

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**RESPUESTA DEL CILANTRO (*Coriandrum sativum* L.) AL USO DE
FERTILIZANTES INORGANICOS Y ORGANOMINERALES**

Por:

JESUS SANTIAGO RIOS

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

RESPUESTA DEL CILANTRO (*Coriandrum sativum* L.) AL USO DE
FERTILIZANTES INORGANICOS Y ORGANOMINERALES

Por:

JESUS SANTIAGO RIOS


TESIS


Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de: Ingeniero Agrónomo en Horticultura.

APROBADA


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Asesor Principal


MC. Alfonso Rojas Duarte
Asesor


MC. Blanca Elizabeth Zamora Martínez
Asesor


MC. Leticia Escobedo Bocado
Asesor


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía


Saltillo, Coahuila, México.
División de Agronomía
Febrero 2011.

AGRADECIMIENTOS

A dios por haberme dado la oportunidad de vagar en esta vida, llena de diversas vivencias, gracias mi dios por cuidarme en todo este tiempo que he estado lejos de mi familia, gracias por darme fuerza y sabiduría para terminar la carrera profesional. A todo esto mil gracias.

Agradezco enormemente al Dr. Eladio Cornejo Oviedo, por su apoyo incondicional, confianza, amistad que desde mi llegada a esta institución me brindo, mil gracias Doctor, y porque sin su ayuda, este sueño tan anhelado no hubiera sido posible culminarlo.

A mi alma mater, porque en ella tuve vivencias que nunca olvidare, ahí comí, ahí dormí, porque ella vio mis tristezas, mis alegrías, mis desvelos sin cuestión alguna, y lo más importante, porque fue testigo de cada momento en mi formación como profesional para el campo mexicano. A todo ello, mil gracias, Ahora si puedo decir: ¡Soy buitre!

Al Dr. Leobardo Bañuelos Herrera, por la confianza y apoyo brindado, para llevar acabo esta investigación.

*Al Mc. Alfonso Rojas Duarte, a la Dr. Blanca Elizabeth Zamora
y a la Mc. Leticia Bocado Escobedo Por formar parte de este
jurado, gracias.*

DEDICATORIA

A mi familia.

Muchas veces pensamos que alcanzar una meta es imposible, pero cuando nos lo proponemos, cualquier barrera u obstáculo se derriba fácilmente. Es increíble pensar que las cosas o actividades que realizamos en la vida cotidiana siempre surgen por suerte o de la nada, pero ahora estoy convencido, que todo surge por la decisión del todo poderoso..... Dios.

Sabemos que él te pone el camino mas idóneo, durante ese trayecto pasas vivencias en compañía de tus seres mas queridos, donde a veces sientes que la esperanza se pierde. La fortaleza y apoyo que contiene la familia es de vital importancia, porque siempre en todo momento difícil, ahí están, no importando circunstancia alguna, por eso, dedico este trabajo desde el fondo de mi corazón a tan grandiosa familia, porque que a pesar de los fracasos, desvelos y adversidades que hemos vivido juntos, nunca nos damos por vencidos. Gracias papa, gracias mama y a mis hermanos Juan y Beto.....Lo hemos logrado!

Jesús Santiago Ríos

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
AGRADECIMIENTOS -----	I
DEDICATORIA -----	III
INDICE DE CUADROS -----	VII
INDICE DE FIGURAS -----	VII
RESUMEN -----	X
INTRODUCCION -----	1
Objetivo general-----	3
Hipótesis-----	3
REVISION DE LITERATURA -----	4
Generalidades del cilantro-----	4
Clasificación Taxonómica-----	5
Descripción Botánica-----	6
Condiciones Ecológicas que requiere el cultivo-----	6
Suelo-----	5
Temperatura-----	7
Humedad-----	7
Fotoperiodo-----	7
Necesidades Hídricas-----	8
Labores del cultivo-----	8
Siembra-----	8
Densidad de siembra-----	9
Distancias de siembra-----	9
Profundidad de siembra-----	9
Épocas de Siembra-----	9
Fertilización-----	10
Plagas y Enfermedades-----	11
Enfermedades-----	11

Plagas-----	11
Recolección del cilantro-----	11
Requerimientos Nutrimientales -----	12
Fertilizantes organominerales -----	14
Descripción de los fertilizantes líquidos organominerales -----	16
Fertilizante líquido nitrogenado-----	16
Fertilizante líquido fosforado-----	16
Fertilizante líquido potásico -----	17
Ácidos húmicos -----	18
MATERIALES Y METODOS -----	22
Ubicación del Sitio Experimental -----	22
Características Ecológicas del Área de Estudio-----	22
Clima -----	22
Suelo -----	23
Materiales utilizados -----	23
Descripción de Material Vegetativo Utilizado-----	23
Descripción de Actividades-----	23
Descripción de la Parcela Experimental -----	23
Preparación del terreno -----	24
Fertilización presiembra-----	24
Siembra-----	25
Fertilización con organominerales-----	25
Riego -----	26
Control fitosanitario-----	26
Control de malezas-----	26
Cosecha -----	27
Diseño Experimental -----	27
Descripción de Factores y sus niveles -----	28
Descripción de tratamientos -----	29
Modelo Estadístico -----	32
Variables evaluadas-----	32

RESULTADOS Y DISCUSION	34
Numero de plantas · ha ⁻¹	34
Rendimiento ton· ha ⁻¹	40
Altura de planta	47
Longitud del limbo de la hoja	54
Ancho del limbo de la hoja	58
Numero de hojas por planta	62
Longitud de raíz	68
Diámetro de peciolo	74
pH del suelo	79
CONCLUSIONES	83
LITERATURA CONSULTADA	85

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Esquema para la fabricación de fertilizantes organominerales.	15
Cuadro 2 Distribución del experimento en campo.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable número de plantas $\cdot ha^{-1}$	35
Figura 4.2 Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo para la variable número de plantas $\cdot ha^{-1}$	36
Figura 4.3 Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en el suelo para la variable número de plantas $\cdot ha^{-1}$	37
Figura 4.4 Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamientos para la variable numero de plantas $\cdot ha^{-1}$	39
Figura 4.5 Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable rendimiento $Ton \cdot ha^{-1}$	40
Figura 4.6 Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo para la variable rendimiento $Ton \cdot ha^{-1}$	42
Figura 4.7 Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en el suelo para la variable rendimiento $Ton \cdot ha^{-1}$	43
Figura 4.8 Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamientos para la variable rendimiento $Ton \cdot ha^{-1}$	46
Figura 4.9 Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable altura de planta.	48
Figura 4.10 Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo para la variable altura de planta.	49
Figura 4.11 Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en el suelo para la variable altura de planta.	51
Figura 4.12 Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamientos para la variable rendimiento $Ton \cdot ha^{-1}$	53

en campo para la variable altura de planta.

Figura 4.13	Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo -----	54
	para la variable longitud del limbo de la hoja.	
Figura 4.14	Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo -----	55
	para la variable longitud del limbo de la hoja.	
Figura 4.15	Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en -----	55
	suelo para la variable longitud del limbo de la hoja.	
Figura 4.16	Respuesta del cilantro a la combinación de factores en -----	57
	campo por tratamientos par la variable longitud del limbo de la hoja.	
Figura 4.17	Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo -----	58
	para la variable ancho del limbo de la hoja.	
Figura 4.18	Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo -----	59
	para la variable ancho del limbo de la hoja.	
Figura 4.19	Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en el -----	60
	suelo para la variable ancho del limbo de la hoja.	
Figura 4.20	Respuesta del cilantro a la combinación de factores en -----	61
	campo por tratamientos para la variable ancho del limbo de la hoja.	
Figura 4.21	Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo -----	63
	para la variable numero de hojas por planta.	
Figura 4.22	Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo -----	64
	para la variable numero de hojas por planta.	
Figura 4.23	Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en el -----	64
	suelo para la variable numero de hojas por planta.	
Figura 4.24	Respuesta del cilantro a la combinación de factores en -----	67
	campo por tratamientos para la variable numero de hojas por planta.	
Figura 4.25	Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo -----	69
	para la variable longitud de raíz.	
Figura 4.26	Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo -----	69
	para la variable longitud de raíz.	
Figura 4.27	Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en -----	70
	el suelo para la variable longitud de raíz.	

Figura 4.28 Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamientos para la variable longitud de raíz.	----- 73
Figura 4.29 Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable diámetro de peciolo.	----- 75
Figura 4.30 Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo para la variable diámetro de peciolo.	----- 75
Figura 4.31 Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en el suelo para la variable diámetro de peciolo.	----- 76
Figura 4.32 Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamientos para la variable diámetro de peciolo.	----- 78
Figura 4.33 Comportamiento de las medias de pH del suelo, de acuerdo a la cantidad de fertilizante aportada a cada tratamiento por los diferentes niveles de cada factor.	----- 80
Figura 4.34 Resultado de medias de pH en el suelo de la fertilización presiembra en la combinación de factores A y B (niveles de nitrógeno y fosforo).	----- 82

RESUMEN

Con el propósito de evaluar y encontrar una mejora en el cultivo de cilantro para obtener mejores rendimientos a menos costo, se realizó la presente investigación: El experimento consistió en la siembra de cilantro de la variedad Marroquí con densidad de 2 g de semilla·m⁻¹. La siembra se distribuyó en 3 surcos distanciados a 90 cm entre crestas, cada surco midió 12 m de longitud. Cada surco se seccionó en 4 partes, designando 3 m de surco para cada nivel de fosforo y para el nitrógeno fue por cada surco completo. Se utilizó un diseño bloques al azar con arreglo factorial (A x B x C), en donde se obtuvieron 36 tratamientos con 3 repeticiones.

Se aplicó una sola presiembra compuesta de nitrógeno y fosforo, siendo el potasio constante. Para nitrógeno se emplearon los niveles 50 y 75 ppm, y para fosforo fueron 10, 25 y 50 ppm. Los niveles fueron abastecidos con los fertilizantes Nitrato de amonio y Superfosfato simple de calcio.

También se aplicó una formula compuesta de organomineral con N,P,K, durante todo el ciclo del cultivo, determinando 2 dosis (OM₁ y OM₂).

El mejor resultado con la combinación de las fuentes inorgánicas y orgánicas, se ubicó en el tratamiento 14 (T14), al que se le aplicó nitrógeno a 50 ppm, sin fosforo y con organomineral concentrado a 2 cc·L⁻¹, donde se obtuvo

el mejor rendimiento con $19.323 \text{ Ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, una altura de planta de 25.30 cm; número de plantas- ha^{-1} de 8.970 millones; una longitud y ancho del limbo de la hoja de 3.57 cm y 3.97 cm, respectivamente; 7.97 para la variable, hojas por planta, un diámetro de peciolo de 2.49 cm, entre otras variables, al decir que solo, las características del cilantro antes mencionadas, son las mas relevantes para el mercado.

Palabras clave: Cilantro, fertilización, organominerales, inorgánicos.

I. INTRODUCCION

Actualmente el cilantro es una de las especias de mayores implicaciones económicas, ya que es un cultivo con buen rendimiento y que alcanza muy buenos precios a nivel internacional. Se calcula que las especias (albahaca, anís, apio, canela, clavo, cilantro, comino, epazote, hierbabuena, hinojo, laurel, mejorana, menta, mostaza, perejil, pimienta, y tomillo) mueven alrededor de \$ 6,000 mil millones de dólares en el mercado mundial y que el sector está creciendo entre un 5 y 6 % por año (INPOFOS, 1998).

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

Nacional

- Manojos de 400 g —————→ \$ 5.00 a 6.00
- Manojos de 80 a 90 g en cajas de 60 manojos —————→ \$ 26.50

Exportación

- Caja de plástico de 60 manojos de 80 a 90 g c/u. —————→ 3 dólares

(Dávila 2010).

En México la superficie ocupada por el cultivo del cilantro hasta 1996 oscilaba entre las 4,500-8,000 has, con rendimientos promedio de 12.83 ton·ha⁻¹ y una producción anual de 23,157 ton. La superficie se distribuye

principalmente en los estados de Puebla, Hidalgo, Baja California Norte, Michoacán, Guanajuato, Nuevo León y Coahuila (INPOFOS, 1998).

Este cultivo tiene características que lo hacen deseables para los productores, pues su ciclo vegetativo es corto (dos o tres meses), no tiene problemas considerables de plagas ni de enfermedades y su cultivo puede realizarse todo el año, aunque los mejores rendimientos se obtienen durante el ciclo agrícola otoño-invierno debido a las bajas temperaturas y fotoperiodo corto, que es necesario para un buen crecimiento de la especie.

Debido a la alta degradación del suelo por aplicaciones excesivas de fertilizante inorgánico, al difícil traslado voluminoso del estiércol que necesita el cilantro como fuente orgánica y al incremento en la demanda exigente de los consumidores en comprar productos más inocuos y saludables, obligan al productor a cultivar cilantro de buena calidad, tamaño y color, con métodos más eficientes, para esto se requiere de una fertilización menos dañina para el medio ambiente, con menos labor para el productor para incorporar el fertilizante al suelo. Dicha fertilización debe ir enfocada a obtener mejores o iguales rendimientos a los habituales.

Una contribución a la solución al problema de las aplicaciones excesivas de fertilizante a las parcelas de cilantro y a la complejidad del traslado del estiércol, es sustituir este abono, por el uso de organominerales líquidos a base de Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K), aplicados mediante un sistema

presurizado, combinado con una fertilización inorgánica en presiembra. De esta manera le ahorramos al productor, mano de obra, tiempo, combustible y sobre todo lo inducimos a utilizar productos que le traerán beneficios al medio ambiente, para él y para su parcela.

OBJETIVOS

- Incrementar el rendimiento del cilantro en materia verde (biomasa) mediante la combinación de fertilizantes inorgánicos y organominerales.
- Encontrar la dosis de fertilizante orgánico e inorgánico mas adecuada para el óptimo desarrollo del cilantro.

HIPOTESIS

- Con la aplicación en la combinación de fertilizantes inorgánicos y organominerales, al menos uno de los tratamientos, se incrementará en rendimiento y calidad del cilantro.

II. REVISION DE LITERATURA

Generalidades del cilantro

Sus orígenes parecen inciertos, aunque generalmente se le considera nativo del norte de África, del Mediterráneo oriental y de Oriente Medio. El nombre «coriandro» viene del latín *coriandrum*, que a su vez deriva del griego *korios*, que quiere decir chinche (el insecto), en alusión al desagradable olor de los frutos cuando todavía están verdes.

El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) pertenece a la familia de las apiáceas (antes llamadas umbelíferas) y por su parte comestible esta considerada dentro de las hortalizas de hoja, además por su época de cultivo normalmente se le ubica dentro de las de clima frío.

Usos

Las partes utilizables de la planta son los frutos, las hojas y las raíces, si bien estas últimas sólo en Tailandia. Las frutas y las hojas poseen un sabor totalmente diferente. El secado destruye la mayor parte de la fragancia de las hojas, aunque existen referencias de la utilización de las mismas.

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

En México su importancia radica a partir de sus hojas frescas picadas como ingrediente esencial de las salsas picantes, decoración en platillos, para ensalzar el sabor de los alimentos, etc.

El cilantro fresco nunca se cocina porque el calor destruye totalmente su aroma y sabor. Debe conservarse en el frigorífico dentro de envases herméticos, procurando consumirlo en pocos días, ya que se marchita rápidamente. No debe secarse ni congelarse porque pierde el aroma.

Se produce en casi todos los estados principalmente en: Baja California Norte, Estado de México, Coahuila, Nuevo León, Sonora, Puebla, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas y Guanajuato. (Nery, 1975; Hedrick, 1972).

http://es.wikipedia.org/wiki/Coriandrum_sativum

Clasificación Taxonómica

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Apiales

Familia: Apiaceae

Genero: Coriandrum

Especie: C. sativum

Descripción Botánica

Es una planta anual, herbácea, de 40 a 60 cm de altura, de tallos erectos, lisos y cilíndricos, ramificados en la parte superior. Las hojas inferiores son pecioladas, pinnadas, con segmentos ovales en forma de cuña; mientras que las superiores son bi-tripinnadas, con segmentos agudos. Las flores son pequeñas, blancas o ligeramente rosadas, dispuestas en umbelas terminales. Los frutos son diaquenios, globosos, con diez costillas primarias longitudinales y ocho secundarias, constituidas por mericarpios fuertemente unidos, de color amarillo-marrón. Tienen un olor suave y agradable y un sabor fuerte y picante. Contiene dos semillas, una por cada aquenio. Las raíces son delgadas y muy ramificadas.

http://www.infoagro.com/aromaticas/cilantro.htmki/Coriandrum_sativum

Condiciones Ecológicas que Requiere el Cultivo

Suelo

El cilantro es una planta que no es muy exigente y prospera bien en terrenos en donde otros cultivos no se desarrollan. Sin embargo para obtener mejores rendimientos es preciso cultivar en suelos ligeros y profundos, fértiles y de consistencia mediana y ricos en materia orgánica. (García, 1959; Morales, 1987).

Temperatura

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

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

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

Humedad

Savchuk, (1977) Citado por Morales (1987) Indica que en estudios realizados en varios ciclos del año, en diferentes partes de la U.R.S.S., concluyen que las altas producciones en el cultivo del cilantro (1800-2000 kg/ha) se puede obtener en áreas con baja precipitación de 250 a 300 mm.

Fotoperiodo

El efecto de los regímenes de temperatura (18/12° C y 24/12° C día y noche) y dos fotoperiodos (10 y 16 horas de luz) entre especies. Se reporta que

el cilantro cumple su ciclo vegetativo tanto en días cortos como largos. Las plantas florecieron y alcanzaron la madurez más rápido en los tratamientos de días largos que en los de días cortos. En ambas longitudes de día, la floración y madurez fueron más tempranas en la temperatura alta. La altura y número de ramas, peso fresco de la raíz, peso fresco y aéreo y el peso fresco de las flores fueron mayores en el tratamiento de días cortos, especialmente en la temperatura alta. El tamaño de la semilla fue mayor en los fotoperiodos cortos, mientras que en el número de semillas por planta fue mayor en los días largos, (Putievsky, 1981).

Necesidades Hídricas

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

Labores del cultivo

La primera labor que se practica unos 4 o 5 meses antes de la siembra, el cual consiste en una pasada de arado de 15 a 30 cm de profundidad y un rastreo cruzado con el fin de dejar la superficie del suelo bien desmoronado y libre de malezas, después se puede efectuar la nivelación y finalmente el surcado.

Siembra

El sistema de siembra puede practicarse en surcos, melgas o en plano para este último la siembra se hace al voleo o a chorrillo mientras que en

melgas se hace en forma mateada y a chorrillo para el cilantro como verdura y al voleo para producción de semilla. (Paz, 1999).

Densidad de Siembra

Se requiere un promedio de semilla de 2 gr/m y una distancia entre hileras de 20 cm a 30 cm (Leñaño, 1963). En la región sur de Coahuila se maneja densidad de 25 kg·ha⁻¹ hasta 40 kg·ha⁻¹. (Dávila 2010).

Distancias de Siembra

En algunos lugares como Fresnillo Zacatecas, acostumbra sembrar en surcos de 92 cm y a doble hilera (Paz, 1999).

Profundidad de siembra

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

Épocas de siembra

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

Fertilización

En el momento de la labor del suelo se realiza el estercolado de estas. La fertilización mineral, dependerá de la riqueza nutricional del suelo. En general ésta comprende de 60 a 80 unidades de nitrógeno, en cobertera, dos veces en forma amoniacal; de 80 a 100 unidades de ácido fosfórico, en el momento de la labor, preferentemente en forma de superfosfato de cal; de 100 a 120 unidades de potasa, en forma de sulfato potásico.

Algunos autores como Gupta y Rams (Sandoval y Escandón, 1990) encontraron respuesta en la India en el rendimiento de semillas con la aplicación de 5 ppm de Zn. Ghosh en 1985 documenta el efecto de la aplicación de fósforo (40 kg de P_2O_5) y nitrógeno (60 kg/ha de urea) en el rendimiento y calidad de semillas.

http://www.infoagro.com/aromaticas/cilantro.htmki/Coriandrum_sativum

El terreno se abona el mismo año de la siembra, de este modo se logran cilantros mas aromáticos y mejores rendimientos, Tamaro (1987).

Las hortalizas figuran entre las plantas cultivadas mas exigentes en elementos nutritivos. Las cultivadas por sus hojas extraen mayor cantidad de nitrógeno y menos potasio y fosforo que las cultivadas por su inflorescencia y fruto, ya que en estas sucede lo contrario (García, 1959).

Plagas y enfermedades

Enfermedades

Se conocen muy pocas enfermedades en el cilantro. La más importante es la mancha bacteriana (*Pseudomonas syringae*). Produce lesiones que consisten en venas delimitadas y angulares de la hoja, que en primer lugar están en forma de hojas translúcidas y más adelante y con condiciones secas, las manchas se vuelven de color negro o café. Cuando el ataque es grave, las manchas de la hoja pueden unirse y causar un efecto de marchitamiento. Bajo condiciones experimentales el patógeno también infecta al perejil. El patógeno se ubica en la semilla, por lo que la enfermedad se propaga a través de la semilla contaminada. La lluvia y el riego favorecen la presencia de la enfermedad.

Plagas

Se han observado leves ataques de pulgones, que en el caso de agravarse puede combatirse con pulverizaciones de Aphox (ia. Pirimicarb 50 %. WG).

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

Recolección del cilantro

Para la producción de hojas, esta se llevará a cabo, antes de la aparición del tallo, para evitar las semillas precoces. Si se cosechan las exteriores más viejas, la planta continuará produciendo follaje nuevo hasta que aparezca el

tallo floral. A veces se corta a una altura de 2-3 cm sobre el suelo y se agrupan en el campo. De esta forma, la planta puede volver a crecer para un segundo corte, a pesar de que no lo hace tan eficazmente como otras aromáticas como es el caso del perejil. Por esto es común que sólo sea cosechado una vez. También se puede recolectar la planta entera, incluyendo las raíces, ya que éstas también se utilizan como alimento en algunos países como Tailandia.

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

Requerimientos nutrimentales

Papadakis (1977), indica que la importancia del nitrógeno en la planta queda suficientemente probada, puesto que participa en la composición de las mas importantes sustancias orgánicas; tales como: clorofila, aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, etc. Agrega, que un suministro adecuado de nitrógeno a la planta produce un rápido crecimiento, un color verde intenso de las hojas y aumenta el contenido de proteínas del producto.

Leyva (1982), menciona que utilizando el tratamiento 100-15-50 (N, P₂O₅ y K₂O) se obtiene una mayor respuesta en el cultivo, así mismo se proyecta este trabajo por 2 años, obteniendo la mejor respuesta a estos factores .

Rao et al (1983), menciona que aplicaciones de nitrógeno incrementan la altura de las planta, aplicando dosis de 50 y 100 kg-ha⁻¹ de nitrógeno,

lográndose un incremento en la producción de semilla y aceite en los ciclos 1978-1979 y 1980-1981.

Pillai (1975), menciona que bajo diferentes tratamientos de N, P y K, se incremento la producción de semilla en cilantro del 4 al 26 %; Comparado con el tratamiento al que no se le aplicó fertilizante, la producción del 26 % se obtuvo con 20 kg de N, 40 kg de P y 20 kg de K por hectárea.

Pareek y Sethi (1986), indica que fueron aplicadas tres dosis de nitrógeno (30, 60 y 90 kg·ha⁻¹), encontrando que la producción aumentaba conforme se aumentó la dosis de nitrógeno.

Zal'tsfas (1975), señala que al aplicar fosforo en forma de superfosfato, de monofosfato cálcico y de difosfato cálcico, el cilantro sí lo asimila, pero la cantidad de fertilizante aplicado no reflejó el desarrollo del cultivo, solamente en las etapas iniciales del desarrollo y en cantidades adecuadas el fosforo fue asimilado por el cilantro lográndose buen desarrollo.

Yadav y Kiskan (1988), reporta que en experimentos a largo plazo bajo un sistema de cultivo intensivo, el cilantro agotó el fosforo disponible del suelo e incremento el carbón orgánico y el contenido total de nitrógeno del suelo.

Sharma y Agarwala (1988), reportan que en estudios desarrollados en suelos con deficiencias de N, P, K, Ca y Mg, los tejidos de la planta de cilantro

tuvieron concentraciones de 4 – 6 veces mas bajas que el testigo con un suplemento normal de nutrientes, por lo que sugirieron que el cilantro podría ser usado como una planta indicadora para la rápida determinación de deficiencias nutricionales.

La U. N. P. H. (1986), reporta que los rendimientos promedios en la producción de follaje fresco van de 1,000 a 1,200 cajas·ha⁻¹ (10 a 12 ton·ha⁻¹).

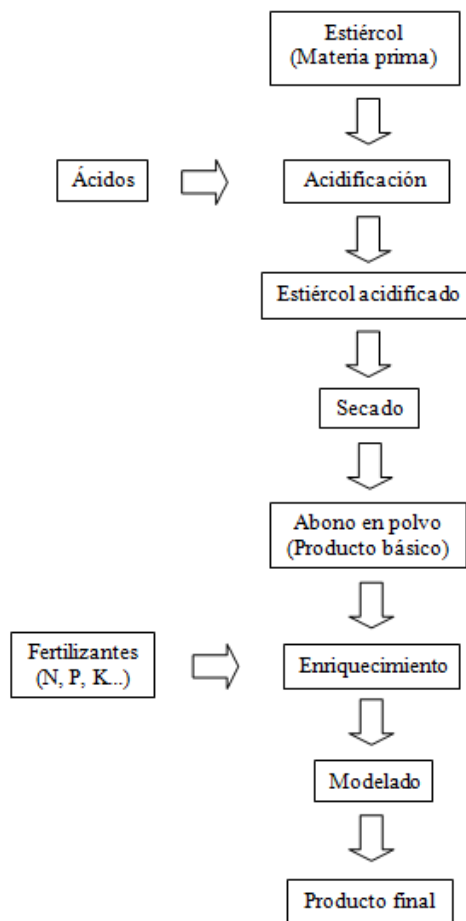
Fertilizantes Organominerales

Es una producto cuya función principal es aportar nutrientes a las plantas, los cuales son de origen orgánico y mineral y que se obtiene por mezcla o combinación química de fertilizantes minerales con abonos orgánicos, aminoácidos, o sustancias húmicas y fúlvicas liquidas. De acuerdo a la definición aceptada por la mayoría de los científicos el fertilizante organomineral es el material que contiene como mínimo de materia orgánica seca un 1 % de N orgánico. La suma de las cantidades totales de N + P₂ O₅ + K₂ O debe ser igual o superior al 13 % sobre el producto total y la materia orgánica igual o superior al 15 %. La riqueza mínima de cada elemento nutritivo será el 2 %. (Martínez H., 2008).

Los fertilizantes oraganominerales están constituidos por lo tanto, por un sustrato orgánico enriquecido con NPK. Normalmente contiene microelementos y ácidos húmicos que son productos y consecuencia de la degradación química

y biológica de los residuos de planta y animales del suelo. Este grupo de sustancias constituyen en los suelos minerales hasta el 85 al 90 % de la reserva total de los humus. (Martínez H., 2008).

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



Cuadro. 1. Esquema para la fabricación de fertilizantes organominerales.

Descripción de los fertilizantes líquidos organominerales

Fertilizante líquido nitrogenado

Es un complejo organomineral de nitrógeno nítrico y amoniacal con extracto de ácidos húmicos y fúlvicos el cual es eficientemente asimilado por la planta, este complejo reduce notoriamente las pérdidas que por evaporación y lixiviación sufre el nitrógeno.

Composición

Nitrógeno NO ₃ -----	25.5 %
Nitrógeno NH ₄ -----	4.5 %
Extracto de ácidos húmicos y fúlvicos -----	70.0 %

Propiedades físico-químicas

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

Fertilizante líquido fosforado

Es un complejo organomineral rico en fósforo cuya fuente principal se deriva de fosfatos dibásicos y monobásicos más humatos y fulvatos y acelerando su aprovechamiento en los compuestos metabólicos vegetales

como son la formación de: adenosintrifosfato (ATP) fosfolípidos, ácidos nucleicos, nicotinamidas, fitinas, etc.

Composición

Fosforo -----	25.0 % mínimo (como P ₂ O ₅)
Nitrógeno -----	7.0 %
Extracto de ácidos húmicos y fúlvicos -----	68.0 %

Propiedades físico-químicas

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

Fertilizante líquido potásico

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

Composición

Potasio -----	17 % mínimo (como K ₂ O)
Fosforo -----	3 %
Extracto de ácidos húmicos y fúlvicos -----	80 %

Propiedades físico-químicas

El fertilizante líquido potásico es de color oscuro, de olor agradable, posee un pH de 6.5 y además es 100 % soluble. Se considera ligeramente tóxico (Martínez, 2009)

Ácidos húmicos (AH)

Kononova (1991), define a las sustancias húmicas como un complejo de compuestos orgánicos de color obscuro, pardo o marrón o negro, cuyo diámetro de partículas es de 80 a 100 micras generalmente y pueden ser extraídas del suelo por soluciones de álcalisis, sales neutras o disolventes orgánicos.

En base a la solubilidad en alcalino y ácido, las sustancias húmicas son usualmente divididas en el seguimiento de tres fracciones principales:

1.- AH, el cual es soluble en alcalino diluido pero es coagulado por acidificación del extracto alcalino.

2.- AF (ácido fúlvico), el cual es la fracción húmica que queda en solución donde el extracto alcalino es acidificado y que es soluble en diluciones ácidas y alcalinas.

3.- Humina, la cual es la fracción húmica que no puede ser extraída de el suelo por dilución ácida o alcalina.

Las sustancias húmicas incrementa el crecimiento de las plantas por efectos fisiológicos e indirectamente por afectar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. También tiene efectos nutrimentales como fuente de nitrógeno, fósforo y azufre para la planta y microbios; además de funciones físicas del suelo, mejorando su estructura, aireación y retención de humedad (Stevenson, 1982).

Narro (1987) y Schintzer (1991), mencionan que la materia orgánica del suelo son las sustancias que contienen carbón orgánico encontrándose de 1 a 5 % en los suelos cultivados, normalmente en los primeros 15 cm y llegando a los 30 cm. Encontrándose organismos animales y vegetales (vivos o en estado de descomposición), microorganismos y una variedad de sustancias provenientes de la síntesis biológica como de la descomposición, de los restos orgánicos, llegando a ser esta materia orgánica parte de los ácidos húmicos.

Narro (1992), menciona que la densidad aparente se reduce con al adición de los ácidos húmicos. Esto se debe al efecto que ejerce en la formación de agregados y la estructura del suelo, de esta manera se mejora la

resistencia a la penetración y compactación, disminuyendo junto la Densidad aparente. La adición (AH) de estos al suelo causan un escurecimiento que le permite absorber mayor energía del sol, que se utiliza para las reacciones del suelo y por los microorganismos. La formación de costras y agrietamientos se reducen, estabilizando a los agregados que se forman en la capa superior del suelo. Aumenta el contenido y disponibilidad de agua para las plantas. Ayuda a que el suelo no sufra cambios drásticos de pH. Sus valores de 101 a 470 meq-100 g es el causante directo de alta CIC, disminuyendo de esta manera el PSI (porcentaje de sodio intercambiable) mejorando la estructura del suelo desfloculados por el sodio.

Además Narro (1992) también señala, que los ácidos húmicos incrementan la permeabilidad de la membrana, se favorece así, la asimilación radical y aplicaciones foliares de nutrimentos. Favorece la traslocación de macro y microelementos dentro de la planta lográndose una mejor nutrición de la planta; acelera la fotosíntesis e incrementa la clorofila aumentando la producción favorablemente. Las sustancias húmicas influyen directamente en el crecimiento de las plantas causados por efectos fisiológicos positivos.

Chávez (1991), no encontró diferencia significativa para altura de planta y producción total en chile serrano, sin embargo, encontró que el tratamiento 60-30-00 fue la mejor combinación de fertilizante nitrofosfórica con ácido húmico, encontrando un incremento en producción del 36.2 % con respecto al testigo.

Vásquez (1990), encontró que con la aplicación de ácido húmico al suelo aumentó a un 4.4 % la producción de papa de primera categoría.

Olivares (1991), no encontró diferencia significativa para altura de planta y rendimiento total de chile jalapeño, sin embargo, con la aplicación de fertilizante arrancador (Raizal 400), con ácidos húmicos (Humitrón) al momento del trasplante y reguladores de crecimiento (Biozyme T.F.) con fertilizante foliar (Superfos), al momento de a floración permite aumentar el numero de cortes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del sitio Experimental

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

Características Ecológicas del Área de Estudio

Clima

El clima es seco semicálido y semifrío; la temperatura media anual es de 14 a 18°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros; con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; los vientos predominantes soplan en dirección noreste con velocidad de 22.5 km/h. La frecuencia de heladas es de 20 a 40 días y granizadas de uno a dos días.

Suelo

Xerosol.- Suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión. Regosol.- No presenta capas distintas, es claro y se parece a la roca que le dio origen. Su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en el que se encuentre.

Materiales utilizados

- Toneles
- Garrafrones de 20 L
- Tablas
- Bascula digital de 5 kg
- Cintilla
- Alambre
- Balanza digital
- Vernier
- Reglas de 30 cm
- Agua

Descripción del Material Vegetativo Utilizado

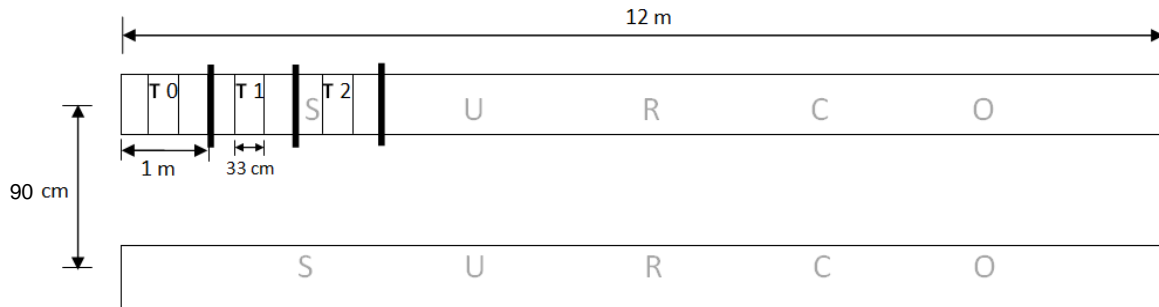
El material genético utilizado fue la semilla de cilantro de la variedad "Marroquí" utilizando aproximadamente $2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$.

Descripción de Actividades

Descripción de la Parcela Experimental

Se diseñaron 3 surcos de 12 m cada uno, de los cuales se obtuvieron 36 tratamientos de 1m con 3 repeticiones cada uno y con 108 unidades experimentales midiendo 33 cm cada unidad.

Cuadro. 2. Distribución del experimento en campo.



Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió primeramente en el desmonte del área, después se removió el suelo hasta quedar bien mullido y desmoronado realizándose 8 días antes de la siembra (6/10/09). Por último se levantaron 3 surcos de 12 m c/u, a una distancia de 90 cm entre cresta.

Fertilización presiembra

La fuente de fertilizante inorgánica fue con Nitrato de Amonio (33-00-00) distribuido con una sola dosis/surco, combinado con Superfosfato Simple (46% P y 21% Ca), seccionando las dosis en 4 partes / surco, ambas formulaciones formaron la presiembra, la cual solo fue aplicada una vez, el día 2 de octubre del 2009.

Las cantidades de cada fuente son las siguientes:

Nitrógeno

N_0 = Testigo.

N_1 = 215.45 g de Nitrato de amonio / 12 m de surco.

N_2 = 493.10 g de Nitrato de amonio / 12 m de surco.

Fósforo

F_0 = Testigo.

F_1 = 19.75 g de Superfosfato simple de Calcio / 3 m de surco.

F_2 = 88.45 g de Superfosfato simple de Calcio / 3 m de surco.

F_3 = 202.98 g Superfosfato simple de Calcio / 3 m de surco.

Siembra

La siembra se efectuó el 14 de octubre del 2009, utilizando semilla de cilantro de la variedad "Marroquí", trazando dos zanjas a lo largo de todo el surco, a una distancia de 25 cm y dentro de ellas se fue depositando la semilla a chorrillo con una densidad de $2 \text{ g}\cdot\text{m}^{-1}$, es decir se depositaron aproximadamente 24g/surco de 12 m a una profundidad de 3 cm, que posteriormente se fueron tapando con el mismo suelo. Simultáneamente con la siembra, se regó con sistema de riego por goteo, con cintilla de polietileno de 30 cm de distancia entre cada gotero.

Fertilización con Organominerales (OM_n)

Los organominerales utilizados corresponden a la Empresa Tradek S.A. de C.V., los cuales fueron: TradeNitro (N), TradePhos (P) y Trade (K), aplicados durante todo el ciclo del cultivo con las siguientes dosis:

OM_0 = 2 L de agua – Aplicado los días miércoles.

OM_1 = 1cc / 2 L de agua – Aplicado los días viernes.

OM_2 = 2cc / 2 L de agua – Aplicado los días lunes.

Para cubrir las dosis mencionadas se utilizó una fórmula compuesta (N, P, K) con la siguiente relación:

1 : 0.5 : 0.5 → **OM₁** = 0.5 unidades de nitrógeno, 0.25 unidades de fósforo y 0.25 unidades de potasio; para **OM₂** = 1 unidades de nitrógeno, 0.5 unidades de fósforo y 0.5 unidades de potasio.

Los organominerales se aplicaron manualmente, con la ayuda de una vasija y cubeta, preparando la dosis indicada, cuidando regar toda la superficie uniformemente de cada tratamiento.

Riego

El riego fue acondicionado con garrafones de 20 L por surco conectados a una cintilla con goteros a cada 30 cm de distancia. La cantidad de agua se determinó con base al uso consuntivo del cilantro que comprende una lámina de 5 mm/m, es decir que para 12 m se requieren 60 L, pero por cuestiones del clima solo se aplicó 40 litros de agua / surco diarios.

Control Fitosanitario

No se hizo la aplicación de ningún pesticida, ya que no se vio la incidencia grave de alguna plaga o enfermedad.

Control de Malezas

El control de malezas se hizo manualmente conforme se fueron presentando en el área experimental.

Cosecha

La cosecha se realizó el 18 y 19 de diciembre de 2009, tomando como criterio de cosecha la altura del cilantro (25cm), cubriendo un ciclo vegetativo de 66 días. El cilantro se extrajo del suelo con todo el sistema radicular por repetición, haciendo manojos y atando rafia, para que posteriormente llevar al laboratorio y ser evaluados.

Diseño experimental

Los datos obtenidos en esta investigación se realizaron estadísticamente en un en un cuadro de análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias, con diferencia mínima significativa de $P \geq 0.01$, mediante el programa o paquete computacional de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

El diseño estadístico utilizado fue un diseño bloques al azar con arreglo factorial

A x B x C:

Factor A: Niveles de Nitrógeno

Factor B: Niveles de Fosforo

Factor C: Niveles de Organomineral

Descripción de Factores y sus niveles

En virtud de que el trabajo se realizó bajo condiciones de campo abierto, se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial y 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se determinaron con base a 3 factores que se sometieron a estudio.

Factor A (niveles de nitrógeno):

N_0 = Sin aplicación adicional de nitrógeno, solo el nitrógeno nativo que contenía el suelo.

N_1 = Aplicación de 50 ppm de nitrógeno, adicionales al nitrógeno nativo.

N_2 = Aplicación de 100 ppm de nitrógeno, adicionales al nitrógeno nativo.

Factor B (niveles de fosforo):

P_0 = Sin aplicación adicional de fosforo, solo el fosforo nativo que contenía el suelo.

P_1 = Aplicación de 10 ppm de fosforo adicionales al fosforo nativo.

P_2 = Aplicación de 25 ppm de fosforo adicionales al fosforo nativo.

P_3 = Aplicación de 50 ppm de fosforo adicionales al fosforo nativo.

Factor C (niveles de organomineral):

OM_0 = Sin aplicación de organomineral.

OM_1 = Aplicación de fertilizante organomineral a una dosis de 0.5 cc/ 1L de agua.

OM_2 = Aplicación de fertilizante organomineral a una dosis de 1cc/1L de agua.

La combinación de factores arrojó los siguientes tratamientos.

Descripción de tratamientos

- T 0.-** ($N_0 P_0 OM_0$) Testigo se aplicó solo agua durante todo el ciclo.
- T 1.-** ($N_0 P_0 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua.
- T 2.-** ($N_0 P_0 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua.
- T 3.-** ($N_0 P_1 OM_0$) Sin fertilización orgánica, pero con presiembra en fosforo de 6.58 g de SFSCa.
- T 4.-** ($N_0 P_1 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua y con presiembra en fosforo de 6.58 g de SFSCa.
- T 5.-** ($N_0 P_1 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua y con una presiembra en fosforo de 6.58 g de SFSCa.
- T 6.-** ($N_0 P_2 OM_0$) Sin fertilización orgánica, pero con presiembra en fosforo de 29.48 g de SFSCa.
- T 7.-** ($N_0 P_2 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua y con una presiembra en fosforo de 29.48 g de SFSCa.
- T 8.-** ($N_0 P_2 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua y con una presiembra en fosforo de 29.48 g de SFSCa.
- T 9.-** ($N_0 P_3 OM_0$) Sin fertilización orgánica, pero con presiembra en fosforo de 67.66 g de SFSCa.
- T 10.-** ($N_0 P_3 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua y con una presiembra en fosforo de 67.66 g de SFSCa.
- T 11.-** ($N_0 P_3 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua y con una presiembra en fosforo de 67.66 g de SFSCa.
- T 12.-** ($N_1 P_0 OM_0$) Sin fertilización orgánica, y solo con presiembra en nitrógeno de 17.95 g de NA.
- T 13.-** ($N_1 P_0 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua, y solo con presiembra en nitrógeno de 17.95 g de NA.
- T 14.-** ($N_1 P_0 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L, y con presiembra en nitrógeno de 17.95 g de NA.

T 15.- ($N_1 P_1 OM_0$) Sin fertilización orgánica, y con presiembra en fosforo y nitrógeno de 6.58 g de SFSCa y 17.95 g de NA respectivamente.

T 16.- ($N_1 P_1 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua, y con presiembra en fosforo y nitrógeno de 6.58 g de SFSCa y 17.95 g de NA respectivamente.

T 17.- ($N_1 P_1 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua, y con presiembra en fosforo de 6.58 g de SFSCa y nitrógeno de 17.95 g de NA.

T 18.- ($N_1 P_2 OM_0$) Sin fertilización orgánica, y con presiembra de fosforo y nitrógeno de 29.48 de SFSCa y 17.95 g de NA respectivamente.

T 19.- ($N_1 P_2 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua, y con presiembra en fosforo y nitrógeno de 29.48 g de SFSCa y 17.95 g de NA respectivamente.

T 20.- ($N_1 P_2 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua, pero con presiembra en fosforo de 29.48 g de SFSCa y nitrógeno de 17.95 g de NA.

T 21.- ($N_1 P_3 OM_0$) Sin fertilización orgánica, pero con presiembra en nitrógeno de 17.95 g de NA y en fosforo de 67.66 g de SFSCa.

T 22.- ($N_1 P_3 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua, con presiembra en nitrógeno de 17.95 g de NA y fosforo de 67.66 g de SFSCa.

T 23.- ($N_1 P_3 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua, pero con presiembra en nitrógeno de 17.95 g de NA y fosforo de 67.66 g de SFSCa.

T 24.- ($N_2 P_0 OM_0$) Sin fertilización orgánica, y solo con presiembra en nitrógeno de 41.09 g de NA.

T 25.- ($N_2 P_0 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua, y solo con presiembra en nitrógeno de 41.09 g de NA.

T 26.- ($N_2 P_0 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua, y solo con presiembra en nitrógeno de 41.09 g de NA.

T 27.- ($N_2 P_1 OM_0$) Sin fertilización orgánica, pero con presiembra en fósforo y nitrógeno de 6.58 g de SFSCa y 41.09 g de NA respectivamente.

T 28.- ($N_2 P_1 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua, y con presiembra en fósforo y nitrógeno de 6.58 g de SFSCa y 41.09 g de NA respectivamente.

T 29.- ($N_2 P_1 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua, y con presiembra en fósforo y nitrógeno de 6.58 g de SFSCa y 41.09 g de NA respectivamente.

T 30.- ($N_2 P_2 OM_0$) Sin fertilización orgánica, pero con presiembra en nitrógeno y fósforo de 41.09 g de NA y 29.48 g de SFSCa respectivamente.

T 31.- ($N_2 P_2 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua, y con presiembra en nitrógeno y fósforo de 41.09 g de NA y 29.48 g de SFSCa respectivamente.

T 32.- ($N_2 P_2 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua, y con presiembra en nitrógeno y fósforo de 41.09 g de NA y 29.48 g de SFSCa respectivamente.

T 33.- ($N_2 P_3 OM_0$) Sin fertilización orgánica, pero con presiembra en fósforo y nitrógeno de 67.66 g de SFSCa y 41.09 g de NA respectivamente.

T 34.- ($N_2 P_3 OM_1$) Fertilización de organominerales a una dosis de 0.5 cc/ L de agua, y con presiembra en fósforo y nitrógeno de 67.66 g SFSCa y 41.09 g de NA respectivamente.

T 35.- ($N_2 P_3 OM_2$) Fertilización de organominerales a una dosis de 1 cc/ L de agua, y con presiembra en fósforo y nitrógeno de 67.66 g de SFSCa y 41.09 g de NA respectivamente.

De la combinación de tratamientos y repeticiones arrojó un total de 108 unidades experimentales.

Modelo Estadístico

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + E_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Valor correspondiente al i-ésimo niveles de nitrógeno, j-ésimo niveles de fosforo, k-ésimo niveles de organomineral, l-ésimo repetición.

μ = Media general común de todas las unidades experimentales.

α_i = Respuesta de la i-ésima media del factor A.

β_j = Respuesta de la j-ésima media del factor B.

γ_k = Respuesta de la k-ésima media del factor C.

E_{ijkl} = Error experimental de la i-ésimo niveles de nitrógeno, j-ésimo niveles de fosforo, k-ésimo niveles de organomineral y l-ésimo repetición.

Variables evaluadas

- **Número de plantas·ha⁻¹**. Se contaron las plantas de cada unidad experimental y se convirtieron a plantas·ha⁻¹.
- **Rendimiento Ton·ha⁻¹**. Se pesaron todas las plantas de cada unidad experimental y cada una de estas tuvo una dimensión de 33 cm y con base a este dato, se hizo la conversión a Ton·ha⁻¹, que fue el dato a evaluar.
- **Altura de planta**. Se seleccionaron 10 mejores plantas y se midió el largo desde el cuello de la planta, hasta el punto más distante, con la ayuda de una regla, obteniendo el valor medio, que fue el dato a evaluar.

- **Longitud del limbo de la hoja.** Se seleccionaron 3 hojas de 3 plantas elegidas al azar y se midió con regla, la longitud del limbo de la hoja, obteniendo el valor medio, que fue el dato a evaluar.
- **Ancho del limbo de la hoja.** Se seleccionaron 3 hojas de 3 plantas elegidas al azar y se midió con regla, el ancho del limbo de la hoja, obteniendo el valor medio, que fue el dato a evaluar.
- **Numero de hojas por planta.** Se seleccionaron 3 mejores plantas y se contaron manualmente el número de hojas por planta, obteniendo el valor medio, que fue el dato a evaluar.
- **Longitud de raíz.** Se midió con una regla, la longitud de raíz de las 3 plantas seleccionadas anteriormente, midiendo desde el cuello de la planta hasta el punto más distante de la punta de la raíz, obteniendo el valor medio, que fue el dato a evaluar.
- **Diámetro de peciolo.** Se midió con vernier en milésimas de cm el diámetro de 3 peciolos, de las plantas medidas anteriormente, seleccionando los peciolos mas gruesos y obteniendo el valor medio, que fue el dato a evaluar.
- **pH del suelo.** Se tomo una muestra de suelo, mezclando el suelo de las 3 repeticiones del tratamiento, se llevo al laboratorio y se determinó pH con el apoyo de un potenciómetro.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de plantas·ha⁻¹

La densidad o numero de plantas·ha⁻¹ en el cultivo de cilantro no es un dato muy común encontrar en la literatura, no obstante es información de mucha relevancia para cualquier tipo de cultivo, tanto, que al tener este dato, al productor le permite visualizar de manera general y aproximada del cuanto esta gastando o cuanto va a gastar y si, esa inversión le va ser rentable, es por tal justificación que esta variable se evaluó.

Realizando el análisis de varianza se encontró para bloques una diferencia estadística no significativa, que nos indica, que no hubo efecto de variación entre bloques, por la tanto, el suelo se considera con cierta homogeneidad.

Para el factor A (niveles de nitrógeno) se reportó una respuesta estadística altamente significativa, dicho concepto, se manifiesta en el nivel mas alto (75 ppm de nitrógeno aportados al suelo) con 9.032 millones de plantas·ha⁻¹, dejando al testigo en un 92.29 % de diferencia, equivalente a 4.335 millones de plantas·ha⁻¹, pero para el nivel intermedio de 50 ppm de nitrógeno aportados al suelo, se obtuvo una densidad menor con respecto al nivel alto (75 ppm), con

7.852 millones de plantas·ha⁻¹, siendo aun así mayor que el testigo con un 67.17 % de diferencia, equivalente a 3.155 millones de plantas·ha⁻¹.

Como se puede apreciar en la grafica (fig. 4.1), la aportación de nitrógeno en el suelo en presiembra es de vital importancia, porque, a medida que se aumenta este elemento, también aumenta la densidad de plantas·ha⁻¹. Es probable que efecto ejercido se deba a la restauración de la CIC, y esta a su vez, le provea a la semilla las condiciones adecuadas para poder germinar en un mayor porcentaje.

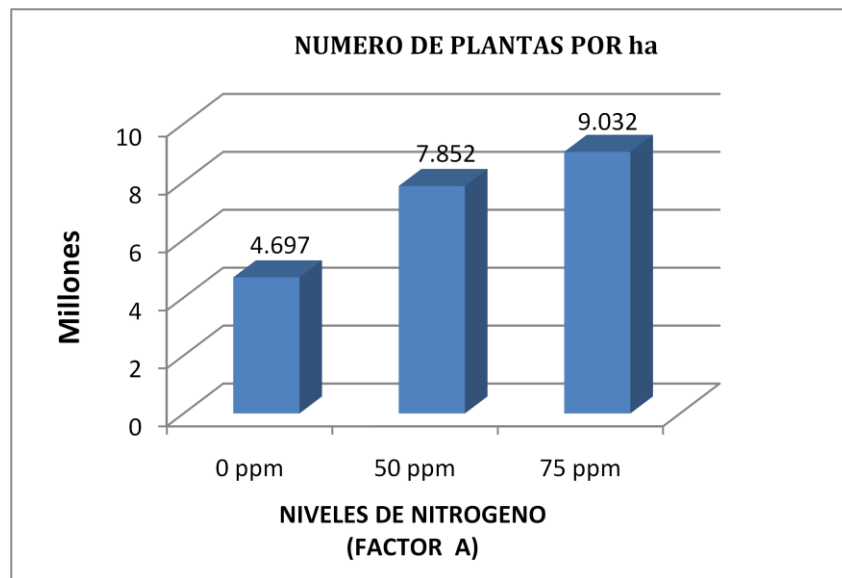


Fig. 4.1. Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable *número de plantas ·ha⁻¹*.

Al igual que el factor A, el factor B (niveles de fosforo), obtuvo una diferencia estadística altamente significativa. En la grafica (fig. 4.2) se puede apreciar que la mejor respuesta en el nivel mas alto de 50 ppm de fosforo

aportados al suelo en presiembra con 7.682 millones de plantas·ha⁻¹, superando al testigo en un 1.01 %, equivalente a 0.12 millones de plantas·ha⁻¹, es decir, que hubo un crecimiento ascendente en el número de plantas·ha⁻¹ a medida que se aumenta la cantidad de fósforo en el suelo (10 ppm, 25 ppm, 50 ppm).

La reacción manifestada puede ser quizá a que el elemento fósforo influya en la restauración de la CIC del suelo, y esto a su vez le favorezca a la semilla a germinar en un mayor porcentaje.

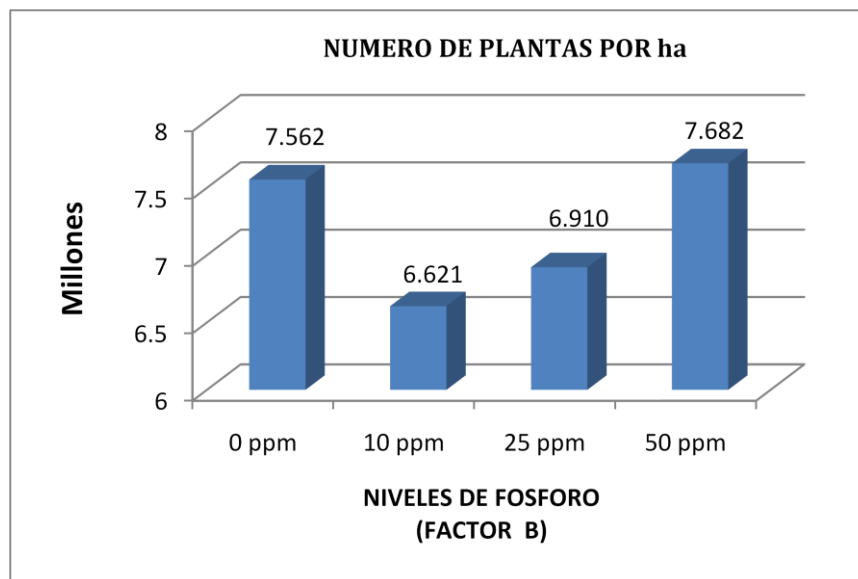


Fig. 4.2. Respuesta del cilantro a niveles de fósforo en el suelo para la variable *número de plantas · ha⁻¹*.

Para el factor C (niveles de organomineral), se reportó una respuesta estadística no significativa lo que nos indica que no hay una influencia considerable de los organominerales sobre el número de plantas·ha⁻¹ (fig. 4.3).

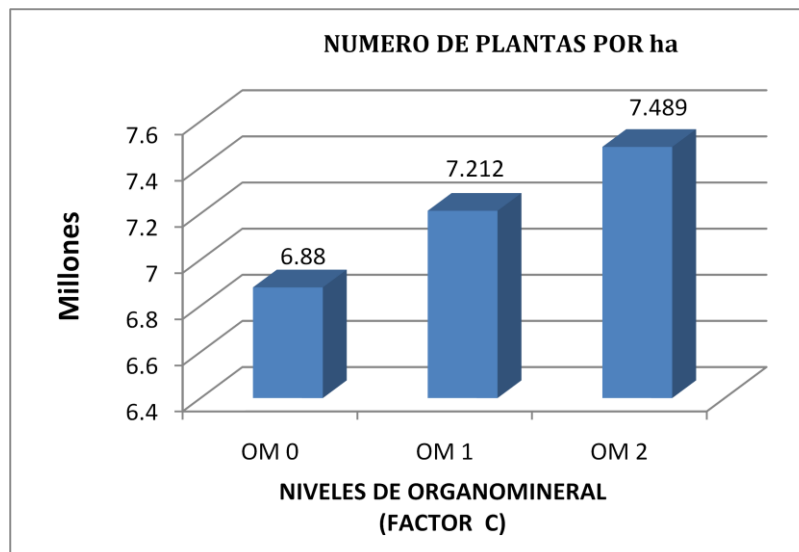


Fig. 4.3. Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en el suelo para la variable *número de plantas · ha⁻¹*.

Para las interacciones A x B (nitrógeno vs fósforo) en el análisis de varianza, reportó una significancia altamente significativa, lo que indica, que la influencia de los elementos nitrógeno y fósforo son de vital importancia para generar mayor número de plantas·ha⁻¹.

La interacción A x C (nitrógeno vs organominerales), muestra en el análisis estadístico una significancia no significativa, es decir, que al combinar estos dos factores no tienen influencia importante en el número de plantas·ha⁻¹, sin embargo la interacción B x C (fósforo vs organominerales), vemos que el fósforo (fuente inorgánica) combinado con un orgánico, sí hay influencia importante en el número de plantas·ha⁻¹. Para la triple interacción A x B x C (nitrógeno vs fósforo vs organominerales) no se reportaron estadísticamente diferencias significativas, lo que demuestra un comportamiento independiente entre factores.

En la combinación de los factores (A x B x C), la respuesta que se obtuvo por cada tratamiento fue siempre mayor que el testigo (T₀) (Fig. 4.4), dando el mejor resultado en el tratamiento 28 (T28) con 10.924 millones de plantas·ha⁻¹ aplicando Nitrógeno a 75 ppm y 10 ppm de fósforo al suelo, adicionando 1cc·L⁻¹ de agua de organomineral (N₂ P₁ OM₁); en contra parte, el tratamiento con menor número de plantas fue el T1, con 3.985 millones de plantas·ha⁻¹, donde se aplicó únicamente organomineral a 1cc·L⁻¹ de agua (N₀ P₀ OM₁), superando al nitrógeno y fósforo en sus niveles nativos. El efecto quizá, se debió a la restauración de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), donde se puede observar en la gráfica (Fig. 4.4), que la mejor respuesta se encuentra en el T28, al cual se le aplicó la combinación de los 3 factores, y estos a su vez, posiblemente fortalecieron el intercambio químico del suelo, y que probablemente favoreció al incremento de la germinación; efecto que no sucedió con el T1, aplicando solo el OM₁.

El coeficiente de variación obtenido fue de 18.35 %, que se considera bajo y con una alta confiabilidad en los resultados obtenidos.

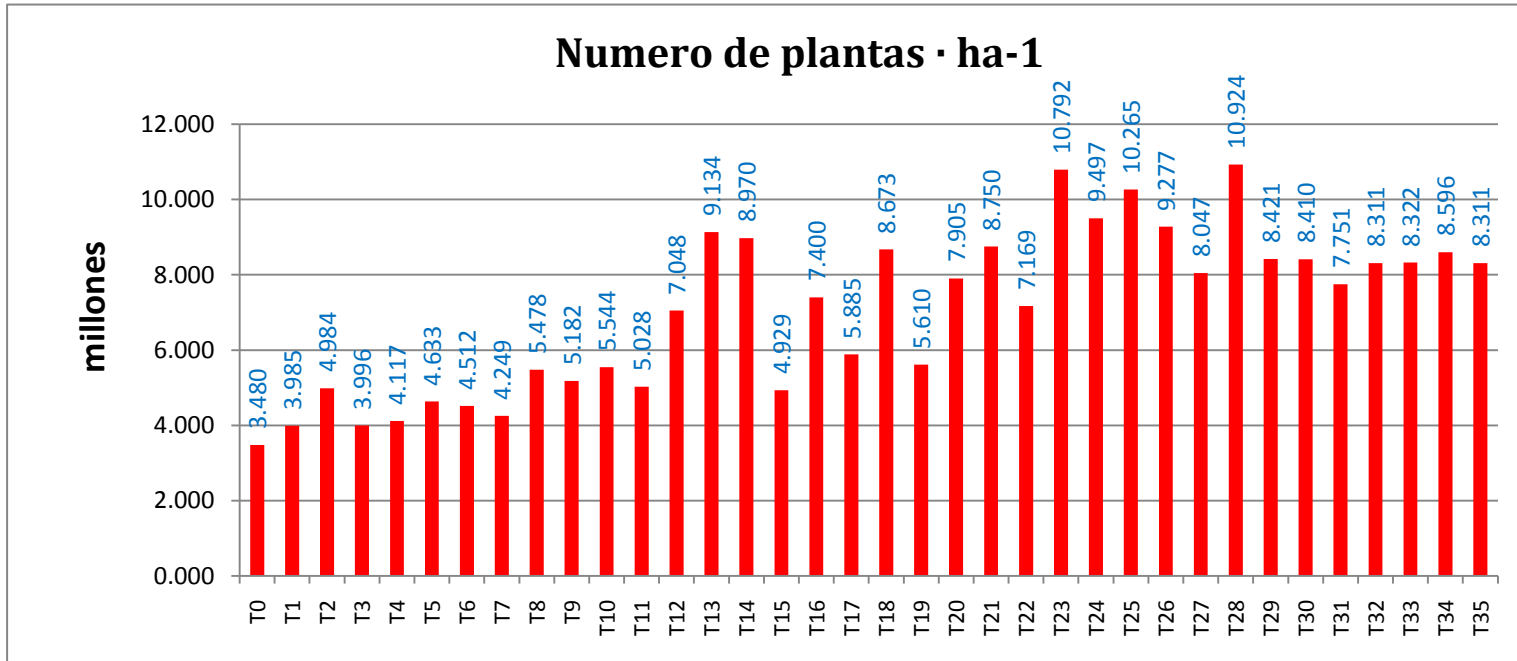


Fig. 4.4. Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamiento para la variable número de plantas·ha⁻¹.

Rendimiento Ton ha^{-1}

El rendimiento de cilantro expresado en $\text{Ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, es importante debido a que este refleja de manera directa, la acumulación de biomasa que es consecuencia de una tasa fotosintética y esta última esta determinada por diversos factores entre los que se considera a la nutrición.

Esta variable influye directamente sobre el rendimiento total que es el objetivo principal de todo productor. Al realizar el análisis de varianza se encontró para bloques una respuesta estadística significativa, que indica el efecto de bloques, producto quizá de las condiciones heterogéneas del suelo.

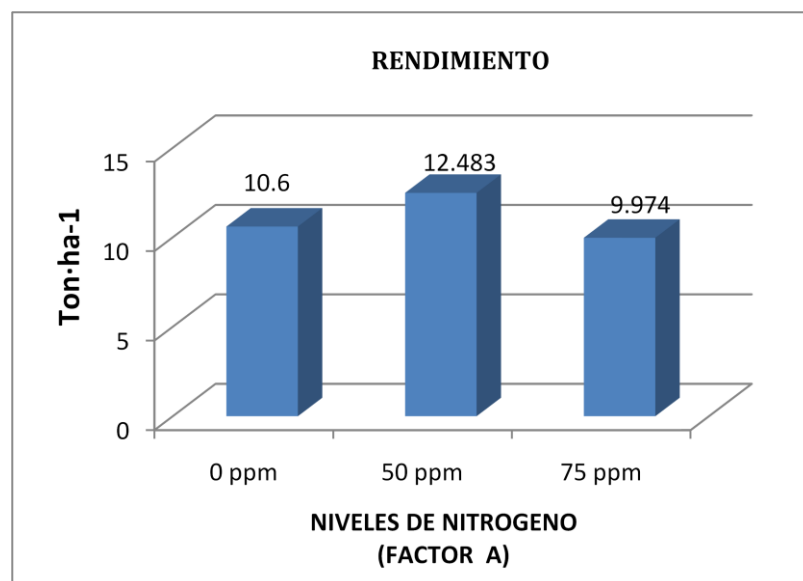


Fig. 4.5. Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable *rendimiento en $\text{Ton}\cdot\text{ha}^{-1}$* .

Al analizar los factores se encontró para el factor A (niveles de nitrógeno), una respuesta estadística altamente significativa, que indica, la influencia que ejercen los niveles de nitrógeno sobre esta variable, encontrando

la mejor respuesta, cuando se aplicó nitrógeno en presiembra hasta alcanzar un nivel de 50 ppm para lo que se tuvo que aplicar $199.29 \text{ kg ha}^{-1}$ de Nitrato de amonio, este superando al testigo en un 17.76 %, mientras que cuando se manejaron niveles altos de nitrógeno de 75 ppm, y para la que se tuvo que aplicar en presiembra $456.11 \text{ kg ha}^{-1}$ del mismo fertilizante, la respuesta fue menor que el testigo en un 5.91 %. Es probable que este efecto negativo halla sido causado por un nivel alto de sales en el suelo (fig. 4.5).

Lo mencionado por Del Ángel (1991) coincide con la presente investigación, al encontrar en la prueba de medias para el factor dosis de nitrógeno, la mejor con $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de nitrógeno para la variable peso fresco o rendimiento.

Torres (1993) menciona en su trabajo de investigación, que la mejor dosis de nitrógeno para cilantro es de $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con un rendimiento de 5.9 Ton, Al igual que Morales (1987), al trabajar con programas de riego y fertilización nitrogenada, encontró que con dosis de $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ aumenta el rendimiento de follaje fresco sin embargo, en la presente investigación se obtuvo un rendimiento medio de $12.483 \text{ Ton}\cdot\text{ha}$, aplicando solo $65.76 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, es decir, torres y morales aplican mas del 100 % de nitrógeno al suelo con respecto al presente trabajo, obteniendo menos rendimiento, lo mismo sucede con Del Ángel al encontrar en la prueba de medias, la mejor dosis para aumentar peso fresco, que es de $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de nitrógeno, pero es muy probable que la gran diferencia se debió a que torres, morales y Del Ángel no

tomaron en cuenta una fertilización combinada con fósforo, elemento el cual mejora el sistema radicular de la planta y como consecuencia permite mayor absorción de nutrientes que darán como resultado mayor follaje o biomasa.

Sin embargo, el presente trabajo coincide con lo que dicho Morales, al manejar dosis altas de nitrógeno ($300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), el rendimiento de follaje baja, pero es contradictorio al decir que $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ es una dosis adecuada para obtener buenos rendimientos, porque, para la presente investigación 150 kg de nitrógeno- ha^{-1} , ya es una dosis alta para disminuir el rendimiento.

Para el factor B (niveles de fósforo), se encontró una respuesta estadística altamente significativa. La respuesta muestra una tendencia ascendente negativa desde el nivel bajo al nivel alto de fósforo, estando todos los niveles por debajo del testigo (fig. 4.6).

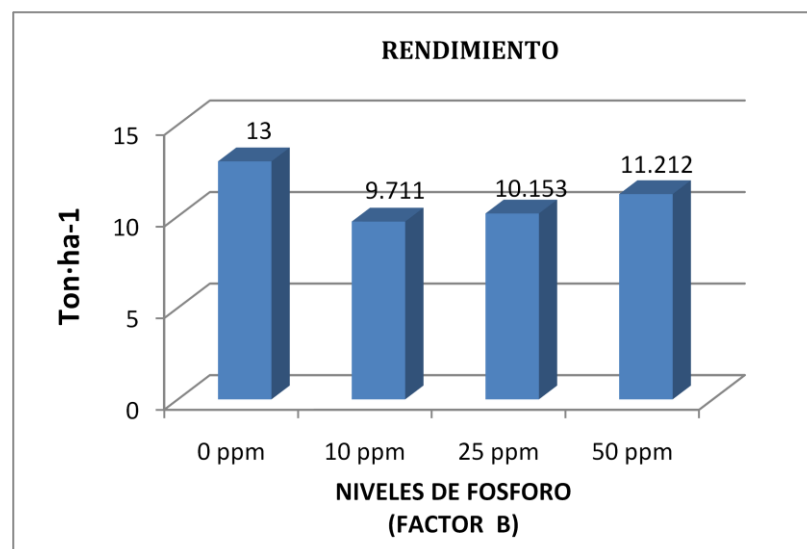


Fig. 4.6. Respuesta del cilantro a niveles de fósforo en el suelo para la variable *rendimiento en $\text{Ton}\cdot\text{ha}^{-1}$* .

En el efecto obtenido indica que la cantidad de fósforo nativo es suficiente para obtener buenos rendimientos; el testigo mostró gráficamente un rendimiento de $13 \text{ Ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, superando a todos los niveles, estando con mayor rendimiento, el nivel alto de fósforo (50 ppm) con $11.212 \text{ Ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ y con una diferencia del 13.75 %, con respecto al testigo.

Para el factor C, dosis de organominerales se encontró una respuesta estadística altamente significativa. Gráficamente (fig. 4.7) se muestra una tendencia positiva, al aumentar la dosis de organomineral, aumenta el rendimiento. Cuando se aplicó OM1 se tuvo un rendimiento de $11.203 \text{ Ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ superando al testigo en un 14.9 % y cuando se aplicó OM2 se tuvo un rendimiento mayor de $12.104 \text{ Ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ superando al testigo en un 24.14 %.

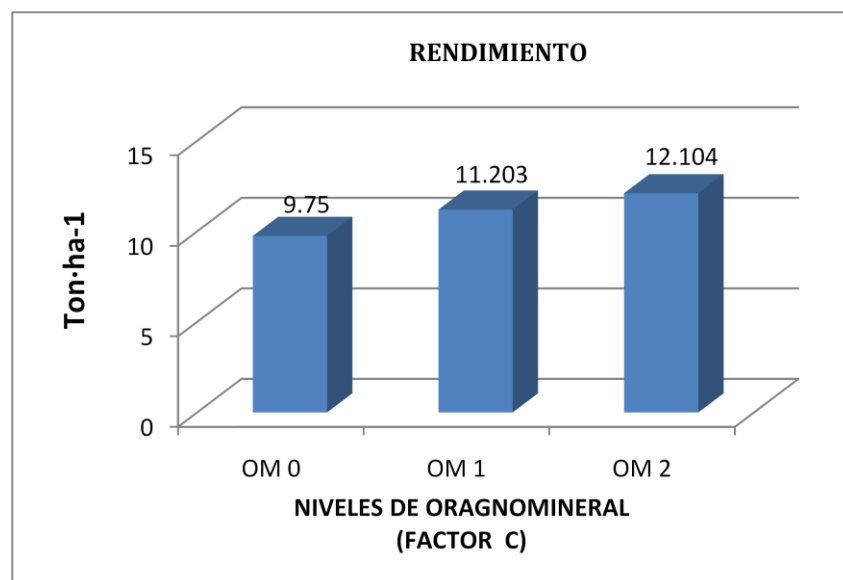


Fig. 4.7. Respuesta del cilantro a niveles de organominerales en el suelo para la variable *rendimiento en $\text{Ton}\cdot\text{ha}^{-1}$* .

Probablemente el resultado obtenido se deba a que el organomineral actué como un agente quelatante y como consecuencia haya mayor disponibilidad de nutrientes los cuales serán absorbidos por las plantas.

Lo anterior se contradice por lo encontrado por Arellano (1993) al no encontrar diferencia significativa en la aplicación de ácidos húmicos al suelo para la variable rendimiento.

Al analizar las interacciones (cuadro A.2) se encontró una respuesta estadística altamente significativa para la interacción A x B, producto de la dependencia positiva que existe entre estos factores donde se observa que el mejor rendimiento se obtiene al aplicar el nivel bajo de nitrógeno (50 ppm) combinado con el fosforo nativo del suelo (testigo).

Para las interacciones A x C (nitrógeno vs organominerales y B x C (fosforo vs organominerales), se encontró una respuesta estadística no significativa lo que nos indica un efecto independiente de los factores.

Para la triple interacción A x B x C se obtuvo efecto estadístico altamente significativo, consecuencia de la influencia que ejerció la doble interacción de los factores A (dosis de nitrógeno) y B (dosis de fosforo).

Al combinar los factores A x B x C, surgieron reacciones diversas, las cuales se pueden apreciar en la Figura 4.8., vemos que la mejor respuesta para la variable rendimiento, se obtuvo en el tratamiento 14 (T14), con 19.323

Ton·ha⁻¹ de peso fresco, dato que se generó al aplicar el nivel bajo de nitrógeno (50 ppm), sin fósforo (P₀), pero con organomineral a 2cc·L⁻¹ de agua, en contra parte, el rendimiento mas bajo se obtuvo en el tratamiento 30 (T30), con 5.929 Ton·ha⁻¹ de peso fresco, el cual se mantuvo por debajo del testigo (6.423 Ton·ha⁻¹), al igual que el tratamiento 8 (T8). Esta reacción del crecimiento negativo, se debió, quizá porque se llegó a una saturación de sales en el suelo.

Para el T14, con lo aplicado al suelo, concuerda estadísticamente al encontrarse en los factores A y C (nitrógeno y fósforo), una respuesta altamente significativa, gráficamente se nota el efecto ejercido por la interacción entre nitrógeno y organominerales, es decir, que para este tipo de suelo donde se ubicó el experimento, no necesita fósforo para incrementar rendimiento en follaje fresco, si no que le es suficiente con el nativo.

El coeficiente de variación obtenido fue de 27.68 %, que se considera bajo y con una alta confiabilidad en los resultados obtenidos.

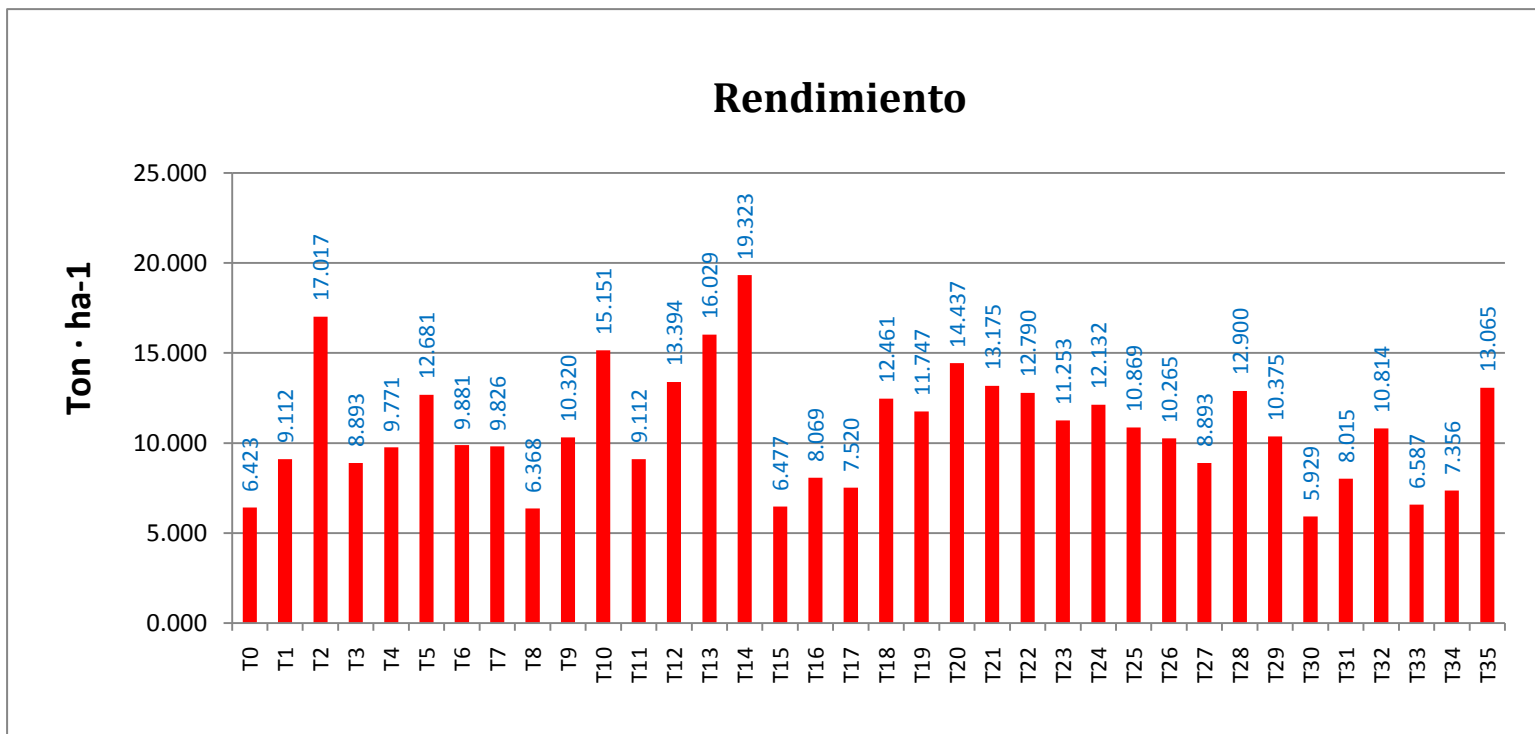


Fig. 4.8. Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamiento para la variable rendimiento Ton·ha⁻¹.

Altura de planta

El crecimiento de una planta, esta regulada por un lado, por la incidencia de luz, y este tiene como consecuencia el proceso metabólico fotosintético. El crecimiento vegetativo de la planta, no solo se debe a la luz, también influyen factores edáficos y climáticos de manera natural, pero la intervención de la mano del hombre hace posible un desarrollo y crecimiento más rápido que el natural, mediante la aportación de fertilizantes vía foliar o incorporados al suelo para complemento de la nutrición de la planta.

Es de vital importancia un tamaño (longitud de planta) adecuado del cilantro, ya que es el encargado de reflejar una buena calidad y una buena preferencia del consumidor, es por eso, que dicha variable se tomo en cuenta para ser medida y evaluada.

Al realizar el análisis de varianza, se encontró para bloques una respuesta estadística no significativa, lo que indica que no hay importancia en la variación de un bloque a otro, es decir, al parecer a la planta en sí, no le importan las condiciones en las que se encuentre el suelo, siempre y cuando esta se nutra adecuadamente.

Al analizar los factores, se identificó para el factor A (niveles de nitrógeno), una respuesta estadística altamente significativa, que indica la influencia de los niveles de nitrógeno en el suelo, con esta variable se encontró, la mejor respuesta cuando se aplicó en presiembra el nitrógeno hasta alcanzar

un nivel de 50 ppm, que equivale a aplicar $199.29 \text{ kg ha}^{-1}$ de Nitrato de amonio superando al testigo en un 10.5 %, en cambio cuando se aplicó los niveles altos de nitrógeno de 75 ppm equivalente a $456.11 \text{ kg ha}^{-1}$ en presiembra de Nitrato de amonio, se obtuvo un crecimiento menor del cilantro comparado con el testigo en un 6.8 %. Es probable que el efecto obtenido, haya sido negativo debido a un alto contenido de sales en el suelo (fig. 4.9).

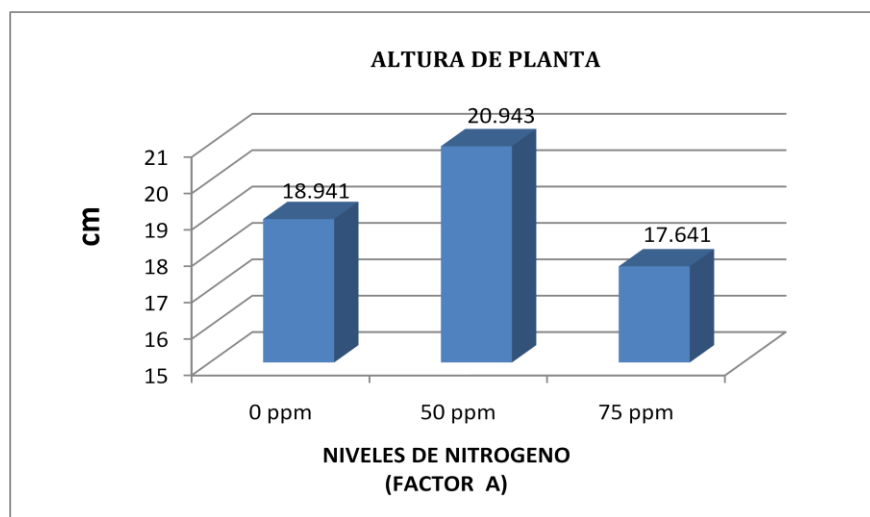


Fig. 4.9. Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable *altura de planta*.

Estos resultados se comparan con lo encontrado por Andrio (1989) quien trabajando con diferentes genotipos de cilantro encontró que existe una respuesta positiva a la altura de planta con la aplicación de fertilizante nitrogenado y que la altura fluctúa entre 11.3 cm a 27.3 cm.

Rao (1983) menciona que al aplicar dosis de 50 y $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, existe un incremento notorio en la altura de las plantas.

También se corrobora con dicho por Del Ángel (1991) al observar una diferencia altamente significativa en el análisis de varianza en las dosis de nitrógeno para la variable altura de planta.

Para el factor B (niveles de fosforo), se encontró una respuesta estadística altamente significativa. La influencia muestra una tendencia descendente del testigo al primer nivel (10 ppm), con una diferencia de 14.1 %. A partir del nivel bajo (10 ppm) donde se obtuvo una altura promedio de 17.964 cm, empieza un crecimiento ascendente en los siguientes niveles 25 ppm y 50 ppm donde se obtuvieron alturas de 18.805 cm y 19.012 cm respectivamente, siendo aun así, menores que el testigo con una diferencia por nivel de 10.10 % y 9.1 % respectivamente (fig. 4.10).

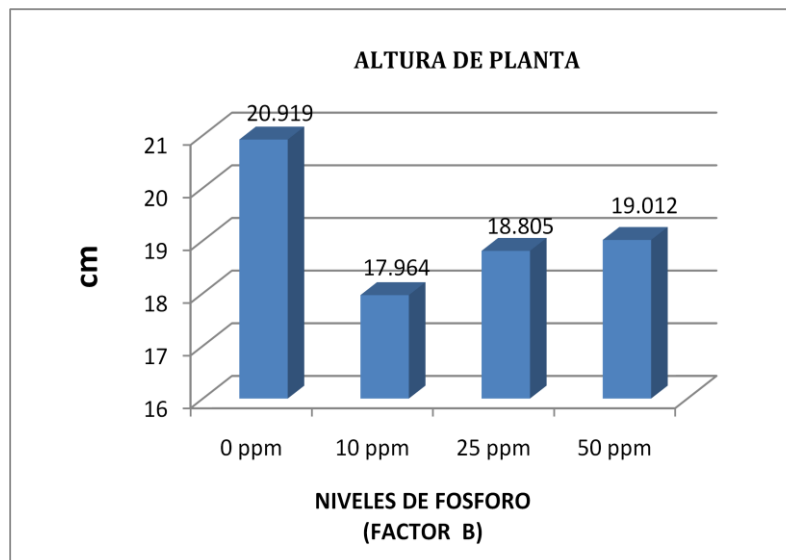


Fig. 4.10. Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo para la variable *altura de planta*.

El resultado que se obtuvo con respecto a la influencia del fósforo en el suelo, puede ser debido al que el suelo cuenta con la suficiente cantidad de fósforo nativo para abastecer la buena altura del cilantro. Se puede apreciar en la gráfica que a medida que se aumenta el fósforo aumenta el crecimiento, sin embargo, no sobrepasa al testigo, es decir, que no tiene importancia hacer aplicaciones de fósforo, si con el fósforo nativo, le es suficiente para obtener una adecuada altura.

Lo que menciona Chaires (2004), concuerda con la importancia que tiene este elemento para la altura de planta; sin embargo Chaires realizó aplicaciones foliares; sin embargo, para el presente trabajo, la mayor altura se obtuvo en el T 23, aplicando solo una presembradura en nitrógeno a un nivel de 50 ppm (fig.4.9), con esto, se puede visualizar que el fósforo es más eficiente en aplicaciones foliares combinado con aminoácidos y complementando con una presembradura en nitrógeno.

Para el factor C (niveles de organominerales), se encontró una respuesta estadística no significativa. La aplicación de los dos niveles de fertilizantes organominerales (OM_1 y OM_2) estuvieron ligeramente por encima del testigo, con una diferencia de cada dosis de 4.3 % y 0.7 % respectivamente (fig. 4.11), diferencias que no son significativas. Lo anterior coincide con Arellano (1993), al no haber respuesta significativa en la aplicación de ácidos húmicos para la variable altura de planta, donde él encontró al igual que la presente investigación, que al aumentar la dosis de ácidos húmicos hay un decremento

en la altura de la planta, tomando en cuenta en que los organominerales contienen en su composición mas del 50 % de ácidos húmicos.

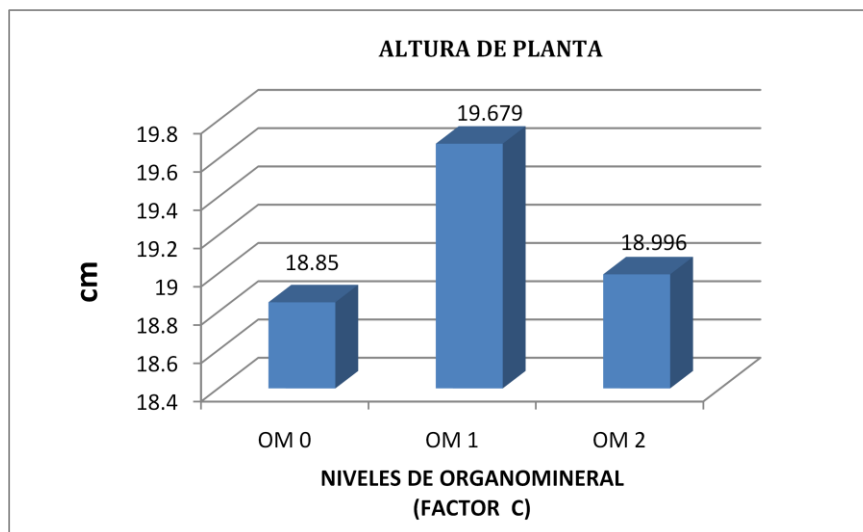


Fig. 4.11. Respuesta del cilantro a niveles de organominerales en el suelo para la variable *altura de planta*.

Al analizar las interacciones (cuadro A.3) se identificó una respuesta estadística altamente significativa para la interacción A X B, producto de la dependencia que existe entre estos factores donde se observa que un buen crecimiento de la planta se obtiene con el fosforo nativo y el nivel bajo de nitrógeno (50 ppm) en el suelo.

Para la interacción A x C, se obtuvo una respuesta estadística significativa, que indica una dependencia positiva entre el nivel bajo de nitrógeno y el OM1, sin embargo, el factor mas influyente lo ejerce el nitrógeno, ya que estadísticamente el factor C (organominerales) no tiene importancia considerable. Para la interacción B x C, se obtuvo una respuesta estadística no significativa, lo que indica el comportamiento independiente entre factores. Para

la triple interacción A x B x C se obtuvo una respuesta estadística altamente significativa, consecuencia de la influencia que ejerció la doble interacción de los factores A (nivel de nitrógeno) y B (nivel de fosforo).

En la combinación de la triple interacción (A x B x C), se generaron diferentes comportamientos para la variable altura de planta, donde en la figura 4.12, se puede observar que la mejor altura de planta se obtuvo en el tratamiento 12 (T12), cuando se aplicó el nivel bajo de nitrógeno (50 ppm), sin fosforo, ni organomineral ($N_1 P_0 OM_0$) y en contra parte, la altura mas baja se ubicó en el tratamiento 8 (T8), estando por debajo del testigo, al igual que el tratamiento 16, 17, 26, 30, 31 y 33. Para el T12 se justifica la mejor altura de planta, al encontrar en el análisis estadístico una respuesta altamente significativa para los factores A y B (nitrógeno y fosforo), sin embargo, para el factor fosforo, no hubo ninguna aplicación de fertilizante para contrarrestar dicho elemento, lo que indica, que el fosforo nativo combinado con la aportación de nitrógeno, fue suficiente para obtener la mejor altura de planta.

El coeficiente de variación obtenido fue de 12.62 %, que se considera bajo, lo que permite una alta confiabilidad en los resultados obtenidos.

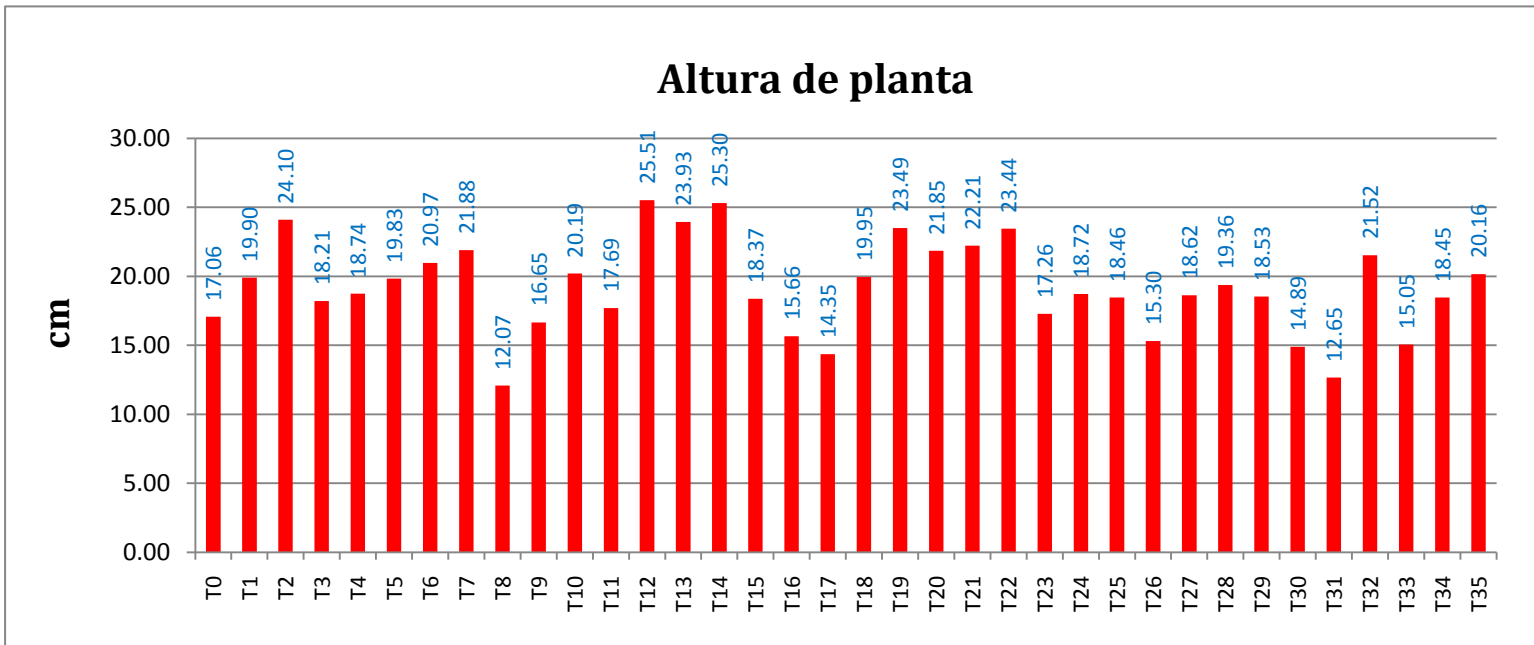


Fig. 4.12. Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamiento para la variable altura de planta.

Longitud del limbo de la hoja

El tamaño adecuado del limbo de la hoja de cilantro, se traduce en aspecto de buena calidad para el consumidor, mientras que para el productor se traduce en mayor biomasa y como resultado mayor rendimiento. Fisiológicamente surge una resistencia a bajas temperaturas, es decir, al haber un mayor tamaño del limbo, habrá mayor contenido de azúcares, esto genera una resistencia del cilantro a bajas temperaturas dando la facilidad de su cultivo en condiciones climáticas adversas. Por lo anterior, surgió la inquietud de ser evaluada y medida esta variable.

Al hacer el análisis de varianza se encontró para bloques, una diferencia estadística no significativa, que nos indica que no hubo efecto entre bloques, considerando al suelo con comportamiento homogéneo.

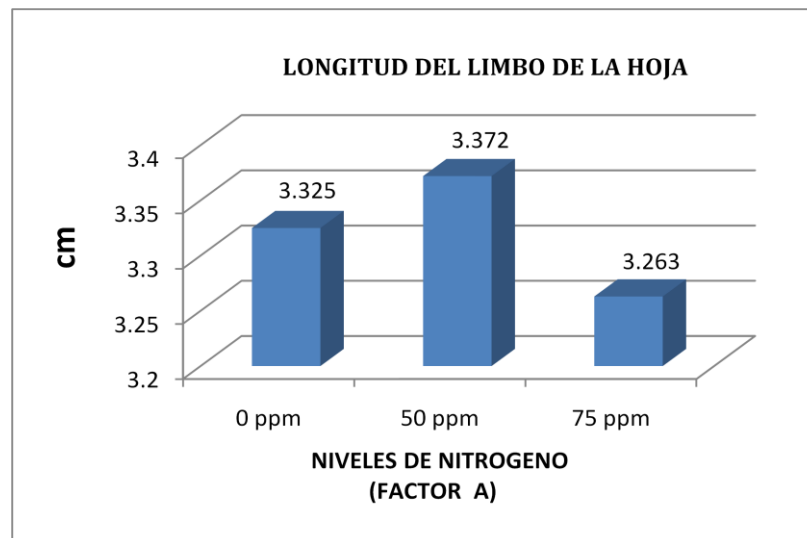


Fig. 4.13. Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable longitud del limbo de la hoja.

Para el factor A (nitrógeno) (fig. 4.13), factor B (fosforo) (fig. 4.14) y factor C (organomineral) (fig. 4.15), tampoco se tuvo diferencias significativas, por lo que, el crecimiento y desarrollo del limbo de la hoja no se ve influenciado por los niveles de nitrógeno, fosforo y organomineral.

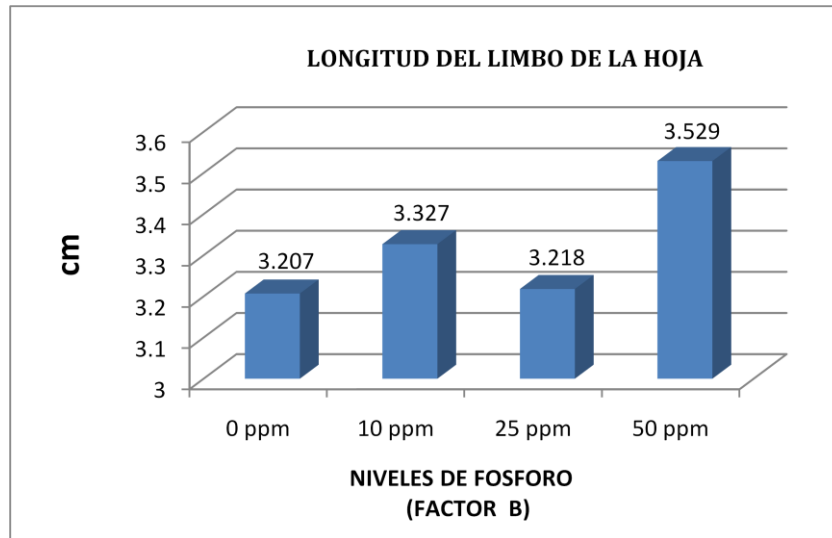


Fig. 4.14. Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo para la *variable longitud del limbo de la hoja*.

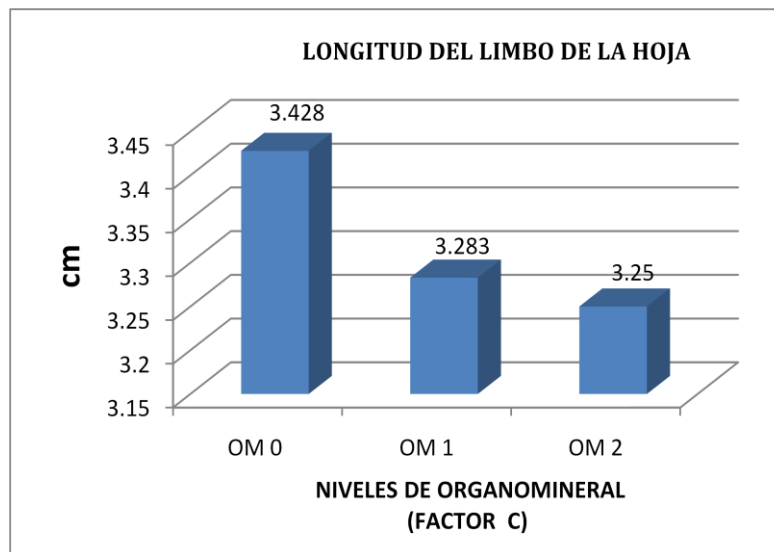


Fig. 4.15. Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en el suelo para la *variable longitud del limbo de la hoja*.

Al efectuar el análisis estadístico se encontró para la interacción A x B (nitrógeno vs fosforo) una respuesta significativa, lo que indica una influencia dependiente entre factores, es decir, la combinación entre nitrógeno y fosforo influye positivamente en el desarrollo del limbo de la hoja. Para las interacciones A x C (nitrógeno vs organominerales), B x C (fosforo vs organominerales) y la triple interacción A x B x C (nitrógeno vs fosforo vs organominerales), no se encontraron diferencias estadísticas significativas, lo que nos indica un comportamiento independiente entre los factores (cuadro A.4).

En la combinación de factores por tratamiento, se visualizan diferentes longitudes de limbos, las cuales, en todos los tratamientos se mantuvieron por encima del testigo (T_0) (fig. 4.16). Se encontró la mejor respuesta de longitud en el tratamiento 9 (T9), donde se aplicó solo fosforo a un nivel de 50 ppm, sin embargo, para este factor estadísticamente no se tuvo significancia alguna, pero numéricamente si hubo diferencia. Para la menor longitud se ubicó en el tratamiento 17 (T17), donde se aplicó nitrógeno a 50 ppm y 10 ppm de fosforo con organomineral a una concentración de $2 \text{ cc}\cdot\text{L}^{-1}$ de agua. El efecto del no incremento de longitud del limbo de la hoja, se debió, quizá, a la saturación de sales en el suelo y como consecuencia no permite la adecuada absorción de los nutrientes, los cuales se acumulan en las hojas y dependiendo el contenido de estos en las hojas, será el tamaño de la hoja.

El coeficiente de variación obtenido fue de 17.98 %, que se considera bajo y por lo que permite una alta confiabilidad en los resultados obtenidos.

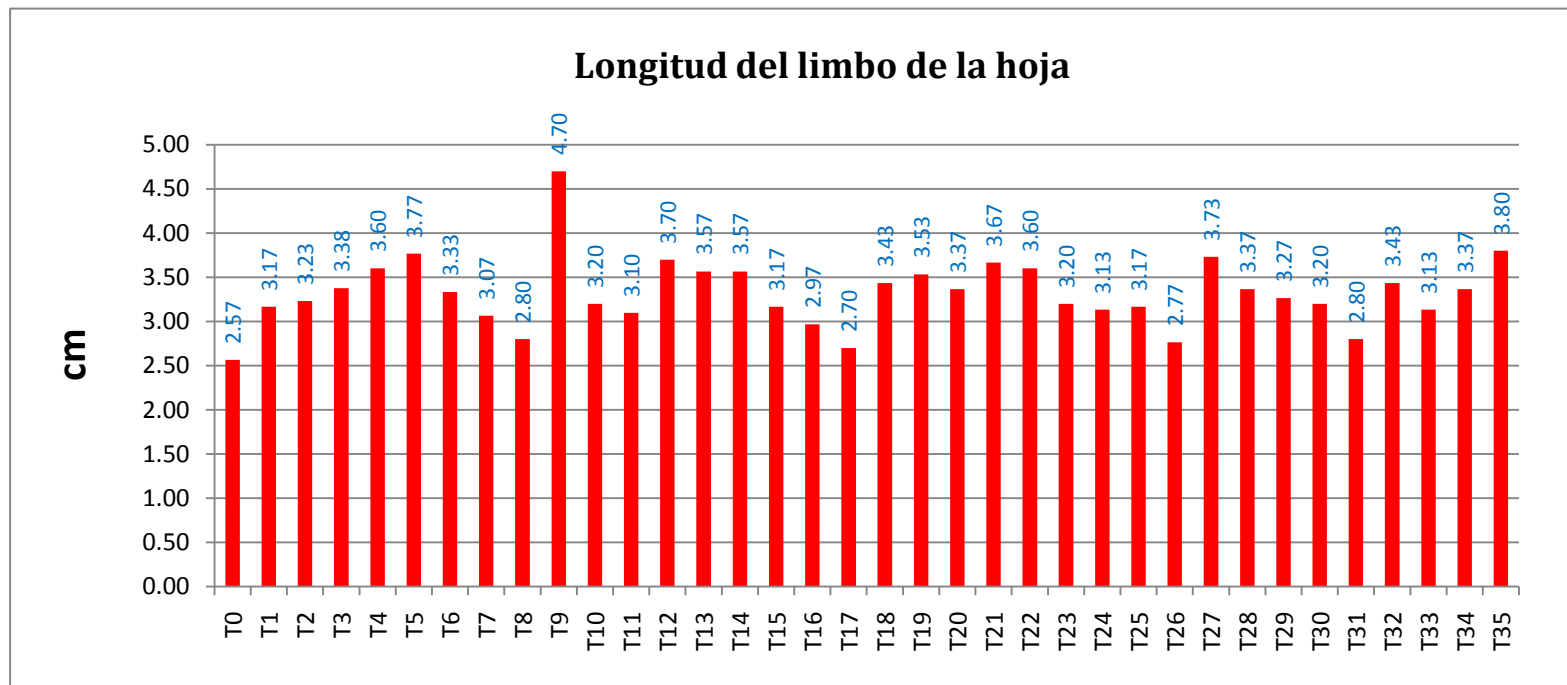


Fig. 4.16. Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamiento para la variable longitud del limbo de la hoja.

Ancho del limbo de la hoja

En apariencia, el ancho del limbo de la hoja del cilantro, es una característica que impacta sobre el consumidor final, generando la idea de buena calidad, pero para todo productor, se traduce en mayor rendimiento; Sin embargo, desde el punto de vista fisiológico, una mayor anchura es benéfica para obtener una mayor tasa fotosintética, esta se vera transformada en una mayor cantidad de azúcares, que le servirán a esta especie obtener una excelente resistencia a bajas temperaturas y a plagas y enfermedades, facilitando así el manejo de su cultivo. De aquí la inquietud de tener anchos de limbos de excelente tamaño en el cultivo de cilantro, lo que genera que la variable propuesta sea evaluada y medida.

Al realizar el análisis de varianza, se encontró para bloques una repuesta estadística no significativa, lo que indica que no hay importancia en la variación de un bloque a otro, por lo que se considera que el suelo se mantiene en condiciones homogéneas.

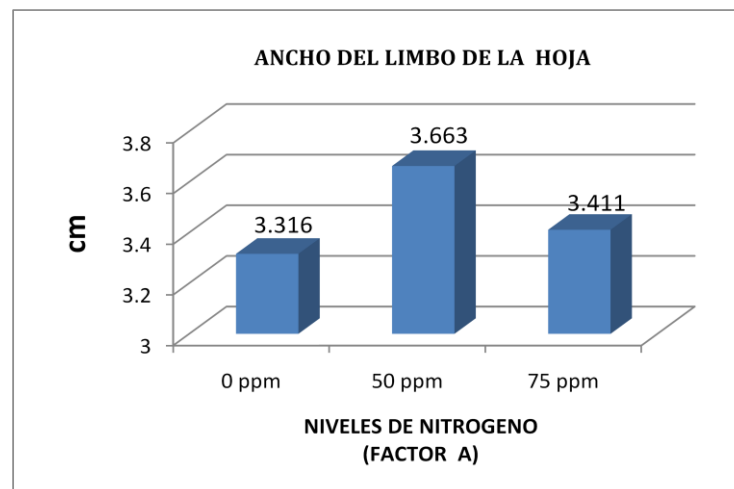


Fig. 4.17. Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable ancho del limbo de la hoja.

Para el factor A (nitrógeno), se tuvo una diferencia significativa (fig. 4.17), donde la mejor respuesta se obtuvo cuando se alcanzó un nivel de 50 ppm el equivalente a aplicar 199.29 kg de Nitrato de amonio dando como resultado 3.663 cm de ancho del limbo de la hoja, estando por encima del testigo en un 10.4 %, mientras que cuando se aplicó el nivel alto 75 ppm, (equivalente a aplicar 456.1 kg de NA) se obtuvo una disminución del ancho del limbo con respecto al nivel bajo (50 ppm), pero estando por arriba del testigo en un 2.8 %. Es probable que el resultado obtenido sea evidente de acuerdo al criterio que se le otorga al nitrógeno, al ser un elemento para el desarrollo del crecimiento vegetativo de la planta, en este caso, el limbo de la hoja.

Para los factores B (niveles de fosforo) (fig. 4.18) y C (niveles de organomineral) (fig. 4.19), no reportaron significancia en el análisis estadístico, es decir, ninguno de estos factores tuvo una influencia considerable para el desarrollo del limbo de la hoja.

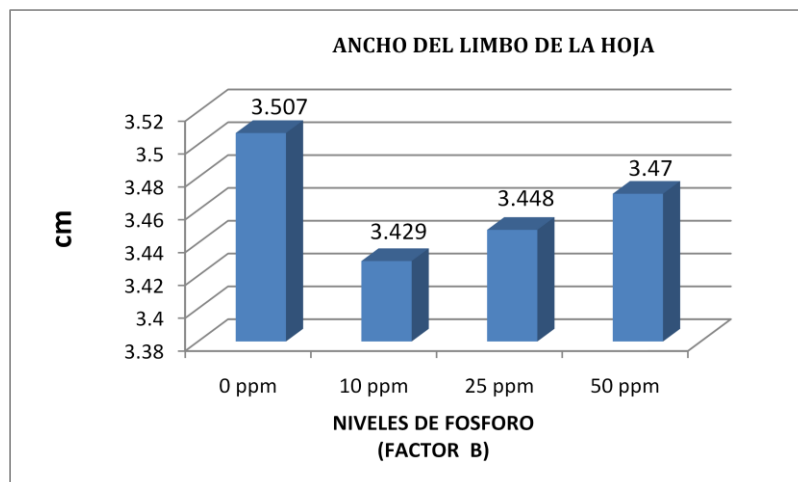


Fig. 4.18. Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo para la *variable ancho del limbo de la hoja*.

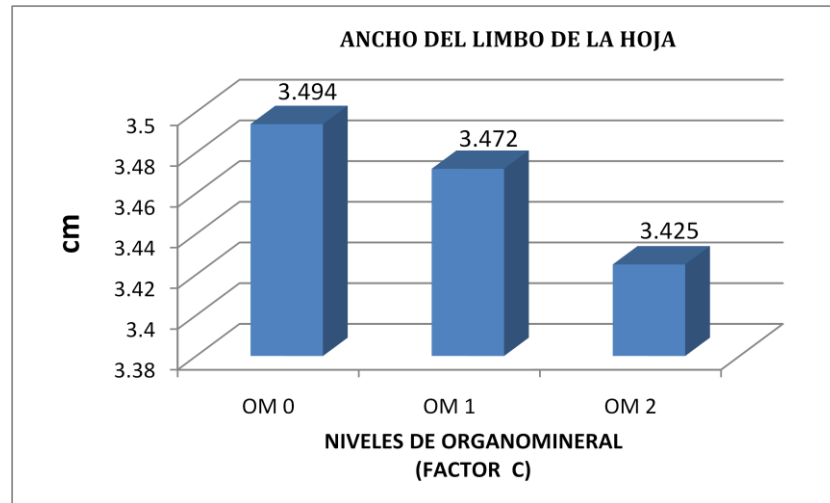


Fig. 4.19. Respuesta del cilantro a niveles de organominerales en el suelo para la variable *ancho del limbo de la hoja*.

Para la interacción A x B (nitrógeno vs fosforo), se obtuvo en el análisis de varianza una respuesta significativa (cuadro A.5), lo que indica una acción dependiente positiva entre factores, sin embargo, la combinación de nitrógeno con fosforo, estadísticamente se observa con mayor influencia el nitrógeno sobre el desarrollo del limbo de la hoja.

Para las interacciones A x C (nitrógeno vs organominerales), B x C (fosforo vs organominerales) y la triple interacción A x B x C (nitrógeno vs fosforo vs organominerales), no hubo significancia alguna, lo que nos indica un comportamiento independiente entre factores, siendo el factor A con mayor importancia para el desarrollo del limbo.

Al combinar los factores en campo de la variable ancho del limbo de la hoja, no hubo ninguna combinación que superara al testigo, es decir, todos los tratamientos estuvieron por debajo del testigo, al parecer se bloqueó la

absorción de nutrientes y como consecuencia retrasó el crecimiento del tamaño de la hoja (fig. 4.20).

Se obtuvo un coeficiente de variación de 15.30 %, el cual se considera como un coeficiente de variación de bajo y aceptable, lo que nos da confiabilidad en los datos obtenidos.

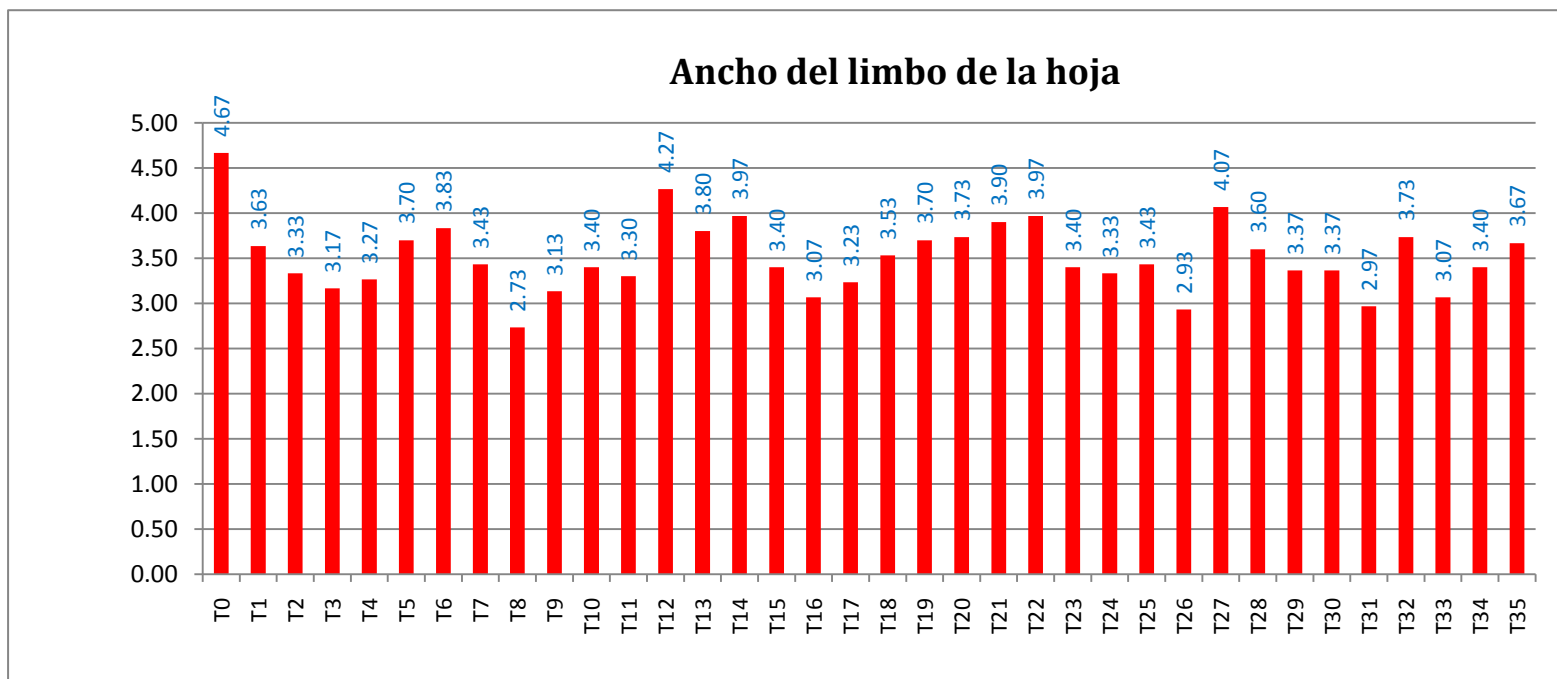


Fig. 4.20. Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamiento para la variable ancho del limbo de la hoja.

Número de hojas por planta

Muchas veces el número de hojas está determinado por la genética de las variedades; sin embargo, una buena nutrición, puede influir en que el número de hojas sea mayor o menor por cada peciolo, determinando así la cantidad de hojas que se requiere en el mercado.

Además cabe mencionar que dependiendo del número de hojas, el manojo comercial será más grande o más reducido, y esto se traduce en más o menos rendimiento obtenido en campo. Es por tal razón, que es importante realizar una adecuada nutrición al cultivo de cilantro, para obtener buenos rendimientos y como resultado se vea reflejado en buenas ganancias para el productor. Por lo anterior, surge la necesidad de evaluar y medir esta variable.

Al realizar el análisis de varianza se identificó para bloques, una diferencia estadística no significativa, que nos indica que el suelo se comportó homogéneo y que no hubo variación considerable entre bloques.

Para el factor A (niveles de nitrógeno) se tuvo una respuesta estadística altamente significativa lo que nos indica, que al parecer, la aportación de unidades de nitrógeno en el suelo contribuyó negativamente a la disminución de hojas por planta, es decir, las plantas tuvieron más hojas al no aplicar ninguna unidad de nitrógeno. Gráficamente (fig. 4.21) se puede apreciar que el mayor nivel (75 ppm) con 6.5 hojas por planta es menor comparado con el testigo con una diferencia del 16 %, equivalente a 1.2 hojas por planta, lo

mismo paso con el nivel intermedio (50 ppm), siendo mayor que el nivel alto (75 ppm), pero menor al testigo con una diferencia de 8.28 %, equivalente a 0.65 hojas por planta. El efecto que se tuvo, se debió, quizá, a la saturación de sales de nitrógeno en el suelo, es decir, que la cantidad de nitrógeno nativo es suficiente para obtener un número adecuado de hojas por planta.

Hector (2010), afirma en su producción de cilantro, que la urea desbiuretizada trabaja mejor foliarmente para aumentar el número de hojas.

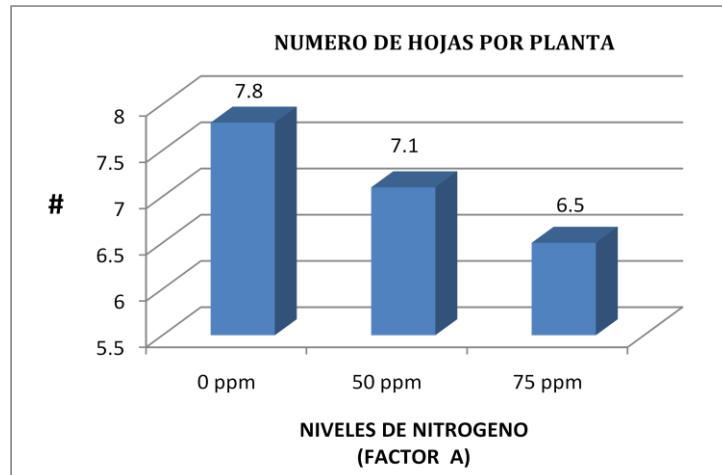


Fig. 4.21. Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable número de hojas por planta.

Para el factor B (niveles de fosforo) (fig. 4.22) y C (organomineral) (fig. 4.23), se encontraron respuestas no significativas, es decir, que ambos factores no influyen en el origen del numero de hojas por planta, lo que indica que el suelo tiene la cantidad suficiente de fosforo y materia orgánica para generar un numero de hojas adecuado por planta.

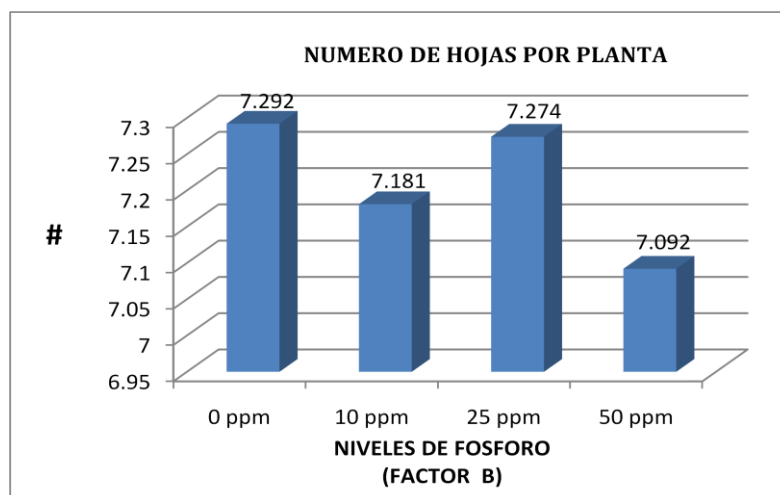


Fig. 4.22. Respuesta del cilantro a niveles de fosforo en el suelo para la variable número de hojas por planta.

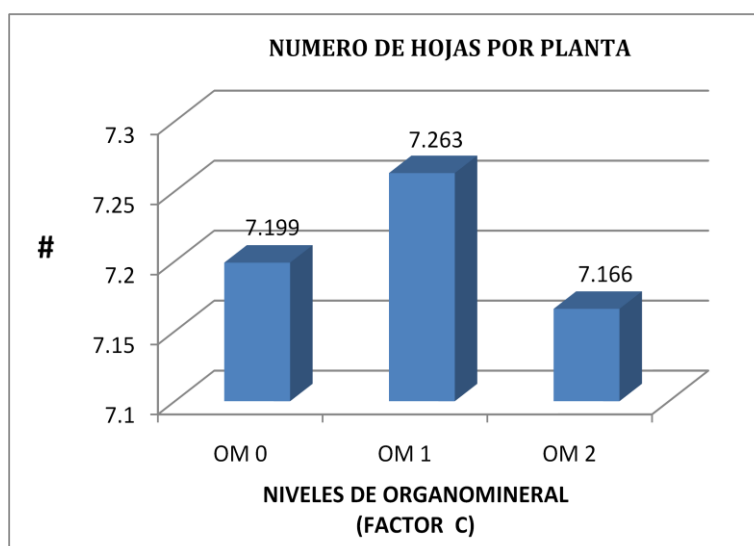


Fig. 4.23. Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en el suelo para la variable número de hojas por planta.

Al respecto al organomineral, comenta Arellano (1993) en su investigación, que no encontró significancia alguna, en la aplicación de ácidos húmicos para la variable numero de hojas, lo que hace coincidir su investigación con la actual. Arellano supone que la no significancia se deba a que los ácidos

húmicos generan sustancias tóxicas o bien provoca algún desbalance metabólico que no permite ver su respuesta. La explicación hace referencia al presente trabajo a que los organominerales en su composición contienen más del 50 % de ácidos húmicos.

Al analizar las interacciones (cuadro A.6) se encontró una respuesta estadística altamente significativa para la interacción A x B (nitrógeno vs fósforo), producto de la dependencia que existe entre estos factores donde se observa una dependencia negativa para ambos factores con respecto al testigo, es decir, que a medida que se aumenta la cantidad de fósforo en el suelo, y se aumenta la cantidad de nitrógeno en el suelo, el número de hojas por planta, va disminuyendo. Lo anterior indica, que la cantidad de fósforo nativo y nitrógeno nativo son suficientes para generar un número adecuado de hojas por planta.

Al analizar las interacciones A x C (nitrógeno vs organominerales) y B x C (fósforo vs organominerales) no se encontró una diferencia significativa, lo que demuestra un comportamiento independiente de ambos factores.

Para la triple interacción A x B x C (nitrógeno vs fósforo vs organominerales) se tuvo una respuesta altamente significativa, consecuencia de la influencia que ejerció la doble interacción de los factores A (nivel de nitrógeno) y B (nivel de fósforo).

En la combinación de los factores en campo se encontraron diferentes comportamientos, encontrando la mejor respuesta en el tratamiento 7 (T7) (fig.

4.24), con 9.33 hojas por planta al que se le aplicó fosforo a 25 ppm con organomineral a una concentración de $1\text{cc}\cdot\text{L}^{-1}$ de agua, sin aplicación de nitrógeno ($\text{N}_0 \text{P}_2 \text{OM}_1$). Lo anterior, indica, que el fosforo influye en el aumento del numero de hojas por planta, aunque estadísticamente no hubo significancia, pero si hubo diferencia numérica.

En cambio para el tratamiento con menor número de hojas por planta, estando por debajo del testigo (T0), se ubicó en el T26, con 4.63 hojas, cuando se aplicó nitrógeno a 75 ppm, sin fosforo, pero con organomineral a una concentración de $2\text{cc}\cdot\text{L}^{-1}$ de agua. Al parecer dicho efecto, es contrario al efecto del fosforo, es decir, hay mejor respuesta con la aportación de fosforo al suelo que con nitrógeno, para el incremento del numero de hojas por planta.

El coeficiente de variación obtenido fue de 13.04 %, que se considera bajo, por lo que permite confiabilidad en los resultados obtenidos.

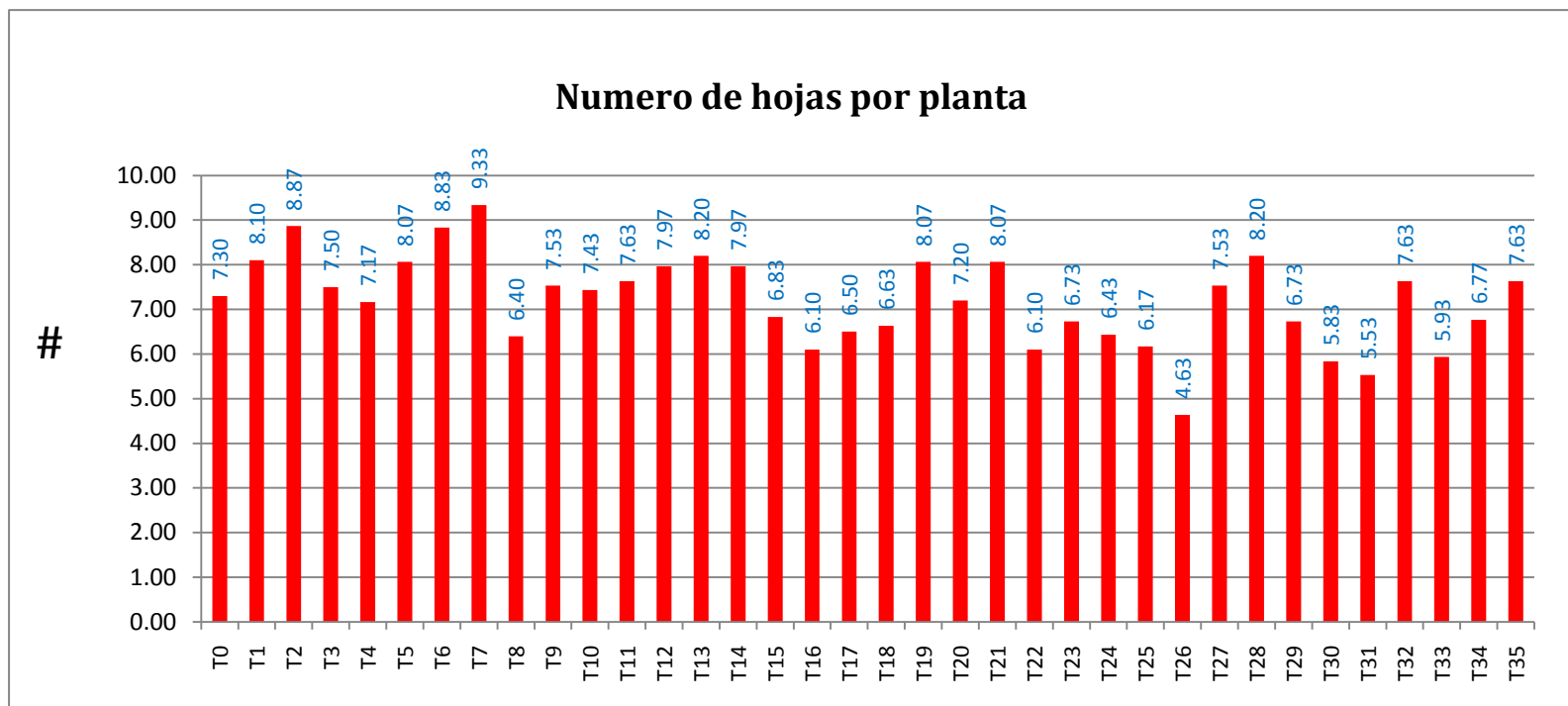


Fig. 4.24. Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamiento para la variable numero de hojas por planta.

Longitud de raíz

Desde el momento en que una semilla germina, la raíz juega papel importante durante todo el ciclo de la planta, es decir, es la base de toda planta, ya que es la encargada de proporcionarle anclaje y soporte, además de ser la fuente inicial de abastecimiento de agua y nutrientes. El cilantro tiene la cualidad de poseer una raíz muy ramificada, lo cual le es de mucho beneficio, porque con esta morfología la planta podrá tener una absorción eficiente, sin riesgo alguno de sufrir alguna deshidratación, no obstante, es una especie exigente en agua.

El tamaño de raíz es importante para el crecimiento de la materia verde (biomasa), es decir, que a medida que la raíz crece también crece la biomasa, como consecuencia de la actividad radicular, por eso es fundamental tener una longitud de raíz grande y ramificada. Es por esto que se midió y evaluó esta variable.

Al hacer el análisis de varianza encontramos para bloques una diferencia no significativa, que nos indica, que no se tuvo un efecto de bloques y el suelo se considera homogéneo.

Para el factor A (niveles de nitrógeno) tampoco se tuvo una diferencia significativa, por lo que, el crecimiento radicular no se ve influenciado por los niveles de nitrógeno y todos los niveles son adecuados para un crecimiento de raíz (fig. 4.25). Lo anterior se coincide con Torres (1993) y del Ángel (1991), al

mencionar que no encontraron diferencias significativas con la fertilización nitrogenada para la variable longitud de raíz.

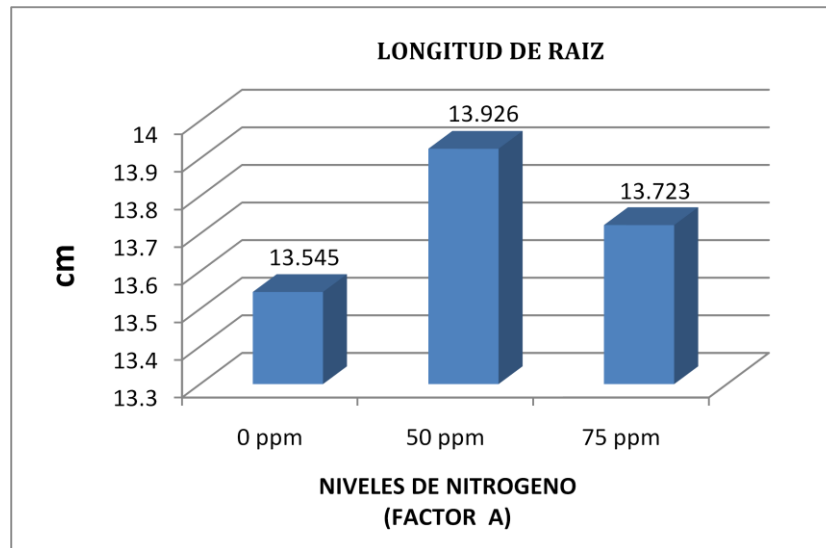


Fig. 4.25. Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la variable *longitud de raíz*.

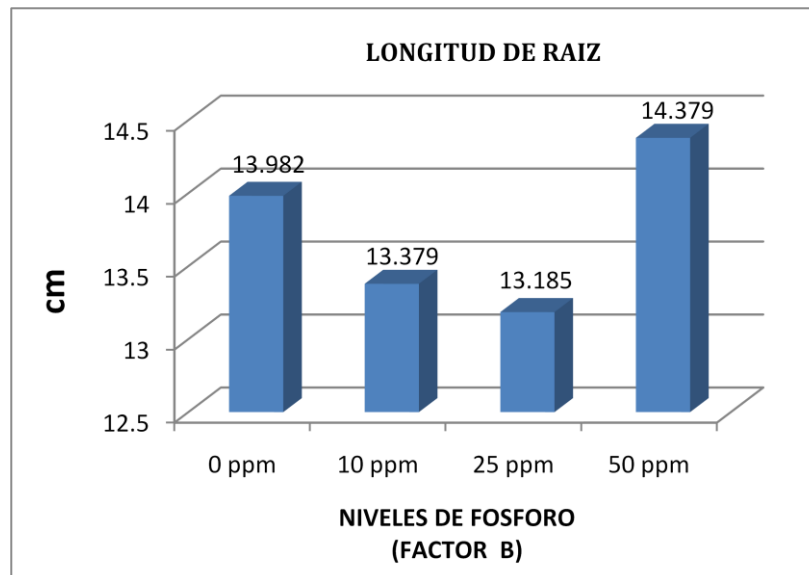


Fig. 4.26. Respuesta del cilantro a niveles de fósforo en el suelo para la variable *longitud de raíz*.

Para el factor B (fosforo), se reporta un diferencia estadística significativa que nos indica la influencia que ejerce el fosforó sobre el crecimiento de las raíces, y considerando que estos órganos presentan una condición heterótrofa, demandan cantidades importantes de energía, por lo tanto, a medida que se incrementa los niveles de fosforo en el suelo, se aumenta en consecuencia el crecimiento de las raíces (fig.4.26).

Se aprecia gráficamente como el fosforo con niveles de 50 ppm aumenta la longitud de raíz superando al testigo en un 2.8 %, sin embargo, los niveles de 10 ppm y 25 ppm no superaron al testigo estando por debajo en un 4.3 % y 5.7 % respectivamente.

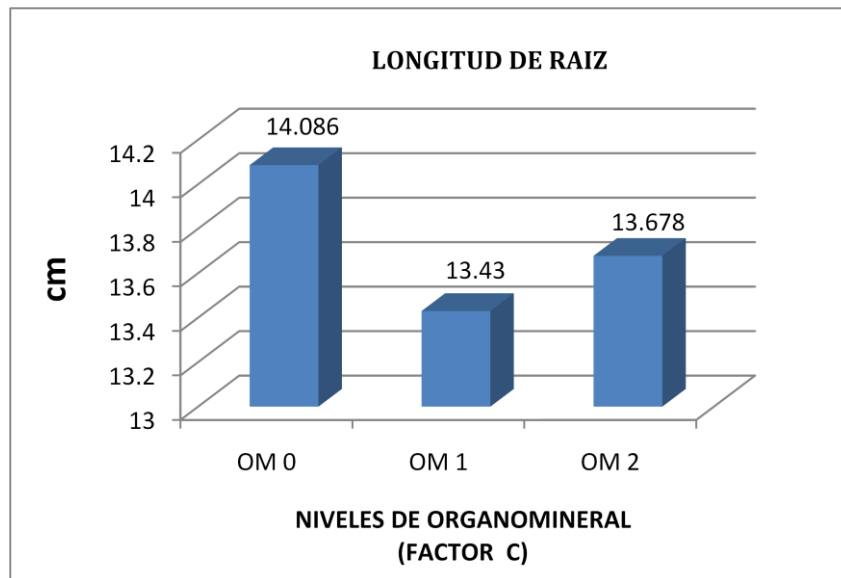


Fig. 4.27. Respuesta del cilantro a niveles de organominerales en el suelo para la *variable longitud de raíz*.

Para el factor C (organominerales) no se encontró una diferencia estadística significativa, que es indicadora de la disponibilidad de elementos que estos proveen a las plantas, una raíz que encuentra en su crecimiento cantidades suficientes de nutrientes, no tiene la necesidad de incrementar su longitud en la búsqueda de estos elementos nutritivos y en consecuencia su crecimiento es limitado (fig.4.27).

No se encontró diferencia estadística significativa para las interacciones A x B (nitrógeno vs fosforo), A x C (nitrógeno vs organominerales) y B x C (fosforo y organominerales), lo que indica un comportamiento independiente entre factores (cuadro A.7).

Para la triple interacción A x B x C (nitrógeno vs fosforo vs organominerales), donde estadísticamente, el factor con mayor importancia en esta combinación de factores para la longitud de raíz, es la acción ejercida por el fosforo (factor B).

La combinación de factores en el suelo, reportó gráficamente (fig. 4.28), la mejor respuesta en el tratamiento el 10 (T10), obteniendo 15.83 cm de longitud de raíz, al que se le aplicó fosforo a 50 ppm, sin aportación de nitrógeno, pero con organomineral a una concentración de $1\text{cc}\cdot\text{L}^{-1}$ de agua ($\text{N}_0 \text{P}_3 \text{OM}_1$), y para lo contrario, la respuesta con menor longitud se ubicó por debajo del testigo con el tratamiento 1 (T1), al que se le aplicó únicamente organomineral a una concentración de $1\text{cc}\cdot\text{L}^{-1}$ de agua ($\text{N}_0 \text{P}_0 \text{OM}_1$). Claramente

se visualiza que el organomineral no influye en la longitud de raíz, sin embargo, el fosforo es un elemento de vital importancia para el crecimiento en longitud de la raíz de una planta.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 11.10 %, que se considera un coeficiente de variación bajo lo que nos da certidumbre y confiabilidad en los datos obtenidos.

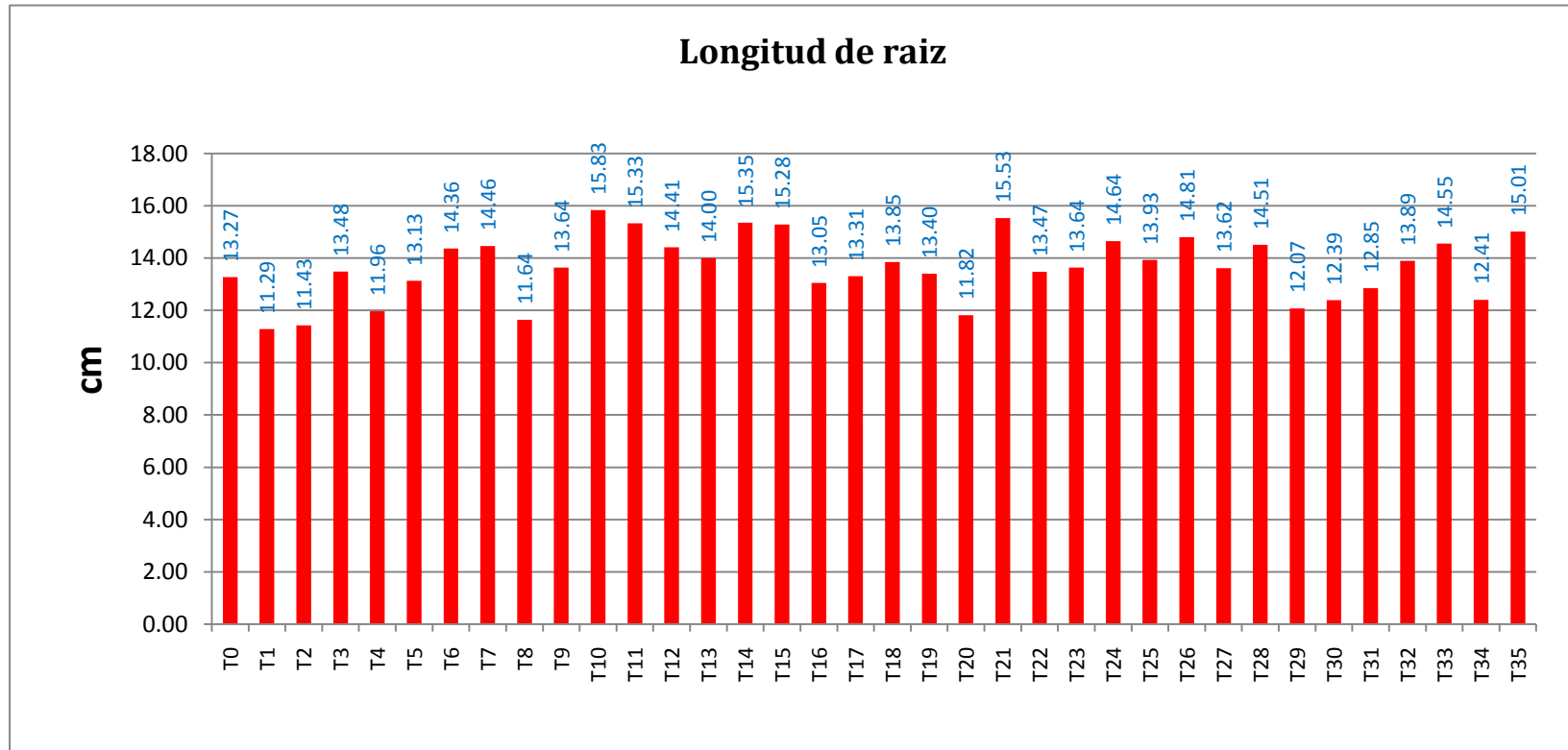


Fig. 4.28. Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamiento para la variable longitud de raíz .

Diámetro de peciolo

El Diámetro de peciolo para una planta es de suma importancia, ya que entre mayor diámetro se podrá decir, que hay un mejor traslado de nutrientes mediante los vasos capilares (xilema y floema), los cuales se extienden por toda la estructura intervenal de la planta, y que a su vez, se verá reflejada en frutos, flores u hojas mas grandes de buena calidad. Para el presente cultivo en investigación, el diámetro de peciolo es primordial para obtener hojas mucho más grandes y que estos a su vez, tengan el soporte y firmeza adecuada. Además que la magnitud del diámetro entre mas grosor, habrá mayor cantidad de fibra, sustancia benéfica para el buen funcionamiento y mantenimiento del sistema digestivo humano. De ahí la importancia de ser medida y evaluada esta variable.

Al realizar el análisis de varianza, se encontró para bloques una respuesta estadística no significativa, lo que indica que no hay importancia en la variación de un bloque a otro, es decir, al parecer a la planta en sí, tiene un comportamiento homogéneo con todos los bloques, las condiciones del suelo no le importan, siempre y cuando esta se nutra adecuadamente.

Al analizar los factores, se identificó para el factor A, una respuesta estadística altamente significativa, que indica la influencia de los niveles de nitrógeno aportados al suelo, donde la mejor respuesta se encontró cuando se aplicó el nitrógeno a 50 ppm obteniendo 2.26 mm de espesor del peciolo ligeramente superando al testigo en un 2.7 %; sin embargo, cuando se aplicó el

nitrógeno a 75 ppm en presiembra, se obtuvo un diámetro de peciolo mucho menor comparado con el testigo en un 8.1 % de diferencia. Es quizá muy probable que el efecto obtenido se deba a la alta concentración de sales en suelo. (fig.4.29).

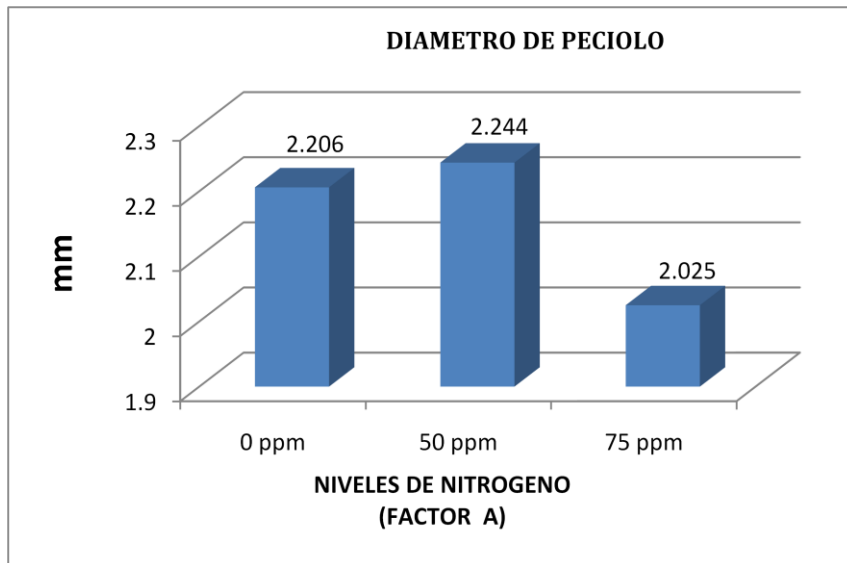


Fig. 4.29 Respuesta del cilantro a niveles de nitrógeno en el suelo para la *variable diámetro de peciolo*.

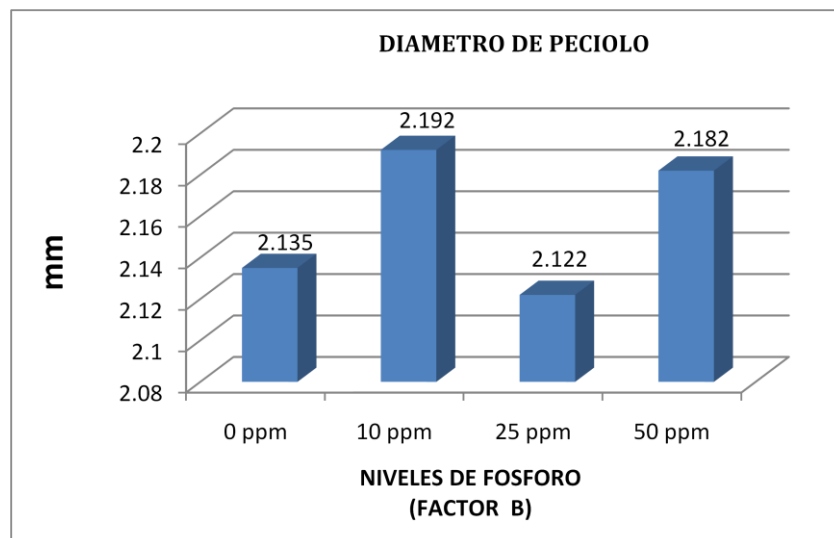


Fig. 4.30 Respuesta del cilantro a niveles de fósforo en el suelo para la *variable diámetro de peciolo*.

Para el factor B (niveles de fosforo), no se encontró respuesta estadística significativa, esto quiere decir, que los niveles de fosforo aplicados al suelo no tuvieron influencia en el desarrollo del diámetro del cilantro (fig. 4.30).

Para el factor C (niveles de organomineral), se encontró una respuesta estadística no significativa. La aplicación de los dos niveles de fertilizantes organominerales (OM 1 y OM 2) gráficamente son iguales y ligeramente se mantuvieron por encima del testigo en un 0.9 % (fig. 4.31), sin embargo, no tuvieron acción alguna sobre el desarrollo del diámetro de peciolo del cilantro.

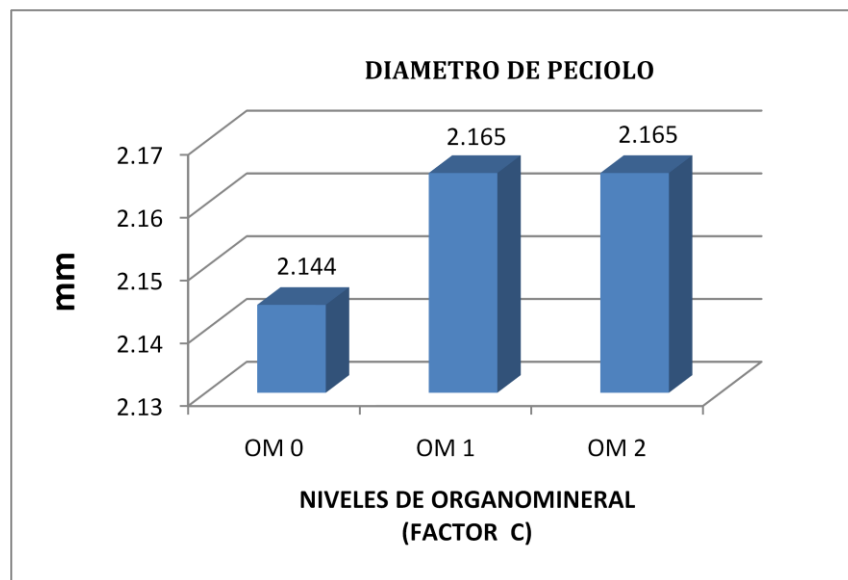


Fig. 4.31 Respuesta del cilantro a niveles de organomineral en el suelo para la *variable diámetro de peciolo*.

Al analizar la interacción (cuadro A.8) A x B (nitrógeno vs fosforo) se encontró una influencia estadística significativa, lo que indica una dependencia positiva entre factores, aunque estadísticamente la mayor aportación la realiza el factor A (nitrógeno).

Para las interacciones A x C (nitrógeno vs organomineral) y B x C (fosforo vs organomineral) para ambas se identificó una respuesta estadística no significativa, es decir no se encontró efecto conjunto, lo que indica el comportamiento independiente de cada factor (A.8).

Mientras tanto para la triple interacción A x B x C (nitrógeno vs fosforo vs organomineral) se obtuvo un efecto estadístico altamente significativo, consecuencia que ejerció la doble interacción de los factores A (nitrógeno) y B (fosforo).

La combinación de los factores en campo mostró gráficamente (fig. 4.32) el mejor resultado en el tratamiento 20 (T20) con 2.64 mm de diámetro de peciolo, al cual se le aplicó nitrógeno a 50 ppm, fosforo a 25 ppm y organomineral a una concentración de 2 cc·L⁻¹ de agua (N₁ P₂ OM₂). Para la respuesta con menor diámetro se ubicó en el tratamiento 26 (T26), con 1.30 mm de diámetro, estando por debajo del testigo al igual que ocho tratamientos mas (8, 16, 17, 18, 30, 31, 33 y 34), solo hubo un tratamiento igual al testigo, el 24 (T24), con 2.02 mm de diámetro, al que se le aplicó únicamente nitrógeno a 75 ppm, sin fosforo, ni organomineral (N₂ P₀ OM₀).

El coeficiente de variación obtenido fue de 13.61 %, que se considera bajo, por lo que permite confiabilidad en los resultados obtenidos.

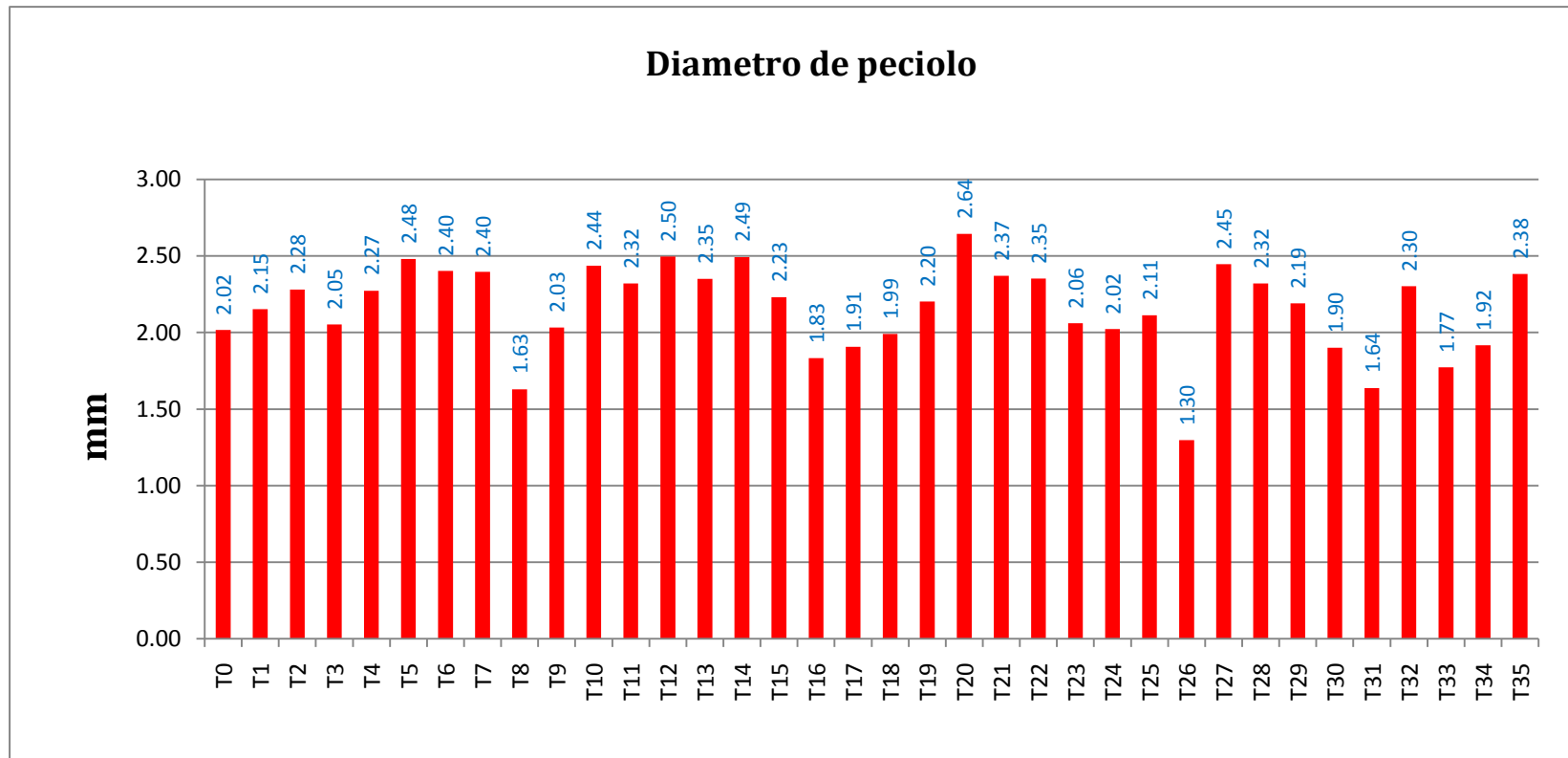


Fig. 4.32. Respuesta del cilantro a la combinación de factores en campo por tratamiento para la variable diámetro de peciolo.

pH del suelo

El potencial hidrogeno en un suelo es el encargado de determinar una disponibilidad adecuada de elementos nutritivos esenciales para la planta, para esto, dichos elementos se encuentran ubicados gráficamente en una tabla donde se indica el nivel optimo de disponibilidad de elementos, el cual se expresa con un rango de pH 6 – 7.

Para la mayoría de los cultivos, se recomienda mantener el rango optimo, si no se mantiene este rango de pH, es muy probable que haya deficiencias nutricionales.

En el caso del presente trabajo de experimentación en el cultivo de cilantro, no hubo ninguna maniobra para contrarrestar el pH, esperando que al aplicar una mezcla de combinación entre fertilizantes inorgánicos y organominerales pudiese disminuir o aumentar el pH.

Antes de establecer el experimento en el área indicada, se realizó un análisis de suelo, el cual arrojó un pH de 8, lo que nos indica que el suelo es alcalino.

Transcurrido el tiempo del trabajo experimental, después de haber medido y evaluado cada repetición de cada tratamiento, se volvió a tomar muestras de suelo por cada tratamiento arrojando los resultados de pH siguientes:

Tratamientos	pH	Tratamientos	pH
T 0 = N ₀ P ₀ OM ₀	7.7	T 18 = N ₁ P ₂ OM ₀	7.9
T 1 = N ₀ P ₀ OM ₁	7.7	T 19 = N ₁ P ₂ OM ₁	7.6
T 2 = N ₀ P ₀ OM ₂	7.8	T 20 = N ₁ P ₂ OM ₂	8.2
T 3 = N ₀ P ₁ OM ₀	7.8	T 21 = N ₁ P ₃ OM ₀	7.9
T 4 = N ₀ P ₁ OM ₁	7.7	T 22 = N ₁ P ₃ OM ₁	7.8
T 5 = N ₀ P ₁ OM ₂	7.7	T 23 = N ₁ P ₃ OM ₂	7.7
T 6 = N ₀ P ₂ OM ₀	7.6	T 24 = N ₂ P ₀ OM ₀	7.8
T 7 = N ₀ P ₂ OM ₁	7.7	T 25 = N ₂ P ₀ OM ₁	8.1
T 8 = N ₀ P ₂ OM ₂	7.9	T 26 = N ₂ P ₀ OM ₂	7.9
T 9 = N ₀ P ₃ OM ₀	7.9	T 27 = N ₂ P ₁ OM ₀	7.9
T 10 = N ₀ P ₃ OM ₁	7.8	T 28 = N ₂ P ₁ OM ₁	7.8
T 11 = N ₀ P ₃ OM ₂	7.7	T 29 = N ₂ P ₁ OM ₂	7.9
T 12 = N ₁ P ₀ OM ₀	8	T 30 = N ₂ P ₂ OM ₀	7.7
T 13 = N ₁ P ₀ OM ₁	7.9	T 31 = N ₂ P ₂ OM ₁	7.8
T 14 = N ₁ P ₀ OM ₂	7.9	T 32 = N ₂ P ₂ OM ₂	7.8
T 15 = N ₁ P ₁ OM ₀	7.7	T 33 = N ₂ P ₃ OM ₀	8
T 16 = N ₁ P ₁ OM ₁	7.6	T 34 = N ₂ P ₃ OM ₁	7.9
T 17 = N ₁ P ₁ OM ₂	7.8	T 35 = N ₂ P ₃ OM ₂	7.7

N_nP_n = Fertilizantes inorgánicos (nitrógeno y fósforo) aportados al suelo en presiembra.
OM_n = Organominerales aplicados durante todo el ciclo del cultivo de cilantro.

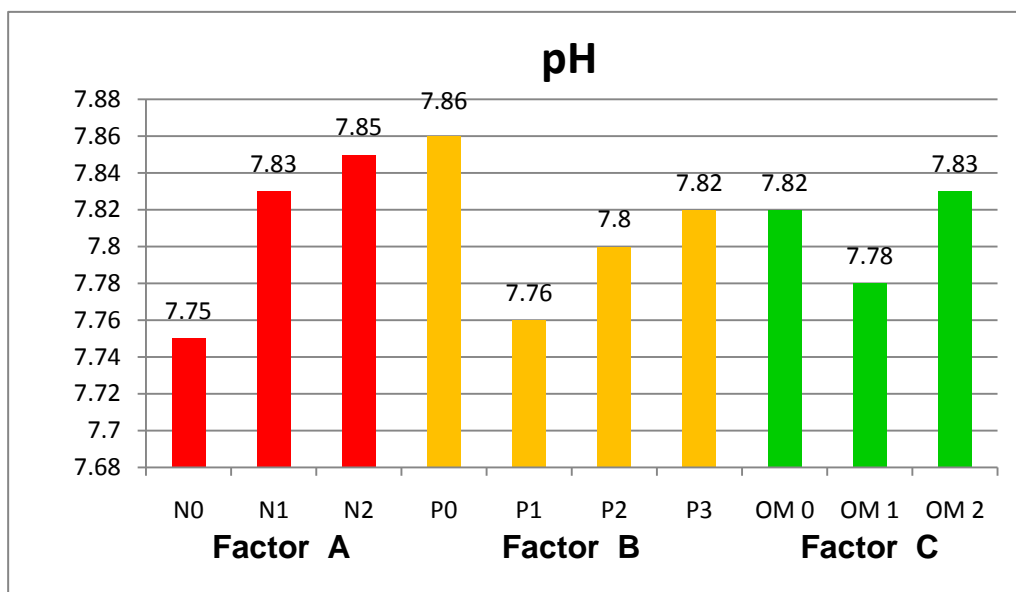


Fig. 4.33. Comportamiento de las medias de pH del suelo, de acuerdo a la cantidad de fertilizante aportada a cada tratamiento por los diferentes niveles de cada factor.

Los resultados obtenidos de pH, con respecto al pH inicial obtenido (8.0), hubo una disminución relativa para todos los niveles de los tres factores (A, B, C). Para el factor A (nitrógeno), se observa en la grafica (fig. 33), un aumento ascendente de pH a medida que se eleva el nivel de nitrógeno, mientras que para el factor B (fosforo), el testigo presentó inicialmente el pH mas elevado, estando por encima de todos los niveles del factor fosforo, sin embargo, cuando se aplica el primer nivel (P1), se nota una baja considerable y a partir de este nivel mínimo, hay aumento ascendente a medida que se aumenta el contenido de fosforo en el suelo.

Para el factor C (organominerales), el comportamiento observado de pH, inicia con el testigo (OM 0) al mismo nivel de pH que el nivel alto de fosforo (P 3). En el siguiente nivel (OM 1) se muestra una disminución de pH, y a partir del OM 1, el pH empieza a elevarse a medida que se aumenta el nivel de organomineral en el suelo. Esto coincide con Arellano (1993), cuando aplica ácidos húmicos, el pH disminuye, pero cuando se aumenta hasta cierta dosis, el pH vuelve a subir.

Con respecto a los factores en general, se determina, que la aplicación de nitrógeno al suelo, se tuvo el pH mas elevado de los tres factores (A, B, C); Para el factor B (fosforo), se identificó gráficamente el nivel ligeramente mas bajo de pH de los factores, sin embargo para el factor C se aprecia un pH de 7.83, ubicado arriba del pH mas alto del factor B.

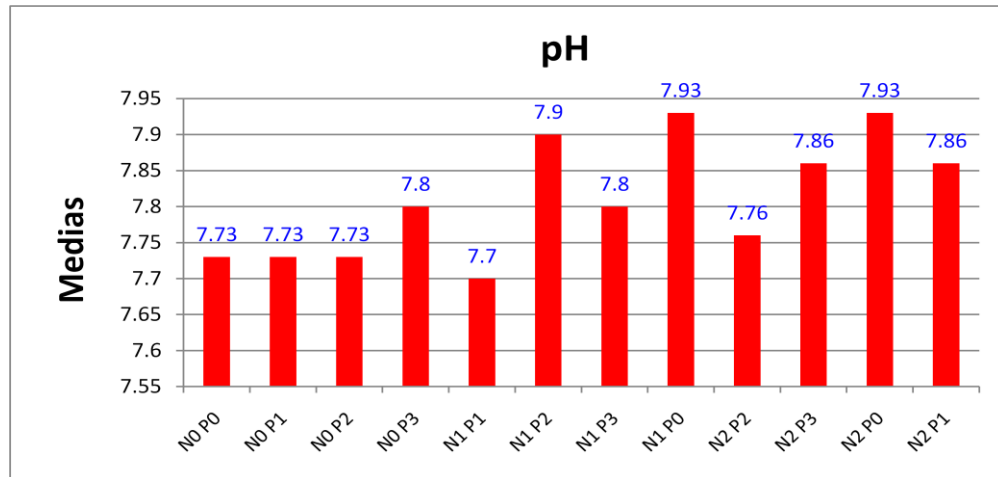


Fig. 4.34. Resultado de medias de pH en el suelo de la fertilización presiembra en la combinación de factores A y B (niveles de nitrógeno y fosforo).

El comportamiento del pH en las interacciones de nitrógeno vs fosforo (fertilizante aplicado en presiembra), se tuvo en N0 P0, N0 P1, N0 P2, una igualdad de pH de 7.73. Para la interacción N0 P3 y N1 P3, hubo igualdad de pH con 7.8. Para las interacciones de N2 P3 y N2 P1 también se tuvo igualdad de pH con 7.86, y para los pH más elevados se ubicaron en las interacciones de N1 P0 y N2 P0 con 7.93.

V. CONCLUSIONES

Al analizar los datos obtenidos se encontraron varios y posibles mejores resultados, pero solo un tratamiento fue elegido como el mejor, con base a calidad. Calidad que se propuso tomando en cuenta las mejores características, dentro de las variables evaluadas como: rendimiento, altura de planta, diámetro de peciolo y tamaño del limbo de la hoja. Son algunas de las características, que como autor de este trabajo, considero esenciales y aptas para poder comercializar el cilantro.

En los resultados obtenidos se encontró la mejor respuesta en el tratamiento 14 (T14), con $19.323 \text{ Ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento en peso fresco, con un altura de 25.30 cm, siendo este dato, el segundo mejor resultado; un diámetro de peciolo de 2.49 mm; para la longitud del limbo de la hoja se obtuvo 3.57 cm y un ancho del limbo de la hoja de 3.97 cm; todo esto se obtuvo en 66 días de ciclo vegetativo de la planta, cultivado en el periodo otoño-invierno.

Para llegar a los resultados mencionados, al tratamiento se le aplicó Nitrógeno a 50 ppm y OM_2 concentrado a $2 \text{ cc}\cdot\text{L}^{-1}$ de agua, sin aplicación de fosforo, ya que el tipo de suelo donde se estableció el experimento, tiene la cantidad suficiente de este elemento.

El nitrógeno al nivel de 50 ppm es el equivalente a aplicar $65.76 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Para el organomineral $2 \text{ cc}\cdot\text{L}^{-1}$ de agua, es el equivalente a aplicar $22.2 \text{ L}\cdot 11100 \text{ L}^{-1}$ de agua. Finalmente se puede mencionar que el objetivo e hipótesis propuestos han sido cumplidos.

VI. LITERATURA CONSULTADA

- Andrio, E. E. 1989. Comportamiento de 15 colecciones de cilantro (*Coriandrum sativum* L.), en la región de Ramos arizpe, Coahuila, ciclo verano de 1988.
- Arellano, R. J. 1993. Respuesta del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a la aplicación de Ácidos Húmicos y Estiércol de Bovino. Tesis de licenciatura U. A. A. A. N.
- Cadahía L. C. 2005. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas, frutales y ornamentales. 3ra edición, editorial Mundi – Prensa.
- Chaires, V. E. Producción de Cilantro *Coriandrum sativum* L. Con fertilización foliar de Aminoácidos y Fosforo. Tesis de licenciatura U. A. A. A.
- Chávez, P. A. C. 1991. Uso de ácidos húmicos en la producción de chile serrano (*Capsicum annum* L.). Memeorias del IV congreso nacional (SOMECH), Saltillo, Coahuila.
- Dávila, F. H. 2010. Productor. Comentarios personales. Saltillo, Coahuila, México.
- Del Ángel, M. B. 1991. Evaluación de dos Variedades de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a diferentes dosis de Fertilización Nitrogenada en la Región de Derramadero, Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura U. A. A. A. N.
- Evaluación de diversos materiales para la remoción de arsénico de agua para consumo humano. Memorias del XI Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. FEMISCA, México.
- Fernández de C. O. A. 1988. Pruebas de adaptación, estimación de parámetros genéticos y correlaciones en 12 fenotipos de cilantro (*Coriandrum sativum* L.). En el ciclo 1987- 1988. Tesis de licenciatura U. A. A. A. N.

García, R.A. 1959. Horticultura. 2ª edición Salvat. Barcelona, España. Pág. 432-434.

Hedrick, U.P. 1972. Sturtevant's Edible plant of the world. Eredit. Dever Publications. Inc. New York.

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

http://es.wikipedia.org/wiki/Coriandrum_sativum

http://www.infoagro.com/aromaticas/cilantro.htmki/Coriandrum_sativum

Jethani, I. 1984 Revised studies on the seed testig procedures of coriander. Hort. Abstr. (54) 8:5709.

Kononova, M. 1991. Materia orgánica del suelo; su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. Oicos – Tab. Barcelona, España. Pág. 365.

Leñaño, F. 1973. Como se cultivan las hortalizas de hoja. Editorial Devecchi, S. A. Barcelona, España. Pag. 216.

Leyva, P. A. 1982. Respuesta a la Fertilización Nitrogenada, Fosfórica y Potásica en el cultivo (*Coriandrum sativum* L.), en Atlixco, Puebla. Avances de la investigación, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. Pág. 312.

Narro, F. E. A. 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. U. A. A. A. N. Buenasvista, Saltillo, Coahuila, Méx. Pág. 13 – 18.

Narro, 1992. Fundamentos del uso del Humitrón y Humiplex (sustancias húmicas) en suelos y cultivos agrícolas. Memorias de la primera convención internacional del Grupo Bioquímico Mexicano. Cancún, Q. R. Méx. Pág. 24 - 37.

Nery, F. 1975. Sanos y jóvenes con las plantas medicinales. De vecchi, S.A. Barcelona, España. Pág. 127-129.

Martínez, G. J. 2009. Respuesta del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) al uso de Fertilizantes Inorgánico y Organominerales Bajo el sistema de Semihidroponia. Tesis de Licenciatura. U. A. A. A. N.

- Martínez, V. H. 2008. Respuesta del Ammi majus a la Nutrición con fertilizantes Organominerales y Desechos Industriales Tesis de licenciatura. U.A.A.A.N.
- Medellín, S.C. 1988. Comentarios personales.
- Morales, M.A. 1987. Respuesta sobre el desarrollo y producción de follaje de cilantro fresco (Coriandum sativum L.) a programas de riego y fertilización nitrogenada y estiércol de bovino. En Saltillo Coahuila México. Tesis de maestro en ciencias U.A.A.A.N.
- Olivares, C. R. 1991. Fertilizante arrancador, regulador de crecimiento, ácidos húmicos y fertilizante foliar en chile jalapeño (Capsicum aanum L.). Tesis de Licenciatura. U. A. A. A. N.
- Ordoñez, R., González P., Giráldez J.V., 1997. Deterioro de la calidad nítrica de los acuíferos de una cuenca agrícola en el valle del Guadalquivir. XV Congreso Nacional de Riegos. 25-27 junio de 1997. Lleida.
- Papadakis, J. 1977. Los fertilizantes. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina. Pág. 67.
- Pareek, S. K. y Sethi, K. I. 1986. Response to irrigation and fertilization in coriander. Hort. Abstr. 29 (3/4) 225-228.
- Paz, O.C. 1999. El cultivo del cilantro (Coriandum sativum L.) Monografía U.A.A.A.N.
- Petkova S. V., L. Rivera H., M. Pina S., M. Avilés F. y S. Pérez C. 1997.
- Pillai, O. R. 1975. Effect of NPK Fertilizers on the yield of coriander. Regional Agricultural Research station. Arecanut and spices Bulletin 6(4): 84-83 Kovilpatti India.
- Putievsky, E. 1981 Germinación studies writh seeds of caraway; coriander and dill. Hort. Abstract. (51) II: 66-87.
- Rao, et al 1983. Fertilizer Studies in coriandes (Coriandrum sativum L.), Hort. Abstr. 53.4: 2852.
- Rodale, J.H. 1961. How to Grow Vegetables and fruts by the Organic Method. Rodale. Press USA. Pag. 876-877.

- Savchuk, L.D. 1977, The effect of wanther on coriander (C. Satuvum L.) Trudy UNII. Efirmomaslich Kul' tur 8: 196-202. From referatiuhi hurnal.
- Schnitzer, M. 1991. Soil organic matter. The Next 75 years. Soil Sc. 151 (1) 41 - 58.
- Sergeevz, D. S; Sil' chenko, V. M. 1984. Of coriander to low temperatures Fiziologi' yz Biockhimiyz kul' tumyg Rastenii. 16 (1): 52:55 Ukrainian URRS.
- Sharma, C. P. y Agarwala, S. C. 1988. Coriander a spice sensitive to deficiencies of N, P, K, Ca y Mg Soil and Fertilizer Abstr. 16 (1) 138-141.
- Stevenson, L.; W. L. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial UTEHA. México.
- U. N. P. H. 1986. Exportación de cilantro, controlado por la U. N. P. H. Culiacán, Sin., México. Pág. 1-5.
- Támaro, D. 1987. Manual de Horticultura. 4^a Edición. Editorial Artes Gráficas Grijelmo, S. A. Barcelona, España. pp. 426-428.
- Torres, A. F. 1993. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del Cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Tesis de licenciatura U. A. A. A. N.
- Vásquez, M. I. 1990. Evaluación de los efectos del ácido húmico (producto orgánico) sobre la asimilación de distintos elementos nutritivos en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Alpha en la región de Navidad, N.L. Tesis de Licenciatura. U. A. A. A. N.
- Yadav, R. L. y Kiskan Singh. 1988. Long term experiments with sugarcane under intensive cropping system and varation in soil fertility. Biological Abstr. 31 (4) : 322 – 325.
- Zal'tsfas, A. A. 1975. The Uptake of Phosphorus Fertilizers. Trudy UNII Efirmomaslich. 8: 144-149. Kul'tur Referativnyi Zhurnal.

VII APENDICE

Cuadro A.1. Análisis de varianza para la variable numero de plantas · há⁻¹.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	2901.000000	1450.500000	0.9414	0.603 NS
FACTOR A	2	319712.000000	159856.000000	103.7468	0.000 **
FACTOR B	3	18647.500000	6215.833496	4.0341	0.011 **
FACTOR C	2	5902.000000	2951.000000	1.9152	0.153 NS
A X B	6	38384.500000	6397.416504	4.1519	0.002 **
A X C	4	10318.500000	2579.625000	1.6742	0.165 NS
B X C	6	28684.000000	4780.666504	3.1027	0.010 **
A X B X C	12	25854.500000	2154.541748	1.3983	0.187 NS
ERROR	70	107858.000000	1540.828613		
TOTAL	107	558262.000000			

C.V.= 18.35 % Altamente significativo: ** Significativo: * NS: No significativo

Cuadro A.2. Análisis de varianza para la variable rendimiento en Ton · há⁻¹.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	63731.000000	31865.500000	3.8751	0.025 *
FACTOR A	2	108503.000000	54251.500000	6.5974	0.003 **
FACTOR B	3	153246.000000	51082.000000	6.2120	0.001 **
FACTOR C	2	89812.000000	44906.000000	5.4609	0.006 **
A X B	6	264025.000000	44004.167969	5.3512	0.000 **
A X C	4	6951.000000	1737.750000	0.2113	0.930 NS
B X C	6	59022.000000	9837.000000	1.1963	0.318 NS
A X B X C	12	311663.000000	25971.916016	3.1584	0.001 **
ERROR	70	575621.000000	8223.157227		
TOTAL	107	1632574.000000			

C.V.= 27.68 % Altamente significativo: ** Significativo: * NS: No significativo

Cuadro. A.3. Análisis de varianza para la variable altura de planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	26.210938	13.105469	2.2377	0.112 NS
FACTOR A	2	199.156250	99.578125	17.0023	0.000 **
FACTOR B	3	126.070313	42.023438	7.1752	0.001 **
FACTOR C	2	14.093750	7.046875	1.2032	0.306 NS
A X B	6	286.042969	47.673828	8.1400	0.000 **
A X C	4	70.523438	17.630859	3.0103	0.023 *
B X C	6	37.980469	6.330078	1.0808	0.383 NS
A X B X C	12	456.960938	38.080078	6.5019	0.000 **
ERROR	70	409.972656	5.856752		
TOTAL	107	1627.011719			

C.V.= 12.62 % Altamente significativo: ** Significativo: * NS: No significativo

Cuadro. A.4. Análisis de varianza para la variable longitud del limbo de la hoja.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	0.229126	0.114563	0.3219	0.731 NS
FACTOR A	2	0.212769	0.106384	0.2990	0.747 NS
FACTOR B	3	1.808228	0.602742	1.6938	0.175 NS
FACTOR C	2	0.649414	0.324707	0.9125	0.591 NS
A X B	6	5.022949	0.837158	2.3526	0.039 *
A X C	4	0.528320	0.132080	0.3712	0.830 NS
B X C	6	1.043701	0.173950	0.4888	0.816 NS
A X B X C	12	6.812744	0.567729	1.5954	0.113 NS
ERROR	70	24.909546	0.355851		
TOTAL	107	41.216797			

C.V.= 17.96 % Altamente significativo: ** Significativo: * NS: No significativo

Cuadro. A.5. Análisis de varianza para la variable ancho del limbo de la hoja.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	0.606689	0.303345	1.0797	0.346 NS
FACTOR A	2	2.320557	1.160278	4.1298	0.020 *
FACTOR B	3	0.090576	0.030192	0.1075	0.955 NS
FACTOR C	2	0.090576	0.045288	0.1612	0.852 NS
A X B	6	3.764648	0.627441	2.2332	0.049 *
A X C	4	0.467163	0.116791	0.4157	0.799 NS
B X C	6	0.817017	0.136169	0.4847	0.819 NS
A X B X C	12	5.725342	0.477112	1.6982	0.086 NS
ERROR	70	19.666870	0.280955		
TOTAL	107	33.549438			

C.V.= 15.30 % Altamente significativo: ** Significativo: * NS: No significativo

Cuadro. A.6. Análisis de varianza para la variable numero de hojas por planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	2.856934	1.428467	1.6139	0.205 NS
FACTOR A	2	28.643066	14.321533	16.1809	0.000 **
FACTOR B	3	0.696777	0.232259	0.2624	0.853 NS
FACTOR C	2	0.182129	0.091064	0.1029	0.902 NS
A X B	6	28.727539	4.787923	5.4096	0.000 **
A X C	4	1.291016	0.322754	0.3647	0.834 NS
B X C	6	3.931152	0.655192	0.7403	0.621 NS
A X B X C	12	45.420410	3.785034	4.2765	0.000 **
ERROR	70	61.956055	0.885086		
TOTAL	107	173.705078			

C.V.= 13.04 % Altamente significativo: ** Significativo: * NS: No significativo

Cuadro. A.7. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	1.875000	0.937500	0.4029	0.676 NS
FACTOR A	2	2.609375	1.304688	0.5607	0.579 NS
FACTOR B	3	24.439453	8.146484	3.5007	0.020 *
FACTOR C	2	7.894531	3.947266	1.6962	0.189 NS
A X B	6	23.611328	3.935221	1.6910	0.135 NS
A X C	4	7.185547	1.796387	0.7719	0.549 NS
B X C	6	23.652344	3.942057	1.6940	0.135 NS
A X B X C	12	53.251953	4.437663	1.9070	0.048 *
ERROR	70	162.896484	2.327093		
TOTAL	107	307.416016			

C.V.= 13.48 % Altamente significativo: ** Significativo: * NS: No significativo

Cuadro. A.8. Análisis de varianza para la variable diámetro de peciolo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	0.069366	0.034683	0.4013	0.677 NS
FACTOR A	2	0.985687	0.492844	5.7022	0.005 **
FACTOR B	3	0.095398	0.031799	0.3679	0.779 NS
FACTOR C	2	0.010437	0.005219	0.0604	0.941 NS
A X B	6	2.241516	0.373586	4.3224	0.001 **
A X C	4	0.295593	0.073898	0.8550	0.503 NS
B X C	6	0.485657	0.080943	0.9365	0.524 NS
A X B X C	12	4.776428	0.398036	4.6053	0.000 **
ERROR	70	6.050140	0.086431		
TOTAL	107	15.010223			

C.V.= 13.61 % Altamente significativo: ** Significativo: * NS: No significativo