , 1987.

Steta G. , M. A. 1983. Evaluación de híbridos de brócoli
(Brassica oleracea L. Var. Italica Plenck) y fecha
de siembra en tres localidades en el bajío. Tesis
profesional. ITESM, unidad Queretaro.

V. Rodríguez S. F. 1989. Fertilizante, nutrición vegetal, A.G.T. Editorial. S.A.
México . D.F. 157. Pag.

Valadez López, Artemio, Producción de Hortalizas , México. UTEHA, c.
1997.

VII.- APENDICE

**Cuadro (1A) Análisis de varianza para altura de planta en el cultivo del
Brócoli, U.A.A.A.N, 1998.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
TRAMIENTOS	5	60.261919	12.052343	0.8154	N.S.	0.566
BLOQUES	2	9.425781	4.712891	0.3188	N.S.	0.737
ERROR	10	147.812500	14.781250			
TOTAL	17	217.500000				

C.V.= 7.17 %

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	60.93
2	54.89
3	55.30
4	54.71
5	56.67
6	61.15

**Cuadro (2A) Análisis de varianza para el Número de Hojas en Brócoli
Cultivar Whaltam # 29; U.A.A.A.N. 1998.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	4.649902	0.929980	0.7268 N.S.	0.62
BLOQUES	2	6.181152	3.090576	2.4152 N.S.	0.139
ERROR	10	12.796387	1.279639		
TOTAL	17	23.627441			

C.V.= 5.97 %

T A B L A D E M E D I A S

TRATAMIENTO	MEDIA
1	19.33
2	19.71
3	19.63
4	19.63
5	19.83
6	19.90

**Cuadro (3A) Rendimiento total del Brócoli Transformado a Ton/ha;
U.A.A.A.N. 1998.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	531.125000	106.224998	0.0942	N.S. 0.989
BLOQUES	2	3606.96875	1803.484375	1.5990	N.S. 0.249
ERROR	10	11278.96875	1127.896851		
TOTAL	17	15417.06250			

C.V = 20.16 %

TABLA DE MEDIAS

TRATAMEINTO	MEDIA
1	7.96
2	7.80
3	7.90
4	7.40
5	7.00
6	7.80

**Cuadro (4A) Análisis de varianza para el por ciento de Tallo Hueco
(Expresado en Por ciento), U.A.A.A.N. 1998.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
----	----	----	----	---	-----

TRATAMIENTOS	5	0.077586	0.0155517	0.7424	N.S	0.610
BLOQUES	2	0.155583	0.07792	3.7221	N.S	0.061
ERROR	10	0.209001	0.020900			
TOTAL	17	0.442170				

C.V = 26.02 %

T A B L A D E M E D I A S

TRATAMIENTO	MEDIA
1	26.6
2	46.6
3	33.3
4	36.6
5	33.3
6	23.3

**Cuadro (5A) Análisis de varianza para Días de Transplante a Corte,
U.A.A.A.N. 1998.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
----	----	----	----	---	-----

TRATAMIENTOS	5	69.625000	13.925000	0.9679	N.S.	0.518
BLOQUES	2	11.359375	5.679688	0.3948	N.S.	0.688
ERROR	10	14.387500				
TOTAL	17	224.859375				

C.V =4.26 %

T A B L A D E M E D I A S

TRATAMIENTO	MEDIA
1	91.5
2	88.3
3	86.3
4	87.0
5	90.0
6	91.0

Cuadro (6A) Análisis de varianza para el Diámetro de Domo (Expresado en cm), U.A.A.A.N. 1998.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
-----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------

TRATAMIENTOS	5	0.881836	0.176367	0.1505	N.S	0.974
BLOQUES	2	4.335815	2.335815	1.9930	N.S	0.186
ERROR	10	11.720215	1.172022			
TOTAL	17	17.273682				

C.V = 10. 03 %

T A B L A D E M E D I A S

TRATAMIENTO	MEDIA
1	12
2	11
3	11
4	11
5	11
6	11

Cuadro (7A) Análisis de varianza para el Diámetro de Tallo (Expresado en cm), U.A.A.A.N. 1998.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	0.076447	0.015289	0.5483	N.S. 0.738

BLOQUES	2	0.171951	0.085976	3.0831	N.S.	0.090
ERROR	10	0.278862	0.027886			
TOTAL	17	0.027886				

C.V = 6.67 %

T A B L A D E M E D I A S

TRATAMIENTO	MEDIA
1	2.5
2	2.3
3	2.4
4	2.5
5	2.5
6	2.5

**Cuadro(8A) Análisis de varianza para el Número de Brotes del Domo,
U.A.A.A.N. 1998.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
-----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------

TRATAMIENTOS	5	17.310547	3.462109	0.7683	0.594
BLOQUES	2	13.342773	6.671383	1.4805	0.273
ERROR	10	45.060547	4.506055		
TOTAL	17	75.713867			

C.V = 8.36 %

T A B L A D E M E D I A S

TRANTAMIENTO	MEDIA
1	25.0
2	24.0
3	24.0
4	24.0
5	25.0
6	27.0

