

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción de Cilantro Mediante el Manejo de Nutrición y Capacidad de Extracción

Por:

EDWIN GONZÁLEZ GÓMEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción de Cilantro Mediante el Manejo de Nutrición y Capacidad de Extracción

Por:

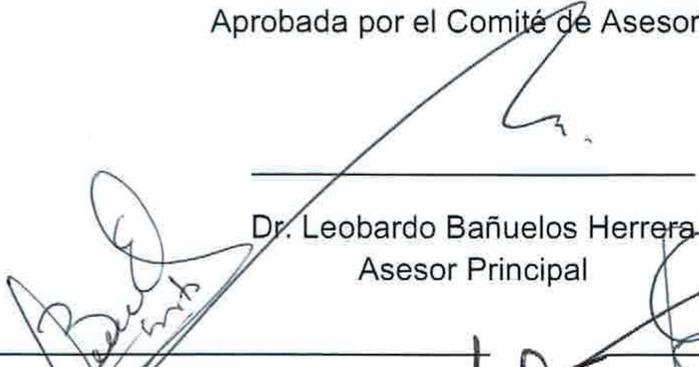
EDWIN GONZÁLEZ GÓMEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

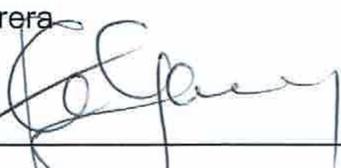
Aprobada por el Comité de Asesoría:



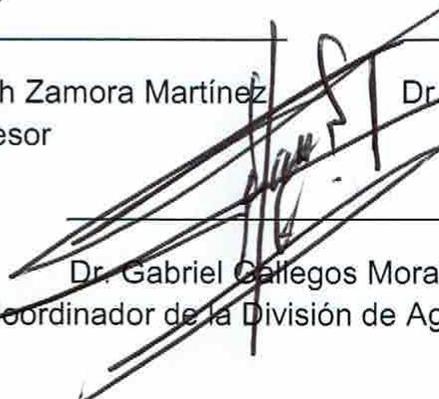
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Asesor Principal



M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez
Coasesor



Dr. Arturo Gallegos del Trejo
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.

Mayo 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Estoy muy agradecido por las bendiciones y cosas buenas que me han pasado a lo largo de este pequeño lapso de tiempo llamado vida. Le doy gracias a Dios por permitirme culminar esta etapa tan importante y siento un gran orgullo al haber formado parte de la mejor escuela de agronomía, me llevo gran aprendizaje no solo en lo académico, gracias por todo lo vivido, gracias también por esas grandes experiencias al lado de personas buenas, momentos efímeros y alegrías eternas.

A mi Alma Terra Mater:

Por todos los servicios ofrecidos y por haberme permitido gozar de ellos. Agradezco por el uso de las instalaciones y por convertirse en mi segunda casa, me siento dichoso de egresar de una escuela tan prestigiada y llena de gloria. Estoy feliz con poco y sé que la Narro me supo ofrecer mucho, me llevo el aprendizaje, me llevo grandes momentos y experiencias que siempre recordaré.

Al Dr. Leobardo Bañuelos Herrera:

Antes que nada quiero reconocer la calidad de maestro que es, y la facilidad para transmitir los conocimientos en un salón de clases, y reforzarlos en el campo con consejos y experiencias propias. Estoy muy agradecido por los conocimientos brindados en los cursos y toda su atención. Gracias por el tiempo dedicado, que creo yo es de las cosas más importantes en esta vida. Agradezco su interés y disponibilidad en el transcurso de esta investigación.

A la M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez:

Gracias por todo el tiempo brindado, gracias por toda la disponibilidad y atención, reconozco su trabajo y los conocimientos brindados en esta investigación. Estoy seguro de que es una gran persona, y aunque no me haya tocado ser su alumno sé que el trabajo que desempeña como maestra es de muy buena calidad.

Al Dr. Arturo Gallegos del Trejo:

Gracias por su disponibilidad e interés y más que nada gracias por su tiempo. Quiero agradecer también por aceptar formar parte de esta investigación y aportar sus conocimientos como Maestro de la Antonio Narro y Coasesor del presente trabajo.

A Todos Mis Maestros:

Por su valioso tiempo invertido en mi como alumno de la Narro y sus conocimientos transmitidos para mi formación como profesionista. Gracias por toda la atención dentro y fuera del salón de clase y por su gestión para las prácticas fuera de la universidad. Agradezco los consejos que me han servido para ser mejor persona.

Al Taller De Artes Plásticas:

Estoy muy satisfecho de lo aprendido y quiero agradecer al Profesor Francisco Esquivel por todos los conocimientos brindados como maestro y como persona, gracias por su tiempo y por las oportunidades de representar a la universidad con exposiciones pictóricas dentro de sus instalaciones así como en Saltillo y otros estados. Gracias a todos mis compañeros de taller por su apoyo y su amistad.

A Mis Compañeros Buitres:

Gracias a todos y a cada uno de ellos y ellas, por su amistad incondicional y por permitirme formar parte de sus momentos en la estancia que llevamos a cabo a lo largo de la carrera como ingenieros agrónomos. Gracias por esos momentos, dicen por ahí que los amigos son la familia que uno escoge, y me voy con experiencias muy buenas vividas a su lado.

Me doy permiso para mencionar a Gurrolin, Borrego, James, Nachito, Pelón, Zarazúa, Wences, Güero, Norbin, Kikin, Tejuino, Gabino, Isra y Guiovani. "Gracias colegas Buitres, por el apoyo y por acompañarme en esta bonita etapa llamada Universidad".

A La Maestra Sonia Elena Gómez:

Por su dedicación y tiempo, además de su atención. Gracias por guiar a los alumnos por el camino de la educación. Gracias por preocuparse por mi futuro y por mostrarme que la Narro sería la mejor opción para mis estudios académicos.

DEDICATORIA

A mis Padres:

Daniel González Guerrero y Aurora Gómez Álvarez.

Principalmente dedico este logro a los pilares de mi familia por su apoyo incondicional y porque gracias a ellos estoy donde estoy. Reconozco todo el esfuerzo que han hecho para que yo salga adelante y estoy consciente de su amor.

Estoy orgulloso de ustedes y espero que algún día ustedes lo estén de mí. Quiero que sepan que son las personas más importantes de mi vida y que estoy muy agradecido por tenerlos a mi lado y poder disfrutarlos, gracias porque sin ustedes y su apoyo en mis metas académicas y personales nada de esto sería posible, los quiero.

A mi Madre:

La persona más linda habida y por haber, Gracias mama quiero que sepas que todos y cada uno de mis logros se los dedico a esa persona que nunca me ha dejado de aconsejar y apoyar en todo, para bien. Gracias por apoyarme en esta decisión de estudiar fuera del estado, reconozco su valentía como madre y quiero que sepa que viviré agradecido por todo su cariño y amor.

A mi Padre:

Por el compromiso como papá y por todo el sacrificio y esfuerzo que hace para sacar a nuestra familia adelante, quiero que sepa que estoy muy agradecido por todo el apoyo que me ha brindado para cumplir mis sueños y hago esta dedicación porque es una de las personas más importantes para mí y quiero que sepa que gracias a usted hoy termino esta ingeniería, gracias papá, lo quiero demasiado.

A mis Hermanos:

A mis Hermanas Rocío y Daniela, Gracias por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de estos cinco años, a mi hermano Homero de igual manera. Gracias por estar ahí y gracias también por la confianza brindada y recibida.

A mis familiares:

Muchas gracias por el apoyo que en algún momento me brindaron, y gracias también por creer en mí.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Página
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIAS	lv
RESUMEN	lx
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen y Generalidades del Cultivo	4
Importancia Económica	5
Propiedades	6
Taxonomía	9
Morfología de la Planta	10
Raíz	11
Tallo	12
Hojas	12
Flores	13
Fruto	15
Semilla	16
Requerimientos Climáticos	17
Fotoperíodo	17
Húmedad	18
Riego	19
CO ₂	20
Clima	21
Requerimientos Climáticos	21
Suelo	21
pH	22
Manejo del Cultivo	22
Preparación de Terreno	22
Densidad de Siembra	23
Profundidad de Siembra	23
Siembra	23
Época de Siembra	24
Deshierbes	25
Control Fitosanitario.....	25
Plagas	26
Ácaros	26

Áfidos	26
Gusano de la Hoja	27
Enfermedades	27
Pudrición de la Raíz	28
Marchitamiento del Cilantro	28
Mancha Foliar	29
Fertilización	29
Fertilizantes Minerales	29
Importancia de los Nutrientes	30
Nutrimientos	31
Fertilización Foliar	33
Abonos Orgánicos	34
Cosecha	34
Poscosecha	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
Ubicación del Sitio Experimental	36
Características del Sitio Experimental	36
Clima	36
Material Vegetal	36
Suelo	37
Preparación de Terreno	37
Establecimiento de la Parcela Experimental	39
Siembra	39
Fertilización	39
Sistemas de Riego	41
Control Fitosanitario	41
Control de Malezas	41
Aplicación de Quelatos de Fe	42
Aplicación de Ácido Giberélico	43
Cosecha	43
Diseño Experimental	44
Modelo Estadístico	45
Descripción de Factores	46
Descripción de Tratamientos	46
Elaboración de Soluciones Madre	48
Variables Evaluadas	49
Peso en Fresco (PF)	49
Número de Pecíolos (NP).....	49
Altura de Planta (AP)	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
Peso en Fresco	50
Altura de Planta	59
Número de Pecíolos	66
V.CONCLUSIONES	72
V.I LITERATURA CITADA	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 3.1. Resultados del análisis de suelo	38
Cuadro 3.2. Resultados del análisis, con respecto a los Nutrientes	38
Cuadro 3.3. Fertilizaciones de auxilio de acuerdo al programa	40
Cuadro 3.4. Descripción de tratamientos, obtenidos mediante la combinación de factores	46
Cuadro 3.5. Descripción de tratamientos, con base en la técnica de manejo de soluciones madre	47
Cuadro 3.6. Porcentaje de participación de los fertilizantes en la solución madre	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 2.1 partes vegetativas y reproductivas de la Planta de Cilantro	10
Figura 2.2. La Raíz del Cilantro	11
Figura 2.3. El Tallo del Cilantro	12
Figura 2.4. Las Hojas y Folíolos del Cilantro	13
Figura 2.5. La Flor del Cilantro	14
Figura 2.6. Flor del Cilantro	14
Figura 2.7. El fruto del Cilantro	15
Figura 2.8. La Semilla del Cilantro	16
Figura. 4.1 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización para la variable de peso en fresco	51
Figura. 4.2 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización, utilizando dos tipos de fertilización (vegetativa y reproductiva) en la variable de peso en fresco	56
Figura 4.3 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización para la variable de Altura de la Planta	61
Figura. 4.4 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización, utilizando dos tipos de fertilización (vegetativa y reproductiva), para la variable de altura de planta	64
Figura. 4.5 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización para la variable de número de pecíolos	67
Figura. 4.6 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización, utilizando dos tipos de fertilización (vegetativa y reproductiva), para la variable número de pecíolos	69

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en uno de los campos experimentales del departamento de Horticultura. El objetivo que se planteó en el experimento fue, evaluar la capacidad de extracción de fertilizante por hectárea por año en el cultivo del cilantro, utilizando diferentes cantidades de fertilizante para encontrar la más adecuada, que permita una interpretación cuantitativa de los análisis y la determinación de la fórmula de fertilización para la producción correcta de cilantro con alta calidad.

Se sometió a estudio, diferentes cantidades de fertilizante en el cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.), con la finalidad de conocer la capacidad que tiene esta especie hortícola para extraer nutrientes durante su etapa vegetativa. La parcela experimental se estableció a campo abierto, por esta razón se utilizó el diseño de bloques al azar con un arreglo factorial AxB. Se hizo una evaluación de 8 tratamientos con tres repeticiones cada uno, obteniendo una cantidad de 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental se estableció a lo largo de la cama, ocupando una superficie de un metro de cama por unidad. Factor A (capacidad de extracción) A1 500 Kg de fertilizante/Ha/año, A2 1.000 Kg de fertilizante/Ha/año, A3 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año y A4 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año. Para el factor B (tipo de solución nutritiva) B1 Vegetativa y B2 Reproductiva. Las variables evaluadas fueron: Peso en fresco (PF), Altura de planta (AP) y número de pecíolos por planta (NP). Los resultados obtenidos, mostraron que en la variable de peso en fresco hay una respuesta altamente significativa en cuanto al factor A, y el peso en fresco más alto se obtuvo aplicando un nivel de fertilización de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año (A3), y una fertilización con tendencia vegetativa (B1). Para la variable de Altura de la Planta no se encontró respuesta significativa en los diferentes niveles de fertilización, en cuanto al nivel que mayor Altura de Planta presentó, se encontró nuevamente al nivel de fertilización de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año, en esta variable se observaron mejores resultados en la fertilización con influencia reproductiva ya que reporta plantas más altas. En la tercera y última variable que corresponde al Número de Pecíolos por Planta, al igual que en la variable de Altura de Planta, no se encontró diferencia significativa, sin embargo se observaron los mejores resultados en el nivel dos, es decir donde se aplicaron 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año se obtuvo el mayor Número de Pecíolos por Planta.

El tipo de fertilización y su influencia vegetativa y reproductiva va a depender de la finalidad a que se vaya a destinar el cultivo, es decir, si la producción será destinada a consumo en fresco lo mejor será utilizar una fórmula con influencia vegetativa, por otro lado si la finalidad es producir semilla y el cultivo tiene que llevarse hasta una etapa reproductiva (floración) lo más adecuado es utilizar una fórmula de fertilización con influencia reproductiva

Palabras Clave: nutrición, capacidad de extracción, *Coriandrum sativum* L., soluciones vegetativas y reproductivas, Fertilización Mineral.

I. INTRODUCCIÓN.

La agricultura en México es una de las actividades económicas con mayor relevancia, ya que además de generar gran cantidad de empleos en el país, se considera como un sector productivo muy importante desde el punto de vista social y ambiental, dependiendo de esta, la alimentación primaria de millones de personas, el incremento de la población productiva y su abastecimiento, así como la preservación y cuidado del entorno.

El crecimiento poblacional diario es cada vez más grande. La población total en el mundo para el año 2016 fué de 7mil 444 millones de habitantes; por lo que el crecimiento mundial en la producción de alimentos que debemos lograr para alimentar a esa cantidad de gente está entre el 60 y 110 por ciento (Infoagro, 2016).

El cultivo del cilantro ocupa un papel importante dentro de los productos con posibilidad de ser exportado al extranjero, en 2017 México exportó 64 mil 467 toneladas con destino a cinco países, entre ellas destaca Estados Unidos quien adquirió el 98.1%, en volúmenes altos tiene como destino el mercado internacional para consumo en fresco, (SIAP, 2018).

Aunque el cilantro no está dentro de los principales cultivos producidos a nivel nacional e internacional, tiene características que lo hacen deseable para los productores, debido a su manejo no tan tecnificado, su ciclo de vida es corto (dos a tres meses), es menos susceptible a problemas con plagas y enfermedades a comparación de otros cultivos. Este cultivo puede establecerse en cualquier época del año evitando solamente los inviernos extremos, o lugares muy calurosos debido a que se acelera la floración con la consecuente pérdida de la calidad. Se sabe que la planta de cilantro es muy resistente al frío

y heladas, y es por eso que los mejores rendimientos se obtienen durante el ciclo agrícola otoño – invierno debido al fotoperiodo corto y la inhibición de la floración, misma que se induce en la época de verano cuando se tienen altas temperaturas.

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 y Japón.

En México, el estado de Puebla, ocupa el primer lugar en producción con 22 mil 033.14 toneladas de cilantro al año, seguido de Baja California con 9 mil 893.93 toneladas, el estado de Zacatecas se encuentra en el tercer lugar a pesar de presentar características climáticas desfavorables (La temporada de lluvia dura 9,7 meses, del 15 de mayo al 6 de marzo, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 8 de julio, con una acumulación total promedio de 83 milímetros. El nivel de humedad percibido en Zacatecas, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente, (support@weatherspark.com, 2018).), registra el rendimiento más alto a nivel nacional, ya que cuenta con 213 hectáreas dedicadas a este cultivo, mismas que llegaron a producir 4 mil 258.5 toneladas, lo que da como resultado un rendimiento promedio de 19.99 toneladas por hectárea. Esto, ubica al estado, por encima de la media nacional, que es de 8.34 toneladas de producción por hectárea (SIAP 2015).

El estado de Coahuila además de presentar características climáticas similares al estado de Zacatecas, (este estado registra a septiembre como el mes más húmedo con una precipitación de 62.5 mm y un 69% de humedad, y como el mes más bajo a marzo con tan solo 8.2 mm de precipitación y un 48% de humedad, como promedio, (www.weather-mx.com, 2018), tiene un rendimiento promedio de 16.07 toneladas por hectárea y aunque son solo 55.25 hectáreas dedicadas a esta actividad (SEDAGRO 2016).

En la actualidad el buen uso de la nutrición vegetal y el conocimiento de los elementos esenciales junto a las investigaciones que se están realizando, han tomado gran importancia, dirigiéndose a los sistemas de producción, debido a su influencia con el rendimiento. El cuidado de los suelos y la concientización hacia los productores, con la finalidad de evitar un uso inadecuado de los fertilizantes. Sin embargo aún se cuenta con escasa información referente al tema de cilantro en específico, y aunque no es tan complicado establecer este cultivo, la desinformación y las pocas investigaciones en cuanto a temas de nutrición son conceptos muy importantes que de manera directa están frenando un poco el desarrollo de esta actividad agrícola.

La presente investigación, pretende buscar una solución a la problemática antes mencionada, y como consecuencia encontrar la dosis de fertilizantes que más se adapte a las condiciones de clima en la localidad de Buenavista, saltillo, Coahuila. Así como al suelo en el que se va a establecer y el agua con que se a efectuar la fertilización en el riego. Todo esto con la finalidad de eficientar el uso de fertilizantes minerales, al mismo tiempo, obtener mejores resultados en cuanto a calidad de follaje y hacer rentable este cultivo.

OBJETIVOS.

- Determinar la cantidad de elementos minerales que permitan la producción sustentable del cilantro a campo abierto.
- Aumentar el rendimiento y calidad de cilantro, disminuyendo los costos de producción.
- Evaluar la dosis de fertilizante optima que generen una mejor producción de cilantro en cuanto a rendimiento y calidad en la producción.

HIPÓTESIS.

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

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Generalidades del Cilantro.

El cilantro es un cultivo aromático y oleaginoso, cuyo origen se ubica en el centro y norte de la India, centro y sur de Rusia y regiones orientales de Afganistán y Pakistán. Existen informes científicos que señalan a las regiones del Oriente Medio, Asia como centros de diversificación de los tipos cultivados, (Vallejo y Estrada, 2004).

La literatura menciona que el cilantro ha existido desde hace ya varios siglos, y esta especie es nombrada en un papiro egipcio que data de 1550 a.C., donde se le clasifica como planta medicinal, (Van Harten, 1974).

En china, el cilantro se registra en un libro, como un vegetal con antecedentes agrícolas en el siglo quinto, el nombre persa para el cilantro se utilizó en China, a partir de esta área (Ivanova y Stoletova, 1990). En Europa, los romanos trajeron el cilantro a países del norte, y el de la planta es similar en todos los países. El antiguo nombre ruso “ki nic” es muy similar al “geshenes” persa y al “kisnis” turco, y el cultivo probablemente llegó a Rusia desde el Cáucaso o incluso desde áreas al este del mar Caspio (Iuk’janov y Reznikov, 1976).

La mejor forma de llamar al cilantro es por su nombre científico: *Coriandrum sativum* L. El cilantro es una planta herbácea y 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).

En la historia y origen de esta planta, se menciona, como es que nuestros antepasados a través del tiempo, llegaron a conocer el cilantro, se dice que al continente americano fue llevado por los portugueses y españoles en los viajes de conquista y colonización. Y fue así como es que se establecieron dos centros de distribución: Centroamérica y la región Norte de Sur América hasta Perú por los españoles y Centro y Sur promovido por los portugueses, (Harten, 1974).

Importancia Económica.

Existen países como Norte América y Europa que demandan la producción de plantas aromáticas, como perejil y cilantro principalmente, pero la cantidad de estos productos por año, no parece ser suficiente para abastecer el consumo de esta especie hortícola, como consecuencia, cada año aumentan las importaciones por varios millones de dólares (US\$). La producción mundial de cilantro fresco se estimó en nueve millones de dólares estadounidenses, (Morales, 1995).

Las plantas medicinales, aromáticas y especias se han venido cultivando de una forma tradicional, esto lo hacen las familias a un nivel casero, a pesar de ser en la actualidad, un cultivo que ha ido creciendo notablemente, es rara la vez que se produce a gran escala. En los últimos treinta años se ha creado una fuerte demanda de este condimento, como consecuencia de la migración de asiáticos, africanos, latinoamericanos y caribeños de origen no hispánico hacía Europa, Estados Unidos y Canadá. Al mismo tiempo los europeos y norteamericanos han asimilado de cierta manera el uso diario de algunos de estos productos, incluyéndolos en sus platillos y dieta, (Morales, 1995).

En la actualidad el cultivo del cilantro es una de las especies con mayores implicaciones económicas, además de ser un cultivo con buen rendimiento y buen precio a nivel internacional. Se calcula, que su producción en México, genera alrededor de US \$6,000 millones en el mercado mundial y de exportación, con un crecimiento del sector entre un 5 y 6% por año, (Infoagro, 2013).

En 2017, México exportó 64 mil 467 toneladas de cilantro, con destino a cinco naciones; como por ejemplo Estados Unidos, quien adquirió un 98% de la producción. La venta del cilantro al extranjero, generó divisas a nuestro país, por 47.3 millones de dólares. Esta es una muestra, del crecimiento en cuanto a la producción nacional y exportación internacional que ha tenido este cultivo en México en las últimas tres décadas, (SIAP, 2018).

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.

La superficie cultivada en todo el mundo, es de 550,000 hectáreas anualmente, y la producción de semilla de cilantro está en 600,000 toneladas aproximadamente. Los rendimientos varían desde 442 Kg/Ha de semilla en la India, hasta los 1,500 Kg/Ha en Rusia (Villalobos, *et al.*, 2002).

Propiedades.

Las partes utilizables de la planta son las semillas, hojas e incluso en lugares como Tailandia se consumen las raíces, las semillas y hojas poseen un sabor totalmente diferente a cualquier otra hortaliza. Cuando la planta se seca pierde la mayor parte de la fragancia de las hojas, lo que representa un problema para su consumo en la forma deshidratada, (Infoagro, 2014).

Según, Infoagro en 2013, el cilantro además de ser una especia y considerarse también como una planta aromática, se caracteriza por tener diferentes aplicaciones medicinales:

- Eupéptico, es decir el cilantro beneficia el sistema digestivo y sus trastornos, facilita la digestión, ayuda a disminuir la gastritis y otras complicaciones, tales como son digestiones pesadas, inapetencia y flatulencia.
- Carminativo, de acuerdo a sus propiedades, favorece la disminución de la generación de gases en el tubo digestivo, y con ello disminuyen las flatulencias y cólicos.
- Antiespasmódico, y ligeramente tonificante del sistema nervioso, esto cuando se toma en pequeñas dosis, actúa como convalecencia en enfermedades infecciosas, es tonificante y estimulante.

El cilantro también se emplea como un fungicida, antiinflamatorio, antihelmíntico y analgésico por vía externa. Algunos autores mencionan otra propiedad que caracteriza a esta especie, se dice que el cilantro es vermífugo (expulsa las lombrices intestinales). Sin embargo, esta es una propiedad que no ha sido plenamente demostrada.

Una de las investigaciones más importantes sobre el cilantro fue llevada a cabo a finales de 1998, en diferentes análisis se descubrió que esta especie, posee importantes propiedades quelantes. En medicina, las terapias de quelación, son un método muy utilizado para pacientes que presentan envenenamiento en la sangre provocada por metales. Posteriormente el Dr. Omura, demostró que las propiedades quelantes del cilantro, son mayores que el Ácido Etilen Diamino Tetracético (EDTA), y se demostró también que en menos de dos semanas de tratamiento, el cilantro en fresco no solo es capaz de eliminar cualquier metal pesado en la sangre, sino que también mejora la salud de los enfermos, (infoagro, 2013).

El ácido Cineol y Linoleico, son dos componentes primarios del cilantro que contienen propiedades anti-reumáticas. Estos dos componentes también sirven para purgar el exceso de agua en el cuerpo causado por la inflamación. El cilantro también tiene ácido oleico, ácido palmítico, ácido estereato y ácido ascórbico (vitamina C).

Cada uno de estos elementos es efectivo para reducir el colesterol alto en la sangre, al igual que las paredes internas de las venas y las arterias.

Se dice que el Borneol y el Linalool, son otros componentes del cilantro, al igual que el Cineole, Limonene, Alfa-pineno y Beta-felandreno, que son capaces de limpiar el hígado y reducir la diarrea, cada uno tiene propiedades anti-bacterianas. El Citronelol es un antiséptico muy conocido en la medicina, que se utiliza para reducir el mal aliento, curar el herpes bucal y prevenir las úlceras orales, además de contener cantidades elevadas de vitamina A, y minerales importantes para el organismo, como el fósforo.

El mejor químico encontrado en cilantro es una sustancia llamada dodecenal. En un estudio reciente dirigido por Isao Kubo, Ph.D, de la Universidad de Berkeley, en pruebas de laboratorio ha demostrado que este componente es dos veces más potente que la medicina antibiótica alopática de uso común, gentamicina. Este antibiótico es el mismo que se utiliza para combatir la Salmonella, una enfermedad que es transmitida en la comida y potencialmente es mortal.

En la actualidad y de acuerdo a análisis y experimentos los investigadores creen que el cilantro es el único antibacteriano natural, más efectivo que la gentamicina. Los mismos investigadores están viendo la manera de cómo pueden usar el aceite de cilantro para erradicar el problema creciente de la resistencia a los antibióticos, (globalhealingcenter.net, 2016).

Aunque muchas fuentes citan que el cilantro no provoca efectos secundarios, existen otras fuentes donde mencionan investigaciones que advierten, que la hoja de cilantro no debe usarse durante el embarazo, porque puede aumentar las probabilidades del aborto, así mismo, reducir las posibilidades de embarazarse, (Global Healing Center, 2016).

La planta puede ser rica en varias sales minerales, dentro de estas destacan por su abundancia las de calcio, potasio, sodio y magnesio. Las hojas frescas son ricas en caroteno, (Morales, 1995).

Dentro de la composición química de la planta, el cilantro presenta ácido linoleico, ácido oleico y ácido ascórbico. El ácido ascórbico se caracteriza principalmente por tener propiedades curativas y de salud, dentro de las principales características y beneficios que esta especie nos ofrece, se encuentran dos efectos con composición antibacteriana y antigripal.

El cilantro tiene gran riqueza en cuanto a antioxidantes, dentro de los que se encuentran el ácido linoleico que es antiartrítico, hepatoprotector, anticancerígeno, hipocolesterolémico. Además se encontró que el ácido oleico, (también anticancerígeno, y además antialopécico); ácido esteárico; ácido petroselinico; ácido ascórbico que se caracteriza por ser antibacterial, antiulcérico, antiesclerótico, antihipertensivo, antiinflamatorio, antioxidante, antiescorbútico, y antigripal, (Botanica/online, 2010).

Taxonomía.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Apiales

Familia: Apiaceae

Subfamilia: Apioideae

Tribu: Coriandreae

Género: Coriandrum

Especie: C. sativum

Nombre científico: *Coriandrum Sativum* L.

Morfología de la Planta.

El cilantro es una planta herbácea anual de verano o invierno, y se cultiva según las condiciones climáticas, de crecimiento erecto y rápido, (Diederichsen, 1996). A continuación se describe con detalle la planta y cada una de sus partes según Diederichsen (1996). El cilantro, *Coriandrum sativum*. L, es una planta herbácea con un crecimiento monopodial que alcanza alturas de 40 a 120 cm, dependiendo de los niveles de nutrición manejados. La morfología de esta especie se describe a continuación:

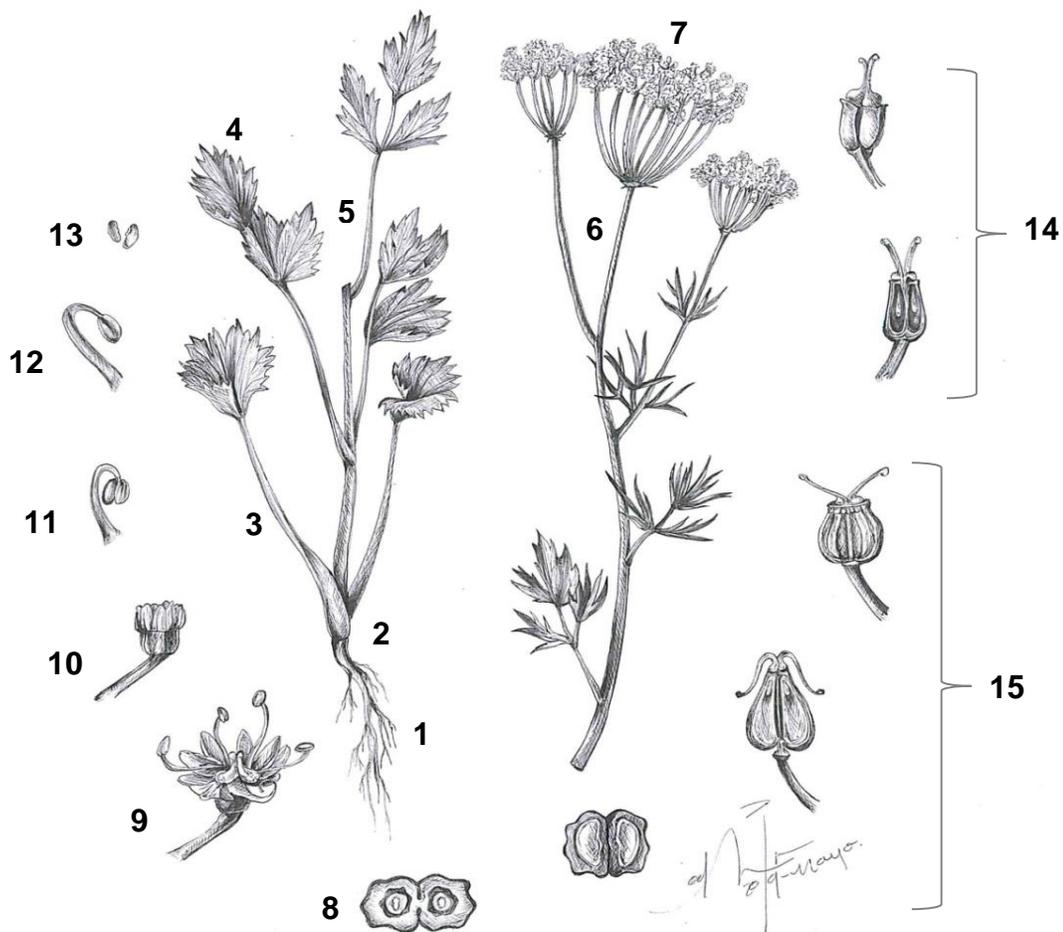


Figura 2.1 partes vegetativas y reproductivas de la Planta de Cilantro, (1.-raiz, 2.-tallo, 3.-pecíolo, 4.-foliolos, 5.-raquí, 6.- pedúnculo, 7.- umbela, 8.- corte transversal del fruto, 9.-flor, 10.-flor inmadura, 11.-estambre, 12.-filamento, 13.-antera, 14.-formacion del fruto, 15.-fruto).

Raíz.

La raíz es una estructura de enorme importancia, es la encargada de suministrar los distintos elementos que luego servirán para la fotosíntesis, procesos metabólicos y la generación de energía; además, la raíz sirve como una manera de afianzar a la planta ante potenciales circunstancias ambientales que pudiesen afectarla, como por ejemplo los vientos o las inundaciones.

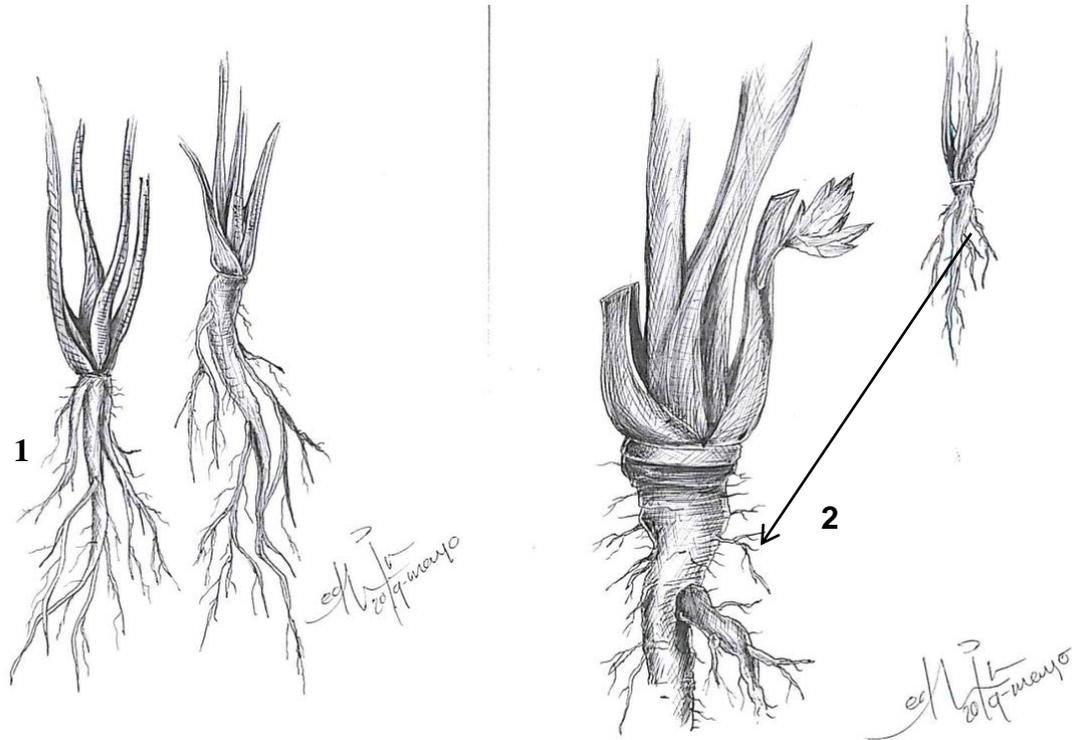


Figura 2.2. La Raíz del Cilantro, (1.-raíz, 2.- pelos absorbentes).

El cilantro tiene una raíz axonomorfa, considerada como la raíz principal, y otras que salen de ella y que se caracterizan como raíces secundarias por ser más delgadas. El sistema radicular del cilantro es fino y sencillo; su raíz principal, es axonomorfa, muy delgada y altamente ramificada, por estas características se hace muy difícil su trasplante.

La raíz es delicada al inicio, pero una vez que se establece genera un buen anclaje y buena capacidad de extracción de agua y nutrientes del suelo.

Tallo.

El tallo es cilíndrico, tiene una serie de brotes, y algunas ramas laterales en los nudos basales.

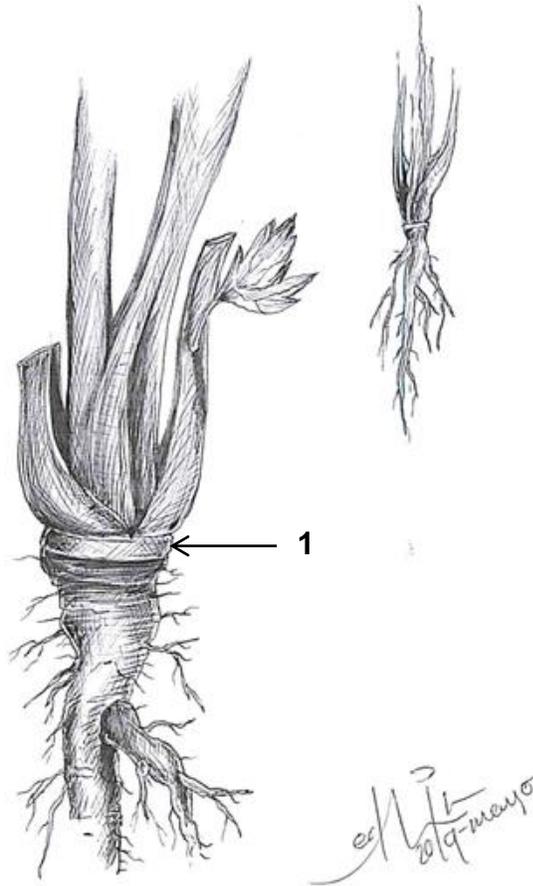


Figura 2.3. El Tallo del Cilantro, (1.-tallo, este se encuentra entre la raíz y donde nacen los pecíolos)

Hojas.

La planta tiene diversas formas y por lo mismo es posible llamarla diversifolia, en la fase vegetativa es de un tipo y en la etapa reproductiva de otro, totalmente diferente. Las hojas basales, usualmente divididas, cuentan con tres lóbulos, tripinnada. Mientras tanto las hojas de los siguientes nudos y a medida que ascienden en la planta, tienen un mayor grado de división, por lo que su apariencia es más plumosa.

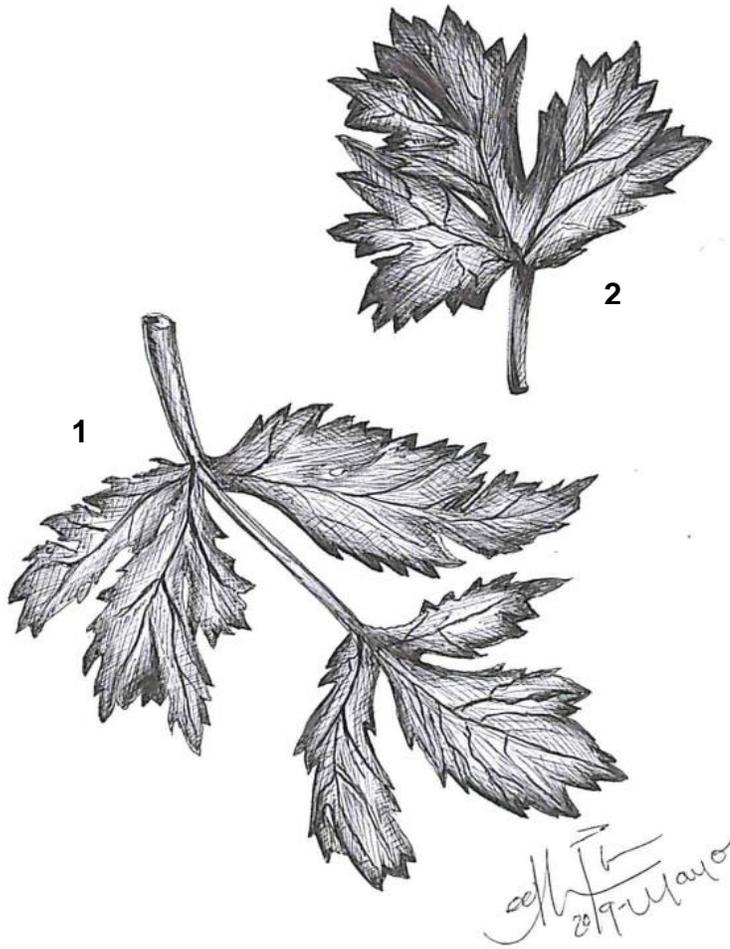


Figura 2.4. Las Hojas y Folíolos del Cilantro, (1.-hoja trifoliada, 2.-folíolo)

Las hojas más superficiales se insertan en el raquis, la mayoría de estas hojas son pinnadas. Las hojas son verdes y el limbo por la parte del haz tiene un color brillante pastoso. Cuando la planta está en etapa reproductiva, aumenta el grado de división de las hojas y disminuye el color verde de las mismas.

Flores.

El cilantro tiene una inflorescencia llamada umbela compuesta, las flores pequeñas tienen 5 pétalos y estos son de color blanco o ligeramente rosado. En ocasiones presenta una o dos brácteas lineales. Dentro del radio de la

inflorescencia o umbela compuesta se presentan brácteas en sus bases que forman un involucre, por otra parte en las bases de las umbelas hay bracteólas que a su vez forman un involúcelo. No se tiene un número de brácteas y bracteólas bien definido, por lo que se dice que la cantidad de estas, es variable.

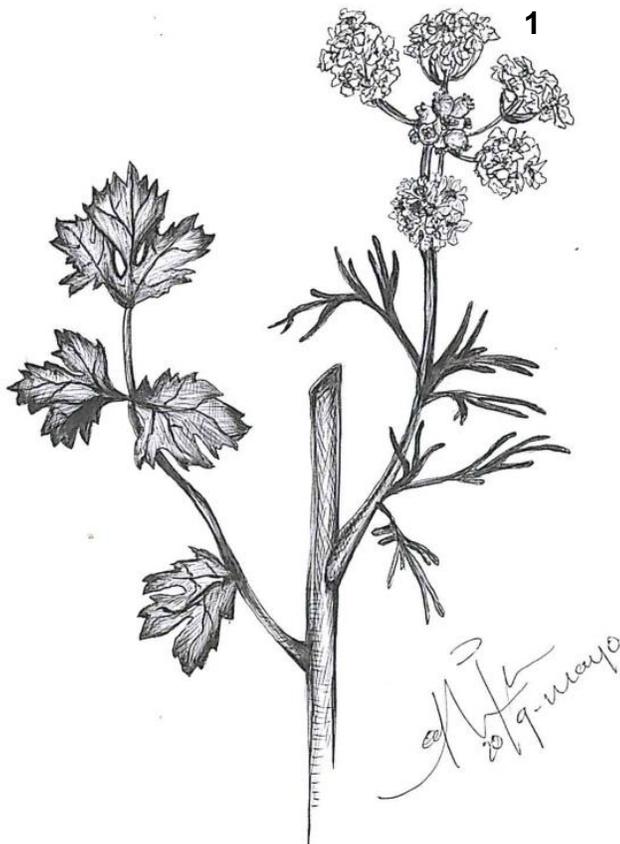


Figura 2.5. La Flor del Cilantro, (1.-inflorescencia o umbela).

La umbela tiene diferente número de radios primarios, podría decirse que de dos a ocho, estos con diferentes longitudes.

Las flores periféricas de cada umbela son asimétricas y las flores centrales con pequeños pétalos, son circulares.

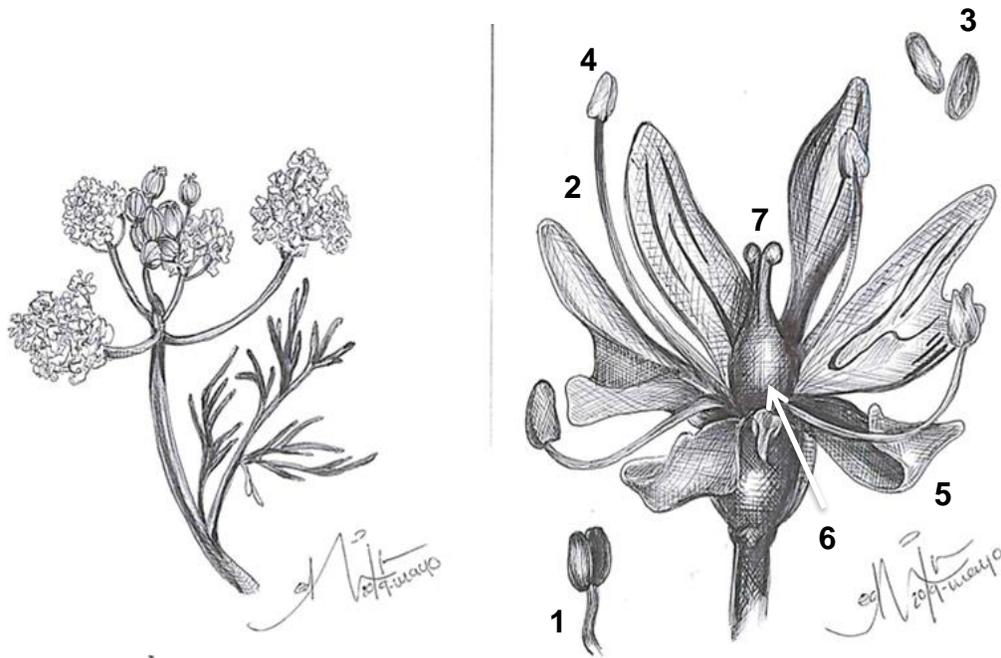


Figura 2.6. Flor del Cilantro, (1.-estambre, 2.-filamento, 3.-polen, 4.-antera, 5.-corola, 6.-ovario, 7.-estigma).

La flor de cilantro tiene un ovario ínfero y en el fruto ya maduro, los sépalos del cáliz alrededor del estilopódium son visibles, (Diederichsen, 1996).

El color del tallo es blanco o café dependiendo del estado de desarrollo de este. En el estado adulto de la planta por lo general el tallo es hueco, y su parte basal puede alcanzar un diámetro de 20 milímetros, principalmente cuando se encuentra en la etapa reproductiva.

Fruto.

La forma del fruto es variable y hay dos tipos, ovalados y globulares (diaquenios). Normalmente el esquizocarpo (no se separa espontáneamente en dos mericarpos).

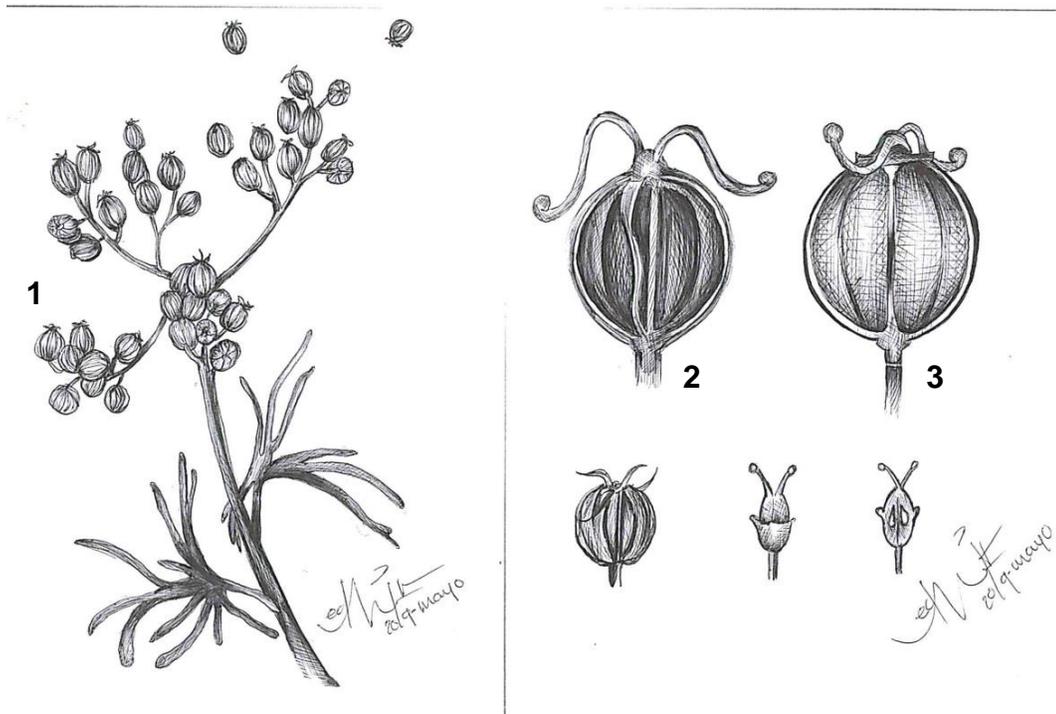


Figura 2.7. El Fruto del Cilantro, (1.- frutos, 2.-fruto inmaduro, 3.-semilla).

En la parte interna del fruto hay divisiones externas que forman secciones o costillas, este contiene dos canales y es aquí donde se almacenan los aceites esenciales, estos canales son llamados, resiníferos longitudinales.

Semilla.

Dentro del fruto se insertan las semillas, estas van madurando en el mismo orden en que se produjeron las flores. Las semillas pierden su viabilidad rápidamente, a menos que se conserven en ambientes frescos con poco oxígeno (envases sellados) y/o fríos. La onza (28 g) de semilla de cilantro contiene aproximadamente 1,900 a 2,800 semillas, dependiendo la variedad.

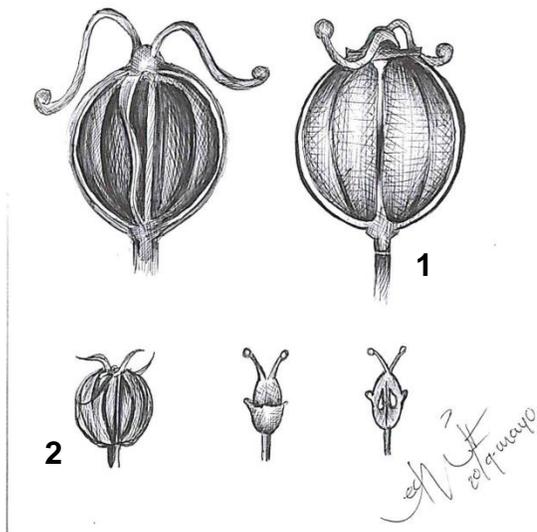


Figura 2.8. La Semilla del Cilantro, (1.- semilla, 2.-semilla formada.)

La germinación de las semillas es epigea, y sus cotiledones emergen del suelo. Y cuenta con una raíz secundaria.

Requerimientos Climáticos.

Fotoperíodo, (Luz y temperatura).

Putievsky (1983) realizó una evaluación con dos regímenes de temperatura, (18/12°C y 24/12°C, correspondientes al día, y la noche) y dos periodos de luz (10 y 16 horas luz), encontró que el cilantro llega a su etapa reproductiva y alcanza la madurez más rápido en los días largos que en los de días cortos, aunque el cilantro cumple su ciclo vegetativo en ambos casos. En ambas longitudes de día, la floración y madurez fueron más tempranas en la temperatura alta. Con 16 horas luz y temperaturas de 24/12°C, la floración fue a los 55 días con una altura de planta de 25 cm, mientras que con 10 horas de luz y la misma temperatura, la floración ocurrió a los 90 días y una altura de planta de 50 cm.

Otro experimento realizado con el mismo propósito, utilizaron los siguientes parámetros: 16 horas de luz y temperatura de 12 a 18°C, donde se

obtuvo una floración a los 70 días, con una altura de planta de 35 cm, mientras que con 10 horas de luz y la misma temperatura, la floración fue a los 90 días y una altura de planta de 30 cm, (Putievsky, 1983).

Por su parte, Mohr y Schopfer (1995) y Sivori, *et al.*, (1980), hicieron aportaciones en cuanto al fotoperiodo, y mencionan como influye este en la planta del cilantro, afirman que además de la formación de la flor, procesos importantes en el ciclo de esta especie, tales como el grado de ramificación, la actividad cambial, la formación y el reposo de las yemas, el tamaño y forma de las hojas y el alargamiento de los entrenudos son controlados por el fotoperíodo.

En verano, cuando las temperaturas son altas y el número de horas luz aumenta, la floración es más temprana, por lo que se acelera la etapa reproductiva de la planta, cuando esto sucede la productividad de hojas se reduce y aunque la producción de semilla es más rápida, no es conveniente que esto suceda, pues lo que se busca es producir follaje.

Por lo contrario cuando se tienen temperaturas bajas y menos horas de luz solar la floración se alarga, permitiendo a la planta producir más hojas y aumentar su calidad y productividad.

Dentro de las investigaciones y estudios realizados en diferentes ciclos de producción, en la U.R.S.S. (Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas) y sus diferentes republicas que la conforman. Savchuk, (1977), indica una que en áreas con una baja precipitación (250 a 300 mm), se puede forzar al cultivo a generar altas producciones de cilantro.

Húmedad.

La húmedad ambiental es la cantidad de vapor de agua que puede soportar el aire. La cantidad máxima de vapor de agua que se mantiene en el aire, depende de la temperatura del mismo.

La humedad del aire, normalmente se expresa en términos de humedad relativa (HR), como el porcentaje de vapor de agua en el aire, en comparación con la cantidad total de agua que podría contener el aire si estuviera saturado. Esta HR es la manera más común de expresar los niveles de humedad.

La función de la humedad en el crecimiento de la planta; Las plantas de cilantro, al igual que las otras especies, siempre están ajustando las aberturas de los estomas en las hojas de su follaje, según el Déficit de Presión del Vapor (DPV), y la humedad del aire. La humedad alta es un problema, debido a que el fluido de savia dentro de la planta es demasiado lento y compromete la calidad, incluso si los estomas están constantemente abiertos.

De la misma manera, si la humedad es muy baja y la transpiración posterior es demasiado alta, la planta cierra las aberturas de las estomas para minimizar la pérdida de agua y el marchitamiento. Desafortunadamente, esto también significa que la fotosíntesis sea más lenta y, finalmente, también lo será el crecimiento de la planta, (Centro de información, PRO-MIX, 2017).

Riego.

Un factor ambiental muy importante en la producción de cilantro, es el agua. Cada cultivo presenta un consumo específico de agua que optimiza sus funciones metabólicas y favorece el óptimo crecimiento vegetativo y reproductivo.

Los requerimientos hídricos en cilantro, son de suma importancia al igual que en cualquier otro cultivo. El agua conforma entre 90 y 95% de una planta y produce la hidratación de las células, que son clave para el crecimiento vegetal.

Además, es el vehículo de transporte de los elementos nutritivos desde el suelo hasta las raíces y la totalidad de la planta, (Amezquita, 1999).

Según Morales (1995), la productividad tanto en hojas como de semillas en cilantro, se relaciona de manera directa con el riego. Por estas consideraciones se hace necesario determinar los requerimientos hídricos del

cilantro, y buscar una alternativa eficaz que permita definir una relación entre la cantidad de agua aplicada, los rendimientos y la calidad de esta especie.

Estudios realizados, mencionan los efectos positivos de riego sobre los rendimientos de follaje, en tratamientos con 140 y 160 mm de agua. Esto indica que la aplicación de una lámina de agua es de > 200 mm no aumenta el rendimiento de manera significativa, y que láminas de agua menores a lo que se estableció, afectan el rendimiento del cilantro.

Otras variables como: altura, diámetro del tallo y número de hojas, son el resultado de la relación entre el consumo de agua y el rendimiento de la especie e indican que la mayor eficiencia se presentó en el tratamiento con una lámina de agua de 200 mm, lo que coincide con la propuesta de Vallejo y Estrada (2004).

La lámina de riego considerada para el *Coriandrum Sativum* L. es de 200 mm, para obtener una buena respuesta fisiológica, y hacer el uso de agua más eficiente, si la cantidad de agua es menor, provocará deficiencias de producción, por lo contrario si se excede este volumen, será solo un desperdicio de agua ya que la producción no tiene un rendimiento significativo, pero si puede llegar a producir incidencia de enfermedades al provocar condiciones de anaerobiosis, por ejemplo ataques de *Rhizoctonia* o *Fusarium*, (Vallejo y Estrada, 2004).

CO₂ (Dióxido de Carbono).

El dióxido de carbono, se encuentra en el aire, en una concentración del 0.03% al 0.04% (que equivale de 300 a 400 ppm.) aproximadamente, y las plantas lo usan junto con el agua (H₂O) y la luz del sol para que, a través de la fotosíntesis, fabrique glucosa y oxígeno (éste último como subproducto), que es la fuente de energía de las plantas. Dentro de las características que definen la calidad del cilantro, se encuentra el color. La clorofila que es el pigmento verde que da color a las plantas, y es de suma importancia para el proceso de la fotosíntesis.

Clima.

La adaptabilidad de este cultivo en cuanto a la altitud, es amplia y va desde los 600 metros hasta los 2,500 msnm, las temperaturas promedio indicadas para la producción de cilantro varían de los 19°C hasta los 27°C. Los climas cálidos permiten un óptimo desarrollo, sin embargo, se sabe que este cultivo es tolerante a climas moderadamente fríos.

A los 1,000 y 1,700 msnm con temperaturas promedio de 20 y 26°C pertenecen a regiones de climas cálidos, es aquí donde el desarrollo del cilantro genera un incremento de follaje en cuanto a la producción en fresco (Acuña, 1998).

Se ha demostrado que el cilantro es capaz de resistir bajas temperaturas. Las bajas temperaturas provocan que se retrase la floración, por lo contrario la producción de follaje y materia fresca aumenta. Se ha determinado que si la temperatura es de -8 o -9°C, será crítica para el sistema radicular. Mientras tanto la parte aérea de la planta, llega a tolerar temperaturas de hasta -14°C. Por ello se ha clasificado a este cultivo, como resistente a heladas. Así mismo si se llegara a presentar este fenómeno de bajas temperaturas en la etapa adulta de la planta, este cultivo no presenta ningún tipo de daño, sin embargo si el cultivo está en su fase reproductiva, es decir en floración, las bajas temperaturas podrían afectar la etapa y llegar a presentar daños importantes en las flores, (Medellín, 1988).

Requerimientos Edáficos.

Suelo.

Se adapta a muchos tipos de suelos, pero suele crecer mejor en suelos fértiles con textura liviana, suelos sueltos o francos, lo mejor será establecer este cultivo en suelos con buen drenaje y altos contenidos de materia orgánica. Las mezclas de residuos orgánicos, cenizas, y arena con el suelo, funcionan de buena manera y conforman un excelente medio para el cultivo (Acuña, 1998).

pH.

El pH del suelo aporta información de suma importancia en diversos ámbitos de la edafología. Uno de la más importante deriva en el hecho de que las plantas tan solo pueden absorber los minerales disueltos en el agua, mientras que la variación del pH modifica el grado de solubilidad de los minerales aplicados en la fertilización, o la adsorción de los cationes en las partículas del suelo.

El pH del suelo puede ser afectado por ácidos fuertes presentes en el suelo (tales ácidos como el nítrico y el sulfúrico), resultado de la actividad microbiana, otro factor que influye en el pH del suelo es el humus, que contiene grupos funcionales de tipo carboxílico, fenólicos, enólicos, entre otros. La abundancia en el suelo de óxido de Fe y Al, son factores que en medio ácido, afectan considerablemente el pH, sobre todo en regiones lluviosas.

El óptimo desarrollo de la planta de cilantro se lleva a cabo en suelos con pH neutro, ligeramente ácido o alcalino (6 a 7.5), pero con aplicaciones suplementarias de micro elementos, preferiblemente con buen drenaje, cuando hablamos de pH óptimo, hacemos referencia al cultivo, y debe este establecerse en las condiciones que se mencionan, para obtener los mejores resultados y permitir el máximo desarrollo de la planta, (Acuña, 1998).

Manejo del Cultivo.

Preparación de terreno.

Una buena preparación de terreno se hace con anticipación, lo primero que se recomienda, es un paso de arado (con mínimo dos meses antes de la siembra), con el fin exponer al sol los organismos que se encuentran en el suelo (solarización). Después se dan dos pasos de rastra, para deshacer los agregados generados por el arado, con la finalidad de facilitar la siguiente actividad que es el surcado. La surcadora se adapta al manejo que se va a utilizar y es aquí donde se define la separación del surco, una separación

adecuada es de 80 cm entre surcos en grandes extensiones; si el cultivo se establece en camas este será el siguiente paso, sustituyendo al anterior, en esta especie no se toma mucha importancia la cama estándar que generalmente es de 1.2 m de ancho por 30 de largo, ya que esta especie no se tutorea, la longitud de cama o surcos, que se le dé, no afectará el establecimiento del cilantro, y estará finalmente determinada por la demanda de agua, y esta, por la distancia de los emisores en la cintilla.

Densidad de siembra.

El promedio requerido de semilla de cilantro es de 2 g/m², con una distancia de 30 cm entre hileras. Para la región del sur de Coahuila la densidad más común, o la que más se maneja es de 25 a 40 Kg/Ha, (Dávila, 2010).

Según la Secretaría de Agricultura, ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación en la república mexicana (SAGARPA), Un gramo contiene entre 80 y 100 semillas de cilantro.

Profundidad de siembra.

La profundidad de siembra sugerida es de 2 cm y el porcentaje de emergencia es de 70 a 85 %. A la semilla le toma de 7 a 10 días para emerger en condiciones favorables, aunque existe gran variación según el método de siembra, SAGARPA, 2014).

Distancia entre hileras: 20 cm. Densidad de siembra: La densidad de siembra es de 5-10 g de semilla por m², para la producción del follaje. • Tiempo de cosecha: 40-60 días después de siembra.

Siembra.

Muchos agricultores producen, guardan y usan semillas de plantas de las cuales no se conocen ya los nombres de variedades y a las que se llama variedades nativas, que son selecciones locales de cilantro que se han ido produciendo y seleccionando de manera empírica a lo largo del tiempo.

La siembra del cilantro más adecuada es a chorrillo, continuo o directo al suelo preparado donde se va a establecer. Las hileras por cama dependerán del manejo que cada productor le quiera dar.

La cantidad de semilla varía entre 1.5 y 2.5 gramos por metro cuadrado, con un equivalente de 15 a 25 Kg/Ha. Esta cantidad de semilla genera una población de 180 a 250 plantas/m², (Puga, 2000).

Para una siembra por surcos, o surcos sencillos, se recomienda una separación entre 25 y 30 cm; otra modalidad es la siembra de surcos múltiple, la distancia entre surcos que se maneja aquí es de 10 a 15 cm.

La distribución de la semilla debe ser muy uniforme, para que la emergencia sea homogénea, se debe procurar colocar una cantidad promedio de 70 semillas por metro lineal, (Zapata y García, 2012).

Época de siembra.

El cultivo del cilantro se siembra todo el año, aunque estudios realizados dicen que las mejores épocas de siembra en cuanto a fechas, son en otoño-invierno, por otro lado es importante mencionar, que el rendimiento disminuye si la siembra se hace en el ciclo de primavera-verano. Lo anterior se relaciona de manera directa a las temperaturas de dichas fechas, ya que en esta época se ocasiona la floración prematura y la presencia de plagas y enfermedades foliares aumenta. Los cultivares que se destinan a productividad de follaje se pueden establecer en cualquier época del año y dependiendo a las temperaturas, la calidad y cosecha van a variar, independientemente de eso se deben cuidar otros aspectos, tales como son; el riego y el suelo donde se va a sembrar, (Paz, 1999).

Aunque la tecnificación para producir este cultivo es baja, y la mayoría de su manejo es a campo abierto, por su rentabilidad y adaptación, es posible establecer este cultivo bajo condiciones controladas de invernadero, con el fin de proteger al cultivo de plagas y enfermedades, controlar temperaturas, y de

esta manera producir todo el ciclo, en cualquiera de sus épocas, (Vallejo y Estrada, 2004). Sin embargo, como se mencionaba anteriormente, el establecimiento del cilantro no exige condiciones controladas para llegar a producirlo, por lo que utilizar condiciones de un invernadero, generaría un gasto extra para el productor y como consecuencia, la rentabilidad en la producción de esta especie hortícola bajaría.

Deshierbes.

Otra labor cultural de suma importancia es la eliminación de malezas, esta se puede hacer de manera manual utilizando un azadón y se hace con el fin de evitar la competencia entre hierbas ajenas al cultivo y el mismo, otro fin de la eliminación de malezas, es evitar que estas sean reservorio de plagas y enfermedades y que en etapas futuras puedan afectar al cultivo.

El primer deshierbe, se hace con un aproximado de tres semanas después de haber sembrado, el segundo, se hace después de otras tres semanas, y después de la cosecha se hace una ligera limpieza.

Los deshierbes son de suma importancia y aunque se tiene la idea de cada cuando se deben hacer, estos van a depender, conforme al desarrollo del cultivo y la aparición de malezas dentro de todo el ciclo, (Ceballos, 2010).

Control Fitosanitario.

El cilantro es un cultivo que no presenta mayores problemas en cuanto a plagas y enfermedades, es decir la planta no es tan susceptible. Esto se debe a las sustancias alelopáticas que este posee, sin embargo se sabe que este es atacado por alternaría de manera cíclica.

Por la razón anterior, y los beneficios que caracterizan al cilantro, este cultivo se utiliza en la rotación de cultivos, con el fin de romper ciclos de agentes patógenos, principalmente en los cultivos donde anteriormente se cultivó avena, acelga o albahaca.

Plagas.

Ácaros.

Tetranychus telarius L. o araña roja común, a pesar de su nombre, este artrópodo no es un arácnido, sino un ácaro de distribución cosmopolita y muy polífaga que afecta prácticamente a todos los cultivos. Su ciclo de vida es muy corto y normalmente se alimentan de la superficie de la hoja. El amarillamiento, quemadura y bronceado de las hojas, son síntomas de su ataque. Por otra parte, la apariencia de los hojas puede parecer deformada y con arrugas, se hospedan en el envés de la hoja, produciendo pequeñas telarañas, (Morales, 1995).

Para evitar la proliferación de esta plaga, se deben cuidar las condiciones dentro del cultivo, se deben evitar altas temperaturas y baja humedad relativa, la araña roja común se desarrolla y establece en lugares con polvo. Una labor cultural que se puede realizar para su control, es la aplicación de agua común a la planta de manera directa, con el fin de aumentar la humedad y bajar la temperatura, o bien, cuidar los abatimientos de humedad.

El control químico resulta ser bueno, los productos a base de dicofol, tetradion, dicarzol, dinocap, metamidofos, e incluso jabones insecticidas, (Morales, 1995).

Áfidos.

Los áfidos, también conocidos como pulgones, dañan una gran variedad de plantas, se hospedan en ellas y succionan la sabia de hojas y tallos, causando decoloración, amarillamiento, desecamiento y muerte de tejidos.

En casos extremos la muerte de la planta, de ser necesario su control, se puede utilizar oxamil, metomil, metamidofos, endosulfan, (Morales, 1995).

El control biológico se puede utilizar como recurso para la eliminación de esta plaga, sus enemigos naturales (*Crysopa*, *Crysoperla*) dan buenos

resultados. Los áfidos son más agresivos en épocas secas al igual que los ácaros. En relación a este cultivo, varios géneros han sido asociados al cilantro, entre ellos se encuentran *Semiaphis*, *Hydaphys* y *Cavariell*, (Morales, 1995).

Gusano de la hoja.

Dentro de la importancia de plagas y enfermedades encontramos los gusanos y sus diferentes especies que pueden afectar al cultivo. Entre ellas se encuentran, *Spodoptera exigua* Hubner, *Sodoptera litura* Fabricius, *Spodoptera littoralis* Boisduval. Son gusanos relativamente pequeños que comen grandes cantidades de hojas.

Su control no es tan complicado, pero se debe vigilar de manera constante para controlarlo a tiempo, si la población de esta plaga es baja, se pueden aplicar insecticidas biológicos (*Bacillus thuringiensis*), cuando la incidencia de esta plaga es mayor y las poblaciones son altas es necesario utilizar insecticidas químicos, como opción principal, están los plaguicidas de contacto.

Para el control de esta plaga e incluso de otras, en su mayoría, el control de maleza en la parcela y cerca del cultivo, es una medida complementaria para mejorar su manejo y evitar que estas sirvan como reservorio de agentes patógenos, (Morales, 1995).

Enfermedades.

En cilantro, las enfermedades más importantes son aquellas causadas por patógenos que afectan tanto a las hojas (tales como los hongos *Erysiphe*, *Cercospora* y *Alternaria*, y la bacteria *Pseudomonas syringae*) como las que afectan las raíces (como *Rhizoctonia* y *Fusarium*). Comúnmente estas enfermedades son más frecuentes y más severas durante períodos de alta humedad. Aunque no se detectan muchas enfermedades, se podrían presentar por alta humedad los hongos *Cercospora* sp. y *Collectotrichum* s.

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).

Los tallos infectados por *Rhizoctonia*, tienen una apariencia seca, marchita, (tiesa). Si esta enfermedad aumenta puede rodear el tallo y los peciolo, lo que limita el movimiento de agua y nutrientes hacia la planta y causa la defoliación prematura, especialmente durante el calor del día, la consecuencia más severa será entonces la posible deficiencia de nutrientes.

Marchitamiento del cilantro.

El género *Fusarium* es un patógeno distribuido ampliamente a nivel mundial (en más de 32 países) y afecta a más de 80 cultivos de importancia comercial, entre ellos, la especie del cilantro.

Existen diversas especies del género *Fusarium*, sin embargo las más relevantes para las especies hortícolas, son *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani*.

Fusarium oxysporum es una enfermedad en el cultivo de cilantro, más conocida como marchitez, esta se puede presentar en otros cultivos como cucurbitáceas, tomate, pimientos y chiles picantes.

Además de causar daños a las hojas, es también capaz de dañar la raíz, y aunque se los daños son provocados en la raíz los síntomas se pueden observar en el follaje (hojas), este se torna amarillo y marchito, el cuello junto a los tejidos internos de la raíz se oscurecen. Para el control de esta enfermedad y evitar que esta permanezca en el suelo los siguientes ciclos, podemos hacer una rotación de cultivo con una especie no susceptible, o bien hacer un control químico aplicando fumigantes al suelo, tales como benzimidazoles, carbendazim, tiabendazol tiofanato, (Morales, 1995).

Mancha foliar.

Alternaria dauci y *Alternaria petroselini* (hongos causantes de esta enfermedad), la mancha foliar comienza con lesiones pequeñas e irregulares rodeadas de tejido amarillento generalmente en los bordes de las hojas. Al avanzar la enfermedad las manchas se unen y dañan todo el limbo de la hoja, es así como esta 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 & Wilson, 1997).

Es importante mencionar que la semilla puede ser invadida por el hongo, por lo que la enfermedad se propaga a través de ésta; es por eso que se debe utilizar semilla sana libre de patógenos.

La propagación y dispersión de la enfermedad se pueden llevar a cabo mediante el viento o salpicaduras de agua. 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).

Fertilización.

Fertilizantes minerales.

Con la fertilización mineral se puede maximizar el rendimiento de la especie de cilantro, con el fin de conservar la fertilidad del suelo y sus características, y mejora la rentabilidad de esta actividad agrícola. La meta que se persigue es encontrar la mejor dosis de fertilizante, en el ciclo del cultivo del cilantro, que nos permita obtener los mejores resultados de productividad, para evitar excesos y del mismo modo mantener un buen nivel de minerales en el

suelo, en condiciones de asimilabilidad, de forma que la planta los absorba en la cantidad que necesite y en el momento más preciso.

A pesar de los elementos presentes en el suelo, siempre es apropiado aportar nutrientes externos, para abastecer las necesidades de la planta y aportar nutrientes al suelo.

Con el fin de saturar la capacidad de intercambio catiónico (CIC), se puede hacer una fertilización de pre siembra, para enriquecer al suelo y evitar que este pierda los nutrientes que ya contiene debido a la absorción de la planta.

Conservar las propiedades del suelo y su riqueza en nutrientes, es un objetivo que busca la nutrición de la planta a base de la fertilización. Con el fin de producir sin excesos de fertilizantes, y evitar sobreexplotaciones del suelo.

Importancia de los nutrientes.

- **Nitrógeno:** Es determinante en el crecimiento y desarrollo de la planta, y colabora en la multiplicación celular, lo que aumenta la producción de materia fresca de la especie de cilantro. Además de conducir a la obtención de proteínas, se ha comprobado que existe una relación directa del nitrógeno con la productividad de biomasa.
- **Fósforo:** Durante la germinación, el fósforo favorece el desarrollo de las raíces, aportando vigor al cilantro. En otras especies ayuda a la floración y cuajado de los frutos, además de formar parte de fosfolípidos y enzimas.
- **Potasio:** Mejora la resistencia de las especies hortícolas, ya que es activador de la fotosíntesis y regula las sustancias de reserva. Interviene en las distintas reacciones enzimáticas y disminuye la transpiración.
- **Magnesio:** Esencial para la fotosíntesis y la formación de distintos pigmentos puesto que forma parte de la molécula de clorofila.

- **Azufre:** Interactúa de forma muy positiva con el nitrógeno y es un componente de aminoácidos, vitaminas y proteínas.
- **Calcio:** Fundamental para la correcta absorción de elementos nutritivos y necesario en la división de las células y crecimiento de la planta.
- **Boro:** Se utiliza junto con el calcio, en la conformación de las paredes celulares y esencialmente para la división celular, es decir la creación de nuevas células en los tejidos de la planta, la absorción de este nutriente, al igual que los otros, dependerá tanto del contenido en el suelo como el que se va a aplicar en la fertilización.
- **Manganeso:** Es un importante micronutriente, al igual que cualquier otro elemento, su deficiencia o toxicidad pueden presentar una limitante en el desarrollo de las especies hortícolas. Este elemento contribuye a la fotosíntesis, la respiración e incluso la asimilación de nitrógeno. Además participa en la síntesis de clorofila, asimilación de nitratos, activación hormonal y división celular.
- **Zinc:** Este es esencial en pequeñas cantidades, se utiliza en la formación de clorofila, dentro de los procesos que conllevan a esta, en el cultivo de cilantro, es esencial para la resistencia de bajas temperaturas. El zinc es fundamental para la formación de auxinas.
- **Cobre:** Se utiliza también en dosis muy pequeñas, el cobre activa varias enzimas implicadas en la síntesis de lignina, el cobre ayuda a intensificar el sabor, y el color en las especies hortícolas, es por esto que este elemento se vuelve esencial en la producción del cilantro.

Nutrimientos.

Fernández (1988), menciona que el cultivo del cilantro demanda de grandes cantidades de nitrógeno y fósforo en donde los micronutrientes no se requieren en cantidades elevadas, sin embargo los agricultores de Ramos Arizpe, Coahuila, México, usan la dosis de 100Kg/Ha de la fórmula 18-46-00

(NPK) incorporándola a la siembra y 50Kg/Ha de Urea cuando la planta ha alcanzado 10 centímetros de altura.

Muchos productores, en diferentes cultivos utilizan el concepto de fertilización de fondo o fertilización de base, como una labor cultural cotidiana, utilizando fertilizantes con fuentes minerales completas de macro elementos (N, P, K, Ca, S, y Mg). Con el fin de nutrir el cultivo desde edades tempranas.

Este proceso se lleva a cabo con la preparación de campo, antes de la siembra. Para una producción de follaje con un promedio de 2 Kg/m², se estima que el cultivo extrae 100 kg de Nitrógeno, 30 kg de P₂O₅ Y 70 kg de K₂O por hectárea, (Vallejo y Estrada, 2004).

Vallejo y Estrada en sus investigaciones, mencionan las aplicaciones de nitrato de potasio (KNO₃), en dosis de 3 g/L, la aplicación se recomienda hacer a partir de la segunda semana, una vez que el cultivo ya haya emergido, con una frecuencia de dos dosis semanales, donde se demuestra crecimiento favorable y efectos de desarrollo de follaje, otro factor notable se observa en la postcosecha y su resistencia al deterioro, (Vallejo y Estrada, 2004).

García (1952), señaló que la distribución de abonos químicos, en primer término superfosfato de cal y sulfato de potasio da buenos resultados. Sin embargo Tamara (1978) observo que el cultivo del cilantro no requiere muchos químicos o fertilizantes minerales, mencionó que es adecuado abonar el terreno el mismo año de siembra para obtener mejores resultados en cuanto al aroma del cilantro.

El uso de fertilizantes además de proporcionar a la planta los nutrientes requeridos, mantiene la fertilidad del suelo. Entre los elementos nutrimentales más importantes se encuentra el nitrógeno, fósforo y potasio, estos son llamados macroelementos por que se necesitan en cantidades mayores.

Pillai (1975), estableció que bajo diferentes tratamientos de los elementos principales o macroelementos (NPK) se incrementó la producción de

semilla de del 4 al 26% en comparación con un testigo evaluado dentro de sus investigaciones y experimentos en el cultivo del cilantro, dentro de los tratamientos evaluados donde se obtuvo el aumento del 26% se estableció una fórmula de 20-40-20 (NPK).

El manejo de nutrición vegetal a base de fertilizantes minerales es de suma importancia y a partir de esta se define la cantidad y calidad de producción, (Vanlavwe, *et al.* 2001).

Los nutrimentos se aplican conforme al desarrollo de la planta y va a depender de los recursos del productor y su facilidad para conseguirlos, aunque se toma como base la fertilización mineral, estos nutrimentos también pueden ser mezclados con abonos orgánicos y favorecer un equilibrio, sin perder la base de fertilización que se está utilizando, de esta manera se aportan al cultivo los nutrientes necesarios que favorezcan su desarrollo y posterior crecimiento, sin llegar a afectar las propiedades edáficas, (Jacob, 1973).

En cuanto a la liberación de nutrimentos resultado de los fertilizantes, el objetivo de la aplicación favorable tanto a la planta como al suelo reduce el riesgo en el movimiento de los elementos a aguas subterráneas e incluso muy superficiales, (Brady y Weli, 1999).

Fertilización Foliar.

Este tipo de fertilización existe desde el año 1914 o un poco antes, es un sistema dentro de la agricultura y consiste en suministrar los nutrimentos necesarios o establecidos por medio de aspersion con el fin de lograr una Nutrición oportuna en los momentos críticos del desarrollo vegetal.

Se ha comprobado experimentalmente que la toma de nutrimentos por via foliar es más rápida que por la vía de la raíz que es la vía común por donde se lleva a cabo la absorción, (Finck, 1989).

La fertilización foliar es relativamente un concepto nuevo de la nutrición vegetal, que consiste en aportar pequeñas cantidades de minerales en forma

asimilable a la planta. Es un complemento de la fertilización mineral del suelo con el propósito de suministrar los elementos que requieren las plantas en el momento oportuno, (Berrenque, 1991).

Abonos Orgánicos.

A nivel mundial se han estado realizando prácticas para la conservación de la fertilidad de los suelos, se pretende en lo general disminuir la aplicación de pesticidas, herbicidas y fertilizantes químicos y su uso excesivo, para aprovechar en cambio el uso benigno y respetuoso de la naturaleza y el ambiente, (Hanson y Cassman, 1994).

Estudios comprueban que la nutrición vegetal es la base para la producción, y en el caso de cilantro y su producción de biomasa se maneja el término de productividad.

Se señala que tanto fertilizantes orgánicos como minerales, son requeridos no solo para aumentar parámetros de producción y productividad, sino también para proteger a la planta y hacerla menos susceptible, una planta con buena nutrición tendrá menos problemas y mejores resultados.

Aunque los abonos orgánicos mantienen y mejoran las características físicas y químicas del suelo, la aplicación de fertilizantes minerales se ha vuelto muy importante ya que de esta manera se provee al cultivo, cantidades suficientes de nutrientes en su periodo vegetativo y reproductivo (cuidando su uso excesivo) mediante la absorción por el sistema radicular.

Cosecha.

El ciclo vegetativo es de dos a tres meses, sin embargo la cosecha puede hacerse de 40 a 60 días después de la siembra. Lo indicado es cortar de dos a tres centímetros sobre el suelo, para luego formar los manojos, esto se hace dentro del campo de la misma parcela.

Una vez que se hace el corte de los pecíolos, la planta vuelve a crecer y es posible realizar un segundo corte, aunque la productividad baja considerablemente después del primer corte, la planta es capaz de generar nuevos brotes que en un nuevo periodo se consigue como consecuencia una nueva cosecha. Es por eso que comúnmente solo se hace una cosecha por ciclo de cultivo.

Dentro de la cosecha de cilantro, es posible retirarlo del suelo conservando su raíz, de esta manera se aumenta la conservación en postcosecha y se reduce el deterioro en fresco, (Infoagro, 2013).

Postcosecha.

Aunque se tenga un buen manejo en campo, y se cumplan todas las actividades y labores culturales a lo largo del ciclo del cultivo, si no se tiene un buen manejo de postcosecha, entonces lo anteriormente logrado, no habrá servido de nada. Se debe tener cuidado a la hora de la cosecha y el almacenamiento, para evitar pérdidas y aumentar las ganancias, los conocimientos de postcosecha, son de suma importancia. Una vez que se cosecha y se agrupa en el campo, el follaje debe ser almacenado rápidamente bajo condiciones controladas, la humedad debe ser alta, y la temperatura debe mantenerse baja. La vida útil oscila entre los 18 y 22 días de almacenamiento, la temperatura indicada es de 0°C, una de las propiedades que empieza a disminuir, es el aroma, esto ocurre a los 14 días aproximadamente, para mantener la vida útil, de una a dos semanas se puede aplicar una temperatura de entre 5 y 7°C, (Infoagro, 1997).

El principal efecto que genera la deshidratación, es la pérdida de peso, y como causa disminuye la producción. Es por eso que inmediatamente se debe almacenar para que este conserve el mayor peso en fresco posible. Cuando no es posible realizar la refrigeración, se puede evitar el deterioro y marchitamiento con agua, e incluso con hielo sobre las plantas, y como recomendación, la planta cosechada (pecíolos), debe alejarse de la luz solar, (Infoagro, 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

Ubicación del Sitio experimental.

El trabajo de investigación se estableció en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en la localidad de Buenavista, en el municipio de Saltillo Coahuila, México. Se llevó a cabo en uno de los campos experimentales dentro de la misma, ubicado en la parte posterior del edificio La Gloria. Con una localización geográfica de 25° 01' 09" Latitud Norte y 101° 01' 55" longitud Oeste, y una altitud de 1,760 msnm.

Características del sitio experimental.

Clima.

El clima del lugar se clasifica como seco, semicálido, con una temperatura media anual de 14 a 18°C y una precipitación media anual que va desde los 300 a los 400 milímetros; la dirección en que soplan los vientos predominantes, es con dirección noreste y registran una velocidad promedio de 22.5 Km/h. La frecuencia de heladas inicia en el mes de noviembre y termina generalmente en febrero, con un rango de 2 a 3 días de granizo, y nevadas esporádicas.

Material vegetal.

El material genético que se utilizó fue semilla de cilantro variedad Marroquí, esta variedad tiene excelente aroma y una buena calidad, las raíces son fuertes y peciolo vigoroso, la siembra se puede hacer con frutos enteros o semillas (medio fruto). La cosecha para consumo en fresco se realiza de 50 a 60 días después de la siembra.

Esta variedad presenta un color verde oscuro brillante, y es tolerante a cenicillas, verticilium y fusarium.

La variedad de cilantro Marroquí es tolerante a altas temperaturas sin llegar a floración, y dependiendo del manejo se pueden dar hasta tres cortes, aunque lo más recomendable es hacer solo uno.

Suelo.

Se hizo un análisis dentro del sitio experimental, el procedimiento fue el siguiente: se tomaron 10 muestras a una profundidad de 30 cm, en distintos puntos a lo largo de la cama donde se estableció el cultivo, con el fin de tomar una cantidad representativa y homogénea del suelo.

Las características y tipo de suelo se determinaran en base al análisis de suelo, presentando una textura franco-arcillosa con una conductividad promedio de 2.14 ms/cm, un pH 8.52, y 4.03% de Materia Orgánica (MO).

Preparación de terreno.

Una vez determinado el suelo para la investigación, se continuó a acondicionar el terreno para el establecimiento. Eliminando malezas de forma manual, debido a la dimensión de la superficie, para esto se utilizó un azadón.

La preparación de terreno se realizó después de la limpieza, eliminando las malas hierbas. Ambas labores se hicieron el mismo día, esto con la finalidad de solarizar el suelo y exponer al ambiente a posibles patógenos y reducir en consecuencia la incidencia de plagas y enfermedades antes de la realización de la siembra.

Se inició con un paso de arado de discos, con la finalidad de voltear la tierra, por consiguiente aflojar el terreno, ya que debido a su poco uso, este estaba compactado, posteriormente se hizo un paso de rastra para nivelar el terreno y deshacer los terrones que dejó el arado, finalmente se pasó la cultivadora con rejas tipo alas para la formación de la cama.

La limpieza de la superficie se realizó el día 07 de agosto del 2017, una vez determinado el tipo de suelo que se usó para la investigación. Esta consistió en eliminar las malezas de forma manual con azadón. Una vez formada la cama, se hizo un arreglo a la misma, de manera manual utilizando un azadón.

Se hizo el trazado de surcos, (a lo largo de la cama) bordos y calles, y se acomodaron cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Las características que se muestran a continuación, son en base a los resultados obtenidos mediante el análisis de suelo.

Cuadro 3.1 Resultados del análisis de suelo.

Determinación	Resultados
Textura	Franco-Arcilloso
Densidad	1.09 g/cm ³
pH	8.52
CE	1 dS/m
Carbonatos	59.6 %
C.C	25.5 %
PMP	15.2 %
M.O.	4.03 %

Cuadro 3.2 Resultados del análisis con respecto a los nutrientes.

Determinación	Resultados	Determinación	Resultados
P-Oslen	99.8 ppm	Zn	6.37 ppm
K	529 ppm	Mn	1.14 ppm
Ca	3718 ppm	Cu	1.26 ppm
Mg	309 ppm	B	0.97 ppm
Na	18.7 ppm	S	1.54 ppm
Fe	1.98 ppm	N-NO ₃	29.2 ppm

Establecimiento de la Parcela Experimental.

La superficie donde se llevó a cabo la investigación, fué una cama de 1.2 metros de ancho con una longitud de 26 metros. El diseño experimental (Bloques al Azar) de siembra se hizo usando 4 surcos de 26 metros a lo largo de la cama y una separación de 30 cm entre hileras, se dejó espacio para el efecto de bordo, con la finalidad de minimizar los factores externos, como corrientes de aire, ataque de plagas y enfermedades, etc., que influyen sobre el comportamiento. Se usaron las hileras exteriores como efecto de bordo y 50 cm de cada unidad experimental.

Fueron 8 tratamientos con tres repeticiones cada uno, en total se establecieron 24 unidades experimentales, cada una con un metro de cama y una superficie de 1.2 m², abarcando a 4 hileras a lo ancho de la cama, el primer metro y el ultimo se tomaron como efecto de bordo, al igual que las hileras de la orilla, esto quiere decir que solo se evaluaron las dos hileras centrales, de en medio, en cada una de las unidades experimentales.

Siembra.

La siembra se llevó a cabo el 26 de septiembre del 2017, se utilizó semilla de la variedad Marroquí. Primero se trazaron las hileras, procediendo a hacer una zanja para luego depositar la semilla en forma de chorrillo en el fondo a una profundidad aproximada de 3 cm, con una densidad de 2 g de semilla/1.2 m² de cama.

Con respecto a lo mencionado anteriormente, cabe citar que en el experimento, la siembra se hizo en otoño-invierno (temperaturas bajas), usando semilla entera y se realizó un solo corte, ya que se midió la planta completa en la toma de datos.

Fertilización.

Las fertilizaciones se hicieron de forma manual, considerando los diferentes tratamientos, se procuró hacerlas de manera uniforme, para regar y

fertilizar adecuadamente toda la superficie de cada unidad experimental, y regando en la parte media de las hileras del surco.

En la preparación de la solución, se utilizó una báscula para pesar las cantidades de los fertilizantes con los que se trabajó. En base a los principios de Douglas (1997), se preparó una solución madre de cada fertilizante, establecido por la formula. Para almacenar las soluciones madres se utilizaron envases de vidrio con capacidad de 1 litro, procurando que estos fueran de color ámbar para evitar la fotorreacción de los compuestos químicos (es decir la reacción causada al interactuar los fertilizantes con la luz) utilizados, con la finalidad de incrementar la confiabilidad en la viabilidad de cada uno de estos.

Durante el ciclo se aplicaron 5 fertilizaciones, la primera aplicación se hizo a los 9 días después de la emergencia de la planta, las siguientes 3 se aplicaron semanalmente. La última fertilización se hizo 14 días antes de la cosecha. En base a cada una de las soluciones madre aplicadas, se tomaron las cantidades mínimas, medias y máximas de fertilizantes minerales, de acuerdo a cada tratamiento y sus respectivas repeticiones.

Para hacer una preparación de la formula a aplicar en cada tratamiento preciso, se utilizaron equipo y materiales, tales como basculas, probetas graduadas, jeringas desechables con capacidad de 60 mililitros y recipientes graduados.

Cuadro 3.3 Fertilizaciones de auxilio de acuerdo al programa.

Fecha de fertilización	Número de fertilización
15 de octubre del 2017	Primer fertilización de auxilio
22 de octubre del 217	Segunda fertilización de auxilio
29 de octubre del 2017	Tercera fertilización de auxilio
05 de noviembre del 2017	Cuarta fertilización de auxilio
12 de noviembre del 2017	Quinta fertilización

Sistema de Riego y Riegos.

Se estableció un sistema de riego con tubería de PVC, con riego de agua potable sin clorizar, al que se le adaptó un sistema de cintilla con 30 cm de distancia entre emisores para efectuar los riegos.

Se utilizaron 55 metros de cintilla, y esta se dividió en dos tiras de 27m cada una para establecerla entre los surcos de en medio y los que conformaron el efecto de bordo. Esto se hizo con el fin de facilitar la aplicación de los riegos.

Los riegos se hicieron cada 3 días con el objetivo de mantener un buen nivel de humedad en el suelo. Hubo días donde se pospuso el riego por cuestiones de situaciones favorables, provocada por presencia de lluvias.

Control fitosanitario.

Durante el ciclo de esta especie se esperaba tener mínima incidencia de fitopatógenos, de acuerdo a las características que esta especie posee y su baja susceptibilidad a plagas y enfermedades. Durante el experimento, no se hizo ninguna aplicación de control químico, ya que la presencia de plagas y enfermedades como se esperaba, fué nula, además de que era una finalidad del trabajo, reducir la presencia de plagas y enfermedades con un adecuado manejo de nutrición completa, bajo el principio, de que tu alimento sea tu medicina, para evitar que la medicina sea tu alimento.

Control de malezas.

Los deshierbes se hicieron manuales y constantes, procurando tener el cultivo siempre en las mejores condiciones de limpieza, lo principal fue evitar la competencia entre hierbas ajenas al cultivo como son las malezas, y no permitir que estas sirvieran como hospedero de plagas y enfermedades. Además de favorecer las condiciones para un crecimiento óptimo del cultivo, esta actividad cultural se aprovechó para aflojar el suelo y aporcar con un poco de tierra a la planta y proporcionar aireación a la raíz y soporte a las plantas.

Aplicación de quelatos de fierro.

El hierro a pesar de ser muy abundante en la mayoría de los suelos donde se establecen los cultivos, se suelen encontrar sintomatología de deficiencias en las plantas y cultivos, esto se debe a la baja solubilidad del hierro en el suelo, o a la influencia que ejerce el pH sobre la disponibilidad de este microelemento, considerando que el pH del suelo era alcalino.

En ocasiones las plantas son sensibles a la clorosis férrica, para solucionar o corregir esta deficiencia se recomienda aplicar Quelatos de Hierro, los quelatos de hierro son productos microgranulados solubles que se utilizan para la corrección de la clorosis, es decir cuando las hojas de la planta pierde tonalidades normales de color verde, principalmente los puntos de crecimiento.

Con referencia al experimento que se realizó, un mes después de la emergencia de las plantas, se observó un amarillamiento en las hojas del cilantro, por lo que se implementó una aplicación de Quelatos de Hierro con la finalidad de corregir esta deficiencia.

La aplicación se hizo en base a la relación de superficie aprovechable, en camas/Ha. La superficie aprovechable, medida en camas, se hace con respecto a una hectárea, la cama estándar es de 36m², abarcando así 6,480m², lo que equivale a un 65% de superficie aprovechable, que es la adecuada.

La recomendación del producto viene a una dosis de 1,500kg/Ha, la relación para la superficie de la cama, correspondió a aplicar 8.3 g de “quelatos de Hierro”. Como la corrección se tenía que hacer de inmediato y de acuerdo a las instrucciones del producto, la dosis a aplicar fue doble, es decir, de 16.6 g, considerando entonces que cada 100 g de este micro granulado, contienen 13 g de ingrediente activo quelatante, se requirió entonces hacer una aplicación de 128 g de quelatos de fierro, que fué la dosis que se aplicó finalmente, de manera homogénea en todas y cada una de las unidades experimentales.

Aplicación de Ácido Giberélico.

Con la finalidad de inhibir la floración prematura y aumentar el crecimiento del cilantro, se utilizó un regulador de crecimiento a base de Giberelinas. La aplicación se hizo de manera asperjada y uniforme y se realizó una semana antes de la cosecha.

Ácido Giberélico 40%. Composición: ácidos Giberélico 40%, presentado en forma de gránulos solubles. Es un regulador de crecimiento vegetal tipo 1, con base en ácido Giberélico, el cual mejora la calidad y aumenta el rendimiento de los cultivos. Para aplicación foliar, diluido en cantidad suficiente de agua para obtener un buen cubrimiento.

El producto comercial que se utilizó fue "Activol" al 40%, diluyendo 1 g, equivalente a 1,000 ppm, en 1,000 centímetros cúbicos (1,000 ml), y aplicando en toda la cama de manera uniforme y homogénea en todos los tratamientos. Se hizo con la finalidad de aumentar el crecimiento vegetativo e inhibir la floración. Se utilizó una concentración de 50 ppm.

En Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) es recomendable aplicar 2.5-5 g/ha, aumenta los rendimientos y acelera el crecimiento después del corte (en caso de que hagan varias cosechas). Recomendación aplicar después de cada corte.

La aplicación que se hizo fue con la finalidad de acelerar su crecimiento vegetativo para llevar a cabo la cosecha y evaluación.

Cosecha.

La cosecha se llevó a cabo, exactamente a los dos meses después de la siembra, es decir, el día 26 de noviembre del 2017, se hizo por la mañana procurando que la temperatura del día no fuera muy elevada para evitar deshidratación y mantener la turgencia de la planta, y la calidad en lo cosechado, además de evitar una variación alta en los datos y no influir de manera negativa en el coeficiente de variación.

El procedimiento fue el siguiente: se evaluaron solamente los surcos de en medio (dos), de cada unidad experimental, se tomaron 10 centímetros de cada surco, en cada unidad experimental, conformando un manojo de cilantro por unidad, de ahí, se escogieron solamente 10 plantas al azar, que fué la muestra seleccionada para medir y evaluar las variables consideradas.

La planta de cilantro se cosechó con todo y raíz con el fin; de evitar deshidratación, evitar pérdida de peso en fresco, mantener la turgencia y alargar su vida útil. Una vez retiradas las plantas del suelo, se hicieron los manojos, la raíz fue lavada con agua común y al final se colocaron en rejas con un fondo de papel húmedo para mantener una buena humedad en la raíz, para proceder a la toma de los datos, luego se llevó el material cosechado al laboratorio, para hacer la actividad, bajo una temperatura baja y obtener los resultados de una manera más confiable. Una vez medido cada tratamiento con sus respectivas repeticiones (unidades experimentales), y evaluado también cada una de las variables analizadas, se cosechó por completo el material vegetal restante.

Diseño experimental.

El trabajo experimental se estableció dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, bajo condiciones de campo abierto, con un ambiente de clima variable y expuesto a factores externos al cultivo. De acuerdo a esto, el diseño bajo el cual se desarrolló el trabajo fue bajo un diseño de bloques al azar, (en algunos experimentos las unidades experimentales y características del lugar no son homogéneas, para eficientar el experimento y su confiabilidad, las unidades experimentales se sortean para hacer una agrupación y asignación a cada tratamiento) con arreglo factorial AxB, (factor A; tipo de solución nutritiva, factor A1: Solución nutritiva con influencia Vegetativa y A2: Solución nutritiva con influencia Reproductiva) (Factor B: Capacidad de extracción, en cuatro niveles diferentes; B1 500, B2 1,000, B3 1,500 y B4 2,000 kg por Hectárea por Año) en la producción de cilantro, la combinación de factores, arrojaron 8 tratamientos, y se emplearon

tres repeticiones para cada uno de ellos, generando un total de 24 unidades experimentales, con dimensiones de 1.2 m² cada una.

El arreglo factorial AxB se llevó a cabo con la finalidad de observar la interacción entre cada uno de los niveles de fertilización (Kg de fertilizante/Ha/año) y el tipo de solución nutritiva (con influencia Vegetativa e influencia Reproductiva), analizar los resultados y ver el comportamiento de los tratamientos, para ver cuál obtuvo los resultados más favorables en cuanto a los dos factores y su interacción entre ellos.

Para la realización de los análisis de varianza, se analizaron los datos con el paquete estadístico Statical Analysis System (SAS) 9.0, y para determinar los niveles de significancia, se realizó la prueba de medias de TUKEY.

Modelo estadístico.

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

Donde:

Y_{ijk} = valor

μ = media general

α_i = fertilizaciones vegetativa y reproductiva

β_j = capacidad de extracción

$\alpha\beta_{ij}$ = interacción de la fertilización vegetativa y reproductiva con las capacidades de extracción.

r_k = repeticiones

E_{ijk} = error experimental

Descripción de factores.

Factor A (solución nutritiva, Vegetativa y Reproductiva).

- A1 (Fertilización con una solución con influencia Vegetativa).
- A2 (Fertilización con una solución con influencia Reproductiva).

Factor B (Capacidad de extracción de Fertilizantes).

- B1 500Kg de fertilizante/Ha/año.
- B2 1,000Kg de fertilizante/Ha/año.
- B3 1,500Kg de fertilizante/Ha/año.
- B4 2,000Kg de fertilizante/Ha/año.

Descripción de tratamientos.

Cuadro 3.4 Descripción de tratamientos, obtenidos mediante la combinación de factores

Número de tratamiento	Combinación de factores	Formula final
1	A1 B1	Fertilización con formula vegetativa, en una extracción de 500Kg de fertilizante/Ha/año.
2	A1 B2	Fertilización con formula vegetativa, en una extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año.
3	A1 B3	Fertilización con formula vegetativa, en una extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año.
4	A1 B4	Fertilización con formula vegetativa, en una extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año.
5	A2 B1	Fertilización con formula reproductiva, en una extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año.
6	A2 B2	Fertilización con formula reproductiva, en una extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año.
7	A2 B3	Fertilización con formula reproductiva, en una extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año.
8	A2 B4	Fertilización con formula reproductiva, en una extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año.

La fórmula final se obtuvo basándose en una extracción de fertilizante por Hectárea al año, tomando como punto de referencia los requerimientos del cultivo de cilantro, se establecieron 4 niveles de fertilizante, partiendo de 500Kg, seleccionando el dato de manera arbitraria en virtud de la poca información con la que se cuenta y basándose en la especie y algunos antecedentes de la misma a nivel regional, las cantidades de fertilizante a manejar se incrementaron hasta 2,000Kg con la finalidad de manejar un rango entre las capacidades de extracción y encontrar la dosis optima de fertilización para esta especie hortícola.

Aplicación de tratamientos.

Cuadro 3.5. Descripción de tratamientos, con base en la técnica de manejo de soluciones madre.

Tratamiento	Factores	Descripción
1	A1B1	Solución vegetativa, de acuerdo a una capacidad de extracción de 500 kg/Ha/año.
2	A1B2	Solución vegetativa, de acuerdo a una capacidad de extracción de 1,000 kg/Ha/año.
3	A1B3	Solución vegetativa, de acuerdo a una capacidad de extracción de 1,500 kg/Ha/año.
4	A1B4	Solución vegetativa, de acuerdo a una capacidad de extracción de 2,000 kg/Ha/año.
5	A2B1	Solución Reproductiva, de acuerdo a una capacidad de extracción de 500 kg/Ha/año.
6	A2B2	Solución Reproductiva, de acuerdo a una capacidad de extracción de 1,000 kg/Ha/año.
7	A2B3	Solución Reproductiva, de acuerdo a una capacidad de extracción de 1,500 kg/Ha/año.
8	A2B4	Solución Reproductiva, de acuerdo a una capacidad de extracción de 2,000 kg/Ha/año.

Elaboración de soluciones madre.

Este proceso se hizo con la finalidad de facilitar el manejo de los fertilizantes y la aplicación de esta al momento de las fertilizaciones, de tal forma que al extraer cierto volumen de cada solución madre se logró obtener la concentración deseada de cada fertilizante.

Las soluciones se obtuvieron mediante la disolución de los fertilizantes, y se aforaron a 1 litro de agua, una vez finalizado el proceso, la solución se almacenó en una botella de vidrio de color ámbar para evitar la fotorreacción de los fertilizantes.

Cuadro 3.6. Porcentaje de participación de los fertilizantes en la solución madre.

Fertilizante	Porcentaje de participación en la fórmula	
	S. Vegetativa	S. Reproductiva
UREA (46-00-00)	11.87 %	0%
FMA _t (12-61-00)	1.93 %	2.19 %
KNO ₃ (12-00-46)	10.24 %	11.61 %
CaNO ₃ (11.9-00-00+16.9% Ca)	31.28 %	35.5 %
MgSO ₄ (16%MgO+13%S)	11.76 %	13.34 %
Ácido Bórico ()	0.35 %	0.4 %
FeSO ₄ (21%S+36%Fe)	0.59 %	0.67 %
MnSO ₄ (19%S+32%Mn)	0.25 %	0.28 %
ZnSO ₄ (17%S+34%Zn)	0.06 %	0.07 %
CuSO ₄ (12.6%S+25%Cu)	0.03 %	0.03 %
Ácido Sulfúrico ()	31.64 %	35.91 %

Variables evaluadas.

Peso en fresco (PF).

Para la medición de esta variable se tomaron las plantas de 10 cm (del surco) de cada uno de los surcos medios (2 surcos), (los dos surcos de las orillas de la cama, no se evaluaron que como ya se mencionó anteriormente, estos se utilizaron como efecto de bordo), de los dos surcos a considerar en la medición, se obtuvo un total de 20 cm por unidad experimental, luego se seleccionaron al azar 10 plantas y se cortó la raíz para pesar el follaje (Biomasa); con los datos obtenidos se sacó un valor medio que fue el que se sometió a evaluación.

Número de pecíolos (NP).

En esta variable se seleccionaron 10 plantas en cada una de las unidades experimentales y se contabilizó el número de pecíolos por planta, el dato final se obtuvo mediante una media, que fué el dato que se sometió a evaluación.

Altura de la planta (AP).

Para determinar la altura de la planta, se seleccionaron nuevamente 10 plantas de cada unidad, sumando un total de 30 plantas por tratamiento, con ayuda de un Vernier y una regla se midió el largo de la planta desde la parte basal hasta el ápice vegetativo, todos y cada uno de los datos que se obtuvieron, fueron promediados para finalmente expresarlos en centímetros como dato final y ser evaluados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Este apartado se enfoca principalmente en los resultados de la investigación que se realizó y se hace una discusión de la información analizada estadísticamente, obtenida mediante un programa llamado SAS (versión 9.0), los resultados obtenidos se muestran en cada una de las variables que se evaluaron con respecto a la calidad que el cilantro presento.

Para determinar el rendimiento del cilantro y su calidad, se tomó como base la evaluación de tres variables (peso en fresco, altura de la planta y número de pecíolos), de acuerdo a la capacidad de extracción de fertilizantes de este cultivo, con el fin de eficientar su uso y obtener los mejores resultados. La calidad de cilantro como en cualquier otro cultivo, es sin duda uno de los parámetros más importantes dentro de la producción y productividad de los mismos, que además de generar mayores ganancias y rentabilidad, produce mayor satisfacción y confiabilidad a quienes lo consumen.

Peso en Fresco (PF).

Esta variable es sin duda una de las que más repercuten dentro de la calidad de los cultivos cuya parte de la planta que se aprovecha en mayor demanda es vegetativa, es decir hojas, tallos, pecíolos, etc., ya que son órganos de la planta que se asocian a la turgencia de la misma y un mal manejo dentro de la cosecha y postcosecha podría causar grandes pérdidas. Para el productor la variable de peso en fresco es muy importante ya que a base de esta se puede determinar el rendimiento mediante una relación; mayor peso = mayor rendimiento, y como consecuencia mayores ingresos, a pesar de que se comercializa en manojos.

Esta variable como se mencionaba anteriormente, influye de manera directa sobre el rendimiento total en el cultivo.

Al analizar los resultados se encontró para el factor A (cantidad de fertilizante en Kilogramos aplicados por hectárea/año) una respuesta (**) altamente significativa.

En cuanto a los niveles de significancia (A, B y C) se encontró que al aplicar 500 Kg y 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año se obtuvo un nivel de significancia "C", estos resultados en comparación con el nivel de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año, que fué el nivel que mejores resultados presentó, demuestran diferencia significativa, es decir al aplicar 500 Kg y 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año es posible obtener resultados bajos con similar producción.

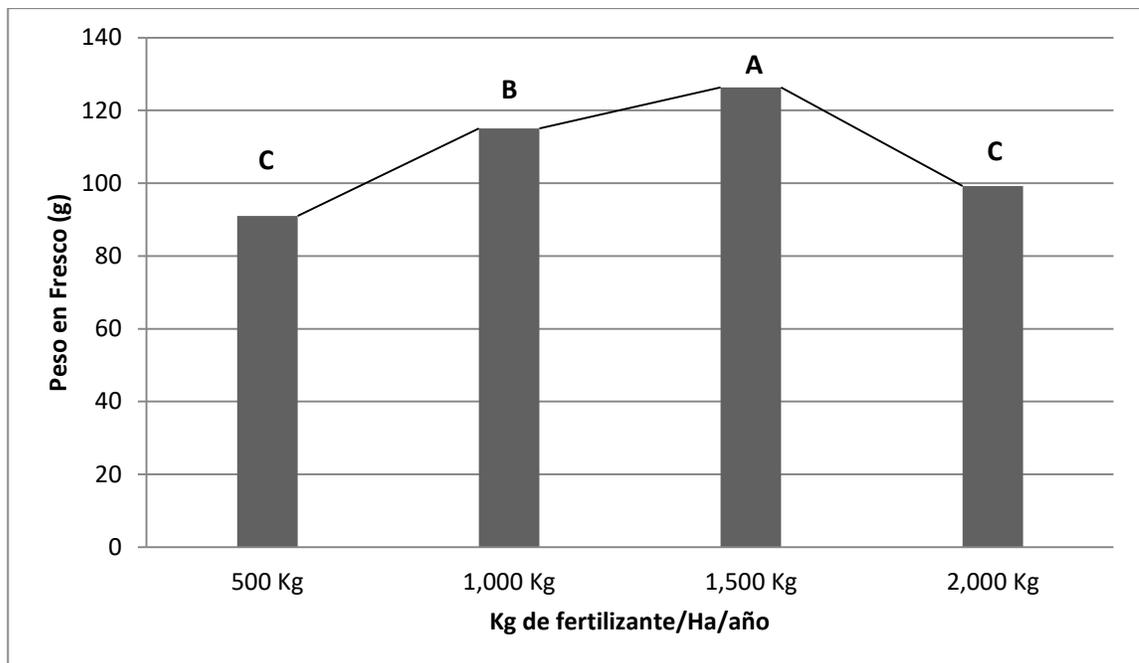


Figura 4.1 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización para la variable de peso en fresco. Las cantidades de fertilizante muestran el resultado del peso en fresco del cilantro en cada uno de los niveles aplicados, dando como resultado la cantidad en gramos que se muestra en la figura.

En la figura se observa que a medida que se incrementa la cantidad de fertilizante/Ha/año el peso incrementa, hasta que se llega a un nivel de 1500 Kg de fertilizante/Ha/año, y cuando se alcanza un nivel de fertilizante de 2000 kg se aprecia que el valor para esta variable se reduce de manera importante. Los niveles de significancia se muestran en la parte superior de cada nivel de fertilización (A, B y C), en el nivel de significancia A se encuentra el nivel 3 (que fue el más alto) de 1,500 Kg de Fertilizante/Ha/año, en el nivel de significancia B se encuentra el nivel 2 de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año y en el nivel de significancia C se encuentran el nivel 1 con 500 Kg de fertilizante/Ha/año y el nivel 4 de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año.

Al realizar la prueba de TUKEY, esta arroja tres niveles de significancia, en el nivel de significancia "A" se ubica al tratamiento tres donde se manejó un nivel de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año, en el nivel de significancia "B" se encuentra al nivel dos, donde se aplicaron 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, finalmente en el nivel de significancia "C" se encuentran al nivel uno donde se aplicaron 500 Kg de fertilizante/Ha/año y al nivel cuatro, donde se aplicaron 2,000 Kg de fertilizante/ Ha/año.

Es posible que la reducción en el valor de esta variable, es decir cuando se aplicaron 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, se deba al incremento de la salinidad en el suelo, considerando que todos los fertilizantes son sales y estas cuando están en valores por arriba de los niveles deseados afecta la absorción de estos como consecuencia del incremento de la presión osmótica (Potencial Osmótico).

Con respecto a la fertilización de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, es probable que los bajos resultados se deban a que la cantidad de fertilizante aplicada en este nivel resulte inadecuada para satisfacer las necesidades fisiológicas del cultivo y así favorecer al crecimiento correcto de las plantas, que se traduzca en un rendimiento favorable.

Al realizar una comparación mediante un análisis porcentual de los cuatro diferentes niveles de fertilización que se manejaron, se encontró que el nivel de fertilizantes de 1,000 Kg/Ha/año, supera en un 26.47% al nivel uno que fue el nivel más bajo manejado, mientras que el nivel tres, en donde se manejaron 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año supera al nivel más bajo (500 Kg de fertilizante/Ha/año) en un 38.83%, y el nivel más de fertilización más alto empleado que fue de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, supera al nivel más bajo nuevamente de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, en tan solo un 9.01%.

Considerando los resultados de la investigación y tomando como base eficientar el uso de los fertilizantes y la concientización hacia el uso excesivo de los mismos, resulta que aplicar un nivel mayor a los 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año es un gasto innecesario para el productor en el cultivo del cilantro ya que se comprobó que después de este nivel el rendimiento solo disminuye.

(García, 1959) señaló que la aplicación de químicos y su distribución dentro de la producción de cilantro aumenta los rendimientos, en primer término menciona que el Superfosfato de Cal y el Sulfato de Potasio dan buenos resultados. Sin embargo (Tamara, 1987) observó que el cilantro lo contrario, él dijo que el cilantro no requiere de muchos químicos y que es adecuado abonar el terreno el mismo año que se siembra, esto con el fin de obtener cilantro más aromáticos.

La fertilización es un factor que influye de manera importante en la producción de cilantro y esta se ve afectada por el tipo de nutrición que se aplique ya sea con influencia vegetativa o reproductiva, dependiendo de estas y a los resultados que se quieran obtener se va a hacer la mejor selección, es decir, si el objetivo de producir cilantro es para consumo en fresco se recomienda una fertilización con influencia vegetativa ya que esta muestra mejores resultado en la producción de biomasa o materia seca, por lo contrario si lo que se quiere es llevar al cultivo hasta etapas de floración y reproducción lo

más recomendable es utilizar una formulación de fertilizantes con influencia reproductiva para obtener resultados más favorables .

Además el uso de fertilizantes minerales permite conservar la fertilidad del suelo, entre los nutrimentos más importantes, se encuentran los macroelementos (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), el extenso uso del Nitrógeno ha aumentado el rendimiento significativamente.

Con respecto al factor B, al realizar el análisis estadístico se encontró una respuesta favorable y significativa, por lo que se tienen dos niveles de significancia y al hacer una comparación porcentual, se encontró que el tipo de nutrición con influencia vegetativa supera en un 7.4% al tipo de fertilización con influencia reproductiva.

SEP (1987), el Nitrógeno asegura el crecimiento rápido de la planta y fomenta la producción vegetativa en los cultivos. El cultivo del cilantro requiere este elemento durante su establecimiento, principalmente en la fase vegetativa, si hubiera una deficiencia afectaría al cultivo y provocaría un problema de desarrollo en la planta y clorosis en las hojas. Un exceso favorece el aumento de follaje además disminuye la precocidad de floración y fructificación.

En los resultados en cuanto al factor B1 (Fertilización Vegetativa), hay coincidencia con los estudios realizados por SEP en 1987. Se encontró una diferencia significativa Y se observó que el nitrógeno favorece la producción de follaje. Se recomienda utilizar una fórmula de fertilización con influencia vegetativa (fertilización con Nitrógeno) para la producción de follaje y Cilantro para consumo en fresco.

Para el factor B2, se encontró que los resultados en comparación del factor B1, son inferiores, es decir más bajos.

Para la fuente de variación e interacción entre factores (A x B) se encontró una respuesta altamente significativa, lo que indica una dependencia entre los tipos de fertilización con influencia vegetativa y reproductiva y la

cantidad de fertilizante que se aplique por Hectárea/año. Dentro de los análisis llevados a cabo en el experimento se observó un mayor rendimiento de cilantro para consumo en fresco en la interacción de factores A1 (Solución Nutritiva con influencia Vegetativa) y nivel tres de fertilización, B3 (1,500 Kg de fertilizante/Ha/año).

Fernández (1988) realizó una investigación donde utilizó 12 genotipos en diferentes partes de la República Mexicana, reportó que en San Francisco del Rincón en Guanajuato, Tepeaca en Puebla y fresnillo Zacatecas, presentaron los niveles más altos en cuanto a rendimiento, menos días de emergencia y ciclo vegetativo o producción de biomasa.

Es posible que el experimento realizado en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, muestre resultados similares a lo que Fernández (1988) menciona en sus investigaciones, este autor mencionó que los mejores resultados se obtuvieron en el genotipo que se estableció en Fresnillo, Zacatecas, debido a que las condiciones climáticas son parecidas en el invierno que además de coincidir con la fecha en que se hizo la siembra el diseño que se implementó fue también de Bloques al Azar.

Para complementar los resultados que se obtuvieron en la variable de Peso en fresco, se hace una comparación entre los tipos de fertilización y su influencia en la planta (Vegetativa y Reproductiva), con la finalidad de saber cuál fertilización nos da los mejores resultados en relación al Factor B (niveles de fertilización) y su respectiva interacción.

En la figura 4.1, el mayor nivel de significancia (A) se encontró en el nivel de fertilización 3, de manera general, es decir sin especificar la diferencia que hubo entre los tipos de fertilización, con respecto a eso se sometió a evaluación los mismos datos, ahora por separado para ver la manera en que influye cada tipo de fertilización y poder saber cuál fertilización genera mayor peso en fresco

(PF), con relación al mejor nivel de fertilización, que en este caso fue el nivel 3.

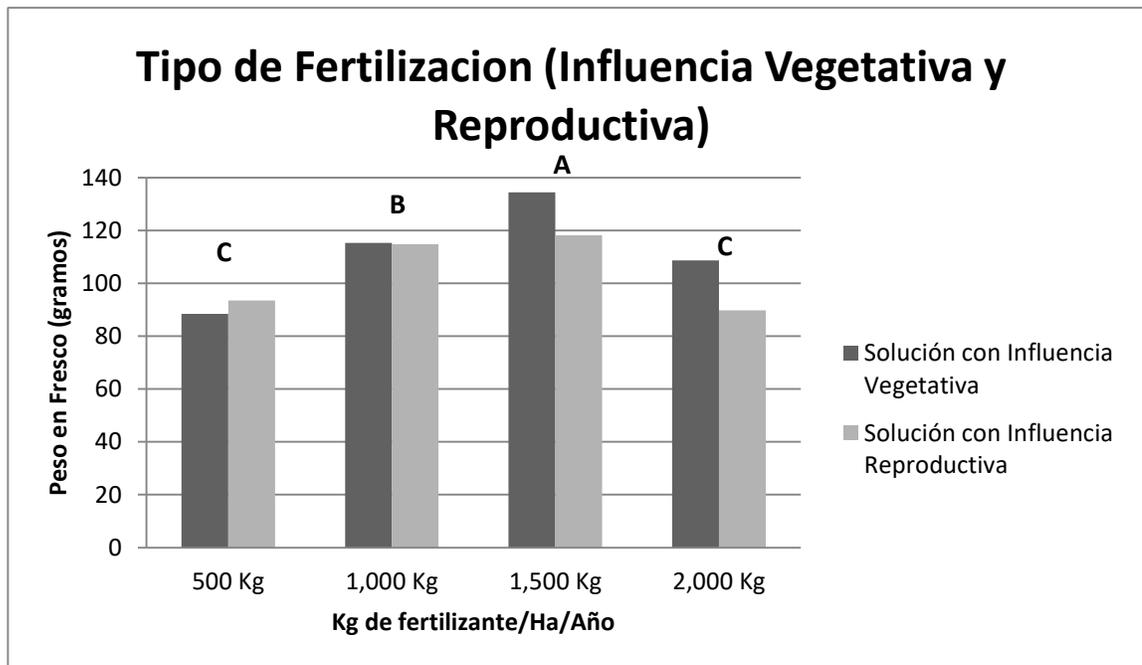


Figura 4.2 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización, utilizando dos tipos de fertilización (vegetativa y reproductiva), en la figura se muestran las cantidades para la Variable Peso en Fresco (en gramos) con respuesta al tipo de fertilización (con Influencia Vegetativa y Reproductiva) y la variación que hubo con respecto a cada nivel de fertilización (Kg de fertilizante/Ha/año).

En ambos tipos de fertilización se incrementan los valores para esta variable (Peso en Fresco) a medida en que se aumenta la cantidad de fertilizantes a aplicar/Ha/año hasta una cantidad de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año ya que como se mencionaba anteriormente, cuando se aplica una cantidad de 2,000 Kg/Ha/año los valores de peso en fresco expresados en gramos disminuyen notablemente y en consecuencia el rendimiento se reduce de manera importante.

En cuanto al coeficiente de variación (CV) se puede decir, que como resultado, se obtuvo un nivel de variación bajo por lo que la confiabilidad de la

investigación y en enfoque a la variable que se evaluó aumenta la confiabilidad de los datos y resultados obtenidos en dicho trabajo.

SEP (1987) el Nitrógeno es un elemento muy importante para la planta que influye de manera importante en la etapa vegetativa de la planta, es decir en etapas tempranas de su desarrollo y crecimiento de puntos vegetativos, un exceso de este elemento favorece el aumento de follaje. El Fósforo estimula la formación del sistema radicular, aumenta la precocidad y es de mayor importancia para la producción del fruto en la planta. El Potasio mejora el metabolismo de la planta, esto provoca que la planta sea más resistente a enfermedades, es además esencial para formar azúcares en los frutos.

En cuanto a los distintos tipos de fertilización se decidió utilizar una fórmula con Influencia Vegetativa y una con Influencia Reproductiva para ver la diferencia entre los resultados de cada uno de los niveles por separado. Las fertilizaciones se hicieron utilizando los mismos niveles (Kg de Fertilizante/Ha/año), las fertilizaciones fueron basadas en una solución madre tipo Douglas, al 100%, las formulaciones tuvieron exactamente los mismos fertilizantes minerales, la única diferencia entre las fórmulas de fertilización fue que en la Vegetativa se agregó Nitrógeno en forma de Urea (46-00-00), y en la fórmula de fertilización con Influencia Reproductiva no se agregó Nitrógeno. La fórmula con Influencia Reproductiva se ajustó al 100% sustituyendo la cantidad del fertilizante a base de Nitrógeno (Urea, 46-00-00) con los otros fertilizantes.

Anteriormente se mencionó que es recomendable aplicar una fórmula de Fertilización con Influencia Vegetativa en la producción de cilantro para consumo en fresco y una fórmula con Influencia Reproductiva para la producción de mejores frutos (Semilla).

En la figura 4.2, se observan los niveles de los Kg de Fertilizante aplicados, y se hace una comparación de los dos tipos de Fertilización (Factor A1 y Factor A2) en relación a cada nivel. En el nivel 1 (500 Kg de Fertilizante/Ha/año) la fórmula con Influencia Reproductiva, supera a la

Vegetativa con 5.64%, en el nivel 2 de fertilización (1,000 Kg de Fertilizante/Ha/año) la fórmula con Influencia Vegetativa, supera a la Reproductiva con tan solo un 0.43%, en el nivel 3 (1,500 Kg de Fertilizante/Ha/año) la fórmula con Influencia Vegetativa supera a la Reproductiva con un 13.83 %, en el nivel de Fertilización 4 la fórmula con Influencia Vegetativa, supera la Reproductiva con un 21.14%.

Dentro de los resultados de la variable de Peso en Fresco, se encontró en el nivel 3 (1,500 Kg de Fertilizante/Ha/año) el mayor peso, específicamente donde se aplicó una Fertilización con influencia Vegetativa, esta superó a la Fertilización con Influencia Reproductiva, con un 13.83%.

El nivel de Fertilización que mayor diferencia presentó en cuanto a la comparación de tipo de Fertilización y su influencia, fué el nivel 4 (2,000 Kg de Fertilizante/Ha/año) donde la Fertilización Vegetativa supera a la Reproductiva con un 21.14%, el nivel de Fertilización que menor diferencia porcentual presentó en cuanto a la variable de Peso en fresco y la interacción entre tipo de Fertilización aplicada, fue el nivel 2 con tan solo un 0.43%

Sebastián Balanta Lara (2017), en una investigación llevada a cabo en la Universidad la Salle, basada en la producción de cilantro estudiando diferentes niveles de Densidad de Siembra. Se determinaron 3 niveles de diferente densidad de siembra (3g/m², 5g/m² y 7g/m² de semilla), los resultados más altos se tienen con una densidad de siembra de 7g de semilla/m², superando a la densidad de 3g/m² y 5g/m².

La densidad de 7g/m² es conveniente para un productor de cilantro, porque tiene un mayor número de plantas con un buen comportamiento morfológico. Comparado con la densidad de 5 g/m². Además en una densidad de 7 g/m² se logró una media de diámetro del tallo de 5,93 mm.

En comparación a la densidad que utilizamos en la investigación que fué de 2g de semilla/1.2m² los resultados con esta densidad (2g/1.2m²) fueron buenos y aunque en una mayor densidad de siembra hay más competencia

entre plantas, hay otros factores como características climáticas, del suelo, de riego e interacción genotipo ambiente.

La densidad a la que más se acerca es a la de 3g/m², coincidiendo en resultados no solo en producción por Hectárea, sino también a otras variables como Altura de Planta y Número de Pecíolos.

Según Muñoz (1996), citado por Puga en el 2001, la siembra se efectúa en filas separadas de 50 a 60 cm y de 15-21 cm entre planta de cada fila.

En relación a nuestra investigación, la separación que se utilizó entre hileras fue de 30 cm, mostrando resultados similares en cuanto a producción de cilantro para consumo en fresco.

Muñoz (1996), el espaciamiento se reducirá para la producción de hojas y tallos. En base a lo anterior, la alta densidad de siembra en cilantro no afecta el las variables evaluadas de la planta, esto se dio gracias a un pre-abonado.

Chingana (2014) determinó que la mejor densidad para las variedades Precoces era 200 planta/m².

En comparación a la densidad de siembra que se estableció que fué de 166 plantas/m², (200 plantas/1.2m²), coincide con lo que Chingana observó en el año 2014.

Altura de la Planta (AP).

La segunda variable que se evaluó dentro de la investigación fue la Altura de la Planta (AP), es decir la altura del cilantro, podría decirse que la altura de la planta no está tan relacionada con el rendimiento del cilantro mucho menos si hablamos de tonelaje por Hectárea, ya que podemos encontrar plantas muy altas pero si los pecíolos son muy delgados o los folíolos son pequeños, el peso de la planta va a ser inferior. Sin embargo la altura de la planta se relaciona de manera directa con la calidad, en conclusión, podemos tener plantas altas con pecíolos muy largos que pueden presentar un peso bajo.

No está por demás decir que este podría comercializarse en manojos que es lo que se hace mayormente en la actualidad, sin embargo el peso del cilantro sigue siendo muy importante en relación con la altura para obtener rendimiento y calidad para consumo en fresco.

Molina (1977), citó una investigación de acuerdo a área foliar y peso seco, de acuerdo a sus resultados, se hicieron otras investigaciones en donde ambos experimentos coinciden. En estas investigaciones se observó que al trabajar con variedades mejoradas se obtuvo mayor acumulación de área foliar.

Ortiz (1991), citó que los genotipos responden de manera diferencial al estímulo ambiental. Esto fué más relevante al observar durante el período de evaluación la interacción del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) variedad Marroquí, ya que la variedad funcionó muy bien expresando características de vigor en la planta.

En los tratamientos evaluados con diferentes niveles de Fertilización, se observó en comparación con las investigaciones mencionadas anteriormente, las a alturas son similares.

Al realizar el análisis estadístico, no se encontró en esta variable una diferencia significativa, lo que indica que la altura de las plantas dentro del establecimiento del cultivo tuvo un crecimiento homogéneo, claro con diferente peso en algunos de los tratamientos, esto quiere decir que la acumulación de biomasa o materia seca puede ser mayor de una planta a otra con alturas similares.

El análisis estadístico, determinó un solo nivel de significancia, en este caso el nivel A para los cuatro niveles de fertilización, es por eso que se dice que no hubo diferencia significativa en cuanto a la variable de Altura de Planta.

La diferencia en cuanto al factor A (tipo de Fertilización con Influencia Vegetativa y Reproductiva), se observó una diferencia mínima no significativa (NS).

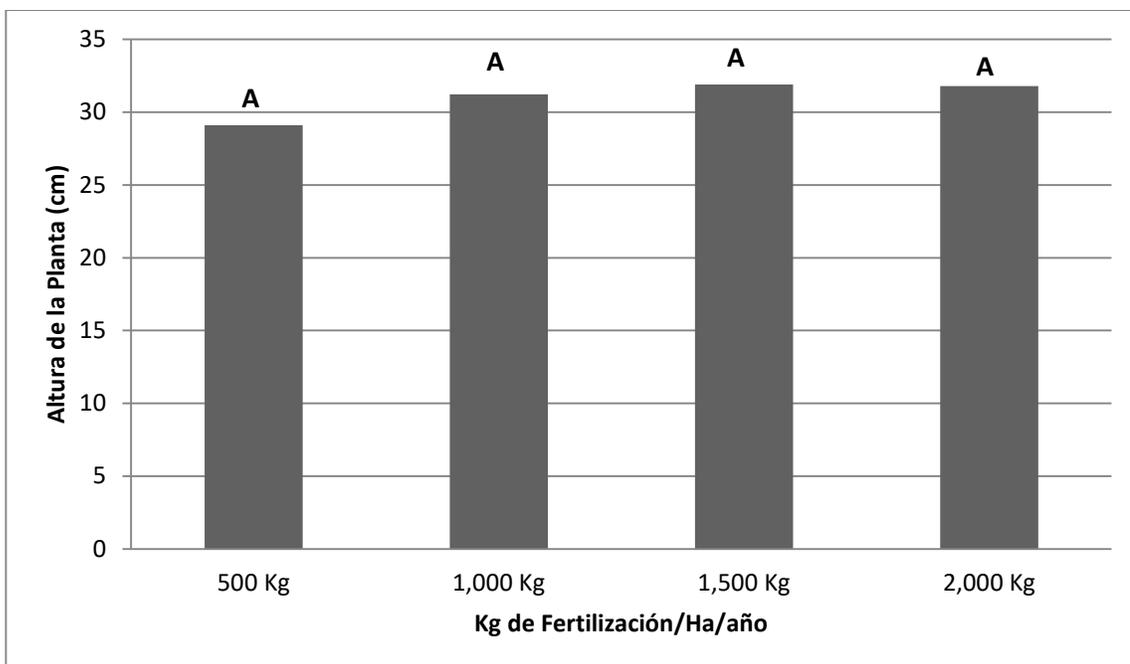


Figura 4.3 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización para la variable de Altura de la Planta, Las cantidades de fertilizante muestran el resultado de la Altura de la Planta del cilantro en cada uno de los niveles aplicados, dando como resultado la cantidad en centímetros que se muestra en la figura.

En la figura 4.3 se observan las alturas que presentó la planta de cilantro en relación con los cuatro niveles de fertilizante que se aplicaron (500 Kg, 1,000 Kg, 1,500 Kg y 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año), se puede ver, que no hubo variación de las alturas en los cuatro niveles de fertilización, por lo que en esta variable no se presentó diferencia significativa.

Observando la figura 4.3, los niveles de significancia se pueden ver en la parte superior de cada nivel de fertilización, en los diferentes niveles de fertilización no se encontró diferencia significativa, es por eso que solo se determinó un solo nivel de significancia (A), esto significa que no hubo variación en la variable de Altura de Planta. Podría decirse que el peso en fresco no depende de la altura de la planta.

Dentro de los cuatro niveles de fertilización aplicados se encontró que el nivel de fertilización de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año fué el que presentó la mayor altura de la planta, reportando una altura de 31.90 cm, luego se observó el nivel de 500 Kg de fertilizante/Ha/año (es decir el nivel más bajo). Que presentó la menor altura, con un largo de 29.10 Cm. Es por eso que se indica que no hay diferencia significativa.

Al realizar la prueba TUKEY, como consecuencia de la no diferencia estadística significativa, da un solo nivel de significancia (A) donde se encuentran los cuatro tratamientos 500 Kg, 1,000 Kg, 1,500 Kg y 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año.

Es posible que ambos tratamientos presentaran un crecimiento homogéneo debido a las condiciones del clima (fotoperíodo), temperatura y humedad, y aunque la altura en dichos tratamientos sea muy parecida, se puede mencionar que el peso en fresco tuvo diferencia significativa, por lo que el comportamiento de estas variables en relación a los cuatro diferentes niveles de fertilización no repercute en la calidad y el rendimiento del cilantro.

Se hizo una comparación con una investigación que implementa un sistema de producción de cilantro, donde también se evalúa la Altura de Planta (Sebastián Balanta Lara, 2014), el autor encontró que si se utilizan diferentes densidades de siembra la altura de la planta varía.

Sebastián Balanta (2014). Observó que al implementar una densidad de siembra de 3g/m² se obtuvo en el material analizado una Altura de Planta de 25.97 cm y en una densidad de siembra de 7g/m² se obtuvo una altura de planta de 32.63 cm. De acuerdo a estos experimentos se hizo un promedio de los niveles de fertilización utilizados en la investigación y se obtuvo como resultado en la implementación de 2g de semilla/1.2m², plantas con una altura promedio de 31.02 cm.

Los promedios que se mencionan muestran que conforme aumenta la densidad de siembra, la altura de la planta también aumenta, y aunque no se

sabe con exactitud hasta que densidad de siembra se tienen resultados favorables, es decir hasta que densidad de siembra obtenemos un buen rendimiento o una producción rentable, es posible que esto suceda por la alta competitividad de luz entre plantas, esto se debe a la afirmación de (Hohm, *et al*, 2013), “El fototropismo es un estímulo que obliga a la planta a orientar sus tejidos fotoactivos y su crecimiento hacia la dirección de la luz”. Permitiendo que el hipocótilo active la hormona auxina, la cual es causante de la elongación celular.

Sebastián Balanta Lara, (2014), cita en su investigación, donde implementa un sistema para producción de cilantro, que los mejores rendimientos de cilantro (*C. sativum*) se obtienen a una densidad de 70 kg/ha Pre-abonando el 10% de los elementos NPK de acuerdo al plan de fertilización.

En la presente investigación no se hizo un pre-abonado ni una fertilización de fondo, solo se llevó a cabo un análisis de suelo, así se determinó la fertilización y sus niveles en cada tratamiento, los resultados en cuanto a las variables que se evaluaron son similares y se observó que al aplicar 1,500 Kg de Fertilizante/Ha/año, se obtienen resultados favorables.

Al realizar una comparación mediante un análisis porcentual de los cuatro diferentes niveles de fertilización que se manejaron, se encontró que el nivel dos de fertilizantes de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año supera al nivel uno de 500 Kg de fertilizante/Ha/año en un 7.8%, el nivel tres de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año supera nuevamente al nivel uno con un 9.66% y por último el nivel cuatro de fertilización con una aplicación de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año superó también al nivel uno con un 9.28%. Aunque la variación no es significativa, en esta variable se pudo observar que al igual que en la variable uno (Peso en Fresco) el tratamiento tres donde se aplicaron 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año fue el que tuvo los mejores resultados.

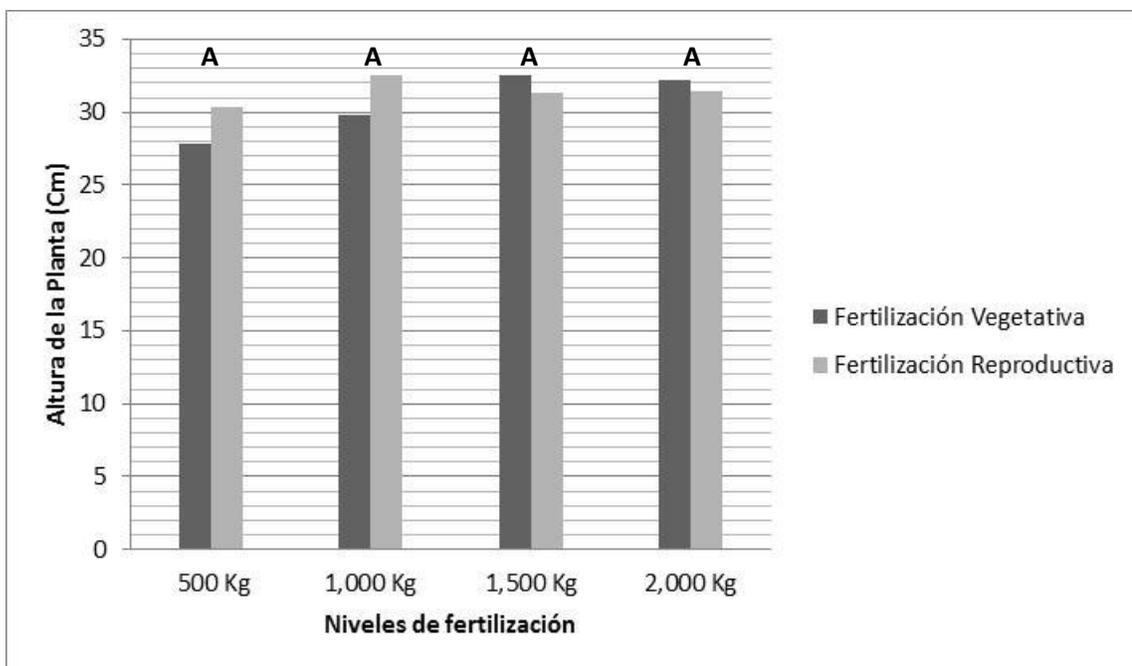


Figura 4.4 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización, utilizando dos tipos de fertilización (vegetativa y reproductiva), en la figura se muestran las cantidades para la **Altura de la Planta (en centímetros)** con respuesta al tipo de fertilización y la variación que hubo con respecto a cada nivel de fertilización (Kg de fertilizante/Ha/año).

Para la fuente de variación e interacción entre factores (A x B) en la variable de **Altura de Planta**, se encontró una respuesta no significativa, lo que indica que no hay dependencia entre los tipos de fertilización con influencia vegetativa y reproductiva y la cantidad de fertilizante que se aplique por Hectárea/año.

En ambos tipos de fertilización se observa la mayor altura que se obtuvo en los cuatro diferentes tratamientos, la mayor altura que se registra para la fertilización vegetativa es en el nivel tres con una aplicación de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año con una altura de planta de 32.5 Cm. En la fertilización con inducción reproductiva se puede ver la altura de planta mayor, tanto en tipo de fertilización como en los niveles de fertilización, es decir el tratamiento que más

altura presentó fué el nivel dos con una fertilización de 1,000Kg de fertilizante/Ha/año el dato fué de 32.58 Cm de altura de planta.

En cuanto al coeficiente de variación (CV) al igual que en la variable de Peso en Fresco, se puede decir, que como resultado, se obtuvo un nivel de variación bajo (7.0% como coeficiente de variación) por lo que la confiabilidad de la investigación y en enfoque a la variable de Altura de la Planta aumenta la confiabilidad de los datos y resultados obtenidos en dicho trabajo.

Sebastián Balanta Lara, (2014), determinó que se obtienen mejores resultados en cuanto a Altura de Planta, haciendo un pre-abonado, sin embargo los resultados coinciden a su investigación.

En cuanto a la producción, se observó que la altura de la planta no define el peso en fresco, en comparación de las dos variables (Peso en fresco PF y Altura de la Planta AP), en los datos analizados es posible observar que aunque en la Variable de Peso en Fresco hubo diferencia Significativa (**), la variable de Altura de la Planta no presentó diferencia significativa (NS).

El crecimiento de la planta no define la acumulación de biomasa de la misma, y una planta pequeña en comparación a otra con mayor altura (en cm), puede tener mayor acumulación de biomasa y como consecuencia mayor Peso.

Medina (1997), mencionó que utilizar variedades mejoradas aumenta la producción de área foliar, esto coincidió con lo citado por Mhor y Schopfer (1995), en relación a que la ontogenia de una planta está determinado por las características genéticas y por la modificación de los factores ambientales.

En cuanto al material genético utilizado en la investigación para producción de cilantro bajo diferentes tipos de fertilización a diferentes niveles (*Coriandrum sativum* L. Variedad Marroquí), se observó que pudo expresar sus características de Vigor y Altura de Planta.

Elfego Gordillo Moreno (2000), citó en su investigación, “Efecto del Ácido Giberélico sobre el Rendimiento y la Calidad del Cilantro (*Coriandrum sativum* L.), bajo Condiciones de Fertirriego”, las características del Cilantro Variedad Marroquí, que la altura a cosecha (60 a 90 días en un periodo de Otoño-invierno) es de 25 a 30 cm, misma altura es demandada por el mercado, mencionó además que se forman de 6 a 8 pecíolos por planta a cosecha dependiendo del ciclo de esta especie.

Por lo que los resultados coinciden en cuanto a Altura de la Planta, superando un poco lo mencionado anteriormente, pues en base a los datos analizados se obtuvo un promedio de 31.02 cm entre los tratamientos.

Número de Pecíolos (NP) por planta.

La tercer variable indica el Número de Pecíolos por planta y al igual que las otras dos se utilizaron diferentes cantidades de fertilizante en cada uno de los niveles, esta variable no deja de ser importante y la relación entre el NP (Número de Pecíolos) puede, o no afectar el rendimiento del cilantro dependiendo de las características que esta variable presente.

Aunque esta variable puede tener bastante relación con distintos factores, como bien lo son: el material genético que se utilizó, la relación genotipo-ambiente, las características del sitio experimental e incluso el clima y cada uno de los riegos que se aplicaron, y si es conveniente mencionar la homogeneidad que hubo en cada uno de los factores que se mencionan anteriormente, se pudo observar que en dicha variable (Número de Pecíolos) no se obtuvo diferencia significativa, y como consecuencia los valores no se ven afectados por los diferentes niveles de fertilización.

Número de Pecíolos. Esta variable como se mencionaba anteriormente, puede que no influya de manera directa sobre el rendimiento total en el cultivo, ya que la acumulación de biomasa no depende del número de pecíolos.

Al analizar los resultados se encontró para el factor A (cantidad de fertilizante en Kilogramos aplicados por hectárea / año) una respuesta no significativa.

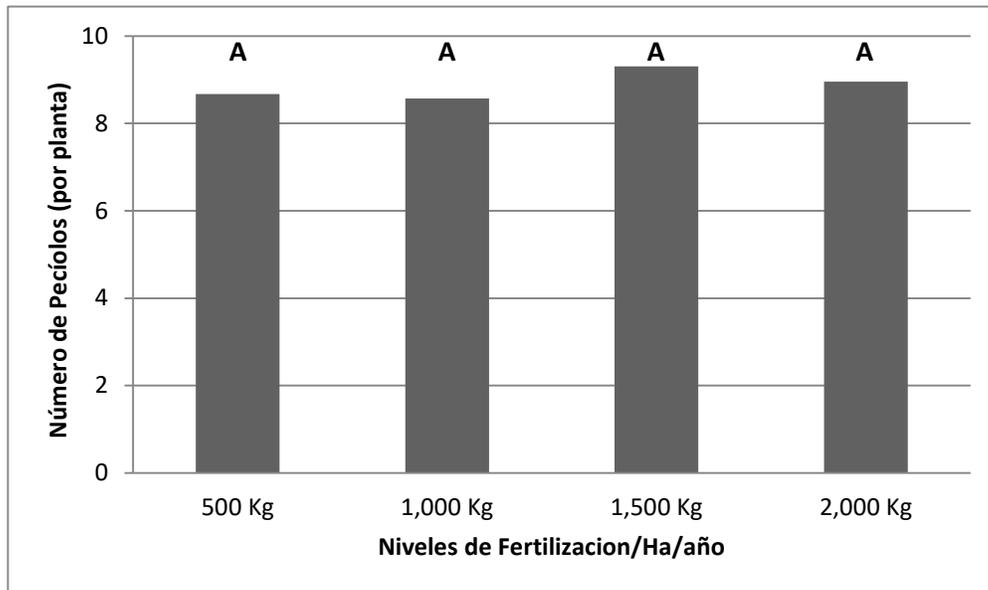


Figura 4.5 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización para la variable de Número de Pecíolos, Las cantidades de fertilizante muestran el resultado en cada uno de los niveles de fertilizantes aplicados.

En la figura 4.5 se observa que el tratamiento número tres (en cuanto a la variable de Número de Pecíolos) es el que reporta el mayor número de pecíolos con una cantidad de 9.31 Pecíolos por planta), y aunque los tratamientos presentaron alguna variación, la respuesta no fué significativa, lo que indica que la planta de cilantro en cuanto a número de pecíolos tuvo un comportamiento bastante homogéneo.

Al realizar la prueba de TUKEY, se obtuvo que para esta variable solo existe un nivel de significancia (A) donde se ubican todos los tratamientos. Es posible que esto se deba a las características del material genético que se utilizó (Cilantro, variedad Marroquí), y al igual que a la variable de Altura de Planta, los niveles de cada fertilización que se aplicó, no afectaron el número de pecíolos de manera significativa.

El nivel de significancia (A) se puede observar en la figura 4.5, en la parte superior de cada uno de los niveles de Fertilización. Solo hubo un nivel de significancia, lo que significa que la diferencia significativa fué menor (NS).

El Número de Pecíolos al igual que la variable de Altura de la planta, no influye de manera directa en cuanto al rendimiento del cultivo, pero si influye en la estética y calidad del cilantro, y de esta va a depender también la presentación en la venta al mercado.

En una comparación porcentual con respecto a esta variable es posible observar que en el nivel dos donde se aplicaron 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año se tiene el menor número de pecíolos, en base a esto se hizo una comparación para saber en qué porcentaje es que superaban los otros niveles de fertilización a dicho nivel. Se encontró que el nivel de 500 Kg de fertilizante/Ha/año supera al nivel dos con tan solo 1.17%, en seguida se observó que el nivel tres donde se aplicaron 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año y que además de ser el nivel con mejores resultados en cuanto a esta variable, supera al nivel dos con un 8.76%, y por último el nivel cuatro de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año que supera al nivel de dos con un 4.67%.

Según Muñoz (1996), citado por Puga en el 2001, la siembra se efectúa en hileras con una separación de 50 a 60 cm, este espaciamiento se reducirá para la producción de hojas y tallos. En base a lo anterior, la alta densidad de siembra en cilantro no afecta el diámetro ni el número de pecíolos. Aunque los valores observados no tienen diferencia significativa, se hace una comparación para poder tener en cuenta dicha variable y poder tomar una buena decisión para llevar el cultivo a una mejor producción.

Elfego Gordillo Moreno (2000), en su investigación, cita que el cilantro variedad Marroquí, presenta un ciclo de 60 a 90 días en otoño - invierno (días a cosecha) con un 80% de germinación mínima, la emergencia se presenta de 8 a 10 días después de la siembra. Se forman de 6 a 8 pecíolos por planta a cosecha dependiendo del ciclo agrícola.

Los resultados que el programa SAS (versión 9.0), coinciden a lo que la investigación anterior reportó. Se hizo una comparación en ambas investigaciones y se promedió con los diferentes resultados del presente experimento, so observó que el promedio para la variable de Número de Pecíolos, NP (por planta), fué de 8.88 Pecíolos por planta, superando al promedio medio de la investigación anterior con un 26% en cuanto a Número de Pecíolos.

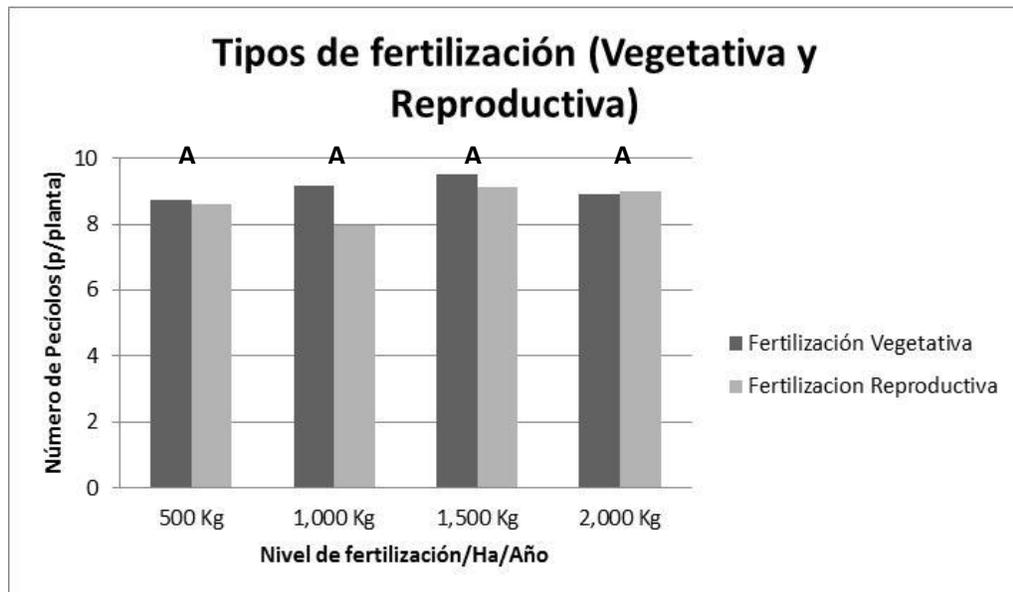


Figura 4.6 Respuesta del cilantro a la capacidad de extracción de fertilizantes en cuatro niveles diferentes de fertilización, utilizando dos tipos de fertilización (vegetativa y reproductiva), en la figura se muestran el Número de Pecíolos (p/planta) con respuesta al tipo de fertilización y la variación que hubo con respecto a cada nivel de fertilización (Kg de fertilizante/Ha/año).

Para la fuente de variación interacción entre los factores (AxB) se encontró una respuesta no significativa por lo que no hubo variación en cuanto a los niveles de fertilización en los diferentes niveles de fertilizante aplicados/Ha/año y los tipos de fertilización con influencia Vegetativa y Reproductiva.

En la figura 4.6, se puede observar que en los tres primeros niveles donde se aplicaron 500 Kg, 1,000 Kg y 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año, hubo un mayor número de peciolo en relación a la fertilización con influencia vegetativa, es posible que esto se deba al nitrógeno y su inducción vegetativa en la planta de cilantro, es por esta razón que para el consumo en fresco se recomienda aplicar una fertilización con influencia vegetativa. Por otro lado cabe mencionar que si se quiere llegar a floración, es decir a producción de semilla lo más recomendable sería entonces utilizar una fertilización con influencia reproductiva.

Sebastián Balanta (2017), observó que la variable número de hojas es la más tenida en cuenta por el consumidor final a diferencia de la altura y Peso en Fresco. Dentro de su investigación, mencionó que una densidad de 7g/m² tuvo la mejor media de Número de Peciolo. Lo cual determina que esta densidad de siembra presenta el mejor comportamiento morfológico de la investigación.

En comparación a la investigación realizada por Sebastián Balanta (2017), el Número de Peciolo por planta es menor, es posible que esto se deba a la densidad de siembra ya que como se mencionaba anteriormente la densidad más alta demostró una buena producción de peciolo, por la alta competitividad de luz, esto se debe a la afirmación de (Hohm et al., 2013).

Es posible que el Número de Peciolo, en comparación a la investigación mencionada anteriormente, sea menor de acuerdo a la densidad de siembra y a la afirmación de Hohm *et al*, en el año 2013.

(Leñano, 1973). Señaló, que para la siembra de cilantro se requiere un promedio de semilla de 2 gr/m² y una distancia entre hileras de 20 a 30 cm. Lo que coincide exactamente en el establecimiento del presente experimento.

Por otro lado, Gimsón (1986), reporta resultados con experimentos efectuados durante cinco años en cilantro cultivado para follaje. Las densidades de siembra de 50 a 55 kg/ha en surcos separados a 25 cm dieron los más altos rendimientos de follaje.

En cuanto a fertilización, Morales (1989), reportó que al aplicar dosis elevadas de nitrógeno el rendimiento del follaje en cilantro se ve disminuido, por lo tanto el Número de Pecíolos se ve afectado, también menciona que las dosis de 40 a 80 ton/ha de estiércol de bovino dieron los mejores resultados en follaje fresco.

Puede que lo que mencionó el autor se deba a una toxicidad debido a la aplicación de cantidades elevadas, el Nitrógeno favorece a producción de follaje, ya que al igual que los otros elementos debe aplicarse lo necesario, es decir la cantidad que el cultivo demande, con la finalidad de que el mismo exprese sus características y de la misma manera evitar toxicidades y uso excesivo de los fertilizantes.

V. CONCLUSIONES

En base al análisis de resultados obtenidos y de acuerdo a las condiciones bajo las que se estableció este trabajo de investigación se reportan las siguientes conclusiones:

Es posible obtener altos rendimientos de Cilantro de calidad para consumo en fresco, usando una solución nutritiva completa con Influencia Vegetativa, considerando una capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año, siembra a chorrillo, utilizando 2g de semilla/1.2m², a una distancia de 30 cm entre hileras.

Las plantas demandan una cantidad de nutrientes para poder realizar los procesos fisiológicos de desarrollo y crecimiento a lo largo de su fase vegetativa y reproductiva, y toman solo el fertilizante necesario para lograr una buena producción de follaje y frutos. Por lo tanto para la producción de Cilantro es suficiente la aplicación de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año.

Para obtener buenos resultados en Cilantro destinado a consumo, no se debe exceder el nivel de 1,500 Kg de Fertilización/Ha/año, ya que al rebasar este nivel de fertilización, la producción disminuye notablemente, por lo que además de generar un gasto innecesario para el productor y una contaminación al suelo, disminuye también la producción, debido a un aumento de salinidad que influye de manera negativa en la absorción de los nutrientes.

De acuerdo a las fertilizaciones con diferente influencia (Vegetativa y Reproductiva), se recomienda utilizar cada una de acuerdo al destino del cultivo al que vaya dirigido, en una producción de cilantro para consumo en fresco, es recomendable aplicar una fertilización con influencia vegetativa, y para producción de frutos (Semillas), se recomienda la aplicación de una fertilización con influencia reproductiva, en cada caso para obtener los mejores resultados.

VI. LITERATURA CITADA

Diederichsen, A. 1996. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Promoting the conservation and use underutilized and neglected crops. 3. Institute of aliphatic Genetics and Cropplant Research. Gatersleben/ international plant Genetic Resources Institute.

Douglas, 1997. The Challenges of Specialty Crop Weed Control, Future Directions.

Elfego Gordillo Moreno, Tesis. Efecto del Ácido Giberélico sobre el Rendimiento y la Calidad del Cilantro (*Coriandrum sativum* L.), bajo Condiciones de Fertirriego.

Ivanova y Stoletova, 1990. The history of culture and intraspecific taxonomy of *Coriandrum sativum* L. Russ. eng. Bot. Genisel.

José Hernández Dávila. Crecimiento y Desarrollo del Cilantro *Coriandrum sativum* L por Efecto del Fotoperiodo y la Temperatura y su Control con Fitoreguladores.

Linneo, 1969. Aplicación de Algaenzimas y su Efecto en Germinación y Vigor de Semilla.

Universidad de Colombia. Determinación de los requerimientos hídricos del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) y su relación con el cultivo, la producción y la calidad comparado en un periodo seco y húmedo de siembra de cultivo en el año.

Vallejo y Estrada, 2004. El cultivo de hortalizas de clima cálido. Palmira Palmira. Universidad de Colombia.

Víctor Baudelio efecto de sustancias húmicas en el cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L), (Gimson, 1986)

CITAS DE INTERNET

Acuña 1998. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3835/3/T-ESPE-IASA%20I-004548.pdf>.

Amezquita, 1999.

<http://Revistas.unal.edu.co/index.php/actaagronomica/article/view/39826/48395>

Ceballos, 2010.

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3835/3/T-ESPE-IASA%20I-004548.pdf>.

Dávila, 2010.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5070/T18553%20SANTIAGO%20RIOS,%20JESUS%20TESIS.pdf?sequence=>

Diederichsen, 1996, 15 nov 2016.

https://www.researchgate.net/publication/310273646_Fenologia_componentes_del_rendimiento_y_calidad_del_aceite_esencial_de_genotipos_de_coriandro_Coriandrum_sativum_L_en_el_noreste_de_la_provincia_de_Buenos_Aires_IE_Paunero1_A_Bandoni2_y_C_van_Baren2.

Diederichsen, 1996, 28 enero 018.

https://www.researchgate.net/publication/234029175_Coriander_Coriandrum_sativum_L_A_Potential_Source_of_High-Value_Components_for_Functional_Foods_and_Nutraceuticals_-_A_Review.

García, 1959. <http://eprints.uanl.mx/5784/1/1020148421.PDF>

Globalhealingcenter 16 de febrero, 2017.

<https://www.globalhealingcenter.com/natural-health/health-benefits-of-cilantro/>,
<https://www.botanical-online.com/alimentos/cilantro-propiedades>, botánica online 2016.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3459/T11946%20GORDILLO%20MORENO%2C%20ELFEGO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21320/46132075_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Infoagro, 2013. <http://www.infoagro.com/aromaticas/cilantro.htm>.

Janov y Reznikov, 1976.

https://books.google.com.mx/books?id=apdWdN8CscQC&pg=PA60&lpg=PA60&dq=Luk%27+janov+y+Reznikov+1976&source=bl&ots=Y5BW1dGmwZ&sig=ACfU3U2cmD4a8JqqCr8ZisfxtVpTKnIW8Q&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj2r_299PbhAhUSKqwKHf44CoIQ6AEwDHoECACQAQ#v=onepage&q=Luk'%20janov%20y%20Reznikov%201976&f=false,Luk'

Leñoño, 1973.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/668/T10940%20LOPEZ%20REYES,%20ELEAZAR%20TESIS.pdf?sequence=1>

Medellin, 1988. Publicacion en 2008
https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/9249/9897.

Mohr y Schopfer 1995.
<https://www.scribd.com/document/312179727/Cresimiento-y-Desarrollo-Cilantro>.

Mohr y Schopfer, 1995. <http://eprints.uanl.mx/5784/1/1020148421.PDF>.

Morales 1995. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3835/3/T-ESPE-IASA%20I-004548.pdf>.

Morales, 1987.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/565/T20034%20BONILLA%20MORALES,%20BERENICE%20%20TESIS.pdf?sequence=1>.

Muñoz, 1996., Puga, 2001., Chicangana, 2014.
http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21320/46132075_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Muñoz, 1996., Puga, 2001., Fernández, 1988.,
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3459/T11946%20GORDILLO%20MORENO%2C%20ELFEGO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Ortiz, 1991., Molina, 1997.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3538/T13595%20MARTINEZ%20AVILES%2C%20FRANCISCO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Paz 1999, 11 de mayo de 2002.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1224/APLICACION%20DE%20ALGAENZIMAS%20Y%20SU%20EFECTO%20EN%20GRAMINEAS%20Y%20VIGOR%20DE%20SEMILLAS%20DE%20CILANTRO%20%28%20coriandrum%20sativum%20l.%20%29%20CANDELARIO%20DIAZ%20GARCIA.pdf?sequence=1>, publicación.

Putievsky, 1983. 2003<http://eprints.uanl.mx/5784/1/1020148421.PDF>.

Sagarpa, 2014.
<http://www.sagarpa.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/AgriculturaF/CILANTRO.pdf>.

Savchuk, 1997.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5070/T18553%20SANTIAGO%20RIOS,%20JESUS%20TESIS.pdf?sequence=1>.

SIAP, 2018. <https://www.gob.mx/siap/articulos/mexico-exporto-64-mil-647-toneladas-de-cilantro-en-2017?idiom=es>.

Sivori Et. Al 1980.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3538/T13595%20MARTINEZ%20AVILES,%20FRANCISCO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>.

Tamara, 1987., SEP, 1987., Sebastián Balanta, 2017,

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3459/T11946%20GORDILLO%20MORENO%2C%20ELFEGO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Vallejo y Estrada 2004.

https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/9249/9897.

Vallejo y Estrada, 2004.

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3835/3/T-ESPE-IASA%20I-004548.pdf>.

Vallejo y Estrada, 2004. Respuesta fisiológica del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a la disponibilidad de agua en el suelo.

Van Harten 1974.

https://books.google.com.mx/books?id=apdWdN8CscQC&pg=PA20&lpg=PA20&dq=van+harten+1974&source=bl&ots=Y5BW1dFuzV&sig=ACfU3U1knp_dN_WDWhBcpJAzS34eG4jrlg&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj72fvq8_bhAhUJP60KHViVCUMQ6AEwAXoECAkQAQ#v=onepage&q=van%20harten%201974&f=false.

Van Harten 1974. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3835/3/T-ESPE-IASA%20I-004548.pdf>.

Villalobos Et. Al. 2002

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378427404003066>.

Zapata y García 2012.

<http://www.ingenieria.uaslp.mx/agroindustrial/Documents/Proyectos/Presentaciones%20Taller%20III%202015-2016-II/Zaira%20Cilantro.pdf>.