

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Fertilizantes Organominerales y Granulados Utilizados en Cilantro para la
Recuperación de Elementos Mayores del Suelo

Por:

BERENICE BONILLA MORALES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Fertilizantes Organominerales y Granulados Utilizados en Cilantro para la
Recuperación de Elementos Mayores del Suelo

Por:

BERENICE BONILLA MORALES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Asesor Principal

M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez
Coasesor

M.C. Alfonso Rojas Duarte
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2014

DEDICATORIAS

A mi Madre: Francisca Morales Molar

Por enseñarme que no existe la derrota y que la única limitante para lograr lo que deseamos es uno mismo. Por dedicarte a luchar cada segundo, por ser la guerrera incansable que con su ejemplo ha forjado mi carácter, por enseñarme que la satisfacción se encuentra en mis propios progresos y no en las apreciaciones de los demás. Gracias por abrir siempre tus brazos para mí, por comprender con el corazón en que momento necesitaba más que una madre, una amiga y por endurecer tu mirada cuando me hizo falta una lección.

Mil gracias por guiarme con fuerza y amor, mismos que me dieron las alas que hoy utilizo para emprender mi propio vuelo.

Para ti: mi vida, mi ser y mis futuras victorias. Te Amo...!!!

A mi Padre: Alfredo Bonilla Juárez

Gracias por darme siempre tu amor desinteresado, por brindarme tu apoyo aún y cuando cometí errores, por confiar en mí en momentos donde ni siquiera yo misma creía. Gracias por tus sacrificios, por aplaudir mis logros desde pequeña y motivarme a ser una persona mejor, por contagiarme esa alegría y buen humor, por ser más que un padre, un amigo, por ser un modelo a seguir, pero sobre todo muchas gracias por las lecciones que aún sin darte cuenta dejaste plasmadas en mí.

Solo un padre es poseedor del arte necesario para inspirar en un hijo el respeto, amor, alegría y amistad al mismo tiempo.

Ese hombre maravilloso eres tú. Te Adoro...!!!

A mi Hermana: Karla Lizeth Bonilla Morales

Debes saber que mi amor de hermana hacia ti no tiene sustituto, me conoces tal y cual soy, me aceptas aún con mis defectos y virtudes, incluso

perdonas las faltas que cometo, aunque sé que posiblemente dirás que “no te queda de otra”, estoy segura que siempre podré contar contigo.

Gracias por los sacrificios hechos para contribuir con esta meta, estaré en deuda contigo, pero aun y cuando lejos estemos siempre estaré ahí para cuidar de ti, no importa cómo ni cuándo, siempre encontraré la forma.

Si hubiera tratado de encontrar a la mejor amiga del mundo, hubiera fracasado en el intento, pues no hace falta buscarla, si en casa la tengo; me alegra decir que esa amiga incondicional eres tú. Te Quiero Mucho...!!!

A mi prima: Ma. Bruneth Aguilar Morales

Porque de ti aprendí la más grata y hermosa lección de vida, pues aún y cuando todo parecía estar en tu contra y enfrentabas el más grande de tus desafíos, pusiste a prueba tu coraje y tu carácter y te decidiste a sacar la fuerza, las ganas y el valor necesarios para luchar por un nuevo comienzo y salir adelante.

Gracias por preocuparte por mí como una madre, por darme el cariño de una hermana y el apoyo que se recibe siempre de una amiga. Tu bondad es admirable y tu alma el más bonito reflejo de tu ser.

Y aunque nuestras imágenes puedan desaparecer, te prometo que los buenos recuerdos que nos unen, nunca lo harán. Te quiero...!!!

A mis Abuelitos:

Beatriz Juárez Báez (†)

Lorenza Molar Hernández

Darío Bonilla González (†)

Andrés Morales Díaz

Por llenarme se sabiduría con su ejemplo y cada uno de sus consejos, por encontrar en sus luchas la mayor inspiración para salir adelante, pero sobre todo por permitirme brindarles la satisfacción y el orgullo que cualquier abuelito espera de un nieto.

Esto no es más que el compromiso firme de velar por ustedes, en gratitud por todo lo que han hecho por mis padres, pues si bien es cierto, no soy más que el reflejo de lo que ellos aprendieron en casa, casa que sin duda fue la mejor escuela de valores que pudieron tener y el mejor y más valioso conocimiento que pudieron transmitirme.

Dios los bendiga y los guarde siempre, porque abuelitos muchos, pero como ustedes nadie...!!!

A toda mi familia: Tías, tíos, primas, primos, sobrinas y sobrinos

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.

Gracias por depositar su confianza en mí y por motivarme a salir adelante cada día, por ustedes forje algo más que un sueño y hoy con el apoyo de todos en alguna de las etapas de mi vida, llego a una meta.

Jamás dejaré de agradecerles la oportunidad de pertenecer a este círculo de fortaleza y amor, donde con cada unión y nacimiento crece y crece y con cada adversidad superada, hace el vínculo aún más fuerte.

No importa lo pobre que sea, siempre que los tenga a ustedes, mi familia, seré la poseedora de una de las más grandes riquezas.

A mis Amigas (os):

Clau Trujillo, Karmen Zúñiga, Myr C. Méndez, Carmen Vázquez, Juan A. Salazar, Yocellin Vázquez, Ericka Alva, Nidia N. Pérez, Bety Constantino, Ady, Miriam, Cristal Gaytán, Lourdes de la Mora, Diana I. Luna, Elvia Sampayo, Marro, Quintero, Fide, Rommel, Valdivia, Randy, Tortas, Rivera, Leyva, Panda, Cocho, Pancha, Chiapitas, Chava, Abuelo y Pato.

Gracias por formar parte de la lista de las personas más importantes en mi vida, por haber estado siempre en forma incondicional para brindarme su ayuda, hoy me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han

otorgado. Con todo mi cariño esto es para ustedes, que aún sin conocerme, hace más de 4 años me abrían las puertas de su corazón y me daban la posibilidad de convertirlos en la familia, familia con quien yo elegía compartir esta maravillosa aventura.

No importa 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.

Sin ustedes, mi paso por aquí nunca habría sido tan ameno y divertido. Gracias chicos...!!!

A todos en general:

Porque no ser mencionados aquí no los hace menos importantes, solo que podría pasar horas y horas nombrándolos y aún así estoy segura que el tiempo en algún momento me sería insuficiente. Gracias porque de forma directa o indirecta formaron parte de este sueño, por confiar, por motivarme, por nunca dejar de preocuparse por mí y tomarse el tiempo para expresarme su apoyo en todo momento.

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 su orientarme, apoyarme y corregirme en esta labor científica con un interés y entrega que sobrepasaron por mucho, las expectativas que, como alumna, en su persona deposité.

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 M. C. Alfonso Rojas Duarte

Por su amistad, por el apoyo brindado y por ser parte de este jurado.

Al Dr. Alfredo de la Rosa Loera

Por brindarme su amistad y ser parte de este jurado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen y Generalidades del Cultivo	4
Importancia Económica	5
Propiedades	6
Taxonomía	8
Morfología	8
Tallo	9
Hojas	9
Flores	10
Fruto	10
Requerimientos Climáticos	10
Fotoperiodo	10
Clima	11
Húmedad	12
Requerimientos Edáficos	12
Necesidades Hídricas	12
Suelo	12
pH	12
Manejo del Cultivo	13
Preparación del Terreno	13
Densidad de Siembra	13
Profundidad de Siembra	13
Siembra	13
Época de Plantación	14
Deshierbes	14
Control Fitosanitario	15

Fertilización.....	15
Cosecha.....	16
Postcosecha	16
Plagas.....	17
Gusanos de las Hojas.....	17
Ácaros.....	17
Áfidos.....	18
Enfermedades	18
Mancha Bacteriana.....	18
Marchitamiento del Cilantro	19
Pudrición de la Raíz.....	19
Mancha Foliar	19
Fertilizantes Organominerales	20
Materia Orgánica	21
Abonos Orgánicos	22
Fertilizantes Organominerales Empleados	23
Nitromix (AGROR)	23
Phosfomix(AGROR).....	23
Potamix(AGROR)	24
Antecedentes.....	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
Ubicación del Sitio Experimental	27
Características del Sitio Experimental	27
Clima.....	27
Suelo.....	27
Material Vegetal.....	28
Descripción de Actividades Realizadas	28
Análisis de Suelo	28
Preparación del Terreno	29
Establecimiento de Parcela Experimental.....	29
Siembra	30
Fertilización.....	30
Riegos.....	30
Control Fitosanitario.....	31

Control de Malezas	31
Cosecha.....	31
Diseño Experimental.....	32
Modelo Estadístico.....	32
Descripción de Factores	33
Descripción de Tratamientos	33
Aplicación de los Tratamientos	35
Elaboración de Soluciones Madre	36
Variables Evaluadas	37
Altura de la Planta.....	37
Longitud de raíz	37
Número de Foliolos por Planta	37
Rendimiento.....	38
Peso Fresco de Planta.....	38
Peso Seco de Planta	38
Peso Fresco de Raíz	38
Peso Seco de Raíz	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
Altura de la Planta.....	39
Longitud de Raíz.....	43
Número de Foliolos por Planta	47
Rendimiento.....	50
Peso Fresco de Planta.....	55
Peso Seco de la Planta.....	59
Peso Fresco de Raíz	63
Peso Seco de Raíz	67
V. CONCLUSIONES	71
VI. BIBLIOGRAFÍA	73
VII. APÉNDICE	77

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
3.1	Distribución de unidades experimentales.....	29
3.2	Descripción de tratamientos.....	33
3.3	Determinación de niveles de fertilización.....	34
3.4	Alimentación de la fórmula de fertilización para cada tratamiento.....	36
3.5	Preparación de solución madre con fertilizantes inorgánicos granulados.....	37
3.6	Preparación de solución madre con fertilizantes organominerales.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
4.1	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable altura de planta.....	40
4.2	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la altura de planta.....	41
4.3	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable altura de planta.....	42
4.4	Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable altura de planta..	43
4.5	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable longitud de raíz.....	44
4.6	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable longitud de raíz.....	45
4.7	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable longitud de raíz	46
4.8	Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable longitud de raíz...	47
4.9	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable número de folíolos por planta.....	48

4.10	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable número de foliolos por planta.....	49
4.11	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable número de foliolos por planta	50
4.12	Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable número de foliolos por planta.....	51
4.13	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable rendimiento por hectárea.....	52
4.14	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable rendimiento por hectárea.....	53
4.15	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable rendimiento por hectárea.....	54
4.16	Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable rendimiento por hectárea.....	55
4.17	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable peso fresco de planta.....	56
4.18	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable peso fresco de planta.....	57

4.19	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable peso fresco de planta.....	58
4.20	Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable peso fresco de planta.....	59
4.21	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable peso seco de planta.....	60
4.22	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable peso seco de planta.....	61
4.23	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable peso seco de planta.....	62
4.24	Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable peso seco de planta.....	63
4.25	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable peso fresco de raíz.....	64
4.26	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable peso fresco de raíz.....	65
4.27	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable peso fresco de raíz.....	66

4.28	Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable peso fresco de raíz.....	67
4.29	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable peso seco de raíz.....	68
4.30	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable peso seco de raíz.....	69
4.31	Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable peso seco de raíz.....	69
4.32	Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable peso seco de raíz.....	70

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en el departamento de Horticultura.

Se sometió a estudio, niveles bajos, medios y altos, de elementos nutritivos mayores y su recuperación con fertilizantes minerales granulados y organominerales y la combinación de los mismos.

Se trabajó en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.), la parcela experimental se estableció a campo abierto, razón por la cual se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo factorial AxB.

Se evaluaron 16 tratamientos con tres repeticiones cada uno, logrando un total de 48 unidades experimentales de un metro lineal cada una.

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, longitud de raíz, número de folíolos por planta, rendimiento por hectárea, peso fresco de planta, peso seco de planta, peso fresco de raíz y peso seco de raíz.

El objetivo planteado fue, evaluar la eficiencia entre las dos fuentes de fertilizantes, en la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, que permita una interpretación cuantitativa de los análisis y la determinación de la fórmula de fertilización, que posibilite obtener la producción sustentable de cilantro de calidad.

Los resultados obtenidos mostraron para las variables altura de la planta y número de folíolos por planta, que lo mejor, es la combinación de dosis bajas y medias de organominerales con dosis bajas y medias de fertilizantes granulados.

Para la variable longitud de raíz se observa que la presencia de los niveles nutritivos en el suelo es suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales.

Para el rendimiento por hectárea la combinación de dosis bajas de fertilizantes granulados, mas dosis altas de fertilizantes organominerales eleva los niveles de producción.

Para las variables peso fresco y seco de planta la sola aplicación de fertilizantes organominerales es suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo, lo mismo sucede con las variables peso fresco y seco de raíz.

PALABRAS CLAVE:

Fertilización Organomineral, Cilantro, Recuperación de Niveles Nutritivos, Fertilización mineral

I. INTRODUCCIÓN

El cilantro *Coriandrum sativum* L. es una especie hortícola cultivada, que se considera dentro de los grupos de hierbas medicinales, aromáticas y de condimento de mayor consumo; ésta es industrializada para la extracción de aceites esenciales y productos farmacéuticos; así como también se destaca por ser repelente de insectos a nivel de campo y almacenaje. El cilantro, con el pasar de los años se ha ido expandiendo en el mercado tanto nacional como internacional (Morales, 1995).

En la República Mexicana, entre 1991-1998 se cultivaron en promedio 8000 ha⁻¹ anuales con un rendimiento de 12.83 ton.ha⁻¹; destacando en su producción los estados de Puebla, Hidalgo, Baja California, Michoacán, Guanajuato, Nuevo León y Coahuila con el 61 % de la superficie cultivada. En el Noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) durante 1999 se sembraron 334 hectáreas con una producción de 13.8 ton.ha⁻¹ y un valor económico de 16.6 millones de pesos (Infoagro, 2013).

Para la región de Saltillo, Coahuila el cilantro en producción se distribuye en las siguientes presentaciones:

Nacional

- Manejo de 400 g (\$5.00 a 6.00 pesos).
- Manejo de 80 a 90 g en cajas de 60 manojos (\$26.50 pesos).

Exportación

Caja de plástico de 60 manojos de 80 a 90 g cada una (3 dólares). (Dávila 2010).

Este cultivo tiene características que lo hacen deseables para los productores, debido a que su ciclo vegetativo es corto (dos o tres meses), no tiene problemas considerables de plagas ni de enfermedades y su cultivo puede realizarse todo el año siempre que no se tengan inviernos extremos, aunque los mejores rendimientos se obtienen durante el ciclo agrícola otoño-invierno debido a que no se tienen bajas temperaturas y fotoperiodo corto, que es necesario para un buen crecimiento de la especie, causado por la inhibición de la floración, la que se induce rápidamente en el verano cuando se tienen temperaturas altas.

La escasez de información debido a la poca investigación que se hace en el cultivo de cilantro, frena en gran parte el desarrollo de ésta actividad agrícola, ya que a la hora de sembrar encontramos algunos inconvenientes que llegar a dominarlos lleva una gran inversión de tiempo y dinero. Conocer por ejemplo: La densidad, técnicas y métodos de siembra, sistemas de riego, niveles de fertilización, etc., son algunos de los obstáculos que los agricultores encuentran al momento de sembrar, optando por lo más fácil que es, continuar con prácticas agrícolas tradicionales.

Estas son algunas de las causas que determinan claramente, el bajo rendimiento de la producción del cilantro que obtienen los agricultores en sus cultivos. Si a esto le sumamos los altos costos que tienen los insumos agrícolas en nuestro país, entonces la situación en la que se encuentra este cultivo es alarmante, ya que se tiene como resultado costos de producción demasiado altos.

Por las razones antes mencionadas, mediante la ejecución de la presente investigación; se propone formular un plan de manejo orgánico, mediante el empleo alternativo más eficiente, estable, amigable con el ambiente y de bajo costo, para el manejo integral del cultivo, aumentando la productividad y cambiando la idea tradicional de su cultivo en la fertilización.

Debido a las estrategias que se plantean para la producción de alimentos en el mundo, especialmente las relacionadas con la globalización y el desarrollo sostenible, es importante generar una alternativa de manejo con enfoque agroecológico apropiado, seleccionando productos no residuales y orgánicos que propicien una agricultura más saludable para el productor, consumidor y el medio. Un ejemplo de ello son los fertilizantes organominerales, productos elaborados a base Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), que osn de alta solubilidad y muy disponible para las plantas.

Objetivos

- Determinar los niveles de elementos nutritivos en el suelo, que permitan la producción sustentable de cilantro.
- Aumentar el rendimiento y calidad del cilantro, sin aumentar los costos de producción.
- Evaluar cuál de los dos tipos de fertilizante, permite la obtención sustentable de cilantro, en lo que a calidad y rendimiento se refiere.

Hipótesis

- Al menos uno de los tratamientos influirá en el aumento del rendimiento y calidad del cilantro.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Generalidades del Cultivo

El cilantro es una especie aromática, cuyo origen se ubica en la región del Mediterráneo, en el centro y norte de la India, centro y sur de Rusia y regiones orientales de Afganistán y Pakistán. Actualmente se cultiva en la mayoría de las regiones templadas del mundo. Existen informes científicos que señalan a las regiones del Oriente Medio, Asia como centros de diversificación de los tipos cultivados (Vallejo y Estrada, 2004).

Especímenes (plantas y semillas), encontrados frecuentemente en las muestras arqueológicas de Egipto y el Mediterráneo, indican la gran importancia que tuvo ésta planta en la cultura egipcia que se extendió hasta la región del sur Mediterráneo. Posteriormente, a través de los mercaderes que abastecían de especias y plantas exóticas traídas del Oriente y el norte de África hacia países europeos, el cultivo se dispersó por los países del sur occidente de éste continente, especialmente hacia Italia, España, Francia y Portugal (Diederichsen, 1996).

Al continente americano fué llevado por los portugueses y españoles en los viajes de conquista y colonización. Se establecieron dos centros de distribución: Centro América y la región Norte de Sur América hasta Perú por los españoles y Centro y Sur promovido por los portugueses (Harten, 1974).

Según Morales (1995), de la Fundación de Desarrollo Agropecuario (FDA), el cilantro se cultivó en los Estados Unidos desde antes de 1670, siendo esa la primera fecha en que se habla de su producción en ese país. Su nombre científico *Coriandrum sativum* L. deriva de la palabra griega *Koris* (insecto de olor fuerte), debido a su aroma peculiar. Los nombres comunes en varios

idiomas y países son: cilantro, cilantrito, verdecito, verdurita, recaito (español), coriander y chinese paisley (inglés), coriandre (francés), koriander (alemán y holandés), uen sai (chino), ketoom bar (Malasia), culantro (Antillas menores).

Importancia Económica

Tradicionalmente, en los países en desarrollo, las hierbas para condimento y medicinales se han producido a nivel casero, siendo rara vez cultivadas a gran escala. Sin embargo, en las últimas tres décadas, la fuerte migración de asiáticos, africanos, latinoamericanos y caribeños de origen no hispánico hacia Europa, Estados Unidos y Canadá, ha creado en esos países una creciente demanda de productos típicos de la dieta de estos inmigrantes, incluyendo hierbas para condimento. Al mismo tiempo los europeos y norteamericanos han asimilado en cierta medida, el uso de algunos de estos productos (Morales, 1995).

La Producción local de cilantro, perejil y otras hierbas para condimento en Norteamérica y Europa, no parece ser suficiente para satisfacer la creciente demanda de esta hortaliza, por lo que cada año se hacen importaciones por varios millones de dólares (US \$) de estos condimentos. En 1989, el valor de la producción mundial de cilantro fresco se estimó en nueve millones de dólares estadounidenses (Morales, 1995).

En 1990, la producción mundial de aceite de cilantro fue de 710 toneladas, con un valor de 49,7 millones de dólares, ocupando el lugar número 17 entre los principales aceites esenciales. En 1988, los Estados Unidos importaron 600 toneladas métricas de semilla y hojas deshidratadas de cilantro, con un valor de 3,3 millones de dólares. México exportó casi 6 millones de kilogramos de cilantro a Estados Unidos en 1985 (Morales, 1995).

Actualmente el cilantro es una de las especies de mayores implicaciones económicas, ya que es un cultivo con buen rendimiento y buen precio

internacional. Se calcula que la especie mueve alrededor de US \$6,000 millones en el mercado mundial y con un crecimiento del sector entre un 5 y 6 % por año (Infoagro, 2013).

Los principales países productores de cilantro son Rusia, India, Marruecos, México, Rumania, Argentina, Irán y Pakistán. Los principales países importadores de cilantro son Alemania, Estados Unidos, Sri Lanka y Japón (Infoagro, 2013).

La superficie mundial cultivada anualmente, está estimada en un área de 550.000 ha⁻¹ y la producción de frutos de cilantro está en 600,000 toneladas aproximadamente. Los rendimientos medios varían desde 442 kg/ha⁻¹ de semilla en la India, hasta los 1500 kg/ha⁻¹ en Rusia (Villalobos, *et al.*, 2002).

Propiedades

Según el Departamento de Ingeniería Agrónoma y Contenido (Infoagro, 2013); el cilantro es considerado de importancia, por poseer las siguientes propiedades:

- Eupéptico; facilita la digestión, es beneficioso en trastornos digestivos, indicado en caso de gastritis, insuficiencia pancreática, digestiones pesadas, inapetencia y flatulencia.
- Es carminativo, ya que elimina los gases; antiespasmódica, y ligeramente tonificante del sistema nervioso; también se ha empleado como fungicida, antiinflamatorio, antihelmíntico y analgésico por vía externa.

Algunas investigaciones realizadas con ratas han demostrado que los frutos del cilantro logran reducir el colesterol de la sangre: disminuyen el colesterol malo y los triglicéridos; y aumentan el colesterol bueno. Esto es debido a que el cilantro produce una disminución en la absorción de los ácidos biliares en el intestino (Infoagro, 2013).

Las hojas de cilantro secas son una fuente importante de vitamina K, que interviene en la síntesis hepática de los factores de coagulación sanguínea y en la calcificación de los huesos, ya que promueve la formación ósea (Infoagro, 2013).

En 1998 se realizó una de las investigaciones más importantes sobre el cilantro, en la que se descubrió que este posee importantes propiedades quelantes. Las terapias de quelación son un método muy utilizado en medicina en pacientes que presentan envenenamiento por metales en la sangre. Posteriormente el doctor Omura demostró que las propiedades quelantes del cilantro son mayores que el EDTA (Ácido Etilen Diamino Tetracético), ya que en fresco logra eliminar cualquier metal pesado en la sangre en menos de dos semanas de tratamiento. El cilantro no sólo evita el envenenamiento, sino que mejora la salud de los enfermos (Infoagro, 2013).

Dentro de su composición química presenta aceites esenciales, aceites grasos, trazas de glucósido, taninos, oxalato cálcico. La composición química del cilantro se basa principalmente en sus aceites esenciales, entre ellos d-linalol, 70 a 90 % pineno, dipenteno, geraniol, felandreno, borneol, limoneno, cineol, canfeno, citronelol, coriandrol, linalool (Infoagro, 2013).

El coriandrol, tiene propiedades antibacterianas, anticonvulsionante, además del borneol, uno de los componentes que le otorga propiedades antiespasmódicas (Botanical-online, 1990-2010).

El aceite esencial del cilantro también contiene canfeno y citronelol, los cuales destacan por sus propiedades antioxidantes y antisépticas, respectivamente (Botanical-online, 1990-2010).

La planta del cilantro tiene hidrocarburos terpénicos y es rica en sales minerales, entre las que destacan por su abundancia las de calcio, potasio, sodio y manganeso; las hojas frescas son ricas en caroteno (Morales, 1995).

El cilantro presenta dentro de su composición química ácidos linoleico, oleico y ascórbico, el último responsable de sus propiedades antibacterianas y antigripales. La constitución del cilantro es rica en antioxidantes; está compuesto por ácidos como el linoleico que es antiartrítico, hepatoprotector, anticancerígeno, hipocolesterolémico, también contiene ácido oleico que es anticancerígeno, hipocolesterolémico, antialopécico; ácido palmítico que es hipocolesterolémico, antioxidante, antialopécico; ácido esteárico; ácido petroselinico; ácido ascórbico que es antibacterial, antiulcérico, antiesclerótico, antihipertensivo, antiinflamatorio, antioxidante, antiescorbútico, antigripal (Botanical-online, 1990-2010).

Taxonomía

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Apiales
Familia:	Apiaceae
Subfamilia:	Apioideae
Tribu:	Coriandreae
Género:	Coriandrum
Especie:	C. sativum
Nombre científico:	<i>Coriandrum sativum</i> L.

Morfología de la Planta

Diederichsen (1996), señala las siguientes características del cilantro:

- Es una especie herbácea anual, de crecimiento rápido y erecto.

- El sistema radicular es delicado al inicio, pero una vez establecido, provee un buen anclaje y capacidad de extracción de agua y nutrientes para la planta.
- La germinación es epigea, los cotiledones emergen del suelo, y la planta tiene una raíz secundaria.
- El cilantro tiene un ovario inferior y los sépalos del cáliz alrededor del estilopodium y son visibles en el fruto maduro.

A continuación se detallan las partes de planta según Diederichsen (1996):

Tallo

El tallo es más o menos erecto o simpodial, con una serie de brotes, su crecimiento apical termina en una flor o una inflorescencia, algunas veces con algunas ramas laterales en los nudos basales. El tallo alcanza de 40 a 80 cm de alto.

El color del tallo es verde y algunas veces se torna a rojo, violeta durante el período de floración. El tallo de la planta adulta es hueco y su parte basal puede alcanzar un diámetro superior a los 2 cm.

Hojas

La planta es diversifolia, de formas diversas. La forma de las hojas basales es usualmente dividida con tres lóbulos, tripinnada, mientras que las hojas de los nudos siguientes tienen un mayor grado de división.

Las hojas más altas están insertadas en el raquis, la mayoría son pinnadas. Las hojas superiores son profundamente lanceoladas hendidas con una estrechez lanceolada o aún hojas con forma siliforme. Las hojas son verdes y con un lado brillante pastoso.

Flores

La inflorescencia es una umbela compuesta. Algunas veces se presenta una o dos brácteas lineales. Los radios de las umbelas compuestas presentan brácteas en sus bases, formando un involucre y en las bases de las umbrelas hay bractéolas formando un involucelo. El número y tamaño de las brácteas y bracteolas son variables.

La umbela tiene de dos a ocho radios primarios de diferentes longitudes. Las flores tienen cinco pétalos; las flores periféricas de cada umbrela son asimétricas, y las flores centrales son circulares con pequeños pétalos insertados. El color de los pétalos es rosa pálido o algunas veces blanco.

Fruto

Los frutos son ovalados y globulares (diaquenios) con un diámetro superior a los 6 mm. Usualmente el esquizocarpo no se separa o divide espontáneamente en dos mericarpos.

El fruto presenta divisiones externas formando secciones o costillas. En la parte interna contiene dos canales resiníferos longitudinales, donde almacena el aceite esencial.

Requerimientos Climáticos

Fotoperiodo

Efecto de los regímenes de temperatura de 18/12 °C y 24/12 °C día y noche y dos fotoperiodos de 10 y 16 horas de luz entre especies.

Se reporta que el cilantro cumple su ciclo vegetativo tanto en días cortos como largos. Las plantas florecen y alcanzan la madurez más rápido en los días largos que en los días cortos. En ambas longitudes de día, la floración y

madurez son más tempranas en la temperatura alta. La altura y número de ramas, peso fresco de la raíz, peso fresco y aéreo y el peso fresco de las flores son mayores en los días cortos, especialmente en la temperatura alta. El tamaño de la semilla es mayor en los fotoperiodos cortos, mientras que en el número de semillas por planta es mayor en los días largos (Putievsky, 1981).

Clima

El cilantro es un cultivo herbáceo que tiene una amplia adaptación en climas cálidos, frescos y fríos moderados, con altitudes que varían en la zona tropical desde 600 a 2500 msnm y temperaturas promedio desde los 27 °C hasta los 19 °C.

Las regiones de climas cálidos y frescos 1000 – 1700 msnm y temperaturas de 20 – 26 °C, favorecen un mejor desarrollo de follaje con incrementos en la producción de materia fresca (Acuña, 1998).

Savchuk (1977), reporta que en el cilantro se obtienen altas producciones cuando la temperatura ambiental oscila entre los 16 y 20 °C durante los periodos de germinación de semilla a maduración de frutos.

Jethani (1984), menciona que el número de días para alcanzar una completa germinación es de 10 a 21 días con una temperatura de 21 °C.

Existen evidencias que el cilantro es un cultivo que resiste bajas temperaturas: para su sistema radicular se determinó que de -8 a -9 °C, son temperaturas críticas, mientras que para el follaje este tolera temperaturas hasta de -13 a -14 °C, por lo que se dice entonces que es resistente a heladas, sin causar daño alguno mientras que este no se encuentre en floración (Sergeevz, 1984 y Medellín, 1988).

Húmedad

Savchuk, (1977), indica que en estudios realizados en varios ciclos del año, en diferentes partes de la U.R.S.S., concluyen que las altas producciones en el cultivo del cilantro (1800-2000 kg/ha) se puede obtener en áreas con baja precipitación de 250 a 300 mm.

Requerimientos Edáficos

Necesidades Hídricas

Morales (1987), menciona que en la región sur de Coahuila se obtienen los mejores rendimientos con una lámina de riego de 350.9 mm.

Suelo

La planta consigue un óptimo crecimiento de raíces en suelos de textura liviana, sueltos o francos con abundante contenido de materia orgánica. Los sustratos preparados con mezclas de residuos orgánicos con suelos u otros minerales como cenizas, arena, carbonilla pueden conformar un excelente medio de cultivo para el cilantro (Acuña, 1998).

Para obtener mejores rendimientos es preciso cultivar en suelos ligeros y profundos, fértiles y de consistencia mediana y ricos en materia orgánica. (García, 1959; Morales, 1987).

pH

La planta de cilantro se desarrolla bien en suelos neutros o ligeramente ácidos, con un pH de 6 a 7 y con un buen drenaje (Acuña, 1998).

Manejo del Cultivo

Preparación del Terreno

Se pasa una mano de arado y dos de rastra, posteriormente se pasa la surcadora con separación de 80 cm entre surco; se coloca el compost en las camas a razón de 4 kg/m² más Algasoil (80 g/m²), se incorpora con motocultor o azadón. Después se nivelan las camas con un rastrillo, se humedecen y se desinfectan con Trichoeb (0.19 g/L) y Nemateb (0.38 g/L), las camas así preparadas están listas para la siembra o el trasplante (Vallejo y Estrada, 2004).

Densidad De Siembra

Se requiere un promedio de semilla de 2 g/m y una distancia entre hileras de 20 a 30 cm. En la región sur de Coahuila se maneja una densidad de 25 kg·ha⁻¹ hasta 40 kg·ha⁻¹, (Dávila, 2010).

Profundidad De Siembra

Rodale (1961), señala una profundidad de siembra adecuada de 5 cm, para el área de Ramos Arizpe Coahuila, la profundidad varía desde 2 hasta 5 cm, y esto es debido al surcado que no guarda uniformidad, puesto que en la mayoría de los casos se hace con el arado y tracción animal, así como la forma de cubrir las semillas que es a “tapa pie”.

Siembra

El cilantro se siembra a chorro continuo directamente en las parcelas preparadas, a dos o tres hileras por cama. La cantidad de semilla varía entre 1.5 y 2.5 gramos por metro cuadrado con un equivalente de 15 a 25 kg·ha⁻¹.

Esta cantidad de semilla permite una población de 180-250 plantas/m², (Puga, 2000).

Los surcos sencillos pueden distanciarse entre 25-30 cm, en la siembra con surcos múltiples la separación entre surcos dobles puede ser de 10-15 cm.

La semilla debe distribuirse uniformemente, procurando colocar 70 semillas por metro lineal con una profundidad que no supere los 5 mm (Zapata y García, 2002).

Época De Plantación

Los cultivares que se destinan a la producción de follaje puede sembrarse en cualquier época del año siempre y cuando se cuente con buen suministro de agua y suelos con buen drenaje; al igual que bajo condiciones de invernadero la producción puede hacerse permanentemente durante todas las épocas del año (Vallejo y Estrada, 2004).

Se siembra todo el año, siendo las mejores fechas las de otoño-invierno, mientras que los rendimientos se abaten en el ciclo primavera-verano, por la causa del punteado o floración prematura, además de la presencia de enfermedades radicales y foliares en esta época del año, (Paz, 1999).

Deshierbes

Manual, con deshierbadora o azadón. El primer deshierbe, se realiza a las tres semanas aproximadamente desde la siembra. La segunda, después de otras tres semanas y posteriormente una limpieza ligera luego de la primera cosecha, (Cevallos, 2010).

Control Fitosanitario

1. Rotación de cultivo: se siembra en lotes en los que se cultivó anteriormente acelga, albahaca, o avena-vicia con el objetivo de romper ciclos de agentes patógenos.
2. El cilantro no presenta mayores problemas causados por plagas y/o enfermedades debido a que posee sustancias alelopáticas. Cíclicamente es atacado por alternaria.
3. Cultivo bajo cubierta en túneles o invernadero.

Fertilización

Las fertilizaciones de base, con fuentes minerales completas (N, P, K, Ca, S y Mg), deben hacerse en la preparación del campo antes de la siembra. Se estima que una producción media de follaje de 2 kg/m², extrae 100 kg de N, 30 kg de P₂O₅, 70 kg de K₂O por hectárea (Vallejo y Estrada, 2004).

Aplicaciones foliares de nitrato de potasio (KNO₃) en dosis de 3 g/L a partir de la segunda semana después de la emergencia y con una frecuencia de dos por semana, han demostrado efectos favorables en el crecimiento y desarrollo de follaje, así como resistencia al deterioro en la postcosecha (Vallejo y Estrada, 2004).

Vanlavwe, *et al.*, (2001), señalan que tanto el fertilizante inorgánico como los abonos orgánicos se requieren para incrementar la producción vegetal. Los abonos orgánicos mantienen las propiedades físicas y químicas del suelo, mientras que los fertilizantes minerales proveen cantidades suficientes de nutrimentos durante el periodo de su máxima absorción. Los fertilizantes minerales y los abonos orgánicos contienen diferentes formas y cantidades de nitrógeno, lo cual puede afectar la cantidad y la calidad de la producción (Heeb, *et al.*, 2005).

Los nutrimentos pueden ser aportados satisfactoriamente con la combinación de los abonos orgánicos y los fertilizantes inorgánicos, dado que los primeros favorecen las propiedades edáficas y los últimos aportan nutrimentos a los vegetales. (Jacob, 1973).

El principio de un buen manejo de nutrimentos y el uso de fertilizante es asegurar una sincronización entre los requerimientos del cultivo y la liberación de nutrimentos provenientes de fertilizantes o de materiales orgánicos, de tal manera que se reduzca el riesgo de transporte de nutrimentos a aguas superficiales o subterráneas (Brady y Weil, 1999).

Cosecha

Puede realizarse a los 40 - 60 días tras la siembra. A veces se corta a una altura de 2-3 cm sobre el suelo y se agrupan en el campo. De esta forma, la planta puede volver a crecer para un segundo corte, a pesar de que no lo hace tan eficazmente. Por esto es común que sólo sea cosechado una vez. También se puede recolectar la planta entera, incluyendo las raíces, (INFOAGRO, 2013)

Postcosecha

El follaje cosechado ser almacenarlo bajo condiciones de la alta humedad y temperatura baja. Se puede esperar una vida útil entre 18 y 22 días almacenando el cilantro a una temperatura en torno a los 0 °C, aunque la calidad aromática comienza a disminuir a partir de los 14 días. Una temperatura de almacenamiento de 5 y 7.5 °C, mantendrá la calidad durante 1 y 2 semanas respectivamente.

Con una atmósfera de aire con 5 % ó 9 % de CO₂ se alarga la vida útil de cilantro almacenado a 7.5 °C, aproximadamente 14 días.

La alta relación existente entre su superficie y volumen hace que el cilantro sea muy susceptible a la pérdida de agua. Cuando la refrigeración no es posible, el marchitamiento puede ser retrasado enfriando las plantas con agua o hielo, protegiéndolas de la luz solar, (Infoagro, 2013).

Plagas

Gusanos de las Hojas

Spodoptera exigua Hubner, *Spodoptera litura* Frabricius, *Spodoptera littoralis* Boisduval. Estos son gusanos de tamaño relativamente pequeño, que devoran grandes cantidades de follaje; son de control relativamente fácil, pero debe mantenerse una vigilancia frecuente para hacer el control a tiempo; cuando la población de gusanos es baja, se puede aplicar insecticidas biológicos a base de *Bacillus thuringiensis*, pero cuando las poblaciones son altas, puede ser necesario recurrir a insecticidas químicos de contacto o ingestión. El control de malezas en y cerca del cultivo es una medida complementaria de manejo de esta plaga (Morales, 1995).

Ácaros

Tetranychus telarius L. son arañas muy pequeñas, normalmente viven y se alimentan en la superficie inferior de las hojas. Su ataque causa síntomas como el amarillamiento, bronceado y quemadura de las hojas. El follaje puede también aparecer arrugado y deformado; y en ocasiones telarañas en el envés de las hojas (Morales, 1995).

El control químico es satisfactorio con productos a base de dicofol, tetradion, dicarzol, dinocap, metamidofos y jabones insecticidas (Morales, 1995).

Áfidos

Son insectos que chupan la savia de las plantas. Los síntomas típicos de su ataque son amarillamiento, desecamiento y muerte de los tejidos, pudiendo llegar a la muerte de la planta en casos extremos; de ser necesario se puede controlar con aplicaciones de oxamil, metomil, metamidofos, endosulfan (Morales, 1995).

La liberación de insectos enemigos de los áfidos (*Crysopa*, *Crysoperla*) han dado buenos resultados. Los áfidos suelen ser más agresivos durante épocas secas y al igual que los ácaros, prefieren las partes más tiernas del follaje. Varios géneros han sido asociados al cilantro entre ellos *Semiaphis*, *Hydaphis* y *Cavariella* (Morales, 1995).

Enfermedades

Mancha Bacteriana

Esta enfermedad es causada por *Pseudomonas syringae* produce lesiones delimitadas por venas angulares en las hojas que inicialmente son translúcidas, más adelante y bajo condiciones secas, las manchas se vuelven de color negro o café. El patógeno se propaga a través de la semilla. La lluvia y el riego favorecen el desarrollo de la enfermedad (Dennis, J. & Wilson, J. 1997).

En infecciones graves, la bacteria puede infectar el final de las venas y extenderse hacia abajo a través del sistema vascular, resultando en manchas oscuras longitudinales en los pecíolos y tallos; la enfermedad puede permanecer asintomática hasta que las plantas se estresan, por ejemplo, los daños físicos en los cultivos al aire libre como las heladas y el granizo (Dennis, J. & Wilson, J. 1997).

Hay algunas pruebas de que los productos fungicidas a base de estrobilurinas como Amistar (azoxistrobina) y Signum (boscalid +

piraclostrobina) puede dar protección contra la infección bacteriana (Dennis, J. & Wilson, J. 1997).

Marchitamiento del Cilantro

Esta enfermedad es producida por el hongo *Fusarium oxysporum*. El ataque produce daños al sistema radicular y al follaje. Al no funcionar bien las raíces, el follaje se torna amarillento y marchito. Los tejidos internos de la raíz y el cuello se oscurecen. El hongo persiste por varios años en el suelo gracias a la producción de esporas resistentes (clamidosporas). Se puede aplicar fumigantes en el suelo y la rotación que no incluyan cultivos susceptibles (Morales, 1995).

Pudrición de la Raíz

Esta es una enfermedad del sistema radicular provocada por el ataque del hongo *Rhizoctonia bataticola* y otras especies del género *Rhizoctonia*. La raíz y las hojas en contacto con el suelo, desarrollan lesiones irregulares, que llegan a destruir todos los tejidos afectados (Morales, 1995).

Se debe realizar aplicaciones preventivas de clorotalonil o tiabendazol. La elevación de la temperatura del suelo mediante cobertores plásticos o de vidrio, ha resultado en reducciones drásticas de la cantidad de patógenos viables en el suelo (Morales, 1995).

Mancha Foliar

Enfermedad causada por los hongos *Alternaria dauci* y *Alternaria petroselini*. La enfermedad comienza generalmente en los bordes de las hojas, con lesiones pequeñas e irregulares rodeadas de tejido amarillento. Al avanzar

la enfermedad las manchas se unen y la hoja va perdiendo cada vez más área activa (Morales, 1995).

La enfermedad se ve en los folíolos jóvenes, con la presencia de manchas foliares marrones de 2-5 mm de diámetro. Las manchas en las hojas a menudo son angulares, están limitadas por las venas, y pueden verse claramente en ambas superficies foliares (Dennis, J & Wilson, J. 1997).

El hongo puede invadir la semilla, por lo que la enfermedad se propaga a través de ésta; por lo tanto se debe asegurar el uso de semilla sana. La salpicadura de la lluvia y el viento son factores importantes en la dispersión de la enfermedad. Se recomienda evitar el exceso de humedad a nivel de campo con un control del riego y siembra en terrenos con buen drenaje.

Cuando la enfermedad aparece se puede controlar con aspersiones de clorotalonil, oxiclورو de cobre o mancozeb (Morales, 1995).

Fertilizantes Organominerales

Un abono organomineral es un producto cuya función principal es aportar nutrientes para las plantas, los cuales son de origen orgánico y mineral, y se obtiene por mezcla o combinación química de abonos inorgánicos con abonos orgánicos.

Estos abonos se clasifican en las siguientes tipologías:

- Nitrogenados (sólidos, en solución o en suspensión)
- N P K sólidos
- N P K líquidos
- Combinaciones binarias (NP, NK, PK) sólidas o líquidas

Los fertilizantes organominerales integran las ventajas de los abonos orgánicos y los minerales. Por una parte, tienen altos porcentajes de material orgánico que mejora las características de los suelos; por la otra, 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.

El N que contienen los abonos orgánicos está mayoritariamente en forma orgánica; esto es, ligado a los complejos orgánicos estables. Este N se mineralizará progresivamente y será, así, fácilmente asimilable por las plantas. (http://www.3tres3.com/medioambiente/los-organominerales-y-su-interes-en-el-mundo-de-la-fertilizacion_2263/)

Materia Orgánica

La materia orgánica es el conjunto de residuos vegetales y animales de todas clases, en diferente grado de descomposición y transformación por acción de los microorganismos como: hongos, bacterias, actinomicetos, lombrices. (Fitzpatrick, 1996).

La descomposición de la materia orgánica en el suelo depende de varios factores: clima (humedad, temperatura), propiedades físicas y químicas del suelo (pH, salinidad), y en particular de la composición química de los residuos; a este proceso se le llama humificación; la materia orgánica descompuesta bien mezclada con el material mineral en los horizontes superficiales constituye el humus.

El humus, tiene un marcado efecto sobre las condiciones físicas del suelo; al mejorar la estructura del mismo y desempeña un papel importante en la fertilidad del suelo, ya que aumenta su capacidad de retención de nutrimentos, mantiene algunos de los elementos en forma asimilable para las plantas y crea un ambiente más favorable al desarrollo de las raíces, (Domínguez, 1996).

La capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC), depende de la cantidad y la composición, no solo de arcilla, sino también de la materia orgánica del mismo, (Kaiser *et al.*, 2008).

Abonos Orgánicos

Ventajas:

- Equilibrio nutricional del suelo, recuperación de la microbiología del suelo con materiales de residuos orgánicos producidos en el predio.
- Fáciles de usar.
- Eliminan factores de riesgo para la salud de los trabajadores y los consumidores.
- Protegen el medio ambiente, la fauna, la flora y la biodiversidad.
- Mejoran gradualmente la fertilidad, la nutrición y la vitalidad de la tierra asociada a su macro y microbiología.
- Estimulan el ciclo vegetativo de las plantas.
- Mayor rendimiento del número de plantas por hectárea.
- Son una fuente constante de materia orgánica.
- Los suelos conservan la humedad y amortiguan mejor los cambios de temperatura, economizándose volumen de agua y números de riegos por cada cultivo.
- Reducen el escurrimiento superficial del agua.
- Favorecen la colonización del suelo por macro y microorganismos.
- Proveen a la tierra una alta tasa de humus microbiológico a largo plazo.
- Contribuyen al logro de cosechas más seguras eficientes.
- Mayor rentabilidad económica por área cultivada.
- Permiten a los agricultores tener mayores opciones económicas y bajar los costos de producción.
- Los cultivos orgánicos, en los aspectos nutricionales (cantidad y calidad) superan cualquier otro sistema de producción.

- Aumentan la eficiencia de la absorción nutricional por las plantas, al tener éstas un mayor desarrollo en el volumen del sistema radical.
- Finalmente, las plantas cultivadas son sanas y vigorosas y no se enferman fácilmente porque están naturalmente protegidas por el equilibrio nutricional. (Coas, 2013).

Fertilizantes Organominerales Empleados

Nitromix (AGROR) Fertilizante Líquido Nitrogenado.

Es un complejo Organomineral 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 gasificación y lixiviación sufre el nitrógeno. Martínez H. (2008).

Composición:

Nitrógeno NO ₃	25.5 %
Nitrógeno NO ₄	4.5 %
Extractos de ácidos húmicos y fúlvicos	70.0 %

Propiedades:

Es un fertilizante líquido nitrogenado de color oscuro, de olor ligeramente amoniacal, posee un pH de 6.5 y se considera 100 % soluble. Este Organomineral es ligeramente tóxico para el ser humano y animales.

Phosfomix (AGROR) Fertilizante Líquido Fosforado.

Es un complejo Organomineral rico en fósforo, cuya fuente principal se deriva de fosfatos dibásicos y monobásicos, mas 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, Nocotinamidas, Fitinas, etc.

Composición:

Fósforo (P ₂ O ₅)	25.5 %
Nitrógeno	7.0 %
Extractos de Ácidos Húmicos y Fúlvicos	68.0 %

Propiedades:

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

Potamix (AGROR) Fertilizante Líquido Potásico.

Es un complejo Organomineral rico en potasio, totalmente soluble e intercambiable, cuya fuente se deriva de sales de potasio, más ácidos húmicos y fúlvicos 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, resistentes a plagas y enfermedades.

Composición:

Potasio (K ₂ O)	17.0 %
Fósforo	3.0 %
Extractos de Ácidos Húmicos y Fúlvicos	80.0 %

Propiedades:

Es un fertilizante líquido potásico es de color oscuro y de olor agradable, posee un pH de 6.5 y además es 100 % soluble. Este al igual que los anteriores se considera ligeramente tóxico.

Antecedentes

Actualmente la literatura sobre aplicación de fertilizantes organominerales en el cultivo de cilantro es muy escasa, sin embargo la investigación sobre el uso de estos fertilizantes viene con mucho auge para su aplicación y prueba en distintos cultivos, debido a que se ha venido demostrando que pueden ser una alternativa de nutrición, a continuación se hace mención de algunos antecedentes:

Martínez (2008), mencionó que al fertilizar *Ammi majus* con productos organominerales, se obtiene excelente calidad y se reduce el uso de fertilizantes químicos hasta en un 64 %, como también se aumenta ligeramente la calidad. Recomienda ampliamente el uso de fertilizantes organominerales ya que son de fácil aplicación, prácticos y se brinda excelentes resultados en la calidad de esta especie, además de ayudar en la disminución de la contaminación del medio ambiente y los costos de producción.

Robles (2009), menciona que con el uso de los fertilizantes organominerales, aplicados en el cultivo de tomate, se obtiene una producción mayor en comparación con aquellos que fueron fertilizados de manera convencional.

Vázquez (2010), habla de la posibilidad de producir coliflores y repollos de buena calidad apoyándose con el uso de fertilizantes organominerales y desalinizadores, debido a que estos reducen los niveles de salinidad en el suelo de manera significativa.

Según Nieves (2010), en el cultivo de nochebuena, la aplicación de fertilizantes organominerales, en general favorece la respuesta vegetativa y genera plantas de buena calidad, obteniendo los mejores resultados con fertilizantes organominerales a dosis de 4 cc/L y aplicando 25 cc de solución por maceta por semana. El cultivo responde mucho mejor a la aplicación de fertilizantes organominerales que a los fertilizantes granulados, obteniendo plantas de noche buena de calidad con la aplicación de dosis bajas de organominerales.

Para el cultivo de lilis variedad Brunello, la aplicación de organominerales presentó una influencia positiva en la longitud y diámetro de hojas y pesos frescos de raíz y planta, sin embargo en lo que a flores se refiere no presentó ningún tipo de influencia según dice Pérez (2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Sitio Experimental

Este trabajo de investigación se estableció en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” en el municipio de Saltillo Coahuila que se encuentra localizado geográficamente con una latitud de 25° 21' 22.14”, con longitud de 101° 02' 08.14” y una altitud de 1,760 msnm.

Características del Sitio Experimental

Clima

El clima es seco semicálido y semifrío; la temperatura media anual es de 14 a 18 °C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros; los vientos predominantes soplan en dirección noreste con velocidad de 22.5 km/h. La frecuencia de heladas es de 20 a 40 días y granizadas de uno a dos días.

Suelo

Xerosol.- Suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión.

Regosol.- No presenta capas distintas, es claro y se parece a la roca que le dio origen. Su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en el que se encuentre.

Material Vegetal

El material genético utilizado fue la semilla de cilantro de la casa comercial SAKATA de la variedad “Gladiador” utilizando $1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$. Esta variedad produce un follaje fuerte de color verde atractivo y aromático. De buen establecimiento en el campo con crecimiento agresivo de retoños. Se puede producir en diversidad de condiciones. Su crecimiento es robusto dando alto porcentaje de manojos de primera.

La distinguen principalmente las siguientes características:

- Calidad suprema para el mercado
- Amplia adaptación
- Excelente color

Descripción de Actividades Realizadas

Análisis de suelo

Se tomó una muestra de suelo del predio en cuestión el día 20 de septiembre de 2012; el modelo a seguir para realizar el muestreo fue en diagonal tomando un total de nueve puntos para obtener las submuestras; se retiró la cobertura vegetal y se procedió a cavar alrededor de 30 cm, esa cantidad de suelo fue arrojada a un costado, luego se realizó una segunda palada de un grosor aproximado de 3 cm y el suelo obtenido fue colocado en una bolsa grande y estéril.

El material obtenido se juntó para realizar una mezcla de las submuestras. En total se reservó una cantidad total de 1 kg de muestra para ser entregada a los Laboratorios PIAEC (Patronato para la Investigación Agrícola del Estado de Coahuila) ubicados en Arteaga, Coahuila.

Preparación del Terreno

Primero se llevó a cabo una limpieza del terreno procurando dejar el suelo libre de toda maleza, posteriormente se removió el suelo tratando de dejarlo lo más suelto y desmoronado posible para poder así dar paso a la formación de los surcos de siembra que mantuvieron una distancia de 85 cm entre cresta y cresta; seguido de esto se instaló la tubería de pvc y la cintilla de riego.

Establecimiento de la Parcela Experimental

Se diseñaron siete surcos de 12 m de largo cada uno, mismos donde se establecieron 16 tratamientos con tres repeticiones de 1 m de largo cada una, dando un total de 48 unidades experimentales.

Cuadro 3.1. Distribución de unidades experimentales.

BORDO											
BORDO			T16 R3	T14 R3	T12 R3	T10 R3	T8 R3	T6 R3	T4 R3	T2 R3	BORDO
	CALLE										
	T15 R3	T13 R3	T11 R3	T9 R3	T7 R3	T5 R3	T3 R3	T1 R3	T15 R2	T13 R2	
	CALLE										
	T11 R2	T9 R2	T7 R2	T5 R2	T3 R2	T1 R2	T16 R2	T14 R2	T12 R2	T10 R2	
	CALLE										
	T8 R2	T6 R2	T4 R2	T2 R2	T16 R1	T15 R1	T14 R1	T13 R1	T12 R1	T11 R1	
	CALLE										
	T10 R1	T9 R1	T8 R1	T7 R1	T6 R1	T5 R1	T4 R1	T3 R1	T2 R1	T1 R1	
BORDO											

Es importante mencionar que dos de los surcos laterales y 1 m de principio y fin de cada surco se utilizaron como “efecto de bordo” con la finalidad de minimizar la incidencia de plagas en el cultivo.

Siembra

Se llevó a cabo el día 6 de octubre de 2012, utilizando semilla de cilantro de la variedad “Gladiador”, se trazaron 2 zanjas con una distancia de 20 cm entre cada una a lo largo de cada surco donde fue depositada la semilla en forma de chorrillo a una profundidad aproximada de 3 cm y con una densidad de $1 \text{ g}\cdot\text{m}^{-1}$.

Fertilización

Se realizó de manera manual siempre procurando regar toda la superficie de cada unidad experimental de manera uniforme, apoyándose de una probeta graduada para poder así aplicar 1 L de la dosis indicada para cada repetición, esto basándonos en la fórmula establecida con anterioridad para cada una de ellas.

Las aplicaciones se realizaron de manera semanal, iniciando el día 30 de octubre y finalizando el 11 de diciembre de 2012, dando así un total de 7 aplicaciones.

Se utilizaron soluciones madre con fórmulas mínimas, medias y máximas de fertilizantes minerales y fertilizantes organominerales.

Riegos

Se efectuaron riegos cada tercer día procurando mantener siempre la capacidad de campo. En días donde por cuestiones adversas no se podía hacer

uso del sistema de riego este se realizaba de forma manual con un volumen aproximado de 60 L por cama, lo que corresponde a una lámina de riego de 5 mm.

Control Fitosanitario

No se realizó aplicación alguna, debido a la nula incidencia de plagas o enfermedades.

Control de Malezas

Esta actividad tuvo lugar de manera semanal, procurando tener siempre en las mejores condiciones el cultivo y evitando a toda costa la competencia entre el cultivo y la maleza.

Cosecha

La cosecha se realizó el día 18 de diciembre de 2012, tomando como criterio la altura y el ciclo vegetativo del cultivo hasta ese día (73 días).

De cada unidad experimental con sus dos respectivas líneas de siembra se tomaron como referencia los 33 cm centrales de cada una de ellas; una de las líneas se utilizó para la evaluación de la variable de rendimiento únicamente donde se cortaron los 33 cm a una distancia del suelo de dos cm aproximadamente para hacer manojos atados con ligas elásticas; en la otra línea en los mismos 33 cm centrales se extrajeron al azar tres plantas incluyendo su sistema radicular completo mismas que serían utilizadas para evaluar todas las demás variables.

Todas las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas previamente identificadas, para evitar deshidratación.

Diseño Experimental

El trabajo experimental fue establecido a campo abierto, con condiciones de clima y suelo variables con frecuencia, razón por la cual el diseño más apto para esas características es el de bloques al azar con arreglo factorial AxB (Factor A: Recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores, utilizando fertilizantes inorgánicos granulados)(Factor B: Recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores, utilizando fertilizantes organominerales) en el cultivo de cilantro, la combinación de factores, arrojaron 16 tratamientos y se emplearon tres repeticiones para cada uno, produciéndose un total de 48 unidades experimentales.

Para la obtención de los análisis de varianza los datos fueron analizados estadísticamente con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1.3, y para determinar los niveles de significancia, se realizaron pruebas de medias.

Modelo Estadístico

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

Donde:

Y_{ijk} = valor

μ = media general

α_i = efecto de la fertilización inorgánica

β_j = efecto de la fertilización organomineral

$\alpha\beta_{ij}$ = interacción de la fertilización inorgánica y organomineral

Σ_{ijk} = error experimental

Descripción de Factores

Factor A (niveles de fertilizantes minerales):

- A₀= Agua común (Sin aplicación de fertilizante mineral)
- A₁= Nivel Bajo de N P K a 25-25-115 ppm en el suelo
- A₂= Nivel Medio de N P K 50-35-125 ppm en el suelo
- A₃= Nivel Alto de N P K 75-45-150 ppm en el suelo

Factor B (niveles de fertilizantes organominerales):

- B₀= Agua común (Sin fertilizantes organominerales)
- B₁= Nivel Bajo (25 L ha⁻¹)
- B₂= Nivel Medio (50 L ha⁻¹)
- B₃= Nivel Alto (75 L ha⁻¹)

Descripción de Tratamientos

La combinación de los factores de fertilización arroja como resultado la obtención de un total de 16 tratamientos:

Cuadro 3.2. Descripción de tratamientos.

Número de tratamiento	Combinación de Factores	Fórmula Final
1	A0 B0	TESTIGO Solo agua durante todo el ciclo
2	A0 B1	Sin Fertilización Inorgánica, mas Fertilización Organomineral con dosis de 0.25 cc/L
3	A0 B2	Sin Fertilización Inorgánica, mas Fertilización Organomineral con dosis de 0.50 cc/L
4	A0 B3	Sin Fertilización Inorgánica, mas Fertilización Organomineral con dosis de 0.75 cc/L
5	A1 B0	Fertilización Inorgánica a 35-40-40 ppm, sin organominerales

6	A1 B1	Fertilización Inorgánica a 35-40-40 ppm, más Fertilización Organomineral con dosis de 0.25 cc/L
7	A1 B2	Fertilización Inorgánica a 35-40-40 ppm, más Fertilización Organomineral con dosis de 0.50 cc/L
8	A1 B3	Fertilización Inorgánica a 35-40-40 ppm, más Fertilización Organomineral con dosis de 0.75 cc/L
9	A2 B0	Fertilización Inorgánica a 110-70-70 ppm, sin organominerales
10	A2 B1	Fertilización Inorgánica a 110-70-70 ppm, más Fertilización Organomineral con dosis de 0.25 cc/L
11	A2 B2	Fertilización Inorgánica a 110-70-70 ppm, más Fertilización Organomineral con dosis de 0.50 cc/L
12	A2 B3	Fertilización Inorgánica a 110-70-70 ppm, más Fertilización Organomineral con dosis de 0.75 cc/L
13	A3 B0	Fertilización Inorgánica a 190-105-145 ppm, sin organominerales
14	A3 B1	Fertilización Inorgánica a 190-105-145 ppm, más Fertilización Organomineral con dosis de 0.25 cc/L
15	A3 B2	Fertilización Inorgánica a 190-105-145 ppm, más Fertilización Organomineral con dosis de 0.50 cc/L
16	A3 B3	Fertilización Inorgánica a 190-105-145 ppm, más Fertilización Organomineral con dosis de 0.75 cc/L

Para obtener la fórmula final se requirió analizar el suelo tomado del predio donde se estableció el trabajo experimental, dicha muestra arrojó como resultado el nivel de presencia en el suelo de elementos mayores como nitrógeno (N) 14.63 ppm, fósforo (P) 12.7 ppm y potasio (K) 103.6 ppm. En base a esto y tomando como punto de referencia los requerimientos del cultivo de cilantro se establecieron niveles bajos, medios y altos de fertilización con elementos mayores en el suelo.

Cuadro 3.3. Determinación de niveles de fertilización.

Elemento	Presencia en el suelo (ppm)	Niveles Bajos	Niveles Medios	Niveles Altos
Nitrógeno (N)	14.63 ppm	25	50	75
Fósforo (P)	12.70 ppm	25	35	45
Potasio (K)	103.6 ppm	115	125	150

Tomando en cuenta los resultados del análisis de suelo y los niveles de nutrición establecidos, se procedió a realizar la interpretación cuantitativa del análisis y determinar la fórmula de fertilización a manejarse en el cultivo de cilantro, misma que se obtiene de restar a cada nivel de nutrición la presencia del elemento en el suelo, este resultado recibe el nombre de nivel deficitario y se debe multiplicar por el factor (3.099) que es la milésima parte del peso del suelo, que es producto de la multiplicación de la densidad aparente del suelo (1.033) por los m³ de una hectárea de terreno (3000), con esto se obtiene la fórmula calculada que se debe redondear al múltiplo de cinco más cercano, resultando así lo que se conoce como fórmula final o redondeada producto de la interpretación cuantitativa y que se aplica durante el ciclo del cultivo, que es de 65 días.

Aplicación de los Tratamientos

Ya obtenida la fórmula redondeada se dio inicio a la aplicación de los tratamientos obtenidos mediante la combinación de factores y tomando como referencia las necesidades nutrimentales del cultivo, la fórmula fue dividida en ocho partes, que serían el número de aplicaciones a lo largo del ciclo.

Para satisfacer la fórmula de fertilización se utilizaron las siguientes fuentes de fertilizante: Urea (46-0-0), Fosfato Monoamónico (12-61-0) y Sulfato de Potasio (0-0-52), todos ellos ajustados a la fórmula final obtenida mediante la interpretación del análisis de suelo para cada tratamiento con superficie de un metro lineal de surco.

Cuadro 4.4. Alimentación de la fórmula de fertilización para cada tratamiento.

TRATAMIENTO	FÓRMULA FINAL (ppm)	CANTIDAD DE FERTILIZANTE NECESARIA POR APLICACIÓN			FERTILIZANTE ORGANOMINERAL (cc)
		UREA (g)	FMA (g)	S de K (g)	
1	TESTIGO	-	-	-	-
2	0-0-0	-	-	-	0.27
3	0-0-0	-	-	-	0.54
4	0-0-0	-	-	-	0.81
5	35-40-40	0.63	0.70	0.82	-
6	35-40-40	0.63	0.70	0.82	0.27
7	35-40-40	0.63	0.70	0.82	0.54
8	35-40-40	0.63	0.70	0.82	0.81
9	110-70-70	2.22	1.22	1.43	-
10	110-70-70	2.22	1.22	1.43	0.27
11	110-70-70	2.22	1.22	1.43	0.54
12	110-70-70	2.22	1.22	1.43	0.81
13	190-105-145	3.91	1.83	2.96	-
14	190-105-145	3.91	1.83	2.96	0.27
15	190-105-145	3.91	1.83	2.96	0.54
16	190-105-145	3.91	1.83	2.96	0.81

Elaboración de Soluciones Madre

Para agilizar el manejo de las aplicaciones en los diferentes tratamientos se llevó a cabo la preparación de soluciones madre a determinada concentración, de tal forma que al momento de extraer cierto volumen de las mismas se lograra obtener la concentración deseada de fertilizante.

Las soluciones fueron obtenidas mediante la disolución de los fertilizantes granulados u organominerales, que fueron aforados en 1 L de agua, obtenidas las soluciones, fueron almacenadas en botellas de vidrio de color ámbar para evitar así la fotorreacción de los fertilizantes disueltos.

Cuadro 4.5. Preparación de Solución madre de Fertilizantes Inorgánicos Granulados.

SOLUCIÓN MADRE	CANTIDAD DE FERTILIZANTE		
	UREA (g/L)	FMA (g/L)	S de K (g/L)
1	63	70	82
2	222	122	143
3	391	183	296

Cuadro 4.6. Preparación de Solución madre de Fertilizantes Inorgánicos Organominerales.

SOLUCIÓN MADRE	CANTIDAD DE FERTILIZANTE (mm/L)
1	27
2	54
3	81

Variables Evaluadas

Altura de la planta (AP)

Se seleccionaron tres plantas por unidad experimental y se midió con una regla el largo de la planta desde la parte basal hasta el ápice vegetativo del tallo principal; el promedio se expresó en cm.

Longitud de raíz (L)

Se midió a tres plantas utilizando una regla, la medida se tomó desde el cuello de la planta hasta el punto más lejano en la punta de la raíz, el promedio se expresó en cm.

Número de folíolos por planta (NDFP)

Se tomaron tres plantas y se contabilizó el número de folíolos por planta, se expresó el promedio como dato final.

Rendimiento (R)

Se obtuvo cosechando un área útil de 33 cm por unidad experimental y se pesó en gramos para posteriormente expresar el valor en t/ha.

Peso fresco de planta (PFP)

Se tomó el peso de manera individual a 3 plantas en una báscula Scout Ohaus de 400 gramos, para posteriormente expresar el promedio de las mismas en gramos.

Peso seco de planta (PSP)

Tres plantas identificadas de manera previa fueron dejadas a la intemperie por 15 días para eliminar excesos de humedad, paso seguido fueron colocadas en bolsas de papel de manera individual y fueron introducidas en la estufa de secado por 48 horas, a una temperatura de 40 °C, una vez fuera se pesaron y el promedio de las mismas fue el dato final expresado en gramos.

Peso fresco de raíz (PFR)

Tres plantas fueron pesadas de manera individual en una báscula Scout Ohaus de 400 gramos, para posteriormente expresar el promedio de las mismas en gramos.

Peso seco de raíz (PSR)

Las raíces de tres plantas identificadas de manera previa fueron dejadas a la intemperie por 15 días para eliminar excesos de humedad, paso seguido fueron colocadas en bolsas de papel de manera individual y fueron introducidas en la estufa de secado por 48 horas a una temperatura de 40 °C. Una vez fuera se pesaron y el promedio en gramos se expresó como dato final.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la Planta (cm)

Es una variable importante en virtud de que define de manera directa la calidad de la producción, se prefieren peciolo con mayor longitud que aquellas que tienen peciolo cortos, esto es debido a que la longitud final está relacionada con el porcentaje de peciolo presente en el producto final, ya que es precisamente en el peciolo de la hoja en donde se ubica la mayor cantidad de fibras digestivas. Los manojos de cilantro que presentan una mayor longitud alcanzan en el mercado los mejores precios, sobre aquellos que son más cortos.

Al realizar el análisis estadístico, se encontró una respuesta no significativa para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores, mediante el uso de fertilizantes organominerales, lo mismo que para la recuperación de niveles de elementos mayores en el suelo usando fertilizantes granulados y para la interacción entre los factores (Fig. 4.1). Sin embargo al hacer el análisis mediante las diferencias porcentuales entre estos, se encontró que la respuesta es muy semejante si se recuperan los niveles nutritivos en el suelo con fertilizantes organominerales que si la recuperación de estos se hace mediante el uso de fertilizantes granulados, ya que los fertilizantes organominerales superan al testigo en un 27.02 % mientras que con el uso de fertilizantes granulados lo superan en un 28.06 %. La diferencia entre los fertilizantes organominerales y los granulados con respecto al testigo, es mínima, de tan solo 1.04 %.

Al evaluar los niveles de elementos nutritivos en el suelo, recuperados mediante el uso de fertilizantes granulados (Figura 4.2.), se encontró que el

empleo de los niveles bajos de elementos mayores en la interpretación cuantitativa del análisis de suelo, supera al testigo en un 23.71 %, para los niveles medios se ubica un valor de 26.84 % y para el uso de niveles altos superan al testigo en un 33.63 %.

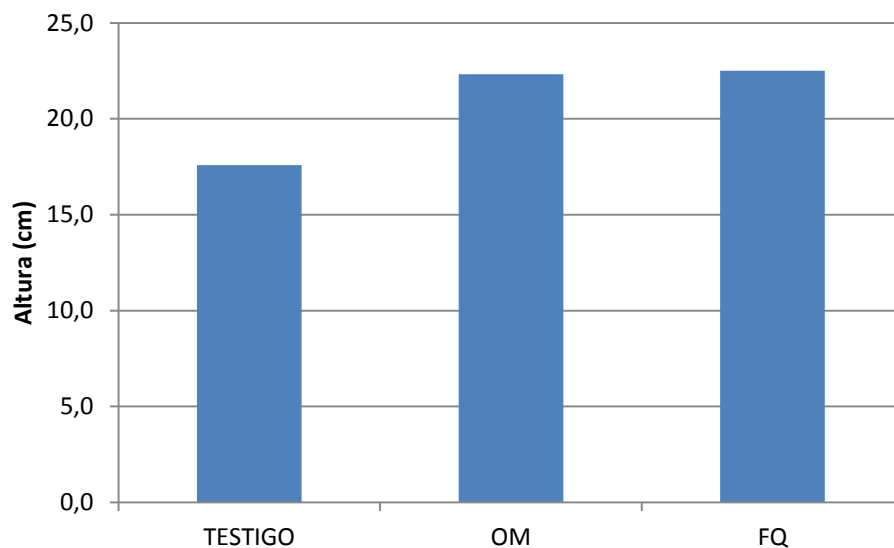


Fig. 4.1. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable altura de planta. OM=Organominerales, FQ=Fórmula química.

Estos resultados coinciden a los obtenidos por (Hernández, 2008), quien trabajando con crisantemo, encontró que la respuesta en altura de planta, entre el uso de dosis bajas y altas de fertilización organomineral es mínima, lo mismo que Valdez en el 2008, encontró que es posible producir plantas de nochebuena en maceta, de buena calidad, cuando se le aplican fertilizantes organominerales a dosis bajas de 0.5 a 1.0 cc de fertilizante por planta por semana, disueltos en 250 cc de agua.

Al hacer un comparativo entre las diferentes dosis empleadas de fertilizantes organominerales (Fig. 4.3.), se encontró que la dosis uno que corresponde a 0.27 cc/L supera al testigo en un 24.86 %, utilizando la dosis de

0.54 cc/L la supera en un 27.16 % y finalmente la dosis de 0.81 cc/L en un 29.03 %, en general se establece que al incrementar la dosis se incrementa también la altura de la planta, sin embargo considerando que la diferencia entre la recuperación empleando dosis bajas de organominerales es muy semejante al empleo de la dosis alta, es preferible en la práctica considerando aspectos económicos, utilizar la dosis baja que el uso de las dosis altas de organominerales, para lograr un cultivo más redituable.

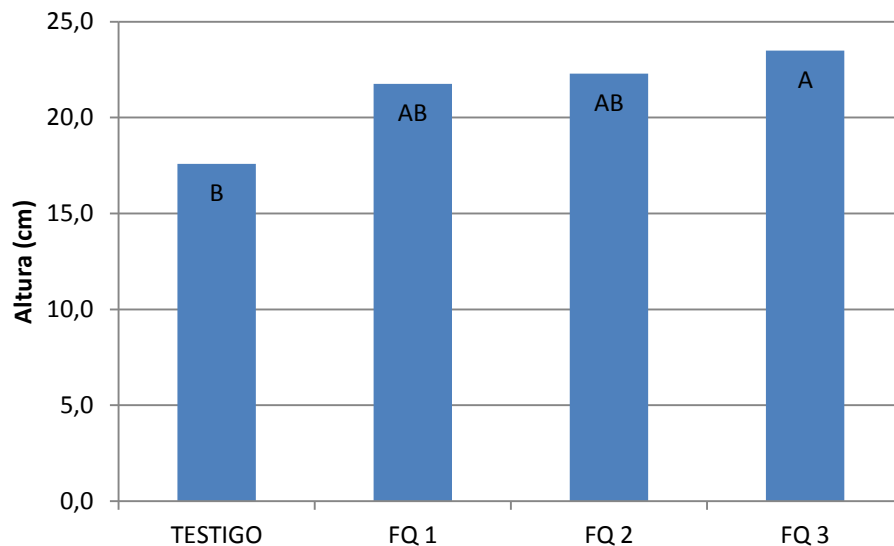


Fig. 4.2. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la altura de planta. FQ1=Fórmula química nivel bajo, FQ2=fórmula química nivel medio, FQ3=fórmula química nivel alto.

Para la interacción entre factores se encontró una respuesta estadística no significativa, que indica para esta variable un comportamiento independiente entre factores, el hecho de que se incrementen los niveles en uno de los factores y se incrementen los niveles en el otro factor, no necesariamente se aumentarían los valores para esta variable. Esto es en parte debido a que la acción quelatante de los fertilizantes organominerales sobre los elementos mayores que se ubican en el suelo, se obtiene una respuesta satisfactoria, aún y cuando estos sean aplicados a dosis bajas.

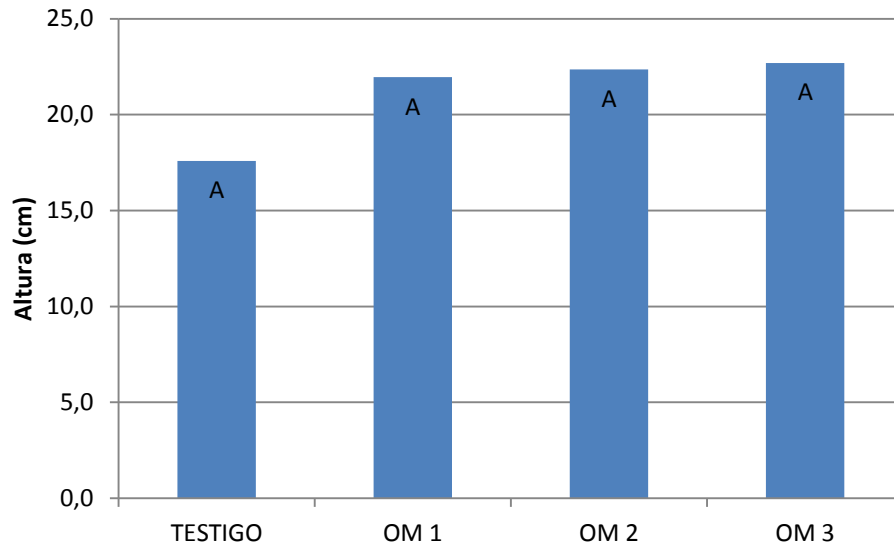


Fig. 4.3. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable altura de planta. OM1=Organominerales dosis baja, OM2=organominerales dosis media, OM3=organominerales dosis alta.

Para el factor A, uso de niveles de elementos mayores en la interpretación cuantitativa del análisis de suelo y recuperación con fertilizantes granulados se ubican tres niveles de significancia, el nivel B que corresponde al testigo, el nivel AB que corresponde al uso de niveles bajos y medios, los que son estadísticamente iguales entre estos y el nivel de significancia A que corresponde al uso de niveles altos de elementos mayores en el suelo. Sin embargo si se consideran aspectos económicos para la selección de los niveles de elementos mayores a manejar, es recomendable que se utilicen para la interpretación del análisis cuantitativo del suelo, los niveles mínimos de elementos mayores en el suelo.

En la comparación de tratamientos (Fig. 4.4), utilizados para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, se encontró que los mejores resultados en cuanto al incremento de altura, se obtienen utilizando niveles bajos o medios de fertilización granulada, adicionados con dosis bajas o medias de fertilización organomineral; caso

contrario es el que sucede con el uso de niveles altos de fertilización granulada, ya que se puede presentar una reducción de la altura, debido probablemente a una saturación de sales en el suelo.

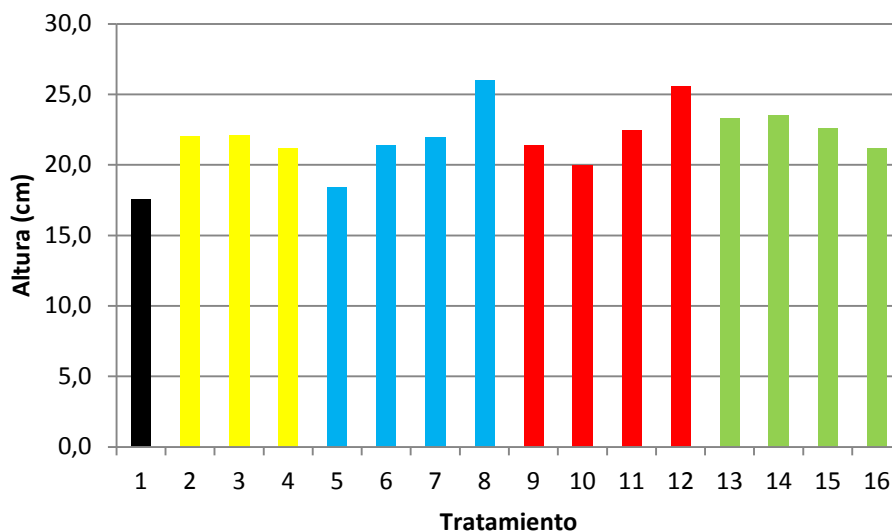


Fig. 4.4. Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable altura de planta.

Longitud de Raíz (cm)

La importancia de esta variable radica en el papel que juega esta durante el ciclo de la planta, es la encargada de proporcionar anclaje y soporte y por ende se encarga de la absorción de agua y nutrientes del suelo. En este caso, la raíz de cilantro es altamente ramificado, característica que le permite tener un absorción eficiente, sin riesgos de deshidratación, sin embargo, es una especie con grandes exigencias de agua.

Es recomendable tener un tamaño apropiado de raíz para asegurar un crecimiento de materia verde (biomasa), esto debido a que a medida que crece

la raíz se incrementa la cantidad de biomasa, producto de la actividad fotosintética, razón por la que surge la necesidad de medir y evaluar esta variable.

En el análisis de varianza encontramos una diferencia no significativa para bloques, lo que indica, que no se tiene un efecto entre el uso de fertilizantes organominerales y la recuperación de niveles nutritivos en el suelo con fertilizantes granulados, por lo tanto el suelo es considerado homogéneo. Sin embargo al obtener las diferencias porcentuales (Fig. 4.5), se encuentra que es prácticamente igual recuperar los niveles nutritivos del suelo con organominerales que con fertilizantes granulados, puesto que con un 15.85 % de incremento sobre el testigo para organominerales y un 15.83 % para granulados, la diferencia entre uno y otro es casi nula, manteniéndose muy cercanos a la longitud de raíz que presenta el testigo que es de 15.88 cm.

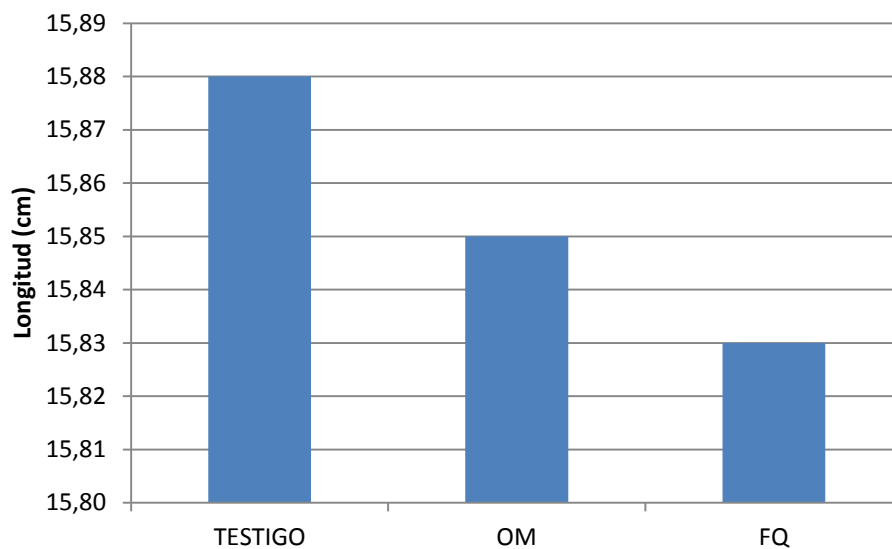


Fig. 4.5. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable longitud de raíz. OM=Organominerales, FQ=Fórmula química.

Para el factor A (niveles de elementos nutritivos en el suelo recuperados mediante el uso de fertilizantes granulados) (Fig. 4.6), se encontró que el empleo de niveles medios de elementos mayores en la interpretación cuantitativa del análisis, supera al testigo apenas con un 0.22 %, mientras que para los niveles altos y bajos se aprecia un decrecimiento en un 0.99 % y 0.12 % respectivamente.

Lo anterior coincide con Torres (1993) y del Ángel (1991), al mencionar que no encontraron diferencias significativas con la fertilización nitrogenada para la variable longitud de raíz.

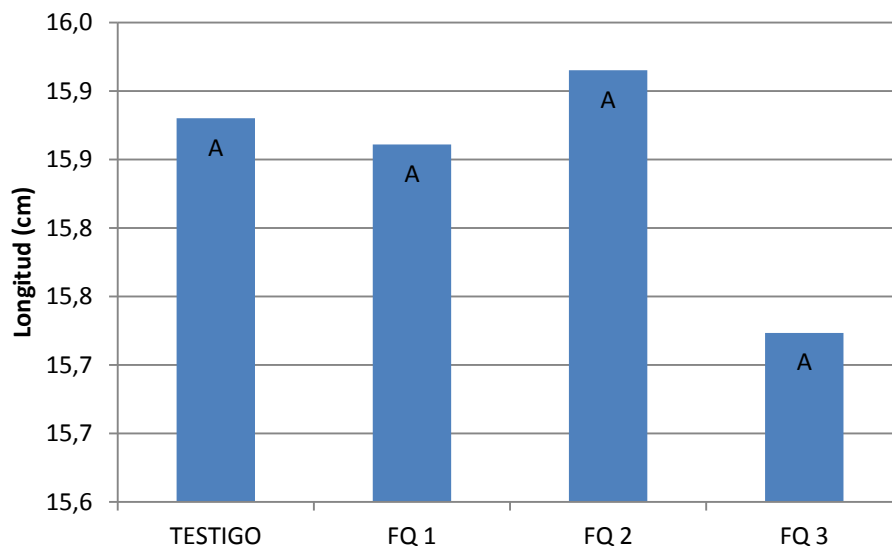


Fig. 4.6. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable longitud de raíz. FQ1=Fórmula química nivel bajo, FQ2=fórmula química nivel medio, FQ3=fórmula química nivel alto.

Para el factor B (recuperación de niveles con fertilizantes organominerales) (Fig. 4.7), se comprueba que con un 0.27 % de incremento en la longitud de raíz, la dosis alta de fertilizantes organominerales que corresponde a 0.81 cc/L supera a las dosis media con apenas un 0.14 % de diferencia sobre el testigo, sin embargo pueden apreciarse valores negativos en

las dosis bajas donde se presenta un decrecimiento del 0.99 % en comparación con el testigo; en este caso y 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 afectada la elongación de la raíz.

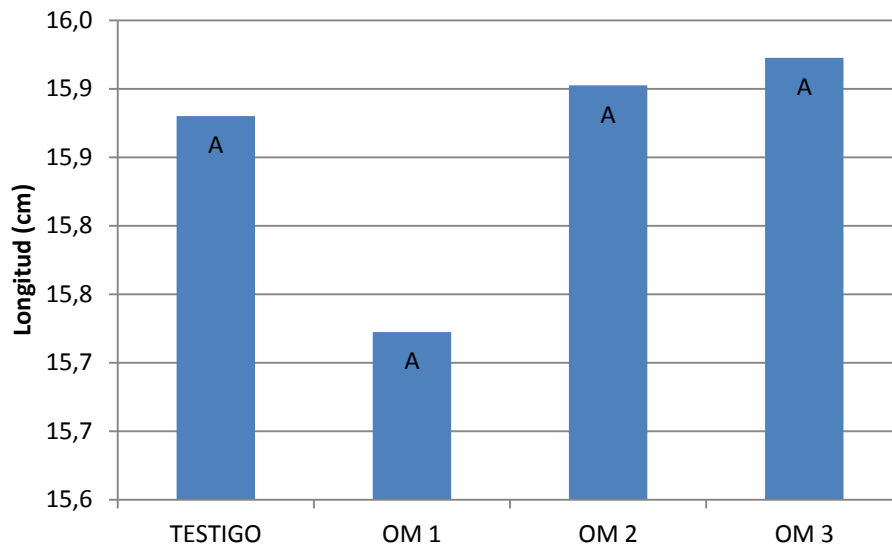


Fig. 4.7. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable longitud de raíz. OM1=Organominerales dosis baja, OM2=organominerales dosis media, OM3=organominerales dosis alta.

El no crecimiento de las raíces es una característica favorable, debido a que no tienen la necesidad de elongarse en la búsqueda de elementos nutritivos, ya que estos se encuentran disponibles en niveles adecuados y en algunos tratamientos, en niveles superiores a los requeridos, en consecuencia el consumo de energía es mínimo, lo que se traduce en un mayor crecimiento de la parte superior de la planta. Para muestra de esto, se presenta enseguida la gráfica de la comparación de medias por tratamiento (Fig. 4.8).

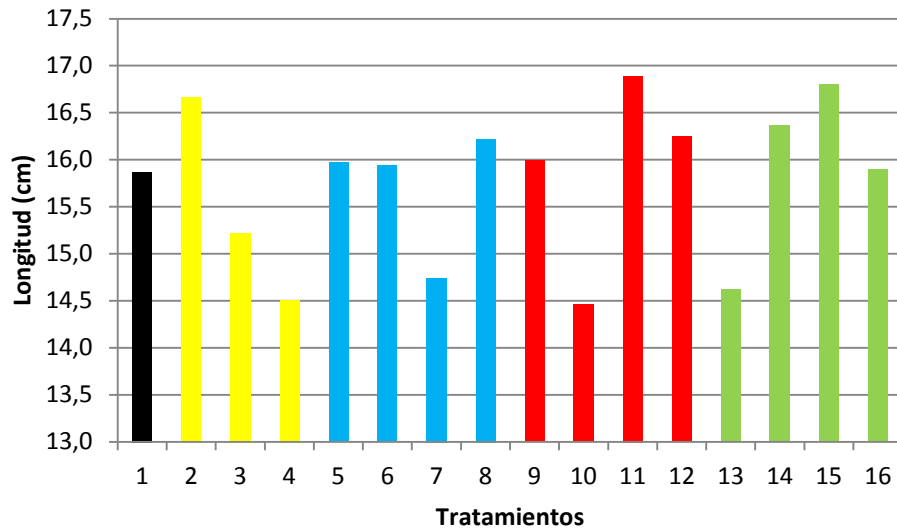


Fig. 4.8. Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable longitud de raíz.

Número de Foliolos por Planta

Una buena nutrición puede ser el punto clave para la generación de un número mayor de folíolos por cada peciolo, pero es importante considerar que muchas veces el número de folíolos está determinado por la genética de las variedades.

Es importante mencionar, que de acuerdo al número de hojas, el manojito comercial de cilantro aumentará o no de tamaño, lo cual se traduce en un mayor o menor rendimiento y por ende un incremento o disminución de utilidades, razón por la cual es pieza clave el cuidar esta variable. Debido a esto, el productor se ve en la necesidad de buscar alternativas que le ayuden a reflejar buenos resultados sin elevar sus costos de producción.

Al realizar el análisis de varianza se identificó para bloques, una diferencia estadística no significativa, que nos indica que el suelo se comportó homogéneo y que no hubo variación considerable entre bloques. Sin embargo al analizar las diferencias porcentuales entre los mismos (Fig. 4.9), se nota que recuperar los niveles nutritivos del suelo para de este modo aumentar el número de hojas por planta, puede lograrse ya sea empleando el uso de fertilizantes organominerales o empleando fertilizantes granulados, ya que la diferencia entre ellos es de tan solo un 2.21 %, quedando los fertilizantes granulados un 22.89 % por encima del testigo y superando a los organominerales que también superan al testigo pero con un 20.68 % no logrando superar a los granulados.

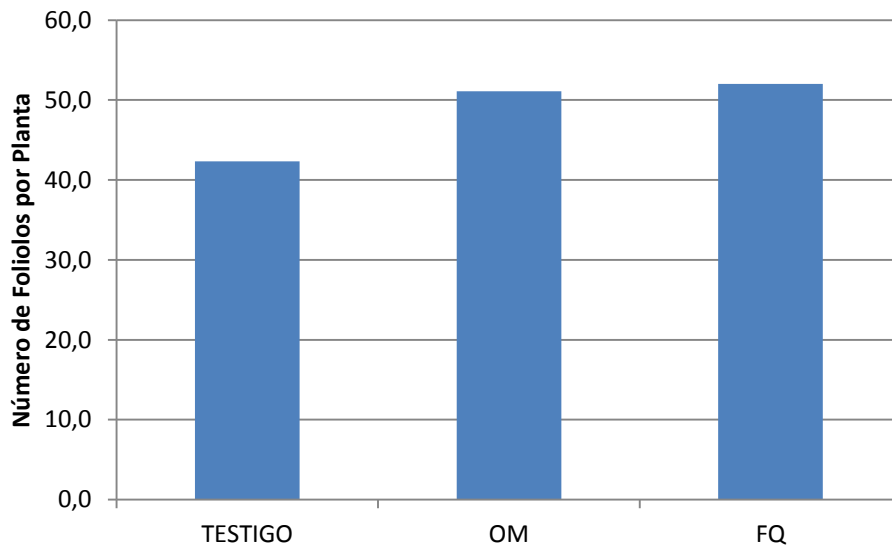


Fig. 4.9. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable número de foliolos por planta. OM=Organominerales, FQ=Fórmula química.

Para los niveles de elementos nutritivos en el suelo que se recuperaron con el uso de fertilizantes granulados (Fig. 4.10), se demuestra que lo recomendable para esta variable es el uso de niveles bajos de elementos mayores, para la interpretación cuantitativa de los análisis, el manejo de esta variable, el estos superan al testigo en un 28.50 %, los niveles altos se ubican

en segundo lugar con un 21.46 % y por último superando también al testigo pero con un valor de 18.71 % se encuentran los niveles medios; probablemente este efecto se debió a una posible saturación de sales en el suelo, o bien una alta disponibilidad de elementos mayores, con la consecuente intoxicación de las plantas.

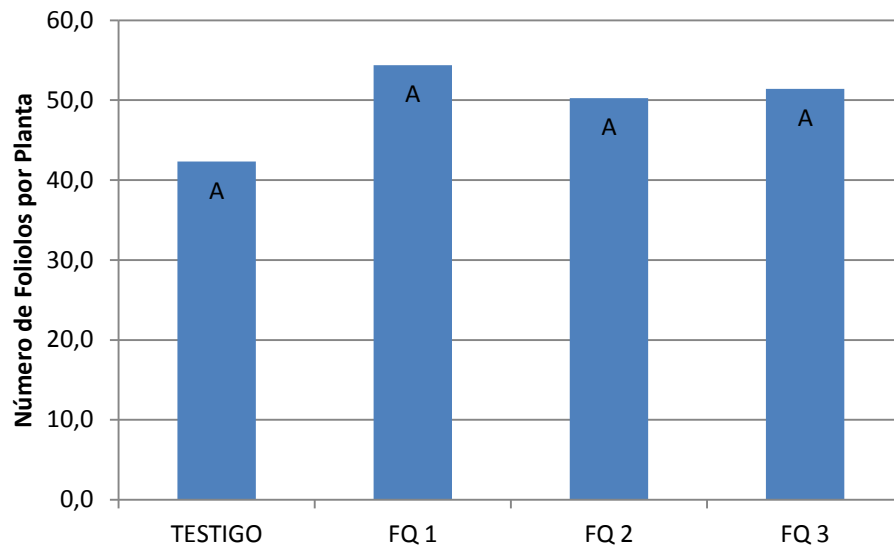


Fig. 4.10. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable número de foliolos por planta. FQ1=Fórmula química nivel bajo, FQ2=fórmula química nivel medio, FQ3=fórmula química nivel alto.

Dávila en el 2010, afirma que durante la producción de cilantro la urea desbiuretizada trabaja mejor en forma foliar para el aumento de número de hojas, esto demuestra que la nutrición sin agentes dañinos, como es el biuret son satisfactorias, siempre que se manejen en niveles adecuados.

Comparando los niveles de fertilizantes organominerales empleados (Fig. 4.11), sucede que la dosis uno, correspondiente a 0.27 cc/L es la que arroja los mejores resultados, superando al testigo en un 21.86 %, mientras que la dosis 2 de 0.54 cc/L sobrepasa al mismo en un 20.35 %, dejando por debajo a la dosis 3 de 0.81 cc/L con un valor de 19.83 %; en general se establece que al

incrementar la dosis se disminuye el número de hojas por planta. Con respecto a esto Arellano (1993), cita trabajando con cilantro, que no se encontró significancia alguna en la aplicación de ácidos húmicos para la variable de número de hojas, lo que coincide con los resultados obtenidos en esta investigación, atribuyendo la no significancia a que los ácidos húmicos generan sustancias tóxicas o provocan desbalances metabólicos que no dejan ver la expresión de su respuesta, conclusión con la que no concordamos, ya que los humatos cumplen una acción quelatante de cationes y/o aniones que los ponen disponibles, provocando a las plantas problemas con toxicidad.

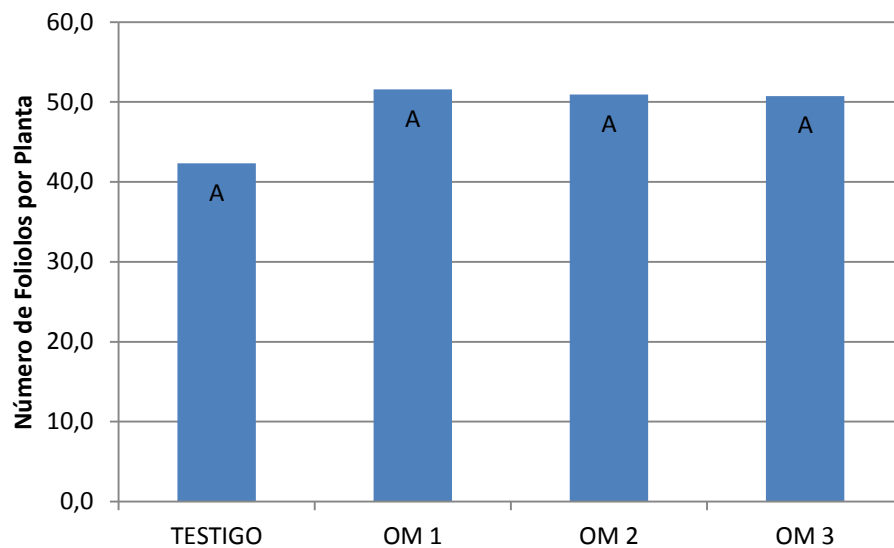


Fig. 4.11. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable número de foliolos por planta. OM1=Organominerales dosis baja, OM2=organominerales dosis media, OM3=organominerales dosis alta.

En la prueba de comparación de medias (Fig. 4.12), se encontró que la mejor respuesta para el aumento de número de foliolos por planta se obtiene utilizando niveles bajos y medios de fertilización granulada complementados con niveles bajos y medios de fertilización organomineral.

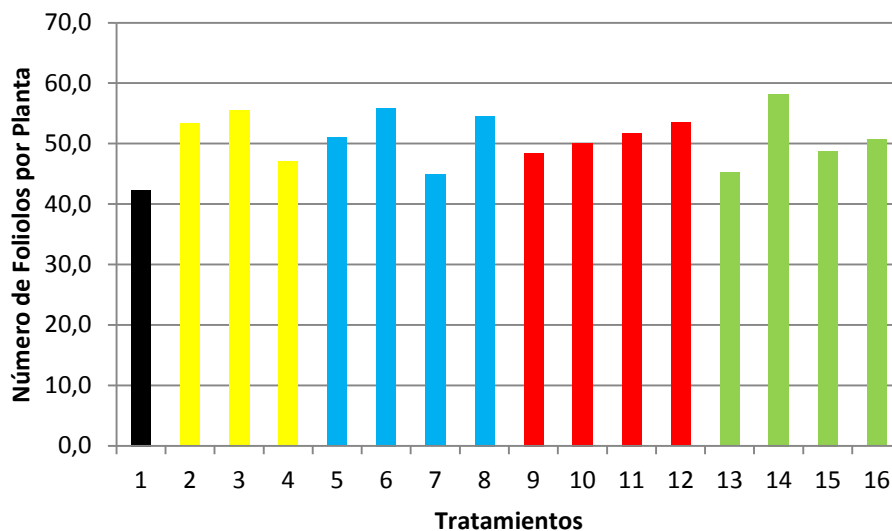


Fig. 4.12. Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable número de foliolos por planta.

Rendimiento (t/ha)

La importancia de interpretar el rendimiento de cilantro, radica en que de manera directa refleja la acumulación de biomasa, producto de una alta tasa fotosintética, misma que es el resultado de la interacción de factores diversos, entre ellos y uno de los más importantes es la nutrición.

Para favorecer el máximo rendimiento de este cultivo, que es el objetivo principal de todo productor, es importante mantener un suelo en buenas condiciones, barbecho limpio, evitando con esto la proliferación de malas hierbas y favoreciendo la acumulación de agua en el suelo y la descomposición de la materia orgánica.

Al interpretar los resultados de la variable para la fuente de variación de bloques no se encontró una respuesta estadística significativa, lo mismo que en el uso de los diferentes niveles satisfechos con fertilizantes organominerales así como en la recuperación de los niveles nutritivos presentes en el suelo alcanzados con el uso de fertilizantes granulados, la no significancia en bloques nos indica que en el área experimental no se obtuvo efecto de bloques, razón por la que se considera uniforme. Tomando en cuenta el análisis de diferencias porcentuales entre los mismos (Fig. 4.13), se encontró que, satisfacer los niveles nutritivos con fertilización organomineral arroja un 10.59 % de incremento por encima del testigo, mientras que, cuando la recuperación de los niveles de elementos mayores en el suelo se hizo con fertilizantes granulados se eleva en un 16.40 %, superando en un 5.81 % al uso de los organominerales.

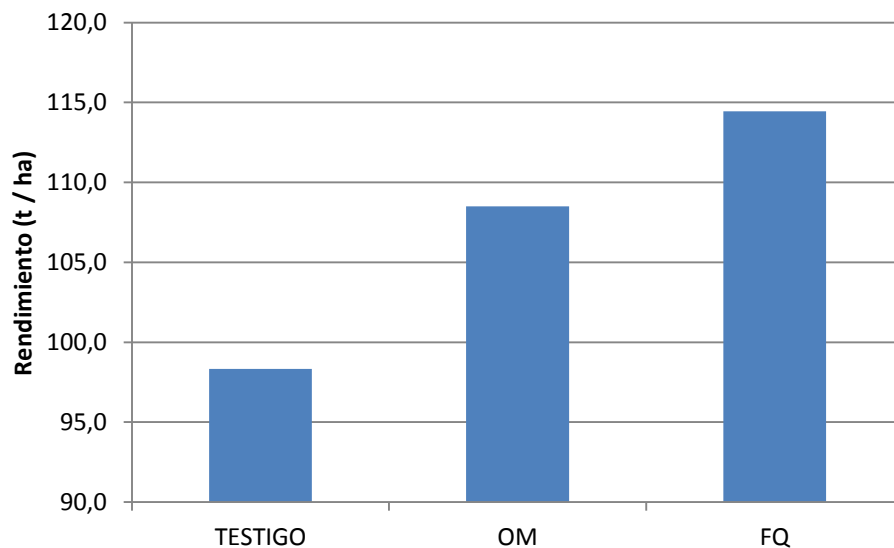


Fig. 4.13. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable rendimiento por hectárea. OM=Organominerales, FQ=Fórmula química.

Para la evaluación del factor A (niveles de elementos nutritivos en el suelo recuperados con la aplicación de fertilizantes granulados) (Fig. 4.14) y

contrario a lo que sucede con la fertilización organomineral, los mejores resultados se obtienen con el uso de niveles altos de elementos mayores, puesto que superan al testigo en un 20.80 %, pasando por encima del nivel bajo y medio con incrementos de 11.87 % y 16.52 % respectivamente. Esto coincide con lo que cita (Martinetti y Paganini, 2006) que a dosis altas de fertilizantes mineral se obtiene una mejor respuesta en el rendimiento y peso de frutos de calabacita, sin embargo, resulta poco factible, cuando se hace una consideración económica, ya que resulta poco redituable, además de nada sustentable, por el impacto negativo al suelo y en consecuencia al ambiente.

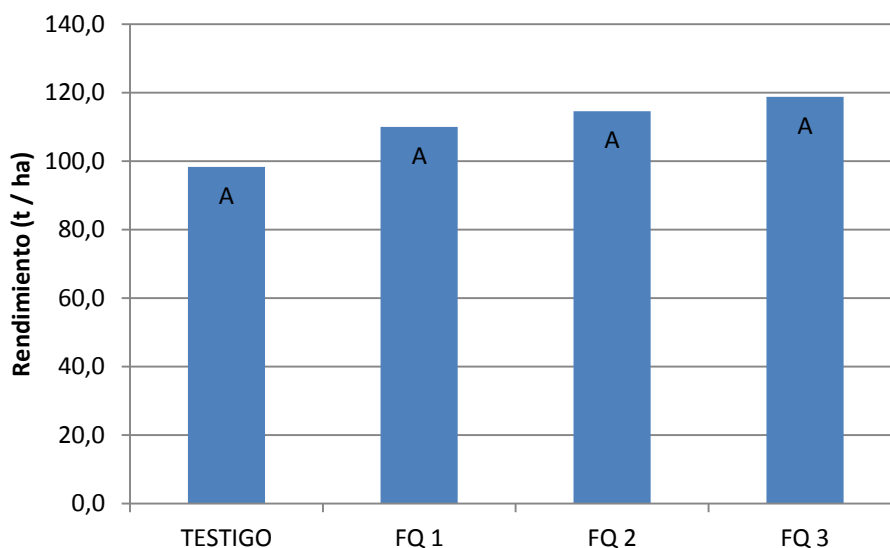


Fig. 4.14. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable rendimiento por hectárea. FQ1=Fórmula química nivel bajo, FQ2=fórmula química nivel medio, FQ3=fórmula química nivel alto.

Como resultado de estudio del factor B (dosis de fertilizantes organominerales para recuperar la fertilidad) (Fig. 4.15) se encontró un incremento del 22.88 % cuando se utilizó la dosis uno de 0.27 cc/L, superando en forma notable al testigo, caso contrario a lo que sucedió con la dosis de 0.54 cc/L que decrece en un 0.84 %, con respecto a la dosis baja de organomineral, finalmente la dosis tres de 0.81 c/L presenta un incremento no tan satisfactorio

como el obtenido con la aplicación de la dosis uno pero si superior en un 8.90 % sobre el testigo, con base en estos resultados se puede recomendar, el empleo de dosis bajas de fertilizantes organominerales, que son más económicas y de fácil manejo. Las respuestas de rendimiento, concuerdan con Castellanos (1980), quien menciona que el estiércol incrementó la producción de sorgo para grano, sin embargo, dosis excesivamente altas disminuyen el crecimiento y producción; por el contrario, Valdez (2008) cita que cuando se utilizaron fertilizantes organominerales, se obtuvieron mejores plantas, conforme se incrementaba la dosis en el cultivo de nochebuena, hasta un nivel de 1 cc/planta/semana, disueltos en 250 cc de agua.

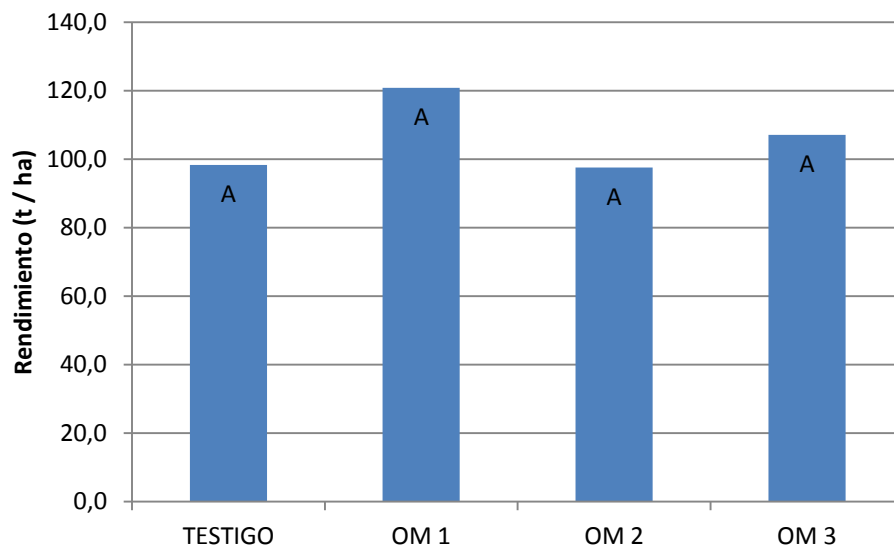


Fig. 4.15. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable rendimiento por hectárea. OM1=Organominerales dosis baja, OM2=organominerales dosis media, OM3=organominerales dosis alta.

Respecto a la interacción entre factores, no se encontraron respuestas estadísticas significativas, lo que indica un comportamiento independiente entre factores e indica que la respuesta no está en función del aumento de ninguno de los niveles de fertilización. Sin embargo analizando la comparación de medias (Fig. 4.16) se encontró que el tratamiento que reporta la mejor

respuesta es el tratamiento ocho, que corresponde al manejo de niveles bajos de elementos mayores, suministrados con dosis bajas de fertilizantes granulados, mas dosis altas de fertilizantes organominerales, esto puede ser explicado con la disponibilidad de los elementos mayores al ser quelatados por los componentes organominerales y los elementos mayores que estos aportan.

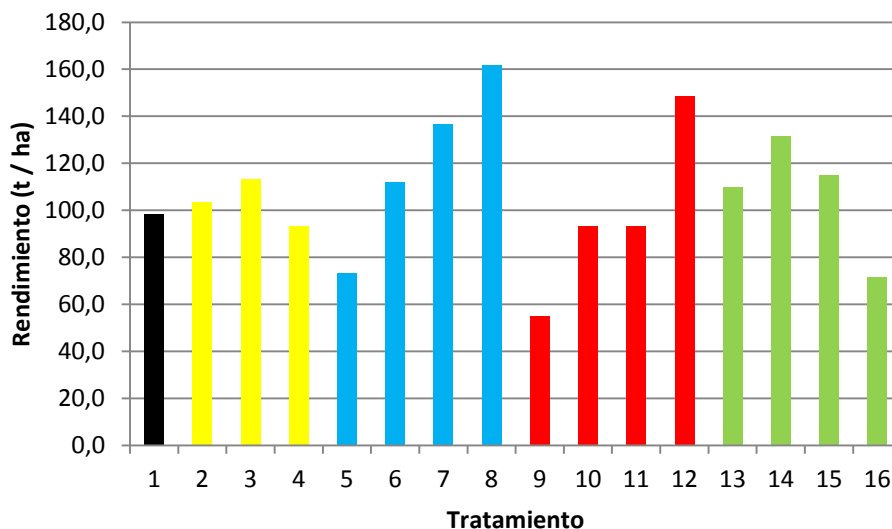


Fig. 4.16. Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable rendimiento por hectárea.

Peso Fresco de Planta (g)

Esta variable es sin duda una de las importantes para el productor, debido a que en base a esta puede determinarse el rendimiento, entre más peso se obtenga mayor será el rendimiento y por ende mayores los ingresos.

El análisis estadístico, reporta una respuesta no significativa para el uso de fertilizantes organominerales, lo mismo que la recuperación de niveles nutritivos en el suelo con el uso de fertilizantes granulados y la interacción entre factores. Haciendo una interpretación porcentual (Fig. 7.17), se encontró que el

empleo de fertilizantes granulados para la recuperación de niveles nutritivos en el suelo, supera al testigo en un 59.19 % mientras que con el uso de fertilizantes organominerales es de un 52.17 %, sin embargo con base en estos datos, se puede decir que hasta cierto punto la respuesta es un tanto semejante y valdría la pena considerar el uso de organominerales como una de las principales alternativas de nutrición, debido al bajo costo y consecuencias favorables sobre el suelo con el uso de estas.

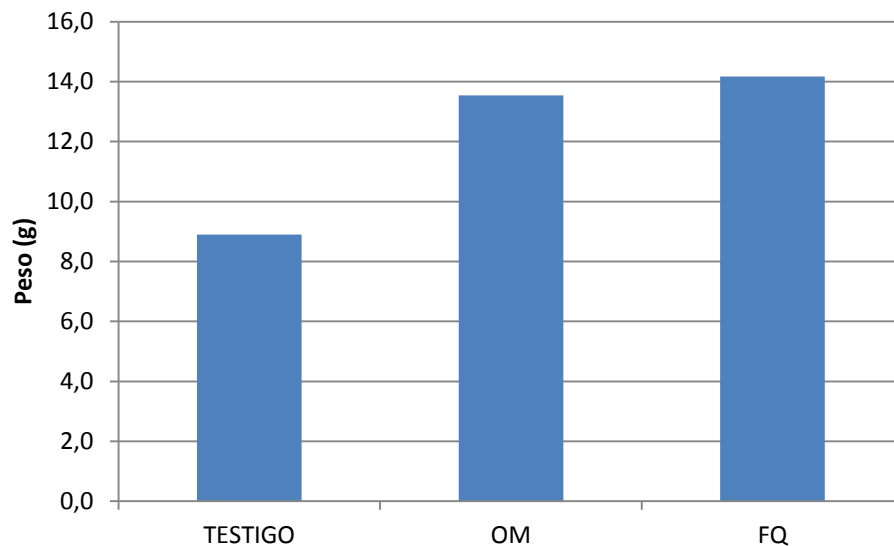


Fig. 4.17. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable peso fresco de planta. OM=Organominerales, FQ=Fórmula química.

Al evaluar los niveles de elementos nutritivos en el suelo, recuperados con la aplicación de fertilizantes granulados (Fig. 4.18), encontramos en primer lugar, que el empleo de niveles altos de elementos mayores, superan al testigo en un 76.74 %, dejando con una diferencia un tanto amplia al nivel bajo que se ubica en segundo lugar con un valor de 53.64 %, por último y en tercer sitio aparecen los niveles medios con un incremento de un 47.20 % para esta variable.

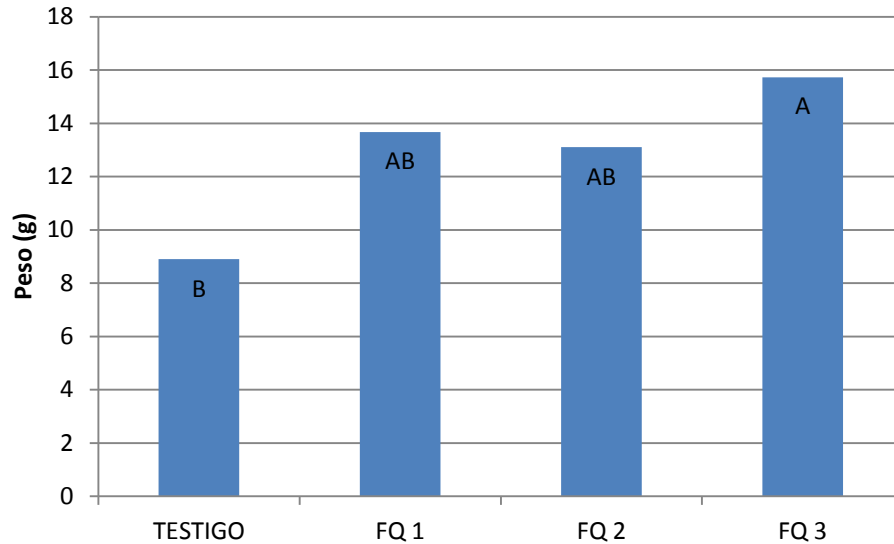


Fig. 4.18. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable peso fresco de planta. FQ1=Fórmula química nivel bajo, FQ2=fórmula química nivel medio, FQ3=fórmula química nivel alto.

Para el factor A, uso de niveles de elementos mayores en el suelo recuperados con fertilizantes granulados se distinguen tres niveles de significancia, el B que corresponde al testigo, el nivel AB para el uso de niveles bajos y medios que son iguales estadísticamente y el nivel A para el uso de niveles altos de elementos mayores. Sin embargo, si lo que se pretende es hacer un uso eficiente de recursos, lo más viable sería optar por el uso de niveles bajos que comparados con el testigo elevan ampliamente el incremento del peso fresco de la planta y por lo tanto influyen en el rendimiento del cultivo.

Para los niveles de fertilizantes organominerales empleados (Fig. 4.19), se encontró que aplicando de 0.54 cc/L se puede superar al testigo hasta en un 62.30 %, lo que representa un incremento en el peso fresco de la planta de 8.90 g hasta los 14.44 g, mientras que con el uso de dosis bajas y altas, el porcentaje de incremento de peso fresco en la planta es de un 44.42 % y 49.80 % respectivamente. Esto demuestra una vez más la eficiencia del uso de dosis bajas o medias de fertilizante Organomineral. Esto coincide, a lo citado por

Hernández (2008), quien trabajo con tomate y 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.

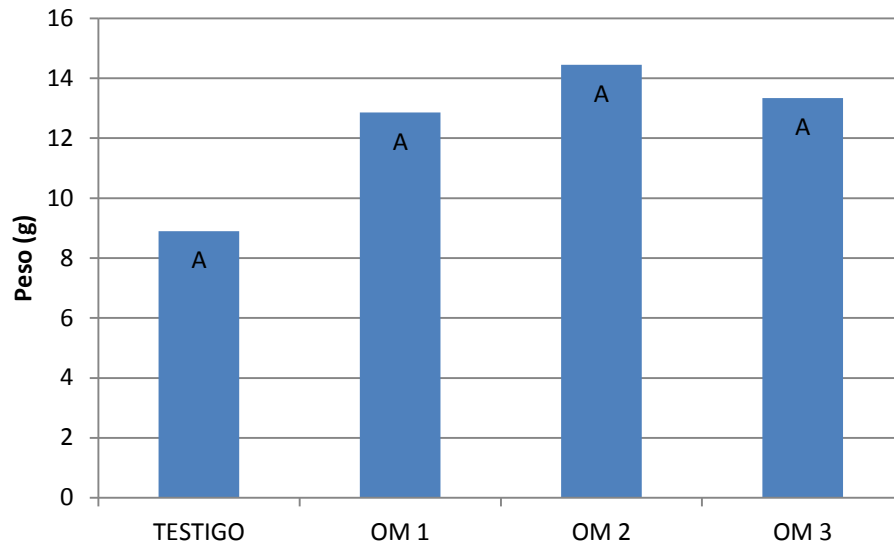


Fig. 4.19. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable peso fresco de planta. OM1=Organominerales dosis baja, OM2=organominerales dosis media, OM3=organominerales dosis alta.

En la comparación de tratamientos (Fig. 4.20) utilizados para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, se encontró que para lograr un incremento de peso fresco, que nos dé como resultado un aumento en rendimiento, basta utilizar únicamente fertilizantes organominerales a cualquier dosis, pues aún sin ser combinados con fertilizantes granulados logran superar al testigo, esto se traduce en un ahorro para el productor, sin embargo le da la posibilidad de elevar sus niveles de producción por hectárea.

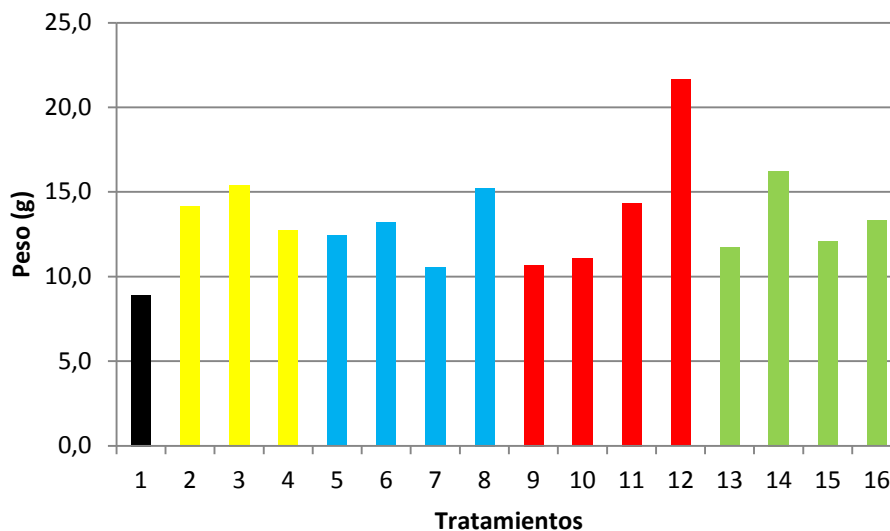


Fig. 4.20. Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable peso fresco de planta.

Peso Seco de Planta (g)

Dentro de la lista de caracteres, que mayor influencia ejercen sobre esta variable de gran importancia, podemos encontrar al número de hojas y la altura de la planta, incluso el diámetro de tallo también juega un papel muy importante; al evaluar esta variable se pretende estimar el contenido de humedad contenido en la planta, tomando en cuenta que es una de las técnicas más viables y sencillas de realizar, debido a que no requiere ser evaluada de manera inmediata, ya que el cilantro, también se utiliza en su forma deshidratada a pesar de que en el proceso industrial pierde parte del aroma.

Se encontró que no existe respuesta significativa entre el uso de niveles de fertilizantes organominerales y niveles de fertilizantes granulados y su interacción entre factores, por lo cual se concluye que el área experimental es uniforme. La mejor respuesta obtenida como producto de un análisis porcentual

(Fig. 4.21), nos la arroja el uso de fertilizantes granulados que es superior al testigo un 48.40 % mientras que el uso de fertilización Organomineral se queda en un 42 %, sin embargo podemos notar que el intervalo es muy pequeño, por lo cual sería muy semejante intentar recuperar los niveles nutritivos del suelo ya sea con fertilización Organomineral o granulada, pero si lo que se desea es una disminución de costos, la opción idónea sería inclinarse por el uso de la fertilización Organomineral.

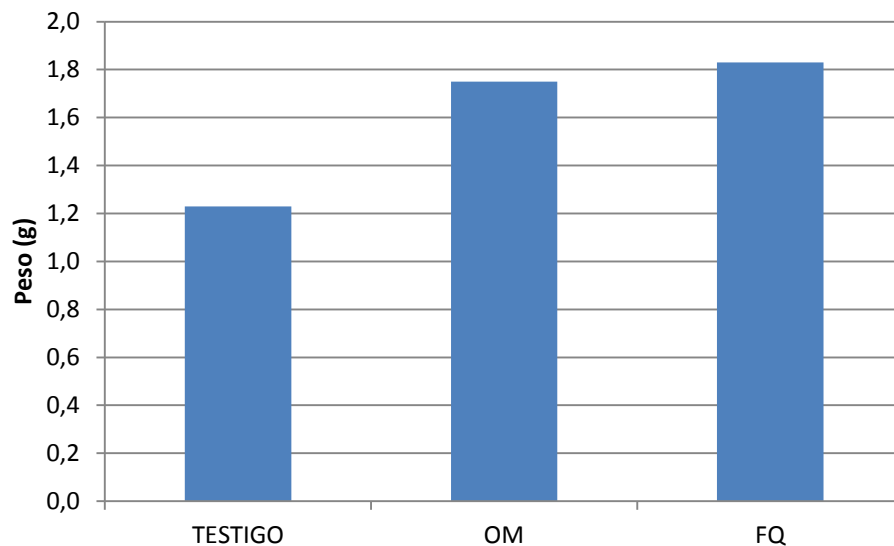


Fig. 4.21. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable peso seco de planta. OM=Organominerales, FQ=Fórmula química.

Para el factor A (uso de fertilizantes minerales granulados) (Fig. 4.22), se reporta una respuesta altamente significativa en comparación con el testigo que presenta un peso seco promedio de 1.23 g por planta, este resultado nos indica la influencia de este tipo de fertilización sobre la variable de peso seco de planta; el uso de fertilizante granulado en su dosis más alta supera al testigo en un 68 %, mientras que al hacer uso de dosis bajas se supera también al testigo pero en un menor porcentaje, en este caso solo en un 41.73 %, incremento que

sirve para dejar atrás a las dosis medias por un 6.36 % ya que el incremento de estas se reporta en un 35.37 %.

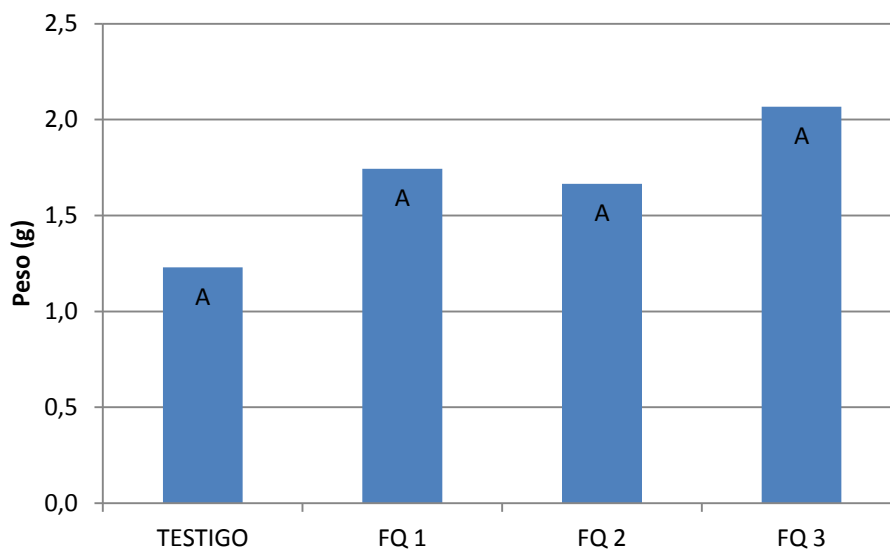


Fig. 4.22. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable peso seco de planta. FQ1=Fórmula química nivel bajo, FQ2=fórmula química nivel medio, FQ3=fórmula química nivel alto.

En este caso se difiere de lo que dice Tang (1996) quien encontró que el peso seco de *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo y de *Vigna luteola* cv. Dalrymple es semejante en ausencia y presencia de niveles de nitrógeno.

Para el factor B (uso de fertilizantes organominerales) (Fig. 4.23), podemos optar por el uso de dosis medias, ya que estas alcanzan un incremento del 49.93 % en comparación con el testigo, sin embargo podemos notar que para esta variable el uso de dosis bajas o altas sería muy semejante para lograr la recuperación de los niveles nutritivos del suelo puesto que con un 39.63 % las dosis altas superan al testigo, lo mismo que sucede con dosis bajas que quedan por debajo de las anteriores con un incremento del 36.38 %.

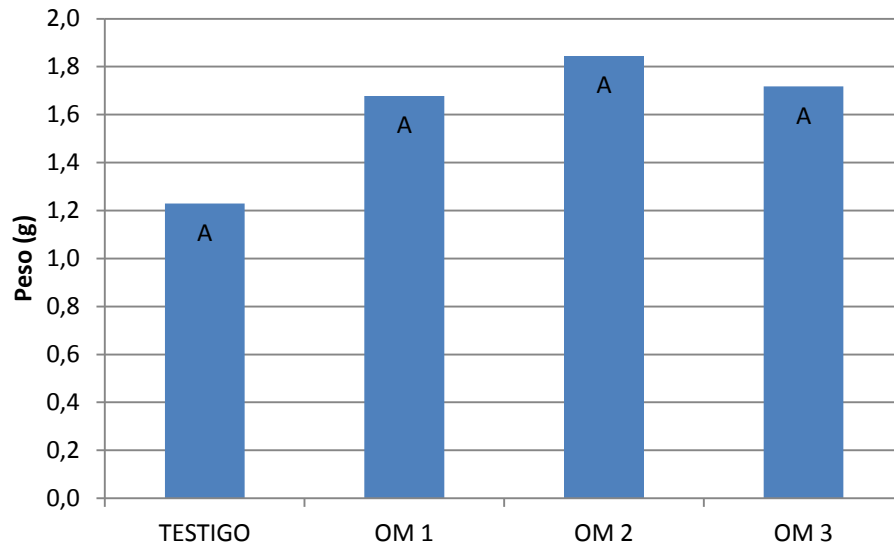


Fig. 4.23. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable peso seco de planta. OM1=Organominerales dosis baja, OM2=organominerales dosis media, OM3=organominerales dosis alta.

En la comparación de medias por tratamiento (Fig. 4.24), se muestra que para superar al testigo, es suficiente el uso de fertilizantes organominerales a dosis bajas o medias sin necesidad de hacer uso de fertilización granulada.

Esto se puede observar en los resultados arrojados por los tratamientos dos y tres, contrario a estos resultados se observa que con el uso de dosis bajas de fertilizantes granulados asociados con fertilización organomineral en cualquier dosis se presenta una disminución de pesos.

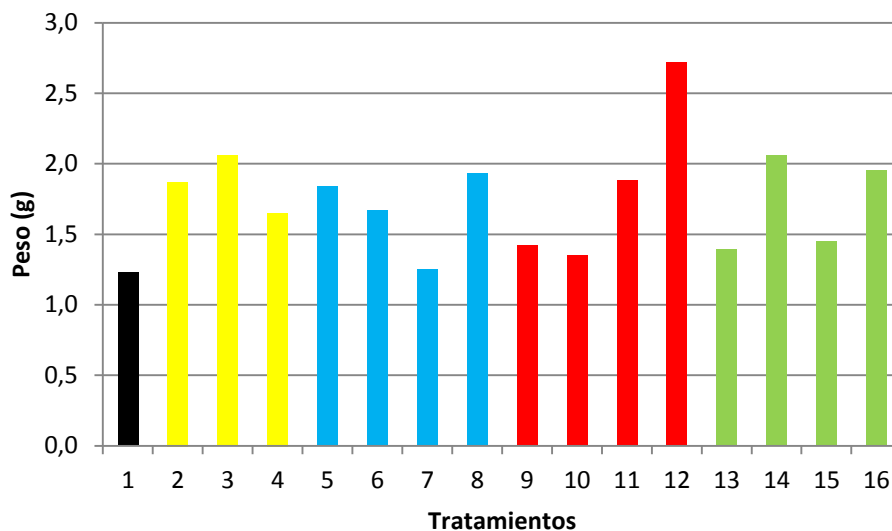


Fig. 4.24.- Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable peso seco de planta.

Peso Fresco de Raíz (g)

Debido al papel que juega la raíz en el cultivo de cilantro, surge la inquietud de evaluar el incremento del peso de la misma, pues como ya sabemos esta se encarga de la síntesis y absorción de nutrientes, de la absorción de agua y del anclaje de la planta. Hay que recordar que mediante este órgano la planta absorbe la cantidad necesaria de alimento que más adelante se traducirá en un incremento del tamaño de la planta y por consiguiente nos llevara a elevar los rendimientos del cultivo.

Al comparar los niveles de fertilización Organomineral contra los niveles de fertilización granulada (Fig. 4.25), utilizados para la recuperación de elementos nutritivos del suelo, se obtuvo una respuesta semejante entre los mismos, los dos superan al testigo pero la diferencia entre ellos es de tan solo

un 0.9 % quedando por debajo la fertilización Organomineral con un 19.30 % superior al testigo.

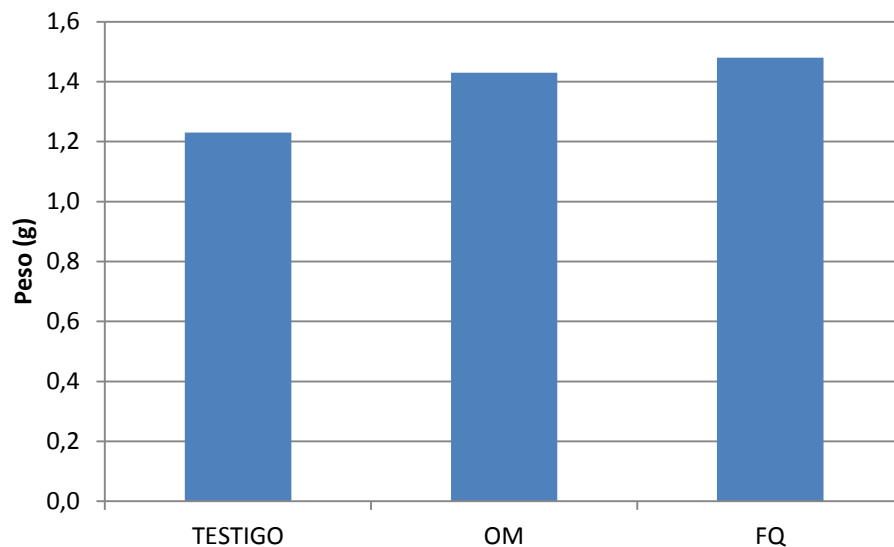


Fig. 4.25. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable peso fresco de raíz. OM=Organominerales, FQ=Fórmula química.

Si se comparan los niveles de fertilización granulada (Fig. 4.26), podremos notar que los mejores resultados se obtienen con el uso de dosis altas, mismas que superan al testigo en un 31.10 % y elevan el peso fresco de la raíz de 1.23 gramos hasta los 1.4033 gramos, sin embargo tanto para dosis medias como bajas se establece un intervalo de diferencia de un 9.55 %, pues mientras las dosis medias se quedan en un 9.96 % sobre el testigo, las dosis bajas son superiores al presentar un incremento del 19.51 %.

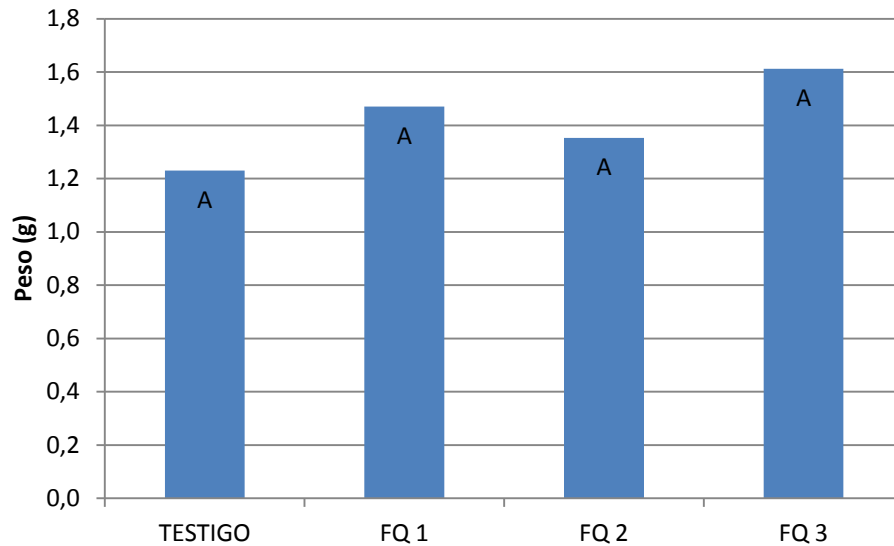


Fig. 4.26. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable peso fresco de raíz. FQ1=Fórmula química nivel bajo, FQ2=fórmula química nivel medio, FQ3=fórmula química nivel alto.

Cuando se analizaron los niveles de fertilización Organomineral (Fig. 4.27), se observó que los mejores resultados fueron obtenidos gracias a la aplicación de dosis de 0.81 cc/L que corresponden a un nivel alto de fertilización presentando un incremento del 23.31 % sobre el testigo, utilizando la dosis de 0.54 cc/L se supera al testigo en un 22.02 % y con dosis bajas se alcanza un nivel de incremento del 12.54 %, 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.

Respecto a la interacción de los factores no se encontraron respuestas estadísticas significativas, lo cual puede interpretarse como que la respuesta de la planta no está en función del incremento de algún nivel de fertilización.

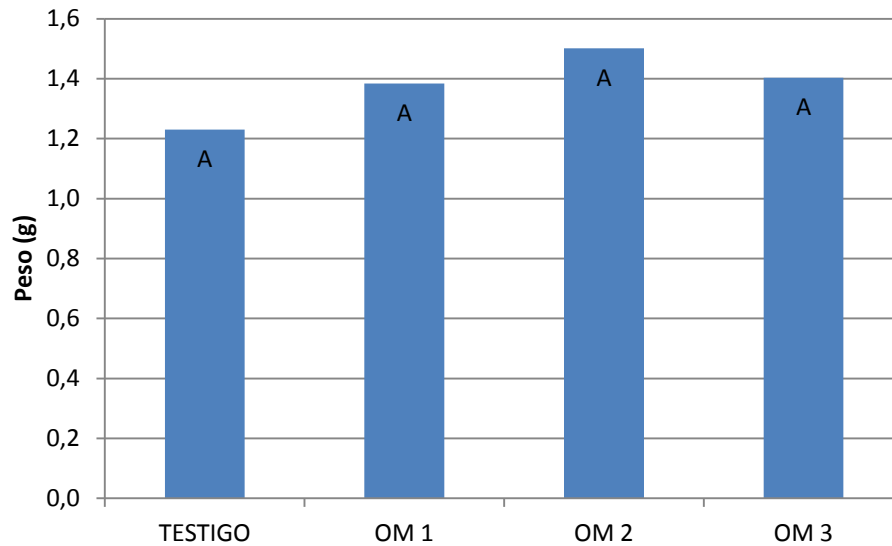


Fig. 4.27. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable peso fresco de raíz. OM1=Organominerales dosis baja, OM2=organominerales dosis media, OM3=organominerales dosis alta.

Sin embargo si se toman en cuenta las medias de los tratamientos (Fig. 4.28), se demuestra que la combinación de dosis medias de organominerales y altas de fertilizantes granulados nos brindan la posibilidad de aumentar el peso de raíz que no es más que el resultado del crecimiento de la misma gracias a la buena asimilación y aprovechamiento de los nutrientes que se han puesto disponibles en el suelo.

Estos resultados quedan claramente expuestos en la expresión de los tratamientos dos y tres, que logran superar al testigo, resultados similares se observan con el uso de dosis bajas de fertilización granulada, pero al aumentar las dosis de fertilizantes organominerales utilizados como complementos, los pesos van en descenso en comparación con el testigo.

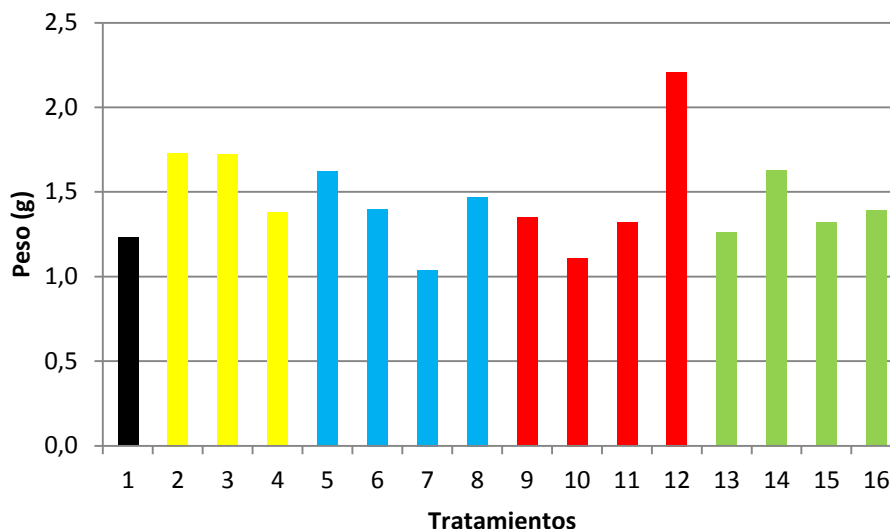


Fig. 4.28. Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable peso fresco de raíz.

Peso Seco de Raíz (g)

Es una variable importante ya que nos permite descubrir en función de que factor se determina el tamaño de la raíz la cual nos permitirá un mejor desarrollo de la planta, por otro lado podremos saber si la cantidad de humedad antes contenida en la raíz depende de la variación de los niveles de fertilización.

Al analizar los resultados se encontró una diferencia no significativa entre los niveles de fertilización Organomineral contra la recuperación de los niveles nutritivos en el suelo mediante el uso de fertilizantes granulados (Fig. 4.29), con un 20.98 % se hace más eficiente el uso de fertilizantes granulados ya que además de superar al testigo, supera también al uso de fertilizantes organominerales que superan al testigo en un 17 %, sin embargo esto no es suficiente para inclinarse por el uso de los mismos, debido a que en cuestión de

costos se refiere, los organominerales son superiores pues el costo de los mismos es mínimo.

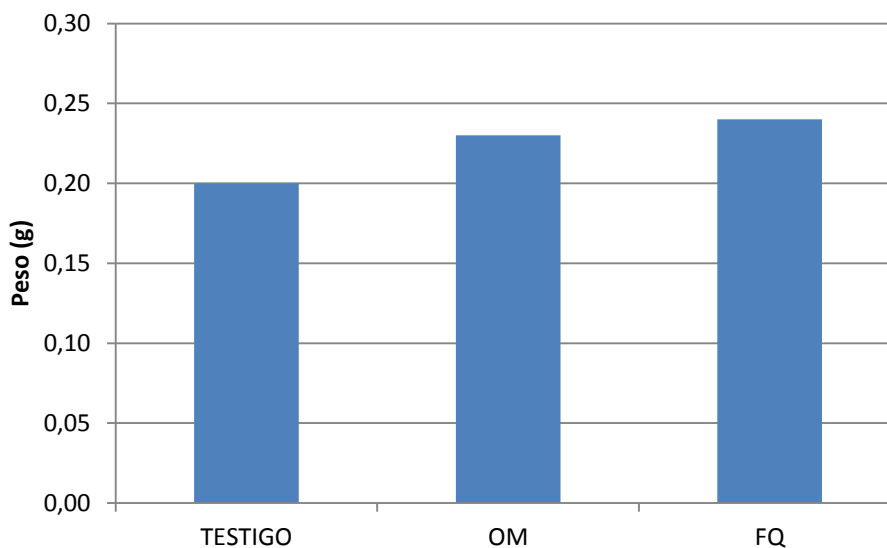


Fig. 4.29. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos mayores con fertilizantes organominerales y granulados, para la variable peso seco de raíz. OM=Organominerales, FQ=Fórmula química.

En el factor A (niveles de elementos nutritivos en el suelo recuperados mediante el uso de fertilizantes granulados) (Fig. 4.30), observamos que apoyados del uso de dosis altas de fertilizantes granulados logramos superar al testigo en un 27.92 %, con niveles bajos se obtiene un incremento del 23.34 % mientras que con el uso de niveles medios apenas y se logra alcanzar un 8.80 % de incremento por arriba del testigo.

Para el factor B (uso de fertilizantes organominerales) (Fig. 4.31), se deduce que es factible el uso de cualquiera de los tres niveles de fertilización puesto que la diferencia entre ellos es muy pequeña, comparado con el testigo el uso de niveles medios de fertilización es el más factible para su uso debido a que logra un aumento del 22.09 %, seguido de esto encontramos a los niveles

bajos con un 16.67 % de superioridad sobre el testigo y por último aparecen los niveles altos con un 12.09 % que le sirva para superar al testigo.

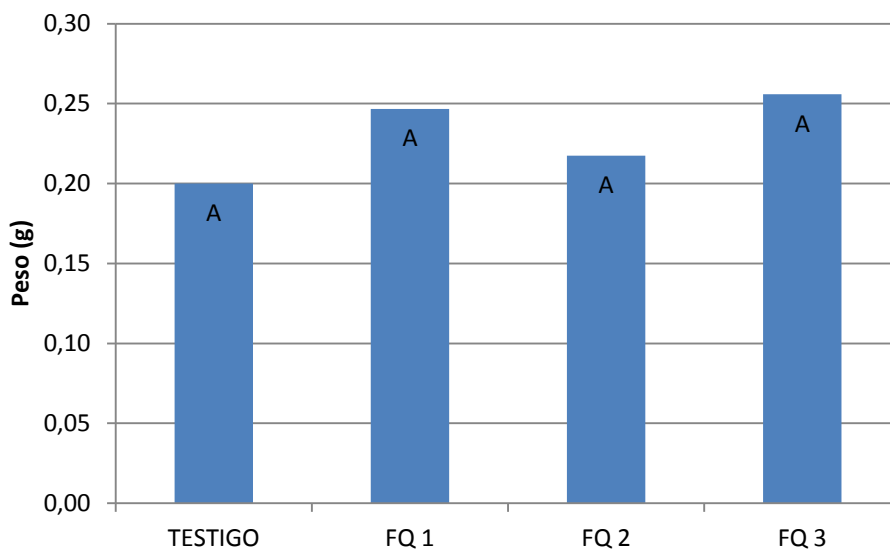


Fig. 4.30. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes granulados, para la variable peso seco de raíz. FQ1=Fórmula química nivel bajo, FQ2=fórmula química nivel medio, FQ3=fórmula química nivel alto.

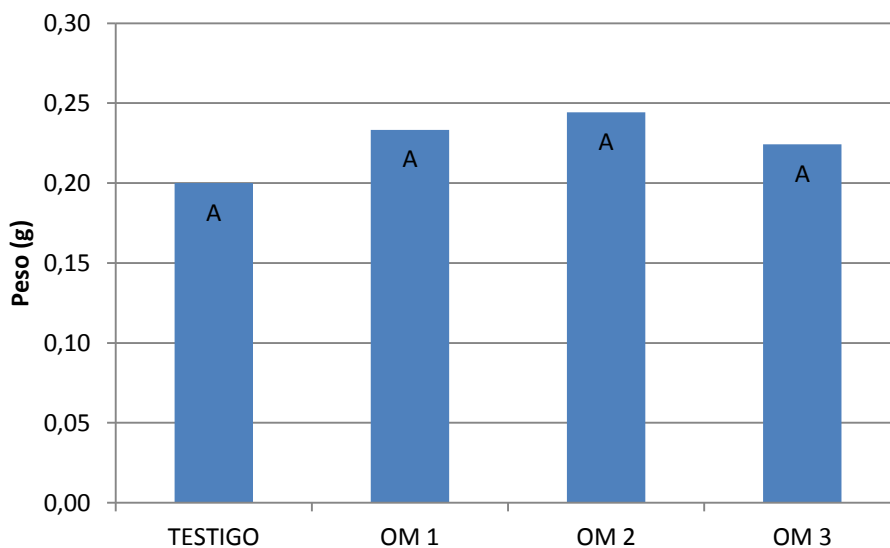


Fig. 4.31. Respuesta del cilantro, a la recuperación de elementos nutritivos mayores en el suelo, mediante el uso de fertilizantes organominerales, para la variable peso seco de raíz. OM1=Organominerales dosis baja, OM2=organominerales dosis media, OM3=organominerales dosis alta.

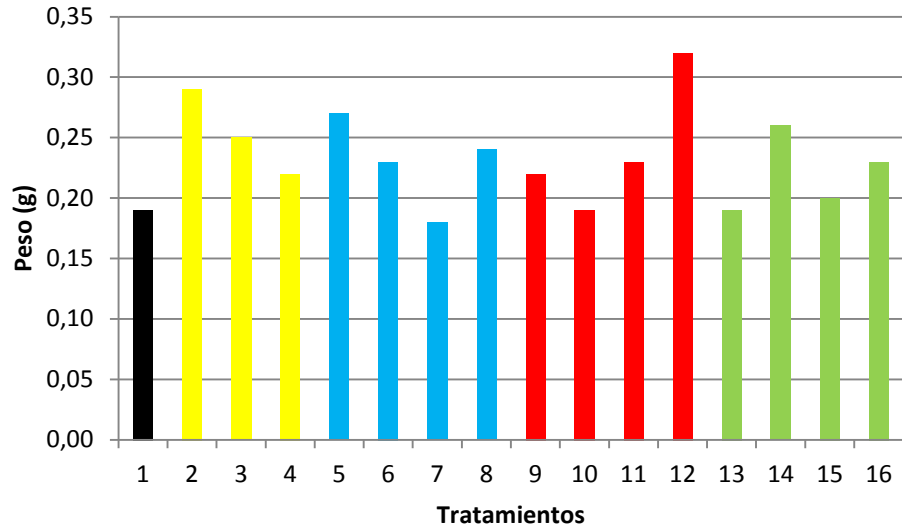


Fig. 4.32. Comparación de los tratamientos utilizados en cilantro, para la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo, para la variable peso seco de raíz.

V. CONCLUSIONES

El uso de niveles bajos de elementos mayores para la interpretación cuantitativa de análisis de suelos, son suficientes para lograr una buena producción de cilantro.

Es posible lograr una buena producción de cilantro, con el suministro de fertilizantes organominerales a dosis bajas, en la recuperación de niveles de elementos nutritivos mayores en el suelo.

En la práctica, es más sencillo el manejo de fertilizantes organominerales, sobre los fertilizantes granulados

Para las variables altura de la planta y número de folíolos por planta, la mejor respuesta se obtuvo con la combinación de dosis bajas y medias de fertilizantes organominerales con dosis bajas y medias de fertilizantes granulados.

Para la variable longitud de raíz, la presencia de los niveles nutritivos en el suelo fue suficiente para satisfacer los requerimientos nutricionales de la planta.

Para el rendimiento por hectárea la combinación de dosis bajas de fertilizantes granulados, mas dosis altas de fertilizantes organominerales elevan los niveles de producción.

Para las variables peso fresco y seco de planta la sola aplicación de fertilizantes organominerales es suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo, lo mismo sucede con las variables peso fresco y seco de raíz.

Los fertilizantes organominerales promueven en las plantas una mejor nutrición, por la acción quelatante de estos, debido a que facilitan la absorción

de los elementos nutritivos, benefician los procesos metabólicos, ayudan a la recuperación de la fertilidad en la tierra, fortalecen las raíces, la retención de humedad en el suelo y favorecen una mejor calidad en las plantas.

Se pueden llegar a sustituir las fórmulas de los fertilizantes minerales granulados con el uso de fertilizantes organominerales, ya que éstos cuentan en su estructura, con los nutrientes necesarios y suficientes que la planta requiere.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, J.R. 1998. Guía para la producción de hortalizas de hoja para la industria. Perejil, *Petroselinum hortense*, cilantro, *Coriandrum sativum*. Guía para la producción de hortalizas. Ediciones ASIAVA. Cali, Colombia. p. 116-118.
- Arellano, R. J. 1993. Respuesta del Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a la Aplicación de Ácidos Húmicos y Estiércol de Bovino. Tesis de Licenciatura. UAAAN.
- Botanical - Online, 1990-2010. Propiedades del Coriandro, cilantro. <http://www.botanicalonline.com/medicinalscoriandersativumcastella.htm>.
- Brady, N.C. and Weil. R.R. 1999. The Nature and Properties of Soils, 12th Ed. Prentice-Hall Inc., Saddle River, New Jersey. 960p.
- Castellanos R., J.Z. 1980. El Estiércol como Fuente de Nitrógeno. Seminarios Técnicos 5(13). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.
- Cevallos, C. 2010. Manejo del Cultivo del Culantro (entrevista).El Quinche, Iguñaro, Sande.
- Coas, C., 2013. Abonos Orgánicos. Ventajas y beneficios de los abonos orgánicos. <http://coascolombia.com>
- Dávila, F. H. 2010. Productor. Comentarios personales. Saltillo, Coahuila, México.
- Del Ángel, M. B. 1991. Evaluación de dos Variedades de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a Diferentes Dosis de Fertilización Nitrogenada en la Región de Derramadero, Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN.
- Dennis, J. & Wilson, J. 1997. Control de enfermedades en las semillas de cilantro y otras especias. Australia: Las Industrias rurales y la Corporación de desarrollo. <http://www.hdc.org.uk/herbs/page.asp?id=23>
- Diederichsen, A. 1996. Coriander. *Coriandrum sativum* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 3. IPGRI, International Plant Genetic Resources Institute, Italy. 83 p.

- Dominguez, V.A. 1996. Fertirrigación. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 25p.
- Fitzpatrick, E.A. 1996. Introducción a la Ciencia de los Suelos. Editorial Limusa, México.
- García, R.A. 1959. Horticultura. 2ª edición Salvat. Barcelona, España. Pág. 432-434.
- Harten, A.M. 1974. Coriander: The history of an old crop. Dutch, Land bowkd Tijds chr. 86: 58-64.
- Heeb, A., Lundegardh, B., Ericsson, T. AND Savage, G.P. 2005. Effects of Nitrate-Ammonium, and Organic-Nitrogen-Based Fertilizers on Growth and Yield of Tomatoes. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. Volume 168 Issue 1:123-129.
- Hernández, G. E. 2008. Respuesta del Crisantemo (*chrysanthemum morifolium* RAM.) al uso de fertilizantes inorgánico mineral, organomineral y desalinizadores. Tesis de Licenciatura. UAAAN.
- http://www.3tres3.com/medioambiente/los-organominerales-y-su-interes-en-el-mundo-de-la-fertilizacion_2263/
- Infoagro, 2013. Departamento de Ingeniería Agronómica y Contenidos. El cultivo del Cilantro *Coriandrum sativum* L, Fam. Apiáceas.
- Jacob, A. (4ª Edición) (1973). Fertilización. Ediciones Euroamericanas. Barelona, España. P. 125.
- Jethani, I. 1984 Revised studies on the seed testig procedures of coriander. Hort. Abstr. (54) 8:5709.
- Kaiser, M. Ellerbrock, R.H. and Gerke, H.H. 2008. Cation Exchange Capacity and Composition of Soluble Soil Organic Matter Fractions. Soil Science Society of America Journal. 72:1278-285.
- Martinetti, L. and Paganini, F. (2006). Effect of Organic and Mineral Fertilization on Field and Quality of Zucchini. Acta Hort. (ISHS) 700: 125-128.
- Martínez Hilda B. Respuesta del Ammi majus a la nutrición con fertilizantes organominerales y desechos industriales 2008.
- Medellín, S.C. 1988. Comentarios personales.
- Morales, M.A. 1987. Respuesta sobre el desarrollo y producción de follaje de cilantro fresco (*Coriandum sativum* L.) a programas de riego y fertilización nitrogenada y estiércol de bovino. En Saltillo Coahuila México. Tesis de maestro en ciencias U.A.A.A.N.

Morales, J.P. 1995. FDA, Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. Cultivo de cilantro, cilantro ancho y perejil. Boletín técnico N° 25 (en línea). República Dominicana.

<http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/cilantro.pdf>.

Nieves, E. J. 2010. Respuesta de la noche buena (*Euphorbia pulcherrima*) al uso de fórmulas hidropónicas y fertilizantes organominerales. Tesis de licenciatura, UAAAN. Pág. 13-18

Paz, O.C. 1999. El cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Monografía U.A.A.A.N.

Pérez, D. G. 2009. Aplicación de fertilizantes organominerales y bioreguladores de crecimientos en la producción de Lilis var. Bruccello. Tesis de licenciatura, UAAAN. Pág. 77

Puga, B. 2000. Evaluación de un sistema y beneficio de semillas de cilantro *Coriandrum sativum*, Ediciones Unapal. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. p.97.

Putievsky, E. 1981 Germinación studies writh seeds of caraway; coriander and dill. Hort. Abstract. (51) II: 66-87.

Robles, B. O. 2009. Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum*) a la aplicación de bioreguladores y a la fertilización de organominerales. Tesis de licenciatura, UAAAN. Pág. 60-62

Rodale, J.H. 1961. How to Grow Vegetables and fruts by the Organic Method. Rodale. Press USA. Pag. 876-877.

Savchuk, L.D. 1977, The effect of wanther on coriander (C. Satuvum L.) Trudy UNII. Efirnomaslich Kul' tur 8: 196-202. From referatiuhi hurnal.

Sergeevz, D. S; SIL' Chenko, V. M. 1984. Of coriander to low temperatures Fiziologi' yz Biockhimiyz kul' tumyg Rastenii. 16 (1): 52:55 Ukrainian URRS.

Simon, J.E. 1988. Essential oils and culinary herbs. Ediciones J. Janick and J. E. Simon, Advances in New Crops (en línea).

Tang, M. 1996. Efecto de la inoculación natural en ocho leguminosas. Pastos y Forrajes 19 (2): 131-135.

Torres, A. F. 1993. Efecto de la Fertilización Nitrogenada sobre el rendimiento del Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Tesis de Licenciatura. UAAAN.

Valdez, A. G. 2008. Respuesta de la Nochebuena (*Euphorbia pulscherrima Wild.*) al uso de Fertilizantes Organominerales. Tesis de Licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 82p.

- Vallejo, F.A. & Estrada, E.I. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Ediciones Mundi – Prensa, S.A. Cali, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. p. 291-311.
- Vanlavwe, B., Aihou, K., S. AND Iwutfor, E.N.O. 2001. Maize Yield as Affected By Organic Input and Urea in West African, Moist Savanna. Agron. J. 93: 1191-1199.
- Vázquez, M. D. 2010. Respuesta de la coliflor y repollo al uso de fertilizantes minerales, organominerales y desalinizadores en suelos salinos. Tesis de licenciatura, UAAAN. Pág. 94.
- Villalobos, M.J.; Lacasa, A.; González, A.; Varó, P.; Monserrat, A. & García, M.J. 2002. Cultivo intercalado y control de plagas en horticultura ecológica. La Alberca, España. p. 268-272.
- Zapata, A. & García, J.R. 2002. Evaluación agronómica de sistemas de siembra para la producción de follaje en cilantro, *Coriandrum sativum* L. Colombia. p. 75.

VII. APÉNDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza para la variable altura de la planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
F. A.	3	67.7528229	22.5842743	2.55	0.0742	NS
F. B.	3	26.0624229	8.6874743	0.98	0.4145	NS
A * B	9	122.9279354	13.6586595	1.54	0.1782	NS
REP	2	21.4900292	10.7450146	1.21	0.3111	NS
ERROR	30	265.46	8.84			
TOTAL	47	503.69				
C.V.	13.56 %					

Cuadro A2. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
F. A.	3	0.65248333	0.2174944	0.04	0.9901	NS
F. B.	3	0.99680000	0.33226667	0.06	0.9817	NS
A * B	9	28.42408333	3.15823148	0.54	0.8303	NS
REP	2	36.44461667	18.22230833	3.14	0.0578	NS
ERROR	30	174.06	5.80			
TOTAL	47	240.58				
C.V.	15.26 %					

Cuadro A3. Análisis de varianza para la variable número de folíolos por planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
F. A.	3	359.0403000	119.6801000	1.23	0.3150	NS
F. B.	3	25.8162167	8.6054056	0.09	0.9657	NS
A * B	9	497.9884833	55.3320537	0.57	0.8105	NS
REP	2	169.8749542	84.9374771	0.88	0.4272	NS
ERROR	30	2912.137113	97.071237			
TOTAL	47	3964.857067				
C.V.	19.43225 %					

Cuadro A4. Análisis de varianza para la variable rendimiento.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
F. A.	3	8710.41667	2903.47222	1.79	0.1698	NS
F. B.	3	3668.75000	1222.91667	0.76	0.5281	NS
A * B	9	23785.41667	2642.82407	1.63	0.1509	NS
REP	2	12637.50000	6318.75000	3.90	0.0312	*
ERROR	30	48579.16667	1619.30556			
TOTAL	47	97381.25000				
C.V.	37.65202 %					

Cuadro A5. Análisis de varianza para la variable peso fresco de planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
F. A.	3	140.3491167	46.7830389	3.39	0.0307	*
F. B.	3	20.8696667	6.9565556	0.50	0.6824	NS
A * B	9	235.4542167	26.1615796	1.90	0.0915	NS
REP	2	11.0030542	5.5015271	0.40	0.6748	NS
ERROR	30	414.0734125	13.8024471			
TOTAL	47	821.7494667				
C.V.	27.81159 %					

Cuadro A6. Análisis de varianza para la variable peso seco de planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
F. A.	3	2.21827292	0.73942431	2.24	0.1040	NS
F. B.	3	0.19472292	0.06490764	0.20	0.8979	NS
A * B	9	4.39536875	0.48837431	1.48	0.2007	NS
REP	2	0.01755000	0.00877500	0.03	0.9738	NS
ERROR	30	9.90471667	0.33015722			
TOTAL	47	16.73063125				
C.V.	33.08201 %					

Cuadro A7. Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
F. A.	3	0.51247500	0.17082500	0.85	0.4765	NS
F. B.	3	0.16240833	0.05413611	0.27	0.8465	NS
A * B	9	2.94277500	0.32697500	1.63	0.1513	NS
REP	2	0.16031250	0.08015625	0.40	0.6740	NS
ERROR	30	6.01475417	0.20049181			
TOTAL	47	9.79272500				
C.V.	30.85362 %					

Cuadro A8. Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	SIGNIFICANCIA
F. A.	3	0.00295000	0.00098333	0.11	0.9514	NS
F. B.	3	0.01211667	0.00403889	0.47	0.7075	NS
A * B	9	0.05403333	0.00600370	0.69	0.7087	NS
REP	2	0.02200417	0.01100208	1.27	0.2949	NS
ERROR	30	0.25946250	0.00864875			
TOTAL	47	0.35056667				
C.V.	39.43406 %					