

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Respuesta De Capacidades De Extracción De Fertilizante e Influencia
Nutricional Vegetativa y Reproductiva En Ajo.

Por:

Efrén Hernán González Rosales

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.
Junio, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta De Capacidades De Extracción De Fertilizante e Influencia Nutricional
Vegetativa y Reproductiva En Ajo.

Por:

Efrén Hernán González Rosales

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Asesor Principal

M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez

Coasesor

Dra. Erika Nohemí Rivas Martínez

Coasesor

Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Junio, 2022

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por brindarme el conocimiento, experiencias, momentos inolvidables y el formar agrónomos de calidad.

A mis padres, por creer cada día en mí, en cada una de mis cualidades y capacidades, además de brindarme todo su apoyo y la oportunidad de formarme y capacitarme en mi estancia por la universidad.

A mis abuelos, por su gran dedicación a mi carrera, al apoyo incondicional, por haber estado presente en cada uno de mis logros y fracasos y por cada uno de sus grandes consejos de vida.

A mis hermanos, por demostrarme lo que es una verdadera amistad y un cariño verdadero, su constante apoyo emocional, brindado durante mi estancia en la carrera universitaria.

Al Dr. Leobardo Bañuelos Herrera, por ser un excelente amigo, compañero y profesor. Agradecido con la calidad de conocimiento adquirido con él y cada una de las enseñanzas de vida que me brindo.

A la Dra. Blanca Elizabeth Zamora Martínez, por su gran apoyo mostrado durante mi carrera universitaria, por ser una gran amiga y al apoyarme al desarrollo de este proyecto.

A la Dra. Erika Nohemí Rivas Martínez, por apoyarme en el desarrollo y formación dentro de este proyecto, además por haber hecho un excelente papel como profesora dentro de la universidad.

Al Ing. Alfredo Díaz Vicuña, al Ing. Alfredo Díaz Aguirre (+), por ser un excelente profesor, ingeniero, y amigo, por encaminarme hacia lo que es ser un buen Buitre.

A mis amigos. Gracias por cada momento, cada experiencia, que me brindaron, gracias por su amistad, gracias por ayudarme a concretar uno de mis grandes sueños.

¡Gracias a cada persona, que me apoyo a concluir esta etapa tan importante para mí.!

DEDICATORIA

A mis padres, el Sr. Mauro González Montoya, la Sra. Leticia Rosales García, por ser cada día, una gran inspiración para mí, por haberme heredado el gusto y el cariño por el campo, por el apoyo en cada una de mis decisiones, y el cariño de padres que nunca les faltó. Los amo y respeto, los admiro.

A mis abuelos, el Sr. Eleno Rosales Cardona (+), la Sra. María de Jesús García Moreno (+). Dedico este presente trabajo, al amor puro y sincero mostrado por ellos, la caridad y amor brindados en mi vida, donde quiera que estén gracias por cada momento vivido a su lado.

A mis abuelos, el Sr. Ramón González Guzmán (+), por haberme regalado la gran satisfacción de haberlo conocido, el brindarme el gusto por campo y la gran sabiduría que poseía, por ser un abuelo excepcional, gracias hasta donde estés. A la Sra. Sotera Montoya Pichardo (+). Al no haber tenido gran honor de conocerla, le dedico este presente trabajo, de acuerdo a la persona grandiosa y excepcional que fue en vida, gracias por haber sido una persona digna de haber conocido.

A mis hermanos, Moisés Raúl, Edgar Aarón, Álvaro Rene González Rosales, por brindarme un gran cariño de hermanos, al apoyarme emocionalmente, económicamente, y que, a pesar de cada una de nuestras diferencias encontradas, siguen siendo los mejores hermanos que podría haber elegido hoy y siempre, los quiero, los admiro y respeto mucho.

A mis tíos, Manuel, Porfirio, María Guadalupe, María del Refugio González Montoya, por creer en mí, por apoyarme para terminar este proyecto.

A mis tíos Martha, Víctor, Florentino Rosales García por haber colaborado en que este proyecto pudiera realizarse de la mejor manera.

A mis mejores amigos, Lizbeth Ornedo Chávez, Jorge Luis Álvarez Cabral Liliana Gutiérrez Esparza, Adolfo Collazo Ángel, Lourdes Santiago, Ernesto Iván Hernández Peña, por haber estado en cada momento de este proyecto, por creer en mis capacidades y cualidades, agradezco por su amistad, y por ser unas personas muy importantes en mi vida.


DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar el autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante


Efrén Hernán González Rosales

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
INDICE DE CONTENIDO	IV
INDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	IX
I. INTRODUCCIÓN	X
OBJETIVOS	2
HIPÓTESIS	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Taxonomía.....	4
2.2. Características morfológicas	4
2.3 Macronutrientes	6
2.4 Microelementos	9
2.3. La fertilización.	10
2.5. Fertilización en el continente europeo	11
2.6. Algunos disturbios fisiológicos comunes en Ajo	12
2.7. Densidades de población.	14
2.8. Variedades.....	14
2.10. Plagas y enfermedades	17
III. MATERIALES Y METODOS	21
3.1 Sitio experimental	21
3.2 Caracterización climáticas y edáficas del sitio experimental	21
3.3. Suelo.....	21
3.4. Material vegetativo.....	22
3.5. Preparación del terreno	22
3.6. Establecimiento de la parcela experimental.....	23
3.7. Siembra	23
3.8. Fertilización.....	23
3.8.1. Formula con influencia vegetativa	23
3.8.1. Formula con influencia reproductiva	24

3.9. Riego.....	24
3.10. Control de plagas y enfermedades	24
3.11. Preparación de soluciones madre.....	25
3.11.1. Formula con influencia vegetativa	25
3.11.2. Formula con influencia reproductiva	25
3.12. Preparación final de soluciones nutritivas	26
3.13. Cosecha y postcosecha	26
3.14. Diseño experimental	27
3.15. Modelo estadístico.....	27
3.16. Descripción de factores.....	28
3.17. Variables medidas y forma de medición.....	28
Diámetro Medio del bulbo (DMB).....	28
Numero de Dientes por ajo (ND)	29
Peso Medio de Dientes por Bulbo. (PMB).....	30
Ajo bombón.....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. LITERATURA CITADA	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.17.1. Forma de medición de la variable, Diámetro Medio del bulbo.	29
Figura 3.17.2. Conteo del número de dientes por bulbo.....	29
Peso Medio del bulbo.	29
Figura 3.17.3. Forma de medición de la variable, Peso Medio del bulbo. .	30
Figura 3.17.4. Forma de realizar la medición del Peso de dientes del bulbo en gramos.....	30
Figura 3.17.5. Imagen de un ajo bombón. Se observa que no logro una óptima bulbificación. (Se observan las catafilas desarrolladas).	31
Figura 3.17.6. Diferenciación de un bulbo en una óptima bulbificación (izquierda) y un ajo bombón (derecha).	31
Figura. 3.17.7. Cabezas de ajo, donde se observa un tallo floral al realizar un corte transversal en el bulbo por la mitad. (Practica en campo desarrollada por los productores).....	32
Figura. 4.1. Respuesta de la capacidad de extracción con respecto al tipo de influencia de la fórmula de fertilización (Vegetativa y Reproductiva), sobre la variable Diámetro Medio del bulbo.	35
Figura 4.2. Influencia del tipo de fertilización vegetativa sobre la variable Diámetro Medio del bulbo.	36
Figura 4.5. Influencia del tipo de fertilización vegetativa sobre el número de dientes por ajo.....	40
Figura 4.6. Influencia del tipo de fertilización reproductiva sobre el número de dientes por ajo.	41
Figura. 4.7. Respuesta de la capacidad de extracción con respecto al tipo de influencia de la fórmula de fertilización (Vegetativa y Reproductiva), sobre la variable Peso Medio del bulbo.	42
Figura 4.8. Influencia del tipo de fertilización vegetativa y capacidad de extracción de fertilizantes sobre el Peso Medio del bulbo.....	43
Figura 4.9. Influencia del tipo de fertilización reproductiva y capacidad de extracción de fertilizantes sobre el Peso Medio del bulbo.....	44
Figura. 4.10. Respuesta de la capacidad de extracción con respecto al tipo de influencia de la fórmula de fertilización (Vegetativa y Reproductiva), sobre la variable Peso Medio de dientes.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.11. Respuesta del ajo al tipo de fertilización con influencia vegetativa y capacidad de extracción de fertilizantes sobre la variable el Peso Medio del diente.	47

Figura 4.12. Influencia del tipo de fertilización reproductiva y capacidad de extracción de fertilizantes sobre el Peso Medio del diente.....	48
Figura. 4.13. Influencia del tipo de fórmula de fertilización (Vegetativa y Reproductiva) sobre la capacidad de extracción de fertilizantes en el porcentaje de ajo bombón.....	50
Figura 3.17.7. Comparación del escapo o tallo floral, con el tipo de nutrición con influencia vegetativa (derecha) y con influencia reproductiva (izquierda).....	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE CUADROS

Cuadro

2.1.	Extracción de nutrientes para obtener un rendimiento de 10 toneladas.....	12
2.2.	Diagnóstico de los niveles contenidos de los nutrientes en hojas de ajos.....	13
2.3.	Efecto de dosis crecientes de Nitrógeno (N) en la presencia de plantas con escobeteado del ajo.....	14
2.4.	Densidades de población de acuerdo a arreglos topológicos.....	16
2.5.	Principales variedades usadas en el estado de Zacatecas.....	17
2.6.	Etapas fenológicas del cultivo y su coeficiente en el cultivo (Kc) en ajo.....	18
3.1.	Análisis de suelo del sitio experimental, realizado en Fertilab.....	24
3.2.	Dosis de las cantidades de fertilizantes aplicado en el experimento.....	28
4.1.	Concentración de datos de cuadros medios, para las variables estudiadas.....	35

RESUMEN

El cultivo de ajo, en México ha ido en aumento debido a la gran derrama económica que este genera, ha sido atractivo para países como Argentina, Chile, y principalmente Estados Unidos, al importar el 86.6% del ajo mexicano. Los rendimientos en el cultivo de ajo, son el producto de la fertilización, variedad, densidad de siembra, y tamaño de semilla entre otros. La fertilización ha sido un problema debido al uso excesivo de fertilizantes, afectando las propiedades físicas del suelo o, por lo contrario, al no suplementar los nutrientes extraídos del suelo por las plantas agotando en consecuencia las reservas nutricionales que el suelo posee. El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar la interacción del cultivo de ajo con las diferentes capacidades de extracción de fertilizantes por las plantas y el tipo de influencia nutricional con fórmulas vegetativas y reproductivas en la producción de ajo. El trabajo de investigación se estableció, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La siembra, se realizó el 18 de septiembre del año 2019, con el siguiente arreglo topológico; distancia entre plantas 10 cm, entre hileras de 15 cm, y entre surcos de 80 cm. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial AXB, (2X5), con 3 repeticiones, dando un total de 30 unidades experimentales, se evaluaron dos factores, factor A tipo de influencia nutricional (vegetativa y reproductiva) y factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas). Las variables a evaluar fueron Diámetro Medio del Bulbo (**DMB**), Número de Dientes por Ajo (**ND**), Peso Medio de Ajos (**PMA**), Peso Medio de Dientes (**PMD**), Ajo Bombón. En la variable de Diámetro Medio del bulbo, se encontró una diferencia estadística no significativa, lo que indica que, en ambos factores, ejercen una influencia mínima sobre esta variable, al manejar una capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año y una fertilización con influencia reproductiva tiene resultados favorables. En la variable Número de Dientes por ajo, la diferencia estadística fue no significativa, lo que indica que, en ambos factores, se ejerce una influencia mínima, y a una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, con una nutrición con influencia reproductiva, es favorable para esta variable. En el Peso Medio de Ajos para el factor A, una diferencia estadística no significativa, mientras que en el factor B se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que existe diferencia estadística entre las diferentes capacidades de extracción. La capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año, con una influencia reproductiva se obtienen mejores resultados. Para el Peso Medio de Dientes se encontró una diferencia estadística no significativa, lo que indica que ambos factores, ejercen una influencia mínima sobre esta variable. El tipo de nutrición con influencia reproductiva, y al manejar una capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, favorecen esta variable. El ajo bombón, al utilizar una nutrición con influencia reproductiva y la capacidad de extracción de fertilizante de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año ha sido favorable para que no se presente esta condición.

Conclusión. Los mejores resultados, para producir ajos de calidad, son al manejar una nutrición con influencia reproductiva y una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, para que sea viable económicamente el proyecto.

Palabras clave. Ajo, Capacidad de extracción, tipo de nutrición

I. INTRODUCCIÓN

En el cultivo de ajo se determinó, la existencia de componentes esenciales como la alicina, el ajoene, los tiosulfatos y una gran diversidad de compuestos organosulfurados. Es un alimento rico en vitaminas y minerales principalmente del grupo de la vitamina B, como lo es la vitamina B1, B2 y B6, de igual manera minerales como lo son Calcio, Magnesio, Fosforo, Hierro, Zinc, Cobre y Selenio respectivamente, (Nutritiondata, 2009).

El ajo se ha distinguido por su gama de beneficios y usos que el ser humano ha podido explotar. Por ejemplo, algunos de los muchos usos y beneficios que este contiene son; uso como antiséptico, estimulante, en el tratamiento de la presión arterial y control cardiovascular, además de ser antibiótico, antioxidante, tratamiento para alergias entre otros, el ajo se considera un “cura todo” por su diversidad de efectos positivos. Además, posee usos y propiedades para el área de medicina veterinaria como su efecto de cicatrización de heridas en animales. Los beneficios de esta especie son múltiples para humanos y en animales. Se ha demostrado por conocimiento empírico y científico que tiene efectos notables en la prevención del cáncer, problemas gastrointestinales, disminución del colesterol, desintoxicación del hígado entre otros más, (Rico, 2007).

En la agricultura ha retomado fuerza el cultivo de esta hortaliza, ya que es utilizado como bactericida, repelente, antifúngico, insecticida, nematocida, y debido a que es un alimento, el ser humano ha aprovechado para darle otros fines, ya que no es tóxico o nocivo para la salud humana. En agricultura orgánica es indispensable este producto, por la gran diversidad de ventajas que este tiene en cada una de sus propiedades. En cultivos como la papa, los extractos de ajo son muy efectivos para la inhibición de hongos como lo son *Bipolaris sorokiniana* Sacc, *Fusarium* ssp,

Aspergillus ssp, *Penicillium ssp* y *Rhizopus ssp*, (Hasan, *et al.*, 2005; Montes, *et al.*, 2000).

En todo el mundo se producen alrededor de 26,639,081 toneladas de ajo al año. El principal productor de ajo en el mundo es China con el 74%, con una producción de 21,263,237 toneladas, con un consumo per cápita de 15.2 Kg, seguido de la India con una producción de 1,400,000 toneladas, un consumo por persona de 1.048 Kg, posteriormente países como lo son Bangladesh, Egipto, Corea del sur, Federación Rusa, Myanmar, Ucrania. México se mantiene en la posición número 20 con una producción aproximada a las 75,987 toneladas de ajo por año, (FAO. Elaboración MDPyEP – DAPRO, 2018).

El cultivo de ajo es una hortaliza de gran importancia para México, parte de la producción total de ajo en México se destina a la exportación, debido a las divisas que este cultivo genera. El ajo producido en México es muy atractivo para países de Sudamérica especialmente los pertenecientes a la Patagonia como lo son Argentina y Chile. Por otra parte, Estados Unidos es el principal importador del ajo mexicano con el 86.8% del total de la producción. La producción en México se centra en los estados como lo son Zacatecas, Aguascalientes, Baja California, Guanajuato, Sonora, Puebla, Michoacán, entre otros.

En el país se siembran actualmente 6,275.9 Has de ajo. El cultivo reporta rendimientos de 4.5 t/Ha. en un clima tropical, por otra parte, en un clima templado se generan rendimientos desde 6 t/Ha, a 7.5 t/Ha. La producción del cultivo de ajo total anual en México se estima en al menos 86,500 toneladas reportadas en el año de 2020, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo, 2021).

En México los costos de producción principalmente se ven afectados por el tipo de arreglo topológico que se le dé al cultivo en la siembra, los costos de producción para el cultivo de ajo en una hectárea rondan los 200,000 pesos MNX. Esta hortaliza es altamente demandada para consumo humano, lo que genera una gran cantidad de empleos, se estima que una hectárea de ajo requiere aproximadamente 144

jornales a lo largo del ciclo desde la siembra a la cosecha, lo que hace un cultivo generador de mano de obra, (FIRA, 2020).

Los factores responsables del rendimiento en el cultivo de ajo son; temperatura, fechas de siembra, variedades, manejo agronómico y nutrición principalmente, de las que se han ido haciendo un uso indebido de insumos como son los fertilizantes, han sido un factor de decadencia en los suelos para los rendimientos en el cultivo debido a un mal manejo. El cultivo requiere de una demanda de esta en la nutrición mineral, a todo lo largo del ciclo, por lo que se le considera altamente exigente, por lo que podría decirse que es fundamental manejar una buena nutrición para adquirir los rendimientos esperados, (Pérez, *et al*, 2003).

Los principales productores nacionales en producción de ajo en México se ubican en Zacatecas, el estado donde se concentra la producción nacional, donde se cosecha poco más del 50 por ciento de la producción, cabe resaltar que se producen más de 30 mil toneladas de ajo anualmente, lo que deja una gran derrama económica con poco más de 600 millones pesos MXN. Sus principales municipios productores son Fresnillo, Villa de Coss, Calera, Panuco, Loreto, Guadalupe entre otros, (SADER, 2019).

El cultivo de ajo, ha sido considerado uno de los más importante del país, debido a la gran demanda interna y externa que posee el ajo mexicano, los rendimientos que se obtienen promedio en el estado de Zacatecas se estiman dentro de las 14 t/Ha y aumentando a 16,5 t/Ha, en el año de 2018. El consumo per cápita de esta hortaliza es de 0.723 Kg, este cultivo va en tendencia debido a la gran derrama económica que genera, (SIAP, 2018).

OBJETIVOS

- Determinar la capacidad de extracción de fertilizante, sobre la producción en cantidad y calidad de ajos.
- Determinar la influencia nutricional vegetativa y/o reproductiva, sobre la producción de ajos de calidad.

HIPÓTESIS

- Para la producción de ajos de calidad no es necesario la aplicación de grandes cantidades de fertilizante.
- Los mejores resultados en la producción de ajo se obtienen, utilizando una fórmula de fertilización con influencia reproductiva.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Taxonomía

Allium sativum L.

Es una especie que está clasificada dentro de la familia de las liliáceas, pero actualmente hay información contraria que la ubica en la familia de las amarilidáceas, aunque esta indefinición es muy discutida frecuentemente. (YAMAGUCHI, 1983)

Reino: Plantae

Subreino: Trachebionta - Plantas Vasculares.

Superdivision: spermatophyta - Plantas con semilla.

División: Magnoliophyta - Plantas con floración.

Clase: Liliopsida - Monocotiledónea

Subclase: Lilidae.

Orden: Liliales.

Familia: Liliaceae – Familia Lily.

Género: *Allium*

Especie: *Allium sativum L*

2.2. Características morfológicas

Es una planta monocotiledónea, pertenece al orden Lilidae, familia Liliácea, subfamilia Allioidea, género Allium, especie sativum L, la planta completa de ajo se caracteriza por poseer o desarrollar las siguientes órganos o partes.

Raíces

Son fasciculadas o fibrosas, principalmente blancas y delgadas, de 0,1 a 0,5 mm de diámetro, que llegan a profundizar aproximadamente hasta 40-50 cm con facilidad.

Tallo

El tallo propiamente dicho es un disco oculto o subterráneo, de donde emergen las raíces y donde se originan las yemas que dan lugar a las hojas y a los dientes o bulbillos que formarán la cabeza.

Bulbo

La cabeza de ajo, está formado por las yemas axilares o secundarias de las hojas, desarrolladas y transformadas en órganos de reserva. Cada yema origina un diente de ajo. Cada uno de los dientes puede dar origen a otra planta por poseer las yemas axilares.

Hojas

Son hojas lineales aproximadamente de unos 45 a más de 60 cm de longitud del limbo y cercano entre 30 y 40 mm de anchura máxima, depende de la posición o lugar que se mida la hoja. Estas no poseen peciolo, están directamente del pseudotallo hacia el exterior. Las hojas miden hasta 35-40 cm de altura.

Pseudotallo

Está formado por hojas envolventes cilíndricas que dan la apariencia de un tallo.

Escapo

El escapo o más bien conocido como tallo floral, a veces puede o no convertirse en una o dos partes, o no presentarse según la variedad o condiciones durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. Posee una altura de 40 a 100 cm, generalmente es macizo. Este es más grueso en la parte basal que la apical, siendo más fino en esta.

Inflorescencia

Es una umbela formada por aproximadamente un número de flores entre 80 y más de 200, conformada por pedicelos de 2 a 4 cm de largo, el conjunto esta toma forma esférica de unos 5 a 9 cm de diámetro, (Peña, 2010).

Flores

Las flores están constituidas de cuatro a seis pétalos de color o tono muy peculiar violáceo, rojizo o rosado, con al menos seis estambres y un pistilo plurilocular que finaliza en un estigma filiforme.

Frutos

Las flores rara vez dan lugar a frutos y a verdaderas semillas viables, estas semillas son especialmente requeridas para la propagación de la especie debido que poseen muy pocas reservas y metabolitos para dar origen a un bulbo de calidad, (Peña, 2010).

2.3 Macronutrientes

Nitrógeno (N)

La demanda de este nutriente es alta, está estrechamente relacionada con la formación de hojas. Se dice que existe una relación proporcional del tamaño de hojas con el diámetro del bulbo. La fertilización nitrogenada se recomienda dentro de los 40 a 45 días después de la siembra por la demanda de formación de hojas, al pasar de los 100 días ya no es muy recomendable, ya que afecta directamente a el rendimiento ya que generan mal formaciones en los bulbillos.

El Nitrógeno se recomienda aplicar en el periodo de formación y crecimiento de bulbos, se tiene en cuenta que si las aplicaciones de este nutriente son retardadas incrementan el desarrollo foliar y provocan un retraso en la maduración y una gran disminución de su conservación, (García,1998).

Fosforo (P)

El fósforo es un elemento esencial en la nutrición del cultivo de ajo, por la formación de los ácidos nucleótidos (ADN Y ARN), siendo necesario para los procesos fisiológicos y bioquímicos, algunos importantes como en metabolismo de proteínas, transferencia de energía, y otras coenzimas. Se han realizado investigaciones sobre este nutriente que al estar bien nutridas con fósforo algunas hortalizas y gramíneas hay una relación clara con la resistencia a enfermedades, (Alcantar, *et al.*2007).

Las necesidades de fósforo en el cultivo de ajo se recomiendan que sea absorbidas en forma de fosfatos inorgánicos o igual fosfatos orgánicos. Las necesidades del fósforo en el cultivo de ajo son más altas en la fase de bulbificación, (García,1998).

Potasio (K)

El potasio en la planta tiene una importante función que es la de propiciar la turgencia en las células de esta al encontrarse como un ion libre a nivel de las vacuolas y el citoplasma con ayuda de otros productos generan una presión osmótica dejando que el agua entre a la célula. Una disminución de este elemento disminuye la turgencia y pierde metabolismo lo que genera en consecuencia una disminución en los rendimientos esperados de este cultivo.

Además, la fosforilación y la fotosíntesis requiere de este nutriente para poderse realizar, ya que este elemento es activador de por lo menos 50 sistemas enzimáticos que de alguna u otra forma son activados por el potasio debido a una participación en la osmoregulación, (Alcántar, *et al*, 2007).

El cultivo de ajo es muy sensible a bajos niveles de potasio en el suelo, está comprobado que este elemento después del nitrógeno es altamente demandado por el cultivo, la cantidad y la etapa de aplicación es determinante para un buen rendimiento. Las necesidades de potasio son más demandantes en la etapa o fase de bulbificación, (García,1998).

Calcio (Ca)

El calcio tiene una función muy importante, como en la de activar, regular la división celular y el alargamiento de la célula. En consecuencia, es el que resulta

imprescindible en el desarrollo de órganos de crecimiento como lo son las raíces, brotes, frutos entre otros.

El movimiento del calcio en las plantas es muy especial, ya que solo se manifiesta en un sentido, se mueve solo por el medio vascular que es la xilema, el que se mueve en consecuencia con la corriente de transpiración, lo que permite que este no tenga flujo por floema por lo que es difícil que llegue a órganos demandantes. El rango que extrae el cultivo del ajo es de 15 a 30 Kg/Ha para favorecer un rendimiento de 10 toneladas, (Garcia.1998).

Azufre (S)

Este elemento es conocido o mencionado como el cuarto elemento más importante en el cultivo de ajo, ya que está estrechamente relacionado, con la producción de elementos orgánicos durante la fotosíntesis, esencial en la formación de los aminoácidos, y la construcción de proteínas lo que es de gran importancia, que no esté ausente en el cultivo ya que afectara directamente en la síntesis de proteínas, (Kleinhenz, 1999).

Los compuestos azufrados o de azufre orgánico que son volátiles, presentes en ajos y cebollas son los responsables de factores lacrimales y el olor común en estas hortalizas, (Summers, 2009).

Este nutriente juega un papel muy importante, tanto en los rendimientos como en la calidad propia del ajo. Una deficiencia de azufre, puede generar deficiencias de nitrógeno directamente, afectando el rendimiento y la calidad de estos, Se ha estimado que un cultivo de ajo en lo que respecta a este elemento es necesario utilizar una cantidad aproximada a los 571 gramos por tonelada cosechada, (Lošák y Wiśniowska-Kielian, 2006).

Magnesio (Mg)

El magnesio juega un papel muy importante ya que es indispensable en la molécula de la clorofila. Algunos de los eventos en el que este participa son la síntesis de carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas, dando en consecuencia que, bajo una condición de deficiencia de magnesio en la síntesis de proteínas, retrasa en la planta

su crecimiento y desarrollo. Se considera un suelo pobre o deficiente de magnesio cuando se efectúan rangos de 3 a 4 miligramos por cada 100 gramos de suelo, (Summers, 2009).

Para la producción de una tonelada de ajo se recomiendan aplicar 271 gramos de magnesio por tonelada de rendimiento. (Kieserite, 2009).

2.4 Microelementos

Boro (B)

Implicado en el transporté de azúcares a través de la membrana celular y en la síntesis de material de la pared celular, además influye en la transpiración por medio de azúcar y la formación de almidón. Una deficiencia de boro retrasa el crecimiento y desarrollo, por lo que este elemento, presenta una deficiencia como síntoma, la falta de crecimiento. Además, el boro, en el suelo es muy similar al fosforo, (Tisdale *et al*,1985).

Fierro (Fe)

Este elemento es de suma importancia ya que forma parte de la molécula de la clorofila. Algunas de sus funciones es la fijación de nitrógeno, la fotosíntesis y transferencia de electrones, e implicado en las reacciones de óxido-reducción.

Además, está relacionado con la reducción de O₂ a H₂O durante la respiración. Se requiere de su presencia para la síntesis de proteínas, forma parte de ferro-sulfo-proteínas, actuando como coenzimas y en la transferencia de electrones. La deficiencia de Fierro se presenta como una clorosis intervenal en hojas jóvenes, (Marschner,1995).

Manganeso (Mn).

El micronutriente Mn, influye en la evolución del O₂ en la fotosíntesis, es componente de varios sistemas enzimáticos en menor cantidad que otros elementos. También

forma parte de cloroplastos, como transferente en las reacciones de óxido-reducción y también el transporte de electrones, (Follet *et al.*,1981).

Zinc (Zn).

El zinc forma parte de cada una de las auxinas, hormonas implicadas en la regulación del crecimiento vegetal. Es el transporté de la síntesis y degradación de proteínas. Este elemento puede ser reemplazado por elementos como el Co, Mn, Cd, y Pb este último de alto riesgo para la salud, (Foy, *et al.*,1981).

Cobre (Cu)

Componente de algunas enzimas metálicas y aparentemente no puede ser reemplazado por otros elementos metálicos. Implicado en la formación de las paredes celulares y otros micronutrientes, además relacionado con el transporte electrónico y reacciones de oxidación. Participan en la composición química y formación de la pared celular, el que influye en la lignificación y tolerancia a enfermedades, (Marschner,1995).

Cuadro 2.1. Extracción de nutrientes para obtener un rendimiento de 10 toneladas

Nutriente	Rangos de extracción de Kg/Ha
Nitrógeno (N)	111 a 182
Fosforo (P)	43 a 173
Potasio (K)	80 a 415
Calcio (Ca)	66
Magnesio (Mg)	
Azufre (S)	15

(Burba, 1992)

2.3. La fertilización.

En experimentos realizados en el estado de zacatecas con fines prácticos, en un sistema de producción con agua bombeada, semilla mejorada y fertilización (BMF) para tener buenos rendimientos y unos ajos de buena calidad se recomienda aplicar la siguiente formula 250 N -100 P - 265 K - 120 Ca, (Bravo y Echavarría, 2003).

El ajo es un cultivo, que puede responder de forma favorable o desfavorable a la aplicación de fertilizantes, se considera muy sensible a excesos y deficiencias de nutrientes. La cantidad adecuada de fertilizante por aplicar depende de varios factores como: cultivo anterior, tipos de fertilizantes, cantidad aplicada, y densidad de población a utilizar.

Al depender del tipo de suelo la dosis, de fertilización nitrogenada va de 120 a 240 Kg por hectárea. En el elemento del fosforo se usan rangos de 60 a 80 Kg por hectárea, mientras que se recomienda aplicar de la mitad a la tercera parte del nitrógeno en la siembra o después del primer riego y aplicar todo el en fosforo en la presiembra, (Zamora, 2016).

Cuadro 2.2. Diagnóstico de los niveles contenidos de los nutrientes en hojas de ajos

Estado fenológico	Nutrientes	Niveles de nutrientes		
		Deficiente	Medio	Suficiente
Crecimiento vegetativo	Nitrógeno	4	4-5	5
	Fosforo	2000	2000-3000	3000
	Potasio	3	3-4	4
Formación de bulbo	Nitrógeno	3	3-4	4
	Fosforo	2000	2000-3000	3000
	Potasio	2	2-3	3
Maduración de bulbo	Nitrógeno	2	2-3	3
	Fosforo	2000	2000-3000	3000
	Potasio	1	1-2	2

Nota. Nitrógeno expresado en %
 Fosforo o fosfatos solubles en ácido acético expresado en ppm
 Potasio ++ en % soluble.
 (García, 1998).

2.5. Fertilización en el continente europeo

En lugares como lo es en el continente europeo, se encuentra literatura muy variante a la que se conoce en México, para una producción de 10-14 t/Ha las extracciones del cultivo son: 111-182 Kg de N, 43-174 Kg de P₂O₅ y 80-415 Kg de K₂O, junto con 66 Kg de calcio y 15 Kg de azufre. Para cultivares de otoño, con unos rendimientos

de 6-7 t/Ha, en el sur de Francia se señalan las siguientes extracciones por hectárea: 150 Kg N, 35 Kg de P₂O₅, 150 Kg de K₂O, 120 Kg de CaO, 15 Kg de MgO y 120 Kg de SO₃. (Gorini, 1977).

2.6. Algunos disturbios fisiológicos comunes en Ajo

Escobeteado

Esta condición, se considera una malformación fisiológica producida por un gran exceso de vigor o follaje en las plantas. Tiene una forma de escobeta, ya que posee hojas muy delgadas y finas que surgen dentro de las hojas maduras, esta condición cuando es grave deja expuestos a los bulbillos, ya que las túnicas se abren. El escobeteado es influenciado según, Macías et al., (2000). por factores como:

- Cuando las temperaturas de Marzo – Abril (fase de bulbificación), son elevadas
- Fechas de siembra.
- Fertilización nitrogenada
- Bajas densidades de población.

(Macías *et al.*, 2000).

Cuadro 2.3. Efecto de dosis crecientes de nitrógeno (N) en la presencia de plantas con escobeteado del ajo.

Tratamiento (Kg de N/Ha)	(%) de plantas con Escobeteado
0	0.40
75	1.76
150	2.22
225	2.50
300	4.15

(Olmedo, 2003).

Ajo macho

Esta condición, es considerada una malformación, que consiste en un bulbo con una única hoja de reserva envuelta por una hoja de protección, una hoja fértil y varias hojas estériles, todas ellas concéntricas. Se origina al no haber obtenido un crecimiento lateral de yemas. Se ha mencionado que la baja disponibilidad de agua y nutrientes, en consecuencia, es precursora de no completarse la inducción para la fase de bulbificación. Es importante comentar, que las fechas de siembra tardías, son promotoras de esta condición, (Macías, *et al.*, 2000).

Ajo pera

Esta anomalía se caracteriza, por la formación de dientes (dientes laterales) en distintos niveles del pseudotallo. Se considera un ajo de doble piso, su presencia está asociada, a la emisión de la inflorescencia y se debe a la elongación de uno o dos de los últimos entrenudos, formados antes del correspondiente al escape. Esta elongación acarrea a los dientes más internos, que terminan ubicándose sobre el nivel en que se asientan los otros dientes. Se atribuye a un desbalance entre los procesos de floración y bulbificación, una vez iniciados los mismos. La pérdida de balance entre ambos procesos tendría a su vez, causa en las fluctuaciones de temperatura, (Macías, *et al.*, 2000).

Ajo martillo

Los bulbos que son afectados con esta condición son transversalmente alargados, debido al crecimiento desproporcionado de dos dientes más externos y opuestos, posiblemente como resultado de un efecto de dominancia muy marcado de las yemas laterales más externas, sobre las yemas internas. Posiblemente la siembra, en fechas tardías, la fluctuación de temperatura al inicio de la primavera, la disponibilidad de agua y nitrógeno estén relacionadas con esta malformación, (Macías, *et al.*, 2000).

Ajo bombón

El ajo bombón o acebollado como lo han nombrado los productores. Esta anomalía, afecta directamente a los bulbos debido, que es un bulbo no funcional.

Esta condición presenta un bulbo sin dientes, en consecuencia, presenta un gran número de catafilas, asemejando una apariencia a la cebolla. Se atribuye que el ajo, no llegó al proceso de diferenciación, quiere decir que no desarrolló un escapo floral o tallo floral, debido a factores como fechas de siembra, la fertilización, horas frío y temperaturas que no le permitieron llegar al ajo a una óptima fase de bulbificación.

2.7. Densidades de población.

La densidad de población es afectada por factores, como lo son el tamaño de semilla, el arreglo topológico, y el método de siembra, manual o mecánica. Se requiere por hectárea aproximadamente 1,200 Kg de semilla (Dientes) por hectárea usando una siembra manual. Por otra parte, al usar una siembra mecánica se requiere 2,500 Kg por hectárea, cuando la semilla es de tamaño grande. (Heredia, 2000).

Cuadro 2.4. Densidades de población de acuerdo a arreglos topológicos

Arreglo	Ancho (cm)	Numero de hileras (cm)	Plantas por hectárea
Surcos	76	2	263,157.
Surcos	80	2	250,000.
Surcos	90	2	222,222.
Camas	90	4	444,444.
Camas	100	4	400,000.
Camas	152	6	393,000.
Camas	180	6	333,000.
Camas	200	6	300,000.

(Heredia, 2000).

2.8. Variedades

Las principales variedades, comerciales de ajo se han clasificado principalmente por grupos, dado que poseen características no tan particulares que es difícil su diferenciación.

- **Grupo I.** Son principalmente (Violetas o asiáticas): algunas que se clasifican dentro de este grupo son generalmente típicas de regiones tropicales o sub tropicales. Estas plantas son generalmente semierectas con hojas anchas de

color verde claro. Estas plantas presentan reposo reducido y son de ciclo corto (155 – 165 días) presentan bajos requerimientos de frío y escasa necesidad de fotoperiodo largo. Los bulbos son medianos, con pocos dientes de gran tamaño (de 16.8 a 32.6 dientes por bulbo, de acuerdo con la variedad), las hojas son envolventes, muy gruesas de color pardo violáceo o vinoso. Algunas de las variedades consideradas en este grupo son: Chileno Compuesto I, Hermosillo, Pocitas, Napuri, Taiwán, Tacazcuaro y Huerteño.

- **Grupo II** (Rosados): las plantas de este grupo son principalmente erectas con hojas de ancho intermedio y de color verde intenso. Presentan periodo de reposo corto y ciclo intermedio, con moderada necesidad de fotoperiodo largo. Los bulbos son de medianos a grandes y producen un gran número de dientes irregulares de color rosado claro a violáceo.
- **Grupo III** (Blancos): las plantas de las variedades en este grupo son decumbentes en estado juvenil y semierectas en estado adulto. Sus hojas son anchas y de color verde cenizo. Los clones de este grupo presentan reposo medio y ciclo intermedio – largo (hasta 190 días) con requerimientos de frío medianos a altos y fotoperiodo largo. Los bulbos son de grandes a muy grandes, generalmente irregulares, con hojas envolventes de color blanco. Son ejemplos de este grupo las variedades Probajío 1, 2 y 3, (Heredia, 2000)
- **Grupo IV** (Colorados, Rojos y Morados): las plantas de este grupo son generalmente semierectas en estado adulto, de desarrollo medio con hojas angostas a intermedias. Son clones de reposo y ciclo largo, con altos requerimientos de frío y fotoperiodo largo. (Heredia, 2000; Pérez *et al.*, 2003).

Cuadro. 2.5. Principales variedades usadas en el estado de Zacatecas.

Jaspeado Calera	Coreano
Jaspeado CEZAC	Jaspeado Chaparrosa
Blanco P	antes ensenada
Perla Zacatecas	Blanco HN
El chino	Blanco T

Donde las variedades Perla Zacatecas, Jaspeado chaparrosa y Jaspeado CEZAC, son de un ciclo precoz, mientras que variedades como lo son El Chino, coreano y Jaspeado calera son considerados de ciclo intermedio, por otro lado, los Blancos HN, T, P son de un ciclo largo.

2.9. Riegos

En el cultivo de ajo, es indispensable el uso y manejo del agua para favorecer una buena producción, dado que cada uno de los sistemas de irrigación con que se cuentan en el cultivo, se determinan por la eficacia y manejo de este para el mejor aprovechamiento del agua. Los sistemas utilizados en el cultivo de ajo como lo es el riego por goteo es responsable de distribuir el agua y fertilizantes con mayor eficacia en camas o superficies con mayor extensión, que en sistemas como los surcos, lo que quiere decir que se favorece en mayor rendimiento, mejor calidad y ahorro de agua, (Castellanos, 2002).

Se establecieron las necesidades hídricas del cultivo de ajo en 2,600 m³/Ha, dado que este dato puede ser interpretado con prudencia, dado que, para llegar a determinar los requerimientos necesarios de riego, se deben determinar los coeficientes de cultivo, (Niel y Zunino, 1974). determinar los coeficientes de cultivo, (Niel y Zunino, 1974).

Cuadro 2.6. Etapas fenológicas del cultivo y su coeficiente en el cultivo (Kc) en ajo.

Cultivo	Etapa fenológica del cultivo		
	Etapa vegetativa (septiembre a Diciembre)	Desarrollo de la planta. (Enero- Marzo)	Crecimiento de bulbo (Abril a Junio)
Ajo	0.4	0.6	0.7

El coeficiente de cultivo (Kc) son valores determinados por el cultivo, para calcular la evapotranspiración, para que el productor o técnico, al obtener esa información, decida cuanto y que frecuencia regar, en el altiplano de Zacatecas se maneja el coeficiente de cultivo 0.7.

2.10. Plagas y enfermedades

En el cultivo de ajo, los problemas causados por plagas son escasos, pero se deben atender de una manera rápida y eficaz para que no verla afectada la calidad y cantidad en la cosecha.

La principal plaga, la más importante y agresiva para el cultivo, son los trips, debido que no se alimentan directamente de la savia, sino que al raspar la epidermis y succionar el exudado ocasiona la disolución de los contenidos celulares cuyo contenido es ingerido por su aparato bucal raspador chupador. Como consecuencia del daño, los tejidos se deshidratan, se detiene el crecimiento y las heridas provocadas en cada sitio de alimentación son un punto de entrada para algunos patógenos causantes de enfermedades. En el cultivo se presentan dos tipos de trips, el de la cebolla y el occidental de las flores.

Trips de la Cebolla (*Thrips tabaci* Lindeman): pertenecen al orden Tysanoptera. Los huevecillos son principalmente de un color blanco y elíptico. Los trips adultos son alados, de un color amarillo a ligeramente café, con una pigmentación gris en los ojos y sus antenas presentan siete segmentos; llegan a medir hasta 1 mm de longitud; son muy activos y vuelan rápidamente cuando se les disturba. Las ninfas carecen de alas y son de color blanco a amarillo pálido. Las prepupas y pupas son de color amarillo o café. Ambos se alimentan de la savia que obtienen cuando raspan las hojas jóvenes del cultivo, al que pueden llegar a afectar severamente, (Mena, 2006).

Esta plaga completa su ciclo biológico en 16 días, si la temperatura media es de 25°C y en 11 días si es de 30 °C, por lo que se pueden presentar varias generaciones de esta plaga durante el ciclo de cultivo del ajo. En otros estudios se ha determinado que la temperatura umbral de desarrollo de esta plaga es de 11.5 °C y se requieren 78 a 112 unidades calor para que se desarrolle el huevecillo, 100.2 unidades calor para el desarrollo desde la fase larvaria hasta el adulto; en total el tiempo generacional sería de 179.6 unidades calor.

Trips Occidental de las Flores (*Frankliniella occidentalis* Pergande) son insectos que en su estado adulto son alados y miden aproximadamente 1 mm, poseen un color amarillo a ligeramente café, presentan setas prominentes en la parte anterior del pronoto y entre los ocelos que manifiestan una pigmentación roja; sus antenas muestran ocho segmentos, (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 1998; Mena, 2006; Orloff, *et al.*, 2008).

Los huevecillos se encuentran al interior del tejido. Al emerger las larvas quedan protegidas contra la aspersion de insecticidas en las yemas florales o vegetativas (en el cogollo de las plantas de ajo o cebolla) de acuerdo a lo citado por Zitter, *et al.*, (1989).

Ácaros

Los ácaros han tomado una gran importancia debido a los daños generados en el cultivo, debido que atacan principalmente al follaje y bulbo del ajo en campo o en bodega generando pérdidas. Se mencionan varios géneros como lo son *Rhizoglyphus spp*, *Tyrophagus spp* y *Eriophyes tulipae Keifer*. En el estado de Guanajuato se tiene un registro del año 2001, donde hubo pérdidas de 10 millones de pesos debido al ataque de ácaros. Los ácaros de esta especie tienen el cuerpo robusto, lustroso, de color blanquecino, miden de 0.5 a 0.9 mm de largo, tienen cuatro pares de patas esclerotizadas y fuertes que le permiten movilidad en el suelo. Poseen aparato bucal raspador chupador lo que le permite desgarrar los tejidos para alimentarse de las mismas secreciones y de esta manera provocar la entrada de patógenos a través de esas heridas de alimentación, aunque también pueden alimentarse de restos vegetales en descomposición y de hongos. Los bulbos o dientes infestados con el ácaro se vuelven principalmente flácidos y difícilmente emiten la punta de crecimiento vegetativo, que daría origen a una nueva planta de ajo y en consecuencia un bulbo de ajo. (Venegas, *et al.*, Martínez, 2006; Orloff *et al.*, 2008).

Pudrición Blanca

Esta enfermedad se presenta en casi todos los sitios de producción del país debido que es la principal enfermedad que afecta al cultivo de ajo. Al presentarse esta enfermedad ha llegado a generar pérdidas de hasta el 80 % es causada por el hongo *Sclerotium cepivorum*, Berk además puede presentar en cultivos como lo son en cebolla, el poro, el ajo chalote, el cebollín entre otros. en el estado de zacatecas en un 93% de las parcelas, que dedican el espacio al cultivo de ajo presentan esta infestación. La enfermedad se caracteriza por mostrar un moho blanco alrededor y encima del bulbo, ocasionalmente sobre raíces y cuello de las plantas, que después de cierto tiempo, aparecen pequeñas esferas, negras y rugosas, de alrededor de 0.3 a 0.55 mm de diámetro. Estas esferas son las estructuras de resistencia y diseminación del hongo, son llamadas esclerocios, las cuales le sirven para diseminarse dentro de una parcela y a grandes distancias a través de varios ciclos de cultivo, (Velásquez y Medina, 2004).

Pudrición por Fusarium

La pudrición por Fusarium es originada por el hongo *Fusarium spp*, el cual se han registrado pérdidas de hasta un 40 % de los bulbos en el campo, el hongo puede generar pudrición en la semilla y/o síntomas en plantas adultas como lo es deformación, amarillamiento y necrosis de las hojas. En la parte de la raíz o zona radicular presenta una coloración café oscura a rojiza. El hongo puede diseminarse mediante las partículas del suelo, el agua excedente del riego y por parte de la semilla, (Velásquez y Medina, 2004).

Pudrición por Penicillium

Esta enfermedad es causada por el hongo *Penicillium spp*, el hongo puede generar daños muy significativos como lo es la disminución del porcentaje de brotación en la semilla de ajo, clorosis, achaparramiento y debilidad en las plantas. La principal fuente de dispersión de este hongo es propiamente la semilla al momento de sembrar, la infestación es más severa bajo condiciones de humedad muy altas, presencia de lloviznas y siembras tardías, (Velásquez y Medina, 2004).

Pudrición por Nematodos

El ataque de esta plaga es principalmente originada por el nematodo *Ditylenchus dipsaci* Kúhn, no solo afecta a cultivos como ajo, o cebolla, si no a de igual a otros cultivos, principalmente afecta la semilla de ajo, pero en plantas adultas se aprecia más sus daños debido a que la planta presenta amarillamiento, poco vigor, un tallo engrosado, el follaje se engrosa, en el bulbo se puede mostrar un abultamiento y rompimiento de raíces. Esta plaga puede vivir en el suelo, en tejidos secos de cebolla o ajo, maleza y se puede diseminar por la semilla o materia seca contaminada incluso es diseminada debido por la maquinaria, usada principalmente en parcelas contaminadas, (Velásquez y Medina, 2004).

Mancha purpura

Esta enfermedad es provocada por el hongo *Alternaria porri* (Ellis) Ciferri. Los síntomas principales de la enfermedad aparecen como un gran número de pequeños puntos blanquecinos que se desarrollan concéntricamente (como un tablero de tiro al blanco), luego de dos a cuatro días, estos puntos cambian a un color rojo vino hasta que finalmente aparece una coloración púrpura en su parte central y amarillenta o rojiza en el borde de la lesión.

Las condiciones que favorecen y propician el desarrollo de la enfermedad, son la presencia de lluvias, rocío persistente, más de 90% de la humedad relativa y temperaturas de 25 a 27°C. Al parecer una humedad relativa superior a 90% es necesaria para que ocurra en consecuencia una esporulación significativa, pero se requieren al menos 15 horas de rocío para que los conidios estén completamente maduras y que causen las lesiones típicas de la enfermedad, (Delgadillo, 2000).

Enfermedades Provocadas por Virus

La mayoría de los virus reportados o encontrados en el cultivo de ajo son transmitidos mecánicamente o principalmente por pulgones. Algunos de los síntomas más comunes, incluyen la aparición de franjas amarillas en las hojas o deformaciones de las mismas, enanismo, enrollamiento, (Pérez y Rico, 2004; Pérez – Moreno *et al.*, 2006).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Sitio experimental

El trabajo de investigación se estableció, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en la ciudad de Saltillo, Coahuila georreferenciado a 25°, 21', 08.3'' latitud norte y 101°, 01', 56.3'' longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1785 m.s.n.m.

3.2 Caracterización climáticas y edáficas del sitio experimental

Temperatura. El régimen de temperaturas promedio que impera en el sitio experimental, oscila entre los 18° C y 22° C, con presencia regular de temperaturas mínimas de -2° y una mínima histórica de -18° C y temperaturas máximas de un promedio de 38° C, con una máxima histórica de 42° C.

Precipitación. La precipitación media anual es de 400 mm con irregularidad en la presencia de las lluvias, por lo que se le puede considerar un clima semiseco.

3.3. Suelo

El suelo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), se consideran alcalinos y debido a los altos niveles de Calcio contenidos en el suelo. Se realizó un análisis de suelo con el respectivo protocolo de muestreo el que arrojó los siguientes datos. En el estado de Coahuila, se han encontrados diferentes tipos de suelo como lo son:

Xerosol. Suelos de color claro, ricos en carbonatos y pobres en materia orgánica.

Regosol. Es susceptible a la erosión, presenta parecido a la roca que dio origen.

Feozem. Suelo rico en materia orgánica y nutrientes

Cuadro 3.1. Análisis de suelo del sitio experimental, realizado en Fertilab.

Propiedades físico-químicas del suelo	Valor	Unidades
Tipo de suelo	Franco arcilloso	Unidades
CC	20.25	%
PMP	15.2	%
DENSIDAD	1.09	g/cm ³
pH	8.52	
Carbonatos	59.6	%
MATERIA ORGÁNICA	4.03	%
N. INOGANICO	29.27	ppm
P -OLSEN	99.8	ppm
K	529	ppm
Ca	3718	ppm
Mg	309	ppm
S	1.54	ppm
B	0.97	ppm
Fe	1.98	ppm
Mn	1.14	ppm
Zn	6.37	ppm
Cu	1.27	ppm

3.4. Material vegetativo.

El material vegetativo usado en el experimento, es la variedad Pro- bajo. Con una clasificación de semilla de tercera. Se seleccionó en una criba para semilla de ajo. La criba mide 8 milímetros, lo que corresponde a dientes de 1 cm a 2.5 cm. Variedad que produce dientes de color blanco, con un gran número de dientes por bulbo. Presenta hojas muy largas y un color verde pálido. Con altura de 70 cm y una duración de siembra a cosecha de 180 a 200 días, (SARH, 1994).

3.5. Preparación del terreno

Para la preparación del terreno y poder establecer el presente trabajo de investigación, fue necesario un paso de rastra para eliminar malezas y para descompactar el terreno, además de la recolección de desechos restantes en las orillas del predio, las malezas de mayor tamaño fueron retiradas con ayuda de un rastrillo. Esto con la finalidad de mejorar la estructura del suelo, para obtener un

riego uniforme y desarrollo de las raíces de la planta, al mejorar las propiedades físicas del suelo como lo son la porosidad y aireación del suelo.

3.6. Establecimiento de la parcela experimental

Se trabajó en un surco de 36 metros de largo y una separación entre surcos de 80 cm, con dos hileras de dientes de ajo cada surco. Se sembró de manera manual con una distancia entre dientes de 10 cm. La distancia entre hileras fue de 15 cm. Se sembró en un suelo totalmente seco, luego se instaló una cintilla calibre 5,000 de 0.9 lph (Litros por hora,) con distancia entre emisor de 10 cm.

3.7. Siembra

La siembra del presente trabajo de investigación, se realizó con semillas del calibre número 3, con la fecha del 18 de septiembre del año 2019 con el siguiente arreglo topológico; distancia entre plantas 10 cm, distancia entre hileras 15 cm, distancia entre surcos de 80 cm, dando como resultado 20 plantas por metro lineal y 250,000 plantas por hectárea. Con una profundidad de siembra máxima a 2 cm.

3.8. Fertilización

La fertilización se realizó mediante el uso de los datos que arrojó el análisis de suelo, lo que dio como resultado la fórmula de fertilización que se aplicó de acuerdo a cada uno de los tratamientos. Los fertilizantes que se utilizaron fueron los siguientes:

3.8.1. Fórmula con influencia vegetativa

Urea (46-00-00)

Ácido Sulfúrico (p. 98% Da: 1.7 cc)

Ácido Bórico (14.9 %)

Sulfato de Hierro (19% Fe, 11% S)

Sulfato de Manganeso (32% Mn, 19% S)

Sulfato de Zinc (35.5 % Zn, 17.40 % S)

Sulfato de Cobre (25.45% Cu, 12.61% S)

3.8.1. Formula con influencia reproductiva

Urea (46-00-00)

Nitrato de Calcio (15.5 % N, 26.5 % Ca)

Ácido Sulfúrico (p. 98% Da: 1.7 cc)

Ácido Bórico (14.9 %)

Sulfato de Fierro (19% Fe, 11% S)

Sulfato de Manganeseo (32% Mn, 19% S)

Sulfato de Zinc (35.5 % Zn, 17.40 % S)

Sulfato de Cobre (25.45% Cu, 12.61% S)

3.9. Riego

Los riegos en el cultivo se efectuaron de acuerdo a sus necesidades y la etapa fenológica que se encontraba el cultivo. Importante mencionar que en los días de lluvia se posponía el riego, una frecuencia de riego que se utilizó en el presente trabajo fue cada tercer día.

Los riegos duraron aproximadamente 12 horas debido que no se contemplaba con un caudal adecuado para llevar a una efectividad en el sistema de riego.

3.10. Control de plagas y enfermedades

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, se identificó la plaga conocida como arañita roja (*Tetranychus urticae*), la cual fue tratada con abamectina, con una dosis de 0.5 ml/Litro, Además se presentaron trips (*Frankliniella occidentalis*), con el mismo producto, misma dosis.

En cuanto a patologías, no se registró alguna, ya que el periodo del cultivo se mantuvo con bajas humedades relativas y pocas lluvias. La solución nutritiva en una formula completa dio resultado a dar resistencia a enfermedades.

En el presente trabajo de investigación se manifestó el virus de enanismo amarillo de la cebolla en algunas plantas de ajo. Algunas plantas de igual manera presentaron posibles indicios de virus debido a la deformación y/o exceso de vigor en las plantas.

3.11. Preparación de soluciones madre

La preparación de soluciones madre constó de 15 soluciones, para satisfacer cada uno de los nutrientes requeridos, en los niveles deficitarios que se presentaron en análisis de suelo. (Ver análisis de suelo realizado previo a la realización del presente trabajo en el cuadro 7).

3.11.1. Formula con influencia vegetativa

Solución madre 1

Urea (46-00-00) se agregaron 290 g*L-1

Solución madre 2

Ácido sulfúrico (p: 98%, Da: 1.7cc) se agregaron 55 ml*L-1

Solución madre 3

Ácido bórico (14.9%) se agregaron 6 g*L-1

Solución madre 4

Sulfato de fierro (19 % Fe, 11% S) se agregaron 369 g*L-1

Solución madre 5

Sulfato de manganeso (32% Mn, 19% S) se agregaron 83 g*L-1

Solución madre 6

Sulfato de zinc (35.5% Zn, 17.40 % S) se agregaron 7 g*L-1

Solución madre 7

Sulfato de cobre 25.45 % Cu, 12.61%S) se agregaron 3 g*L-1

3.11.2. Formula con influencia reproductiva

Solución madre 8

Urea (46-00-00) se agregaron 136 g*L-1

Solución madre 9

Nitrato de calcio (15.5 % N, 26.5% Ca) se agregaron 277 g*L-1

Solución madre 10

Ácido sulfúrico (p: 98%, Da: 1.7cc) se agregaron 42.35 ml*L-1

Solución madre 11

Ácido bórico (14.9%) se agregaron 6 g*L-1

Solución madre 12

Sulfato de fierro (19 % Fe, 11% S) se agregaron 281 g*L-1

Solución madre 13

Sulfato de manganeso (32% Mn, 19% S) se agregaron 82 g*L-1

Solución madre 14

Sulfato de zinc (35.5% Zn, 17.40 % S) se agregaron 9.3 g*L-1

Solución madre 15

Sulfato de cobre (25.45 % Cu, 12.61%S) se agregaron 2.7 g*L-1

3.12. Preparación final de soluciones nutritivas

La preparación de soluciones nutritivas se realizó en base a cada uno de los tratamientos aplicados en el experimento y su respectiva fórmula nutricional, la que se expresa en el siguiente cuadro número 8. La preparación final constó en aplicar la cantidad de 3 litros de agua para aplicar a cada repetición de cada tratamiento 1 litro y su respectiva cantidad de solución madre, correspondiente a cada una de la influencia y la capacidad de extracción de acuerdo a cada tratamiento usada en el trabajo de investigación.

Cuadro 3.2. Dosis de las cantidades de fertilizante aplicado en el experimento.

Tipo de influencia en la nutrición	Kg de fertilizante/Ha/año	Dosis (cc/3L)
Vegetativa	0	0
Vegetativa	500	3
Vegetativa	1000	6
Vegetativa	1500	9
Vegetativa	2000	12
Reproductiva	0	0
Reproductiva	500	3
Reproductiva	1000	6
Reproductiva	1500	9
Reproductiva	2000	12

3.13. Cosecha y postcosecha

El día 3 de mayo del 2020 inicio la cosecha, donde se cosecharon 20 plantas por metro lineal, y/o por unidad experimental, se realizó de forma consecutiva, ya que se evaluaron todos los ajos. Posteriormente se dejó un día de curado del ajo, el cual consistió en sacar los ajos del suelo y exponerlos a la luz del día.

Se eliminó la parte área foliar dejando como máximo un 1 cm de esta área y también se eliminó la parte de la raíz (Rebotado) para luego colocarlos en sus respectivas etiquetas.

Se guardaron dentro de una bodega, evitando que se viera afectados por algún factor como lo es la lluvia o el calor y luego del transcurso de algunos días se realizó la medición de cada una de las variables consideradas y posterior evaluación.

3.14. Diseño experimental

El presente diseño experimental empleado bloques al azar con arreglo factorial, debido a que en el campo no tenían condiciones de homogeneidad (campo abierto), las condiciones que el suelo presenta eran heterogéneas, se utilizó un arreglo factorial AXB (2X5) dando origen a 10 tratamientos, con 3 repeticiones cada uno, obteniendo un total de 30 unidades experimentales.

Los presentes datos obtenidos por las mediciones se analizaron con el paquete estadístico SAS ® (Statistical Analysis System), de la North Carolina State University. Se utilizó la prueba de medias de Tukey con un nivel de P= 0.05.

3.15. Modelo estadístico

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + r_k + \varepsilon_{ijk}.$$

Donde.

μ = Media general de los tratamientos.

α_i = Capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas.

β_j = Tipo de nutrición con influencia vegetativa, reproductiva.

$\alpha\beta_{ij}$ = Respuesta de la interacción de las capacidades de extracción de fertilizantes por las plantas con el tipo de nutrición con influencia vegetativa y reproductiva.

r_k = Influencia de las repeticiones.

ε_{ijk} = Error experimental.

3.16. Descripción de factores

Factor A (tipo de influencia en la nutrición)

Las fórmulas de nutrición corresponden a efectos diferentes, con su identificación correspondiente y su numeración, fueron las siguientes.

A₁= Vegetativo

A₂= Reproductivo

Donde A₁ corresponde a un tipo de fertilización con una influencia vegetativa mientras, que A₂ está influenciado por un tipo de fertilización con una influencia reproductiva.

Factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas)

Las capacidades de extracción de fertilizantes por las plantas de macronutrientes y micronutrientes son las siguientes:

B₀= 0 Kg de fertilizante/Ha/año.

B₁= 500 Kg de fertilizante/Ha/año.

B₂= 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año.

B₃= 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año.

B₄= 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año.

3.17. Variables medidas y forma de medición

Diámetro Medio del bulbo (DMB)

La medición del diámetro del bulbo se realizó con un vernier digital. Los datos en las mediciones se obtuvieron en cm, la forma de la medición fue en el diámetro ecuatorial, en la parte más uniforme, el dato final para ser emitido a evaluación, es producto de una media, en virtud de que se tomaron dos datos por bulbo.



Figura 3.17.1. Forma de medición de la variable, Diámetro Medio del bulbo.

Numero de Dientes por ajo (ND)

El número de dientes por bulbo se realizó al cuantificar, el número de dientes que componían a cada cabeza, y el conteo se realizó, en tres cabezas de ajo por unidad experimental, en donde se obtuvo un valor medio, el que fue sometido a evaluación.



Figura 3.17.2. Conteo del número de dientes por bulbo.

Peso Medio del bulbo (PMB)

El peso del bulbo se realizó al medir cada uno de los ajos de cada tratamiento, se realizó con una báscula granataria, los datos se registraron en gramos.



Figura 3.17.3. Forma de medición de la variable, Peso Medio del bulbo.

Peso Medio de Dientes por Bulbo. (PMB)

El peso de los dientes de ajo se realizó, una vez cuantificados estos, se pesaron tres dientes de cada bulbo, cada uno por separado, registrando el dato en gramos.



Figura 3.17.4. Forma de realizar la medición del Peso de dientes del bulbo en gramos.

Ajo bombón

El ajo bombón se registró de acuerdo a la frecuencia que se encontraba en cada tratamiento y a su respectiva repetición. El cual se registró en porcentaje en las diferentes capacidades de extracción de fertilizantes por las plantas y por su tipo de influencia en, la nutrición.



Figura 3.17.5. Imagen de un ajo bombón. Se observa que no logro una óptima bulbificación. (Se observan las catafilas desarrolladas).



Figura 3.17.6. Diferenciación de un bulbo en una óptima bulbificación (izquierda) y un ajo bombón (derecha).



Figura. 3.17.7. Cabezas de ajo, donde se observa un tallo floral al realizar un corte transversal en el bulbo por la mitad. (Practica en campo desarrollada por los productores).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos para cada una de las variables consideradas en la presente investigación, se reportan en el Cuadro 4.1, en el que se encuentran las Fuentes de Variación (FV), los grados de libertad (GL) que posee cada factor y sus combinaciones, se reportan los valores de cuadrados medios y se reporta la respuesta estadística y con significancia.

Cuadro 4.1. Concentración de datos de cuadrados medios, para las variables estudiadas.

FV	GL	DMB	N.D	PMA	PMD
A	1	0.00009 ^{NS}	0.03346 ^{NS}	0.06778 ^{NS}	0.35208 ^{NS}
B	4	0.10160 ^{NS}	1.11108 ^{NS}	98.26475**	0.06507 ^{NS}
AXB	4	0.1929 ^{NS}	2.64421 ^{NS}	14.25521 ^{NS}	0.24193 ^{NS}
ERROR	20	0.03147	1.47002	21.24837	0.66521
CV (%)		3.004	8.694	6.135	11.866

FV=Fuentes de Variación, GL= Grados de libertad, DMB= Diámetro Medio del Bulbo, ND= Número de Dientes/Ajo, PMA= Peso Medio de Ajos, PMD= Peso Medio de Dientes, CV= Coeficiente de Variación, NS= no significancia, *= significativo, **= Altamente significativo.

Diámetro Medio del Bulbo (DMB)

Es una variable importante desde el punto de vista económico y agronómico. De acuerdo a la opinión del consumidor, este los prefiere grandes debido a que cuenta con un menor número de dientes y estos en consecuencia tienen un mayor tamaño, lo que facilita su manejo en la cocina. Considerando la importancia agronómica, se prefieren también dientes grandes en la siembra, debido principalmente a que esta variable está relacionada con el tamaño de las cabezas de ajo, dientes grandes dan origen a cabezas de mayor tamaño y de mayor valor comercial, que cuando se

utilizan dientes pequeños que dan origen a cabezas pequeñas y en consecuencia con poco valor comercial.

El diámetro del bulbo es importante debido que influye directamente en el rendimiento y calidad en ajos cosechados. Además, que cumplen con mayores estándares fitosanitarios, que están mejor cubiertos por sus túnicas exteriores del bulbo. En la cosecha se deben escoger bulbos con diámetros grandes, con buena forma y sanos, para garantizar un buen rendimiento y calidad en la cosecha, de lo contrario si se usan en la siembra diámetros pequeños, deformes o escobeteados se reducirá notablemente el rendimiento.

Al analizar los datos obtenidos se encontró en el factor A (tipo de influencia en la nutrición), vegetativa y reproductiva, una respuesta estadística no significativa. Lo que indica que ambos tipos de fertilización, ejercen una influencia mínima sobre esta variable, cuando se utilizó una fórmula con influencia reproductiva los resultados fueron muy semejantes a los obtenidos, cuando se utilizó una fertilización con influencia vegetativa, con valores de 5.91 cm y 5.92 cm respectivamente.

Con respecto al factor B, (Capacidad de extracción de fertilizante por las plantas) en esta variable, se encontró una respuesta no significativa lo que indica que no existe diferencia estadística entre las diferentes capacidades de extracción de fertilizantes por las plantas con respecto al testigo.

Cuando se empleó la capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año fue menor que el de testigo en un 3.42%, lo mismo que en la capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año que fue menor que el testigo en un 1.32% mientras que cuando se utilizaron capacidades de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año y 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año superan al testigo con valores de 1.97% y 0.88%, (ver figura 4.1). Esto en principio se explica, porque el suelo en el arranque del cultivo reportaba niveles de fertilidad adecuados para un cultivo de ajo, altos para Fosforo (99.8 ppm), Potasio (529 ppm), Calcio (3718 ppm), Magnesio (309 ppm), Manganeso (1.14 ppm), Zinc (6.37 ppm), Cobre (1.26

ppm), y solo ligeramente deficiente para nitrógeno (29.2 ppm) y con deficiencia para Hierro (1.98 ppm). (Ver análisis de suelo en el cuadro 7, realizado previo a la realización del presente trabajo).

Es importante destacar que la adición de fertilizantes suplementarios, quizás se pueda considerar innecesario por obtenerse resultados semejantes, sin embargo, se hace necesario la suplementación de los fertilizantes, con la finalidad de no perder los niveles de fertilidad en el suelo, suplementándolos en tal cantidad que no supere los 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, con la finalidad de no restarle viabilidad al proyecto productivo. Con respecto a la interacción entre factores, se encontró una diferencia estadística no significativa, lo que indica que estos factores muestran un comportamiento independiente entre ellos.

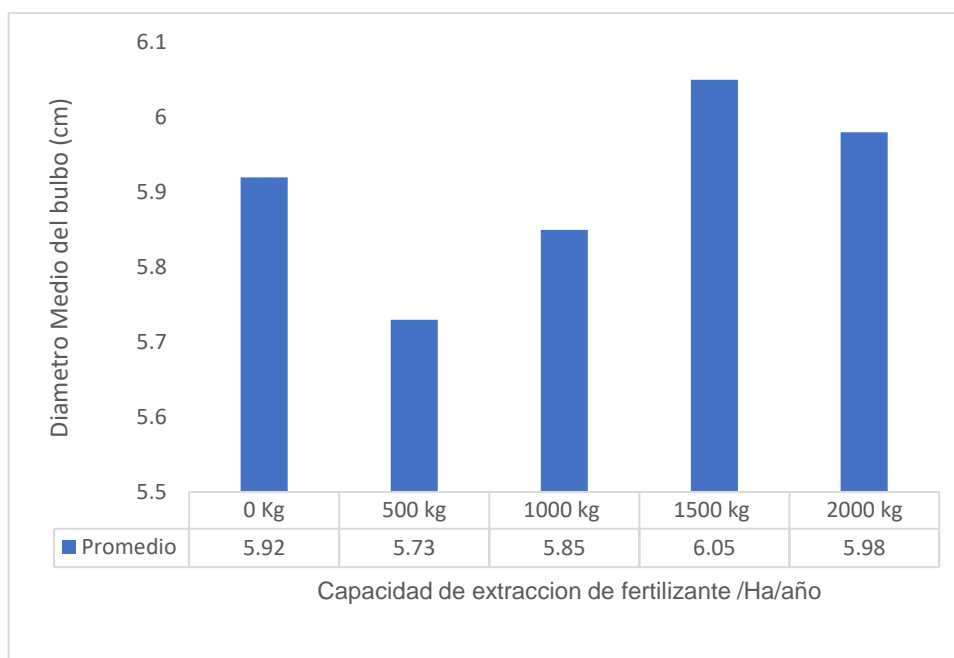


Figura. 4.1. Respuesta de la capacidad de extracción con respecto al tipo de influencia de la fórmula de fertilización (Vegetativa y Reproductiva), sobre la variable Diámetro Medio del bulbo.

Haciendo un análisis comparativo de la capacidad de extracción de fertilizante por las plantas, en cada uno de los tipos de influencia en la nutrición empleada, se encontró lo siguiente. Para la fertilización con influencia vegetativa, se

encontró que la capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año y la de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año reportan valores menores que el testigo en un porcentaje menor al 2%, mientras que la capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año y la de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año reportan valores superiores al testigo en valores cercanos al 2%, (ver figura 4.2).

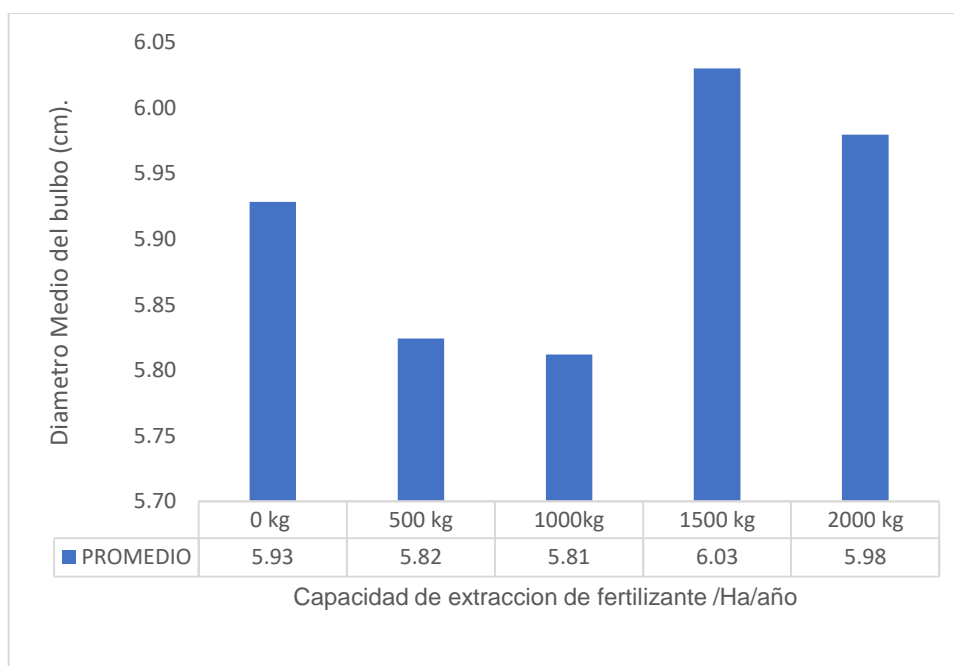


Figura 4.2. Influencia del tipo de fertilización vegetativa sobre la variable Diámetro Medio del bulbo.

Con respecto al criterio de fertilización con influencia reproductiva, se encontró que las capacidades de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año y el de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, reportan valores menores al testigo del 5.1% y 0.68% respectivamente mientras que las capacidades de extracción de 1,500 kg/ha/año de fertilizante y 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, reportan valores superiores al testigo de 2.24% y de 2.13% respectivamente, (ver figura 4.3).

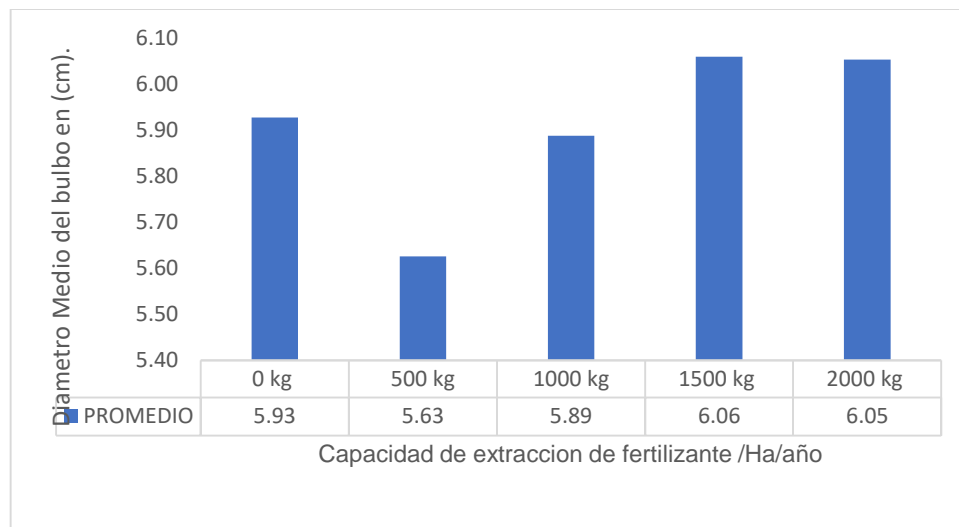


Figura 4.3. Influencia del tipo de fertilización reproductiva, sobre la variable Diámetro Medio del bulbo.

Al observar el coeficiente de variación (CV) se registra un valor de 3.00 %, que es un valor bajo, lo que indica confiabilidad en los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación.

Numero de Dientes por ajo (ND)

El número de dientes es una variable importante, en el comercio nacional e internacional y además en el terreno agronómico. El número de dientes por bulbo ha sido de gran importancia debido a que en el mercado de exportación no acepta bulbos con más de 15 dientes. El consumidor final ha determinado que prefiere dientes más grandes, desde 8 a 12 dientes por bulbo, las personas prefieren dientes más grandes por una mejor manipulación de estos, en el uso de estos en la cocina, (Macías, *et al.*, 2000).

Desde el punto de vista agronómico, existe una clasificación de tamaño de diente como lo son grande, mediano, chico y rezaga, recomiendan utilizar para la siembra, el uso de dientes grandes y medianos para obtener en consecuencia buenos diámetros de bulbos y tamaños de dientes. Esta variable es importante porque influye directamente sobre el rendimiento y calidad de cosecha. Es importante comentar que en la siembra la cantidad de semilla a utilizar está

relacionada directamente, con el tamaño de diente, variedad y densidad de población. (Valenzuela y Col, 2012). Al analizar el cuadro de concentración de datos de cuadrados medios, para el factor A (tipo de influencia en la nutrición), vegetativa y reproductiva, se encontró una respuesta estadística no significativa, lo que indica que el tipo de influencia en la fertilización, no influye o ejerce una influencia mínima en esta variable, al usar el tipo de nutrición con una influencia vegetativa los resultados fueron muy semejantes a los obtenidos en comparación, que cuando se utilizó un tipo de nutrición con influencia reproductiva, con valores de 13.98 cm y 13.91 cm respectivamente.

Para el factor B, (Capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas), con respecto a esta variable, se encontró una respuesta no significativa lo que indica que no existe diferencia estadística significativa entre las diferentes capacidades de extracción con respecto al testigo. Cuando se utilizó en la fertilización la capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, se encontró un valor superior respecto al testigo con un 3.25%, al igual que las capacidades de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año y la de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año con valores de 4.77% y 4.88% respecto al testigo, mientras que la capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, se encontró con un valor menor en un 4.63 % respectivamente, (observar figura 4.4)

Esta variable, se explica que el material vegetativo utilizado en el presente trabajo se caracteriza por contar con un gran número de dientes por bulbo por lo que es de esperar un valor alto en esta variable. Esto se atribuye que al aumentar las dosis de Nitrógeno aumenta la biomasa en la planta, además que esta variable (número de dientes) está influenciada por la fecha de siembra, debido que el calor puede interferir principalmente en fase de diferenciación de bulbo, como lo son los meses de marzo, abril. (Valenzuela y Col, 2012).

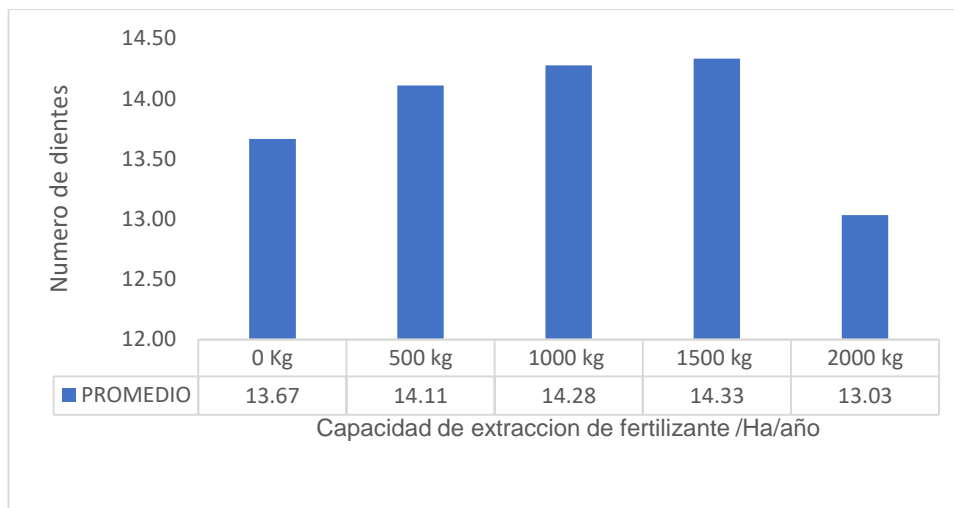


Figura 4.4. Respuesta de la capacidad de extracción con respecto al tipo de fertilización (vegetativa y reproductiva) sobre la variable Numero de Dientes (ND).

En el trabajo de investigación, la emergencia del escapo floral se originó a partir del día 12/Marzo/2020 en las capacidades de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año y 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año en las tres repeticiones, cuando se aplicó un tipo de nutrición con influencia vegetativa, permitió que llegaran a una madures fisiológica en un menor tiempo, con respecto a la capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, que tardo más tiempo en emitir el escapo floral. Es importante comentar, que la floración en el cultivo de ajo se favorece en ausencia o deficiencia de nitrógeno, o bien niveles bajos. El adicionar la fertilización con dosis bajas de microelementos y en fechas tempranas de siembra son factores dependientes, debido a que la planta, produce una mayor cantidad de reservas y metabolitos, lo que genera que la planta llegue a una madurez fisiología adecuada, mientras que al adicionar o mantener en un estrés nutricional favorece a la emergencia del tallo floral en un menor tiempo, por otro lado el usar fechas de siembra tardías, es favorable para que la planta no genere una gran cantidad de dientes, lo que esto es favorable para el mercado de exportación.(Dávila, 2021).

En la interacción entre factores se encontró, una diferencia estadística no significativa lo que indica que estos factores muestran un comportamiento independiente entre ellos.

Al hacer un análisis comparativo, de la capacidad de extracción de fertilizante en cada uno de los tipos de nutrición empleada, se encontró lo siguiente (observar figura 4.5), para la fertilización con una influencia o respuesta vegetativa se encontró que la capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año se registraron valores semejantes, no hubo una diferencia porcentual importante, mientras que cuando se utilizó una capacidad de extracción las de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año y la capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año se reportan valores superiores del 9.76% en ambas capacidades de extracción de fertilizante. En la capacidad de extracción de 2.000 Kg de fertilizante/Ha/año se reporta un valor menor en 8.12% respectivamente.

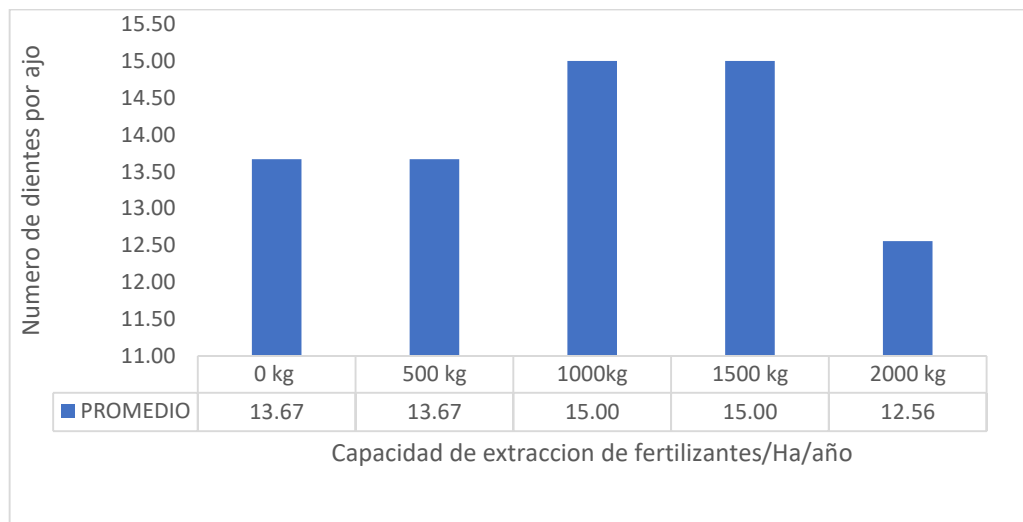


Figura 4.5. Influencia del tipo de fertilización vegetativa sobre el número de dientes por ajo.

Al evaluar la fertilización con influencia reproductiva se encontró que las capacidades de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año y la capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año muestran valores mayores al testigo en un 6.50% y 3.25% respectivamente. Mientras que en la capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año se reporta un valor menor, cercano al 1% con respecto al testigo, mientras que cuando se manejó capacidad la extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año se encontraron valores muy semejantes al testigo.

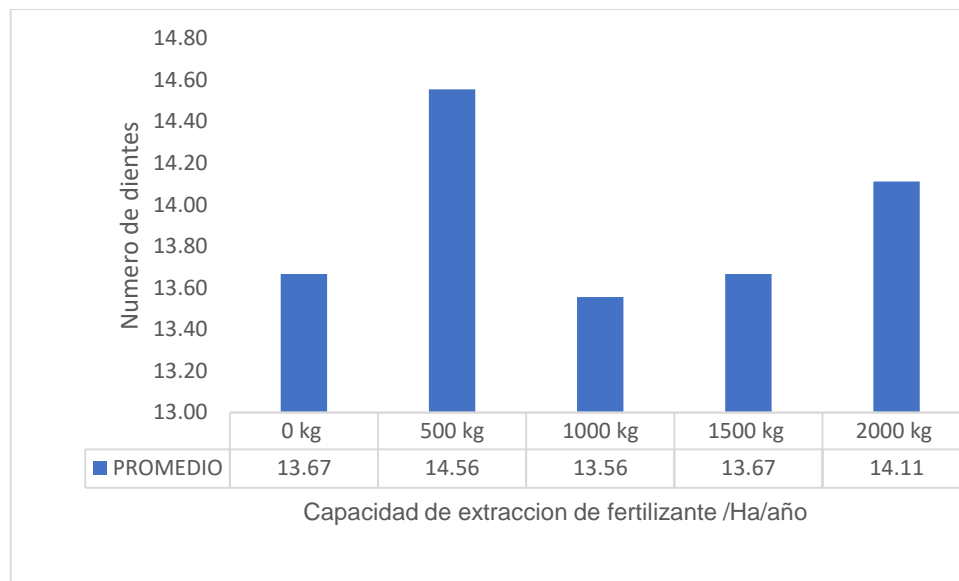


Figura 4.6. Influencia del tipo de fertilización reproductiva sobre el número de dientes por ajo.

Al revisar el coeficiente de variación (C.V), se encontró un valor de 8.69% que es un valor bajo, lo que indica confiabilidad en datos obtenidos en el presente trabajo de investigación.

Peso Medio del Bulbo (PMB)

Esta variable es la más importante para el productor y con más relevancia, ya que determina de una manera directa el rendimiento y en consecuencia la rentabilidad del cultivo de ajo. El peso del bulbo está relacionado básicamente con la calidad comercial y la producción de las variedades. En el ámbito agronómico, el rendimiento está directamente relacionado con la densidad de plantación, lo que es un factor determinante en la producción del cultivo de ajo.

Al analizar los datos obtenidos, se encontró para el factor A (tipo de influencia en la nutrición) vegetativa o reproductiva, una diferencia estadística no significativa lo que indica que los dos tipos de fertilización ejercen una influencia mínima sobre esta variable. Cuando se usó una fertilización vegetativa con una diferencia de valores de 75.8 g y 75.08 g respectivamente.

En cuanto al factor B (capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas), se encontró una respuesta estadística significativa lo que indica que existe diferencia estadística entre las diferentes capacidades de extracción estudiadas con respecto al testigo.

Cuando se utilizaron las capacidades de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año y la de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año se obtuvieron valores menores con respecto al testigo en un 11.48% y un 6.08% respectivamente, mientras que la capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año obtuvo un valor mayor con respecto al testigo de 1.34%, por otra parte, la capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año muestra un valor menor de 2.18% respecto al testigo (ver figura 4.7)

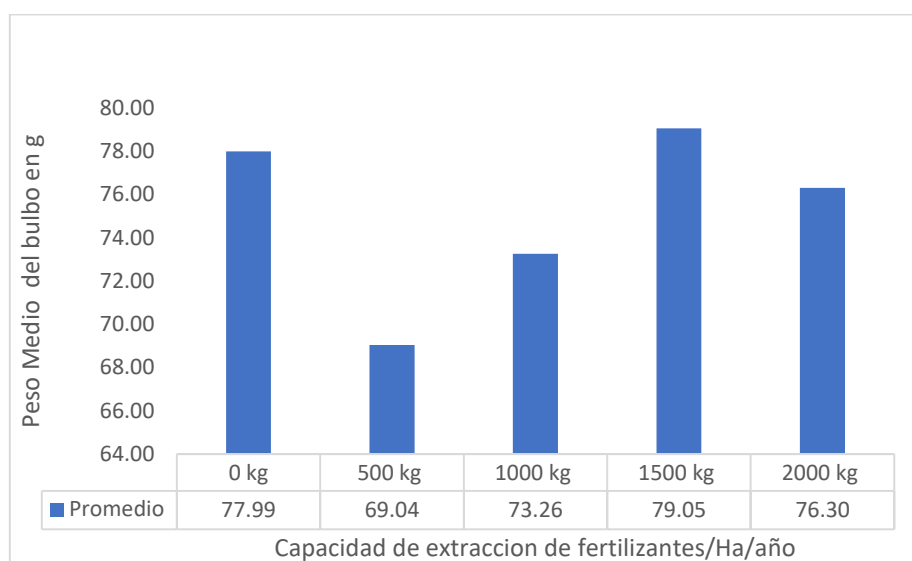


Figura. 4.7. Respuesta de la capacidad de extracción con respecto al tipo de influencia de la fórmula de fertilización (Vegetativa y Reproductiva), sobre la variable Peso Medio del bulbo.

Esto se explica que, en un principio, se tuvo un suelo altamente fértil, en cada uno de los nutrientes necesarios, algunos de los elementos altos en los niveles del suelo son Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Zinc, Cobre y en deficiencias se ubicaron a los elementos Nitrógeno y Hierro. (Ver análisis de suelos previo a la realización de presente trabajo de investigación), esto permite que el cultivo de

ajo se desarrolle de una manera óptima. Es importante comentar, que se suplementaron los fertilizantes para no afectar o agotar la fertilidad del suelo y además verse afectada en consecuencia la rentabilidad del cultivo, no superar la adición de fertilizantes en 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año.

Es importante comentar que, al usar dosis de Nitrógeno altas, se han registrado incrementos en los rendimientos, de acuerdo a lo citado por Gaviola, y Lipinski, (2004). La interacción entre factores (AXB), se encontró una diferencia estadística no significativa, lo que indica que el comportamiento entre estos factores es independiente.

El análisis comparativo entre las capacidades de extracción de fertilizante/Ha/año en cada una de los tipos de influencia de la fertilización, empleado en el presente trabajo, se encontró que en un tipo de nutrición con una influencia vegetativa, (ver figura 4.8), muestra que las capacidades de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año y la capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año arrojan valores menores respecto al testigo en un 8%, en cuanto a la extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año reporta un valor mayor de 0.61%, mientras que la capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año se encontró un valor menor de 3.38% respecto al testigo.

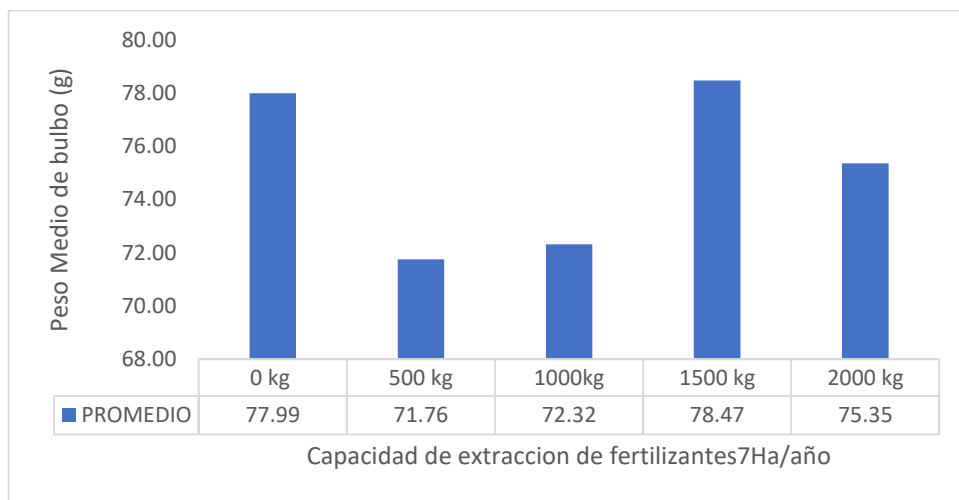


Figura 4.8. Influencia del tipo de fertilización vegetativa y capacidad de extracción de fertilizantes sobre el Peso Medio del bulbo.

En lo que respecta del empleo de la fertilización con una influencia reproductiva y sus respectivas capacidades de extracción se encontró, que las capacidades de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año y la de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año obtuvieron valores menores respecto al testigo en un 14.95 % y 4.08 % respectivamente, mientras que la capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año reporta un valor mayor de 2.107% respecto al testigo, la capacidad de extracción de 2.000 Kg de fertilizante/Ha/año arroja un valor menor en comparación al testigo cercano al 1%.

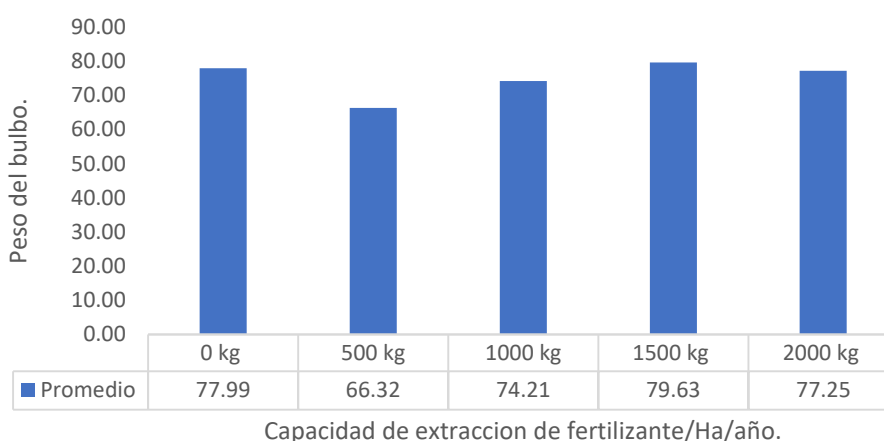


Figura 4.9. Influencia del tipo de fertilización reproductiva y capacidad de extracción de fertilizantes sobre el Peso Medio del bulbo.

Al analizar el cuadro de concentración de datos de cuadrados medios (Cuadros 4.1), se obtuvo un coeficiente de variación (CV) con un valor de 6.4%, que se considera bajo, los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación son confiables.

Peso Medio de Dientes (PMD)

Esta variable está directamente relacionada y de manera proporcional al tamaño del diente, en el comercio de exportación se requieren dientes grandes o de buen peso. Esta variable es interpretada, al ser un estimado de cosecha para el

rendimiento que alcanzo en la cosecha el cultivo de ajo por lo que está directamente relacionada con el peso de ajo.

En el ámbito agronómico en el proceso de la siembra se recomiendan utilizar bulbos grandes con dientes de tamaño grande y mediano, con la finalidad de que la emergencia del coleoptilo se produzca en un tiempo menos prolongado con bulbillos pequeños, en comparación con bulbos grandes.

Al analizar los datos obtenidos para el factor A (tipo de influencia en la fertilización), se encontró una respuesta estadística no significativa, lo que indica que no hay diferencia estadística entre tratamientos. Se encontró una influencia no significativa entre el tipo de influencia en la fertilización. Al interpretar los datos del tipo de nutrición con influencia vegetativa se encontró que fueron semejantes a la fertilización con una influencia reproductiva con valores de 6.76 g por diente y 6.98 g respectivamente, arrojando una mayor respuesta, aunque mínima, la fertilización con influencia vegetativa.

Para el factor B (capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas), se encontró que existe una diferencia estadística no significativa, lo que indica que no hay diferencia entre las capacidades de extracción con respecto al testigo. Al utilizar capacidades de 500 Kg de fertilizante/Ha/año y la de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año se registraron valores superiores al testigo en un 0.59 % y 1.40%, mientras que en la capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año, muestra un valor menor referente al testigo de 2.11%, en la capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año que registra un valor superior al testigo de 2.18%.

Esto se explica, porque al ir aumentando las dosis de fertilizante, se fue prolongando el tiempo para que se llegara a una madurez fisiológica, lo que se permitió la acumulación de más reservas y metabolitos que se acumularon en los dientes. Además, que es influenciado por las fechas de siembra debido a fechas

de siembra tempranas, producen más metabolitos y carbohidratos que le dan un mayor peso al diente, (Dávila, 2021).

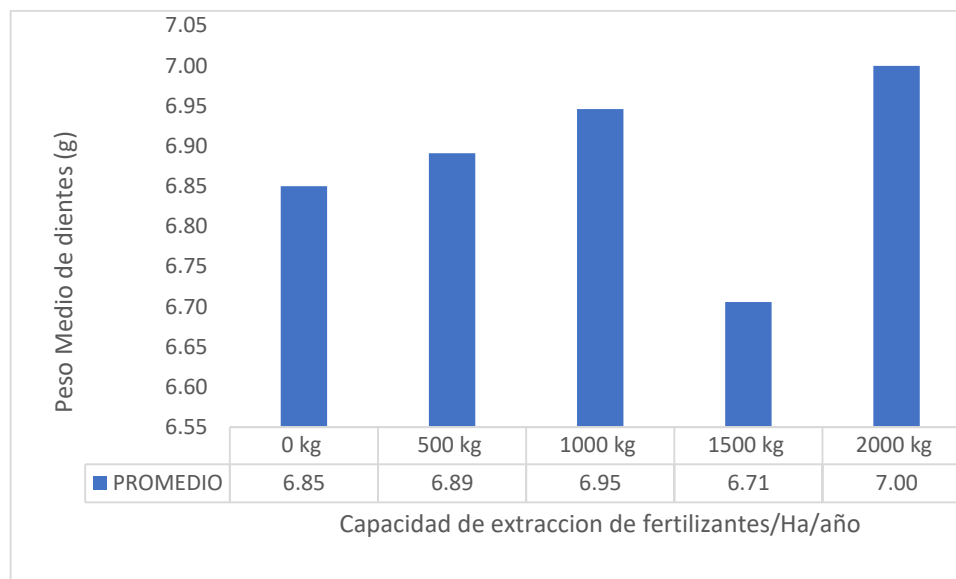


Figura. 4.10. Respuesta de la capacidad de extracción con respecto al tipo de influencia de la fórmula de fertilización (Vegetativa y Reproductiva), sobre la variable Peso Medio de dientes.

La capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año mostro un valor menor con respecto al testigo, esto se explica en parte la influencia de un antagonismo, debido a los altos niveles de Ca (3718 ppm) en el suelo, por lo que el contenido de Calcio en el suelo cuando se realizó el presente trabajo de investigación eran niveles de fertilidad considerados altos, por lo que no acumulo reservas necesarias el bulbo por la interacción de Nitrógeno-Calcio, explicado porque altas dosis de Nitrógeno generan mayores rendimientos y una mayor acumulación de biomasa, es conveniente comentar que para no afectar al proyecto de investigación se recomienda no sobre pasar la capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año con la finalidad de no alterar la producción y rentabilidad del cultivo.

En la interacción de factores (AXB), se encontró que hay una diferencia estadística no significativa, lo que indica que no existe una mínima influencia entre estos factores y en consecuencia muestran un comportamiento independiente.

En un análisis comparativo entre cada uno de las capacidades de extracción, sobre las dos tipos de influencia en la fertilización usada en el presente trabajo, se encontró que en una fertilización con influencia vegetativa para una capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año muestra un valor superior al testigo en un 4.46%, mientras que en las capacidades de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año y la de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año arrojan valores menores que el testigo en un 0.36% y 1.67%. En cuanto a la capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año se muestran valores superiores al testigo en un 7.09%.

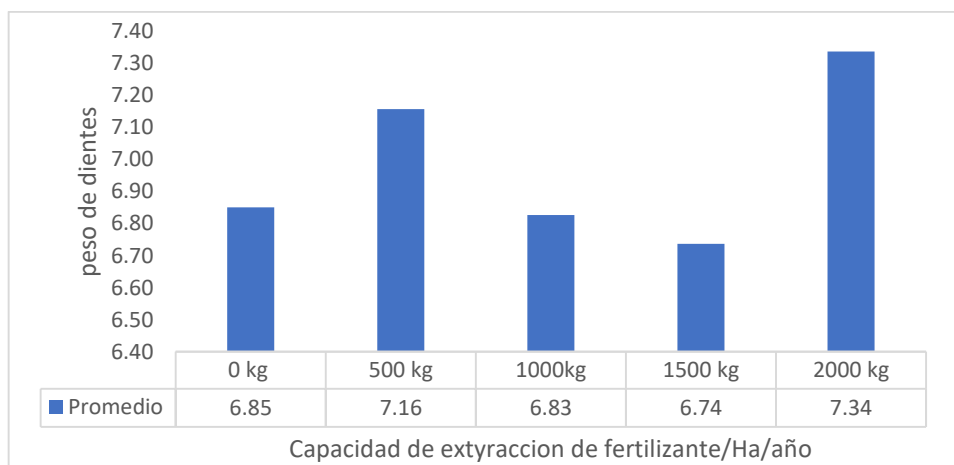


Figura 4.11. Respuesta del ajo al tipo de fertilización con influencia vegetativa y capacidad de extracción de fertilizantes sobre la variable el Peso Medio del diente.

En las capacidades de extracción con una influencia reproductiva se muestran que la capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año y la de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año se encontraron valores menores respecto al testigo de 3.28%, 2.55% y de 3.61%, mientras que la capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año supera al testigo con un 3.15%

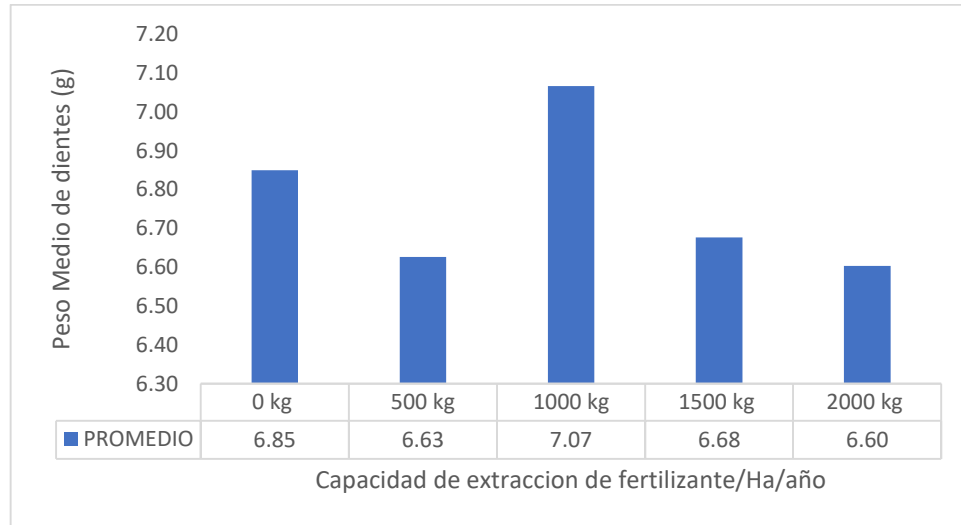


Figura 4.12. Influencia del tipo de fertilización reproductiva y capacidad de extracción de fertilizantes sobre el Peso Medio del diente.

El valor del coeficiente de variación (cv) que se obtuvo en esta variable, fue de 11.86%, lo que es bajo, lo que indica que los resultados son confiables confiable.

Ajo bombón o acebollado

En el cultivo de ajo esta condición, se presenta de una manera negativa y poco satisfactoria para los productores, debido a que se presenta como perdidas en calidad y rendimiento en la producción. Un ajo bombón o acebollado es un término conocido por productores, es una condición de un ajo que no desarrollo dientes, semejando una apariencia a la cebolla. Se atribuye que el ajo, no llego al proceso de diferenciación, lo que quiere decir, que no desarrollo un estipulo floral o tallo floral, debido a factores como fechas de siembra, la fertilización, horas frio y temperaturas que no le permitieron llegar al ajo a una óptima fase de bulbificación.

Al analizar los datos del presente trabajo de investigación, se obtuvo un incremento en el porcentaje, al aumentar los niveles de fertilización en el cultivo de ajo, al manejar las capacidades de extracción de fertilizante de 500 Kg de fertilizante/Ha/año y la capacidad de extracción de fertilizante de 1,000 Kg de

fertilizante/Ha/año, con un tipo de nutrición con una influencia vegetativa se encontraron valores favorables, al no aumentar el porcentaje de ajo bombón en estas capacidades de extracción respectivamente. Mientras que capacidades de extracción de fertilizantes de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año y 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año con un tipo de nutrición, con una influencia vegetativa, arrojó valores en un 5% y 6.70%, favoreciendo la presencia de la condición de ajo bombón, mientras que el promedio, registro un valor de 2.34%.

En la figura 3.17.7, se encontró una diferencia sumamente representativa en el escapo floral debido a la influencia nutricional aplicada en el presente trabajo de investigación. La importancia que posee esta figura, es sobre el efecto culinario y gastronómico que el escapo floral posee, mientras que en el ámbito agronómico es importante para el mejoramiento genético, para poder crear nuevas variedades o clones al utilizar los bulbillos con el fin de propagación



Figura 3.17.7. Comparación del escapo o tallo floral, con el tipo de nutrición con influencia vegetativa (derecha) y con influencia reproductiva (izquierda).

En capacidades de extracción con un tipo de nutrición, con una influencia reproductiva, se encontró que en la capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año arrojó un valor favorable al no aumentar o presentar un porcentaje de ajo bombón en un valor de 0% respectivamente.

En las capacidades de extracción con un tipo de nutrición, con influencia reproductiva de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, se encontró un porcentaje favorable, al no presentar esta condición de ajo bombón, mientras que en capacidades de extracción de fertilizante por las plantas de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año arrojó un porcentaje de ajo bombón en un 1.67 %, mientras que las capacidades de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año y la capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año se encontraron valores semejantes de 3.33% respectivamente.

Es importante comentar, al aumentar las capacidades de extracción de fertilizante aplicados al cultivo, va aumentando esta condición de ajo bombón, debido a que el ajo no desarrollo una óptima bulbificación o madurez fisiológica, en donde sus yemas axilares no diferenciaron de manera favorable para poder generar dientes. Esto se podría atribuir a las dosis de nitrógeno, temperaturas, horas frío, usadas en el presente trabajo de investigación.

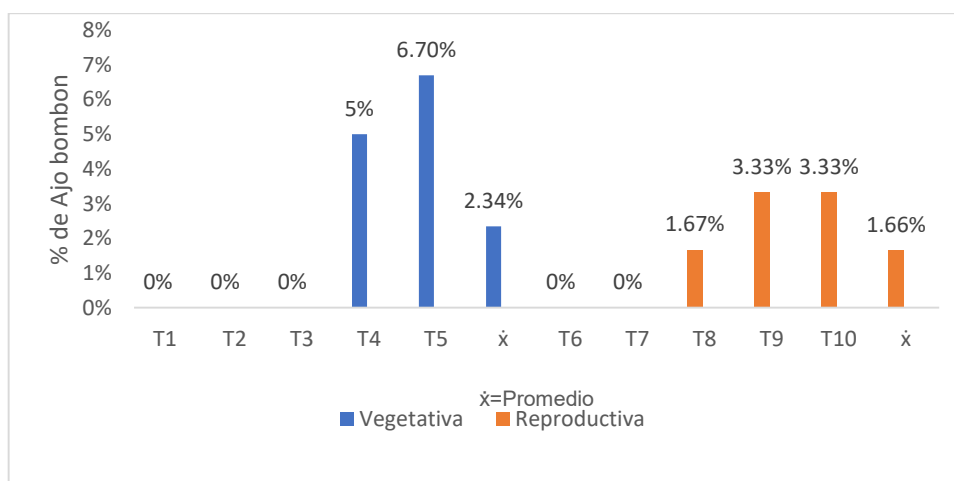


Figura. 4.13. Influencia del tipo de fórmula de fertilización (Vegetativa y Reproductiva) sobre la capacidad de extracción de fertilizantes en el porcentaje de ajo bombón.

V. CONCLUSIONES

1. En base a los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo investigación, sobre (el tipo de influencia en la nutrición y la capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas) en el cultivo de ajo, se puede concluir lo siguiente.
2. Para obtener diámetros medios grandes, manejar la capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/año para no verse afectad los niveles de fertilidad del suelo.
3. En el Peso Medio del bulbo de ajo, se mejora, cuando se maneja una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/año.
4. El manejo de una capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/año y 2,000 Kg de fertilizante/año favorece la formación de dientes.
5. El peso medio de dientes, se favorece al aumentar las capacidades de extracción, de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año a 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año.
6. La capacidad de extracción de 1000 Kg de fertilizante/Ha/año muestra porcentajes favorables, para reducir la formación de ajo bombón.
7. El tipo de influencia de nutrición reproductiva incrementa el Diámetro Medio del bulbo y el número de dientes por ajo
8. Los mejores valores para la variable peso medio de bulbo, se obtienen cuando se maneja con una influencia vegetativa en la nutrición.
9. El tipo de nutrición con influencia vegetativa mejora la variable sobre el Peso Medio de dientes.

10. En el ajo bombón, el tipo de nutrición con influencia reproductiva, ha sido favorable para que no presente esta condición.

VI. RECOMENDACIONES

Para las capacidades de extracción de nutrientes por las plantas, se recomienda no aplicar niveles de fertilización por arriba de los 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, debido a que con esa cantidad se pueden obtener ajos de una buena calidad y buenos rendimientos en la producción.

En el tipo de nutrición con influencia vegetativa y reproductiva, se recomienda utilizar cualquiera de los tipos de influencia en la fertilización, de acuerdo a la etapa fenológica que se encuentre el cultivo, para fase vegetativa y desarrollo de la planta, usar una nutrición con influencia vegetativa, mientras que para la fase de bulbificación, usar una nutrición con influencia reproductiva.

VII. LITERATURA CITADA

Burba J. L. Producción de ajo. Estación experimental Agropecuaria, consulta 2003, Mendoza, Argentina 13-38p.

Heredia, G. E. 2000. Importancia del cultivo del ajo. p. 14 – 28. En Heredia G.E. y Delgadillo S., F. (Compiladores). El ajo en México. Origen, mejoramiento genético, tecnología de producción. Libro Técnico Núm. 3. División Agrícola. INIFAP. León, Gto. México. 102 p.

Heredia, G. E. 2000b. Tecnología de producción. p. 37 – 45. En Heredia G.E. y Delgadillo S., F (Compiladores). El ajo en México. Origen, mejoramiento genético, tecnología de producción. Libro Técnico Núm. 3. División Agrícola. INIFAP. León, Gto. México. 102p.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-16202008000100007

Ministerio de agricultura y riego. Manual de abonamiento con guano en las islas, <http://www.agrorural.gob.pe.google.com>

Reveles-Hernández Manuel, Velázquez-Valle Rodolfo, BRAVO-G Ángel.2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. INIFAP, pág. 77-87. <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/tecnologia-para-cultivar-ajo-en-zacatecas.pdf>

RUIZ Rafael S. Nutrición del ajo 1992. <http://hdl.handle.net20.500.1400127259>

Zamora Everardo, 2016, El cultivo de ajo. 2 p. <http://www.dagus.unison.mx>

Artículos científicos

- Alcántar G., G.; Trejo-Tellez, L. I.; Fernández P, L. y Rodríguez M., M.de la N. 2007. Elementos esenciales. En Alcántar G. G. y Trejo-Téllez, L. I. (Editores). Nutrición de cultivos. Colegio de Postgraduados-Mundi Prensa. México. p 7-48.
- Bravo L., A. G. y F. Echavarría Ch. 2003. Aplicación de fertilizantes Nitrógeno, Fósforo y Potasio en fertirriego en ajos (*Allium sativum* L.) en Zacatecas, México. XII Congreso Nacional de Irrigación. Zacatecas, México. p. 7
- Castellanos, J.L., Ojodeagua J. L., Mendez F.S., Villalobos S., Sosa, A., Vargas, P. y Badillo, V. 2000. Nutrición de ajo (*Allium sativum* L.) en condiciones de riego por goteo. 1er. Foro Nacional en el cultivo de ajo. Celaya Gto. México. Documento electrónico sin paginación.
- Cid Ríos José Ángel, Reveles Hernández Manuel, Velásquez Valle Rodolfo, Reveles Torres Luis Roberto, 2013, Crecimiento y Rendimiento de cinco nuevos clones ajo (*Allium Sativum*) en campos productores de Zacatecas. <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/modulo/mostarPub.php>
- Cruz Davila Muñoz Respuesta del Ajo a Fechas de Siembra, Dosis de Micronutrientes Y Humatos en Zacatecas, México. (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro).
- Delgadillo, S. F., Arevalo, V. A. y Torres, P. I. 2000. Manejo de la pudrición blanca del ajo en Guanajuato. Desplegable para Productores Núm. 3. Campo Experimental Bajío – INIFAP.
- Estrada – Venegas, G. E. y Equihua – Martínez, A. 2006. Manejo integrado de ácaros asociados al cultivo de ajo. p. 56 – 67. En: Programa y Memorias. II Foro Nacional del ajo. Zacatecas, Zac., México. 124 p.
- Gálvez Patón Laura, 2017, Etiología, Epidemiología y Estrategias de control de la podredumbre del diente de ajo, 88 p. <http://oa.upm.es/45532/>
- García, A. C. R. 1998. El Ajo: su cultivo y aprovechamiento. 2ª Edición. Ed. Mundiprensa. España. 205 p.
- Heredia, G. E. 2000. Importancia del cultivo del ajo. p. 14 – 28. En Heredia G.E. y Delgadillo S., F. (Compiladores). El ajo en México. Origen, mejoramiento genético, tecnología de producción. Libro Técnico Núm. 3. División Agrícola. INIFAP. León, Gto. México. 102 p.

- Kleinheinz V. 1999. Sulphur and chloride in the soil-plant system. K+S Group, Kassel (International Potash Institute, Basel), Kassel Germany. 92 p.
- Lipinski V. M. y Gaviola S. 2005. La fertirrigación con nitrógeno y su influencia sobre el rendimiento y la calidad de distintas.
- Lipinski V. M. y Gaviola S. 2006. Evaluación del rendimiento y calidad. cultivares de ajo colorado fertirrigados con nitrógeno. Rev.
- Macias Duarte Rubén, Grijalva Contreras Raúl Leonel, Robles Contreras Fabian. Productividad y calidad de variedades de ajo (*Allium sativum* L) bajo condiciones desérticas de Caborca, Sonora. <http://www.biotechia.unison.mx/index.php/biotechia/article/view/65>
- Macías Valdez Luis Martin, Maciel Pérez Luis Alberto, Silos Espino Héctor, Vázquez Martínez Otilio, Mejoramiento de ajo perla por selección individual en Aguascalientes, 2009. <http://www.investigacion.uaa.mx>
- Manuel Reveles Hernández, Rodolfo Velásquez Valle, José Ángel Cid Ríos, 2014 <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx>
- Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition of Higher Plants.
- Mena, C. J. 2006. Manejo integrado de plagas: una propuesta para el cultivo del ajo. p. 38 – 46. En: Programa y memorias. II Foro Nacional del Ajo. Zacatecas, Zac., Méx. 124 p.
- Mónica Elizabeth Guiñazu. Factores que afectan la emisión de escapo floral y producción de bulbillos aéreos (*Allium sativum* L), Capítulo 4 efecto de la fertilización nitrogenada y el tamaño de dientes plantados sobre la producción de bulbillos aéreos de ajo tipo "Colorado". Pag 79-96.
- Olmedo F. T. 2003. Curso producción de ajo. Universidad Arturo Prat. Chile. En: <http://www.unap.cl/>.
- Parco Tecnologico Agroalimentare dell'Umbria. 2001. Manuale di corretta prassi per la produzione integrata dell'aglio. Pantalla di Todi, Italia In: <http://www.parco3a.org/pdf/Manuali/MCPP>
- Peña-Iglesias, A. 1988.El ajo: virosis, fisiopatías y selección clonal y sanitaria. I Parte teórico descriptiva. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 14:461-483.
- Pérez, M. L. y Rico, 2004. Virus fitopatógenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. Offset Libre. México, D. F. 143 p
- Pérez-Moreno, L., Córdoba-Rosales, Z. V., Ramírez-Malagón, R., Barboza-Corona, E., Zuñiga-Zuñiga, J., Silva-Rosales, L. y RuizCastro, B. S. 2006. Síntomas asociados a virus fitopatógenos en plantas de ajo *Allium sativum* L. en el

estado de Guanajuato, México. Memorias. XXXIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. L – 7

Ramírez-Moreles P., Castellanos, J. Z., Sánchez, P. G., Galvis A. S., Martínez, A. G. y Tijerina L. Ch. 2003. Fertilización nitrogenada y patrón de absorción nutrimental del apio en fertirriego. *Terra Latinoamericana*. 21: 101-108.

Rico D., S. 2007. El ajo, un histórico remedio para el corazón y el sistema inmune. *Salud*, enero marzo 2007:81-83

Secretaria de agricultura, ganadería y desarrollo rural. Guía para cultivar ajo en Aguascalientes
<https://www.yumpu.com/es/document/read/14490575/folleto-productores-21-ajopdf-inifap-aguascalientes>

Silvia Gaviola y Víctor M. Lipinski. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el color de cultivares de ajo (*Allium sativum*) cultivares de ajo colorado de INTA. Informe anual de progresos de cultivares de ajo colorado fertirrigados con nitrógeno. *Rev.*
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-16202008000100007

Summers R. P. 2009. Importancia del Magnesio y el Azufre en una Fertilización equilibrada. 15 p. En: www.argenpapa.com.ar

Valenzuela, P., Chávez, M., Valenzuela, E., Álvarez, A., López-Elías, J., Huez, M. A., & Valenzuela, M. A. (2009). Estudio de fechas de siembra para producción de ajo jaspeado (*allium sativum* L.) En el distrito de riego de sahuaripa, en la sierra de sonora. *BIOtecnia*, 1(1), 12–14.

Velásquez V., R., & Amador R., M. D. (2009). Enfermedades bióticas del ajo y chile en Aguascalientes y Zacatecas. 15-29 p.

Velásquez V., R., & Medina A., M. (2004). Guía para conocer y manejar las enfermedades más comunes de la raíz del ajo en Aguascalientes y Zacatecas.

Velásquez V., R., & Medina A., M. (2007). Guía para identificar las enfermedades de la raíz del ajo en Aguascalientes y Zacatecas. In *Tecnología reciente del cultivo de ajo* (pp. 66–79).

Velásquez V., R., Mena C., J., Reveles H., M., Amador R., M. D., & Schwartz H., F. (2010). El virus de la mancha amarilla del iris: una nueva amenaza para el ajo y la cebolla en Aguascalientes y Zacatecas. 21-38 p.

Velásquez V., R., Mena C., J., Reveles H., M., Amador R., M. D., & Schwartz H., F. (2010). El virus de la mancha amarilla del iris: una nueva amenaza para el ajo y la cebolla en Aguascalientes y Zacatecas.

Zitter, A. T., Daughtrey, L. M., and Sanderson, P. J. 1989. Tomato spotted wilt virus. Vegetable Horticultural Crops. Cornell Cooperative Extension. Fact Sheet 735.90. 4 p.

Citas web

Agrocostos, Portal FIRA, 2020.
[_Fira.gob.mx/infEspDtoXML/TemasUsuario.jsp](http://Fira.gob.mx/infEspDtoXML/TemasUsuario.jsp)

Carlos R. García Alonso. El ajo. Pág. 35,69,78-92. Enciclopedia de los municipios y delegaciones.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05030a.html>

José Japón Quintero. El cultivo del ajo. Pag 4-12.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_01.pdf

Nutritiondata. 2009. Nutrition facts, garlic row. In: <http://www.nutritiondata.com>,

Plan de desarrollo de mercado, 2020
<http://www.mincetur.gob.pe/plan-de-desarrollo-de-mercado-2/>

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019, SADER
<http://www.gob.mx/agricultura/zacatecas/articulos/el-estado.lider-nacional-en-produccion-de ajo>

Sistema de información Agroalimentaria de consulta ,2020 SIACON
<http://www.gob.mx/siap/documentos /siacon-ng-161430>