

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Soluciones Nutritivas y Fertilizantes Organominerales en la Producción de Plántula
de Crucíferas

Por:

MIRIAM GÓMEZ VÁZQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Soluciones Nutritivas y Fertilizantes Organominerales en la Producción de Plántula
de Crucíferas

Por:

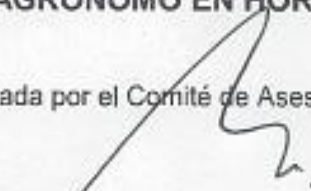
MIRIAM GÓMEZ VÁZQUEZ

TESIS

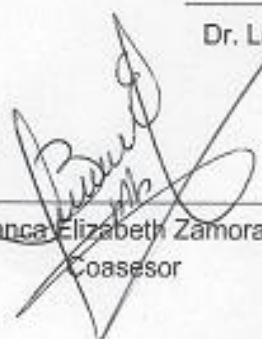
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA


Aprobada por el Comité de Asesoría:



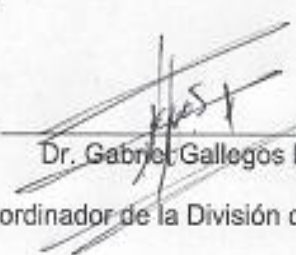
Dr. Leopardo Bañuelos Herrera
Asesor Principal



M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
Saltillo, Coahuila, México

Coordinación
División de Agronomía
Noviembre, 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Al máximo creador de las cosas, al que me llenó de fortaleza cuando a punto estuve de caer, porque si me he equivocado tú me ayudas a ponerme de pie, porque cuando pensé que estaba en un túnel sin salida, tú me mostraste el camino y me llenaste de fe; por ello, con toda la humildad que mi corazón emana, te agradezco desde el fondo de mi ser.

A mi Alma Mater: Por la inmensa cantidad de recuerdos que, de ti, en mi mente llevaré, por haberme formado con ética y profesionalismo, por inculcarme tu lema que orgullosamente voy a defender.

Al Dr. Leobardo Bañuelos Herrera por la confianza depositada en mi para realizar este trabajo de investigación y la enseñanza en dada en el salón de clase, Por orientarme, apoyarme y corregirme en esta labor científica con un interés y entrega que sobrepasaron por mucho las expectativas.

A la M. C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez por la paciencia y dedicación con que atendió mis dudas y por formar parte del jurado.

Al Dr. José Antonio Gonzales Fuentes por el apoyo brindado y por ser parte de este jurado.

T.A Martina de la Cruz Castillo por el apoyo brindado durante la carrera en los laboratorios del departamento de horticultura.

A mis amigos: Román Osiel, Paola Leija, Mariela cervantes, Viridiana Ramón, Ada luz Ovando, Anix Raya, Monse Tejeda, Úrsula Arredondo, por haberme brindado su amistad, consejos y por formar parte de mi vida que a pesar de todo siempre estuvieron conmigo por eso y muchas cosas más gracias, No importa cómo, ni donde, ni que tan lejos estemos, siempre habrá un vínculo que nos una y será sin duda el mejor de los pretextos para volver a encontrarnos.

DEDICATORIAS A MIS PADRES

Ángel Gómez Trejo y Ma. Guadalupe Vázquez Licea

Con todo el amor, a ustedes que me dieron la vida, por confiar en mí como persona y ayudarme a ser capaz de salir adelante y ser alguien mejor en la vida. Gracias por todos sus consejos y apoyo, sepan que para mí todas las cosas que pasamos ahora son muy importantes, me enseñaron que algunas partes en la vida que son más difíciles que otras pero con fe, conocimiento y constancia se pueden lograr las cosas que uno desea y por las que uno lucha para ser feliz en la vida gracias por enseñarme que una gota puede perforar una piedra no por su fuerza si no por su constancia son los mejores padres que dios me pudo haber dado en esta vida gracias por darme tanto amor, y ahora solo me resta decirles que Dios los bendiga y me los siga cuidando como hasta ahora. Dios, gracias por darme unos padres admirables y maravillosos.

A MIS HERMANOS.

Fernanda

Fabián

Nancy

Ángel

Por todos esos momentos que hemos compartido, por inestimables, y por lo mismo inolvidables, personas que dejan huella en el alma y en el corazón, son ustedes quienes han reído y llorado conmigo, son ustedes por quienes he crecido y vivido la mejor etapa de mi vida, son ustedes la inspiración de cada día y la constancia que he puesto en cada meta que me propongo gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas y sobre todo gracias por enseñarme que nuestro amor de hermanos es infinito y difícil de quebrantar. A todos y a cada uno de ustedes, les dedico este trabajo.

A MIS ABUELOS

Tomas Gómez Barbosa, Loreto Trejo Becerra, Ezequiel Vázquez, Teresa Licea Rosas. Por enseñarme a salir adelante a pesar de todos los obstáculos que pueda tener en el camino.

A MIS TÍOS

Maricela, Alfredo, Lorena, Adriana, Sonia, Tomas, Óscar, Fabiola, Jesús, Patricia, Tiburcio, Silvia, Alfonso, Esmeralda, Simón, Orlando, Patricia Vázquez, Francisco. Por estar conmigo en los momentos más importantes de mi vida, por ayudarme cuando lo necesito, por toda la confianza y apoyo que en mí han depositado.

A MIS PRIMOS

Sandra, Marisol, Daniela, Loretito, Diego, Quico, Natalia, Yolanda, Mario, Paola, Isela, Isabel, Liz, Carlos, Ernesto, Lupita, Marielena, Mariana, Chuchin, Brenda, Rebeca, Samanta, Roberto, Isaac, Pilar, Omar, por ser parte de la historia de mí día a día, porque siempre que miro atrás y recuerdo mi vida, caigo en cuenta de que las mejores alegrías son las vividas con ustedes.

AL AMOR DE MI VIDA

Sin ser lo que buscaba, terminaste siendo todo lo que necesito, gracias por brindarme tu apoyo y por estar siempre a mi lado en las buenas y las malas. Gracias por acompañarme en este camino, te amo mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.2 HIPÓTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 SEMILLA.....	4
2.2 PROPAGACIÓN POR SEMILLA.....	5
2.3 CONDICIONES PARA LA GERMINACIÓN.....	7
2.3.1 TEMPERATURA.....	7
2.3.2 HUMEDAD.....	8
2.3.3 GASES.....	8
2.4 SUSTRATOS.....	9
2.4.1 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE UN SUSTRATO.....	10
2.4.2 PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS.....	12
2.4.3 COMPONENTES ORGÁNICOS.....	12
2.4.4 COMPONENTES INORGÁNICOS.....	13
2.5 HIDROPONIA.....	15
2.5.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS CULTIVOS HIDROPÓNICOS.....	16
2.5.2 IMPACTO SOCIAL.....	17
2.6 FERTILIZANTES ORGANOMINERALES.....	18
2.6.1 PRODUCTOS ORGANOMINERALES COMERCIALES.....	20
2.7 SOLUCIONES NUTRITIVAS.....	23
2.7.1 UN ELEMENTO SE CONSIDERA ESENCIAL PARA LA PLANTA.....	25
2.7.2 PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES NUTRITIVAS.....	25

2.7.3	PAPEL DE LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS.	26
2.7.4	DESORDENES NUTRICIONALES.....	26
2.8	PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA.	27
2.8.1	PLÁNTULAS DE DICOTILEDÓNEAS.....	27
2.8.2	CALIDAD DE PLÁNTULA.	28
2.8.3	MEDIOS DE CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA EN INVERNADERO.....	29
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	30
3.2	MATERIAL VEGETATIVO.	30
3.3	ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.	33
3.4	CALCULO DE PESO DE LOS FERTILIZANTES.	33
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	35
3.6	MODELO ESTADÍSTICO	36
3.7	VARIABLES EVALUADAS.	38
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1	LONGITUD DE PLANTA BRÓCOLI	39
4.2	LONGITUD DE PLANTA DE COLIFLOR	42
4.3	LONGITUD PLANTA DE COL O REPOLLO.....	45
4.4	DIAMETRO DE TALLO DE BRÓCOLI.....	48
4.6	DIAMETRO DE TALLO DE COLIFLOR	50
4.7	DIAMETRO DE TALLO DE COL O REPOLLO	53
4.8	NÚMERO DE HOJAS DE BRÓCOLI	55
4.9	NÚMERO DE HOJAS DE COLIFLOR.....	58
4.10	NUMERO DE HOJAS DE COL O REPOLLO.....	61
4.11	LONGITUD DE RAÍZ DE BRÓCOLI	64
4.12	LONGITUD DE RAÍZ DE COLIFLOR.....	67
4.13	LONGITU DE RAÍZ COL O REPOLLO.....	69
4.14	PESO FRESCO DE PLANTA BRÓCOLI	72
4.15	PESO FRESCO DE PLANTA DE COLIFLOR.....	75
4.16	PESO FRESCO DE PLANTA DE COL O REPOLLO.....	78
4.17	PESO FRESCO DE LA RAÍZ DE BRÓCOLI.....	81
4.18	PESO FRESCO DE RAÍZ COLIFLOR.....	84

4.19	PESO FRESCO DE RAÍZ DE COL O REPOLLO	86
V.	CONCLUSIONES.....	90
VI.	LITERATURA CITADA.....	91
VII.	APÉNDICE	96

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura		Pagina
Figura 2.1	Semillas de diferentes crucíferas (Col, Brócoli y Coliflor).....	5
Figura 2.2	Etapas de la germinación que conducen a la emergencia de la radícula.	6
Figura 2.3	Semilla germinada que muestra la ubicación y apariencia de la radícula.....	6
Figura 2.4	Proceso de fabricación de los fertilizantes organominerales....	20
Figura 2.5	Plántula dicotiledónea germinación epigea.....	28
Figura 4.1	Valores medios de longitud de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).....	40
Figura 4.2	Respuesta de planta de brócoli para la variable longitud de planta mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales	42
Figura 4.3	Valores medios de longitud de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	43
Figura 4.4	Respuesta de planta de coliflor para la variable longitud de planta mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.....	44
Figura 4.5	Valores medios de longitud de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	45
Figura 4.6	Respuesta de planta de col para la variable longitud de planta mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales	46
Figura 4.7	Valores medios de diámetro de tallo, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	47

Figura 4.8	Respuesta de planta de brócoli para la variable diámetro de tallo mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales.....	48
Figura 4.9	Valores medios de diámetro de tallo, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	50
Figura 4.10	Respuesta de planta de coliflor para la variable diámetro de tallo mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales.....	51
Figura 4.11	Valores medios de diámetro de tallo, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	52
Figura 4.12	Respuesta de planta de col para la variable diámetro de tallo mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales.....	53
Figura 4.13	Valores medios de número de hojas, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	55
Figura 4.14	Respuesta de planta de brócoli para la variable número de hojas mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales.....	56
Figura 4.15	Valores medios de número de hojas, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	58
Figura 4.16	Respuesta de planta de coliflor para la variable número de hojas mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales.....	59
Figura 4.17	Valores medios de número de hojas, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	61
Figura 4.18	Respuesta de planta de col para la variable número de hojas mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales.....	62
Figura 4.19	Valores medios de longitud de raíz, de acuerdo a la solución	

	nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).....	64
Figura 4.20	Respuesta de planta de brócoli para la variable longitud de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales	66
Figura 4.21	Valores medios de longitud de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).....	67
Figura 4.22	Respuesta de planta de coliflor para la variable longitud de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales	69
Figura 4.23	Valores medios de longitud de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).....	70
Figura 4.24	Respuesta de planta de col para la variable longitud de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales	72
Figura 4.25	Valores medios de longitud de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	73
Figura 4.26	Respuesta de planta de brócoli para la variable longitud de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales	75
Figura 4.27	Valores medios de peso fresco de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	76
Figura 4.28	Respuesta de planta de brócoli para la variable peso fresco de planta mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales	78
Figura 4.29	Valores medios de peso fresco de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	79
Figura 4.30	Respuesta de planta de coliflor para la variable peso fresco	

	de planta mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales	80
Figura 4.31	Valores medios de peso fresco de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	81
Figura 4.32	Respuesta de planta de col para la variable peso fresco de planta mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales	83
Figura 4.33	Valores medios de peso fresco de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	84
Figura 4.34	Respuesta de planta de brócoli para la variable peso fresco de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales	86
Figura 4.35	Valores medios de peso fresco de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B)	87
Figura 4.36	Respuesta de planta de col para la variable peso fresco de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales	88

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
Cuadro 3.1	Rango máximo de los elementos presentes en soluciones hidropónicas según Douglá's (1976), y fertilizantes utilizados en el experimento. UAAAN, 2014.....	34
Cuadro 3.2	Descripción de tratamientos utilizados en el experimento.....	37
Cuadro 4. 1	Cuadrados medios de las seis variables y su significancia de acuerdo a los 2 factores evaluados y sus interacciones en brócoli.....	39
Cuadro 4. 2	Cuadrados medios de las seis variables y su significancia de acuerdo a los 2 factores evaluados y sus interacciones en coliflor.....	42
Cuadro 4.3	Cuadrados medios de las seis variables y su significancia de acuerdo a los 2 factores evaluados y sus interacciones en col.....	45
Cuadro A.1	Análisis de varianza para la variable longitud de planta en brócoli.....	97
Cuadro A.2	Análisis de varianza para la variable número de hojas en brócoli.....	97
Cuadro A.3	Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en brócoli.....	97
Cuadro A.4	Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en	97

	brócoli.....	
Cuadro A.5	Análisis de varianza para la variable peso fresco de planta en brócoli.....	98
Cuadro A.6	Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz en brócoli.....	98
Cuadro A.7	Análisis de varianza para la variable longitud de planta de coliflor.....	98
Cuadro A.8	Análisis de varianza para la variable número de hojas en coliflor.	98
Cuadro A.9	Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en coliflor.	99
Cuadro A.10	Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en coliflor.	99
Cuadro A.11	Análisis de varianza para la variable peso fresco de planta en coliflor.....	99
Cuadro A.12	Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz en coliflor.	99
Cuadro A.13	Análisis de varianza para la variable longitud de planta de col.	100
Cuadro A.14	Análisis de varianza para la variable número de hojas en col.....	100
Cuadro A.15	Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en col.....	100
Cuadro A.16	Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en col.	100
Cuadro A.17	Análisis de varianza para la variable peso fresco de planta en col.	101
Cuadro A.18	Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz en col.....	101

RESUMEN

El experimento se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro bajo condiciones de invernadero, durante el periodo de julio-agosto. La Universidad se ubica en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Se sembraron semillas de Brócoli, Coliflor y Col en charola de 200 cavidades, en 50% de perlita y un 50% de peat moss. La evaluación de cada uno de los tratamientos se hizo con un diseño completamente al azar con arreglo factorial con 5 repeticiones por tratamiento, los tratamientos se determinaron por 2 factores A x B (5X4). Factor A: (Solución Nutritiva): A1: sin fertilización, A2: Fertilización Douglá's 25%, A3: Fertilización Douglá's 50%, A4: Fertilización Douglá's 75%, A5: Fertilización Progresiva 25,50 y 75%. Factor B: (Dosis de fertilizantes organominerales): B1: sin organominerales, B2: fertilizantes organominerales a 0.25cc/L, B3: Fertilizantes organominerales a 0.50 cc/L, B5: Fertilizantes organominerales a 1.0 cc/L. Resultando 20 tratamientos con el testigo, con un total de 100 unidades experimentales por cultivo. Las variables evaluadas fueron: Longitud de Planta (LP), Diámetro de Tallo (DT), Número de Hojas (NH), Longitud de Raíz (LR), Peso Fresco de Planta (PFP), Peso Fresco de Raíz (PFR). Los resultados obtenidos mediante el uso de soluciones nutritivas y aplicación de fertilizantes organominerales aumentaron los componentes de crecimiento de las plántulas. Los mejores resultados para la mayoría de las variables evaluadas para el cultivo de brócoli, se obtuvieron, cuando se aplicaron 25, 50 y 75% de solución hidropónica cambiando cada semana más 0.5 cc de fertilizante organomineral por litro, en cuanto al cultivo de coliflor los mejores resultados para la mayoría de las variables se obtuvieron al aplicar 25, 50, y 75% más 0.50 cc de fertilizantes organominerales por litro, y para el cultivo de col los mejores resultados de la mayoría de las variables fue al aplicar solo 25, 50 y 75% de solución cambiando cada semana. Al usar una solución hidropónica progresiva cambiando cada semana se obtienen mejores resultados que al aplicar una misma solución durante la producción de la plántula. Conforme se aumenta la concentración de los fertilizantes organominerales, se presenta una menor absorción de los elementos nutritivos, afectando el crecimiento de las plantas y utilizando solo fertilizantes

organominerales es posible obtener plántulas aceptables, no de excelente calidad, pero pueden ser aceptadas para el trasplante siempre que se aplique a una dosis de 0.25 cc/L.

Palabras clave: crucíferas, soluciones nutritiva, fertilizante organominerales

Correo electrónico; Miriam Gómez Vázquez, gomez2809@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Por ser la base de todo proceso productivo, la producción mundial de plántula sigue creciendo y evolucionado notablemente, en la medida que avanza la tecnología en los productos, equipos, sobre todo en el conocimiento del comportamiento de las plantas, así como la implementación del uso de fertilizantes orgánicos capaces de promover un balance natural entre; suelo, planta y organismo.

México se encuentra entre los principales productores y exportadores de hortalizas en el mundo, este sector es el más dinámico en su producción y en la generación de divisas, aportando el 21% del valor total de la producción agrícola ocupando 3.8% de la superficie agrícola nacional y el 6% de la producción, produciendo alrededor de 77 diferentes hortalizas, a pesar de esto, México solo consume 66.63 kilos de verduras por habitante al año. (FAOSTAT, 2011)

Las crucíferas son originarias de Asia occidental y Europa. Estas son un importante grupo de especies hortícolas, tanto por el área sembrada, como por el valor de su producción. Las crucíferas de mayor importancia económica son brócoli, coliflor, repollo, col china y col de Bruselas. La producción de crucíferas es una de las actividades de mayor importancia socioeconómica en México, donde se encuentra la región productora más importante de brócoli en el mundo. Actualmente se siembran 30 mil has de brócoli con una producción de 416 mil toneladas aprox, la superficie sembrada de col o repollo está entre 6 mil has con una producción de 202 toneladas y la superficie de coliflor es de 3.5 mil has con una producción de 65 toneladas al año principalmente en los estados de Guanajuato y Querétaro. (SIAP, 2015)

Pero a nivel mundial las oportunidades y riesgos actuales en la producción de alimentos está vinculados con: alta demanda mundial de alimentos (granos, carne, aceite, proteína, bioenergía); alta demanda y costo de petróleo y gas natural en todo el mundo (el gas natural es 90% del costo de la producción de amoníaco); aumento del área fertilizada; deficiencias de nutrientes que limitan la producción de cultivos y forrajes; así como, altos índices de contaminación ambiental entre otros. (Gutiérrez, 2012).

En la actualidad la agricultura convencional practicada en nuestro país está llegando al límite de sus posibilidades, debido a las restricciones en el uso del suelo; así mismo la escasez continua de recursos hídricos y el nulo aumento de rendimiento por unidad de superficie provoca que exista poco suelo para incrementar la producción agrícola bajo la tradicional forma de cultivo que ha prevalecido por años en el país. Además, existe una población en continuo crecimiento cuyas necesidades alimentarias es importante satisfacer; por consecuencia urge renovar los modelos y estándares de producción en México que es un país en desarrollo (Lacarra y García, 2011).

Una forma de contrarrestar estos efectos y corregir algunas de sus causas es mediante el manejo óptimo en la aplicación de insumos en la agricultura. Es por eso que la Hidroponía permite diseñar estructuras simples y/o complejas favoreciendo las condiciones ambientales idóneas para producir cualquier planta de tipo herbáceo aprovechando en su totalidad cualquier área sin importar las dimensiones como el estado físico de estas. Por lo tanto un sistema hidropónico representa una alternativa altamente rentable para la agricultura, destacando su aprovechamiento en la producción de hortalizas, y por otra parte en estos últimos años se le ha dado gran importancia al uso alternativo de nutrición, con fertilizantes organominerales, a los que se les atribuyen propiedades diversas, que ayudan a mejorar las propiedades en el suelo, evitando problemas de salinidad en el suelo, debido a que estos se

utilizan en bajas cantidades y son más económicos, solubles y en consecuencia de fácil manejo aun sin equipo especializado.

Por lo anterior se realizó este trabajo de investigación con el fin de disminuir costos de producción de plántula y lograr plantas de buena calidad al emplear las dos alternativas de nutrición (química y organomineral) por lo que se planteó el siguiente objetivos e hipótesis

1.1 OBJETIVOS

Aumentar los componentes de crecimiento de las plántulas, mediante el uso de soluciones nutritivas y aplicación de fertilizantes organominerales.

Determinar la concentración de solución nutritiva o fertilizantes organominerales, al que respondan mejor en la producción de plántulas.

1.2 HIPÓTESIS

El uso de fertilizantes organominerales, combinado con soluciones nutritivas químicas, influirá en el aumento de los componentes del crecimiento de las plántulas.

El uso de fertilizantes organominerales por si solo influirá en el aumento de los componentes de crecimiento y permite la producción de plántulas de calidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 SEMILLA

La semilla es uno de los principales recursos para el manejo agrícola, siendo el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas desempeñando una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de la población de plantas. Mediante la producción agrícola, la semilla es esencial para el ser humano, cuyo alimento principal está constituido por semillas directa o indirectamente. (Douglas, 1982)

La semilla es una unidad reproductiva compleja características de las plantas vasculares superiores formándose a partir del ovulo vegetal generalmente después de la fecundación que ocurre cuando el grano de polen toma contacto con el estigma, germina produciéndose el tubo polínico, el cual llega hasta el ovario, este tiene un pequeño poro (el micrópilo) por donde ingresa. Por dicho tubo desciende los anterozoides, produciéndose una doble fecundación. Un anterozoide se une con una de las células pequeñas originando el embrión diploide y el otro se fusiona con los núcleos polares formando en endosperma triploide. Luego de la fecundación se forma la semilla, la cual está formada por el embrión, el endosperma y los tegumentos cuya función además de proteger y brindar alimento al embrión, sirven como medio de dispersión.

El tamaño de las semillas entre diferentes especies de planta varia en una forma impresionante, a pesar de que se trata de un órgano vegetal cuyo origen ortogenético es constante y que tiene una función bien definida. Las semillas de las crucíferas se encuentran dentro de una vaina alargada y delgada que corresponde a una silicua. Se divide longitudinalmente por una membrana delgada, que al madurar y secarse será el sitio por el cual dehice a lo largo,

cada silicua contiene entre 12 a 20 semillas de hasta 2,5 mm de diámetro.
(Figura 2.1)



Figura 2. 1 Semillas de diferentes Crucíferas (Col, Brócoli y Coliflor).

2.2 PROPAGACIÓN POR SEMILLA

La propagación por semilla es uno de los métodos más importantes de reproducción de las plantas en la naturaleza, lo que lo hace el más eficiente, por lo tanto, es utilizado en la propagación de plantas cultivadas (Hartmann y Kester, 1995).

Su éxito depende de la cantidad de producción de flores, formadas de microsporas y megasporas, la fusión de los gametos masculinos y femeninos para formar el cigoto, el subsecuente desarrollo del embrión, el endospermo que forman la semilla y de su germinación en el semillero (Gordon y Barden, 1984).

La germinación de las semillas comprende tres etapas sucesivas que se superponen parcialmente:

1) La absorción de agua por imbibición, causando su hinchamiento y la ruptura final de la testa;

2) El inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de las reservas alimentarias en las regiones en crecimiento del embrión, y

3) El crecimiento y la división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plúmula. (Figura 2.2)

En la mayoría de las semillas el agua penetra inicialmente por el micrópilo y la primera manifestación de la germinación exitosa es la emergencia de la radícula. (Figura 2.3)

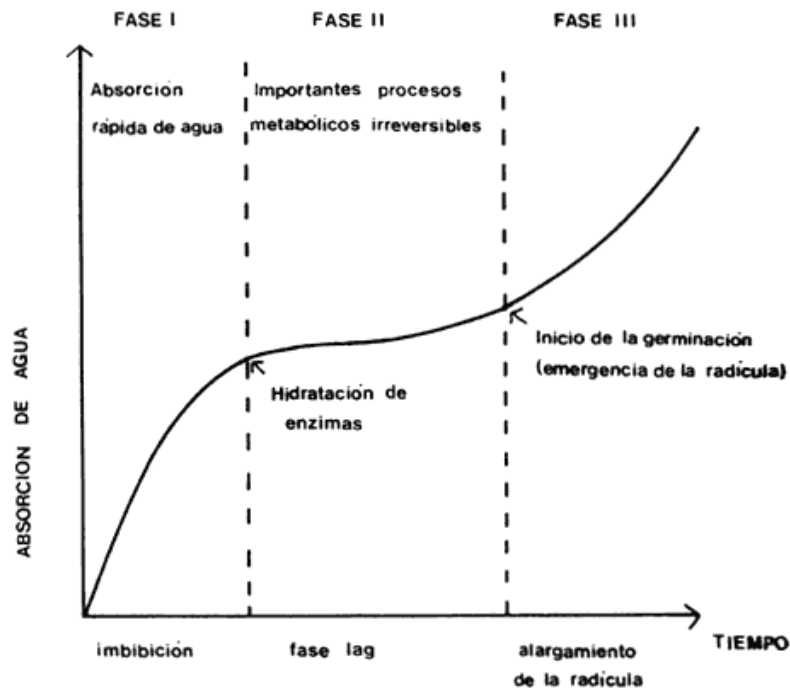


Figura 2. 2. Etapas de la germinación que conducen a la emergencia de la radícula.

Fuente: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.



Figura 2. 3 Semilla germinada que muestra la ubicación y apariencia de la radícula.

Fuente: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm_5.

La germinación es el proceso de reactivación de la maquina metabólica de la semilla, la emergencia de la radícula (raíz) y de la plúmula (tallo), conducentes a la producción de una plántula. Durante la germinación de la

semilla el metabolismo celular se incrementa, el embrión reanuda su crecimiento activo, las cubiertas de la semilla se rompen y emerge la plántula (Hartmann y Kester, 1995).

Existen varias etapas de desarrollo de la plántula cuyas características varían, dependiendo del tipo de germinación que presenta cada especie. Hay básicamente dos tipos de germinación (que a veces presentan algunas variantes), la germinación epigea y la hipogea. En la germinación epigea el hipocótilo se alarga y aleja a los cotiledones del suelo; en tanto que en la germinación hipogea el hipocótilo no se desarrolla y los cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre éste. En este caso las hojas cotiledonarias tienen sólo una función almacenadora de nutrientes, en tanto que en la germinación epigea estas hojas también tienen con frecuencia color verde y realizan funciones fotosintéticas durante el crecimiento temprano de la plántula. La testa de la semilla puede permanecer cubriendo los cotiledones en el caso de la germinación hipogea, en tanto que en la epigea se desprende, lo cual permite la expansión de las hojas cotiledonarias.

2.3 CONDICIONES PARA LA GERMINACIÓN

Cuando la semilla llega a su germinación se reanuda el crecimiento para transformarse en una planta madura. La germinación de semillas viables depende de factores ambientales favorables como temperatura, humedad y gases.

2.3.1 TEMPERATURA

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La activación de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de

temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Del mismo modo, en proceso de germinación puede establecerse unos límites similares. Por ello, las semillas solo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar, aunque las demás condiciones sean favorables.

La temperatura mínima sería aquella por debajo de la cual la germinación no se produce, y la máxima aquella por encima de la cual se anula igualmente el proceso. La temperatura óptima, intermedia entre ambas, puede definirse como las más adecuadas para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible.

2.3.2 HUMEDAD

La absorción de agua es el primer paso, y el más importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que las semillas recuperen su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos.

La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que lo rodea. En condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico.

Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, unos excesos de la misma actuarían desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión.

2.3.3 GASES

La mayor parte las semillas requieren para la germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O_2 y CO_2 . De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas.

La mayoría de las semillas germinan bien en atmosfera normal con 21% de O_2 y en 0.03% de CO_2 . Sin embargo, existen algunas semillas que aumentan su porcentaje de germinación al disminuir el contenido de O_2 por debajo del 20%.

El efecto del CO_2 es el contrario del O_2 , es decir las semillas no pueden germinar si aumenta la concentración de CO_2 . Para que la germinación tenga éxito, el O_2 disuelto en el agua de imbibición debe poder llegar hasta el embrión. A veces, algunos elementos presentes en la cubierta seminal como compuestos fenólicos, capaz de mucilago, macroesclereidas, etc. Pueden obstaculizar la germinación de la semilla por que reducen la difusión del O_2 desde el exterior hacia el embrión.

Además, hay que tener en cuenta que, la cantidad de O_2 que llega al embrión disminuye a medida que aumenta la disponibilidad de agua en la semilla. A todo lo anterior hay que añadir que la temperatura modifica la solubilidad del O_2 en el agua que absorbe la semilla siendo menor la solubilidad a medida que aumenta la temperatura.

2.4 SUSTRATOS

En Hidroponia son indispensables los conocimientos de fisiología en los cultivos, la elección del sustrato, el uso de contenedores y la aplicación de nutrientes en agua, estos elementos, aunque sean muy sencillos, son costosos por sus exigencias en infraestructura (Urrestarazu, 2004).

Las características del sustrato es que tenga buena retención de humedad, intercambio catiónico moderado, libre de malas hierbas, de bajo

costo, fácil de desinfectar para evitar plagas y enfermedades; además, es necesario el uso de contenedores como cubetas, ollas, macetas, bolsas de polietileno, etc., de distintos tamaños y formas (Urrestarazu, 2004)

Se denomina sustrato a todo tipo de material sólido, artificial o natural, puro o mezclado con otros, que colocado en un recipiente permita el desarrollo del sistema radicular, así mismo, aportando soporte a la planta con o sin la intervención en el proceso de la nutrición de la planta (Bures, 1997)

La obtención de buenos resultados en la germinación de semillas y enraizamiento de estacas está dada por el uso de diversos materiales y mezclas tales como:

- El medio tendrá que presentar firmeza y densidad para mantener el soporte de estacas o semillas durante su germinación y enraizamiento así mismo, el volumen de este debe mantenerse seco o mojado pues resulta inconveniente que se contraiga demasiado al secarse.
- Capacidad de retención de humedad para no regarlo constantemente.
- Debe presentar la suficiente porosidad para que facilite el escurrimiento de los excesos de agua y permita una buena aireación.
- Tiene que estar libre de semillas de malezas, nematodos y patógenos.
- Debe presentar un nivel bajo en salinidad.
- Debe desinfectarse con altas temperaturas o sustancias químicas sin alterar o afectar nocivamente sus propiedades.
- Presentar la característica de proveer una cantidad balanceada de nutrientes a la planta, sobre todo al permanecer esta por largos periodos en el medio.

2.4.1 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE UN SUSTRATO.

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, entre los cuales se destaca el que se basa en las propiedades de los materiales.

1.- Químicamente inertes: arena granítica o silíceas, grava volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.

2.- Químicamente activos: turbas (rubias y negras), cortezas de pino, vermiculitas, materiales ligno-celulosicos, etc.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC), propiedad físico-química, relacionada con la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato, es lo que hace la diferencia entre ambos tipos de materiales. Podemos mencionar dentro de las características de los sustratos, su pureza, actividad química enzimática que promueve o retarda la degradación, así como las características físicas que mejoran la producción y rendimiento. (Gázquez, 1997).

2.4.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

La aireación es el proceso indispensable para la oxigenación y la nutrición balanceada de la planta. Capacidad de retención de humedad representada en porcentaje, la cual se encuentra en el sustrato después de la saturación y drene del agua.

2.4.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

En la producción de cultivos bajo sistemas hidropónicos, es necesario mencionar que las características químicas del sustrato, juegan un papel muy importante en la nutrición de la planta ya que la capacidad de intercambio catiónico (CIC), se representa por el nivel máximo de retención de cationes por parte del sustrato.

Con referencia al pH de un sustrato, tenemos que considerar un nivel más bajo que el que se presenta en campo abierto con el objetivo de facilitar la absorción de los nutrientes.

El contenido de materia orgánica del sustrato tiene la tarea de mejorar la estructura y las propiedades físicas al estabilizar la temperatura del medio y al mismo tiempo, activa la acción enzimática de las raíces (Gázquez, 1997).

2.4.2 PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS

La preparación de sustratos consiste en mezclar los materiales constituyentes de los mismos de un modo uniforme. Estos materiales deben estar debidamente preparados y deben ser estables, aunque es frecuente que, pese a estar compostados, al cambiar diversos materiales orgánicos estos reanuden el proceso de descomposición. Esto ocurre a menudo se incorporan turbas, puesto que las turbas son materiales orgánicos poco descompuestos y en presencia de oxígeno y agua se descomponen. Además, si se incorporan abonos de liberación controlada estos liberan nutrientes durante el tiempo de almacenaje y se acumulan en el sustrato, aumentando la salinidad. También el pH, por la acción, puede modificarse durante este periodo. Por ello es necesario no almacenar los materiales preparados sino consumirlos en un corto plazo de tiempo. Esto debe hacerse tanto a nivel de fabricante, lo que implica que deba hacerse una previsión de almacenamientos correcta, como a nivel de consumidor.

2.4.3 COMPONENTES ORGÁNICOS.

Estos representan notoriamente una alta retención de humedad y poca compactación debido a la gran proporción de microsporas que presentan, así como la presencia de elevada capacidad de intercambio catiónico (CIC) que facilita la retención de iones nutritivos. Entre los componentes orgánicos

encontramos: Peat moss turbas, germinaza, corteza molida de pinos, etc. (Iglesias y Alarcón, 1997).

2.4.3.1 PEAT MOSS

La turba está formada por restos de vegetación acuática, de pantanos o marismas, que han sido conservados debajo del agua en estado de descomposición parcial. La falta de oxígeno en los pantanos hace más baja la descomposición bacteriana y química del material vegetal. La descomposición de los diversos depósitos de turba varía mucho, dependiendo de la vegetación de que se originó, su estado de descomposición contenido de minerales y grado de acidez. La turba de musgo se deriva de musgos sphagnum, hypnum y otros musgos. Varían de color, pardo claro a pardo oscuro, tiene una alta capacidad de retención de humedad, una acidez elevada (PH de 3.3 a 4.5) y contienen una pequeña cantidad de nitrógeno (alrededor de 1.0 %) pero poco a nada de fosforo o potasio (Hartmann y Kester, 1999).

2.4.3.2 FIBRA DE COCO

Es un producto de origen vegetal que presenta enormes posibilidades para ser utilizado como sustrato en cultivos sin suelo, se está utilizando desde hace varios años como soporte para el cultivo hidropónico de hortalizas. El polvo de coco llega a la fábrica prensado en grandes bloques, se suelta mediante una serie de lavados con aguas enriquecidas en nitrato de cal, una vez suelto el polvo se procede a su envasado en sacos o también llamadas tablas. (Urrestarazu, 2000). Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6.3-6.5) y una densidad aparente de 200 kg/m³. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee. (Ramírez, 2005).

2.4.4 COMPONENTES INORGÁNICOS.

Estos aportan al sustrato un sistema estructural de macroporos que mejoran la aireación y el drenaje del agua. Entre los componentes inorgánicos encontramos: Perlita, vermiculita, pumita, arena pómez, carbón, tepetate, etc. (Iglesias y Alarcón, 1997).

2.4.4.1 PERLITA.

De origen volcánico o extracto de lava. El material crudo es triturado, cribado y calentado a 760 °C, temperatura a la cual se evapora toda cantidad de agua en este sustrato, provocando una expansión en las partículas y formando pequeños grumos esponjados, es necesario mencionar que, al someter este material a altas temperaturas, este se vuelve estéril. Este material presenta un pH neutro de 7 pero no tiene la capacidad de un amortiguamiento químico, capaz de absorber agua de 3 a 4 veces su peso, en comparación con la vermiculita, la perlita no tiene capacidad de intercambio catiónico y no contiene nutrientes minerales (Hartmann y Kester, 1995).

2.4.4.2 VERMICULITA

Es un mineral silicatado, hidratado de magnesio, del grupo de los filosilicatos. Si elevamos rápidamente su temperatura a 300°C, se expande y alcanza volúmenes de hasta cuatro veces el origen, puede absorber grandes cantidades de agua. La vermiculita tiene una capacidad relativamente elevada de intercambio catiónico y así puede mantener nutrientes en reserva y después liberarlos. Contiene suficiente magnesio y potasio para proveer las plantas, una de sus desventajas es que con el tiempo se compacta y pierde sus propiedades hidrofílicas. (Hartmann y Kester, 1995).

2.4.4.3 LANA DE ROCA

Es un material inorgánico obtenido de la mezcla de dolerita (60 por ciento), roca calcárea (20 por ciento) y carbón (20 por ciento), todo disuelto a 1600°C. Se le considera un sustrato artificial, no del todo inerte químicamente, puesto que aporta pequeñas cantidades de hierro, magnesio, manganeso y sobre todo calcio. Su pH es ligero alcalino y oscila entre 7 y 9, aunque con el tiempo tiende a la neutralidad. Su presentación comercial es una forma granulada. Su densidad aparente es baja, lo que confiere gran capacidad de retención de agua. Tiene un gran poder de retención de agua a potencial hídricos bajos y además el agua retenida aumenta poco a poco desde la parte superior del contenedor hasta la parte del fondo. Suele mezclarse con otros sustratos para asociar distintas propiedades (Bures, 1997).

2.5 HIDROPONIA.

La palabra Hidroponia se deriva del griego *Hydro* (agua) y *Ponos* (Labor trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua. Esta definición se usa en la actualidad para describir todas las formas de cultivo sin suelo (Resh, 2006). Hidroponia significa plantar, entre otras, verduras y vegetales en agua o materiales distintos al suelo, también se le conoce como la agricultura del futuro (Alpízar, 2006).

La Hidroponia es una ciencia joven, habiendo sido usada bajo una base comercial desde hace solamente cuarenta años; no obstante, aún en este relativamente corto periodo de tiempo, ha podido adaptarse a diversas situaciones, desde los cultivos al aire y en invernadero a los altamente especializados en submarinos atómicos para obtener verduras frescas para la tripulación, esto es una ciencia espacial, pero al mismo tiempo pueden ser usados en países subdesarrollados del Tercer Mundo para proveer una producción intensiva de alimentos en áreas limitadas (Alpízar, 2006).

Muchos de los métodos hidropónicos actuales emplean algún tipo de medio de cultivo o sustrato, tales como grava, arenas, piedra pómez, aserrines, arcillas, carbones, cascarilla de arroz, etc. A los cuales se les añade una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales necesarios para el normal crecimiento y desarrollo de la planta (Resh, 2006).

2.5.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS CULTIVOS HIDROPÓNICOS

Los sistemas de cultivos hidropónicos como cualquier sistema de producción agrícola presentan ventajas y desventajas, las cuales a continuación se mencionan:

2.5.1.1 VENTAJAS

- Los cultivos están exentos de problemas fitopatológicos relacionados con enfermedades producidas por los hongos del suelo, lo que permite reducir el empleo de sustancias desinfectantes, algunas de las cuales están siendo cada vez más cuestionadas y prohibidas.
- Reducen el costo de energía empleado en las labores relacionadas con la preparación del terreno para la siembra o plantación.
- Mayor eficiencia del agua utilizada, lo que representa un menor consumo de agua por kilogramo de producción obtenida.
- Respecto a los cultivos establecidos sobre un suelo normal, los cultivos hidropónicos utilizan los nutrientes minerales de forma más eficiente.
- El desarrollo vegetativo y productivo de las plantas se controlan más fácilmente que en cultivos tradicionales realizados sobre un suelo normal.
- Admite la posibilidad de mecanizar y robotizar la producción.

- Permite aprovechar suelos o terrenos no adecuados para la agricultura tradicional.
- Crecimiento rápido y vigoroso de las plantas, ya que el agua, así como los nutrientes están mejor balanceados y disponibles.
- Producción intensiva y escalonada, lo que permite mayor número de cosechas por año.
- Altos rendimientos en comparación con los sistemas de producción en suelo. (Barbados, 2005).

2.5.1.2 DESVENTAJAS

- El costo inicial elevado por concepto de infraestructura e instalaciones que integran el sistema.
- Elevado consumo de energía eléctrica en épocas de invierno.
- Se requiere mano de obra calificada para las diferentes etapas en el proceso de producción.
- Problemas fitosanitarios por el uso de agua de riego de mala calidad.
- Contaminación de acuíferos por manejo inadecuado de agroquímicos.
- Riesgo a la salud humana por el manejo y la aplicación inadecuada de agroquímicos. (Barbados, 2005).

2.5.2 IMPACTO SOCIAL

Los cultivos hidropónicos permitirán abastecer la demanda de alimentos a una población, independientemente de los cambios climáticos que puedan ocurrir y a la vez posibilita la relación entre consumidores y productores, logrando así superar las dificultades que aquejan a numerosas familias, la mayoría de las veces con necesidades básicas insatisfechas. Hoy en día la problemática económica, imposibilita el acceso de alimentos y se debe destacar

que esta técnica permite cultivar en sitios y lugares no aptos, no producen ningún impacto negativo sobre el medio ambiente, los productos son de alta calidad, sanos y se con altos rendimientos. (Dorado, 2009).

2.6 FERTILIZANTES ORGANOMINERALES

Según Martínez (2008), es un producto cuya función principal es la de aportar nutrientes a las plantas, los que son de origen orgánico y mineral, se obtienen por mezcla o combinación química de fertilizantes minerales con abonos orgánicos, biodigeridos, aminoácidos, sustancias húmicas y fulvicas líquidas. De acuerdo, a la definición aceptada por la mayoría de los científicos el fertilizante organomineral es el material que contiene como mínimo de materia orgánica seca, un 1% de N orgánico. La suma de las cantidades totales de $N+P_2O_5+K_2O$ debe ser igual o superior al 13% sobre producto total y la materia orgánica igual o superior al 15%. La riqueza mínima de cada elemento nutritivo será del 2% (Cadahia, 2005).

Es un producto que cuenta con los beneficios de los abonos orgánicos y las ventajas de los abonos minerales; con un contenido equilibrado de N, P, K, además de un interesante valor agronómico, principalmente por su alto contenido en materia orgánica (40%), o que favorece la estabilidad de la estructura del suelo agrícola, aumentan la porosidad y permeabilidad del suelo y la absorción de estos ya que se puede decir que tienen la capacidad de quelatar elementos nutritivos.

Los organominerales son productos fertilizantes de origen orgánico y mineral cuya función principal es aportan nutrientes para las plantas estos se obtienen por mezcla o combinación química de abonos inorgánicos con abonos orgánicos o turba clasificándose en:

- Nitrogenados (sólidos, en solución o en suspensión)

- NPK sólidos
- NPK líquidos
- Combinaciones binarias (NP, NK, PK) sólidos o líquidos

Los fertilizantes organominerales constituyen las ventajas de los abonos orgánicos y los minerales. Tienen altos porcentajes de material orgánico que mejora las características de los suelos; y la adición de fertilizantes minerales asegura un suministro de nutrientes altamente disponibles para las plantas que compensa la falta de disponibilidad inmediata de nutrientes de los abonos orgánicos.

Un fertilizante órgano-mineral por lo general está constituido por una fuente orgánica en proporciones que varían desde un 50 hasta un 70%, y el resto debe estar formando por fuentes minerales naturales entre los que se encuentran: la zeolita, la roca fosfórica y otros, capaces de enriquecer sus propiedades y satisfacer necesidades nutrimentales de los cultivos agrícolas. (Paneque, 1998).

Los fertilizantes organominerales están constituidos, por lo tanto, por un sustrato orgánico enriquecido con nitrógeno, fósforo y potasio. Normalmente contienen micro elementos y ácidos húmicos que son productos y consecuencia de la degradación química y biológica de los residuos de la planta y animales del suelo. Este grupo de sustancias constituyen en los suelos minerales hasta el 85 al 90% de la reserva total de los humus.

Estos tienen varias características, entre las más importantes destacan: que aparecen en presentación líquida, son altamente solubles, son compatibles con productos químicos. Las ventajas de estos son: aumentan la capacidad de intercambio catiónico en el suelo, un menor potencial de salinidad en las semillas, plántulas y microorganismos, aumento en la disponibilidad de micronutrientes, no solo por ser una fuente, si no por los cationes quelatados, (Labrador, 1996).

Los buenos productos organominerales se caracterizan por que los materiales que los constituyen, una vez mezclados, sufren diversos procesos industriales: molienda, fermentación, homogenización, etc., que dan como resultado productos homogéneos en su composición, (Cadahia, 2005). (Figura 2.4).

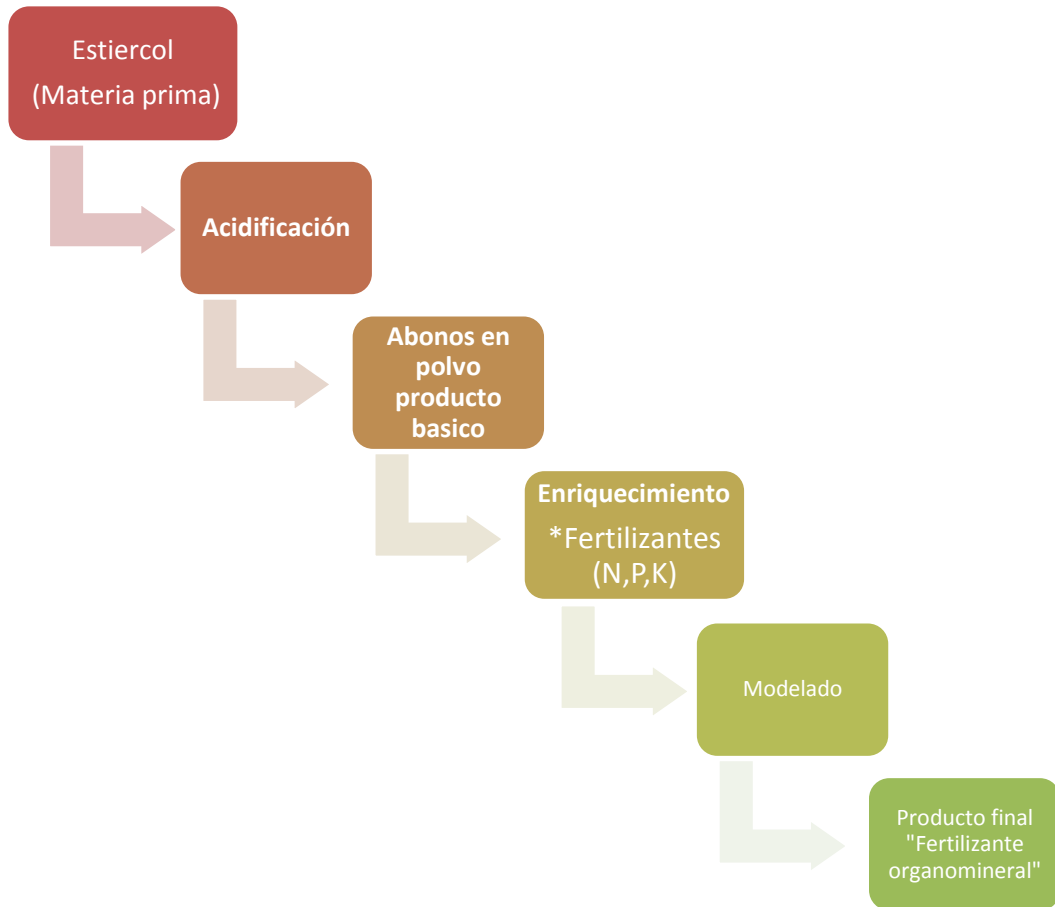


Figura 2. 4 Proceso de fabricación de los fertilizantes organominerales.

2.6.1 PRODUCTOS ORGANOMINERALES COMERCIALES

2.6.1.1 TRADENITRO.

Fertilizantes líquidos organomineral a base de nitrógeno nítrico y amoniacal con extracto de ácidos húmicos y fúlvicos, el cual es eficientemente asimilado por la planta este complejo reduce notoriamente las pérdidas que por evaporación y lixiviación sufre el nitrógeno (Martínez H. 2008).

Composición de Tradenitro.

Nitrógeno NO₃_____25.5%

Nitrógeno NH₄_____4.5%

Extracto de ácidos húmicos y fúlvicos_____70%

Propiedades físicos-químicas.

El fertilizante líquido nitrogenado es de color oscuro, de olor ligeramente amoniacal, posee un pH de 6.5 y además se considera 100% soluble. Este organomineral es ligeramente tóxico.

2.6.1.2 TRADEPHOS

Es un fertilizante organomineral rico en fósforo cuya fuente principal se deriva de fosfatos dibásicos y monobásicos más humatos y fulvatos que facilitan y promueven la absorción y la utilización por la planta favoreciendo y acelerando su aprovechamiento en los compuestos metabólicos vegetales como son la formación de: Adenosin Trifosfato (ATP) fosfolípidos, ácidos nucleicos, nicotinamidas, fitinas, etc.

Composición de Tradephos.

Fósforo_____25.0%

Nitrógeno_____7.0%

Extracto de ácidos húmicos y fúlvicos_____68.0%

Propiedades físicos-químicos.

El fertilizante líquido tradephos es de color oscuro, de olor agradable, posee un pH de 6.8 y además es 100% soluble. Este organomineral se considera ligeramente tóxico.

2.6.1.3 TRADE-K

Es un fertilizante organomineral rico en potasio totalmente soluble e intercambiable cuya fuente se deriva de sales de potasio, mas humatos y fulvatos que facilitan la rápida absorción y fijación en la planta y promueve la formación de más de 65 complejos enzimáticos, dentro de la planta, dando como consecuencia vegetales más sanos, vigorosos y resistentes a plagas y enfermedades.

Composición de trade-k

Potasio_____	17%
Fósforo_____	3%
Extracto de ácidos húmicos y fúlvicos_____	80%

Propiedades físicos-químicos

El fertilizante trade-k es de color oscuro, de olor agradable, posee un pH de 6.5 y además es 100% soluble. Se considera ligeramente tóxico.

2.6.1.4 TRADECAL

Es un fertilizante organomineral rico en calcio totalmente soluble, complejo de humatos y fulvatos de leonardita, el calcio es determinante en la firmeza y consistencia del fruto, por lo que su rápida asimilación por la planta impactara favorablemente el efecto deseado en el fruto determinado.

Composición de tradecal.

Calcio_____16.10% mínimo

Nitrógeno_____1.0% mínimo

Extracto de ácidos húmicos y fúlvicos_____82.9%

Propiedades físico-químicas

El fertilizante líquido tradecal es de color oscuro, sin olor, posee un pH de 7.5 y además tiene 98% de solubilidad. Se considera ligeramente tóxico.

Los fertilizantes complejos NPK organominerales se obtienen por combinación de abonos inorgánicos o minerales con abonos orgánicos. Por tanto, se caracterizan porque tienen en su composición, además de nutrientes minerales, nutrientes orgánicos.

2.7 SOLUCIONES NUTRITIVAS.

Una solución nutritiva consta de agua con oxígeno y de todos los nutrimentos esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente (Steiner, 1968). Una solución nutritiva verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Steiner, 1961). La planta no absorbe nutrimentos en la misma cantidad durante el ciclo, ya que lo hace según la etapa fenológica y las condiciones climáticas, por lo que el equilibrio iónico de la solución nutritiva se adapta al ritmo de absorción de la planta (Adams, 1994).

La solución nutritiva debe tener seis macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Estos pueden ser aportados por medio de tres sales inorgánicas: nitrato cálcico, fosfato potásico y sulfato magnésico (Cerdá, 1993). También es necesaria la presencia de siete micronutrientes: hierro, cobre, zinc, manganeso, boro, molibdeno y cloro.

Comúnmente las plantas absorben estos elementos del suelo por medio de las raíces. Sin embargo, en la Hidroponia no se utiliza el suelo, razón por la cual es necesario aplicar la solución nutritiva que contiene los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas. La cantidad de nutrientes que requieren las plantas depende de la especie, variedad, etapa fenológica y condiciones ambientales (Matos, 2011).

En los últimos años el sector agrícola ha sufrido un cambio notorio en las diferentes zonas productoras de hortalizas. Uno de los principales cambios en este rubro, es la rápida combinación entre las nuevas tecnologías e investigaciones para aportar los adelantos obtenidos en los invernaderos hasta los sistemas de producción a campo abierto.

De esta manera, podemos encontrar que el productor puede lidiar en el contenido de las soluciones nutritivas para controlar la acidez de suelo y la conductividad eléctrica que se encarga de regular la absorción de los nutrientes (Burgueño, 1997).

El concepto de solución nutritiva, es relacionado con tres factores muy importantes los cuales interactúan con los elementos minerales para regular el proceso productivo de los cultivos.

- Funcionamiento del sistema radicular.
- Conocimiento de las reacciones químicas de intercambio que genera las soluciones nutritivas.
- Necesidades hídricas del cultivo.

La especificación de la concentración de los nutrientes se ha expresado de varias maneras, tales como: g/L, mg/L, soluciones normales, soluciones molares y ppm, siendo los últimos tres los más utilizados (García, 1998).

Mediante el análisis químico de una gran muestra representativa de plantas se han encontrado alrededor de 60 diferentes elementos; sin embargo, la presencia de la mayoría se encuentra en el suelo. Si la concentración de uno

de los elementos se encuentra en baja o alta proporción, la planta mostrara síntomas de deficiencia o exceso, lo cual en Hidroponia esto sería rápidamente corregido adecuando las cantidades o proporciones de cada elemento requerido por el cultivo (Sánchez y Escalante, 1998).

2.7.1 UN ELEMENTO SE CONSIDERA ESENCIAL PARA LA PLANTA

- La planta no pueda completar su ciclo de vida en ausencia del elemento.
- La función del elemento debe ser específica, ningún otro elemento puede sustituirlo completamente.
- El síntoma de deficiencia presentado, sea corregido únicamente por el elemento en cuestión (García, 1998).

2.7.2 PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES NUTRITIVAS.

La preparación de soluciones nutritivas puede ser dividida en dos pasos:

- Adición de los macronutrientes.
- Adición de los micronutrientes (Solano, 1985).

2.7.2.1 PRIMER PASO SE UTILIZAN TRES MÉTODOS

- a) **Método de solución madre.** Las sales que se utilizaran se disuelven en agua para hacer una solución concentrada, esta solución se va diluyendo a medida que se vaya a utilizar.
- b) **Método de las sales en seco.** Las sales son añadidas directamente al agua. Después de que las cantidades de estas son pesadas, se añaden por separado al agua en el depósito.
- c) **Método de las sales mezcladas en seco.** Las sales son mezcladas en conjunto en forma seca como los fertilizantes comerciales y posteriormente son añadidas al agua.

2.7.2.2 SEGUNDO PASO

- a) **Adición de los microelementos.** Las sales necesarias son disueltas en agua, usualmente la solubilidad de estas sales permite la preparación de una solución madre concentrada completamente (Arévalo, et al. 1997).

2.7.3 PAPEL DE LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS.

Los elementos juegan un papel de gran importancia en las plantas al influir en todas las reacciones fisiológicas de un cultivar.

- a) Abastecimiento del material para construcción del protoplasma celular.
- b) Influyen sobre la presión osmótica de la savia de la célula.
- c) Influyen el grado de hidratación del protoplasma.
- d) Influyen en la permeabilidad de las membranas celulares.
- e) Reaccionan como agentes catalíticos de ciertas funciones fisiológicas.

2.7.4 DESORDENES NUTRICIONALES.

Es llamado así al mal funcionamiento fisiológico de la planta, dando como resultado un crecimiento anormal causado por un exceso o deficiencia de uno o de varios elementos minerales. Este desorden lo muestra la planta externa o internamente por medio de síntomas. El diagnóstico de un desorden nutricional incluye una detallada descripción e identificación del problema. Un exceso o deficiencia de cada uno de los nutrientes expresa diferentes síntomas en la planta, los cuales son de suma importancia ya que nos permite identificar dicho desorden de forma física.

Es indispensable detectar algún desorden nutricional a tiempo, ya que a medida que se incrementan estos, los síntomas se van mostrando rápidamente sobre la totalidad del cultivar hasta provocar la muerte de este. La clorosis y

necrosis en los tejidos de las plantas, suelen ser las características generales de un desorden nutricional (Resh, 1987).

2.8 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA.

Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas. (<http://www.unavarra.es/herbario/htm/plantula.htm>) que comienza cuando la semilla sale de su dormancia y germina, y termina cuando el esporofito desarrolla sus primeras hojas no cotiledonares.

2.8.1 PLÁNTULAS DE DICOTILEDÓNEAS

Constan de las siguientes partes:

- **Cotiledones u hojas embrionarias:** cuando la germinación es hipógea los cotiledones se quedan enterrados, mientras que si es epígea éstos son los primeros órganos fotosintetizadores.
- **Hojas verdaderas o nomófilos:** las primeras hojas pueden ser distintas de las que la planta desarrolla más adelante.
- **Epicótilo:** espacio entre los cotiledones y las primeras hojas verdaderas.
- **Hipocótilo:** espacio entre los cotiledones y la radícula.
- **Yema apical y yemas axilares.**
- **Radícula.**

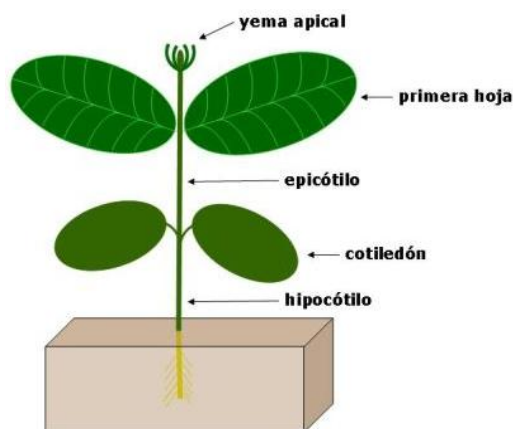


Figura 2. 5 Plántula dicotiledónea germinación epigea.

Fuente: <http://www.unavarra.es/herbario/htm/plantula.htm>

El éxito en la producción de plántulas en invernadero demanda una estricta disciplina para cumplir con todas las normas en el proceso de producción. Algunas empresas han aportado esta técnica que ha aprobado su eficiencia al disminuir costos de producción e incrementar los rendimientos de cosecha.

- El alto costo de las variedades de semillas híbridas por hortalizas
- Mejor control contra enfermedades y malezas
- Mejores rendimientos
- Ahorro de tiempo a la cosecha.

La utilización de las plántulas para trasplante crece y se populariza rápidamente por las ventajas que representan (García, P. 1998)

2.8.2 CALIDAD DE PLÁNTULA.

Wagenin (1994), menciona que más del 90% de los cultivos agrícolas son propagados por semilla, la cual es portadora de los nutrientes esenciales para la primera etapa de crecimiento. Si bien es básico contar con un potencial genético adecuado, es igualmente básico suministrarle a la semilla las condiciones óptimas para la expresión máxima de ese potencial.

La calidad de la plántula es determinante, es decir que de ella depende la producción y cosecha en un futuro. Una planta bien desarrollada es aquella que produce cantidad y calidad. Desde que se forman los cotiledones y hasta el desarrollo de la segunda hoja, las condiciones de luz, temperatura y nutrición, son elementos determinantes en la formación de la planta.

Una plántula de calidad de brócoli para trasplante ocurre a los 30 o 35 días después de la siembra, cuando planta tenga una altura de 12 a 15 cm y buen desarrollo radicular. Para este tiempo la planta deberá tener de 5 a 6 hojas verdaderas que indican una buena firmeza del tallo. (http://www.agrosiembra.com/?NAME=r_c_sembrar&c_id=14). Mientras para coliflor cuando la plántula tenga una altura de 8 a 10 cm, con 3 a 5 hojas verdaderas y un diámetro de tallo aproximado de 5 mm. En cuanto a repollo o col cuando la planta alcanza una altura de 10 a 12 cm, de 3 a 5 hojas verdades.

Entonces se define la calidad de la plántula, cuando presenta una buena longitud, tallos vigorosos, mayor cantidad de hojas verdaderas, y un buen desarrollo radicular, por lo tendrá una gran capacidad de producir, de conducir agua, nutrientes y savia elaborada como consecuencia de la actividad fotosintética, absorción de nutrientes y agua, e intercambio gaseoso, no se prefieren plántulas largas sobre plántulas cortas.

2.8.3 MEDIOS DE CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA EN INVERNADERO.

Los medios de cultivo consisten en componentes sólidos y componentes menos costosos que el agricultor proporciona como lo es el agua y gas (aire), en una charola podemos ver cada uno de estos componentes o fases: fase líquida, solución de agua / fertilizantes; fase gaseosa, oxígeno / dióxido de carbono y fase sólida, componentes de los medios de cultivo (Woodward, 1995).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El experimento se realizó en las instalaciones del Departamento de Horticultura, en el invernadero de propagación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo de julio a agosto de 2014.

La universidad sede saltillo se encuentran ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a 7 km al sur de la ciudad de Saltillo. Teniendo como coordenadas geográficas 25° 21' 16.13" latitud norte y 101° 01' 54.33" latitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1784 msnm (Google earth, 2015). Las condiciones climáticas que imperan en la región son precipitaciones anuales entre los 300 a 460 mm, con una temperatura media anual de 20°C. La localidad está rodeada por sierras y lomeríos que son una barrera orográfica natural que abate la velocidad de los vientos y eventuales amenazas de ciclones.

3.2 MATERIAL VEGETATIVO.

Para realizar la investigación se utilizaron tres especies de crucíferas brócoli, coliflor y repollo, las cuales que comparten el mismo género que corresponde a las Brassicas oleraceas. El origen de este grupo de especies está en la zona oriental del mediterráneo.

Brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *itálica*) es una planta que posee una pella con abundantes florares carnosos comestibles de color verde, puestas en forma de árbol, sobre ramas que nacen de un grueso tallo también comestible. La gran masa de cabezuelas está rodeada de hojas

Coliflor cuyo nombre botánico es *Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*, es una planta compuesta por una cabeza blanca, denominada pella, que es la única parte comestible, rodeada de gruesas hojas verdes.

Repollo. (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), es una planta comestible, cuyas hojas lisas forman un característico cogollo compacto.

3.3 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.

El experimento se realizó a finales del mes de julio de 2014 donde se dio inicio preparando el sustrato de la siguiente forma: 50% de perlita y un 50% de peat moss, una vez preparada la mezcla se humedeció para poder llenar las tres charolas de nieve seca con 200 cavidades.

Se continuó con la siembra de las tres hortalizas, se aplicó un riego previo a la siembra, posteriormente se apilaron y taparon con plástico negro (polietileno) para aumentar la temperatura y así acelerar el proceso de germinación.

Para la preparación de las soluciones nutritivas, se prepararon soluciones madre, la cual consiste en preparar por separado cada uno de los elementos a utilizar, así mismo se realizó el cálculo que se requiere para cada tratamiento. (Cuadro 3.1)

3.4 CALCULO DE PESO DE LOS FERTILIZANTES.

La cantidad de fertilizante se calculó mediante una regla de tres simple recurriendo a la metodología de Douglá's tomando en cuenta que se quiere adquirir un mismo volumen en la solución final, para esta investigación se quiere 10 cc/L de cada elemento, también se utilizó la concentración máxima de Douglá's (Cuadro 3.1) recomendada en ppm.

Por ejemplo, para calcular la cantidad de fósforo necesario para la solución madre, se utilizó el fertilizante Fosfato Monoamónico (MAP), fórmula 12-61-00 que disolviendo 1 g de fertilizante por litro indica que contiene 120 ppm de nitrógeno y 610 ppm de fósforo, la concentración máxima en ppm de fósforo requerida para sacar 10 cc de la solución madre/L es llegar a esta a una concentración de 10,000 ppm.

1g de MAP-----610 ppm de P

X -----10,000 ppm de P **X= 16.4 g de MAP**

Esto quiere decir que para la solución madre de Fósforo se requiere pesar 16.4 g de MAP, disolver en agua y aforar hasta completar un litro de solución.

La solución madre resulta de disolver la cantidad fertilizante calculado, expresado en gramos en una sustancia en agua hasta completar un litro de solución.

Cuadro 3.1 Rango máximo de los elementos presentes en soluciones hidropónicas según Douglá's (1976), y fertilizantes utilizados en el experimento. UAAAN, 2014

Elemento	Concentración ppm	Solución madre ppm	Fertilizantes	Douglá's 100%
Nitrógeno	1000	100,000	Urea	119.71 g/L
Fósforo	100	10,000	MAP	16.4 g/L
Potasio	400	40,000	Nitrato de Potasio	87 g/L
Calcio	500	50,000	Nitrato de Calcio	270.27 g/L
Magnesio	100	100,000	Sulfato de Magnesio	101.62 g/L
Azufre	1000	10,000	Sulfato de Hierro	5.26 g/L
Boro	5	500	Sulfato de Manganeso	2.03 g/L
Hierro	10	1000	Sulfato de Zinc	0.44 g/L
Manganeso	5	500	Sulfato de Cobre	0.197 g/L
Cobre	0.5	50	Ácido sulfúrico	154.46 cc/L
Zinc	1	100	Bórax	2.86 g/L

Nota: La solución madre se concentró 100 veces, con una CE de 3.68 ds/m.

Con respecto a la solución de organominerales, se tomó la cantidad deseada a aplicar (cc) en conjunto con la solución final.

Una vez germinadas las tres especies y calculada la cantidad de solución por tratamiento, se procedió a aplicar los tratamientos correspondientes, siendo esta, la primera aplicación de solución nutritiva (Cuadro 3.2).

Y las posteriores se dieron cada 7 días de diferencia, la segunda, tercera, cuarta y quinta aplicación, es decir, a los 7, 14, 21 y 28 días, respectivamente.

La evaluación de las plántulas se realizó a los 35 días después de la primera aplicación de solución con tratamientos.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los datos obtenidos en esta investigación se analizaron estadísticamente en un programa de análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias con diferencia mínima significativa de $P \leq 0.05$, mediante el programa o paquete computacional de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

El diseño experimental empleado en esta investigación fue un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factoría AxB (5x4).

El factor A (Solución Nutritiva), estuvo conformado por:

A0= Sin fertilización

A1= Fertilización Douglá's 25%

A2= Fertilización Douglá's 50%

A3= Fertilización Douglá's 75%

A4= Fertilización Douglá's 25%, 50% y 75%*

*Se cambió respectivamente cada semana es decir la primera semana 25%, segunda 50%, tercera y cuarta 75%.

Para el factor B (Organominerales):

B0= Sin organominerales.

B1= Organominerales 0.25cc/L**.

B2= Organominerales 0.50cc/L.

B3= Organominerales 1.00cc/L.

** Se empleó solo un organomineral con base calcio llamado tradecal.

En total fueron veinte tratamientos multiplicados por cinco repeticiones dando un total de 100 unidades experimentales por cada una de las especies.

3.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo del diseño empleado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk}: Valor correspondiente al i-esimo fertilización, j-iesima organominerales k-iesima repetición.

μ: Media general común a todas las unidades experimentales.

α_i: Respuesta de la i-esima media del factor A (Fertilización).

β_i: Respuesta a la j-iesima media del factor B (Organomineral).

Eijk: Error experimental de la i-esimo fertilización, j-esima organominerales y k-iesima repetición.

Se estudiaron veinte tratamientos con cinco repeticiones experimentales que origino un total de 100 unidades experimentales por cada especie cada uno de los tratamientos se describen en el cuadro 3.2.

Donde la combinación de factores da como producto los siguientes tratamientos que continuación se describen.

Cuadro 3. 2 Descripción de tratamientos utilizados en el experimento.

	Combinación de Factores	Número de tratamientos	Descripción de tratamientos
1	A0 B0	T1	Testigo (agua)
2	A0 B1	T2	0.25cc de OM* /L
3	A0 B2	T3	0.50cc de OM /L
4	A0 B3	T4	1.00cc de OM /L
5	A1 B0	T5	Douglas 25%/L
6	A1 B1	T6	Douglas 25% +0.25cc de OM/L
7	A1 B2	T7	Douglas 25% + 0.5cc de OM /L
8	A1 B3	T8	Douglas 25% +1.00cc de OM /L
9	A2 B0	T9	Douglas 50%/L
10	A2 B1	T10	Douglas 50%+0.25cc de OM/L
11	A2 B2	T11	Douglas 50% + 0.5cc de OM /L
12	A2 B3	T12	Douglas 50% +1.00cc de OM /L
13	A3 B0	T13	Douglas 75%/L
14	A3 B1	T14	Douglas 75%+0.25cc de OM/L
15	A3 B2	T15	Douglas 75% + 0.5cc de OM /L
16	A3 B3	T16	Douglas 75% +1.00cc de OM /L
17	A4 B0	T17	Douglas (25%,50%,75%)**/L
18	A4 B1	T18	Douglas (25%,50%,75%)+0.25cc de OM/L
19	A4 B2	T19	Douglas (25%,50%,75%)+0.5cc de OM/L
20	A4 B3	T20	Douglas (25%,50%,75%)+1.00cc de OM/L

OM* organominerales. Douglas (25%,50%,75%)** se cambió respectivamente cada semana es decir la primera semana 25%, segunda 50%, tercera y cuarta 75%.

3.7 VARIABLES EVALUADAS.

- **Longitud de planta (LP).** Esta se realizó con una regla de 30 cm, desde la base del tallo (cepellón) hasta los últimos brotes vegetativos, reportándose en cm.
- **Diámetro del tallo (DT).** Este resultado fue tomado con un vernier a un centímetro del cepellón, reportándose en mm.
- **Numero de hojas (NH).** Esta fue tomada de forma cuantitativa.
- **Longitud de raíz (LR).** Se utilizó una regla de 30 cm y se tomó el dato desde la base de la raíz (altura del cepellón) en adelante y se reportó en cm.
- **Peso fresco de planta (PFP).** Este resultado fue tomado mediante el uso de una balanza digital, el peso se reporta en gramos.
- **Peso fresco de raíz (PFR).** Este resultado fue tomado mediante el uso de una balanza digital, expresado en gramos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 LONGITUD DE PLANTA BRÓCOLI

Al realizar el análisis estadístico se encontró una respuesta altamente significativa; lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios de las seis variables y su significancia de acuerdo a los 2 factores evaluados y sus interacciones en brócoli.

FV	GL	LT	DT	NH	LR	PFP	PFR
S.H	4	14.40**	1.334 **	3.14**	33.75**	1.543**	0.1227**
F.O	3	25.56**	2.746**	1.09**	25.86**	0.679**	0.2186**
S.H*F.O	12	11.91**	1.221**	0.76**	6.82N/S	0.565**	0.0747**
EE	76	1.628	0.217	0.22	3.74	0.144	0.0055
CV		10.16%	10.51%	14.22%	22.30%	38.29%	48.49%

N/S= No Significativo; **= Altamente Significativo; * =Significativo; FV= Fuentes De Variación; GL= Grados De Libertad; S.H= Solución Hidropónica; F. O= Fertilizantes Organominerales; EE= Error Total; CV= Coeficiente De Variación; LT= Longitud De Planta; DT= Diámetro De Tallo; NH= Número De Hojas; LR= Longitud De Raíz; PFP= Peso Fresco De Planta; PFR= Peso Fresco De Raíz.

En la interacción de los dos factores A (Solución Nutritiva) x B (Fertilizantes organominerales), se encontró diferencia estadística altamente significativa, lo indica que los factores son dependientes entre sí, en la figura 4.1 se observa el comportamiento de ambos factores con cada nivel.

LONGITUD DE PLANTA

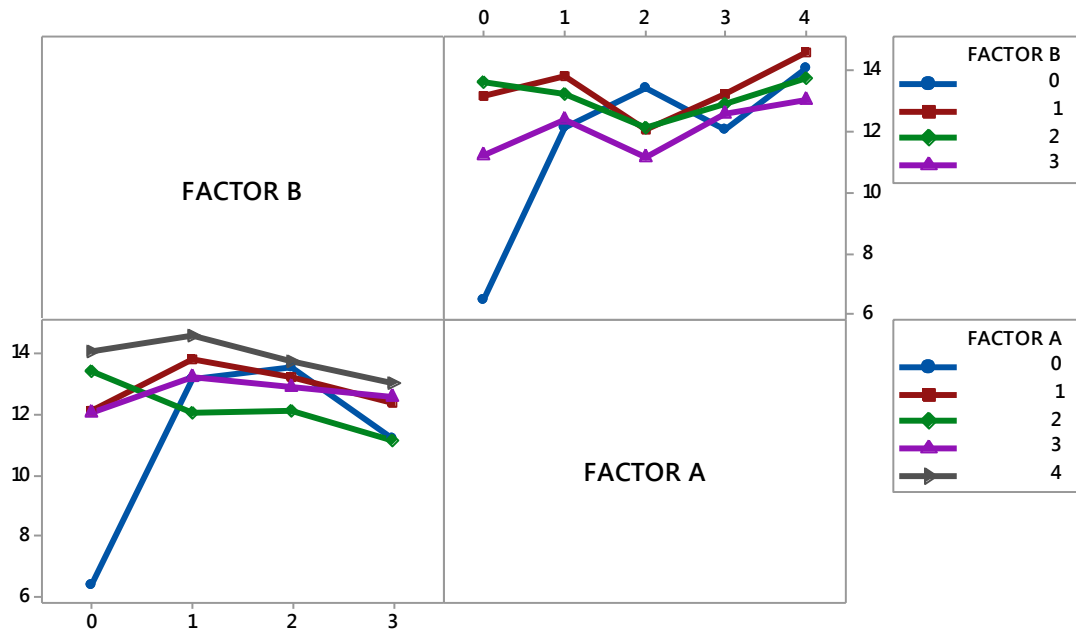


Figura 4.1 Valores medios de longitud de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizantes organominerales (factor B).

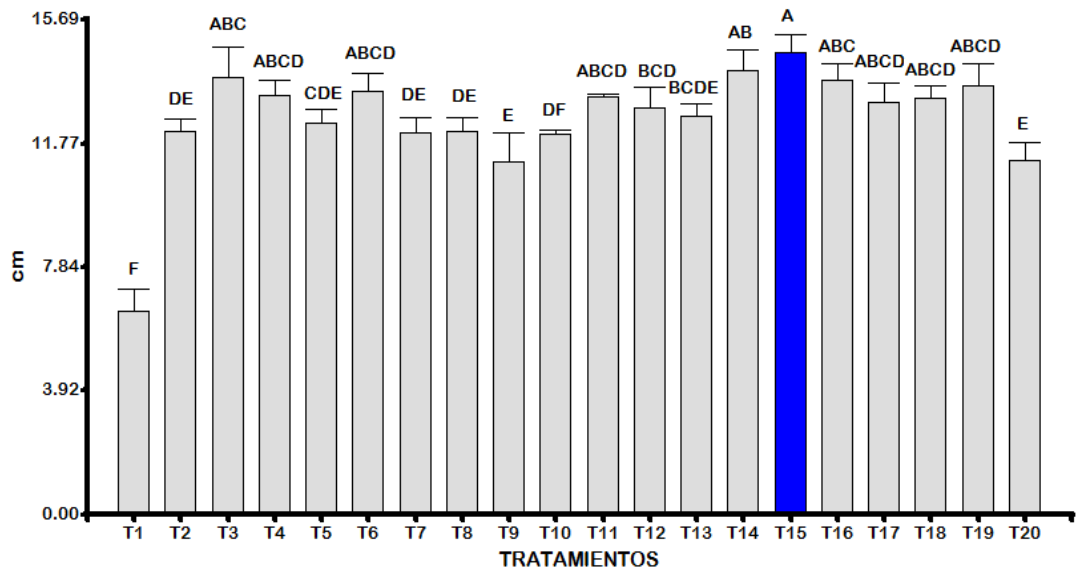
Para el factor A (Solución Nutritiva), se encontró que tiene una respuesta estadística altamente significativa, por lo que se entiende que existe diferencia entre los niveles de fertilización aplicados, (Cuadro 4.1). El testigo alcanzo 6.44 cm de longitud, superado en un 13.15% cuando se aplicó una solución progresiva (25,50,75%) en el tratamiento T14, mientras cuando se aplicó solo 50% de solución esta supero al testigo en un 12.01%, disminuyo la longitud en el tratamiento T10 donde se aplica el 75%, y el tratamiento T2 al 25%, llegando a ser inferior al testigo un 9.67 y 9.78%, es posible que esta respuesta se deba al abundancia o falta de fertilización, por lo que esto demuestra que para esta variable es importante una fertilización progresiva cambiando cada semana la dosis de solución hidropónica, conforme se desarrolla la planta para evitar el desperdicio de fertilizantes y obtener mejores resultados.

Para el factor B (Fertilizantes organominerales) se encontró una diferencia altamente significativa, por lo que también existe una diferencia entre las distintas concentraciones de organominerales, pues el mejor resultado se obtuvo al aplicar 0.50 cc de fertilizantes organominerales/L (FOM/L) superando con 16.18% al testigo, mientras al aplicar 0.25 cc de FOM/L supero al testigo en un 15.27%, sin embargo al aplicar 1.00cc FOM/L la longitud de la plántula se redujo un 5.85% en comparación con el mejor tratamiento pero supero con 10.35% al testigo estando por debajo de una longitud aceptable, por lo que esto se atribuye a la acción quelatante de los fertilizantes organominerales que tienen la capacidad ayudar a la planta a tener una mejor absorción de los nutrientes, de esta manera se pueden obtener los mejores resultados al incrementar las concentraciones, evitando el exceso para detener el crecimiento de la planta. (Figura 4.2)

Narro (1987), señala que los ácidos húmicos incrementan la permeabilidad de la membrana, se favorece así la asimilación radical y aplicaciones foliares de nutrimentos. Favorece la translocación de macro y microelementos dentro de la planta lográndose una mejor nutrición de la planta; acelerando la fotosíntesis e incrementando la clorofila, aumentando la producción favorablemente. Por lo que las sustancias húmicas influyen directamente en el crecimiento de las plantas.

Esto concuerda con Ganmore-Neuman y Kafkafi (1997), al determinar que las plantas bajo soluciones nutritivas hidropónicas presentan un mejor crecimiento y mayores rendimientos, así también coincide con Escamilla (2010), quien menciona que los mejores resultados obtenidos en su investigación, resultaron favorables con el uso de fertilizantes organominerales y estos a su vez mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

Figura 4.2 Respuesta de planta de brócoli para la variable longitud de planta mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.



4.2 LONGITUD DE PLANTA DE COLIFLOR

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística altamente significativa; lo que indica que también los tratamientos responden de manera

diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.2)

Cuadro 4.2 Cuadros medios de las seis variables y su significancia de acuerdo a los 2 factores evaluados y sus interacciones.

FV	GL	LT	DT	NH	LR	PFP	PFR
S.H	4	27.221**	6.384**	0.285N/S	8.720**	4.360**	0.114**
F.O	3	2.549*	1.049*	0.226N/S	10.320**	0.275 N/S	0.006 N/S
S.H*F.O	12	6.528**	1.191**	0.918**	6.884**	1.175**	0.032**
EE	76	0.796	0.316	0.195	1.921	0.169	0.010
CV		11.84%	9.89%	12.08%	16.20%	24.20%	38.10%

N/S= No Significativo; **= Altamente Significativo; * =Significativo; FV= Fuentes De Variación; GL= Grados De Libertad; S.H= Solución Hidropónica; F. O= Fertilizantes Organominerales; EE= Error Total; CV; Coeficiente De Variación; LT= Longitud De Tallo; DT= Diámetro De Tallo; NH= Número De Hojas; LR= Longitud De Raíz; PFP= Peso Fresco De Planta; PFR= Peso Fresco De Raíz.

Para la interacción entre el factor A (solución nutritiva), y el factor B (Fertilizantes organominerales), para la variable longitud de planta de coliflor se encontró una diferencia estadística altamente significativa por lo que indica que el comportamiento de los tratamientos es dependiente entre sí. (Figura 4.3)

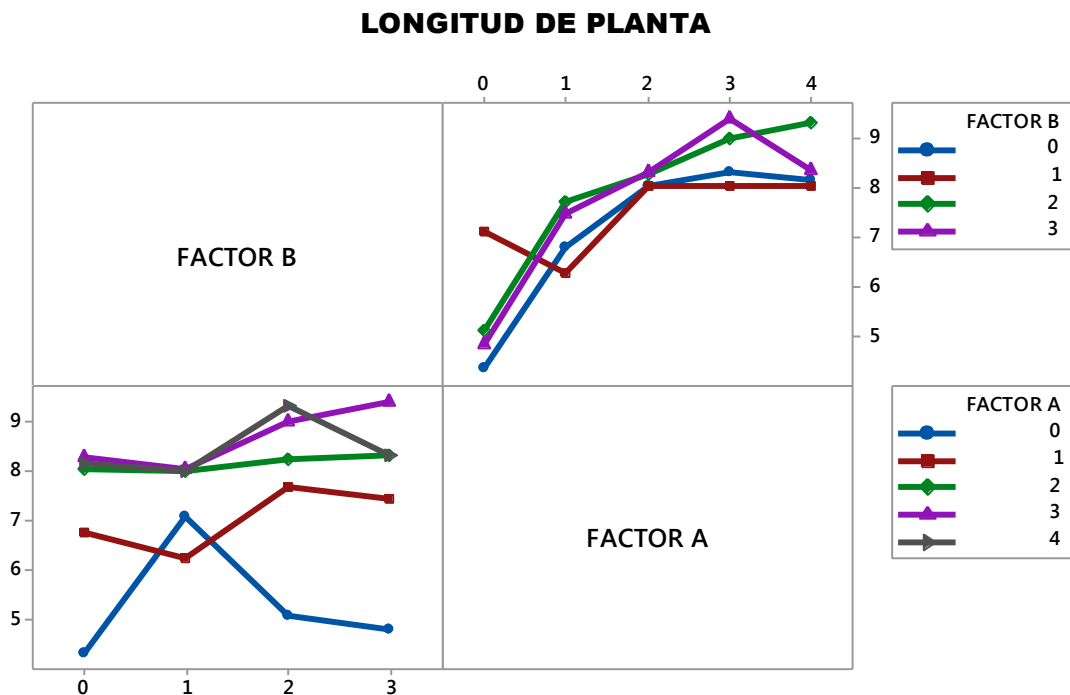


Figura 4.3 Valores medios de longitud de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Para el factor A (Soluciones hidropónicas), se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica, que los diferentes niveles de fertilizantes aplicados, son estadísticamente distintos. Por lo tanto al realizar un comparativo dentro de soluciones hidropónicas, el mejor resultado se obtiene en el tratamiento T10 donde se utilizó al 75% solución superando al testigo en un 11.17%, mientras el tratamiento T14 donde se aplicó 25,50, 75% cambiando cada semana respectivamente obteniendo una longitud de 8.2 cm, superando al testigo con un 10.89%, semejante al tratamiento T6 donde se aplicó el 50% superando a testigo con un 10.33 %, en cuanto al tratamiento T2 donde se aplicó 25% supero a el testigo en un 6.96% al cual solo se aplicó agua. Esto posiblemente se deba el nivel de fertilización, ya que desarrollan tallos más largos al aplicar mayor cantidad de nutrientes, por lo que de esta manera aumenta la capacidad de absorción distribución logrando una longitud aceptable.

Para el factor B (dosis de fertilizantes organominerales) se encontró diferencia estadística significativa ya que el testigo reporta una media de 4.3 cm de longitud, estando por debajo del tratamiento T18 en el que se utilizaron 0.25 cc de organominerales/L superando al testigo en un 13.05%, mientras se iba incrementando la dosis de organominerales disminuyó la longitud, por lo que el tratamiento T19 al aplicar 0.50 cc/L tan solo supero al testigo en un 3.6%, por lo que el tratamiento T20 donde se usó 1.00 cc/L lo supero con 2.2% con una longitud de 4.8 cm. Por lo que podemos decir que el uso de fertilizantes organominerales si aumenta la longitud de plántula, pero no lo suficiente para ser plantas de calidad a no tener una longitud aceptable. Esto demuestra que conforme se aumenta la concentración de los fertilizantes organominerales, se presenta una menor longitud, por lo que las altas concentraciones de organominerales no estimulan un buen crecimiento de tallo.

Esto concuerda con Sánchez (2000) menciona que mediante la aplicación de soluciones nutritivas se obtiene mejores resultados con respecto al testigo, así también coincidiendo esto con lo reportado por Martínez, G., en el 2009, quien trabajando en tomate con soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales, encontró la mejor respuesta cuando estos se aplican a dosis bajas. (Figura 4.4)

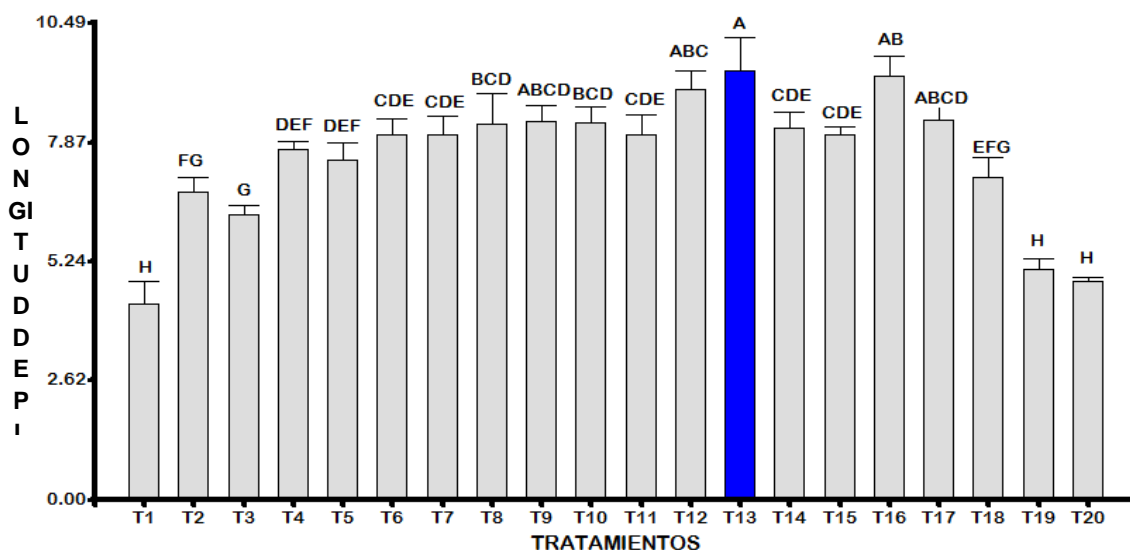


Figura 4.4 Respuesta de planta de coliflor para la variable longitud de planta mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.3 LONGITUD PLANTA DE COL O REPOLLO

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística altamente significativa; lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.3)

Cuadro 4.3 Cuadrados medios de las seis variables y su significancia de acuerdo a los 2 factores evaluados y sus interacciones.

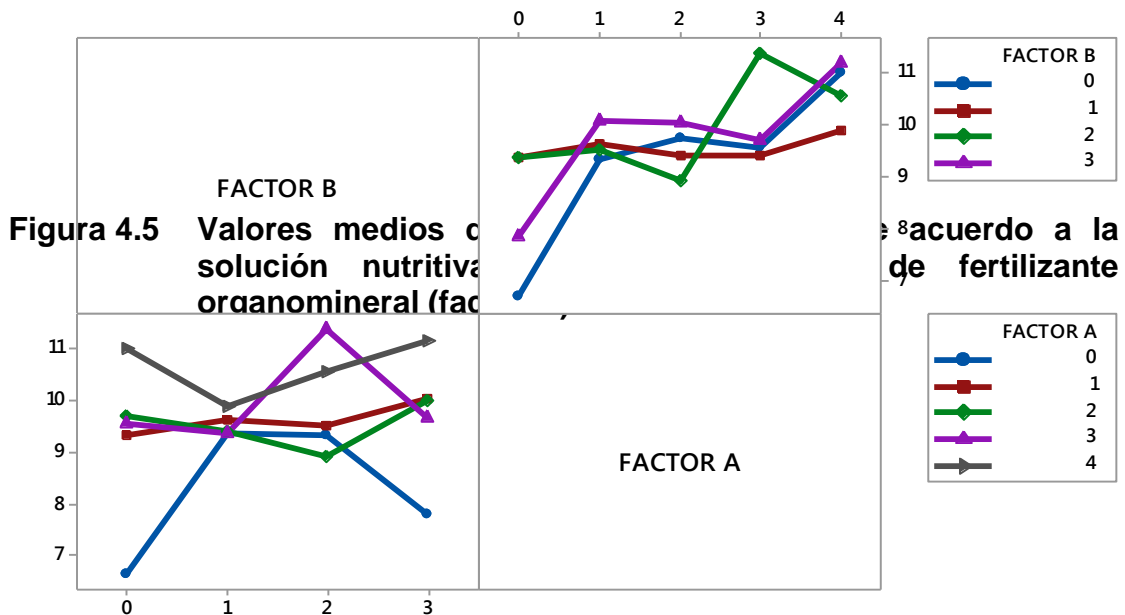
FV	GL	LT	DT	NH	LR	PFP	PFR
----	----	----	----	----	----	-----	-----

S.H	4	7.130**	1.334**	5.459 **	19.683**	0.268**	0.099**
F.O	3	0.428N/S	2.716**	1.213 **	3.075N/S	0.185 N/S	0.020 N/S
S.H*F.O	12	6.648**	1.221**	1.579 **	15.952**	2.763**	0.073**
EE	76	1.059	0.217	0.232	1.943	0.157	0.010
CV		10.70%	10.51%	12.89%	15.65%	24.96%	35.63%

N/S= No Significativo; **= Altamente Significativo; * =Significativo; FV= Fuentes De Variación; GL= Grados De Libertad; S.H= Solución Hidropónica; F. O= Fertilizantes Organominerales; EE= Error Total; CV= Coeficiente De Variación; LT= Longitud De Planta; DT= Diámetro De Tallo; NH= Número De Hojas; LR= Longitud De Raíz; PFP= Peso Fresco De Planta; PFR= Peso Fresco De Raíz.

Para la interacción de los factores A x B se encontró una respuesta estadística significativa lo que indica un comportamiento dependiente en la figura 4.5 se observa su comportamiento totalmente dependiente.

LONGITUD DE PLANTA



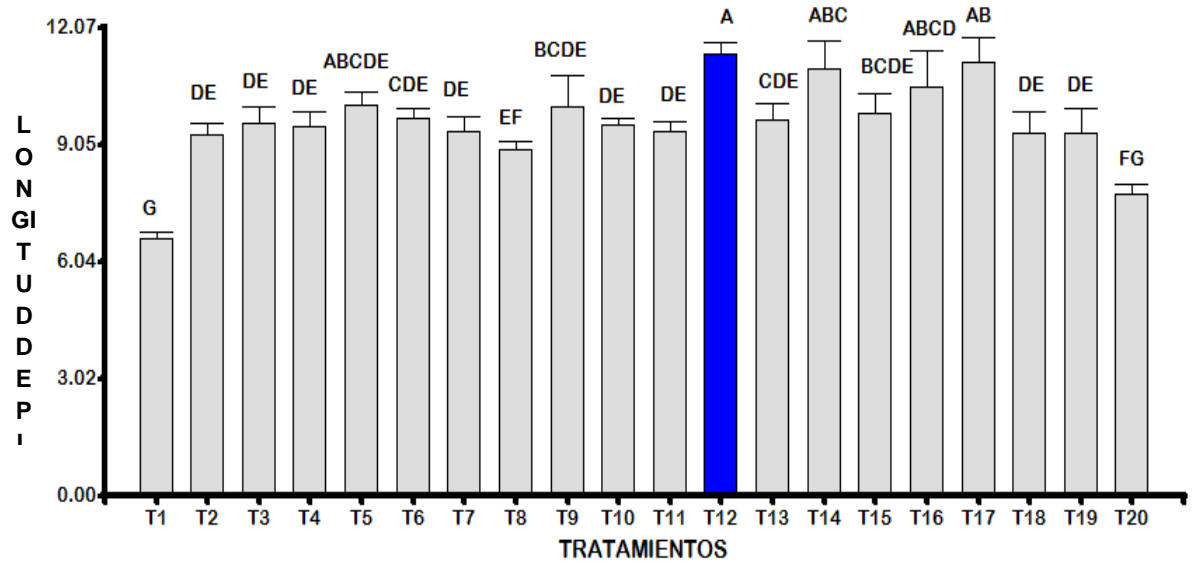
Analizando los resultados para cada uno de los factores, se encontró en el factor A (soluciones hidropónicas) una diferencia significativa, lo que indica la diferencia entre cada uno de los niveles de fertilización que fueron utilizados. En esta variable el testigo logro una longitud de 6.6 cm, mientras que cuando se aplicó una solución 25,50,75% cambiando cada semana respectivamente supero al testigo con un 9.53%, cuando se aplicó el 50% de solución hidropónica supero al testigo con 6.7%, semejante cuando se aplicó 75% que supero al testigo con 6.5%, mientras al aplicar 25% de la solución se obtuvo una longitud de 9.3 cm superando al testigo con un 5.85%, por lo que se puede

decir que cuándo se intercalan las soluciones cambiando cada semana se pueden obtener los mejores resultados, esto nos indica que con el uso de soluciones hidropónicas por si solas producen buenos resultados para esta variable.

Para el factor B (dosis de fertilizantes organominerales) se obtuvo diferencia estadística altamente significativa, por lo que se considera que todas las dosis empleadas son diferentes en su respuesta estadística. El testigo reporto una media de 6.6 cm de longitud, mientras que el tratamiento T18 donde se usó 0.25 cc de nutrientes organominerales/L obteniendo una longitud de 9.4 cm superando al testigo con un 8.26%, cuando se aplicó 0.50 cc de nutrientes organominerales/L donde se obtuvo una longitud de 9.3 cm que supera al testigo con 7.96%, en cuanto al tratamiento T20 donde se usó 1.00 cc de organominerales/L obtuvo una longitud de 8.6 cm tan solo superando al testigo con 5.9%. Esto explica que cuando se aplican bajas dosis de organominerales se pueden obtener una longitud aceptable. (Figura 4.6)

Los resultados reportados coinciden con Martínez (2009), en donde menciona que el mejor tratamiento es cuando se usó la combinación de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales son superiores cuando son comparados con los demás tratamientos.

Figura 4.6 Respuesta de plántula de col para la variable longitud de plántula mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.⁴⁷



4.4 DIAMETRO DE TALLO DE BRÓCOLI

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.1)

Para la interacción de los factores A y B, se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que el comportamiento de los factores es dependiente, para obtener así mejores resultados. (Figura 4.7)

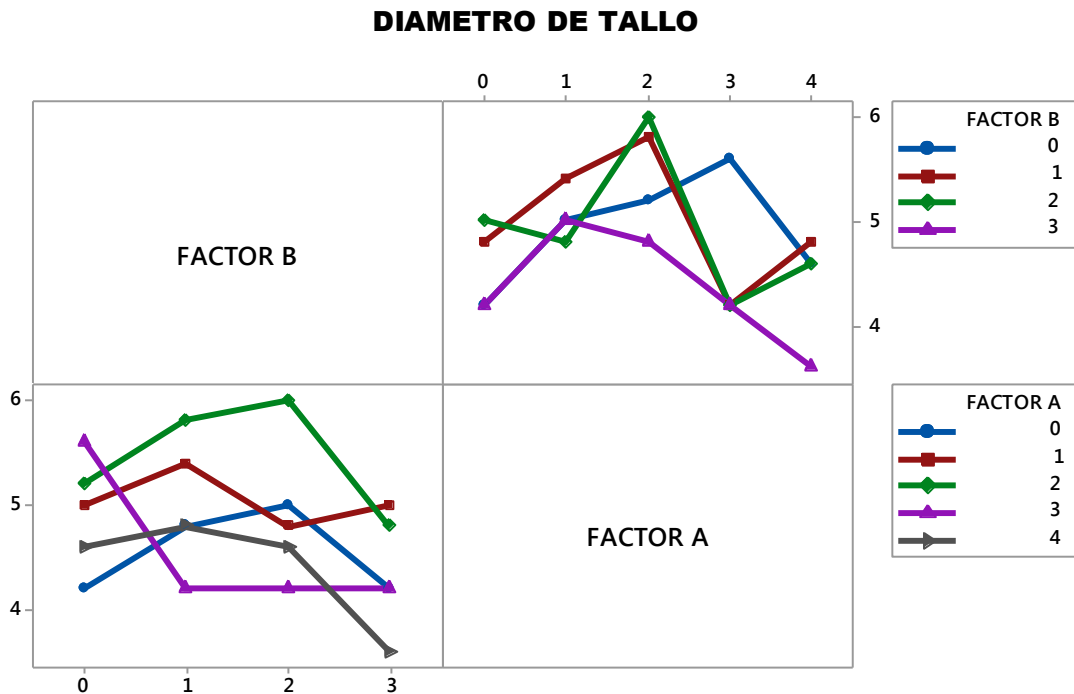


Figura 4.7 Valores medios de diámetro de tallo, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Analizando los resultados para cada uno de los factores, se encontró en el factor A (Solución Nutritiva) una diferencia altamente significativa que indica la diferencia entre cada uno de los niveles empleados. Tomando como referencia al testigo, que presento un diámetro de 4.2 mm, se encontró que este

es superado en un 4.01%, 5.69% y 3.26% por los tratamientos a los que se les aplicaron 50%, 75% y la solución progresiva (25,50,75%) de fertilizante, destacando de estos, el tratamiento T10 al que se le aplicaron 75% de solución, es en el que se obtuvieron los tallos de mayor diámetro con una media 5.69 mm, que es un diámetro suficiente para que sea considerado grueso, en lo que se refiere al nivel donde se utilizaron 25% de fertilizante, se encontró que los tallos obtuvieron un diámetro con valor de 1.63% mayor que el testigo con una media de 4.6 mm, esto posiblemente se deba a que este nivel de fertilización, provocó un déficit de nutrientes desarrollando un tallo más delgado, debido a que disminuye de manera importante la capacidad de absorción de agua y nutrientes por las plantas.

En cuanto al factor B (Fertilizantes organominerales), se encontró diferencia estadística altamente significativa, indicando que actúan diferente los tratamientos, el testigo obtuvo un diámetro de 4.2 mm, y fue superado por los demás niveles de fertilizante organomineral empleado, el tratamiento que reporta los mejores resultados fue el fertilizado con la dosis de 0.25 cc de fertilizante organomineral/L, que superó al testigo en un 4.49% reportando valores en el diámetro de los tallos, de hasta 5 mm, seguido de tratamiento donde se aplicó 0.50 cc de organominerales/L donde se reportó un diámetro de tallo de 4.8 mm. Esto demuestra que conforme bajas la concentración de los fertilizantes organominerales, favorece el comportamiento de esta variable y en consecuencia la capacidad de transporte de los elementos nutritivos que son necesarios para el crecimiento de la planta. (Figura 4.8)

Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Hernández (2008), quien, trabajando con crisantemos, encontró una mejor respuesta, cuando utilizaron fertilizantes organominerales, con valores medios en el diámetro de tallo de 0.61 cm siguiendo en orden descendente con un diámetro medio cuando aplicó fertilizantes inorgánicos granulados con un valor de 0.60 cm. y menor cuando aplico el desalinizador, con un valor promedio de 0.57 cm.

Nieves (2010), se encontró que con el uso de fertilizantes granulados se aumenta el diámetro de brotes por planta, donde se utilizó la solución hidropónica máxima de Douglas, seguido de los tratamientos donde se utilizó organominerales.

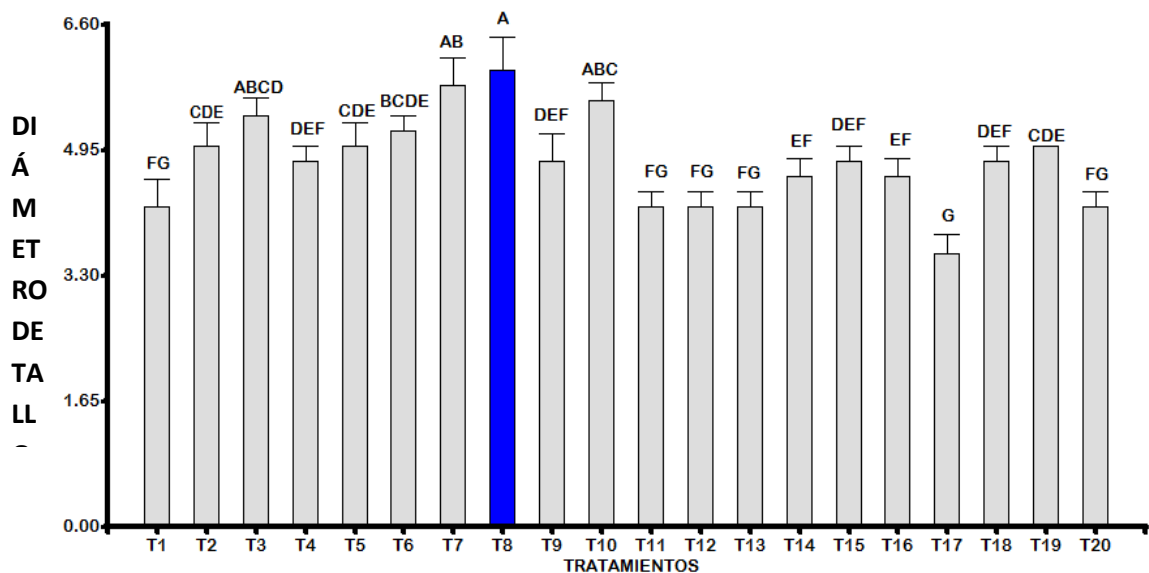


Figura 4. 8 Respuesta de planta de brócoli para la variable diámetro de tallo mediante la combinación de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.6 DIAMETRO DE TALLO DE COLIFLOR

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.2)

Para la interacción entre los dos factores se encontró que existe una respuesta altamente significativa, por lo que podemos decir que al combinarse son factores dependientes ya que se obtienen mejores resultados en el diámetro de tallo. (Figura 4.9)

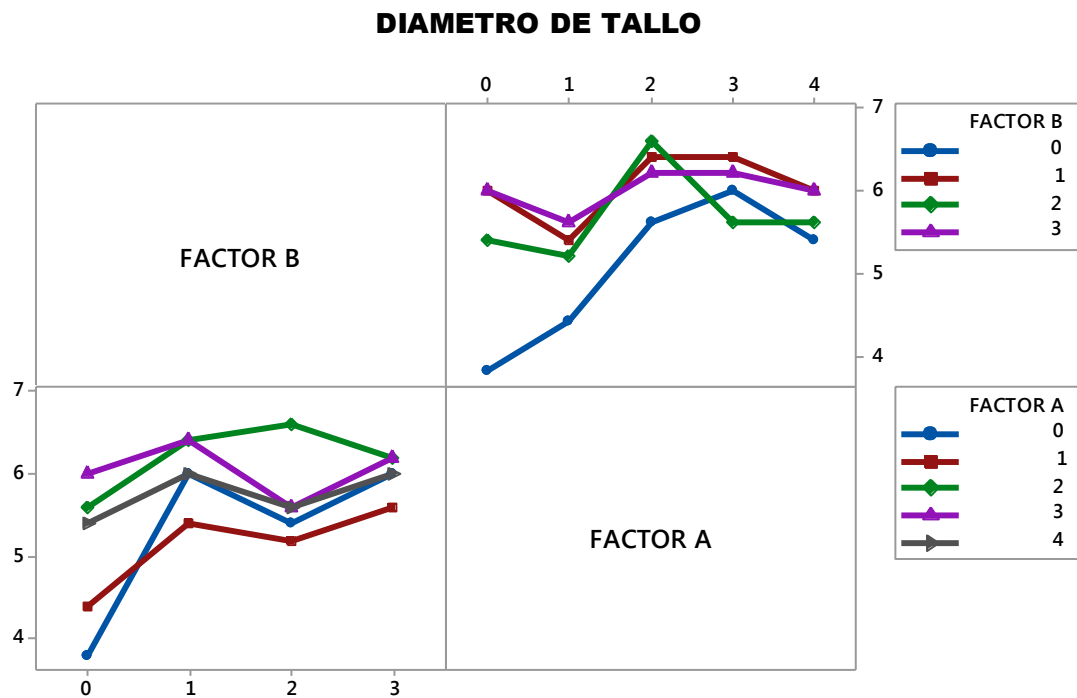


Figura 4.9 Valores medios de diámetro de tallo, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Para el factor A (soluciones hidropónicas), se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que al utilizar diferentes dosis de solución se encuentran variaciones en los resultados, ya que testigo obtuvo un diámetro de tallo de 3.8 mm, por lo que fue superado cuando se aplicó 25% de solución con un 2.38%, cuando incremento al 50% de solución supero al testigo en un 7.15%, mientras al aplicar 75% supero al testigo con un 8.73% siendo el mejor diámetro de tallo, al intercalar las soluciones cambiando cada semana disminuyo el diámetro pero aun supero al testigo con un 6.36%. Por lo que podemos decir que el uso de diferentes niveles de soluciones hidropónicas podemos incrementar el diámetro del tallo en comparación con el testigo.

En cuanto al factor B (fertilizantes organominerales), se encontró una diferencia significativa, por el que se puede decir que existen diferencias al aplicar concentraciones diferentes de organominerales. El testigo alcanzo un diámetro de 3.8 mm, que fue superado al incrementar la dosis de

organominerales, al aplicar 0.25 cc/L y 1.00 cc/L estos superaron al testigo con un 10.38%, mientras el tratamiento donde se aplicó una dosis de 0.50 cc/L se obtuvo un diámetro más delgado en comparación con los demás tratamientos, superando al testigo con un 7.56%. Esto demuestra que con el uso de las diferentes dosis de concentraciones de organominerales se pueden obtener diámetros de tallo aceptables para dar estructura y soporte para la plántula, debido a la acción quelatante de los organominerales que permite una mayor absorción de agua y nutrientes desarrollando así una planta más vigorosa. (Figura 4.10)

Valdez en el 2008, encontró que es posible producir plantas de Nochebuena, de buena calidad con tallos gruesos, follaje de color verde oscuro libre de manchas y de deficiencias nutrimentales, brácteas de color bien desarrolladas con color intenso y sobre todo muy importante que la planta este proporcionada en altura, ancho y numero de flores de acuerdo al tamaño de la maceta, cuando se le aplica fertilizantes organominerales a dosis bajas de 0.5 a 1.00 cc de fertilizantes por planta por semana.

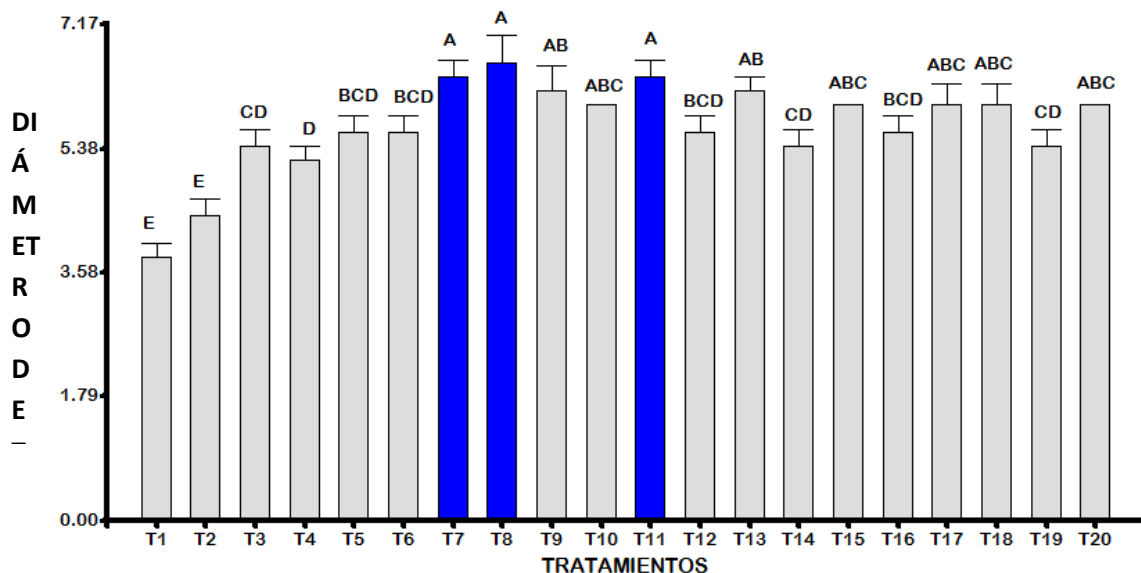


Figura 4. 10 Respuesta de planta de coliflor para la variable diámetro de tallo mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.7 DIAMETRO DE TALLO DE COL O REPOLLO

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.3)

Para la interacción de los factores A x B se encontró una respuesta estadística altamente significativa para diámetro de tallo (Figura 4.11) lo que indica un comportamiento dependiente entre los factores.

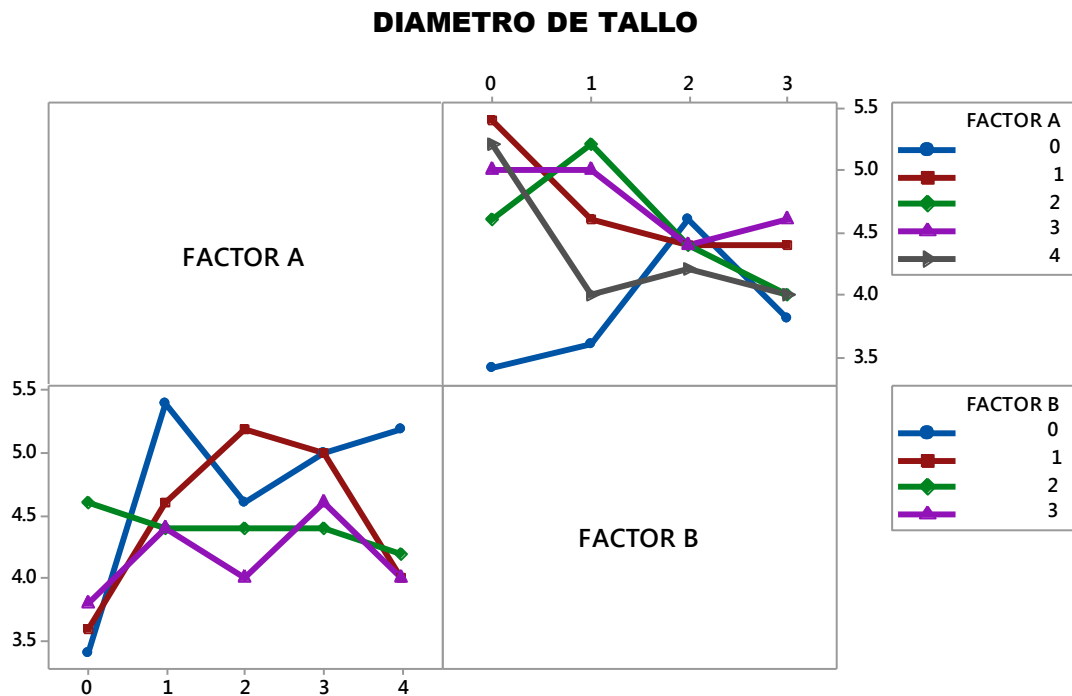


Figura 4.11 Valores medios de diámetro de tallo, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Para el factor A (soluciones hidropónicas) se encontró que existe una respuesta estadística altamente significativa, por lo que se considera que todos

los niveles de solución hidropónica son distintos en su respuesta estadística, el testigo reporto de una media de 3.4 mm, al aplicar 25% de solución hidropónica se superó en un 8.5%, mientras en el tratamiento T14 donde se aplicó la solución hidropónica 25,50,75% cambiando cada semana respectivamente obteniendo un diámetro de 5.2 mm, siendo superior al testigo con un 7.62%, siguiendo el tratamiento T10 donde se utilizó las solución hidropónica al 75% supero al testigo en 6.8%, y el tratamiento T6 donde se aplicó el 50% de solución hidropónica se obtuvo un diámetro de tallo de 4.6 mm por lo que supero al testigo con un 5.08%, por lo que al incrementar la solución se va obteniendo tallos más delgadas en comparación con el mejor diámetro que fue al aplicar una baja concentración de fertilizantes. Por lo que esto nos indica que con el uso de soluciones nutritivas para esta variable por si solas produce resultados diferentes, sugiriendo así fertilizar con bajas concentraciones.

Para el factor B (dosis de fertilizantes organominerales) se obtuvo una respuesta estadística altamente significativa, por lo que se considera que todas las dosis empleadas son también distintas en su respuesta estadística. El testigo reporto una media de 3.4 mm de diámetro, mientras que cuando se aplicaron las dosis de 0.50 cc/L se obtuvo un diámetro de 4.6 mm superando al testigo con un 7.8%, cuando se 0.25 cc/L de fertilizantes organominerales se superó con un diámetro de 1.3% más que el testigo, semejante al aplicar 1.00 cc/L obteniendo superando tan solo supero al testigo con un 2.6%, cuando se aumentó la dosis a 0.50 cc/L de fertilizantes organominerales se encontró la mejor respuesta que supera al testigo con un diámetro de 4.6 cm, y cambio la dosis de 1.00 cc de fertilizante organominerales el diámetro de tallo disminuyo. Esto se explica por la acción quelatante de los fertilizantes organominerales que pone disponibles a los elementos nutritivos, lo que puede llegar a provocar efectos adversos a los deseados, con estos resultados observamos una tendencia en la que a menor concentración de fertilizante organomineral se obtiene una mejor respuesta con respecto a esta variable y que tanto los

fertilizantes granulados como los fertilizantes organominerales influyen directamente con la respuesta de esta variable. (Figura 4.12)

Respuesta que coincide con lo reportado en la investigación cuando se aplicó fertilizantes organominerales al sustrato en cultivo de manzana, donde arrojó una diferencia significativa entre tratamientos, que influyendo de manera directa en el diámetro de tronco de dicho frutal. (Parra *et al*, 2002)

Cerón (1993), menciona en su trabajo de investigación sobre la influencia de fórmulas hidropónicas en Gerbera, observo que sus mejores tratamientos los encontró cuando aplicaba las formulas hidropónicas en sus niveles mínimos y óptimos para la calidad de diámetro de pedúnculo.

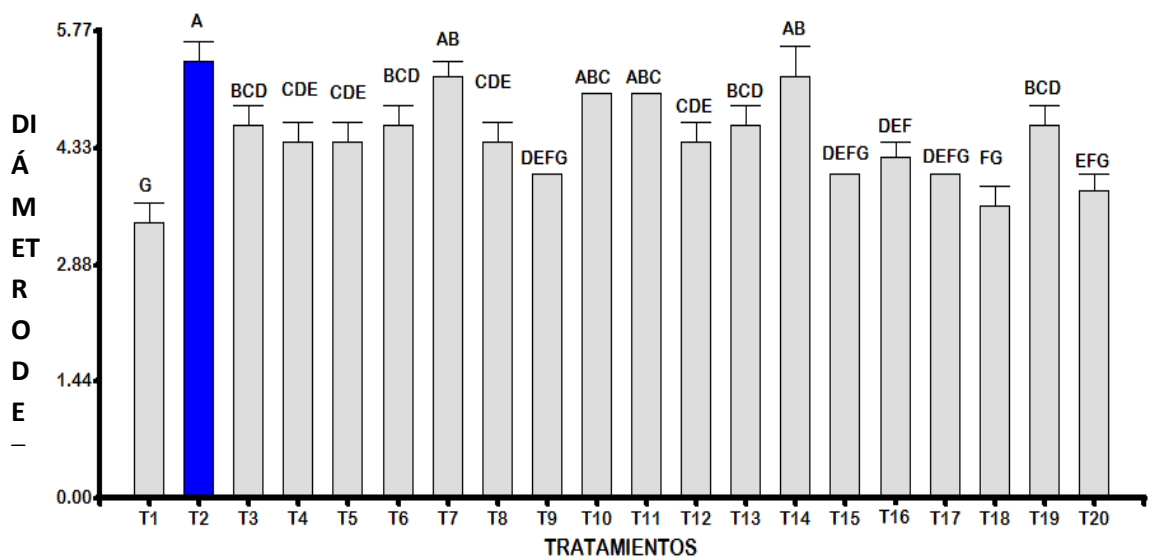


Figura 4. 12 Respuesta de planta de col para la variable diámetro de tallo mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.8 NÚMERO DE HOJAS DE BRÓCOLI

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente

al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.1)

Para la interacción de los factores A x B se encontró una respuesta estadística altamente significativa (Figura 4.13) lo que indica un comportamiento dependiente en la figura se observa su comportamiento.

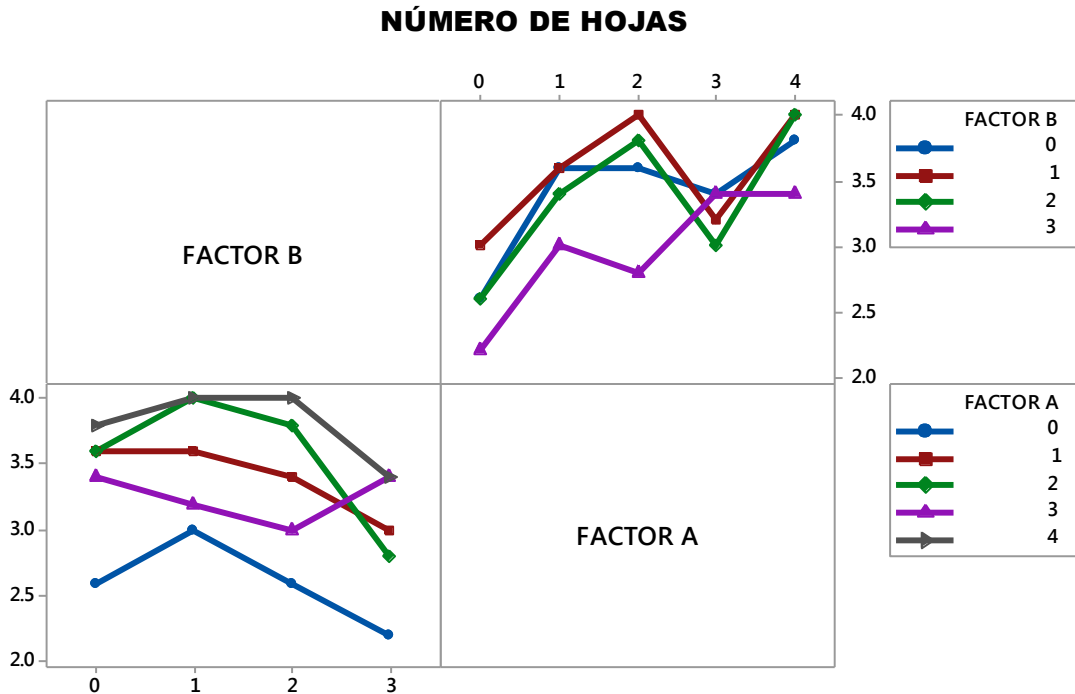


Figura 4.13 Valores medios de número de hojas, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Par el factor A (Solución Nutritiva), se encontró una respuesta altamente significativa, al realizar una comparación dentro de soluciones hidropónicas, para esta variable la media del testigo alcanzó un valor de 2.6 hojas, en el tratamiento T14 al aplicar 25,50,75%** de fertilización superó al testigo en un 8.96%, el tratamiento fertilizado con el 25% y 50% de solución superaron al testigo un 7.47%, al aplicar el tratamiento de 75% de solución nutritiva este superó al testigo con 5.97%, esto demuestra que para esta variable es

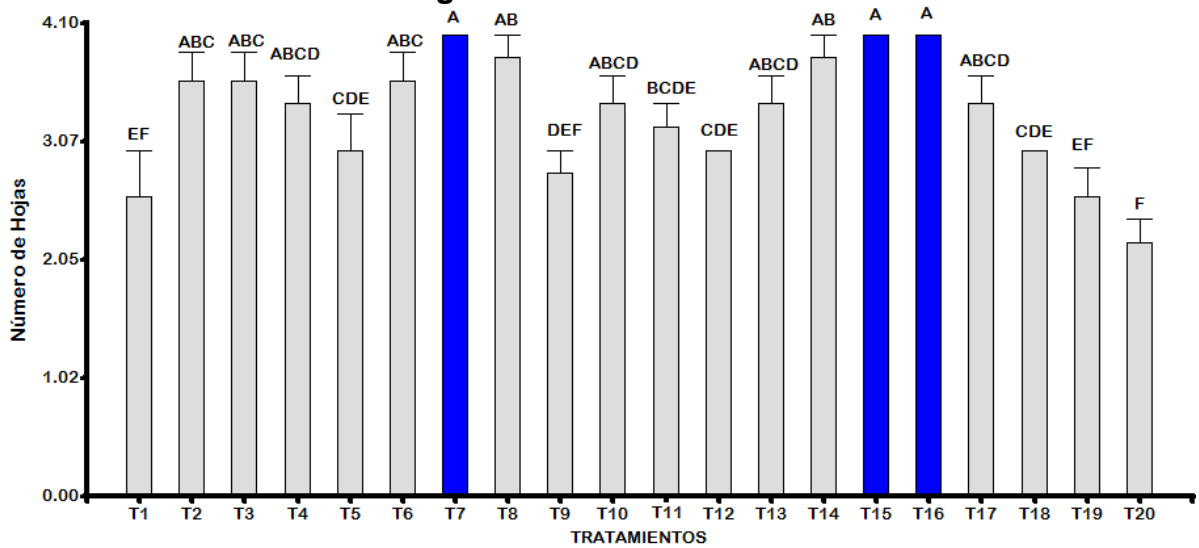
importante cambiar la dosis de solución hidropónica cada semana para obtener mayor número de hojas así la planta aprovechara los nutrientes conforme su desarrollo, por lo que podemos decir que el uso de soluciones hidropónicas por si solo produce buenos resultados para esta variable.

Para el factor B (Fertilizantes organominerales), se encontró que existe una diferencia altamente significativa por lo que indica que con las diferentes dosis de organominerales podemos encontrar distinto número de hojas, se encontró que el mejor resultado se obtiene en el tratamientos T18 donde se usó 0.25 cc/L superando al testigo un 3.85%, mientras al aplicar 0.50 cc/L, igual al testigo T1 no hubo diferencia al obtener el mismo número de hojas de 2.6 en promedio, pero el tratamiento donde se aplicó 1.00 cc de organominerales/L fue 3.85% menor que el testigo, debido a esto podemos decir que con el uso de bajas concentraciones de fertilizantes organominerales por si solos producen mayor número de hojas, ya que la acción quelatante de estos ayuda a poner disponibles a los elementos nutritivos para que se puedan absorber en beneficio de la parte aérea de la planta. (Figura 4.14)

Esto coincide con John (2006) menciona que la fertilización con organominerales favorecen un buen desarrollo de las hojas, aun fertilizando con estas a dosis bajas, al fertilizar con organominerales se obtienen buenos resultados para la variable número de hojas, favoreciendo una buena área foliar.

Así mismo esto coincide con lo mencionado por Martínez (1988) quien menciona que sus mejores resultados obtenidos en la variable número de brácteas los encontró en la utilización de fertilizantes orgánicos, pero resalta de igual manera que la fertilización química genera un comportamiento similar con la fuente orgánica.

Figura 4. 14 Respuesta de planta de brócoli para la variable número de hojas mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.



4.9 NÚMERO DE HOJAS DE COLIFLOR

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística significativa, lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.2)

En cuanto a la interacción entre los factores si se encontró una respuesta altamente significativa por lo que se puede decir que al hacer la combinación de estos se pueden obtener mejores resultados, considerándose factores dependientes, en la figura 4.8 se muestran los resultados.

Sin duda alguna la alternativa de utilizar como complemento los fertilizantes organominerales favorece notablemente el desarrollo foliar de la planta, logrando una mayor área para realizar la síntesis de carbohidratos e intercambio de gases.

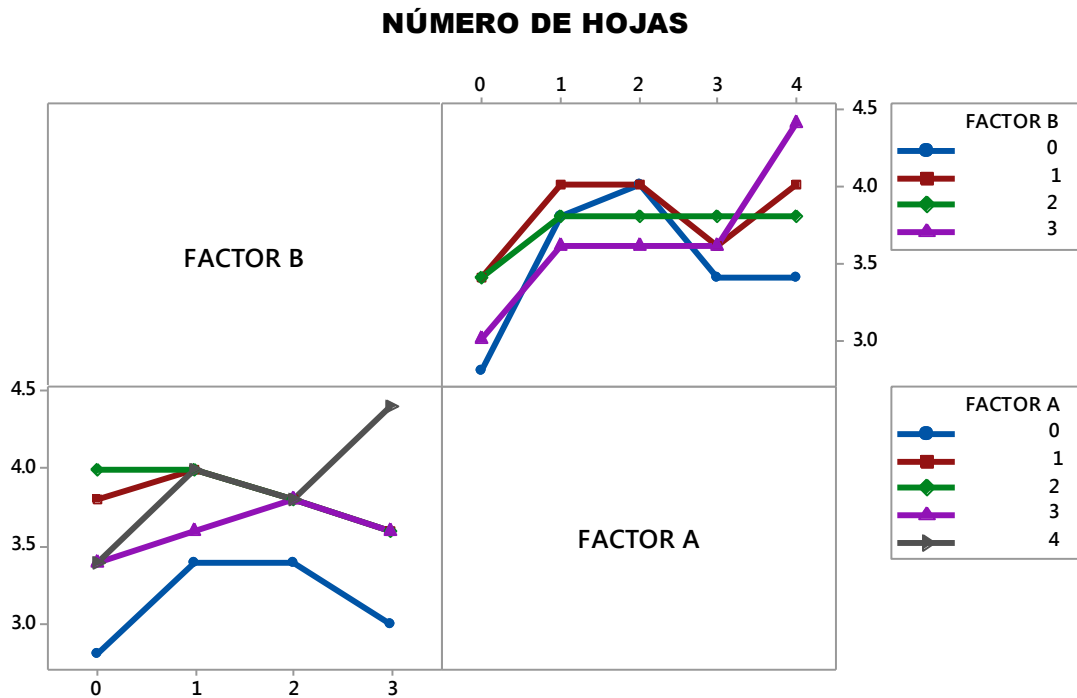


Figura 4.15 Valores medios de número de hojas, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Para el factor A (soluciones hidropónicas), se encontró que no existe una diferencia estadística significativa por lo que se dice que los tratamientos son iguales, ya que el testigo presento una media de 2.8 hojas, en el tratamiento T14 donde se usó la solución 25,50,75% cambiando cada semana

respectivamente supero al testigo con 3.45%, igual al aplicar una solución al 75%, mientras al aplicó el 50% de solución se obtuvo 4 hojas superando al testigo con un 6.8%, siendo el mejor tratamiento para esta variable, al aplicar 25% de solución supero al testigo con un 5.72%, por lo que obtuvo una semejanza en el número de hojas lo que indica que para esta variable cualquier solución podría ser la mejor, se sugiere aplicar las bajas concentraciones de fertilizantes o usar una solución progresiva así se reducen los costos de producción de plántula.

Al igual en el factor B (fertilizantes organominerales), se encontró que no existe una diferencia estadística significativa, tampoco se obtuvo una diferencia al aplicar las distintas dosis de organominerales, ya que se encontraron valores semejantes al testigo donde se obtuvo 2.8 hojas en promedio, en cuanto a los demás tratamientos, en el T18 donde se usó 0.25 cc de nutrientes organominerales/L supero al testigo tan solo con un 4.76%, igual al aplicar 0.50 cc de nutrientes organominerales/L, mientras el tratamiento T20 donde se usó 1.00 cc de organominerales/L supero al testigo en un 1.6%, tomando en cuenta la insignificante diferencia entre las dosis, se puede optar por el uso de dosis bajas, para de este modo reducir costos de producción, siempre procurando que no se vea afectado el número de hojas de la planta.

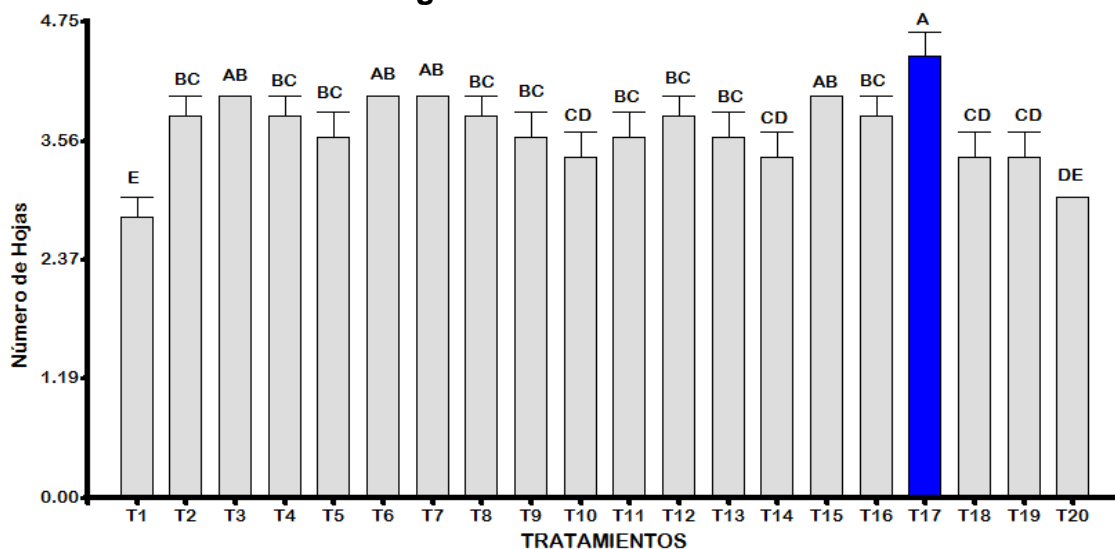
Esto coincide con Morales (1999) reporto que la aplicación de fertilizantes organominerales eleva la cantidad de área foliar, biomasa foliar y área total entre otras variables.

Al igual coincide con Nieves (2010), quien menciona que al utilizar las fuentes granuladas en una menor proporción de sales aumenta el número de brácteas, que si lo comparamos con la fertilización de organominerales resulta lo mismo, que utilizando una fuente granulada. Así mismo, coincide cuando menciona que la fertilización organomineral es, sin duda, una de las alternativas para obtener mayor número de brácteas, aplicándolos en dosis medias ya que

al utilizar una mayor concentración de la fertilización organomineral se obtiene una menor cantidad de brácteas de calidad.

N
Ú
M
E
R
O
D
E

Figura 4. 16 Respuesta de planta de coliflor para la variable número de hojas mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.



4.10 NUMERO DE HOJAS DE COL O REPOLLO

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente

al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.3)

Para la interacción de los factores A y B, también se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que el comportamiento de los factores es dependiente, (Figura 4.17).

Entonces podemos decir que el uso de nutrientes organominerales como complemento en la producción es de gran importancia para la variable número de hojas, ya que incremento el número de hojas en la mayoría de los tratamientos con organominerales.

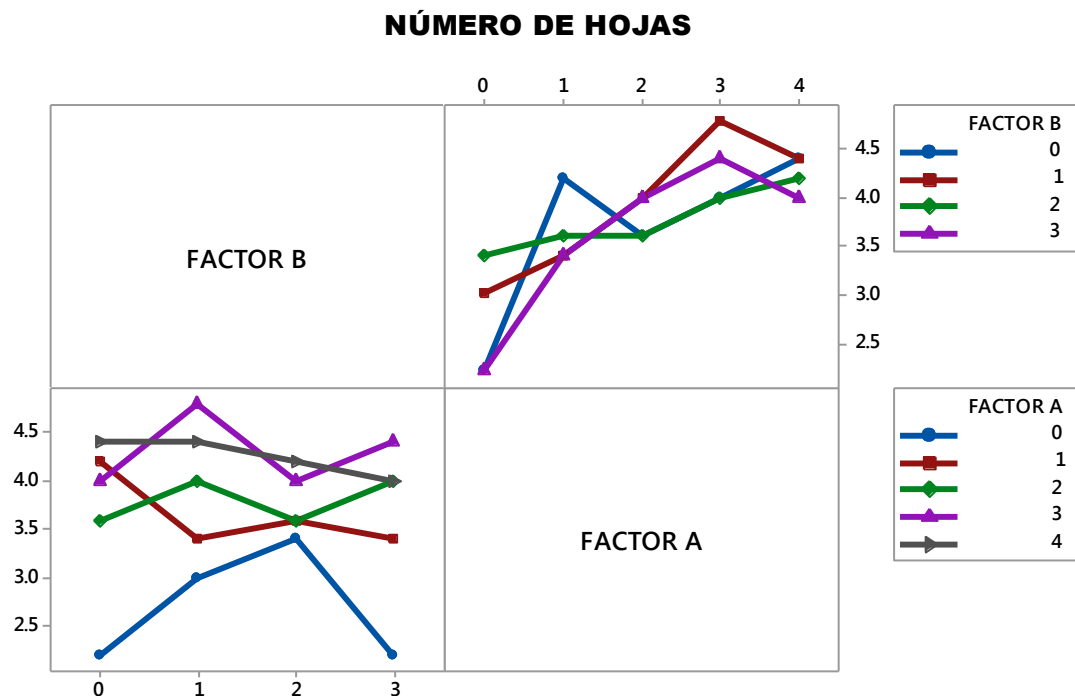


Figura 4.17 Valores medios de número de hojas, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Para el factor A (Solución Nutritiva), se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los diferentes niveles de fertilizante inorgánico aplicados, son estadísticamente diferentes. Para esta variable la media del testigo alcanzó un valor de 2.2 hojas verdaderas, el tratamiento fertilizado con 25% de fertilizante inorgánico superó al testigo en un 10.87%, el tratamiento fertilizado con 50% de solución lo superó en 7.61%, al aplicar el tratamiento de 75% de fertilizante granulado este superó al testigo con un 9.79%, en lo que se refiere a la aplicación del tratamiento de 25,50,75% de fertilizante granulado cambiando cada semana, se encontró la mejor respuesta superando al testigo en un 11.96% esto demuestra que para esta variable, son importantes las dosis altas de fertilizantes.

En el factor B (dosis de fertilizantes organominerales) se obtuvo diferencia estadística altamente significativa, por lo que se considera que las diferentes dosis empleadas de fertilizante organomineral, son distintos al aplicarse en el riego. El testigo alcanzó una media de 2.2 hojas, cuando se aplicó la dosis a 0.25 cc/L supero al testigo con un 7.4%, el tratamiento con 0.5 cc/L muestra la mejor respuesta logrando 3.4 hojas superior al testigo en 11.11%, al aplicar el tratamiento con 1.00 cc/L, no supero al testigo así que fue igual su respuesta. Estos resultados demuestran que aplicando dosis medias de fertilizantes organominerales se pueden obtener un mejor número de hojas, ya que la acción quelatante de estos ayuda a poner disponibles a los elementos nutritivos para que se puedan absorber en beneficio de la parte aérea de la planta. (Figura 4.18)

Esto coincide con lo mencionado por Martínez (1988) quien menciona que sus mejores resultados obtenidos en la variable número de brácteas los encontró en la utilización de fertilizantes orgánicos, pero resalta de igual manera que la fertilización química genera un comportamiento similar con la fuente orgánica.

Así mismo coincide con lo mencionado por John, 2006 que cita, la fertilización con organominerales favorecen un buen desarrollo de las hojas, aun fertilizando con estas a dosis bajas, al fertilizar con organominerales se obtienen buenos resultados para la variable número de hojas, favoreciendo una buena área foliar.

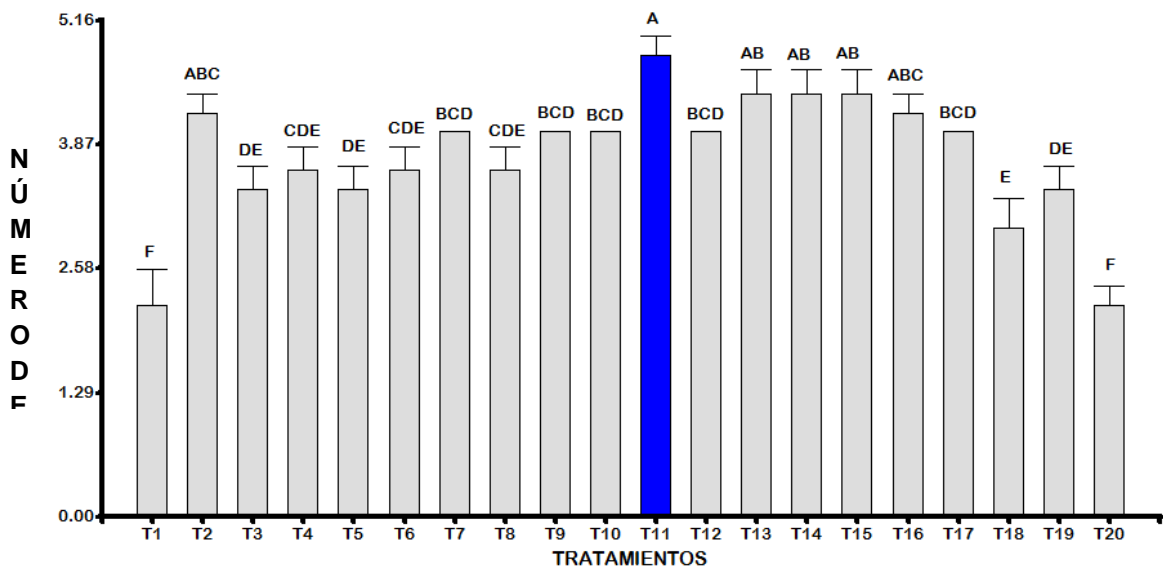


Figura 4. 18 Respuesta de planta de col para la variable número de hojas mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.11 LONGITUD DE RAÍZ DE BRÓCOLI

Al analizar los datos, se encontró una diferencia estadística significativa; lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes orgánicos. (Cuadro 4.1)

Para la interacción de los factores A y B, se encontró una respuesta estadística no significativa lo que indica que el comportamiento de los factores es independiente. (Figura 4.19)

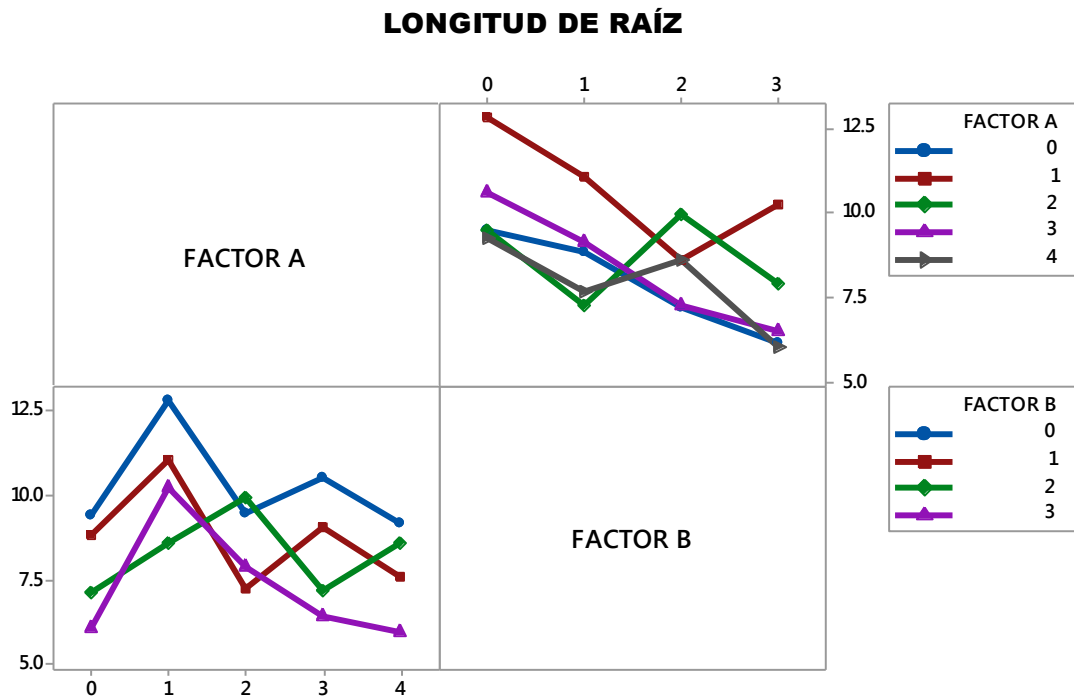


Figura 4.19 Valores medios de longitud de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Para el factor A (Solución Nutritiva), se encontró una diferencia altamente significativa, es decir con las diferentes dosis de solución hidropónica existe una variación en los resultados de longitud de raíz. En esta variable el testigo logró una media de 9.44 cm de largo, mientras que cuando se aplicó el 25% de solución, la planta respondió superando al testigo en 6.53%, el tratamiento fertilizado al 50% de solución también supera al testigo tan solo con un 0.4%, aumentando el nivel de fertilización un 75% aumenta la respuesta superando al testigo en 1.94%, y aplicar 25,50,75% de solución cambiando cada semana disminuyó 1% en comparación con el testigo, reportando raíces de 9.2 cm de largo, esto demuestra que para esta variable la fertilización al 25% estimula el crecimiento de la raíz.

Para el factor B (Fertilizantes organominerales) se obtuvo diferencia estadística altamente significativa, por lo que se considera que todas las dosis empleadas son similares en su respuesta estadística. El testigo reporto una media de 9.44 cm de longitud, mientras que cuando se aplicaron las dosis de 1.00 cc/L y 0.50 cc/L de fertilizantes organominerales, el testigo es superado en 2.3% y 0.3% por los tratamientos anteriores respectivamente, cuando se disminuyó la dosis a 0.25 cc/L de fertilizantes organominerales se encontró la mejor respuesta que tan solo fue superado por el testigo con un 1.98% con largos de raíz de 8.82 cm.

Esto coincide con lo mencionado por Nieves (2010) que menciona que tanto las fuentes granuladas como los organominerales no influyen de manera directa en la nochebuena, igual coincide con lo citado por Sánchez (2008), en el cual cita lo mismo que no existe diferencia significativa entre tratamientos con fertilización química y orgánica en el cultivo del rábano. (Figura 4.20)

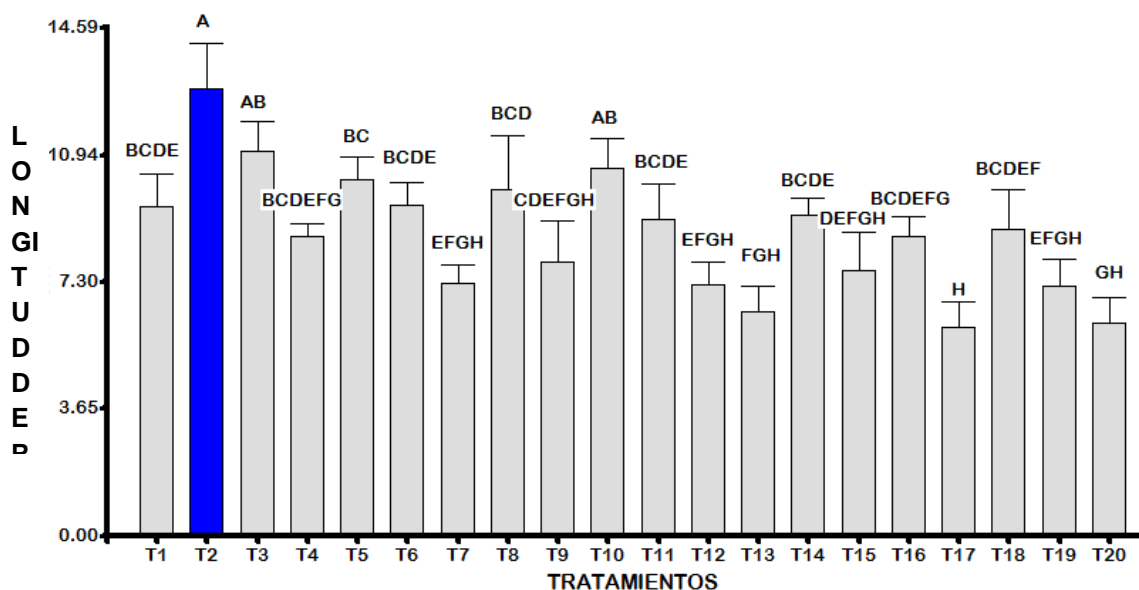


Figura 4. 20 Respuesta de planta de brócoli para la variable longitud de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.12 LONGITUD DE RAÍZ DE COLIFLOR

Al analizar los datos, se encontró una diferencia estadística altamente significativa; lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes orgánicos. (Cuadro 4.2)

En cuanto a la interacción de los factores A y B se encontró una respuesta altamente significativa, es decir existe una diferencia en los resultados de cada tratamiento por lo que los factores son dependientes en la figura 4.21 se muestra el comportamiento de los diferentes tratamientos.

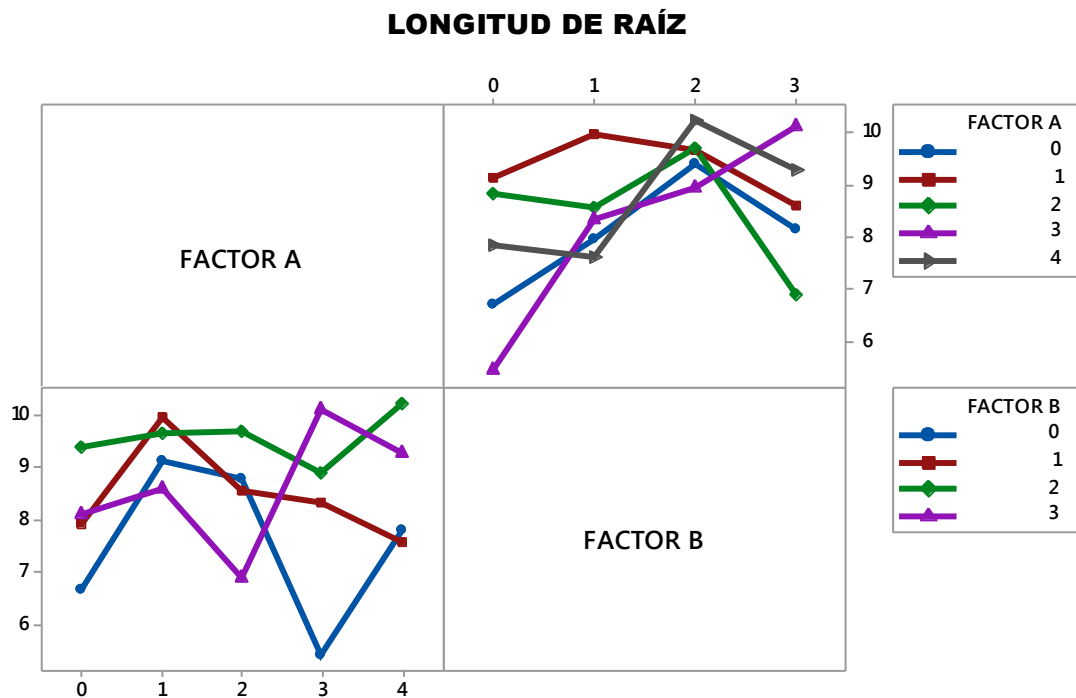


Figura 4.21 Valores medios de longitud de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Para el factor A (soluciones hidropónicas), se encontró una diferencia estadística altamente significativa, por lo que se puede decir que existe diferencia entre los tratamientos, ya que al realizar un comparativo dentro de soluciones hidropónicas, el testigo reportó una longitud de raíz en promedio de 6.7 cm, al aplicar una solución de 25% superando al testigo con un 6.35%, al aumentar la solución al 50% supero al testigo que solo aplico agua con un 5.56%, cuando se aplicó una solución al 75% la longitud de raíz fue 3.44% menos que el testigo, y al intercalar la solución cambiando cada semana supero tan sol al testigo con un 2.91%. Por lo que podemos decir que con el uso de bajas dosis de solución hidropónica podemos obtener los mejores resultados por si solas para esta variable, puede que el exceso de solución inhiba el crecimiento de la raíz.

Al igual en el factor B (fertilizantes organominerales) se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa por lo que el mejor resultado se obtiene en el tratamiento T19 donde se obtuvo una longitud de raíz de 9.4 cm superando al testigo con un 8.41% al aplicar 0.50 cc de nutrientes organominerales/L, al aumentar la dosis a 1.00 cc de organominerales/L supero al testigo con un 4.36%, y al aplicar 0.25cc de nutrientes organominerales/L se obtuvo una longitud de raíz de 7.9 cm, superando al testigo en un 3.74%, para esta variable los valores medios de organominerales reportan los mejores resultados, por lo que podemos decir que el uso de concentraciones medios de fertilizantes organominerales por sí solos produce buenos resultados para esta variable. (Figura 4.22)

Coincidiendo esto con lo reportado por Martínez, G., en el 2009, quien trabajando en tomate con soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales, encontró la mejor respuesta cuando estos se aplican a dosis bajas.

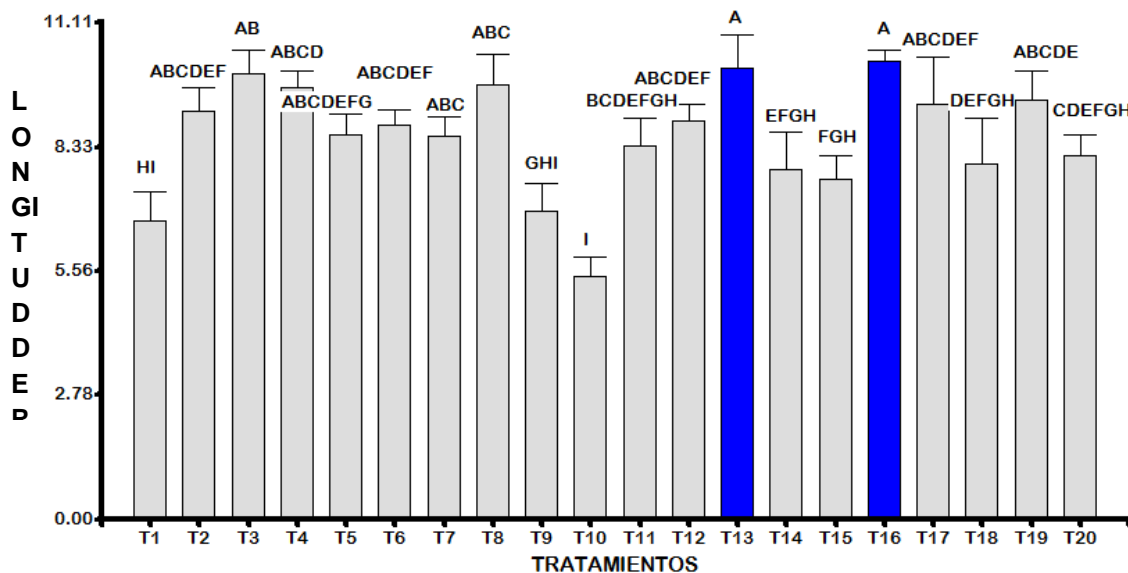


Figura 4. 22 Respuesta de planta de coliflor para la variable longitud de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.13 LONGITU DE RAÍZ COL O REPOLLO

Al analizar los datos, se encontró una diferencia estadística altamente significativa; lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes orgánicos. (Cuadro 4.3)

Para la interacción de los factores A x B se encontró una respuesta estadística significativa (Figura 4.23) lo que indica un comportamiento dependiente.

LONGITUD DE RAÍZ

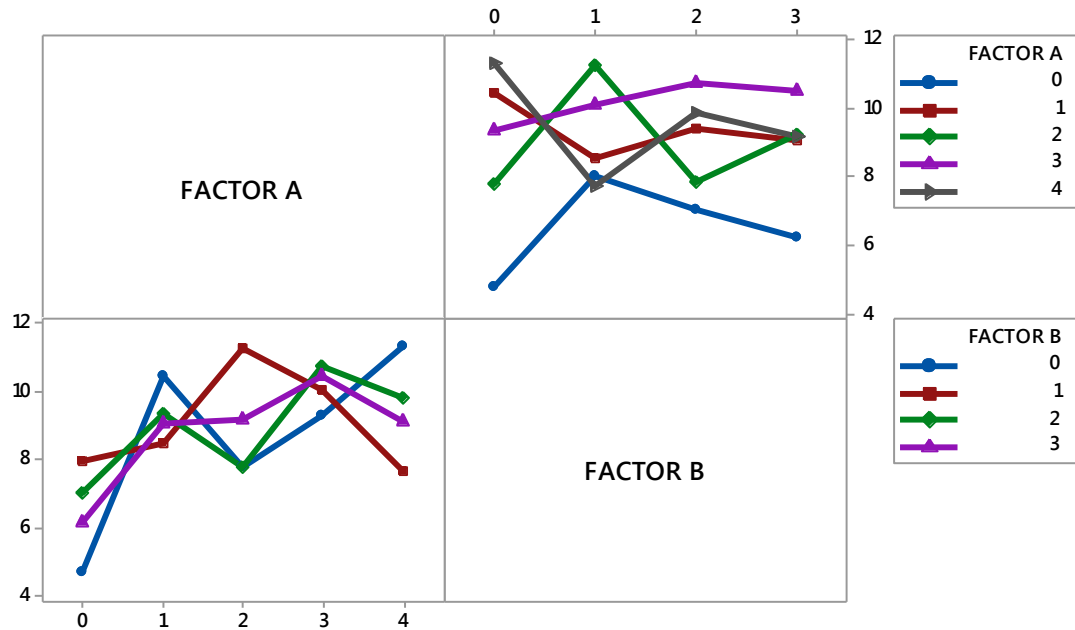


Figura 4.23 Valores medios de longitud de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Analizando los resultados para cada uno de los factores, se encontró en el factor A (Solución Nutritiva) una diferencia altamente significativa, lo que indica la diferencia entre cada uno de los niveles de fertilización que fueron utilizados. En esta variable el testigo logró una media de 4.7 cm de largo, mientras que cuando se aplicaron 25% de fertilizante granulado, la planta respondió superando al testigo en 13.30%, el tratamiento fertilizado con 50% de fertilizante también supera al testigo en 7.1%, aumentando el nivel de fertilización con el tratamiento al que se le aplicaron 75% de fertilizante granulado aumenta la respuesta superando al testigo en 10.55%, el nivel de fertilización de 25,50,75% cambiando cada semana tuvo la mejor respuesta, reportando raíces de 11.3 cm de largo superando al testigo en un 15.14% y a los demás tratamientos, esto demuestra que la fertilización granulada estimula

una elongación de la raíz, similar a cuando se aplicaron fertilizante organomineral.

Para el factor B (dosis de fertilizantes organominerales) no se obtuvo diferencia estadística significativa, por lo que se considera que todas las dosis empleadas son similares en su respuesta estadística. El testigo reporto una media de 4.7 cm de longitud, mientras que cuando se aplicaron las dosis de 0.25 cc/L de fertilizantes organominerales, el testigo es superado en 12.7%, cuando se aumentó la dosis a 0.50 cc/L de fertilizantes organominerales disminuyó la longitud de raíz en comparación al 0.25 cc/L, pero se encontró una respuesta que supera al testigo en 8.87% con largos de raíz de 7 cm, cuando se aplicó la dosis de 1.0 cc de fertilizante organomineral el largo de las raíces supero al testigo en 5.78%. (Figura 4.24)

Los resultados coinciden con el trabajo de Pérez (2009) realizado en Lili que menciona que la nutrición con fertilizantes organominerales, influyó en la planta, por su contenido de ácidos húmicos y fúlvicos, ya que estos favorecen la asimilación de macro y micronutrientes dentro de la planta, logrando una mejor nutrición, por lo tanto, acelera la absorción y asimilación de nutrientes.

Así mismo coincidiendo esto con lo reportado por Martínez, G., en el 2009, quien trabajando en tomate con soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales, encontró la mejor respuesta cuando estos se aplican a dosis bajas.

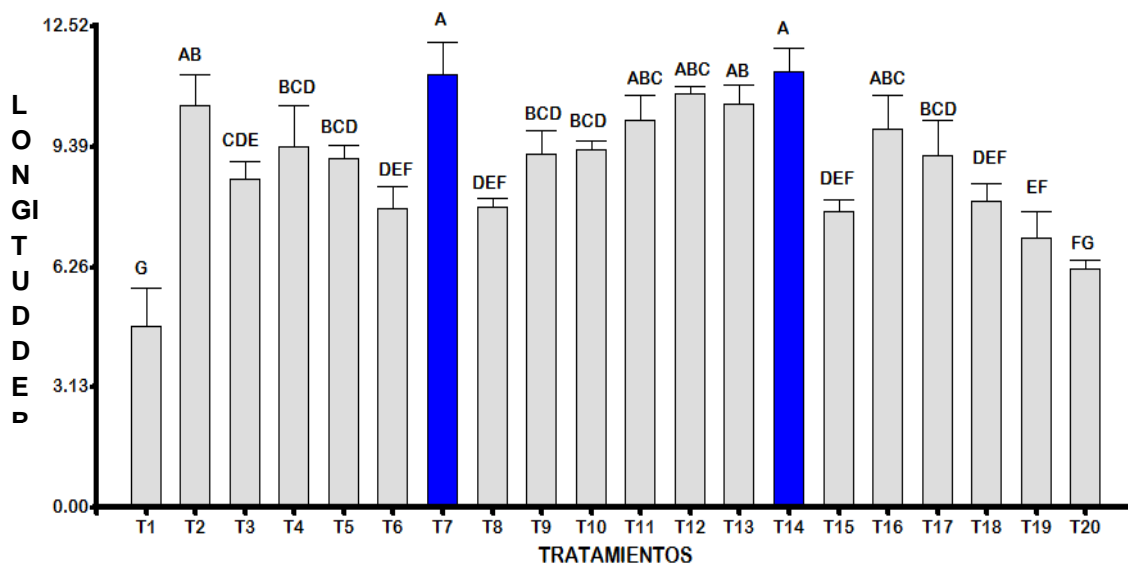


Figura 4. 24 Respuesta de planta de col para la variable longitud de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.14 PESO FRESCO DE PLANTA BRÓCOLI

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.1)

Para la interacción de los factores A y B, también se encontró una respuesta estadística altamente significativa lo que indica que el comportamiento de los factores es dependiente, en la Figura 4.25 se muestra su comportamiento.

PESO FRESCO DE PLANTA

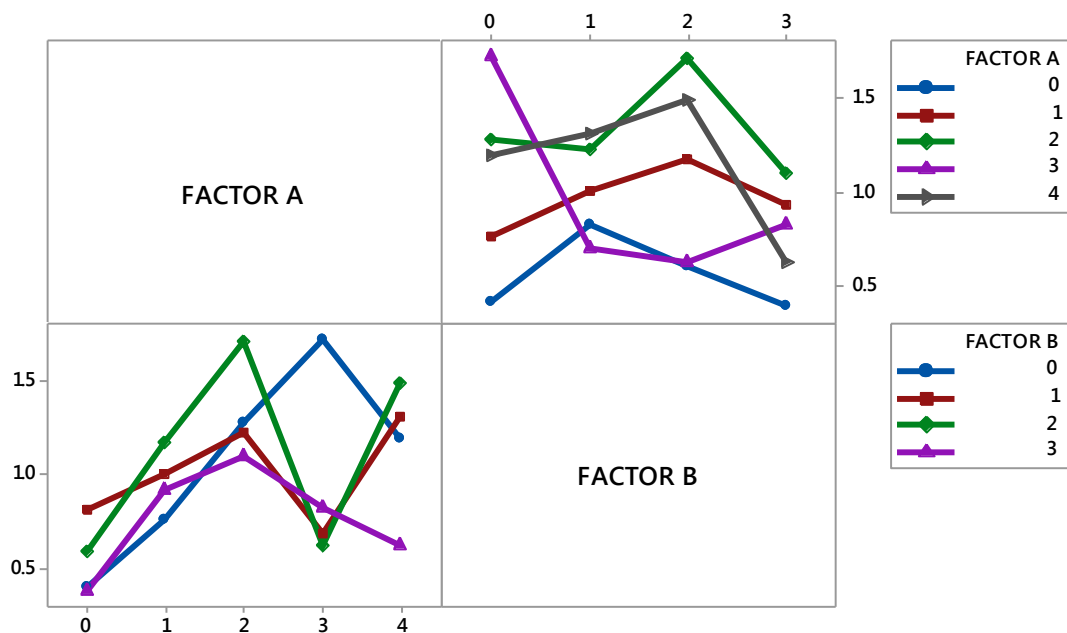


Figura 4.25 Valores medios de peso fresco de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

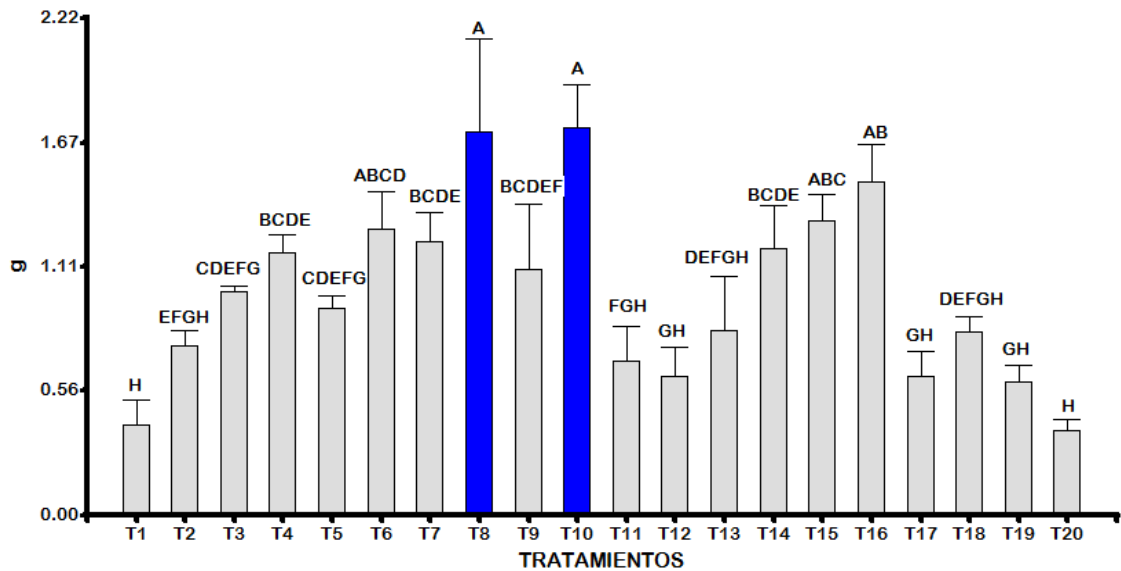
Al realizar el análisis de varianza se encontró una respuesta altamente significativa para el factor A (Solución Nutritiva), el testigo que solo se le aplico agua reporta un valor de 0.41 g, a medida que se incrementa la concentración de solución Douglàs, el peso de la planta también aumenta. Cuando se aplicó la concentración de 25% de solución, se obtuvo un peso de planta de 0.76 g, 6.52% más pesado que el testigo, mientras que cuando se aplicó una concentración del 50% de solución, se logró un peso de 1.28 g, superando al testigo en un 16.21%, con la concentración al 75% se incrementó en un 24.59%, que equivale a un peso de 1.73 g y cuando se aplicaron 25,50,75% de fertilizante cambiando cada semana respectivamente, se obtuvieron pesos medios de planta de 1.19 g, superando al testigo solo en un 14.43%. En general el uso de soluciones Douglàs, ayuda a incrementar el peso de la planta, debido a que la concentración máxima de fertilizantes usada fue la de 75% y en la que se obtuvo el valor más alto.

Para el factor B (dosis de fertilizantes organominerales) se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa. Cuando se aplicó una dosis de 0.25cc/L independientemente de la concentración de fertilizante inorgánico se registró un peso de planta de 0.82 g, que supera al testigo en un 18.55% y conforme se incrementó la dosis de fertilizante organomineral los efectos son contrarios para la dosis de 0.50 cc/L el peso disminuye, pero supera al testigo en un 8.6% y mientras que cuando se aplica 1.00 cc/L el peso fresco de planta fue -1.35% menores que el testigo.

Esto se explica por la acción quelatante de los fertilizantes organominerales que pone disponibles a los elementos nutritivos, lo que puede llegar a provocar efectos adversos a los deseados, con estos resultados observamos una tendencia en la que a menor concentración de fertilizante organomineral se obtiene una mejor respuesta con respecto a esta variable y que tanto los fertilizantes granulados como los fertilizantes organominerales influyen directamente con la respuesta de esta variable. (Figura 4.26)

Esto concuerda por lo citado por Gámez (2009), en el cual señala que al analizar los datos se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. Por lo que podemos decir que el uso de fertilizantes organominerales como complemento en la producción es de gran importancia para la variable peso fresco de planta, ya que incremento el peso en la mayoría de los tratamientos con organominerales, así mismo coincide con Valdez (2008), quien encontró que es posible producir plantas de Nochebuena, de buena calidad es decir con tallos gruesos, follaje de color verde oscuro libre de manchas y de deficiencias nutrimentales, brácteas de color bien desarrolladas con color intenso, cuando se le aplican fertilizantes organominerales a dosis bajas de 0.5 a 1.00 cc/L.

Figura 4. 26 Respuesta de planta de brócoli para la variable peso fresco de planta mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.



4.15 PESO FRESCO DE PLANTA DE COLIFLOR

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente

al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.2)

Para la interacción de los factores A x B se encontró una respuesta estadística altamente significativa lo que indica un comportamiento dependiente en la figura 4.27 se observa un comportamiento.

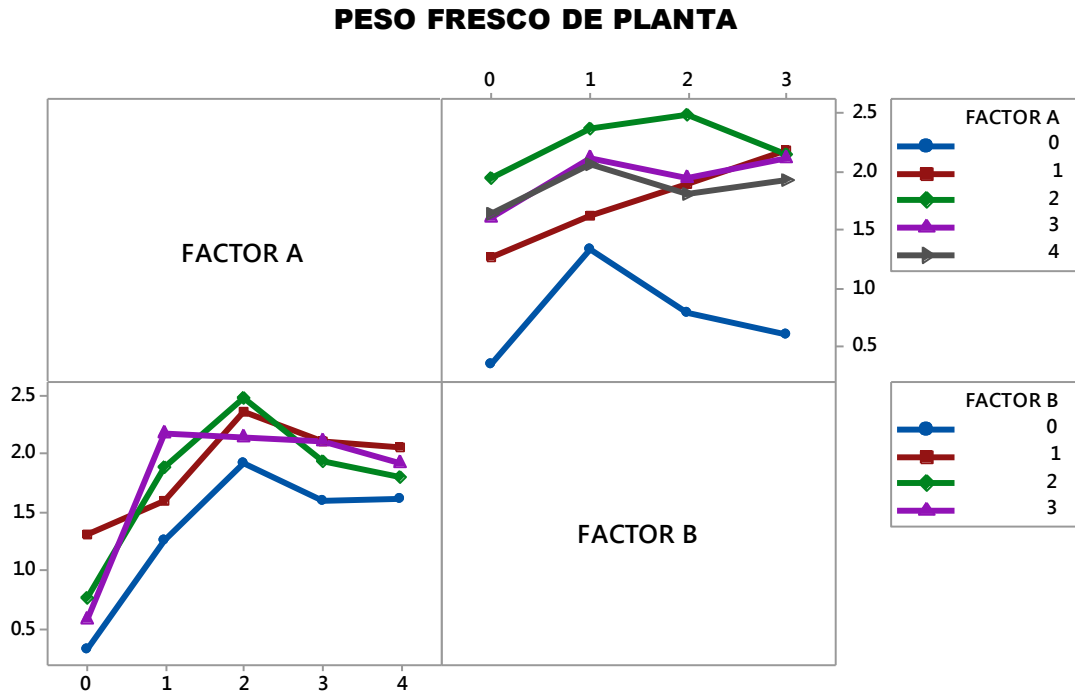


Figura 4.27 Valores medios de peso fresco de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Para el factor A (soluciones hidropónicas) se encontró una respuesta altamente significativa ya que el mejor resultado se obtiene al aplicar el 50% de solución superando al testigo con un 23.89%, mientras al aplicar 75% e intercalando las soluciones 25, 50,75% cambiando cada semana respectivamente superaron al testigo con un 19.4 %, al disminuir la solución a un 25% este supero al testigo en un 14.93%, el testigo reporto una media de 0.3 g de planta al aplicar solo agua. Para es variable las soluciones a altas

concentraciones reporta los mejores resultados, ya que con mayores elementos nutritivos disponibles la planta se favorece en el desarrollo de sus órganos, tejidos obteniendo plantas con mayor peso, por lo que podemos decir que el uso de soluciones hidropónicas por si solo producen los mejores resultados para esta variable.

En cuanto al factor B (Fertilizantes organominerales), no se encontró una diferencia estadística significativa, pero con base a los resultados el comportamiento es diferente, ya que el mejor resultado se obtiene en los tratamientos T18 donde se aplicó 0.25 cc de nutrientes organominerales/L obteniendo un peso fresco de 1.3 g superando al testigo con un 33.4%, al aplicar 0.50 cc de nutrientes organominerales/L este supero al testigo en un 16.6%, y al incrementar a 1.00 cc de organominerales/L obtuvo un peso fresco de 0.6 g superando al testigo con un 10%, por lo que la diferencia se encuentra al aplicar la dosis más baja de organomineral esto demuestra una vez más la eficiencia del uso de dosis bajas o medias de fertilizante Organomineral. (Figura 4.28)

Esto coincide, a lo citado por Hernández (2008), quien trabajo con tomate menciona que los mejores resultados para esta variable se obtienen mediante el uso de productos organominerales ya que están compuestos por ácidos húmicos y fúlvicos y cierto contenido de sacarosa que ayudan a la planta a obtener una eficiente absorción de nutrientes con la consecuente respuesta favorable en producción. Así mismo coincide con Pérez (2009), que trabajo con Lilis menciona que el peso de la planta con fertilizantes organominerales muestra un aumento de peso a diferencia de las plantas no fertilizadas, es decir estos influyen en la nutrición, al aumentar la biomasa en toda la planta, garantizando la vida de anaquel.

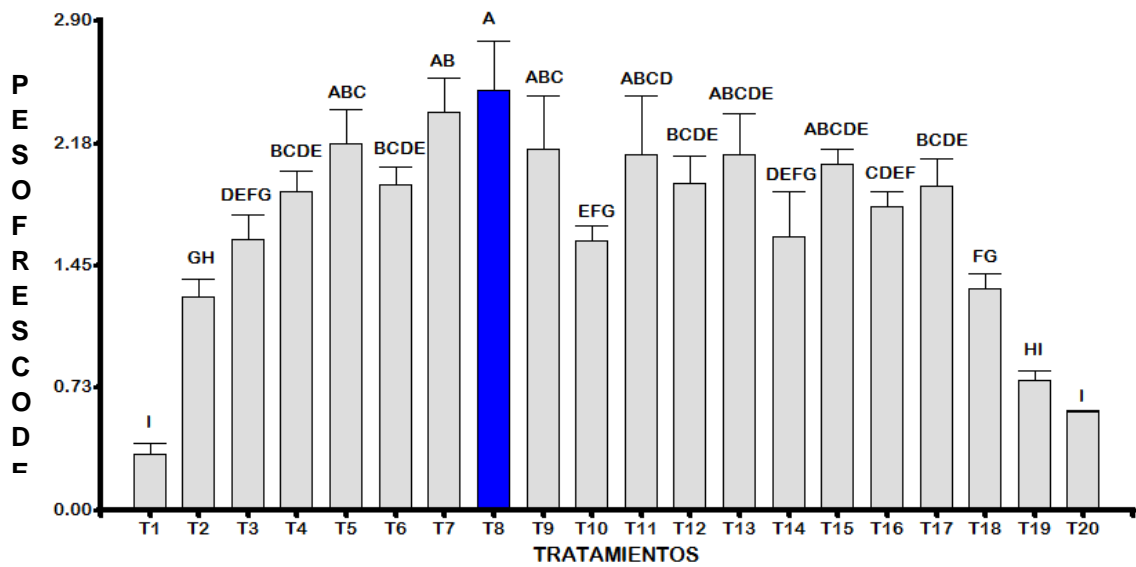


Figura 4.28 Respuesta de planta de coliflor para la variable peso fresco mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.16 PESO FRESCO DE PLANTA DE COL O REPOLLO

Al analizar los datos se encontró una diferencia estadística significativa, lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.3)

Para la interacción de los factores A y B se encontró una respuesta estadística altamente significativa, mostrando un comportamiento dependiente. (Figura 4.29).

PESO FRESCO DE PLANTA

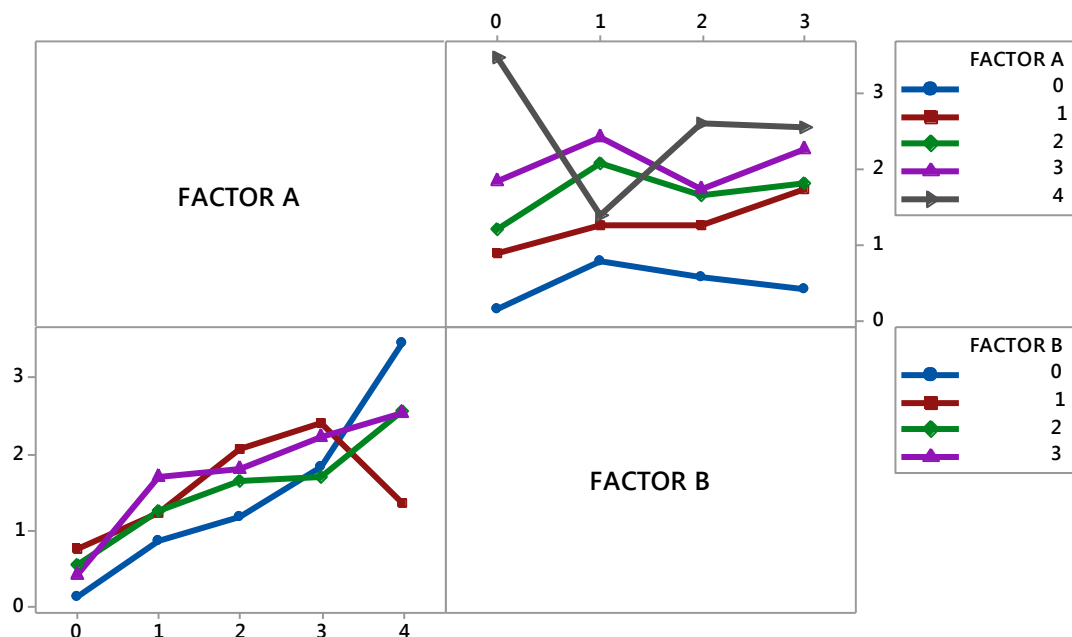


Figura 4.29 Valores medios de peso fresco de planta, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Al realizar el análisis de varianza se encontró una respuesta altamente significativa para el factor A (Solución Nutritiva). El testigo que solo se le aplico agua reporta un valor de 0.1 g de planta, a medida que se incrementa la concentración del fertilizante inorgánico, el peso fresco de la planta también aumenta. Cuando se aplicó la concentración 25% de fertilizante inorgánico se obtuvo un peso de 0.9 g, 10.7% más pesado que el testigo, mientras que cuando se aplicó una concentración de 50%, se logró un peso de 1.2 g, superando al testigo en un 14.7%, con la concentración de 75% se incrementó en un 22.7%, que equivale a un peso de 1.8 g y cuando se aplicaron 25,50,75% de fertilizante cambiando cada semana respectivamente, se obtuvieron pesos medios de planta de 3.5 g, superando al testigo solo en un 45.3%. En general el uso de fertilizantes inorgánicos en el fertirriego, ayuda a incrementar el peso de la planta, debido a que la concentración máxima de fertilizantes usada fue la de 25, 50,75% intercalando cada semana y en la que se obtuvo el valor más

alto, será necesario estudiar la respuesta de la col, para esta variable empleando concentraciones más altas de fertilizante.

Para el factor B (dosis de fertilizantes organominerales) no se obtuvo una diferencia estadística significativa. Cuando se aplicó una dosis de 0.25 cc/L. independientemente de la concentración de fertilizante inorgánico se registró un peso de planta de 0.8 g que supera al testigo en un 36.84% y conforme se incrementó la dosis de fertilizante organomineral los efectos son contrarios para la dosis de 0.50 cc/L y 1.00 cc/L el peso fue de 26.01% y 15.79% superior al testigo, pero relativamente en gramos el peso no es significativo ya que se obtienen pesos de 0.4 g, 0.6 g y 0.8 g. Esto se explica por la acción quelatante de los fertilizantes organominerales que pone disponibles a los elementos nutritivos, lo que puede llegar a provocar efectos adversos a los deseados, con estos resultados observamos una tendencia en la que a menor concentración de fertilizante organomineral se obtiene una mejor respuesta con respecto a esta variable y que tanto los fertilizantes granulados como los fertilizantes organominerales influyen directamente con la respuesta de esta variable. (Figura 4.30)

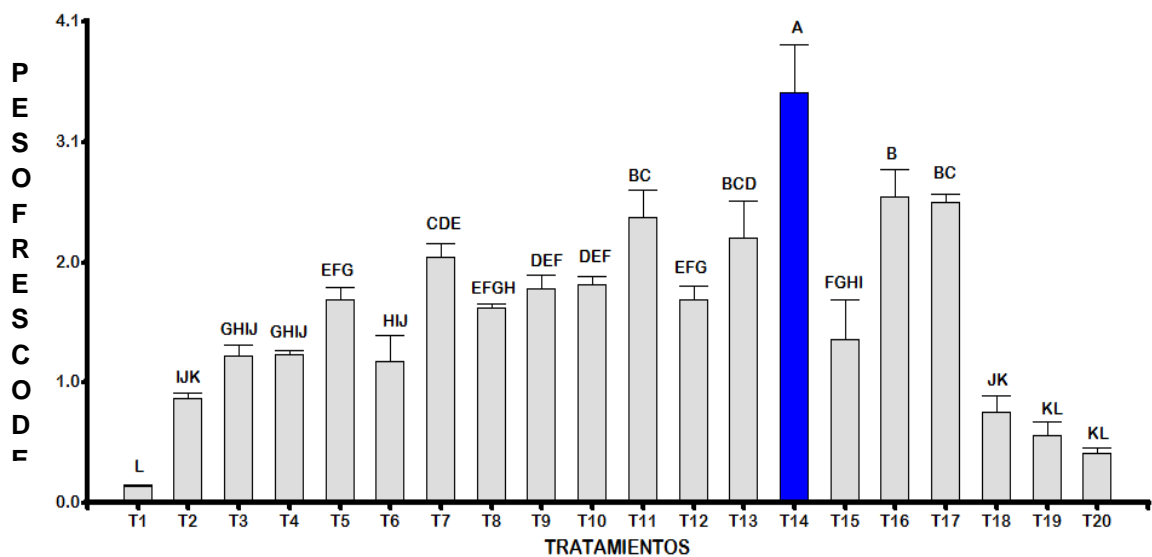


Figura 4. 30 Respuesta de planta de col para la variable peso fresco de planta mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.17 PESO FRESCO DE LA RAÍZ DE BRÓCOLI

Al analizar los datos para esta variable, se encontró una diferencia estadística altamente significativa; lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales.

Para la interacción de los factores A y B, también se encontró una respuesta estadística significativa lo que indica que el comportamiento de los factores es dependiente. (Figura 4.31)

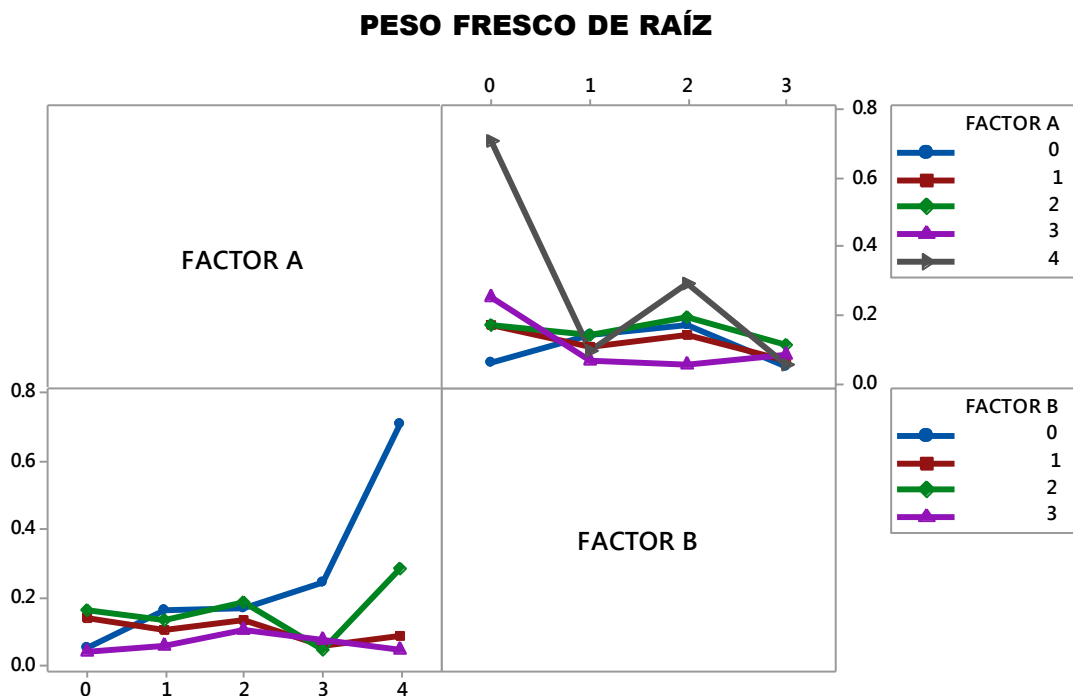


Figura 4.31 Valores medios de peso fresco de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Para el factor A (Solución Nutritiva), se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los diferentes niveles de solución Douglàs aplicados, son estadísticamente diferentes. Por lo que

podemos decir que intercalando las soluciones cada semana podemos encontrar un mejor peso de raíz, aunque las demás dosis superan al testigo, pero no son las mejores, pues a mayor raíz mayor absorción de nutrientes y agua, por consiguiente, esto nos señala que el uso de soluciones hidropónicas por si solas produce buenos resultados para esta variable. Para esta variable la media del testigo alcanzó un valor de 0.16 g de raíz, el tratamiento fertilizado con 25% de solución superó al testigo en un 7.53%, igual al fertilizar con el 50% de solución, al aplicar el tratamiento 75% de solución superó al testigo con un 13.01%, en lo que se refiere a la aplicación del tratamiento de 25,50,75% cambiando cada semana, se encontró la mejor respuesta superando al testigo en un 17.13% esto demuestra que para esta variable, es importantes intercalar las dosis de fertilizante para obtener los mejores resultados para esta variable.

En el factor B (dosis de fertilizantes organominerales) se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa, por lo que se considera que las diferentes dosis empleadas de fertilizante organomineral, son diferentes al aplicarse en el riego. El testigo alcanzó una media de 0.16 g de raíz, cuando se le aplicó la dosis de 0.25 cc/L, incremento el peso de la raíz superando al testigo en 9.42%, cuando se incrementa la dosis a 0.50 cc/L, aumento el peso fresco de raíz mejorando la respuesta logrando 0.27 g de raíz superior al testigo en 12.94%, al aplicar el tratamiento con 1.00 cc/L, solo supera al testigo en un 2.36%, por lo que a mayor concentración de fertilizantes organominerales disminuye el peso de la raíz. Estos resultados demuestran que aplicando dosis medias de fertilizantes organominerales se pueden obtener un mejor peso de raíz, ya que la acción quelatante de estos ayuda a poner disponibles a los elementos nutritivos para que se puedan absorber en beneficio de la parte aérea de la planta. (Figura 4.32)

En esta investigación los resultados que se obtuvieron coinciden con los resultados obtenidos en la investigación realizada por Osorio (2008), en la que el uso de organominerales superó en un 32.3% al uso de sulfatos de amina en el peso de Perritos (*Anthirrhinum majus*), quien mencionó que la acción de los

organominerales incrementa el peso de dicha planta. El uso de fertilizantes organominerales contienen baja cantidad de sales y contiene sacarosa, lo que ayuda a una nutrición eficiente.

Así mismo coincide con lo mencionado por Martínez (1988) quien menciona que sus mejores resultados los encontró en la utilización de fertilizantes orgánicos, pero resalta de igual manera que la fertilización química genera un comportamiento similar con la fuente orgánica.

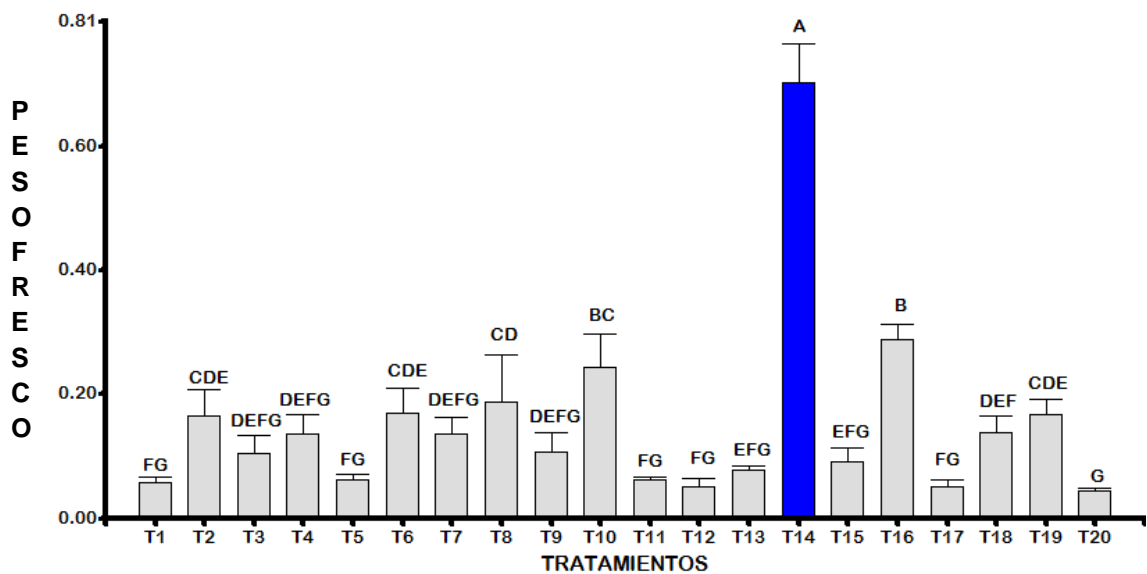


Figura 4.32 Respuesta de plántula de brócoli para la variable peso fresco de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.18 PESO FRESCO DE RAÍZ COLIFLOR

Al analizar los datos para esta variable, se encontró una diferencia estadística altamente significativa; lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.2)

Para la interacción de los factores A y B se encontró una respuesta estadística altamente significativa, mostrando un comportamiento dependiente. (Figura 4.33).

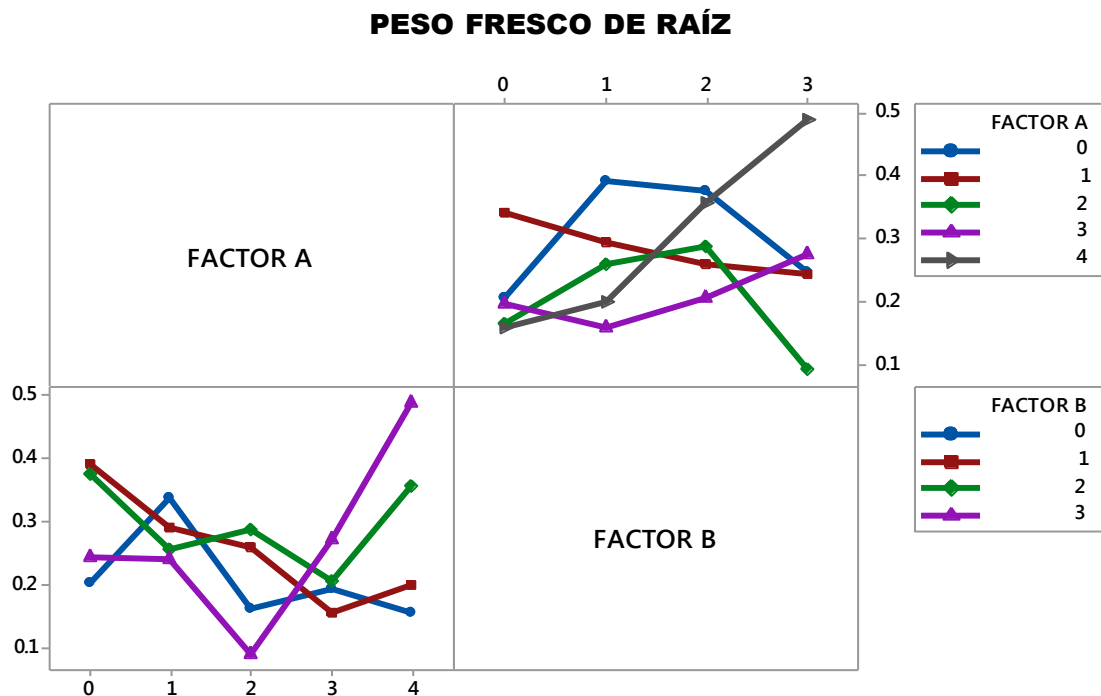


Figura 4.33 Valores medios de peso fresco de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Al realizar el análisis de varianza se encontró una respuesta altamente significativa para el factor A (Soluciones hidropónicas). El testigo donde solo se aplicó agua se obtuvo un peso de raíz de 0.20 g, que fue superado al aplicar 25% de solución con un 13.3%, pero al aumentar la solución un 50% y 75% su peso fue de -3.81% y -0.96% inferior al testigo, al intercalar la solución aplicando 25, 50,75% uno cada semana respectivamente también fue inferior al testigo con -3.81%. Por lo que podemos decir que la efectividad de una solución hidropónica al 25% es la mejor para esta variable, interpretando este resultado que el peso de raíz absorbe la cantidad de nutrientes necesarios conforme su etapa fisiológica.

Para el factor B (dosis de fertilizantes organominerales) no se obtuvo una diferencia estadística significativa. Por lo que no existe diferencia entre los tratamientos, donde se obtuvo que el testigo reporto un peso de raíz de 0.20 g, el tratamiento T18 donde se usó 0.25 cc de nutrientes organominerales/L superando al testigo con un 15.58%, semejante en el tratamiento T19 al aplicar 0.50 cc de nutrientes organominerales/L al superar al testigo con un 14.76%, y mientras el tratamiento T20 donde se usó 1.00 cc de organominerales/L supero al testigo tan solo con 4.1%. Por lo que podemos decir que el uso de fertilizantes organominerales por sí solos no produce buenos resultados para esta variable, considerando lo anterior podemos decir que es muy recomendable el uso de dosis bajas de organominerales ya que queda demostrado que la diferencia en incremento de peso fresco de raíz es mínima. (Figura 4.34)

Lo anterior nos indica que una acción importante de estos productos se encamina al incremento de follaje en la planta. Ray (1985) menciona que en sentido de demanda la parte aérea puede incrementar la absorción de sales minerales en la raíz haciendo un uso rápido de dichas sales para destinarlas en acumulación de biomasa. Baldovinos (1957) menciona que la velocidad en el desarrollo de raíces, tallo y hojas, está estrechamente relacionado con la

existencia de carbohidratos en disponibilidad inmediata y las cantidades de soluciones nutritivas directamente asimilables.

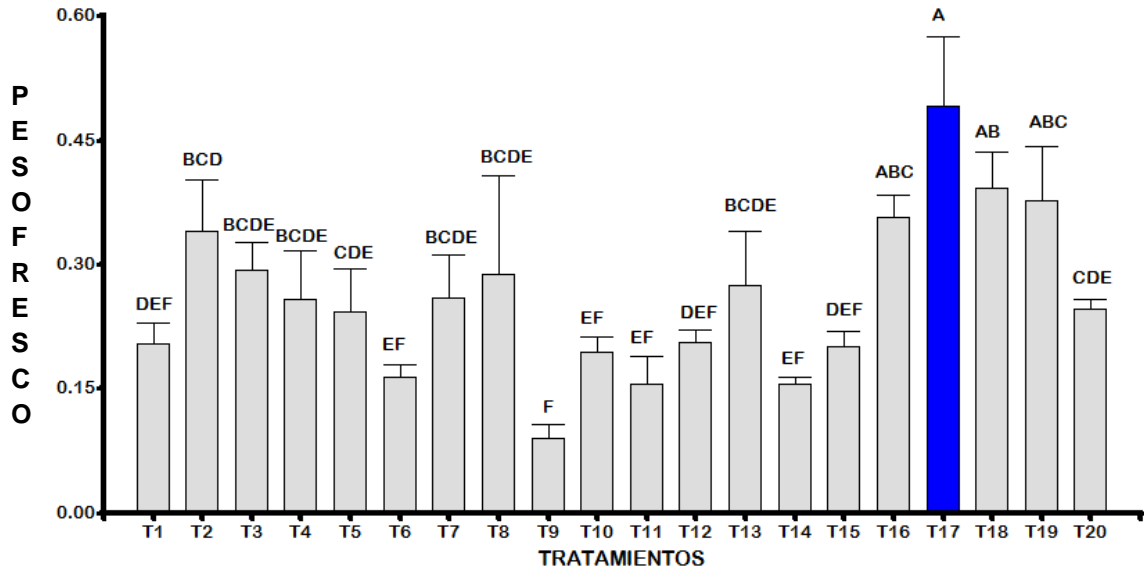


Figura 4. 34 Respuesta de planta de coliflor para la variable peso fresco de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

4.19 PESO FRESCO DE RAÍZ DE COL O REPOLLO

Al analizar los datos para esta variable, se encontró una diferencia estadística significativa; lo que indica que los tratamientos responden de manera diferente al uso de soluciones hidropónicas y al empleo de fertilizantes organominerales. (Cuadro 4.3)

En cuanto a la interacción de los dos factores, se encontró también diferencia estadística altamente significativa en la Figura 4.35 se muestra su comportamiento dependiente.

PESO FRESCO DE RAÍZ

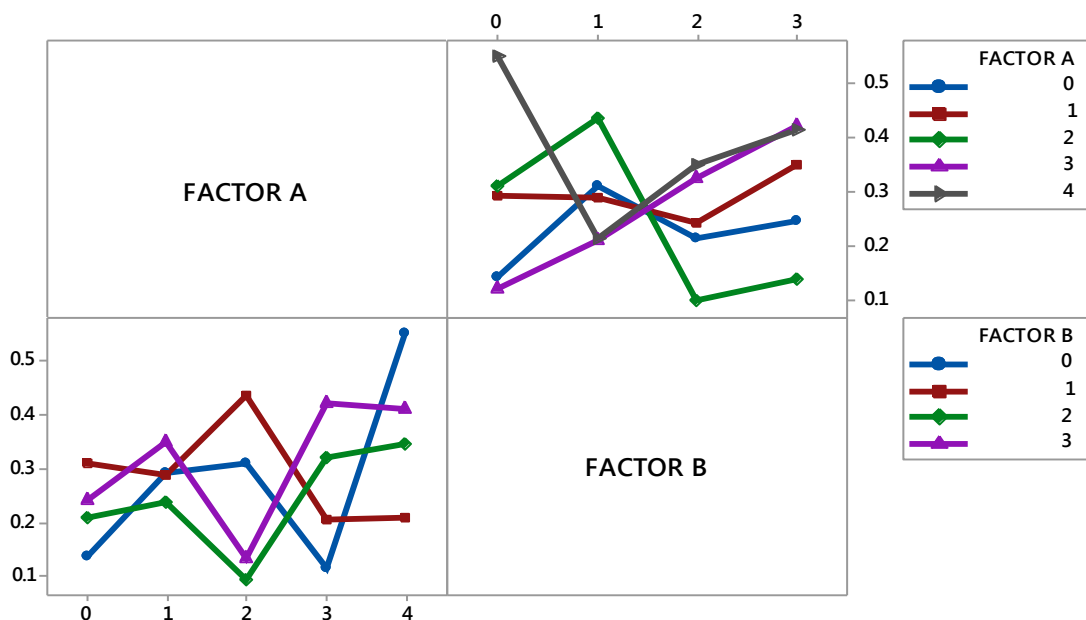


Figura 4.35 Valores medios de peso fresco de raíz, de acuerdo a la solución nutritiva (factor A) y dosis de fertilizante organomineral (factor B).

Para el factor A (Solución Nutritiva), se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica, que los diferentes niveles de fertilizantes aplicados, son estadísticamente distintos. El testigo alcanza una media de 0.14g de raíz, superado en un 10.64%, cuando se aplicó una fertilización inorgánica a una concentración de 25%, cuando se aplicó 50% fue superado con un 12.06%, mientras que cuando se aplicaron concentraciones de fertilizantes inorgánicos a una concentración de 75%, esta fue inferior que el testigo con un 1.4%, disminuyendo significativamente el peso de raíz, cuando se aplican estos fertilizantes a una dosis de 25,50,75% cambiando cada semana, supero al testigo en un 29.08%, es posible que esta respuesta favorable, se deba a un incremento en los niveles de salinidad alcanzados en el sustrato, que llegan a beneficiar de manera significativa a esta variable,

logrando también un mejor desarrollo de la planta, pues a mayor raíz mayor absorción de agua y nutrientes, obteniendo un mayor crecimiento de esta.

Para el factor B (dosis de fertilizantes organominerales) no se encontró diferencia estadística significativa ya que el testigo reporta una media de 0.14 g de raíz, estando por debajo en un 18.4% del tratamiento en el que se utilizaron 0.25 cc de fertilizante organomineral/L, el tratamiento fertilizado con 0.50 cc de organomineral/L, supero al testigo con 7.8% y el tratamiento de 1.00 cc organomineral/L lo supero en 11.1%, logrando una media de 0.24 g de raíz en comparación con el testigo, esto se deba a la acción quelatante de los fertilizantes organominerales que ayudando a la planta a tener una mejor absorción de los nutrientes, conforme se incrementa la concentración de organominerales. (Figura 4.36)

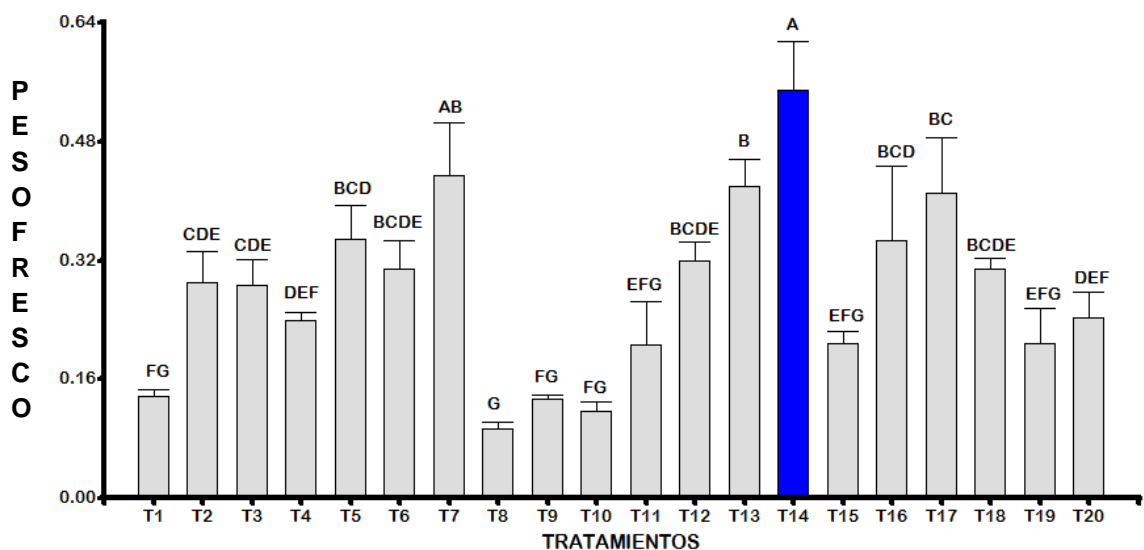


Figura 4. 36 Respuesta de planta de col para la variable peso fresco de raíz mediante el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales.

Lo anterior nos indica que una acción importante de estos productos se encamina al incremento de follaje en la planta. Ray (1985) menciona que en sentido de demanda la parte aérea puede incrementar la absorción de sales minerales en la raíz haciendo un uso rápido de dichas sales para destinarlas en

acumulación de biomasa. Baldovinos (1957) menciona que la velocidad en el desarrollo de raíces, tallo y hojas, está estrechamente relacionado con la existencia de carbohidratos en disponibilidad inmediata y las cantidades de soluciones nutritivas directamente asimilables.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, con el uso de soluciones hidropónicas y fertilizantes organominerales en la producción de plántula de brócoli, coliflor y col en esta investigación se concluye lo siguiente:

Mediante el uso de soluciones nutritivas y aplicación de fertilizantes organominerales se aumentan los componentes de crecimiento de las plántulas.

Los mejores resultados para la mayoría de las variables evaluadas para el cultivo de brócoli, se obtuvieron, cuando se aplicaron 25, 50 y 75% de solución hidropónica cambiando cada semana más 0.50 cc de fertilizante organomineral por litro, en cuanto al cultivo de coliflor los mejores resultados para la mayoría de las variables se obtuvieron al aplicar 25, 50, y 75% más 0.50 cc de fertilizantes organominerales por litro, y para el cultivo de col los mejores resultados de la mayoría de las variables fue al aplicar solo 25, 50 y 75% de solución hidropónica cambiando cada semana sin organominerales.

Al usar una solución hidropónica progresiva cambiando cada semana se obtienen mejores resultados que al aplicar una misma solución durante la producción de la plántula.

Conforme se aumenta la concentración de los fertilizantes organominerales, se presenta una menor absorción de los elementos nutritivos, afectando el crecimiento de las plantas.

Utilizando solo fertilizantes organominerales es posible obtener plántulas aceptables, no de excelente calidad, pero pueden ser aceptadas para el trasplante siempre que se aplique a una dosis de 0.25 cc/L.

VI. LITERATURA CITADA

- Alpizar A., L. 2006.** Hidroponia: cultivo sin tierra. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Arévalo N. E. 1997.** Evaluación de cuatro sustratos en Hidroponia bajo el sistema vertical con tomate (*Lycopersicum Esculentum Mill*). Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Baldovinos, P.G. 1957.** El desarrollo fisiológico y el rendimiento de cosechas. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. Impresión Litografía Española.
- Barbados, J.L. 2005.** Hidroponia. Editorial Albatros SACI. Buenos Aires, Argentina.
- Bures, S. 1997.** Sustratos, Edición agrotecnia S.L. Madrid España.
- Burgueño, H. 1997.** Manejo practico de soluciones nutritivas. Productores de hortalizas. Vol 6:9
- Cadahia, L.C. 2005.** Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3^{ra} edición ampliada. Editorial Mundi-presa. México. Pp. 35, 47 y 96.
- Cerdá, A. 1993.** Solución Nutritiva. Principios Básicos: Comportamiento e Interacción de los Distintos Elementos en Cultivos sin Suelo 1. FIAPA. Almería, España.

- Dorado, J. L. 2009.** Tu zona Cholula., Puebla. Proyectos de ingeniería de la universidad iberoamericana Puebla. Año 2009. No. 1 Ejemplar gratuito, Publicación catorcenal, marzo. Cholula, Puebla. Pp. 8.
- Douglas, J.E. 1992.** Programa de semillas, guía de planeación y manejo. Centro internacional de agricultura (CIAT) Cali, Colombia Trad. De la 1ra. Edición Inglesa.
- García, P.1998.** Evaluación de cinco cultivos forrajeros con la técnica Hidroponia y aplicaciones de biozyme. Tesis Universidad Autónoma Agraria Antonio narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Gázquez, R 1997.** Los sustratos hortícolas. Productores de hortalizas. Año 6. No.9.
- Gordon, H. y Barden, J. A. 1984.** Horticultura. A. G. T. Editor. S. A. México.
- Hartmann, H.T. Y Kester, D. E. 1995.** Propagación de plantas, principios y prácticas, 4ª Ed Continental, México.
- Hartmann, H.T. y Kester, D.E., 1999.** Propagación de plantas. Compañía. Editorial Continental. México, 31-38 pp.
- Hernández, H. 1998.** Producción de plántulas de cuatro especies hortícolas utilizando el sistema de flotación en soluciones hidropónicas. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hernández, G. 2008.** Respuesta del crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* RAM) al uso de fertilizantes inorgánicos, mineral, organomineral y desalinizadores. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Iglesias, G.L. Y Alarcón, B.M. 1997.** Substratos Artificiales para Invernaderos. Para Producción de Plantas para Hortalizas. Revista, Hortalizas,

Frutas y Flores. Mensual de mayo. Editorial Año Dos Mil, S.A.
México, pp. 26-31.

John L. C. M., Velásquez G. M., Vantour C. A., Rivero R. F. A. 2006. Fertilizantes organominerales, una alternativa en el manejo ecológico de los suelos ferralíticos rojos de la Habana. Localización: Mapping, ISSN1131-9100, N° 114, pp.91-96, (en línea).
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2150114>.

Labrador, M.J. 1996. La materia orgánica en los agrosistemas. Coedición ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Editorial Mundi-Prensa. México. pp 20-25, 44-45.

Lacarra G.A y García S.C. 2011. Validación de cinco sistemas hidropónicos para la producción de jitomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill) y lechuga (*Lactuca sativa* L) en invernadero. Universidad Veracruzana. Xalapa De Enríquez, Veracruz.

Martínez, V.H., 2008. Respuesta del *Ammi majus* a la nutrición con fertilizantes organominerales y desechos industriales. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Narro, F.E.A. 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. Tesis. Universidad Autónoma agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

Osorio H.S. 2008. Respuesta de perritos (*Anthirrhinum majus*). Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Paneque, V. 1998. Abonos orgánicos: Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación, INCA, 31 pp.

- Parra Quezada R. A, Becerril Román A., López Castañeda C. y Castillo Morales A. 2002.** Crecimiento del manzano cv Golden Delicious, sobre cuatro portainjertos en diferentes condiciones de humedad y nutrición. Revista Fitotecnia, 25:002. Sociedad Mexicana de fitotecnia, AC. Chapingo, México pp-193-200.
- Pérez D.G. 2009.** Aplicación de fertilizantes organominerales y biorreguladores de crecimiento en la producción de *Lilis var. Brunello*. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Ray P. M. 1985.** La planta viviente. Stanford University. Editorial Continental S.A. de C.V, México. Novena impresión. Impresa en México.
- Resh M., H. 2006.** Cultivos hidropónicos. 5ª ed. Editorial Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- Sánchez E.C 2000.** Producción de plántulas por flotación de tres especies hortícolas, bajo condiciones de invernadero. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Sánchez del C.F y Escalante R. E. R.1998.** Hidroponia un sistema de producción de plantas, principios y métodos de cultivo. Imprenta Universitaria, Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Solano M.C.M. 1985.** Sistemas de producción en Hidroponia. Monografía. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx..
- Urrestarazu G., M. 2004.** Tratado de cultivo sin suelo. 3ª ed. Editorial Mundi-Prensa. Barcelona, España.

Valdez, A. G. 2008. Respuesta de la Nochebuena (*Euphorbia pulscherrima* Wild.) al uso de Fertilizantes Organominerales. Tesis de Licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Wagenin, Gent. 1994. Por aquí empieza una buena semilla. Revista de Horticultura No 99 España.

Woodwarm. B. 1995. Características técnicas y aplicaciones del musgo base (peat moos). Tecnología agrícola con plásticos. Simposium internacional de 1995. León Guanajuato. México.

En línea:

http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm Consultado 5 de junio de 2015, 9:58 pm

<http://www.alecoconsult.com/index.php?id=turbas-y-substratos> Consultado 30 de julio de 2015, 5:40 pm.

VII. APÉNDICE

Cuadro A. 1 Análisis de varianza para la variable longitud de planta en brócoli.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	57.606	14.40	8.845	0.000	**
FACTOR B	3	76.700	25.56	15.703	0.000	**
INTERACCIÓN	12	142.967	11.91	7.317	0.000	**
ERROR	76	123.73	1.628			
TOTAL	99	409.581				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** Altamente significativo, * Significativo; N/S No significativo; C.V. = 10.16%

Cuadro A. 2 Análisis de varianza para la variable número de hojas en brócoli.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	12.56	3.14	14.087	0.000	**
FACTOR B	3	3.28	1.09	4.905	0.004	**
INTERACCIÓN	12	9.11	0.76	3.408	0.001	**
ERROR	76	16.93	0.22			
TOTAL	99	43.76				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; * Significativo; N/S = No significativo C.V. = 14.22%

Cuadro A. 3 Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de brócoli.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	15.939	3.984	10.567	0.000	**
FACTOR B	3	7.709	2.569	6.815	0.001	**
INTERACCIÓN	12	14.139	1.178	3.124	0.001	**
ERROR	76	28.660	0.377			
TOTAL	99	67.389				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; *Significativo; N/S = No significativo C.V. =12.77%

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	135.001	33.750	9.012	0.000	**
FACTOR B	3	77.599	25.866	6.907	0.000	**
INTERACCIÓN	12	81.902	6.825	1.822	0.059	N/S
ERROR	76	284.167	3.744			
TOTAL	99	609.300				

Cuadro A. 4 Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en brócoli.

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; *Significativo; N/S = No significativo C.V. = 22.30%

Cuadro A. 5 Análisis de varianza para la variable peso fresco de planta en brócoli.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	6.172	1.543	10.670	0.000	**
FACTOR B	3	2.037	0.679	4.695	0.005	**
INTERACCIÓN	12	6.783	0.565	3.908	0.000	**
ERROR	76	10.991	0.144			
TOTAL	99	26.475				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.
 ** = Altamente significativo; * Significativo N/S = No significativo, C.V. = 38.29%

Cuadro A. 6 Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz de planta en brócoli.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	0.490	0.1227	21.971	0.000	**
FACTOR B	3	0.665	0.2186	39.144	0.000	**
INTERACCIÓN	12	0.896	0.0747	13.384	0.000	**
ERROR	76	0.424	0.0055			
TOTAL	99	2.489				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.
 ** = Altamente significativo; * Significativo; N/S = No significativo, C.V. = 48.49%

Cuadro A. 7 Análisis de varianza para la variable longitud de planta en coliflor.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	108.887	27.221	34.188	0.000	**
FACTOR B	3	7.647	2.549	3.202	0.027	*
INTERACCIÓN	12	78.226	6.518	0.796	0.000	**
ERROR	76	60.513	0.796			
TOTAL	99	257.676				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.
 ** = Altamente significativo; * Significativo; N/S = No significativo, C.V. = 11.84%

Cuadro A. 8 Análisis de varianza para la variable número de hojas de planta en coliflor.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	1.140	0.285	1.457	0.222N/S	N/S
FACTOR B	3	0.679	0.226	1.159	0.331N/S	N/S
INTERACCIÓN	12	11.020	0.918	4.696	0.000	**
ERROR	76	14.859	0.195			
TOTAL	99	28.439				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.
 ** = Altamente significativo; *Significativo; N/S = No significativo, C.V. = 12.08%

Cuadro A. 9 Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de planta en coliflor.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	25.539	6.384	20.168	0.000	**
FACTOR B	3	3.149	1.049	3.316	0.024*	*
INTERACCIÓN	12	14.300	1.191	3.764	0.000	**
ERROR	76	24.060	0.316			
TOTAL	99	67.389				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; *Significativo; N/S = No significativo; C.V. = 9.89%

Cuadro A. 10 Análisis de varianza para la variable longitud de raíz de planta en coliflor.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	34.880	8.720	4.537	0.003**	**
FACTOR B	3	30.962	10.321	5.370	0.002**	**
INTERACCIÓN	12	82.619	6.884	3.582	0.000	**
ERROR	76	146.066	1.921			
TOTAL	99	300.151				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; *Significativo; N/S = No significativo, C.V. = 16.20%

Cuadro A. 11 Análisis de varianza para la variable peso fresco de plántula de coliflor.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	17.442	4.361	25.732	0.000	**
FACTOR B	3	0.825	0.275	1.624	0.189	**
INTERACCIÓN	12	14.101	1.175	6.934	0.000	**
ERROR	76	12.879	0.169			
TOTAL	99	45.768				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; * Significativo; N/S = No significativo, C.V. = 24.20%

Cuadro A. 12 Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz de coliflor.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	0.459	0.114	11.336	0.000	**
FACTOR B	3	0.019	0.006	0.650	0.589	N/S
INTERACCIÓN	12	0.392	0.032	3.221	0.001	**
ERROR	76	0.770	0.010			
TOTAL	99	1.753				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; * Significativo; N/S = No significativo, C.V. = 38.10%

Cuadro A. 13 Análisis de varianza para la variable longitud de tallo de plántula de col.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	28.521	7.130	6.732	0.000	**
FACTOR B	3	1.284	0.428	0.404	0.75	N/S
INTERACCIÓN	12	79.787	6.648	6.277	0.000	**
ERROR	76	80.497	1.059			
TOTAL	99	202.233				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; * Significativo; N/S = No significativo, C.V. = 10.70%

Cuadro A. 14 Análisis de varianza para la variable número de hojas de plántula de col.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	21.839	5.459	23.496	0.000	**
FACTOR B	3	3.640	1.213	5.221	0.003	**
INTERACCIÓN	12	18.959	1.579	6.799	0.000	**
ERROR	76	17.660	0.232			
TOTAL	99	63.239				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; * Significativo; N/S = No significativo, C.V. = 12.89%

Cuadro A. 15 Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de planta en col.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	5.339	1.334	6.126	0.000	**
FACTOR B	3	8.239	2.746	12.605	0.000	**
INTERACCIÓN	12	14.660	1.221	5.606	0.000	**
ERROR	76	16.559	0.217			
TOTAL	99	46.640				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; * Significativo; N/S = No significativo, C.V. = 10.51%

Cuadro A. 16 Análisis de varianza para la variable longitud de raíz de planta en col.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	78.733	19.683	10.126	0.000	**
FACTOR B	3	9.226	3.075	1.582	0.199	N/S
INTERACCIÓN	12	191.424	15.952	8.207	0.000	**
ERROR	76	147.721	1.943			
TOTAL	99	439.815				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** = Altamente significativo; * Significativo; N/S = No significativo, C.V. = 15.65%

Cuadro A. 17 Análisis de varianza para la variable peso fresco de plántula de col.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	31.391	7.848	49.876	0.000	**
FACTOR B	3	0.555	0.185	1.176	0.324	N/S
INTERACCIÓN	12	33.030	2.753	17.497	0.000	**
ERROR	76	11.958	0.157			
TOTAL	99	78.018				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

** =Altamente significativo; * Significativo; N/S = No significativo; C.V. = 24.96%

Cuadro A. 18 Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz de plántula de col.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
FACTOR A	4	0.397	0.099	9.850	0.000	**
FACTOR B	3	0.061	0.020	2.025	0.116	N/S
INTERACCIÓN	12	0.887	0.074	7.334	0.000	**
ERROR	76	0.766	0.010			
TOTAL	99	2.181				

FV=Fuentes de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios.

**= Altamente significativo; * =Significancia; N/S =No significativo; C.V. = 35.63%