“INDUCCIÓN A LA PRODUCCIÓN DE UNIBULBOS CON LA APLICACIÓN DE UN COMPLEJO HORMONAL EN PLANTAS DE AJO (*Allium sativum* L.) CV NACIONAL O CRIOLLA”

MARCO VINICIO GAVILANES SALINAS

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



AMBATO - ECUADOR
2013

El suscrito MARCO VINICIO GAVILANES SALINAS**,** portador de cédula de identidad número: 1804316535, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado "INDUCCIÓN A LA PRODUCCIÓN DE UNIBULBOS CON LA APLICACIÓN DE UN COMPLEJO HORMONAL EN PLANTAS DE AJO (*Allium sativum* L.) CV NACIONAL O CRIOLLA" es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

_____

MARCO VINICIO GAVILANES SALINAS

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

_____

MARCO VINICIO GAVILANES SALINAS

Fecha:

“INDUCCIÓN A LA PRODUCCIÓN DE UNIBULBOS CON LA APLICACIÓN DE UN COMPLEJO HORMONAL EN PLANTAS DE AJO (*Allium sativum* L.) CV NACIONAL O CRIOLLA”

REVISADO POR:

_____

Ing. Agr. M.Sc. Jorge Fabara G.
TUTOR

_____

Ing. Agr. Mg. Fidel Rodríguez A.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

_____ _____

Ing. Agr. Mg. Giovanny Velástegui E.
PRESIDENTE

_____ _____

Ing. Agr. Mg. Alberto Gutiérrez A.

_____ _____

Ing. Agr. Mg. Luciano Valle V.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, mi guía
A mi Madre Salome, ejemplo de sacrificio
A mi Padre Vinicio, luz en mi camino
A mi Tío Jaime, apoyo incondicional
A mis hermanos, alegres angelitos

AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud a las autoridades, docentes y personal administrativo de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, a quienes debo mi formación académica y el cumplimiento de mis metas.

Al Ing. Agr. M.Sc. Jorge Fabara G., tutor de la tesis, por ser más que maestro un amigo.

Al Ing. Agr. Mg. Fidel Rodríguez A., asesor de biometría, por sus sabios concejos brindados durante el desarrollo de la tesis.

Al Ing. Agr. Mg. Eduardo Cruz T., Asesor de redacción técnica, quien con sus amplios conocimientos permitió concluir con éxito el presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Pág.

CAPÍTULO 1 ……...…… 01

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ……...……. 01

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ……...……. 01

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA ……..…... 02

1.3. JUSTIFICACIÓN ……...…… 03

1.4. OBJETIVOS ……..…..…… 04

1.4.1 Objetivo general ……...…… 04

1.4.2. Objetivos específicos ……...…… 04

CAPÍTULO 2 ……...…… 05

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS ……..……..…… 05

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS …… 05

2.2. MARCO CONCEPTUAL ……...…… 05

2.2.1. Cultivo de ajo ……..…… 05

2.2.1.1. Clasificación botánica …… 05

2.2.1.2. Características de la planta …… 06

2.2.1.3. Exigencias de clima y suelo …… 07

2.2.1.4. Preparación del terreno y densidad de siembra …… 08

2.2.1.5. Siembra …… 08

2.2.1.6. El aporque …… 09

2.2.1.7. La fertilización …… 09

2.2.1.8. El riego …… 10

2.2.1.9. Cosecha …… 11

2.2.2. Fitohormonas …… 11

2.2.2.1. Fitoamin TF …… 12

2.2.2.1.1. Composición (porcentaje) …… 12

3. HIPÓTESIS ……..…..…… 12

2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS ……...…… 12

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES …….…..…….. 13

CAPÍTULO 3 ……...…… 14

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN …….……..……. 14

3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN ……. 14

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO …….……..…..…… 14

Pág.

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR ……..…….. 14
3.4. FACTORES EN ESTUDIO …….…….. 15
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL …….…….. 16
3.6. TRATAMIENTOS …….…….. 16
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO …….….. 17
3.8. DATOS TOMADOS …….…….. 18
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN ……..….. 19
CAPÍTULO 4 ……..…….. 23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN …….…….. 23
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN ….... 23
4.1.1. Porcentaje de unibulbos …… 23
4.1.2. Diámetro polar de unibulbos …… 27
4.1.3. Diámetro ecuatorial de unibulbos …… 30
4.1.4. Peso de unibulbos …… 34
4.1.5. Rendimiento de bulbos “hembras” …… 38
4.1.6. Rendimiento de bulbos “machos” …… 39
4.1.7. Rendimiento total …… 45
4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN ……. 50
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS ……..……....….. 53
CAPÍTULO 5 ……..…..…… 54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ……...…… 54
5.1. CONCLUSIONES ……..……. 54
5.2. RECOMENDACIONES ……..……..……. 55
CAPÍTULO 6 ……..…..……. 56
PROPUESTA ……..……. 56
6.1. TÍTULO ……...…….……..……. 56
6.2. FUNDAMENTACIÓN ……..…. 56
6.3. OBJETIVO ……..……. 57
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA ……..…..…. 57
6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN …….……... 57
BIBLIOGRAFÍA ……..……. 60
APÉNDICE ……...……..…….. 63

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
CUADRO 1.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES ……	13
CUADRO 2.	TRATAMIENTOS ……	16
CUADRO 3.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE UNIBULBOS ……	23
CUADRO 4.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE UNIBULBOS ……	24
CUADRO 5.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE UNIBULBOS ……	25
CUADRO 6.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE UNIBULBOS ……	26
CUADRO 7.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO POLAR DE UNIBULBOS ……	28
CUADRO 8.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DE UNIBULBOS ……	29
CUADRO 9.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DE UNIBULBOS ……..……	29
CUADRO 10.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO ECUATORIAL DE UNIBULBOS ……	31
CUADRO 11.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE UNIBULBOS ……	32
CUADRO 12.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE UNIBULBOS ……	32
CUADRO 13.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PESO DE UNIBULBOS ……	34
CUADRO 14.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE UNIBULBOS ……	35

Pág.

CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PESO DE UNIBULBOS …… 36

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE PESO DE UNIBULBOS 37

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO DE BULBOS "HEMBRAS" …… 39

CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO DE BULBOS "MACHOS" …… 40

CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO DE BULBOS MACHOS …… 41

CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO DE BULBOS M0ACHOS …… 41

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO DE BULBOS "MACHOS" …… 43

CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS POR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO DE BULBOS "MACHOS" …… 44

CUADRO 23. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO TOTAL …… 45

CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL …… 46

CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL …… 47

CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL 48

CUADRO 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS POR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL …… 49

CUADRO 28. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO …… 51

Pág.

CUADRO 29. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO …… 51
CUADRO 30. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO …… 52
CUADRO 31. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS …… 52
CUADRO 32. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS 52

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Pág.

Figura 1. Árbol de problemas sobre producción de unibulbos de ajo …… 02

Figura 2. Regresión lineal para dosis de Fitoamin TF versus porcentaje de unibulbos ……..…… 25

Figura 3. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus porcentaje de unibulbos ……..…… 26

Figura 4. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus diámetro polar de unibulbos ……..…… 30

Figura 5. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus diámetro ecuatorial de unibulbos ……..…… 33

Figura 6. Regresión lineal para dosis de Fitoamin TF versus peso de unibulbos ……. 36

Figura 7. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus peso de unibulbos ……..…… 37

Figura 8. Regresión lineal para dosis de Fitoamin TF versus rendimiento de bulbos “machos” ……..…… 42

Figura 9. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus rendimiento de bulbos “machos” ……..…… 43

Figura 10. Regresión lineal para dosis de Fitoamin TF versus rendimiento total de bulbos……..…… 47

Figura 11. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus rendimiento tota de bulbos ……..…… 49

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la propiedad del Sr. Jaime Gavilanes, ubicado en el caserío Punachizac del cantón Quero, provincia Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 01º 27´ 37" de latitud Sur y 78º 33´ 58" de longitud Oeste, a la altitud de 3 008 msnm. El propósito fue: determinar la dosis (4 ml/l D1, 8 ml/l D2 y 12 ml/l D3) y frecuencia adecuada de aplicación (cada 3 semanas, F1, cada 5 semanas F2 y Cada 7 semanas F3), de un complejo de hormonas (Fitoamin TF), para inducir la producción de unibulbos en plantas de ajo (*Allium sativum* L.), a más de determinar el tratamiento económicamente más eficiente.

Los tratamientos fueron nueve producto de la combinación de los factores en estudio, más el testigo que no se aplicó Fitoamin TF. Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 3 x 3 + 1 testigo, con tres repeticiones. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factor dosis, frecuencias e interacción. Comparación ortogonal para el testigo; y, polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para el factor dosis y frecuencias de aplicación. El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el procedimiento del presupuesto parcial propuesto por Perrín et al. (1988), para calcular la tasa marginal de retorno.

Con la aplicación de Fitoamin TF en dosis de 12 ml/l (D3), se obtuvieron los mejores resultados, por cuanto se alcanzó la mayor producción de unibulbos, siendo éstos de mejor calidad, al reportarse en los análisis el mayor porcentaje de unibulbos (53,70%), con mayor peso (8,85 g), consecuentemente se obtuvieron los mejores rendimientos de bulbos "machos" (36,63 g) y un alto rendimiento general de bulbos (298,44 g).

En relación a las frecuencias de aplicación de Fitoamin TF, se observó que, con la aplicación del producto con la frecuencia de cada 3 semanas (F1), se obtuvieron los mejores resultados, alcanzándose el mayor porcentaje de unibulbos (51,85%), siendo éstos de un diámetro polar de 2,82 cm y diámetro ecuatorial de unibulbos de 3,14 cm. El peso de los unibulbos se incrementó (8,72 g), por lo que se

consiguieron los mejores rendimientos, especialmente de bulbos “machos” (36,62 g) y un rendimiento total de bulbos (302,78 g).

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento D2F3 (8 ml/l, cada 7 semanas), registró la tasa marginal de retorno de 293,56%, siendo desde el punto de vista económico el de mejor rentabilidad.

CAPÍTULO 1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ajo "macho", llamado también ajo gigante, ajo ruso, blandino o ajo chilote, tiene origen desconocido aunque se supone nativo de las costas del Mediterráneo, Asia y África septentrional. Se produce comercialmente en Uruguay, Argentina, USA, Chile, Rusia, Egipto, Grecia y La India (Burba y Galmarini, 1997).

En Sudamérica el ajo común y la cebolla comprenden el 95% de los *Allium* producidos; el resto lo abarcan otras especies como el puerro, la chalota y en menor cuantía el ajo elefante (Burba y Galmarini, 1997).

El ajo (*Allium sativum L*) es una hortaliza muy apreciada en la mesa de la mayoría de las personas. Su uso es generalmente para condimento de muchos platos exquisitos, además se ha podido comprobar a través de la historia que el ajo tiene una serie de propiedades relacionadas con la circulación y producción de sustancias antisépticas en el cuerpo humano. El consumo de esta hortaliza es cada vez más apreciada por las personas en particular por la clase media y baja de la población. Por ser esta hortaliza un cultivo que es muy incidente al contagio de plagas y enfermedades los costos de producción de esta hortaliza son muy elevados por lo que los agricultores del sector no están dedicados en su totalidad a la producción de la hortaliza (Fabara, 2012).

Los precios en los mercados de esta hortaliza están basados según la variedad y la época en que se comercialicen, llegando a costar un quintal de ajo normal a un valor aproximado de $ 120 dólares y un quintal de ajo "macho" o llamado unibulbo alcanza un valor aproximado de $ 300 dólares. La diferencia de precios se da por las propiedades tanto físicas como químicas del ajo "macho" o unibulbo, como son el tamaño, olor, sabor y el poder que tiene al utilizarlo como condimento en las comidas. El cultivo del ajo (*Allium sativum L*) es considerado hoy día como una de las hortalizas más rentable a nivel nacional. Las zonas de mayor producción de ajo se encuentran en los climas donde existen temperaturas bajas (Fabara, 2012).

Se podría incrementar los ingresos de los agricultores de la zona si se desarrollara una tecnología para producir ajo “macho”.

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

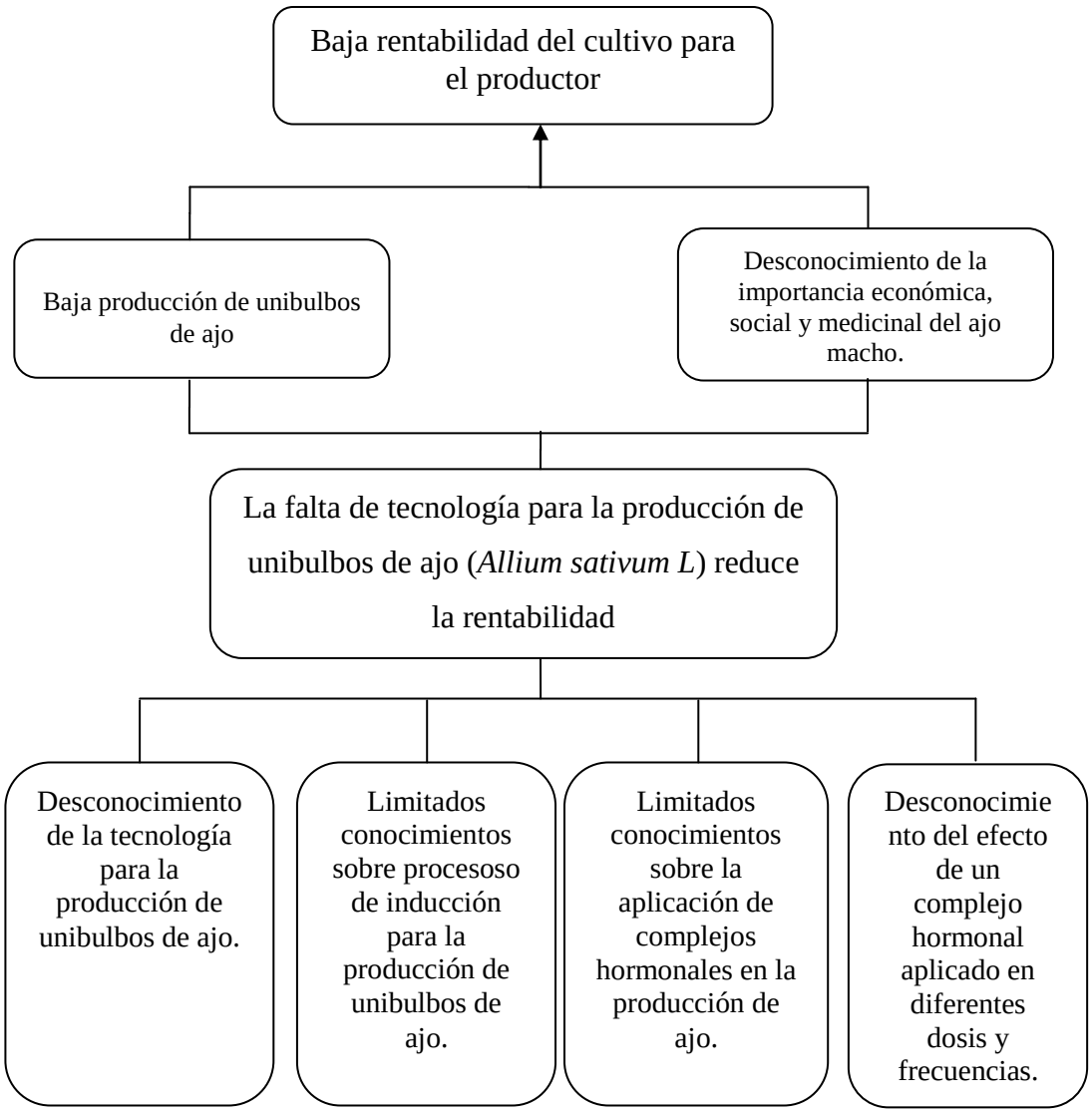


FIGURA 1. Árbol de problemas sobre producción de unibulbos de ajo
Fuente: personal y bibliográfica

La literatura acerca del cultivo de ajo no registra información sobre la producción inducida de ajo unibulbo o “macho2, sin embargo en el caserío Puñachizac perteneciente al cantón Quero, provincia de Tungurahua, se produce ajo “macho” sin la aplicación de un complejo hormonal.

En este caserío no existe la producción de ajo de una manera técnica, ya que el desconocimiento de los agricultores de la aplicación de hormonas en el cultivo es un punto crítico en su producción.

Además desde otro punto de vista, el precio en los mercados es muy notable y representa una gran diferencia en sus valores, llegando a un precio mucho más alto el ajo "macho" o unibulbo.

Promoviendo la aplicación de hormonas en el cultivo se podría inducir a la producción de ajo "macho" o unibulbo y así de esta manera aumentar los ingresos de los agricultores del sector.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El cultivo del ajo, representa un renglón de gran importancia en el sector agrícola vegetal. El mismo es un cultivo que no solo se utiliza como un producto destinado para el uso en la cocina, al contrario, por su composición contiene grandes propiedades curativas para diversas enfermedades, así como también preventivas. La práctica de este tipo de cultivos es más frecuente en las zonas altas, puesto que su mayor rendimiento se da en alturas por encima de los 2 000 m.s.n.m. y no requiere suelos tan fértiles para obtener una buena cosecha. Por otro lado su práctica no es complicada comparándolo con otros tipos de cultivos que requieren más cuidados por parte del agricultor (Fabara, 2012).

La importancia del ajo crudo, radica en que el ajo es un microbicida, un tonificador de nuestra glándula pituitaria (del olfato) y de gran eficacia, tanto para la secreción glandular de nuestra parótida y sublinguales como de las glándulas de secreción gástrica. El ajo crudo, machacado y entreverado con la ensalada de lechuga, tomate y rabanitos con un poco de aceite y aceitunas, va muy bien (es lo mejor) contra la anemia y facilita al mismo tiempo la formación de los glóbulos rojos en la sangre. El ajo comido crudo, despierta el hambre y por ello se desprende que sea un gran aperitivo .Su elemento mucilaginoso y rico en hierro es de un gran valor terapéutico para el hombre. El ajo crudo conviene a las personas de circulación

defectuosa. El ajo crudo machacado con dátiles y miel caliente, puesto sobre los furúnculos, granos, abcesos, ayuda a su proceso madurativo (Solountip, 2013).

Si se pudiera encontrar una manera sistemática para la producción de este tipo de ajo, denominado ajo "macho" se podría aumentar considerablemente y elevar los ingresos de los pequeños agricultores del sector que se dedican al cultivo de esta noble especie hortícola.

Después de una estricta revisión bibliográfica no se ha encontrado información acerca de la producción inducida de ajo "macho" en Latinoamérica.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Aportar al mejoramiento tecnológico del cultivo de ajo cultivar Nacional o Criollo, induciendo la producción de unibulbos con la aplicación de un complejo hormonal.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar la dosis y frecuencia adecuada de un complejo de hormonas para inducir la producción de unibulbos en plantas de ajo, cultivar Nacional o Criollo.

Determinar el tratamiento económicamente más eficiente.

CAPÍTULO 2
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

No existen evidencias científicas de trabajos relacionados con procesos de inducción con hormonas para la producción de unibulbos de ajo. Sin embargo, existe información sobre la aplicación de hormonas en otros cultivos cuyos resultados se citan a continuación.

En el cultivo de banano, con la aplicación de Fitoamin TF, se ha logrado excelentes resultados, como un mejor retorno del hijo y mayor incremento de masa radicular, el área foliar se está cosechando con 9 o 10 hojas. Se ha incrementado el área foliar, los nutrientes del suelo se han reactivado, es decir la planta está más nutrida, lográndose que la base del cormo de los hijos crezcan mejor (Revista El Agro, 2013).

En el cultivo de arroz, en el cantón Samborodón, donde hay problemas de salinidad las producciones son bajas con Fitoamin TF se han obtenido 65 quintales por cuadra. Son niveles de producción muy buenos considerando que es la segunda cosecha y anteriormente no se obtenía esa cantidad. Ha contribuido mucho en la producción, la maduración del grano es uniforme y además evita la presencia de enfermedades (Revista El Agro, 2013).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Cultivo de ajo

2.2.1.1. Clasificación botánica

El Repositorio Ute.edu.ec (2013), cita la clasificación taxonómica del ajo de la siguiente manera:

Reino:	Vegetal
División:	Angiospermas
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Liliiflorae
Familia:	Liliáceas
Género:	Allium
Especie:	sativum
Nombre científico:	*Allium sativum* L.

2.2.1.2. Características de la planta

Planta perenne de la familia de las liliáceas de hasta 1,5 m de altura. Hojas planas de hasta 8 mm de anchura. Flores verdosas o blanquecinas, a veces rosadas, muy poco abundantes (algunas veces inexistentes) que sobresalen con su largo pedúnculo sobre una cabezuela de bulbillos. Espata mucho más larga que la cabezuela. Bulbo (cabeza de ajo) formado por una envoltura blanca dentro de la cual se encuentran varios bulbillos (los dientes de ajo). (Cultivo de ajo, 2012).

Es una planta herbácea de raíces numerosas, simples, finas y en forma de mechón, que alcanzan poca profundidad en el suelo. Presenta un tallo blando y liso de unos 40 cm de altura donde nacen dientes aéreos que pueden ser utilizados como semillas. Posee hojas alargadas, planas y replegadas; cuando el tallo crece aparecen flores de color rosado o verde que no producen semillas (Cultivo de ajo, 2012).

La planta de ajo forma una cabeza o bulbo subterráneo, formado por dientes unidos por su base alrededor del tallo y recubiertos por membranas o túnicas de color blanco o morado en varias tonalidades, según la variedad y la altura del sitio de siembra (Familia Alliaceae, 2006).

Tallos: son fuertes, de crecimiento determinado cuando se trata de tallos rastreros que dan a la planta un porte abierto, o de crecimiento indeterminado cuando son erguidos y erectos, pudiendo alcanzar hasta 2-3 metros de altura. Dependiendo del marco de plantación, se suelen dejar de 2 a 4 tallos por planta. Los tallos secundarios brotan de las axilas de las hojas (Familia Alliaceae, 2006).

Hojas: radicales, largas, alternas, comprimidas y sin nervios aparentes (Familia Alliaceae, 2006).

Tallo: asoma por el centro de las hojas. Es hueco, muy rollizo y lampiño y crece desde 40 cm a más de 55 cm, terminando por las flores (Familia Alliaceae, 2006).

Flores: se encuentran contenidas en una espata membranosa que se abre longitudinalmente en el momento de la floración y permanece marchita debajo de las flores. Se agrupan en umbelas (Familia Alliaceae, 2006).

2.2.1.3. Exigencias de clima y suelo

El ajo es una planta de bulbo que para la formación de él requiere ciertas condiciones relacionadas con las horas-luz y temperatura ambiente, por lo cual sus mayores zonas de siembra están ubicadas sobre los 1 200 m.s.n.m., asegurando una temperatura fresca durante ciertas épocas del año propicias para su cultivo. En nuestro país se siembran principalmente dos clones o variedades conocidas como ajo blanco "criollo" de cabeza y dientes pequeños de color blanquecino y ajo morado de cabeza y dientes grandes de color morado. En el mercado internacional las variedades blancas tienen una mayor aceptación y demanda que las moradas aún cuando éstas no dejan de ser buenas. Vamos a encontrar que las variaciones de selección se van a referir a fotoperíodo (largo o corto), precocidad, coloración y rendimiento (Fabara, 2012).

Este cultivo se produce en altitudes que van desde os 600 a los 3 500 m.s.n.m. El ciclo vegetativo, período que va de la siembra a la cosecha, tiene una duración que varía de 120 a 150 días, dependiendo de la variedad utilizada y de la altura del lugar. Se adapta en lugares con temperaturas que oscilan entre 10 y 34°C, siendo la media óptima de 18°C (Revista El Agro, 2013).

En el país, el ajo es cultivado principalmente en aquellos lugares donde las temperaturas ambientales son frescas caso de Los Andes, zona alta del Estado Lara y Miranda. Requiere de un ambiente seco y suelos francos a franco arcillosos, de buen drenaje, con un pH muy cercano a 6,5; aquellos con pH menores de 5.5 no son recomendables para el cultivo del ajo (Fabara, 2012).

2.2.1.4. Preparación del terreno y densidad de siembra

La preparación del terreno para el cultivo del ajo debe ser muy cuidadosa. Normalmente, en la región andina se utiliza el arado de bueyes para esta labor, ya que se dificulta el uso de maquinaria agrícola debido a la pedregosidad y fuertes pendientes del terreno. La escasa profundidad de raíces en este cultivo (20 cm) obliga a realizar una buena preparación del sitio de siembra a una profundidad de 30-40 cm, que comprende la nivelación del suelo, el arado y la fragmentación de terrones hasta que el suelo quede bien mullido (Fabara, 2012).

2.2.1.5. Siembra

El ajo se siembra en surcos o en eras; en terrenos inclinados y pequeñas superficies se recomienda el sistema de eras, las cuales son canteros o camas de suelo levantadas unos 6 a 10 cm, de 1 a 1,2 m de ancho y al largo que permita el terreno (Cultivo de ajo, 2012).

En las eras se trazan surquitos cada 10 cm, donde se colocan los dientes de ajo con una separación de 6 a 8 cm entre sí y después de colocados se cubren con tierra. La profundidad de siembra depende de la textura; en suelos arenosos los dientes deben colocarse a una profundidad de 2 a 3 cm y en suelos pesados de 1 a 2 cm (Cultivo de ajo, 2012).

De Norte a Sur del callejón interandino las áreas potenciales para el cultivo son todas aquellas que, circundan los siguientes poblados: en la región norte: El Angel, García Moreno, Los Andes, Bolívar, Ibarra, Atuntaqui, Tabacundo, Cayambe, La Esperanza, Ascázubi, Yaruquí, Pifo, Tumbaco. En la región central: Tanicuchí, Saquisilí, Pujilí, Zumbahua, Salcedo, Pelileo, Huachi, Montalvo, Mocha, Puela, El Altar, Penipe, Cubijíes, San Juan, Guano, Chambo, Columbe, Guamote, Palmira, Alausí y Guasuntos. En la zona Sur: Tambo, Ingapirca, Biblián, Bayas, Paute, Sigsig, Ricaurte, Tarqui, Girón, La Unión, Nabón, Cochapata, Oña, Selva Alegra, Saraguro, San Pedro, Catamayo y Loja. En el Ecuador se cultiva el ajo en el callejón interandino. Las provincias más representativas de este cultivo son: Tungurahua, Chimborazo, Loja y Cotopaxi (Repositorio ute.edu.ec, 2013).

Generalmente se usan 35 a 40 cm de distancias entre hileras y 5 a 10 cm de distancias entre plantas. En Chile se siembra en melgas con separación de 70 cm entre surcos y en las melgas se disponen los "dientes" en cuatro hileras espaciadas 12,5 cm entre ellas. Ensayos realizados para probar distintos sistemas de plantación, pero manteniendo la densidad de población constante en 38 plantas/m^2 no produjeron diferencias significativas entre ellos (Cultivo de ajo, 2012).

En Los Andes se siembra en dos formas; en zonas con pendientes se hacen melgas de 1 a 2 m de ancho en el sentido de la pendiente, cortadas cada 3 a 5 m perpendicularmente a la pendiente formando especie de pequeñas terrazas, no se hacen surcos, sino que las separaciones entre melgas de 15 a 20 cm, son hechas con piedras. Las hileras de ajo, se disponen perpendicularmente a la pendiente. En zonas más planas, se siembran lotes completos y las hileras se disponen aproximadamente en curvas de nivel. En ambas formas, las distancias de siembra varían de 10 a 40 cm entre hileras y de 5 a 20 cm entre plantas (Cultivo de ajo, 2012).

2.2.1.6. El aporque

Es una práctica que consiste en “arrimar” tierra de los camellones alrededor de los bulbos. Se efectúa cuando se realizan las limpias manuales del cultivo, para eliminar las malezas que hayan logrado emerger durante el primer mes después de la siembra (Cultivo del ajo, 2012).

El aporque puede favorecer la producción porque se logra bajar la temperatura del suelo alrededor del bulbo, manteniéndola humedad y evitando que el área de exploración de las raíces, que es poco profunda, llegue a secarse. (Cultivo del ajo, 2012).

2.2.1.7. La fertilización

Las necesidades de fertilizantes deben ser determinadas a través de un análisis de suelo, ya que el exceso o deficiencia de algún nutrimento puede ocasionar efectos negativos en el cultivo. Para tomar la muestra de suelo

deben seleccionarse lotes de terreno, dependiendo de la densidad existente y la coloración de los mismos. Se toman pequeñas muestras entre 0 y 20 cm de profundidad, se mezclan bien, se le extrae los restos de vegetales y piedras, se secan al aire y luego se toma solo un kilo de suelo y se coloca en una bolsa plástica. Se identifica con una etiqueta y se lleva al laboratorio de suelos más cercano. Después de analizada la muestra, los técnicos del laboratorio recomendarán la cantidad de nutrimentos primarios (N-P-K) requeridos en el cultivo del ajo, basados en la exigencia del mismo y en la disponibilidad existente en el suelo. Las cantidades requeridas de fósforo y potasio deben ser colocadas en el fondo del surco al momento de la siembra junto con un tercio del nitrógeno. Otra tercera parte se aplicará en bandas 30 días después y el resto del N recomendado se aplicará 55 días después de la siembra. En las zonas frías, recomendadas para la siembra del ajo, se presentan deficiencias de otros nutrimentos tales como magnesio, azufre, hierro, zinc y boro, que el cultivo utiliza en pequeñas cantidades, pero que son vitales para su buen desarrollo y producción. Se recomienda suministrar estos nutrimentos a través de aspersiones al follaje, tales como sulfato de magnesio (hepta hidratado) cada 15 días hasta completar seis aplicaciones en dosis de 20 gramos por litro de agua Alternadas con estas aspersiones, se debe aplicar abono foliar en las dosis que recomiende el técnico (Cultivo de ajo, 2012).

2.2.1.8. El riego

El riego es indispensable en la producción de ajo y su aplicación depende del clima, del suelo y de la edad del cultivo El sistema de riego más indicado es por aspersión, pero también se riega por surcos. Durante el primer mes los riegos deben ser frecuentes (cada dos días) y ligeros (una hora). Entre los 30 y 90 días se debe regar cada cuatro o cinco días y se irá aumentando progresivamente el tiempo de riego hasta aplicar dos horas cuando las plantas tengan tres meses de edad. Entre los 90 y 120 días se aplicaran dos horas de riego cada siete días aproximadamente. Durante los 120 a 140 días, cuando se acerca la cosecha deben suspenderse los riegos para favorecer el secado de los bulbos. Un exceso de humedad, cuando se aproxima la cosecha, favorece la pudrición de la cutícula externa que recubre al bulbo, este puede abrirse y perder su valor comercial; también pueden producirse súper brotamientos o germinaciones inadecuadas de los dientes ajo. Cuando se riega por surcos debe considerarse seriamente esta recomendación y evitar aguachinamientos (Cultivo de ajo, 2012).

2.2.1.9. Cosecha

La época de cosecha puede determinarse por la aparición de ciertos síntomas en las plantas entre los cuatro y cinco meses después de la siembra. Sin embargo, en aquellos lugares altos, el ciclo del cultivo es más largo que en! las zonas bajas. Uno de los primeros síntomas es el amarilleo general y el doblado del follaje. Cuando las tres cuartas partes (75%) de la plantación de ajo se encuentra en las condiciones señaladas puede considerarse que está listo para ser cosechado. Otro síntoma lo constituye la presencia de espacios con aire entre los dientes de los bulbos, esto puede observarse cuando se realiza un corte transversal del mismo. En algunas variedades, la presencia de dientes aéreos en la mayoría de las plantas también es un indicio de madurez. Cuando la cosecha está próxima es conveniente suspender el riego para favorecer el secado de los bulbos y facilitar su limpieza. La recolección de los bulbos es manual y conviene efectuarla durante un día bien soleado; el material se extiende luego en el campo durante cuatro días, tratan do en lo posible de que el follaje de una hilera cubra los bulbos de la hilera vecina para protegerlos de la acción directa del sol (Cultivo de ajo, 2012).

2.2.2. Fitohormonas

Weaver (1990), indica que las hormonas son reguladores de crecimiento producidas por las mismas plantas que en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquellas. Por lo común, las hormonas se desplazan en el interior de las plantas, de un lugar de producción a un sitio de acción.

Hurtado (1988), manifiesta que las hormonas son sustancias que siendo producidas en una parte de un organismo son transferidas a otra y en estas influencian un proceso fisiológico específico.

Sivori, et al. (1980), señalan que los reguladores de crecimiento son todos los compuestos naturales y sintéticos que en baja concentración promueven, inhiben o regulan el crecimiento.

2.2.2.1. Fitoamin TF

Es un complejo de fitohormonas y activadores metabólicos para los cultivos hortícolas, frutícolas y granos (Agrofarm, 2013).

2.2.2.1.1. Composición (porcentaje)

Citoquinina (fuente de 5 000 ppm dezeatinariboside)	29,40
Auxinas:	8,00
Ácido giberélico:	8,00
Ácido glutámico:	12,00
Ácido pantoténico:	9,00
Ácido nicotínico:	8,80
Nitrógeno total (N):	2,00
Fierro (Fe):	2,00
Zinc (Zn):	1,50
Boro (B):	0,50
Molibdeno (Mo):	0,50
Magnesio (Mg):	0,20
Acondicionadores:	10,09
Citocinina (6BAP):	8,01

(Fuente: Agrofarm, 2013)

2.3. HIPÓTESIS

Ho: La producción de unibulbos no se incrementa como respuesta a la aplicación de un complejo hormonal en el cultivo de ajo.

Ha: La producción de unibulbos se incrementa como respuesta a la aplicación de un complejo hormonal en el cultivo de ajo.

2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

2.4.1. Variables independientes

Dosis de complejo hormonal (4, 8 y 12 ml/l)

Frecuencias de aplicación (cada 3, 5 y 7 semanas)

2.4.2. Variables dependientes

Porcentaje de unibulbos, diámetro polar y ecuatorial, peso de unibulbos, rendimiento de bulbos "hembras", rendimiento bulbos "machos" y rendimiento total.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Conceptos	Categorías	Indicadores	Índices
Variable independiente				
Dosis de Fitoamin TF	Cantidad de fitohormona aplicada a la planta	Dosis	4 8 12	ml/l ml/l ml/l
Frecuencias de aplicación	Período de tiempo entre aplicaciones	Tiempo	3 5 7	Semanas Semanas Semanas
Variable dependiente		Porcentaje de unibulbos	Porcentaje	%
		Diámetro polar	Diámetro	cm
		Diámetro ecuatorial	Diámetro	cm
Producción de unibulbos	Cantidad y calidad de unibulbos	Peso de unibulbos	Peso	g
		Rendim. bulbos "hembras"	Peso	g
		Rendimiento bulbos "machos"	Peso	g
		Rendimiento total	Peso	g

CAPÍTULO 3
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación fue cuali-cuantitativo, pues determinó la dosis y frecuencia de aplicación adecuada de fitohorma con la finalidad de obtener el mayor número de unibulbos por unidad experimental.

La modalidad es de tipo mixto debido a que se realizó el análisis bibliográfico como el documental en la ejecución del trabajo en el campo.

El tipo de investigación es experimental ya que trata de determinar el mejor tratamiento para incrementar el porcentaje de unibulbos por parcela, mediante el manejo de variables como son la dosis y frecuencia de aplicación de fitohormona.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la propiedad del Sr. Jaime Gavilanes, ubicado en el caserío Punachizac del cantón Quero, provincia Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 01º 27´ 37” de latitud Sur y 78º 33´ 58” de longitud Oeste, a la altitud de 3 008 msnm (Sistema de posicionamiento global GPS).

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

Según los datos registrados por la Estación Metereológica Querochaca, los meses de mayor precipitación van de Marzo a Julio con valores medios mensuales que oscilan entre 59 y 68 mm y temperaturas de 13 a 16°C. Los meses de menor precipitación van de Agosto a Febrero con valores medios mensuales entre 31 a 48 mm y temperaturas que van de 11 a 13°C. El valor promedio

anual de precipitación es de 606 mm (Estación Meteorológica de la Granja Experimental Docente Querochaca, 2012).

3.3.2. Suelo

El lugar presenta una pendiente de 5%. Son suelos negros, franco arenosos, derivado de material piroclástico. Por lo que se puede concluir que el suelo es apto para cultivos (Repositorio.esoec.ute.edu.ec, 2009).

3.3.3. Agua

El agua para riego proviene del canal Mocha-Quero-Ladrillos la cual desciende por canales no revestidos y presenta un pH de 7,1.

3.3.4. Zona de vida

Según la clasificación ecológica de Holdridge (1982), la zona en la cual se desarrolló el estudio corresponde a la formación bosque seco-Montano Bajo (bs-MB).

3.3.5. Cultivos

La mayor parte del caserío Punachizac está cubierto por cultivos de papa, zanahoria, ajo, arveja, cebolla blanca y pastos. La variedad de ajo que se cultiva en el sector es la denominada "Nacional o Criollo", propia de zonas ajeras como Pilahuín que es donde se tiene gran demanda de ajo "macho".

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. Dosis de complejo hormonal Fitoamin TF

4 ml/l	D1
8 ml/l	D2
12 ml/l	D3

3.4.2. Frecuencias de aplicación

Cada 3 semanas	F1
Cada 5 semanas	F2
Cada 7 semanas	F3

3.4.3. Testigo

El testigo no recibió aplicación de Fitoamin TF.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 3 x 3 + 1 testigo, con tres repeticiones.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron nueve producto de la combinación de los factores en estudio más el testigo que no se aplicó Fitoamin TF, como se detalla en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Dosis de Fitoamin TF (ml/l)	Frecuencias de aplicación (semanas)
1	D1F1	4	Cada 3
2	D1F2	4	Cada 5
3	D1F3	4	Cada 7
4	D2F1	8	Cada 3
5	D2F2	8	Cada 5
6	D2F3	8	Cada 7
7	D3F1	12	Cada 3
8	D3F2	12	Cada 5
9	D3F3	12	Cada 7
10	T		

3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factor dosis, frecuencias e interacción. Comparación ortogonal para el testigo; y, polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para el factor dosis y frecuencias de aplicación.

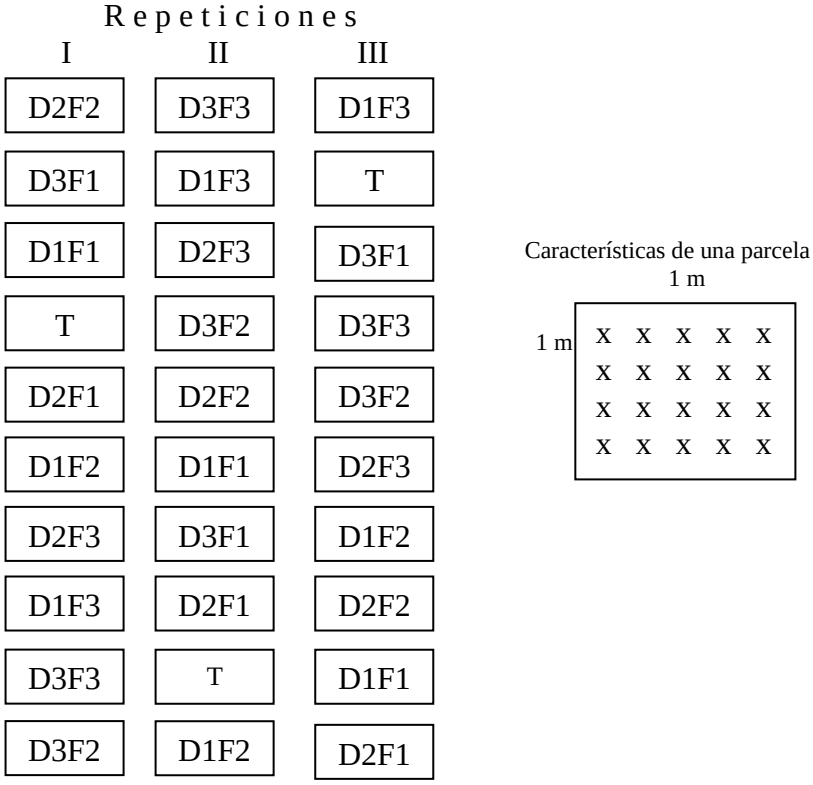
El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el procedimiento del presupuesto parcial propuesto por Perrín et al. (1988), para calcular la tasa marginal de retorno.

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Cada unidad experimental constituyó una parcela experimental de forma rectangular, con 20 plantas.

Largo de parcela:	1 m
Ancho de parcela:	1 m
Área de parcela total:	1 m^2
Largo de parcela neta:	0,8 m
Ancho de parcela neta:	0,5 m
Área de parcela neta:	0,40 m^2
Área de parcelas:	30 m^2
Numero de surcos de parcela total:	4
Numero de surcos parcela neta:	2
Ancho del bloque:	1 m
Largo del bloque:	14,50 m
Numero de bloques:	3
Ancho de caminos entre bloques:	1 m
Ancho de caminos entre parcelas:	0,5 m
Área total del ensayo:	115,50 m^2
Área de caminos:	85,5 m^2

3.7.1. Esquema de la disposición del ensayo



3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Porcentaje de unibulbos

El porcentaje de unibulbos se obtuvo contando al final del ensayo, el número de plantas que produjeron unibulbos (ajo "macho"), registrando en las seis plantas que conformaron la parcela neta, llevando los valores a porcentaje.

3.8.2. Diámetro polar de unibulbos

Al momento de la cosecha, en las seis plantas que conformaron la parcela neta, se registró con calibrador Vernier el diámetro polar de los unibulbos producidos.

3.8.3. Diámetro ecuatorial de unibulbos

Al momento de la cosecha, en las seis plantas que conformaron la parcela neta, se registró con calibrador Vernier el diámetro ecuatorial de los unibulbos producidos.

3.8.4. Peso de unibulbos

Al final del ensayo, se pesaron con balanza los unibulbos producidos en las seis plantas que conformaron la parcela neta.

3.8.5. Rendimiento de bulbos “hembras”

Al momento dela cosecha, se pesó con una balanza la producción total de bulbos “hembras”, registrando en las seis plantas de la parcela neta.

3.8.6. Rendimiento bulbos “machos”

Al momento dela cosecha, se pesó con una balanza la producción total de bulbos “machos” (unibulbos), de las seis plantas de la parcela neta.

3.8.7. Rendimiento total

El rendimiento total se obtuvo pesando el total de bulbos “machos” y “hembras” producidos en cada parcela, registrando al total de plantas de la parcela.

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó 45 días antes de la plantación, mediante una arada y una rastrada, posteriormente se eliminaron malezas, con la finalidad de dejarlo en buenas condiciones para el cultivo.

3.9.2. Nivelación del suelo

Para nivelar el suelo se utilizaron azadones y rastrillos, quedando el suelo uniforme y completamente mullido.

3.9.3. Delimitación y elaboración de parcelas

Esta labor se efectuó ocho días antes de la plantación, elaborando las parcelas utilizando materiales como estacas, combo, piola, flexómetro, rastrillos y azadillas y procediendo finalmente a trazar los surcos de acuerdo a las distancias de plantación.

3.9.4. Abonadura orgánica

La incorporación de abono orgánico se realizó manualmente, al voleo, en cada parcela, utilizando estiércol de cuy y conejo en dosis de 12 t/ha.

3.9.5. Descontaminación del suelo

La descontaminación del suelo se efectuó con Terraclor 75% (PCNB) (Penta cloro nitro benceno) en dosis de 4 g/m² para prevenir esclerotinia (*Scletorium cepivorum*) y moho azul Penicilium (*Penicilium corymbiferum*), acompañando la aplicación con Endosulfan (Thiodan 50 WP), en dosis de 20 g/l, para eliminar plagas como trips (*Trips tabaci*), nemátodos (*Ditylenchus dipsaci*). Para esta labor se humedeció el suelo un día antes, aplicando los productos manualmente, cuidando que se depositen homogéneamente. Posteriormente se removió el suelo para mezclar los decontaminantes, volviendo a dotar de un riego.

3.9.6. Preparación de la semilla

Antes de la plantación (48 horas), el ajo consistente en bulbos conocidos como “cabezas de ajo” se separaron en bulbillos o “dientes” de peso promedio de 3,2 g y remojándolas. Posteriormente se aplicó Vitavax 300 (Carboxin + Captan) en dosis de 4 g/lb de semilla.

3.9.7. Plantación

Se plantaron los "dientes" en hoyos a la profundidad de 3 a 5 cm y a las distancias preestablecidas en el ensayo (0,20 m entre plantas y 0,25 m entre hileras), cuidando que la plúmula quede hacia arriba y la radícula hacia abajo. Se utilizó semilla de la variedad Nacional.

3.9.8. Aplicación de tratamientos

La aplicación de Fitoamin TF se efectuó de acuerdo a las dosis y frecuencias planteadas para el ensayo. La primera aplicación se efectuó a las tres semanas de la plantación. El los tratamientos de la frecuencia de cada 3 semanas se efectuaron en total 7 aplicaciones. El los tratamientos de la frecuencia de cada 5 semanas se efectuaron en total 4 aplicaciones y en los tratamientos de la frecuencia de cada 7 semanas se efectuaron en total 3 aplicaciones. Todas las aplicaciones se hicieron con bomba mochila, rociando el total del follaje de las plantas.

3.9.9. Deshierbas

Se eliminaron manualmente todo tipo de malezas presentes en el cultivo, efectuando deshierbes a los 45, 90 y 145 días de la plantación, utilizando azadillas y aflojando paralelamente el suelo entre las hileras y alrededor de la planta.

3.9.10. Riegos

El riego fue gravitacional por surcos, con la frecuencia de cada siete días, durante el desarrollo del cultivo, manteniendo el criterio de capacidad de campo.

3.9.11. Controles fitosanitarios

Los controles fitosanitarios fueron químicos. A los 40 días de la plantación se aplicó Trimiltox Forte (Cobre+Mancozeb), para prevenir Mancha púrpura (*Alternaria porri*), en dosis de 1 g/l. A los 62 días se aplico Ridomil Gold

(Metalaxil+Mancozeb). A los 95 días se aplicó Rovral 50 PM (Iprodione) 1 g/l más Aliette (Fosetil-aluminio) 0,7 g/l en drench y Cipermetrina (Cipermetrina) 1 cc/l al follaje. A los 120 días Bavistin (Carbendazin) en dosis de 100 g/100 l para controlar Esclerotinia.

3.9.12. Cosecha

Se cosechó a los 165 días de la plantación, extrayendo las plantas del suelo y cuidando que los bulbos no queden expuestos directamente a los rayos del sol. Los bulbos se limpiaron, se cortaron las raíces, dejando aproximadamente 2,5 cm de pseudotallo.

CAPÍTULO 4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Porcentaje de unibulbos

El porcentaje de unibulbos registrado en cada tratamiento se muestra en el anexo 1, cuyo promedio general fue de 43,89%. El análisis de variancia (cuadro 3), reportó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Las dosis de Fitoamin TF, se diferenciaron a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativo. Las frecuencias de aplicación fueron significativas a nivel del 5%, con tendencia lineal significativa a este mismo nivel. La interacción dosis por frecuencias no mostró significación; mientras que, el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 17,45%, cuya magnitud confiere alta confiabilidad a los resultados presentados.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE UNIBULBOS

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	240,837	120,419	2,05 ns
Tratamientos	9	3972,178	441,353	7,52 **
Dosis (D)	2	761,621	380,811	6,49 **
Tendencia lineal	1	756,475	756,475	12,89 **
Tendencia cuadrática	1	5,146	5,146	0,09 ns
Frecuencias (F)	2	576,362	288,181	4,91 *
Tendencia lineal	1	555,778	555,778	9,47 *
Tendencia cuadrática	1	20,584	20,584	0,35 ns
D x F	4	164,675	41,169	0,70 ns
Testigo versus resto	1	2469,519	2469,519	42,09 **
Error experimental	18	1055,978	58,665	
Total	29	5268,993		

Coeficiente de variación: 17,45%
ns = no significativo
* = significativo al 5%
** = significativo al 1%

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la evaluación del porcentaje de unibulbos, separó los promedios en dos rangos de

significación (cuadro 4). El mayor porcentaje de unibulbos se obtuvo en el tratamiento D3F1 (12 ml/l, cada 3 semanas), con promedio de 61,11%, ubicado en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango, con promedios que van desde 55,56% hasta 44,44%. El menor porcentaje de unibulbos, se observó en el testigo, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba el menor promedio de 16,67%.

CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE UNIBULBOS

Tratamientos		Promedio (%)	Rango
No.	Símbolo		
7	D3F1	61,11	a
8	D3F2	55,56	a
4	D2F1	50,00	a
5	D2F2	50,00	a
1	D1F1	44,44	a
9	D3F3	44,44	a
2	D1F2	38,89	ab
3	D1F3	38,89	ab
6	D2F3	38,89	ab
10	T	16,67	b

Examinando el factor dosis de aplicación de Fitoamin TF, mediante la prueba de significación de Tukey al 5% en el porcentaje de unibulbos, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 5). El mayor porcentaje de unibulbos se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 12 ml/l (D3), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 53,70%; seguido de los tratamientos de la dosis de 8 ml/l (D2) que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 46,30%. El menor porcentaje de unibulbos, por su parte, reportaron los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 4 ml/l, con promedio de 40,74%, ubicado en el segundo rango.

Mediante la figura 2, se muestra la regresión lineal entre dosis de Fitoamin TF versus el porcentaje de unibulbos, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, indica que, el porcentaje de unibulbos tendió a crecer conforme se

CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE UNIBULBOS

Dosis	**Promedio (%)**	**Rango**
D3 (12 ml/l)	53,70	a
D2 (8 ml/l)	46,30	ab
D1 (4 ml/l))	40,74	b

aplicaron mayores dosis de Fitoamin TF al cultivo, ubicándose los mejores resultados con la utilización de la dosis de 12 ml/l (D3), con correlación positiva significativa.

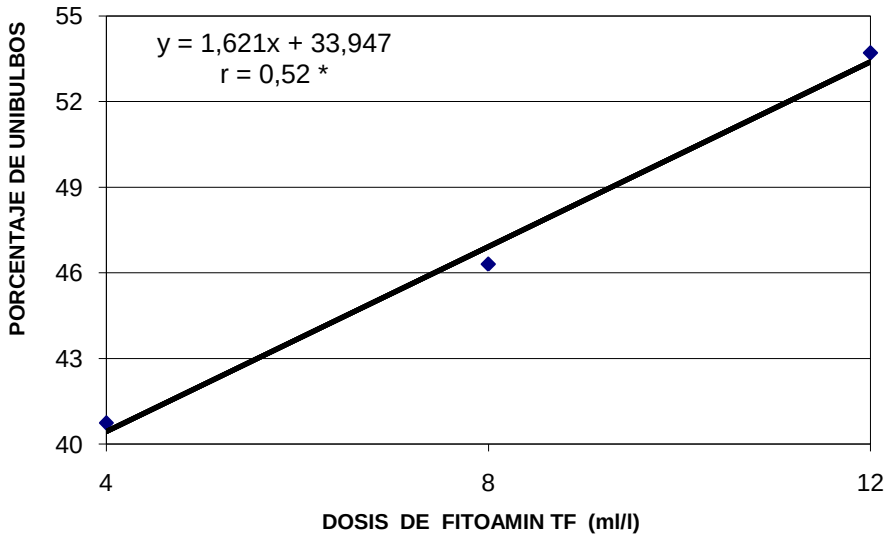


Figura 2. Regresión lineal para dosis de Fitoamin TF versus porcentaje de unibulbos

Evaluando el factor frecuencias de aplicación, en el porcentaje de unibulbos, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se detectaron dos rangos de significación (cuadro 6). El mayor porcentaje de unibulbos se consiguió en los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoamin TF, con la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con promedio de 51,85%, ubicado el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación con la frecuencia de cada 5 semanas (F2), al compartir el primero y segundo rangos, con promedio de 48,15%; mientras que, los

tratamientos de la frecuencia de cada 7 semanas (F3), reportaron el menor porcentaje de unibulbos, con promedio de 40,74%, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE UNIBULBOS

Frecuencias	**Promedio (%)**	**Rango**
F1 (cada 3 semanas)	51,85	a
F2 (cada 5 semanas)	48,15	ab
F3 (cada 7 semanas)	40,74	b

La figura 3, ilustra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación versus porcentaje de unibulbos, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, muestra que, el porcentaje de unibulbos fue significativamente mayor conforme se incrementó el número de aplicaciones en el cultivo, ubicándose los mejores resultados con la utilización de la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con correlación negativa significativa.

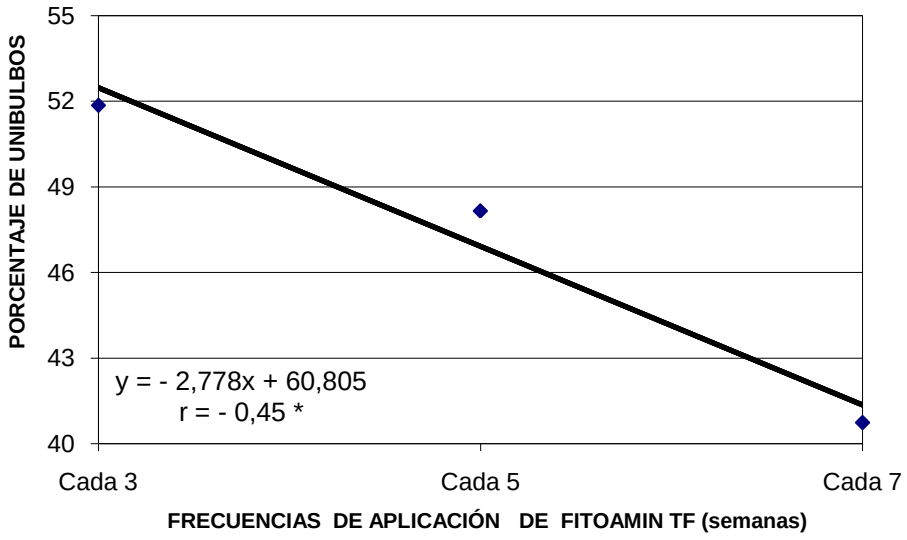


Figura 3. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus porcentaje de unibulbos

Los resultados obtenidos permiten deducir que, la aplicación de Fitoamin TF, influenció favorablemente en la producción de unibulbos de ajo, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación reportaron en general mayor porcentaje de unibulbos que el testigo, en el cual no se aplicó. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de Fitoamin TF en dosis de 12 ml/l (D3), con el cual el porcentaje de unibulbos se incrementó en promedio de 12,96%, que los tratamientos de la dosis (D1). Igualmente, con la aplicación del producto en la frecuencia de cada 3 semanas (F1), se alcanzaron los mejores resultados, incrementándose el porcentaje de unibulbos en promedio de 11,11%, que lo observado en los tratamientos de la frecuencia (F3); lo que permite inferir que, la aplicación de Fitoamin TF en la dosis de 12 ml/l cada 3 semanas, es el tratamiento apropiado para conseguir mayores porcentajes de unibulbos en el cultivo de ajo variedad Nacional. Es posible que, Fitoamin TF al ser un complejo de fitohormas y activadores metabólicos para los cultivos hortícolas, activa los ácidos nucleicos por la acción de la citocinina riboside, incrementando la iniciación y diferenciación de primordios (raíces) (Corporativo de Desarrollo Sustentable, 2013); por lo que las plantas tendieron a desarrollar mayormente unibulbos, a más de mejorar la formación y desarrollo de las yemas vegetativas y florales.

4.1.2. Diámetro polar de unibulbos

En el anexo 2, se indican los valores del diámetro polar de los unibulbos, registrado en cada tratamiento, con promedio general de 2,63 cm. Según el análisis de variancia (cuadro 7), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Las dosis de Fitoamin TF, no se diferenciaron estadísticamente. Las frecuencias de aplicación fueron significativas a nivel del 1%, con tendencia lineal significativa a este mismo nivel. La interacción dosis por frecuencias no mostró significación alguna; mientras que, el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 5,64%, el cual confiere alta confiabilidad en la validez de estos resultados.

CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO POLAR DE UNIBULBOS

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,151	0,076	3,43 ns
Tratamientos	9	1,208	0,134	6,08 **
Dosis (D)	2	0,025	0,013	0,59 ns
Frecuencias (F)	2	0,401	0,200	9,09 **
Tendencia lineal	1	0,393	0,393	17,80 **
Tendencia cuadrática	1	0,008	0,008	0,34 ns
D x F	4	0,155	0,039	1,77 ns
Testigo versus resto	1	0,627	0,627	28,39 **
Error experimental	18	0,397	0,022	
Total	29	1,757		

Coeficiente de variación: 5,64%
ns = no significativo
* = significativo al 5%
** = significativo al 1%

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el crecimiento en diámetro polar de unibulbos, se establecieron tres rangos de significación (cuadro 8). El mayor diámetro polar de unibulbos se registró en el tratamiento D2F1 (8 ml/l, cada 3 semanas), con promedio de 2,88 cm, ubicado en el primer rango; seguido del tratamiento D1F1 (4 ml/l, cada 3 semanas) que compartió el primer rango, con promedio de 2,80 cm. Les siguen varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores. El menor diámetro polar de unibulbos, se observó en el testigo, al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba, con el menor promedio de 2,20 cm.

Analizando el factor frecuencias de aplicación, en la evaluación del diámetro polar de unibulbos, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 9). Los unibulbos experimentaron mayor crecimiento en diámetro polar, en los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoamin TF, con la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con promedio de 2,82 cm, ubicado el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación con la frecuencia de cada 5 semanas (F2), al compartir el primero y segundo rangos, con promedio de 2,71 cm; en tanto que, los tratamientos de la frecuencia de cada 7 semanas (F3), reportaron el menor diámetro polar de unibulbos, con promedio de 2,52 cm al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DE UNIBULBOS

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
4	D2F1	2,88	a
1	D1F1	2,80	a
7	D3F1	2,78	ab
2	D1F2	2,77	ab
8	D3F2	2,70	ab
5	D2F2	2,65	ab
9	D3F3	2,65	ab
6	D2F3	2,57	abc
3	D1F3	2,35	bc
10	T	2,20	c

CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DE UNIBULBOS

Frecuencias	Promedio (cm)	Rango
F1 (cada 3 semanas)	2,82	a
F2 (cada 5 semanas)	2,71	ab
F3 (cada 7 semanas)	2,52	b

En la figura 4, se representa la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de Fitoamin TF versus diámetro polar de unibulbos, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, indica que, el diámetro polar de los unibulbos fue mayor a medida que se incrementó el número de aplicaciones en el cultivo, ubicándose los mejores resultados con la utilización de la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con correlación negativa significativa.

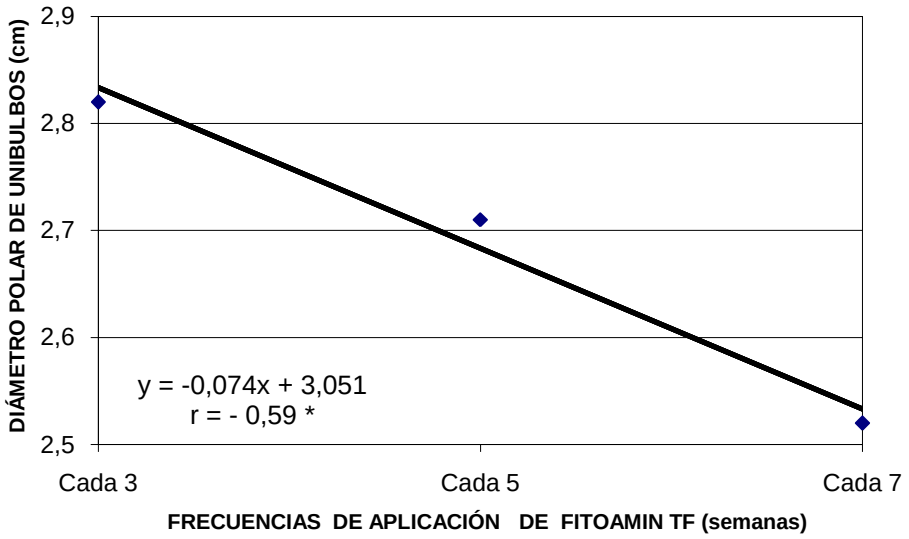


Figura 4. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus diámetro polar de unibulbos

Evaluando los resultados, es posible deducir que, la aplicación de Fitoamin TF, influenció favorablemente en el crecimiento en diámetro polar de los unibulbos, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación reportaron en general mejor diámetro polar que el testigo, en el cual no se aplicó. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de Fitoamin TF en la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con el cual el diámetro polar se incrementó en promedio de 0,30 cm, que lo observado en los tratamientos de la frecuencia (F3); por lo que es posible inferir que, la aplicación de Fitoamin TF con la frecuencia de cada 3 semanas, es el tratamiento adecuado para conseguir unibulbos de mayor diámetro polar, en el cultivo de ajo. Esta respuesta puede deberse a que, aplicando Fitoamin sustancia que contiene un elevado contenido de aminoácidos libres, se aporta a la planta de una fuente directa para que ésta sintetice sus proteínas (DROKASA, 2013), cuyo beneficio probablemente influenció especialmente en el mejor desarrollo de los unibulbos, obteniéndose mayor crecimiento en diámetro polar.

4.1.3. Diámetro ecuatorial de unibulbos

El anexo 3, presenta los valores del diámetro ecuatorial de los unibulbos, registrado en cada tratamiento, cuyo promedio general fue de 2,89 cm.

Aplicando el análisis de variancia (cuadro 10), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Las dosis de Fitoamin TF, no se diferenciaron estadísticamente. Las frecuencias de aplicación fueron significativas a nivel del 1%, con tendencia lineal significativa a este mismo nivel. La interacción dosis por frecuencias fue no significativa; en tanto que, el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 5,31%, cuya magnitud es aceptable para conferir validez a estos resultados.

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO ECUATORIAL DE UNIBULBOS

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,061	0,030	1,29 ns
Tratamientos	9	1,380	0,153	6,53 **
Dosis (D)	2	0,021	0,010	0,43 ns
Frecuencias (F)	2	0,621	0,310	13,48 **
Tendencia lineal	1	0,587	0,587	24,99 **
Tendencia cuadrática	1	0,034	0,034	1,44 ns
D x F	4	0,049	0,012	0,52 ns
Testigo versus resto	1	0,690	0,690	29,39 **
Error experimental	18	0,423	0,023	
Total	29	1,863		

Coeficiente de variación: 5,31%
ns = no significativo
* = significativo al 5%
** = significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el desarrollo del diámetro ecuatorial de unibulbos, se registraron tres rangos de significación (cuadro 11). El mayor diámetro ecuatorial de unibulbos se registró en el tratamiento D3F1 (12 ml/l, cada 3 semanas), con promedio de 2,23 cm, ubicado en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios que van desde 3,12 cm hasta 2,88 cm. El menor diámetro ecuatorial de unibulbos, se observó en el testigo, al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba, con promedio de 2,43 cm.

CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE UNIBULBOS

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
7	D3F1	3,23	a
4	D2F1	3,12	ab
1	D1F1	3,08	ab
8	D3F2	2,90	ab
2	D1F2	2,88	ab
5	D2F2	2,88	ab
6	D2F3	2,87	abc
9	D3F3	2,75	bc
3	D1F3	2,73	bc
10	T	2,43	c

En cuanto al factor frecuencias de aplicación, en el crecimiento en diámetro ecuatorial de unibulbos, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 12). El mayor crecimiento en diámetro ecuatorial de unibulbos, experimentaron los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoamin TF, con la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con promedio de 3,14 cm, ubicado el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación con la frecuencia de cada 5 semanas (F2) y los tratamientos de la frecuencia de cada 7 semanas (F3), reportaron menor diámetro ecuatorial de unibulbos, al compartir el segundo rango, con promedios de 2,89 cm y 2,78 cm, respectivamente.

CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE UNIBULBOS

Frecuencias	Promedio (cm)	Rango
F1 (cada 3 semanas)	3,14	a
F2 (cada 5 semanas)	2,89	b
F3 (cada 7 semanas)	2,78	b

Gráficamente (figura 5), se ilustra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de Fitoamin TF versus el diámetro ecuatorial de unibulbos, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, indica que, el diámetro ecuatorial de los unibulbos fue mayor a medida que se incrementó el número de aplicaciones en el cultivo, obteniéndose los mejores resultados con la utilización de la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con correlación negativa altamente significativa.

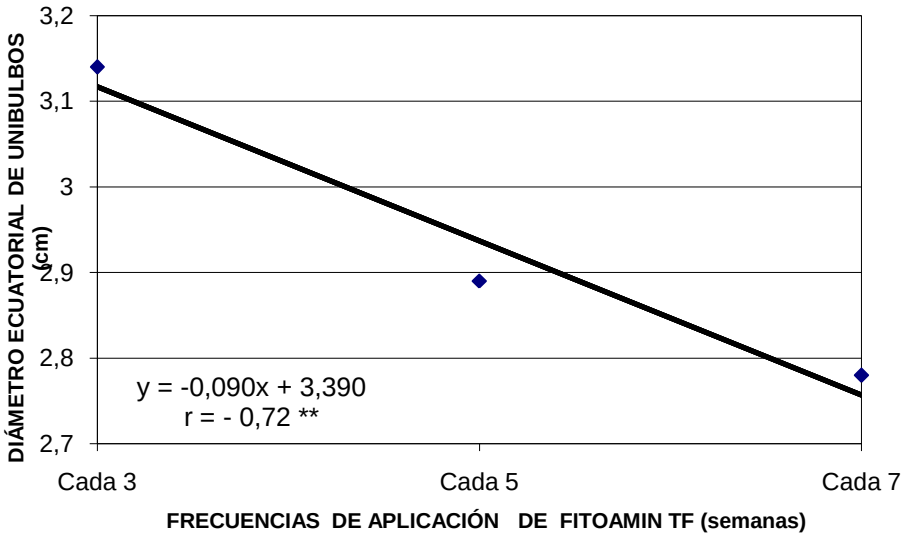


Figura 5. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus diámetro ecuatorial de unibulbos

Analizando los resultados de la evaluación estadística, es posible informar que, la aplicación de Fitoamin TF, influenció favorablemente en el crecimiento en diámetro ecuatorial de los unibulbos, debido a que, los tratamientos que recibieron aplicación reportaron en general mejor diámetro ecuatorial que el testigo, en el cual no se aplicó el producto. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de Fitoamin TF en la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con el cual el diámetro ecuatorial se incrementó en promedio de 0,36 cm, que lo observado en los tratamientos de la frecuencia (F3); lo que hace posible afirmar que, la aplicación de Fitoamin TF en la frecuencia de cada 3 semanas, es el tratamiento ideal para conseguir unibulbos de mayor diámetro ecuatorial, como también mejor diámetro polar, en el cultivo de ajo variedad Nacional. Es probable que Fitoamin TF, al ser un bioestimulante a base de aminoácidos libres obtenidos de plantas y de tejidos

vegetales por hidrólisis, de fácil asimilación por las hojas, producto orgánico natural y biodegradable, ecológicamente compatible con el medio ambiente, presenta propiedades como: aumentar el número de brotes y raíces, proporciona resistencia a enfermedades y estrés, actúa activando la vida en el suelo, entre otras propiedades (DROKASA, 2013), lo que influenció favorablemente en el crecimiento en diámetro ecuatorial de los unibulbos, obteniendo consecuentemente bulbos más desarrollados.

4.1.4. Peso de unibulbos

Los valores correspondientes al peso de unibulbos registrado en cada tratamiento se detalla en el anexo 4, con promedio general de 8,47 g. Mediante el análisis de variancia (cuadro 13), se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Las dosis de Fitoamin TF, se diferenciaron a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativo. Las frecuencias de aplicación fueron significativas a nivel del 5%, con tendencia lineal significativa a nivel del 1%. La interacción dosis por frecuencias no mostró significación; mientras que, el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 2,86%, demostrando la alta confiabilidad en los resultados que se presentan.

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PESO DE UNIBULBOS

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,011	0,005	0,09 ns
Tratamientos	9	4,467	0,496	8,46 **
Dosis (D)	2	2,157	1,078	18,27 **
Tendencia lineal	1	2,067	2,067	35,24 **
Tendencia cuadrática	1	0,090	0,090	1,53 ns
Frecuencias (F)	2	0,517	0,258	4,37 *
Tendencia lineal	1	0,517	0,517	8,81 **
Tendencia cuadrática	1	0,00005	0,00005	0,001 ns
D x F	4	0,129	0,032	0,54 ns
Testigo versus resto	1	1,665	1,665	28,37 **
Error experimental	18	1,056	0,059	
Total	29	5,534		

Coeficiente de variación: 2,86%
ns = no significativo
* = significativo al 5%
** = significativo al 1%

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el peso de unibulbos, se observaron cuatro rangos de significación (cuadro 14). El mayor peso de unibulbos se registró en el tratamiento D3F1 (12 ml/l, cada 3 semanas), con promedio de 9,03 g, al ubicarse en el primer rango; seguido de los tratamientos D2F1 (8 ml/l, cada 3 semanas) y D3F2 (12 ml/l, cada 5 semanas) que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios de 8,90 g y 8,88 g, respectivamente. El menor peso de unibulbos, se registró en el testigo, al ubicarse en el cuarto rango y último lugar en la prueba, el promedio de 7,77 g.

CUADRO 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE UNIBULBOS

Tratamientos		Promedio (g)	Rango
No.	Símbolo		
7	D3F1	9,03	a
4	D2F1	8,90	ab
8	D3F2	8,88	ab
9	D3F3	8,63	abc
5	D2F2	8,60	abc
6	D2F3	8,40	abcd
1	D1F1	8,23	bcd
2	D1F2	8,17	cd
3	D1F3	8,12	cd
10	T	7,77	d

En relación al factor dosis de aplicación de Fitoamin TF, según la prueba de significación de Tukey al 5% en la evaluación del peso de unibulbos, se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 15). Los unibulbos alcanzaron mayor peso en los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 12 ml/l (D3), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 8,85 g; seguido de los tratamientos de la dosis de 8 ml/l (D2) que compartió el primer rango, con promedio de 8,63 g. El menor peso de unibulbos, por su parte, reportaron los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 4 ml/l, con promedio de 8,17 g, ubicado en el segundo rango.

CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PESO DE UNIBULBOS

Dosis	**Promedio (g)**	**Rango**
D3 (12 ml/l)	8,85	a
D2 (8 ml/l)	8,63	a
D1 (4 ml/l))	8,17	b

La figura 6, representa la regresión lineal entre dosis de Fitoamin TF versus el peso de unibulbos, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, indica que, el peso de los unibulbos tendió a incrementar conforme se aplicaron mayores dosis de Fitoamin TF al cultivo, ubicándose los mejores resultados con la utilización de la dosis de 12 ml/l (D3), con correlación positiva altamente significativa.

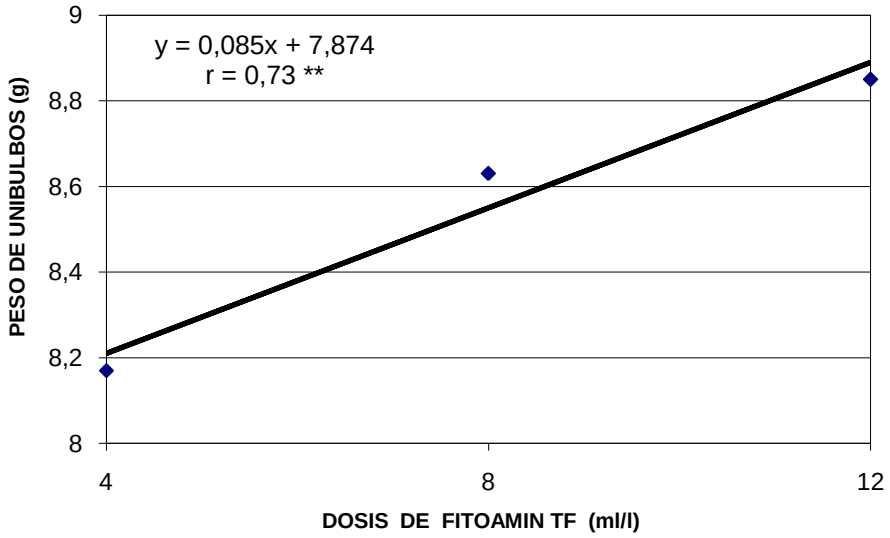


Figura 6. Regresión lineal para dosis de Fitoamin TF versus peso de unibulbos

En referencia al factor frecuencias de aplicación, en el peso de unibulbos, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se detectaron dos rangos de significación (cuadro 16). El mayor peso de unibulbos se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoamin TF, con la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con promedio de 8,72 g, ubicado el primer rango; seguido de los

tratamientos que recibieron aplicación con la frecuencia de cada 5 semanas (F2), al compartir el primero y segundo rangos, con promedio de 8,55 g; mientras que, los tratamientos de la frecuencia de cada 7 semanas (F3), reportaron los unibulbos de menor peso, con promedio de 8,38 g, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE PESO DE UNIBULBOS

Frecuencias	**Promedio (g)**	**Rango**
F1 (cada 3 semanas)	8,72	a
F2 (cada 5 semanas)	8,55	ab
F3 (cada 7 semanas)	8,38	b

La figura 7, presenta la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de Fitoamin TF versus el peso de unibulbos, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, muestra que, el peso de los unibulbos fue mayor a medida que se incrementó el número de aplicaciones en el cultivo, consiguiéndose los mejores resultados con la aplicación de la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con correlación negativa significativa.

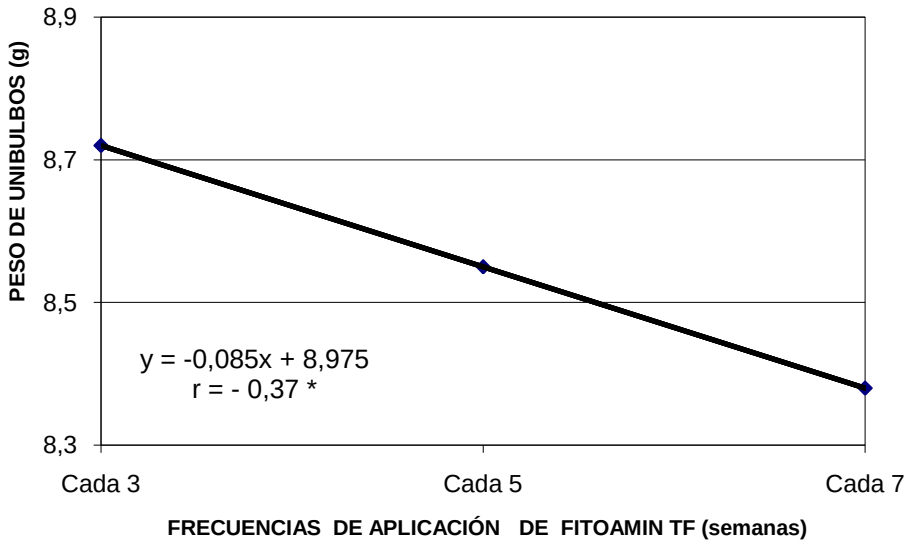


Figura 7. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus peso de unibulbos

Observando los resultados de la evaluación del peso de unibulbos es posible afirmar que, la aplicación de Fitoamin TF, influenció favorablemente en la ganancia en peso de los unibulbos de ajo, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación reportaron en general mejores pesos que el testigo, el cual no recibió. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de Fitoamin TF en dosis de 12 ml/l (D3), con el cual el peso de los unibulbos se incrementó en promedio de 0,68 g, que los tratamientos de la dosis (D1). Así mismo, con la aplicación del producto en la frecuencia de cada 3 semanas (F1), se alcanzaron los mejores resultados, incrementándose el peso de unibulbos en promedio de 0,34 g, que lo observado en los tratamientos de la frecuencia (F3); lo que permite inferir que, la aplicación de Fitoamin TF en la dosis de 12 ml/l cada 3 semanas, es el tratamiento apropiado para conseguir unibulbos de mayor peso, en el cultivo de ajo variedad Nacional. Según la revista El Agro (2013), Fitoamin TF es uno de los nuevos productos fitoreguladores, conformado por un complejo de fitohormonas de origen vegetal, desarrollado para toda clase de cultivos. Actúa en cualquier edad del cultivo, sin embargo, se recomienda la etapa más importante como es el desarrollo vegetativo, que es donde más se tiene que aprovechar, lo que influenció en el desarrollo de los unibulbos, consiguiéndose mayor peso, lo que es sinónimo de mejores rendimientos.

4.1.5. Rendimiento de bulbos “hembras”

Los valores del rendimiento de bulbos “hembras” en cada tratamiento, cuyo promedio general fue de 35,27 g. El análisis de variancia (cuadro 17), no reportó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Igualmente, las dosis de Fitoamin TF no se diferenciaron, como también las frecuencias de aplicación y la interacción dosis por frecuencias. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 5%. El coeficiente de variación fue de 5,27%, el mismo que confiere alta confiabilidad a los resultados que se presentan.

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO DE BULBOS "HEMBRAS"

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	1,976	0,988	0,29 ns
Tratamientos	9	46,356	5,151	1,49 ns
Dosis (D)	2	6,669	3,334	0,97 ns
Frecuencias (F)	2	7,909	3,954	1,15 ns
D x F	4	6,202	1,551	0,45 ns
Testigo versus resto	1	25,576	25,576	7,41 *
Error experimental	18	62,131	3,452	
Total	29	110,463		

Coeficiente de variación: 5,27%
ns = no significativo
* = significativo al 5%
** = significativo al 1%

Los valores observados permiten deducir que, al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, se deduce que, el rendimiento de bulbos "hembras" fue prácticamente igual tanto entre los tratamientos que recibieron diferentes dosis de Fitoamin TF, como en distintas frecuencias, por lo que el efecto del complejo de fitohormonas y activadores metabólicos, produjo mayores diferencias en la producción de bulbos "machos" y en el desarrollo ecuatorial y polar general de los bulbos, que únicamente en el rendimiento de bulbos "hembras". Se debe destacar también que el testigo que no recibió aplicación de productos, produjo menor rendimiento de bulbos "hembras" que el resto de tratamientos, por lo que se justifica la aplicación del producto en el cultivo.

4.1.6. Rendimiento de bulbos "machos"

El anexo 6, reporta los valores correspondientes al rendimiento de bulbos "machos" registrado en cada tratamiento, con promedio general de 32,45 g. Según el análisis de variancia (cuadro 18), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Las dosis de Fitoamin TF, se diferenciaron a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativo. Las frecuencias de aplicación fueron significativas a nivel del 1%, con tendencia lineal significativa a nivel del 1%. La interacción dosis por frecuencias mostró significación a nivel del 1%, al igual que el testigo del resto de tratamientos. El

coeficiente de variación fue de 6,69%, el cual confiere alta confiabilidad en los resultados evaluados.

CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO DE BULBOS "MACHOS"

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	7,962	3,981	0,85 ns
Tratamientos	9	932,720	103,636	22,04 **
Dosis (D)	2	190,250	95,125	20,24 **
Tendencia lineal	1	184,961	184,961	39,34 **
Tendencia cuadrática	1	5,289	5,289	1,13 ns
Frecuencias (F)	2	162,759	81,379	17,31 **
Tendencia lineal	1	162,00	162,00	34,46 **
Tendencia cuadrática	1	0,759	0,759	0,16 ns
D x F	4	101,577	25,394	5,40 **
Testigo versus resto	1	478,135	478,135	101,70 **
Error experimental	18	84,625	4,701	
Total	29	1025,307		

Coeficiente de variación: 6,69%
ns = no significativo
* = significativo al 5%
** = significativo al 1%

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la evaluación del rendimiento de bulbos "machos", separó los promedios en cinco rangos de significación (cuadro 19). El mayor rendimiento de bulbos "machos" se registró en el tratamiento D3F1 (12 ml/l, cada 3 semanas), con promedio de 41,47 g, al ubicarse en el primer rango; seguido del tratamiento D3F2 (12 ml/l, cada 5 semanas), que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 38,67 g. El menor rendimiento de bulbos "machos", reportó el testigo, al ubicarse en el quinto rango y último lugar en la prueba, el promedio de 20,43 g.

Con respecto al factor dosis de aplicación de Fitoamin TF, en la evaluación del rendimiento de bulbos "machos", la prueba de significación de Tukey al 5% separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 20). El mayor rendimiento de bulbos "machos" se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 12 ml/l (D3), con promedio de 36,63 g, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos de la dosis de 8 ml/l (D2) que compartió el primer

CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO DE BULBOS "MACHOS"

Tratamientos		Promedio (g)	Rango
No.	Símbolo		
7	D3F1	41,47	a
8	D3F2	38,67	ab
4	D2F1	37,13	abc
5	D2F2	33,23	bcd
6	D2F3	32,73	bcd
1	D1F1	31,27	cd
2	D1F2	30,03	d
9	D3F3	29,77	d
3	D1F3	29,37	d
10	T	20,43	e

rango, con promedio de 34,37 g. El menor rendimiento de bulbos "machos", por su parte, reportaron los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 4 ml/l, con promedio de 30,22 g, ubicado en el segundo rango.

CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO DE BULBOS "MACHOS"

Dosis	Promedio (g)	Rango
D3 (12 ml/l)	36,63	a
D2 (8 ml/l)	34,37	a
D1 (4 ml/l))	30,22	b

Gráficamente, mediante la figura 8, se ilustra la regresión lineal entre dosis de Fitoamin TF versus el rendimiento de bulbos "machos", en donde la tendencia lineal positiva de la recta, muestra que, el rendimiento de bulbos "machos" tendió a incrementar conforme se aplicaron mayores dosis de Fitoamin TF al cultivo, ubicándose los mejores resultados con la utilización de la dosis de 12 ml/l (D3), con correlación positiva significativa.

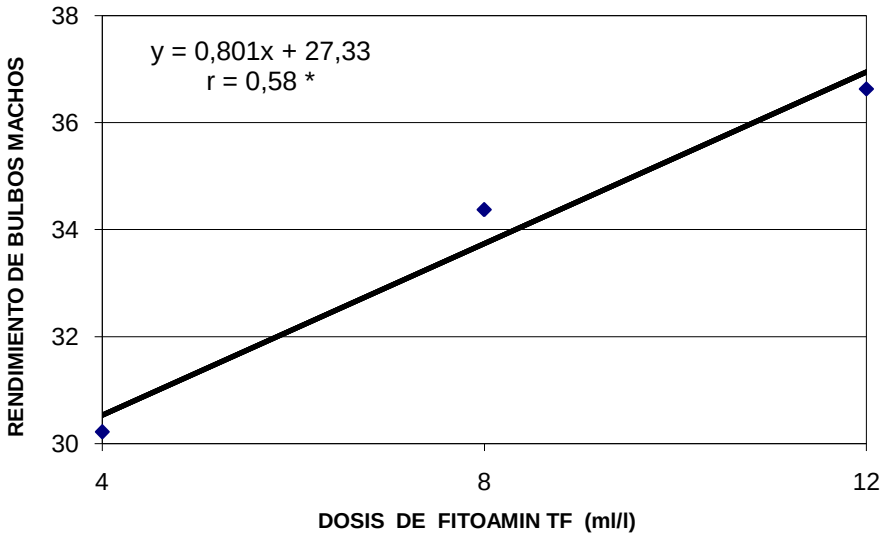


Figura 8. Regresión lineal para dosis de Fitoamin TF versus rendimiento de bulbos "machos"

Evaluando el factor frecuencias de aplicación, en el rendimiento de bulbos "machos", aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 21). El rendimiento de bulbos "machos" fue significativamente mayor en los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoamin TF, con la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con promedio de 36,62 g, ubicado el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación con la frecuencia de cada 5 semanas (F2), al compartir el primer rango, con promedio de 33,98 g; mientras que, los tratamientos de la frecuencia de cada 7 semanas (F3), reportaron el menor rendimiento de bulbos "machos", con promedio de 30,62 g, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

La ilustración de la figura 9, muestra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de Fitoamin TF versus el rendimiento de bulbos "machos", en donde la tendencia lineal negativa de la recta, indica que, el rendimiento de bulbos "machos" fue significativamente mayor a medida que se incrementó el número de aplicaciones en el cultivo, obteniendo los mejores resultados con la aplicación de la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con correlación negativa significativa.

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO DE BULBOS "MACHOS"

Frecuencias	**Promedio (g)**	**Rango**
F1 (cada 3 semanas)	36,62	a
F2 (cada 5 semanas)	33,98	a
F3 (cada 7 semanas)	30,62	b

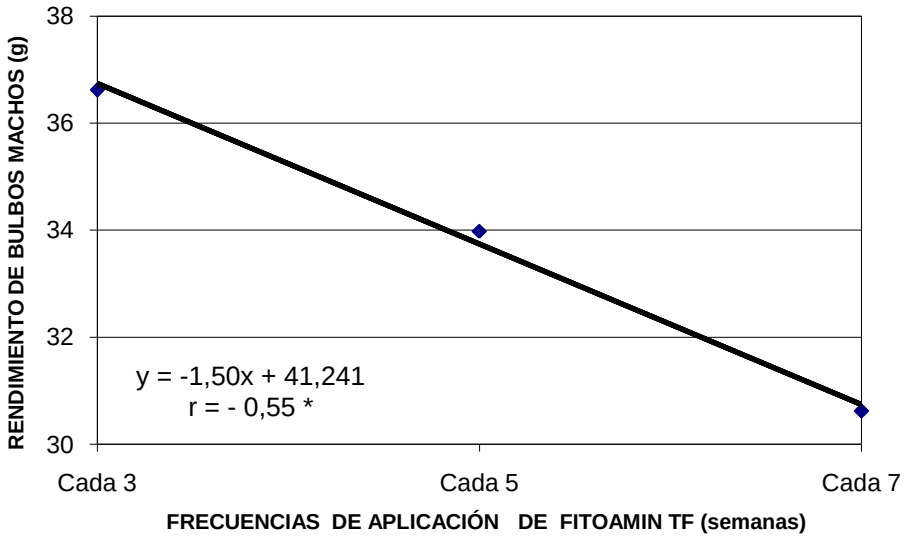


Figura 9. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus rendimiento de bulbos "machos"

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencias, en la evaluación del rendimiento de bulbos "machos", se establecieron cuatro rangos de significación (cuadro 22). El mayor rendimiento de bulbos "machos" se registró en la interacción D3F1 (12 ml/l, cada 3 semanas), con promedio de 41,47 g, al ubicarse en el primer rango; seguido de la interacción D3F2 (12 ml/l, cada 5 semanas), que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 38,67 g. El menor rendimiento de bulbos "machos", reportó la interacción D1F3 (4 ml/l, cada 7 semanas), al ubicarse en el cuarto rango y último

lugar en la prueba, con promedio de 29,37 g, entre otros promedios que compartieron el último rango.

CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS POR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO DE BULBOS "MACHOS"

D x F	**Promedio (g)**	**Rango**
D3F1	41,47	a
D3F2	38,67	ab
D2F1	37,13	abc
D2F2	33,23	bcd
D2F3	32,73	bcd
D1F1	31,27	cd
D1F2	30,03	d
D3F3	29,77	d
D1F3	29,37	d

Examinando la evaluación estadística del rendimiento de bulbos "machos", se puede deducir que, la aplicación de Fitoamin TF, influenció relevantemente en éste rendimiento, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación reportaron en general mejores rendimientos de bulbos "machos" que el testigo, el cual no recibió aplicación. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de Fitoamin TF en dosis de 12 ml/l (D3), con el cual el rendimiento de bulbos "machos" superó en promedio de 6,41 g, que los tratamientos de la dosis (D1). Así mismo, con la aplicación del producto en la frecuencia de cada 3 semanas (F1), se alcanzaron los mejores resultados, incrementándose éste rendimiento en promedio de 6,00 g, que lo observado en los tratamientos de la frecuencia (F3); por lo que es posible inferir que, la aplicación de Fitoamin TF en la dosis de 12 ml/l cada 3 semanas, es el tratamiento adecuado para obtener unibulbos de mayor peso, en el cultivo de ajo variedad Nacional, consecuentemente se alcanzaron mejores rendimientos de bulbos "machos". Según el Corporativo de Desarrollo Sustentable (2013), Fitoamin TF es un complejo de fitohormas y activadores metabólicos para los cultivos hortícolas, frutícolas y granos, que activa los ácidos nucleicos por la acción de la citocinina riboside, incrementa la iniciación y diferenciación de primordios (hojas, flores, espiga y raíces); incrementa la formación y desarrollo de

las yemas vegetativas, flores y de frutos; incrementa la acumulación de los fotosintatos en las yemas vegetativas, florales y en los frutos, cuyas características influenciaron favorablemente, en el crecimiento y desarrollo de los bulbos "machos", por lo que se obtuvieron mejores rendimientos.

4.1.7. Rendimiento total

Los valores correspondientes al rendimiento total de bulbos, en cada tratamiento, se reporta en el anexo 7, cuyo promedio general fue de 285,60 g. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 23), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Las dosis de Fitoamin TF, se diferenciaron a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativo. Las frecuencias de aplicación fueron significativas a nivel del 1%, con tendencia lineal significativa a este mismo nivel. La interacción dosis por frecuencias presentó diferencias significativas; mientras que, el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 3,39%, el mismo que confiere alta confiabilidad en los resultados reportados.

CUADRO 23. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO TOTAL

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	24,412	12,206	0,13 ns
Tratamientos	9	13 764,913	1 529,435	16,27 **
Dosis (D)	2	1 466,043	733,021	7,80 **
Tendencia lineal	1	1 369,214	1 369,214	14,57 **
Tendencia cuadrática	1	96,828	96,828	1,03 ns
Frecuencias (F)	2	2 693,901	1 346,950	14,33 **
Tendencia lineal	1	2 681,072	2 681,072	28,53 **
Tendencia cuadrática	1	12,829	12,829	0,14 ns
D x F	4	1 550,376	387,594	4,12 *
Testigo versus resto	1	8 054,593	8 054,593	85,71 **
Error experimental	18	1 691,580	93,977	
Total	29	15 480,905		

Coeficiente de variación: 3,39%
ns = no significativo
* = significativo al 5%
** = significativo al 1%

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el rendimiento total de bulbos, se detectaron cuatro rangos de significación

(cuadro 24). El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamientos D3F1 (12 ml/l, cada 3 semanas), con promedio de 316,34 g, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamiento D3F2 (12 ml/l, cada 5 semanas) y D2F1 (8 ml/l, cada 3 semanas), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios de 307,78 g y 305,44 g, respectivamente. El menor rendimiento general de bulbos reportó el testigo, al ubicarse en el cuarto rango y último lugar en la prueba, el promedio de 236,44 g.

CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL

Tratamientos		Promedio (g)	Rango
No.	Símbolo		
7	D3F1	316,34	a
8	D3F2	307,78	ab
4	D2F1	305,44	ab
6	D2F3	288,33	abc
5	D2F2	287,44	bc
1	D1F1	286,56	bc
2	D1F2	280,89	bc
3	D1F3	275,56	c
9	D3F3	271,22	c
10	T	236,44	d

En cuanto al factor dosis de aplicación de Fitoamin TF, en la evaluación del rendimiento total de bulbos, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 25). El mayor rendimiento total de bulbos se alcanzó en los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 12 ml/l (D3), con el mayor promedio de 298,44 g, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos de la dosis de 8 ml/l (D2) que compartió el primer rango, con promedio de 293,74 g. El menor rendimiento total de bulbos, por su parte, se observó en los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 4 ml/l, con promedio de 281,00 g, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL

Dosis	**Promedio (g)**	**Rango**
D3 (12 ml/l)	298,44	a
D2 (8 ml/l)	293,74	a
D1 (4 ml/l))	281,00	b

La ilustración de la figura 10, grafica la regresión lineal entre dosis de Fitoamin TF versus el rendimiento total de bulbos, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, muestra que, el rendimiento total de bulbos tendió a incrementar conforme se aplicaron mayores dosis de Fitoamin TF al cultivo, ubicándose los mejores resultados con la utilización de la dosis de 12 ml/l (D3), con correlación positiva significativa.

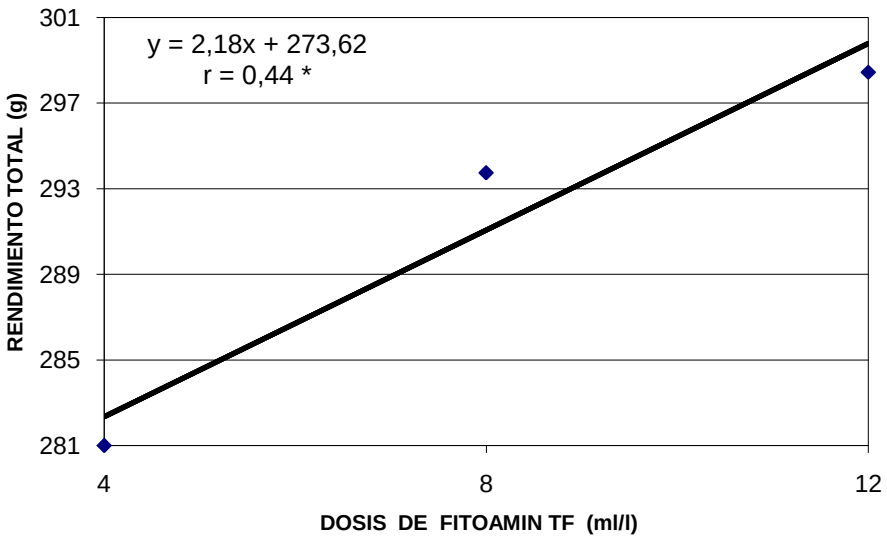


Figura 10. Regresión lineal para dosis de Fitoamin TF versus rendimiento total de bulbos

Examinando el factor frecuencias de aplicación, en el rendimiento total de bulbos, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se apreciaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 26). El rendimiento total de bulbos fue

significativamente mayor, en los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoamin TF, con la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con el mayor promedio de 302,78 g, ubicado el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación del producto con la frecuencia de cada 5 semanas (F2), al compartir el primer rango, con promedio de 292,04 g; en tanto que, los tratamientos de la frecuencia de cada 7 semanas (F3), reportaron el menor rendimiento total de bulbos, con promedio de 278,37 g, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL

Frecuencias	**Promedio (g)**	**Rango**
F1 (cada 3 semanas)	302,78	a
F2 (cada 5 semanas)	292,04	a
F3 (cada 7 semanas)	278,37	b

La figura 11, presenta la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de Fitoamin TF versus el rendimiento total de bulbos, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, indica que, el rendimiento total de bulbos fue significativamente mayor a medida que se incrementó el número de aplicaciones en el cultivo, obteniendo los mejores resultados con la aplicación de la frecuencia de cada 3 semanas (F1), con correlación negativa altamente significativa.

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencias de aplicación, en el rendimiento total de bulbos, se detectaron tres rangos de significación (cuadro 27). El mayor rendimiento se obtuvo en la interacción D3F1 (12 ml/l, cada 3 semanas), con promedio de 316,34 g, ubicado en el primer rango; seguido de las interacciones D3F2 (12 ml/l, cada 5 semanas) y D2F1 (8 ml/l, cada 3 semanas), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios de 307,78 g y 305,44 g, respectivamente. El menor rendimiento general

de bulbos reportó la interacción D3F3 (12 ml/l, cada 7 semanas), al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba, el promedio de 271,22 g.

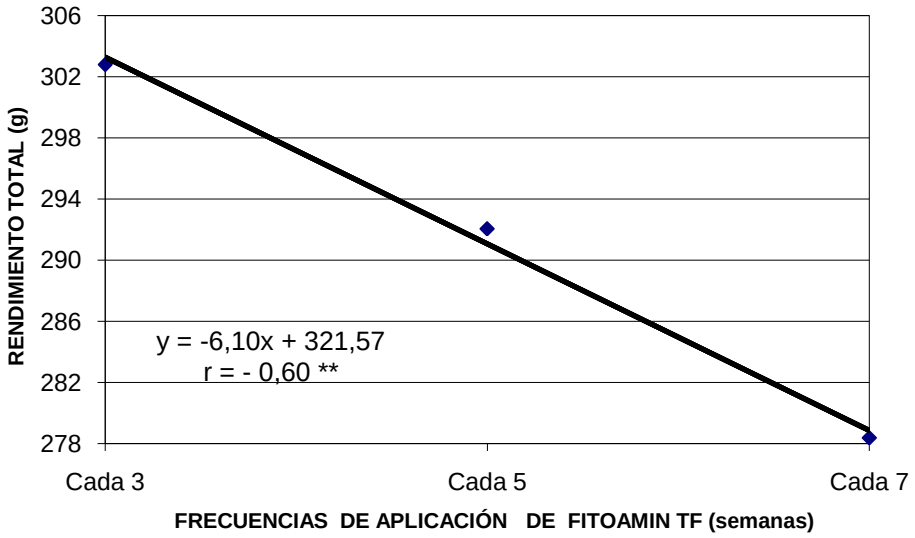


Figura 11. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus rendimiento tota de bulbos

CUADRO 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS POR FRECUENCIAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL

D x F	**Promedio (g)**	**Rango**
D3F1	316,34	a
D3F2	307,78	ab
D2F1	305,44	ab
D2F3	288,33	abc
D2F2	287,44	abc
D1F1	286,56	bc
D1F2	280,89	bc
D1F3	275,56	c
D3F3	271,22	c

La evaluación estadística del rendimiento total de bulbos, permite deducir que, la aplicación de Fitoamin TF, influenció relevantemente en éste rendimiento, debido a que, los tratamientos que recibieron aplicación reportaron en general mejores rendimientos que el testigo, el cual no recibió aplicación. Los

mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de Fitoamin TF en dosis de 12 ml/l (D3), con el cual el rendimiento general de bulbos superó en promedio de 17,44 g, que los tratamientos de la dosis (D1). Así mismo, con la aplicación del producto en la frecuencia de cada 3 semanas (F1), se alcanzaron los mejores resultados, incrementándose éste rendimiento en promedio de 24,41 g, que lo observado en los tratamientos de la frecuencia (F3); lo que permite inferir que, la aplicación de Fitoamin TF en la dosis de 12 ml/l cada 3 semanas, es el tratamiento apropiado para obtener mayor rendimiento general de bulbos en el cultivo de ajo variedad Nacional. Para Agrofarm (2013), Fitoamin TF es un complejo equilibrado de fitohormonas naturales y activadores metabólicos para los cultivos en general. Es un concentrado de los principales fitoreguladores y vitaminas que reactivan los procesos metabólicos de las plantas, incrementando su desarrollo. Es un compensado natural de los cultivos durante las principales etapas: desarrollo, floración y fructificación, características que favorecieron el desarrollo general de los bulbos de ajo, por lo que se obtuvieron buenos resultados.

4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN

Para el análisis económico de los tratamientos, en la aplicación de tres dosis de Fitoamin TF en tres frecuencias en el cultivo de ajo (*Alliun sativum* L.), se siguió la metodología propuesta por Perrin et al (1988), para lo cual se determinaron los costos variables del ensayo por tratamiento (cuadro 28). La variación de los costos está dada básicamente por las diversas cantidades de Fitoamin TF de acuerdo a las dosis y frecuencias de aplicación. Los costos de producción se detallan en dos rubros que son: costos de mano de obra y costos de la aplicación de Fitoamin TF por tratamiento.

El cuadro 29, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al peso total de bulbos obtenido en la parcela total, en las tres repeticiones, considerando el precio de un kilogramo de producto en $ 11,00 para la época en que se sacó a la venta.

CUADRO 28. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Mano de obra $	Dosis y frecuencias de aplicación de Fitoamin TF $	Costo total $
D1F1	0,83	0,25	1,08
D1F2	0,48	0,14	0,62
D1F3	0,36	0,11	0,46
D2F1	0,83	0,50	1,33
D2F2	0,48	0,29	0,76
D2F3	0,36	0,21	0,57
D3F1	0,83	0,75	1,58
D3F2	0,48	0,43	0,90
D3F3	0,36	0,32	0,68
T	0,00	0,00	0,00

CUADRO 29. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento (kg de bulbos/trat.)	Precio de 1 kg de producto $	Ingreso total $
D1F1	0,86	11,00	9,46
D1F2	0,84	11,00	9,27
D1F3	0,83	11,00	9,09
D2F1	0,92	11,00	10,08
D2F2	0,86	11,00	9,49
D2F3	0,87	11,00	9,52
D3F1	0,95	11,00	10,44
D3F2	0,92	11,00	10,16
D3F3	0,81	11,00	8,95
T	0,71	11,00	7,80

En base a los costos variables y los ingresos por tratamiento, se calcularon los beneficios netos (cuadro 30), destacándose el tratamiento D3F2 (12 ml/l, cada 5 semanas), con el mayor beneficio neto de $ 9,25.

Para el análisis de dominancia de tratamientos (cuadro 31), se ordenaron los datos en forma descendente en base a beneficios netos. Se calificaron los tratamientos no dominados aquellos que presentaron el mayor beneficio neto y el menor costo variable, siendo los restantes tratamientos dominados.

CUADRO 30. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamientos	Ingreso total	Costo Total	Beneficio neto
D1F1	9,46	1,08	8,37
D1F2	9,27	0,62	8,65
D1F3	9,09	0,46	8,63
D2F1	10,08	1,33	8,75
D2F2	9,49	0,76	8,72
D2F3	9,52	0,57	8,94
D3F1	10,44	1,58	8,86
D3F2	10,16	0,90	9,25
D3F3	8,95	0,68	8,27
T	7,80	0,00	7,80

CUADRO 31. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto ($)	Costo total ($)	
D3F2	9,25	0,90	*
D2F3	8,94	0,57	*
D3F1	8,86	1,58	-
D2F1	8,75	1,33	-
D2F2	8,72	0,76	-
D1F2	8,65	0,62	-
D1F3	8,63	0,46	*
D1F1	8,37	1,08	-
D3F3	8,27	0,68	-
T	7,80	0,00	*

- Tratamientos dominados

* Tratamientos no dominados

Los tratamientos no dominados se sometieron al cálculo de beneficio neto marginal y costo variable marginal, calculándose la tasa marginal de retorno (cuadro 32). El tratamiento D2F3 (8 ml/l, cada 7 semanas), registró la mayor tasa marginal de retorno de 293,56%, siendo desde el punto de vista económico el de mayor rentabilidad.

CUADRO 32. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto ($)	Costo total ($)	Beneficio neto marginal	Costo total marginal	Tasa marginal de retorno (%)
D3F2	9,25	0,90	0,31	0,33	92,50
D2F3	8,94	0,57	0,31	0,11	293,56
D1F3	8,63	0,46	0,83	0,46	177,99
T	7,80	0,00			

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos de la aplicación de tres dosis de Fitoamin TF en tres frecuencias de aplicación, para la inducción a la producción de unibulbos, en el cultivo de ajo (*Allum sativum* L.), permiten aceptar la hipótesis alternativa (Ha), por cuanto, con la aplicación del complejo hormonal, se obtuvieron mayores porcentajes de unibulbos, siendo éstos de mayor diámetro polar y ecuatorial, incrementándose consecuentemente el rendimiento de bulbos "machos", especialmente al utilizar la dosis de 12 ml/l, con la frecuencia de cada 3 semanas.

CAPÍTULO 5
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Con la aplicación de Fitoamin TF (como complejo de hormonas para inducir la producción de unibulbos en el cultivo de ajo *Allium sativum* L.), en la dosis de 12 ml/l (D3), se obtuvieron los mejores resultados, por cuanto se alcanzó la mayor producción de unibulbos, siendo éstos de mejor calidad, al reportarse en los análisis el mayor porcentaje de unibulbos (53,70%), con mayor peso (8,85 g), consecuentemente se obtuvieron los mayores rendimientos de bulbos "machos" (36,63 g) y el mejor rendimiento general de bulbos (298,44 g), por lo que es la dosis apropiada para mejorar la producción de unibulbos en el cultivo y propender a un mejor desarrollo de los mimos, incrementando la producción y productividad del cultivo. La dosis de 8 ml/l (D2), reportó buenos resultados, especialmente con el segundo mejor peso de unibulbos (8,63 g), rendimiento de bulbos "machos" (34,37 g) y rendimiento total de bulbos (293,74 g).

En relación a las frecuencias de aplicación de Fitoamin TF, se observó que, con la aplicación del producto con la frecuencia de cada 3 semanas (F1), se obtuvieron los mejores resultados, alcanzándose el mayor porcentaje de unibulbos (51,85%), siendo éstos de mayor diámetro polar (2,82 cm) y mejor diámetro ecuatorial de unibulbos (3,14 cm). El peso de los unibulbos se incrementó (8,72 g), por lo que se consiguieron los mayores rendimientos, especialmente de bulbos "machos" (36,62 g) y el mejor rendimiento total de bulbos (302,78 g); por lo que es la frecuencia de aplicación apropiada, con la cual el cultivo se ve mayormente beneficiado del complejo de hormonas, incrementándose la producción y productividad de bulbos. La frecuencia de cada 5 semanas (F2) se destacó con el segundo mejor rendimiento de bulbos "machos" (33,98 g) y el segundo mayor rendimiento total de bulbos (292,04 g).

La interacción D3F1 (Fitoamin en dosis de 12 ml/l, aplicado cada 3 semanas), influenció mayormente en el cultivo, con la cual se consiguió los unibulbos de mayor tamaño y peso, reportándose en consecuencia los mejores rendimientos de bulbos

“machos” (41,47 g) y los mayores rendimientos totales del cultivo (316,34 g), por lo que es la dosis y la frecuencia de aplicación apropiadas para incentivar al cultivo a la mayor producción de unibulbos, a más de influenciar en el mejor crecimiento y desarrollo de los unibulbos, mejorando consecuentemente los rendimientos del cultivo.

En relación al testigo, al no recibir aplicación de Fitoamin TF, reportó el mayor porcentaje de bulbos “hembras”, obteniéndose el menor porcentaje de unibulbos, presentando el menor diámetro polar y ecuatorial de los unibulbos, consecuentemente el peso de éstos fue menor, por lo que reportó los rendimientos más reducidos, lo que justifica la utilización de Fitoamin TF

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento D2F3 (8 ml/l, cada 7 semanas), registró la mayor tasa marginal de retorno de 293,56%, siendo desde el punto de vista económico el de mayor rentabilidad.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda poner en práctica la propuesta adjunta, para inducir a la producción de unibulbos en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.).

Probar el número de horas frío, en función de la relación que existe entre el desarrollo del unibulbo y la altura sobre el nivel del mar.

CAPÍTULO 6
PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Aplicación del complejo hormonal Fitoamin TF para inducir a la producción de unibulbos en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.).

6.2. FUNDAMENTACIÓN

El cultivo de ajo (*Allium sativum L.*), representa un renglón de gran importancia en el sector agrícola vegetal. El mismo es un cultivo que no solo se utiliza como un producto destinado para el uso en la cocina, al contrario, por su composición contiene grandes propiedades curativas para diversas enfermedades, así como también preventivas. La práctica de este tipo de cultivos es más frecuente en las zonas altas, puesto que su mayor rendimiento se da en alturas por encima de los 2 000 m.s.n.m. y no requiere suelos tan fértiles para obtener una buena cosecha. Por otro lado su práctica no es complicada comparándolo con otros tipos de cultivos que requieren más cuidados por parte del agricultor (Fabara, 2012).

En Sudamérica el ajo común y la cebolla comprenden el 95% de los *Allium* producidos; el resto lo abarcan otras especies como el puerro, la chalota y en menor cuantía el ajo elefante (Burba y Galmarini, 1997).

El ajo es una hortaliza muy apreciada en la mesa de la mayoría de las personas. Su uso es generalmente para condimento de muchos platos exquisitos, además se ha podido comprobar a través de la historia que el ajo tiene una serie de propiedades relacionadas con la circulación y producción de sustancias antisépticas en el cuerpo humano. El consumo de esta hortaliza es cada vez más apreciada por las personas en particular por la clase media y baja de la población. Por ser esta hortaliza un cultivo que es muy incidente al contagio de plagas y enfermedades los costos de producción de esta hortaliza son muy elevados por lo que los agricultores del sector no están dedicados en su totalidad a la producción de la hortaliza (Fabara, 2012).

6.3. OBJETIVO

Aplicar el complejo hormonal Fitoamin TF para inducir a la producción de unibulbos en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.).

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El ajo es una de las hortalizas más antiguas usadas por el hombre, se cree que es origina río de Asia Central, desde donde se extendió al sur de Europa y llegó a Venezuela introducido por los españoles durante la colonia. Es un cultivo de alta rentabilidad y de mercado seguro, pero en Venezuela presenta grandes riesgos, ya que existen limitantes como el uso de semilla contaminada con plagas y enfermedades y el mal manejo del cultivo, situándose el rendimiento nacional entre 4 000 y 5 000 kg/hectárea (Hidalgo, 1993).

Los valores en los mercados de esta hortaliza están basados según la variedad y la época en que se comercialicen, llegando a costar un quintal de ajo normal a un valor aproximado de $ 80 dólares y un quintal de ajo "macho" o llamado unibulbo alcanza un valor aproximado de $ 120 dólares. La diferencia de precios se da por las propiedades tanto físicas como químicas del ajo "macho" o unibulbo, como son el tamaño, olor, sabor y el poder que tiene al utilizarlo como condimento en las comidas. El cultivo del ajo (*Allium sativum L*) es considerado hoy día como una de las hortalizas más rentable a nivel nacional. Las zonas de mayor producción de ajo se encuentran en los climas donde existen temperaturas bajas (Fabara, 2012).

6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

6.5.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizará 45 días antes de la plantación, mediante una arada y una rastrada, posteriormente se eliminarán malezas, con la finalidad de dejarlo en buenas condiciones para el cultivo.

6.5.2. Nivelación del suelo

Para nivelar el suelo se utilizarán azadones y rastrillos, quedando el suelo uniforme y completamente mullido.

6.5.3. Delimitación y elaboración de parcelas

Esta labor se efectuará ocho días antes de la plantación, elaborando parcelas utilizando materiales como estacas, combo, piola, flexómetro, rastrillos, azadillas. Se surcará de acuerdo a las distancias de plantación.

6.5.4. Abonadura orgánica

La incorporación de abono orgánico se efectuará manualmente, al voleo, utilizando estiércol de cuy y conejo en dosis de 12 t/ha.

6.5.5. Descontaminación del suelo

La descontaminación del suelo se hará con Terraclor 75% (PCNB) (Penta cloro nitro benceno) en dosis de 4 g/m² para prevenir esclerotinia (*Scletorium cepivorum*) y moho azul Penicilium (*Penicilium corymbiferum*), acompañando la aplicación con Endosulfan (Thiodan 50 WP), en dosis de 20 g/l, para eliminar plagas como trips (*Trips tabaci*), nemátodos (*Ditylenchus dipsaci*). Para esta labor se humedecerá el suelo un día antes, aplicando los productos manualmente, cuidando que se depositen homogéneamente. Posteriormente se removerá el suelo para mezclar los decontaminantes, volviendo a dotar de un riego.

6.5.6. Preparación de la semilla

Antes de la plantación (48 horas), la semilla se desgaja, seleccionando cabezas de 5 cm de diámetro, utilizando los "dientes" externos de peso promedio de 3,2 g y remojándolas; posteriormente se aplicará Vitavax 300 (Carboxin + Captan) en dosis de 4 g/lb de semilla.

6.5.7. Plantación

Se plantarán los "dientes" en hoyos a la profundidad de 3 a 5 cm y a las distancias de 0,25 cm entre hileras y 0,20 m entre plantas, cuidando que la plúmula quede hacia arriba y la radícula hacia abajo. Se utilizará semilla de la variedad Nacional.

6.5.8. Aplicación de Fitoamin TF

La aplicación de Fitoamin TF se efectuará en la dosis de 12 ml/l con la frecuencia de cada 3 semanas. La primera aplicación se hará a las tres semanas de la plantación. En total se efectuarán siete aplicaciones durante el desarrollo del cultivo.

6.5.9. Deshierbas

Se eliminarán manualmente todo tipo de malezas presentes en el cultivo, efectuando controles a los 45, 90 y 145 días de la plantación, utilizando azadillas y aflojando paralelamente el suelo entre las hileras y alrededor de la planta.

6.5.10. Riegos

Los riegos se efectuarán con la frecuencia de cada siete días, durante el desarrollo del cultivo, manteniendo el criterio de capacidad de campo.

6.5.11. Controles fitosanitarios

Los controles fitosanitarios se harán, para prevenir Mancha púrpura (*Alternaria porri*) y Esclerotinia.

6.5.12. Cosecha

La cosecha se hará a los 165 días de la plantación, extrayendo las plantas del suelo y cuidando que los bulbos no queden expuestos directamente a los rayos del sol. Los bulbos se limpiarán, se cortarán las raíces, dejando aproximadamente 2,5 cm de pseudotallo.

BIBLIOGRAFÍA

Agrofarm. 2013. Fitoamin TF. En línea. Consultado el 23 de Febrero del 2013. Disponible en http://www.agrofarm.com.ec/productos/fitoamin-tf/.

Burba, J.L; Galmarini, C.R. 1997. Allium Crop situation Argentina. En: Proceedings International Symposium on edible alliaceae (1. 1994, Mendoza, AR), Acta Horticulturae (433) p 35-52.

Brewster, J.L. 1994. Onions and other vegetable Alliums. The clasification, clasificación taxonómica. En línea. Consultado 23 de febrero del 2012. Disponible en http www.uc.cl/sw.educ/horto498/HTML/p006.html.

Corporativo de Desarrollo Sustentable. 2013. Fitoamin TF. En línea. Consultado el 2 de Marzo del 2013. Disponible en http://www.cosustenta.com/fichas%20tecnicas/FITOAMIN%20TF.pdf.

Cultivo del ajo. 2012. El cultivo de ajo. En línea. Consultado el 28 de abril del 2012. Disponible en: http://www.redpermacultura.org/articulos/126-hortalizas-y-verduras/846-el-cultivo-del-ajo.html.

DROKASA. 2013. Fitoamin, aminoácidos altamente asimilables. En línea. Consultado 13 de Febrero del 2013. Disponible en http://www.drokasa.com.pe-/une_agro/ficha_tecnica/Bioestimulantes/351cnica-FITOAMIN%20.pdf.

Ecuador. Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia. 2012. Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, Cevallos, Ecuador. 5 p.

Fabara, J. 2012. Cultivo de ajo. Ambato, Ecuador. 18 p.

Familia Alliaceae. 2006. *Alliaceae*. . En línea. Consultado el 28 de mayo del 2012. Disponible en: http://www.uc.cl/sw_edu/hort0498/HTML/p016.html.

Hidalgo, L. 1993. Tratado de horticultura general. Madrid, Mundi Prensa. 683 p.

Holdridge, L.R. 1982. Ecología basado en las zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, C.R., IICA. p. 44,45. (Serie de libros y materiales educativos no. 34).

Hurtado, D. 1988. Cultivos de tejidos vegetales. México, Trillas. 232 p.

Lanzavechia, S. 1999. Ajo elefante. Edit. Univesro S.A, Venezuela, Caracas. 12 p.

Origins, Distribution and Economic Importance of the Major Vegetable Crops. Cap. 1 p. 1-18.(Crop Production Scince in Horticulture, 3).

Perrin, R.; Winkelmann, D.; Moscardi, E.; Anderson, J. 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 53 p.

Revista El Agro. 2013. Fitoamin activa el desarrollo de las plantas. En línea. Consultado el 27 de Enero del 2013. Disponible en http://www.revistaelagro.-com/2012/01/18/fitoamin-reactiva-el-desarrollo-de-las-plantas/

Repositorio.espe.uta.edu.ec. 2009. Características de los suelos de la provincial de Tungurahua. En línea. Consultado 12 de febrero del 2009. Disponible en http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/722/3/T-ESPE-025114-3.pdf

Repositorio.ute.edu.ec. 2013. El cultivo de ajo. En línea. Consultado 02 de Mayo del 2013. Disponible en http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6933-/14/17918_6.pdf.

Repositorio.ute.edu.ec. 2013. El cultivo de ajo. En línea. Consultado 02 de Mayo del 2013. Disponible en http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6933-/14/1791-

Revista El Agro. 2013. Cultivo de ajo y el clima en Ecuador. En línea. Consultado 03 de Mayor del 2013. Disponible en http://www.revistaelagro.com/2013/03/14/el-cultivo-del-ajo-y-el-clima-en-ecuador/.

Sivori, E.M.; Montalde, E.R.; Caso, O.H. 1980. Fisiología vegetal. 2 ed. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 534 p.

Solountip. 2013. Importancia del ajo crudo. En línea. Consultado 05 de Mayor del 2013. Disponible en http://www.solountip.com/2010/09/la-importancia-del-ajo-crudo.html.

Suquilanda, M.B. 1996. Agricultura orgánica. Quito, Ecuador. 240 p.

Vignoni, L.; Araniti, V.; Winter, P.; Bartucciotto, C.; Ventrera, N.; Guinle, V.; Jiménez, A.; Bauzá, M. 2001. Evaluación de métodos de secado en ajo elefante. En: Curso Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo (7, 2001, Mendoza). Mendoza, INTA EEA La Consulta, 2001, p. 159-160.

Weaver, R. 1990. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. por Agustín Countin. México, Trillas. 622 p.

APÉNDICE

ANEXO 1. PORCENTAJE DE UNIBULBOS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	50,00	50,00	33,33	133,33	44,44
2	D1F2	33,33	50,00	33,33	116,66	38,89
3	D1F3	33,33	33,33	50,00	116,66	38,89
4	D2F1	50,00	50,00	50,00	150,00	50,00
5	D2F2	50,00	50,00	50,00	150,00	50,00
6	D2F3	33,33	50,00	33,33	116,66	38,89
7	D3F1	50,00	66,67	66,67	183,34	61,11
8	D3F2	50,00	50,00	66,67	166,67	55,56
9	D3F3	33,33	50,00	50,00	133,33	44,44
10	T	16,67	16,67	16,67	50,00	16,67

ANEXO 2. DIÁMETRO POLAR DE UNIBULBOS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	3,00	2,60	2,80	8,40	2,80
2	D1F2	2,75	2,75	2,80	8,30	2,77
3	D1F3	2,20	2,20	2,65	7,05	2,35
4	D2F1	2,83	2,90	2,90	8,63	2,88
5	D2F2	2,50	2,65	2,80	7,95	2,65
6	D2F3	2,35	2,50	2,85	7,70	2,57
7	D3F1	2,63	3,00	2,70	8,33	2,78
8	D3F2	2,55	2,80	2,75	8,10	2,70
9	D3F3	2,55	2,75	2,65	7,95	2,65
10	T	2,10	2,20	2,30	6,60	2,20

ANEXO 3. DIÁMETRO ECUATORIAL DE UNIBULBOS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	3,00	3,30	2,95	9,25	3,08
2	D1F2	2,75	2,90	3,00	8,65	2,88
3	D1F3	2,60	2,75	2,85	8,20	2,73
4	D2F1	3,20	3,30	2,85	9,35	3,12
5	D2F2	3,00	2,70	2,95	8,65	2,88
6	D2F3	2,90	2,80	2,90	8,60	2,87
7	D3F1	3,20	3,40	3,10	9,70	3,23
8	D3F2	2,90	3,10	2,70	8,70	2,90
9	D3F3	2,70	2,80	2,75	8,25	2,75
10	T	2,60	2,40	2,30	7,30	2,43

ANEXO 4. PESO DE UNIBULBOS (g)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	8,15	8,55	8,00	24,70	8,23
2	D1F2	8,10	8,20	8,20	24,50	8,17
3	D1F3	8,00	8,10	8,25	24,35	8,12
4	D2F1	9,10	8,95	8,65	26,70	8,90
5	D2F2	8,55	8,80	8,45	25,80	8,60
6	D2F3	7,90	8,40	8,90	25,20	8,40
7	D3F1	9,10	9,00	9,00	27,10	9,03
8	D3F2	9,00	8,85	8,80	26,65	8,88
9	D3F3	8,80	8,35	8,75	25,90	8,63
10	T	7,90	7,80	7,60	23,30	7,77

ANEXO 5. RENDIMIENTO DE BULBOS “HEMBRAS” (g)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	37,90	36,40	35,80	110,10	36,70
2	D1F2	36,90	36,70	35,10	108,70	36,23
3	D1F3	36,10	35,10	34,70	105,90	35,30
4	D2F1	37,60	36,70	35,20	109,50	36,50
5	D2F2	34,20	36,90	33,90	105,00	35,00
6	D2F3	35,20	33,10	39,00	107,30	35,77
7	D3F1	32,20	36,30	37,80	106,30	35,43
8	D3F2	37,40	33,90	35,70	107,00	35,67
9	D3F3	35,90	31,80	33,10	100,80	33,60
10	T	32,70	33,00	31,80	97,50	32,50

ANEXO 6. RENDIMIENTO DE BULBOS “MACHOS” (g)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	30,80	32,00	31,00	93,80	31,27
2	D1F2	29,10	30,40	30,60	90,10	30,03
3	D1F3	29,80	30,00	28,30	88,10	29,37
4	D2F1	37,10	37,80	36,50	111,40	37,13
5	D2F2	30,90	37,30	31,50	99,70	33,23
6	D2F3	30,90	36,40	30,90	98,20	32,73
7	D3F1	41,20	42,50	40,70	124,40	41,47
8	D3F2	37,30	35,20	43,50	116,00	38,67
9	D3F3	29,20	29,80	30,30	89,30	29,77
10	T	21,70	19,20	20,40	61,30	20,43

ANEXO 7. RENDIMIENTO TOTAL (g)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	289,00	288,00	282,67	859,67	286,56
2	D1F2	280,00	283,67	279,00	842,67	280,89
3	D1F3	279,67	277,00	270,00	826,67	275,56
4	D2F1	309,00	308,33	299,00	916,33	305,44
5	D2F2	277,00	307,33	278,00	862,33	287,44
6	D2F3	280,33	291,67	293,00	865,00	288,33
7	D3F1	304,67	322,67	321,67	949,00	316,33
8	D3F2	309,00	290,33	324,00	923,33	307,78
9	D3F3	277,00	265,33	271,33	813,67	271,22
10	T	241,33	234,00	234,00	709,33	236,44