

**“EVALUACIÓN DE FOSFITOS POTÁSICOS (Fitoalexin y
Atlante) EN LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES
FOLIARES DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa*)”**

LUIS EDUARDO TELENCHANA GUANGASI

**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

2011

El suscrito LUIS EDUARDO TELENCHANA GUANGASI, portador de cédula de identidad número: 180428863-5, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado “EVALUACIÓN DE FOSFITOS POTÁSICOS (Fitoalexin y Atlante) EN LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES FOLIARES DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa*)” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

LUIS EDUARDO TELENCHANA GUANGASI

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.

LUIS EDUARDO TELENCHANA GUANGASI

Fecha:

**“EVALUACIÓN DE FOSFITOS POTÁSICOS (Fitoalexin y Atlante) EN LA
PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES FOLIARES DEL CULTIVO DE
CEBOLLA (*Allium cepa*)”**

REVISADO POR:

Ing. Agr. M.Sc. Fidel Rodríguez A.
TUTOR

Ing. Agr. Mg.Sc. Giovanni Velástegui E.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

Ing. Agr. M.Sc. Julio Benítez R.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Mg.Sc. Luciano Valle V.

Ing. Agr. Mg.Sc. Hernán Zurita V.

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres y a toda mi familia

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por haberme dado el don de la sabiduría e inteligencia que me ha permitido guiar por el camino del bien.

A mis padres y a mis hermanas quienes supieron darme la fuerza y la confianza suficiente para poder cumplir mi meta anhelada.

A la Universidad Técnica de Ambato quien me supo acoger en sus instalaciones y de manera especial en la Facultad de Ingeniería Agronómica por haberme hecho de mi un profesional útil para la sociedad.

Al Ingeniero Agrónomo M.Sc. Fidel Rodríguez A. director de tesis; al Ingeniero Agrónomo Mg.Sc. Giovanni Velástegui E. y al Ingeniero Agrónomo M.Sc. Julio Benítez R. quienes me han dado su apoyo incondicional para la realización del trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO 1	
01	
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	01
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	01
1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA	01
1.3. JUSTIFICACIÓN	01
1.4. OBJETIVOS	02
1.4.1. Objetivo general	02
1.4.2. Objetivos específicos	02
CAPÍTULO 2	03
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	03
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	03
2.2. MARCO CONCEPTUAL	04
2.2.1. Funcionamiento de los fosfitos	04
2.2.2. Fosfitos	04
2.2.2.1. Fitoalexin	05
2.2.2.2. Atlante	06
2.2.3. Cultivo de cebolla de bulbo	07
2.2.3.1. Origen	07
2.2.3.2. Importancia	07
2.2.3.3. Clasificación taxonómica	08
2.2.3.4. Características botánicas	09
2.2.3.5. Condiciones de desarrollo	11
2.2.3.6. Manejo del cultivo	12
2.3. HIPÓTESIS	16
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	16
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	17
CAPÍTULO 3	18
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.1. MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	18
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO	18
3.3. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	18
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	19

	Pág.
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	19
3.6. TRATAMIENTOS	20
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	20
3.8. DATOS TOMADOS	22
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	23
CAPÍTULO 4	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	26
4.1.1. Porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 70 y 90 días	26
4.1.2. Porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 y 90 días	36
4.1.3. Altura de planta a los 70 y 90 días	46
4.1.4. Diámetro polar del bulbo	47
4.1.5. Diámetro ecuatorial del bulbo	51
4.1.6. Rendimiento	53
4.1.7. Porcentaje de bulbos de primera, segunda y tercera categoría	59
4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN	60
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	63
CAPÍTULO 5	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. CONCLUSIONES	64
5.2. RECOMENDACIONES	65
CAPÍTULO 6	67
PROPUESTA	67
6.1. TÍTULO	67
6.2. FUNDAMENTACIÓN	67
6.3. OBJETIVO	67
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	67
6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN	68
BIBLIOGRAFÍA	70
APÉNDICE	73

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	17
CUADRO 2. TRATAMIENTOS	20
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS	27
CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS	27
CUADRO 5. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FOSFITOS POTÁSICOS, EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS	28
CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS	29
CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS.....	31
CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 90 DÍAS	33
CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 90 DÍAS	34
CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 90 DÍAS	34

CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR DOSIS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 90 DÍAS	35
CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS	37
CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS	38
CUADRO 14. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FOSFITOS POTÁSICOS, EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS	39
CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS	39
CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS	42
CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS	44
CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 DÍAS	44
CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR DOSIS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVE-	

	Pág
RIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 DÍAS	45
CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 70 Y 90 DÍAS	46
CUADRO 21. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DEL BULBO	48
CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DEL BULBO	48
CUADRO 23. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FOSFITOS POTÁSICOS, EN LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DEL BULBO	49
CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DEL BULBO	49
CUADRO 25. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL BULBO	51
CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL BULBO...	52
CUADRO 27. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FOSFITOS POTÁSICOS, EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL BULBO	53
CUADRO 28. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO	54
CUADRO 29. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	55
CUADRO 30. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FOSFITOS POTÁSICOS, EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	55
CUADRO 31. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	56
CUADRO 32. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	57
CUADRO 33. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE BULBOS DE SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA	59

	Pág.
CUADRO 34. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	61
CUADRO 35. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	61
CUADRO 36. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	62
CUADRO 37. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS	62
CUADRO 38. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Pág.

FIGURA 1.	Regresión lineal para dosis de fosfitos potásicos versus porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 70 días	.....	30
FIGURA 2.	Regresión lineal y cuadrática para dosis de fosfitos potásicos versus porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 90 días		30
FIGURA 3.	Regresión lineal para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de incidencia de enfermedades	.....	32
FIGURA 4.	Regresión lineal para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 90 días	.....	32
FIGURA 5.	Regresión lineal para dosis de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 días		
FIGURA 6.	Regresión lineal y cuadrática para dosis de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 90 días	.....	41
FIGURA 7.	Regresión lineal para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 días	.....	42
FIGURA 8.	Regresión lineal para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 90 días	.....	43
FIGURA 9.	Regresión lineal y cuadrática para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus diámetro polar del bulbo	.....	50
FIGURA 10.	Regresión lineal para dosis de aplicación de fosfitos potásicos versus rendimiento	.....	57
FIGURA 11.	Regresión lineal para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus rendimiento	.....	58

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se realizó en la propiedad del Sr Carlos Telenchana, localizada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Atahualpa, a la altitud de 2 740 msnm, cuyas coordenadas geográficas son: 01° 15' 12" de latitud Sur y 78° 39' 59" de longitud Oeste, con el propósito de: evaluar la aplicación de dos fuentes de fosfitos potásicos (Fitoalexin y Atlante), en tres dosis (8, 12 y 16 cc/l) y tres frecuencias de aplicación (cada 10, 20 y 30 días), a más de efectuar el análisis económico, en el cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*).

Los tratamientos fueron 18 que recibieron aplicación de productos más un testigo. Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar, con arreglo factorial de $2 \times 3 \times 3 + 1$, con tres repeticiones. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), Pruebas de Tukey al 5% para tratamientos, dosis, frecuencias de aplicación e interacciones. Pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor fosfitos potásicos y polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para los factores dosis y frecuencias de aplicación. El análisis económico de los tratamientos se realizó aplicando el método del presupuesto parcial propuesto por Perrín et al (1988).

La aplicación de Atlante, redujo la incidencia de Mildiu *Peronospora destructor*, Botritis *Botrytis squamosa* y Alternaria *Alternaria porri*, al comparar con el testigo, tanto a los 70 días del trasplante (65,29%), como a los 90 días (98,52%). Igual respuesta se obtuvo con la severidad a los 70 días (47,29%) y a los 90 días (65,03%). Producto de éste control, las plantas respondieron mejor en su crecimiento y desarrollo, obteniéndose bulbos de mayor diámetro polar (4,42 cm) y ecuatorial (5,48 cm), consecuentemente se alcanzaron los más altos rendimientos (8,53 t/ha).

Aplicar los fosfitos potásicos en la dosis de 16 cc/l (D3), produjo los mejores resultados, disminuyendo la incidencia de enfermedades foliares, al comparar con el testigo, tanto a los 70 días (62,53%) y a los 90 días (97,71%), como también la severidad se redujo tanto a los 70 días (48,53%), como a los 90 días (62,49%), obteniéndose así mismo los mejores rendimientos (8,37 t/ha).

Aplicando los fosfitos con la frecuencia de cada 10 días (F1), se alcanzaron los mejores resultados, observándose menor incidencia de enfermedades foliares, al comparar con el testigo, tanto a los 70 días (64,26%) y a los 90 días (98,71%), como menor severidad tanto a los 70 días (49,04%), como a los 90 días (64,40%), por lo que las plantas desarrollaron bulbos de mayor diámetro polar (4,46 cm) y produjeron mayor rendimiento (8,43 t/ha).

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento P2D2F2 (Atlante, 12 cc/l, cada 20 días), registró la mayor tasa marginal de retorno de 1 412,00%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La inadecuada aplicación de fertilización a base de fosfitos tanto edáfica como foliar se ve reflejado en la alta susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades con la consecuente disminución de la productividad en el cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en el sector de Santa Fé Cuatro Esquinas de la parroquia Atahualpa, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

1.2. ANALISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

En la actualidad el uso de fungicidas de síntesis química es muy intenso para el control de las enfermedades en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*), más aun cuando los patógenos se desarrollan a la par con los pesticidas; siendo así que cada vez se necesitan nuevos productos para combatir los patógenos que van modificando su estructura o modo de acción en beneficio de su supervivencia haciendo más difícil y costoso su control.

La mayor parte de los suelos de las zonas de Santa Fe Cuatro Esquinas, se encuentran contaminados con diversas enfermedades, debido principalmente al monocultivo y a la mala utilización de los plaguicidas, lo cual ha ocasionado la resistencia de los patógenos a los productos químicos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las plantas, en su evolución, han desarrollado sus propios mecanismos de defensa, tanto físicos como químicos, frente al ataque de parásitos. Uno de estos mecanismos es la producción de compuestos químicos, llamados fitoalexinas, que actúan como estimuladores de mecanismos naturales de defensa de las plantas contra el ataque de agentes externos.

En zonas en las que existe una alta incidencia de enfermedades del género oomycetos y otras enfermedades, el agricultor se ve forzado a utilizar productos químicos como principal estrategia de combate, debido a las agresividades de los patógenos, lo cual incrementa la contaminación ambiental, el daño a la salud humana y eleva los costos de producción.

Gran parte de estos problemas se deben, al desconocimiento generalizado que existe entre los agricultores, sobre las técnicas apropiadas de manejo del cultivo, especialmente en lo que se refiere a plagas y enfermedades. Por lo tanto, se justifica hacer el estudio de carácter exploratorio, con la utilización de fosfitos potásicos que estimulen la formación de fitoalexinas que proporcionan una elevada defensa frente al ataque de ciertos hongos al actuar como inductores de defensas y como agentes fúngicos atacando directamente al hongo, reduciendo así su incidencia y severidad, para de esta manera contribuir a la solución definitiva del problema, lo cual a su vez les permitirá a los agricultores seguir cultivando cebolla, mejorando la calidad de vida de los agricultores e incrementando la producción nacional de éstos productos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar tecnologías en el cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) que contribuyan a la adopción de prácticas culturales más limpias disminuyendo la afectación al ambiente.

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar la aplicación de dos fuentes de fosfito potásico en el cultivo de cebolla de bulbo.

Establecer la dosis adecuada de dos fosfitos potásicos comerciales en la prevención de enfermedades de cebolla de bulbo.

Determinar la frecuencia de aplicación de fosfitos potásicos en cebolla de bulbo para la prevención de enfermedades.

Establecer la factibilidad económica de los tratamientos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Quinatoa (2010), en un trabajo sobre la evaluación de la eficiencia de fungicidas a base de fosfitos para el control de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en Cutulagua–Pichincha. Llegaron a las siguientes conclusiones: la eficiencia de los fosfitos se incrementan si son utilizados en genotipos con cierto nivel de resistencia genética; los fosfitos más eficientes para el control de Tizón Tardío en campo fueron fosfitos de potasio (50%) con un nivel de control similar a Dimetomorph y superior a Mancoceb, rendimientos promedio de 15,2 t/ha; la interacción más eficiente resulta de combinar fosfitos de potasio (50%) con el genotipo moderadamente resistente CIP.388790.24 (I-Fripapa).

Quinatoa (2010), dice con la aplicación del fosfito de cobre en dosis alta y media (1,4 y 0,7 g de ingrediente activo/litro de agua) y Mancoceb, se obtuvo el mejor control de patógeno que produce la enfermedad del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en el genotipo de Fripapa, reportando un promedio de 0,044 de área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad relativa. Para el control de clon CIP 386209.10 debido a su precocidad y resistencia, todos los tratamientos mostraron un control eficiente de Tizón Tardío con promedios que van desde 0,006 a 0,06 de rAUDPC.

Guerrero (2006), dice que la aplicación de fosfitos alexinas no produjo variaciones significativas en las variables altura de planta a los 30 días, diámetro de la rama principal a los 60, 120 y 180 días; días de la floración, número de racimos por planta, debido probablemente a que las variaciones presentadas por los tratamientos fueron muy pequeñas y también que estas variables dependen de la fertilización y condiciones apropiadas de clima y suelo de la zona.

Este mismo autor manifiesta que, el rendimiento fue mayor en las parcelas que recibieron tratamiento con fosfitos alexinas, entre los cuales se destacó el

tratamiento D4 F1 (4,5 cc/l cada 30 días); esto se debió posiblemente a que por ser menor la incidencia de enfermedades los frutos cuajaron mejor, obteniéndose por lo tanto una mejor producción.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Funcionamiento de los fosfitos

El ión fosfito es un compuesto relativamente sencillo pero de una gran importancia en sanidad vegetal: presenta un efecto fungicida frente a hongos del tipo Oomicetos y además es un excelente elemento nutritivo (Payeras, 2008).

Su actividad fúngica es doble, por una parte, está implicado en activar los sistemas naturales de defensa de la planta. El ión fosfito provoca cambios en la pared celular del Oomiceto, dando como resultado que fracciones de ésta actúen a modo de elicitores externos, desencadenando todo el proceso de activación de defensas anteriormente comentado (Payeras, 2008).

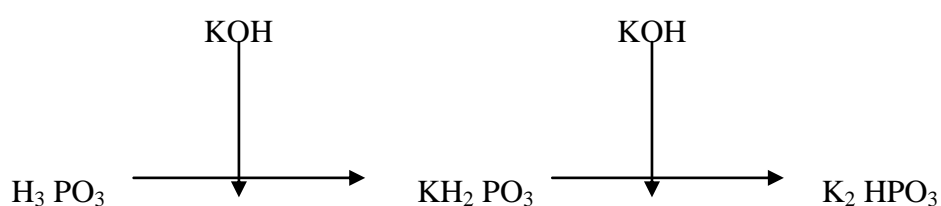
El ión fosfito, ejerce un efecto directo sobre el metabolismo fúngico. Este ión compite con el fósforo en diversas rutas metabólicas catalizadas por diversas enzimas fosforelativas. De esta manera, los procesos implicados en transferencia energética del hongo, sufren un considerable retraso e incluso pueden llegar a bloquearse. El efecto general producido en el hongo, podría compararse a un estado de ausencia total de fósforo disponible en la planta para cubrir las necesidades del hongo. Así mismo, el ión fosfito penetra fácilmente en la planta y es sistémico por lo que facilita la distribución de los elementos nutrientes a los que está unido químicamente (Payeras, 2008).

2.2.2. Fosfitos

Lovatt y Mikkelsen (2006), manifiestan que el fósforo (P) es un elemento esencial requerido por todos los organismos vivos. El P en forma elemental no aparece en la naturaleza porque es muy reactivo, se combina rápidamente con otros elementos como oxígeno (O) e hidrogeno (H). Cuando se oxida completamente, el P se une con cuatro átomos de O para formar la conocida molécula de fosfato. Sin embargo, cuando no se oxida completamente un átomo de H

ocupa el lugar de O y la molécula resultante se denomina fosfito. Este aparentemente simple cambio en la estructura molecular causa diferencias significativas que influyen en la solubilidad relativa de la molécula y afecta la absorción y metabolismo de las plantas.

Cuando el ácido fosforoso (H_3PO_3) es neutralizado con una base, como por ejemplo hidróxido potásico (KOH), se forma una sal. La sal del ácido fosforoso es un fosfito, por ejemplo:



Los fosfitos son las sales o los ésteres del ácido fosforoso (H_3PO_3). Es una de las nuevas alternativas para poder tener un buen rendimiento de este cultivo, y complementado con la aplicación de un producto químico, que en las dosis recomendadas ayudaría a controlar la propagación de esta enfermedad para aumentar la producción en la zona hortícola de la provincia de Tungurahua (Payeras, 2008).

2.2.2.1. Fitoalexin

Ingrediente activo:	Fosfito potásico
Nombre químico:	Nutrientes minerales
Grupo químico:	Inorgánicos
Concentración:	Fósforo (P_2O_5) 30,0% p/p, 42% p/v. Potasio (K_2O) 20,0% p/p, 28% p/v.
Formulación:	Líquida (densidad = 1,4 g/ml)
Modo de acción:	Sistémico
Toxicidad:	No corresponde
Antídoto:	No corresponde

2.2.2.1.1. Principales características

Fitoalexin es un compuesto con alto contenido de fósforo y potasio que favorece el crecimiento y activa los mecanismos de

autodefensa de las plantas, aportando un fortalecimiento en tronco, cuello y raíz de todos los cultivos en que se utiliza. Fitoalexin mejora el estado nutricional de la planta, especialmente en los momentos de mayor actividad, además de tener la propiedad de estimular en la planta la producción de fitoalexinas, sustancias naturales que la protegen de ciertas enfermedades. Gracias a su alto grado de solubilidad y estabilidad y por su carácter sistémico, el producto es absorbido a través de las raíces, corteza del tronco, ramas y hojas, siendo capaz de translocarse rápidamente a través de las membranas de las plantas al follaje y al sistema radicular. Se recomienda su aplicación en el periodo de vegetación activa y máximo desarrollo de la planta.

2.2.2.1.2. Instrucciones de uso

Se usa en cultivos hortícolas en general. La dosis recomendada es en pulverización foliar 100-200 cc/l.

2.2.2.1.3. Precauciones

Almacenar en su envase original en lugar fresco y seco.

2.2.2.1.4. Compatibilidad

A la dosis de aplicación, Fitoalexin es compatible con la mayor parte de los fertilizantes y pesticidas usados habitualmente. No obstante, se recomienda no mezclar con aceites minerales ni con productos a base de cobre, dimetoato, dicofol, ni con los de fuerte reacción alcalina. En caso de duda hacer pruebas previas en pequeñas superficies del cultivo.

2.2.2.2. Atlante

Nitrógeno 0% + fósforo 30-32% + potasio 20-24%. SL.- Equilibrio 0-1-0'66 (0'75). Abonos PK consistentes en una solución del 50-53'57%

de fosfito potásico. Exentos de cloro. La presencia de fósforo como ion fosfito les proporciona un razonable efecto profiláctico frente a oomicosis. Como fuente de PK deben utilizarse en los momentos de mayor consumo de estos nutrientes: formación del sistema radical, floración y cuajado.

Composición: fósforo (P_2O_5) 30,0%, potasio (K_2O) 20,0%.
Densidad 1,4 g/cc, pH ácido.

Con el fin de aprovechar su posible efecto profiláctico deben seguirse las instrucciones del fabricante. Algunos fabricantes recomiendan dosis en hortícolas de 100-200 cc/l según cultivo.

2.2.3. Cultivo de cebolla de bulbo

2.2.3.1. Origen

Según Casseres (1980), la cebolla (*Allium cepa*) cultivada probablemente se originó en el Sur-Este de Asia y su uso por el hombre se da desde tiempos remotos, en tanto que para Maroto (1983) y Sonnenberg (1981) su origen está en Asia Occidental, principalmente de la región del actual Irán y Pakistán. Es una especie muy conocida por el hombre desde hace varios milenios, siendo una hortaliza muy apreciada por los antiguos pobladores de las riberas mediterráneas, en especial de las civilizaciones egipcias de la primera y segunda dinastía (3200-2780 ac).

2.2.3.2. Importancia

Edmond et al. (1984) señalan que dentro del grupo de las hortalizas de bulbo, la cebolla es la más ampliamente cultivada y la más comúnmente conocida. Se emplean de diversas formas, dependiendo no sólo de su clase particular sino de la etapa de su madurez; como vegetal cocido en sopas, guisos, etc, como saborizantes de muchos otros platos y como ensalada en estado fresco.

De la cebolla, según Tamaro (1977), se aprovecha su bulbo, debido principalmente a su aroma. Desde el punto de vista alimentario el valor nutricional es el siguiente: proteínas 2%, grasas 0,4%, hidratos de carbono 11,1%, Ca

29 ppm, Tiamina 0,05 ppm rivo flavina 0,02 ppm, niacina 0,38 ppm y ácido ascórbico 8 ppm.

La cebolla es cultivada y consumida hoy en día en todo el mundo; el área de producción asciende a más de dos millones de hectáreas, produciéndose 32,5 millones de toneladas. En la Unión Europea se producen anualmente unos tres millones de toneladas de esta hortaliza, en 95 000 ha de superficie. Europa es el único continente productor que importa (1 600 000 tm) bastante más de lo que exporta (1 100 000). Los grandes importadores de cebolla europeos (Francia y Alemania) están incrementando rápidamente su producción. En Alemania la producción de cebolla aumenta a un ritmo del 5% anual (Infoagro, 2010).

Fuera de Europa, países como China están incrementando la producción. En los últimos cinco años, Nueva Zelanda ha triplicado su producción. En América, los principales países productores son: México, Ecuador, Jamaica y Paraguay. Según el INEC (1996), el cultivo de esta hortaliza es muy importante; así, las provincias de Tungurahua con 3 120 hectáreas cultivadas, con producción de 25 201,29 tm y rendimiento de 8,15 t/ha y la provincia de Chimborazo con 2 620 hectáreas cultivadas, con producción de 15 785,47 tm y rendimiento de 6,14 t/ha son las principales zonas productoras. De acuerdo a este censo la provincia de Tungurahua ocupa el primer lugar en área de producción y las zonas con vocación hortícola que se dedican al cultivo de cebolla son principalmente Izamba, Mocha y Tisaleo.

2.2.3.3. Clasificación taxonómica

Araujo (1975), presenta la siguiente clasificación taxonómica de esta hortaliza:

Reino:	Vegetal
División	Spermatophita (espermatofitas)
Subdivisión:	Magnoliophytina (angiospermas)
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Liliales
Familia:	Liliaceae

Género: Allium
Especie: Ceba
Nombre científico: *Allium cepa* L.
Nombre común: Cebolla de bulbo, cebolla colorada,
cebolla paitenia, etc.

2.2.3.4. Características botánicas

2.2.3.4.1. Raíz

Sonnenberg (1981) y Leñano (1972) señalan que posee una raíz primaria al inicio de la germinación de la semilla y posteriormente de la base de la planta nacen varias docenas de raíces adventicias, carnosas, de color blanquecino, normalmente cada raíz adventicia emite pocas raíces secundarias las cuáles raramente se ramifican; éstas se encuentran en un radio lateral de 15 cm, alcanzando una profundidad de hasta 50 cm en los suelos sueltos.

2.2.3.4.2. Bulbo

Tamaro (1977) indica que la cebolla pertenece al mismo género que el ajo, pero a diferencia de este tiene el bulbo sin dientes o gajo y es esférico o deprimido.

Mainardi (1980) y Sonnerberg (1981) coinciden al decir que el bulbo está formado por escamas carnosas, sobrepuestas o imbricadas alrededor de una yema central y rodeada a su vez de otras escamas acartonadas de color blanco, rojo, amarillento o violáceas, tienen un sabor picante y un olor penetrante debido a la presencia de ésteres aromáticos.

Por su parte, Leñano (1972) señala que la parte de la base de las hojas al nivel del auténtico tallo, se ensancha haciéndose carnosas y formando un bulbo de dimensiones variables.

2.2.3.4.3. Tallo

Según Leñano (1972), Tamaro (1977), Sarli (1980) y Sonnenberg (1981), coinciden en que el tallo está constituido de una manera

caulinar hueco, inicialmente formando por hojas unidas estrechamente entre sí, dando lugar en su parte inferior a un inflamamiento fusiforme de cuya base nacen las raíces.

En cambio al hablar del tallo la Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera (1987), señala que es hueco y las hojas parten del tallo siendo acanaladas como el tallo.

2.2.3.4.4. Hojas

Las hojas son escuamiformes, carnosas sobrepuestas y recubiertas exteriormente por otras escamas secas y membranosas de color rojizo, amarillo o blanco manifiesta Tamaro (1977).

Sarli (1980) al hablar sobre las hojas indican que son largas, rojizas, cilíndricas y huecas, glaucas, ensanchadas en la mitad inferior, salen del tallo breve, cubriendo las viejas a las más jóvenes.

2.2.3.4.5. Escapo o tallo floral

Tamaro (1977) Sonnenberg (1981) y Sarli (1980) indican que el escapo o tallo floral alcanza una altura que oscila entre 0,6 cm a 1,5 m de textura lisa, hueco, casi ensanchado en la mitad a veces con yemas axilares desarrolladas, dando escapos secundarios. En países de cuatro estaciones, cuando se plantan bulbos, cada bulbo produce de 1 a 20 tallos florales, dependiendo del tamaño y de la variedad, en las cuales en su extremo superior se prende una mano globosa o cónica recubierta de unas brácteas membranosas y blanquecinas que al rasgarse da lugar a la apariencia de una inflorescencia umbelífera. En el Ecuador solo florecen entre septiembre y noviembre como consecuencia de los días largos de solsticio de verano.

2.2.3.4.6. Flores

Tamaro (1977) señala que en el extremo de los tallos se disponen las flores pequeñas y verdosas agrupadas en umbelas. Sarli (1980) indica que las flores de la cebolla son numerosas, de pétalos violáceos o casi blancos

con dos o tres brácteas, dispuestas en grandes umbelas; tres filamentos con la base ensanchada, lobulada o dentada, segmentos del perianto lanceolados y de ovario trilocular.

2.2.3.4.7. Fruto

Sonnenberg (1981) indica que el fruto de la cebolla constituye una cápsula globular con dos semillas en cada lóculo. En cambio Leñano (1972) indica que el fruto es una cápsula trilocular que contiene semillas negras, angulosas y aplanadas.

2.2.3.5. Condiciones de desarrollo

2.2.3.5.1. Requerimientos edafoclimáticos

Es una planta de clima templado, aunque en las primeras fases de cultivo tolera temperaturas bajo cero, para la formación y maduración del bulbo, pero requiere temperaturas más altas y días largos, cumpliéndose en primavera para las variedades precoces o de día corto, y en verano-otoño para las tardías o de día largo (Infoagro, 2010).

Prefiere suelos sueltos, sanos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencia media y no calcáreos. Los aluviones de los valles y los suelos de transporte en las dunas próximas al mar le van muy bien. En terrenos pedregosos, poco profundos, mal labrados y en los arenosos pobres, los bulbos no se desarrollan bien y adquieren un sabor fuerte (Infoagro, 2010).

2.2.3.5.2. Requerimientos climáticos

Al mencionar este parámetro, Leñano (1972), dice que la cebolla necesita de clima templado, siendo la temperatura optima de 12 a 23°C, afirma que mientras más bajas e intensas son las temperaturas adquieren las cebollas un sabor más acre.

2.2.3.5.3. Humedad

Los climas muy húmedos son poco recomendables y se observa que en los veranos lluviosos son algo más dulces pero de difícil conservación con lo que podríamos decir que con una humedad regular en el transcurso del desarrollo se cultivará normalmente (Leñano, 1972).

2.2.3.5.4. Luminosidad

Tamaro (1977), indica que el primer periodo de crecimiento, desde la germinación a la completa formación de hojas, al alargarse el día, cesa la formación de nuevas hojas, y se inicia el segundo periodo que es el crecimiento del bulbo. En algunas variedades (las tempranas) bastan una fase u otra, tratándose de variedades tardías se requiere más de 16 horas. Si el fotoperiodo es corto, las plantas vegetan sin formar bulbo.

2.2.3.6. Manejo del cultivo

2.2.3.6.1. Preparación del terreno

La profundidad de la labor preparatoria varía según la naturaleza del terreno. En suelos compactos la profundidad es mayor que en los sueltos, en los que se realiza una labor de vertedera, sin ser demasiado profunda (30-35 cm), por la corta longitud de las raíces. Hasta la siembra o plantación se completa con los pases de grada de discos necesarios. Si el cultivo se realiza sobre caballones, éstos se disponen a una distancia de 40 cm, siendo este sistema poco utilizado actualmente (Infoagro, 2010).

2.2.3.6.2. Siembra

La siembra de la cebolla puede hacerse de forma directa o en semillero para posterior trasplante, siendo esta última la más empleada. La cantidad de semilla necesaria es muy variable (4 g/m^2), normalmente se realiza a voleo y excepcionalmente a chorrillo, recubriendo la semilla con una

capa de mantillo de 3-4 cm de espesor. La época de siembra varía según la variedad y el ciclo de cultivo (INIAP-MAGAP, 2008).

2.2.3.6.3. Fertilización

La Federación de Nacional de Cafeteros de Colombia (1992), dice que la necesidad de fertilizantes depende del análisis del suelo, del contenido de materia orgánica, humedad, época del año, la variedad y la producción esperada del cultivo. La cebolla con su sistema radicular reducido responde bien a la fertilización, por esta razón en una hectárea de cebolla con un rendimiento de 25 t/ha requieren de 45 kg de N, 25 kg de P₂O₅ y 64 kg de K₂O.

2.2.3.6.4. Riego

El primer riego se debe efectuar inmediatamente después de la plantación. Posteriormente los riegos serán indispensables a intervalos de 15-20 días. El déficit hídrico en el último período de la vegetación favorece la conservación del bulbo, pero confiere un sabor más agrio. Se interrumpirán los riegos de 15 a 30 días antes de la recolección. La aplicación de antitranspirantes suele dar resultados positivos (INIAP-MAGAP, 2008).

2.2.3.6.5. Control de malezas

Se debe mantener el cultivo libre de malezas, con objeto de airear el terreno, interrumpir la capilaridad, además de evitar la competencia de nutrientes. El primer control se realiza apenas las plantas han alcanzado los 10 cm de altura, y posteriormente cuando sea necesario, siempre antes de que las malas hierbas invadan el terreno (INIAP-MAGAP, 2008).

2.2.3.6.6. Plagas y enfermedades

Vademécum Agrícola, (1998) manifiesta que las principales enfermedades que atacan a la cebolla son:

Antracnosis (*Collectotrichum s.pp*) que presentan manchas circulares u ovaladas de color café oscuro o negro en las hojas, en cuya área central se distinguen anillos concéntricos.

Botritis (*Botrytis squamosa*), manchas de color blanco-amarillo que se manifiestan por toda la hoja. Cuando el ataque es severo se produce necrosis foliar. Ocurre en condiciones de humedad. Se emplea la lucha química con las siguientes materias activas:

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Clortalonil 15% + Maneb 64%	0.25-0.30%	Polvo mojable
Diclofluanida 3%	20-30%	Polvo para espolvoreo
Iprodiona 50%	0,10-0,15%	Suspensión concentrada

Alternaria (*Alternaria porri*). La enfermedad causa manchas blancas y hundidas, cuyo centro posteriormente se torna rojizo. Ataca las hojas, pedúnculos florales y bulbos. Las infecciones de esta enfermedad están asociadas con lesiones causadas por *Botrytis* sp. En cultivares susceptibles, las lesiones son de consistencia acuosa, rodeadas por un borde amarillento en el que posteriormente se desarrollan las fructificaciones del hongo, similares a puntos oscuros, luego la zona central de la lesión se torna rojiza y en condiciones favorables para la enfermedades, las lesiones coalescen y las hojas se doblan con facilidad. Su diseminación ocurre en condiciones de alta humedad y precipitación. Este hongo puede sobrevivir largo tiempo en residuos de cosecha. Para el combate se debe desinfectar la semilla, rotar con cultivos no susceptibles y mejorar el drenaje de la plantación. Los fungicidas útiles contra la enfermedad son los de la familia de los carbamatos (Maneb, Mancozeb, etc), clortalonil (Daconil). En todos los casos lo más importantes es el método de aplicación y la utilización de coadyuvantes (Vademecum Agrícola, 1998).

Mildiu (*Peronospora destructor*). Áreas ovales o cilíndricas se desarrollan en las hojas y cabezas florales infectadas. Estas áreas son de color verde-amarillo pálido a café. Los síntomas aparecen generalmente primero en las hojas viejas. Cuando el clima esta húmedo y la temperatura es baja, las hojas

infectadas se cubren de masas de esporas de color gris a violeta. Las hojas se tuercen, se caen y mueren. El tejido muerto de las hojas es rápidamente colonizado por manchas púrpura, que son de color más oscuro y cubren al mildiu lanoso.

El Mildiu casi nunca mata a la planta de cebolla, pero el desarrollo del bulbo se reduce. Los tejidos del bulbo, en especial los del cuello pueden ponerse esponjosos y el bulbo puede perder sus cualidades de almacenamiento. Esta enfermedad es una de las más destructivas en las cebollas para producción de semillas alrededor del mundo (Vademecum Agrícola, 1998).

La enfermedad se propaga a través de los conidios transportados por el viento. Los bulbos que se dejan para semilla pueden ser fuente de infección. Las oosporas de invierno, que se forman en las hojas afectadas, permanecen viables en el terreno hasta la próxima estación, iniciándose de esta manera la infección:

El mildiu lanoso puede mantenerse en variedades de cebolla perennes, en cebollas voluntarias infectadas y en los residuos de cosecha. Las esporas sexuales (oosporas) pueden sobrevivir en el suelo siendo capaces de infectar las plántulas de cebollas de las futuras siembras. Durante el ciclo del cultivo de cebolla este hongo produce esporas (conidia) que son llevadas por el viento para infectar nuevas plantas. Las esporas son producidas durante las noches con alta humedad relativa y temperaturas moderadas (4 a 25°C); la temperatura óptima para esporulación es de 13°C. Las esporas maduran temprano en la mañana y son dispersadas durante el día. Estas pueden sobrevivir por unos 4 días. Las esporas requieren para su germinación la presencia de agua y temperaturas óptimas entre 7 a 16°C (Vademecum Agrícola, 1998).

Para la infección de nuevas hojas, las esporas no necesitan lluvia si hay sereno en las hojas durante la noche y la mañana. Una vez que el hongo se establece, éste completa su ciclo de vida en 11 a 15 días. Las nuevas esporas producidas pueden infectar nuevas hojas y plantas repitiendo el ciclo. Una vez que la enfermedad mata la parte superior de las hojas, ésta se puede establecer en partes más bajas de las hojas. La hoja entera puede ser atacada y morir. Si las

condiciones ambientales son propicias puede resultar en epidemias severas. Durante la época seca, las esporas generalmente se desaparecen y el número de lesiones baja. Pero si vuelven períodos de humedad alta y temperaturas bajas, la enfermedad puede resurgir.

Hospederos: cebolla y ajo. Distribución: se le encuentra en las zonas cebolleras de casi todo el mundo.

2.2.3.6.7. Cosecha

Según el INIAP MAGAP (2008), la época de cosecha es cuando se observa el "quiebre" natural de los tallos.

2.3. HIPÓTESIS

La aplicación de fosfitos potásicos permiten prevenir el daño causado por el ataque de plagas y enfermedades en el cultivo de cebolla de bulbo.

2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

2.4.1. Variables independientes

Tipos de fosfitos potásicos: Fotoalexin y Atlante

Dosis de aplicación: 8, 12 y 16 cc/l

Frecuencia de aplicación: cada 10, 20 y 30 días

2.4.2. Variables dependientes

Incidencia y severidad de enfermedades

Crecimiento en altura de planta

Diámetro polar y ecuatorial del bulbo

Rendimiento y categorización de bulbos

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 INDEPENDIENTES	CONCEPTO	CATEGORÍAS	INDICADORES
Fosfitos potásicos	Compuesto de importancia en sanidad vegetal que presenta un efecto fungicida	Fitoalexin	
		Atlante	
Dosis	Cantidad de elemento requerido para causar un efecto benéfico en el control de enfermedades foliares	8 cc/l	
		12 cc/l	
		16 cc/l	
Frecuencias de aplicación	Número de aplicaciones requeridas para causar un efecto benéfico en el control de enfermedades foliares	Cada 10 días	
		Cada 20 días	
		Cada 30 días	
VARIABLES DEPENDIENTES	CONCEPTO	CATEGORÍAS	INDICADORES
Características agronómicas	Manifestaciones agronómicas del efecto de los tratamientos	Altura de planta a los 70 y 90 días	cm
		Diámetro polar y ecuatorial del bulbo	cm
		Rendimiento	t/ha
		Categorización de bulbos en primera, segunda y tercera	%
Enfermedades	Manifestaciones de los tratamientos sobre las enfermedades del cultivo	Enfermedades foliares	% de incidencia
			% de severidad

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque predominante de la investigación es cuantitativo. La modalidad fue netamente experimental. En este trabajo se realizó una asociación de variables donde se probaron dos tipos de fosfitos potásicos, aplicados en tres dosis y tres frecuencias de aplicación para el control de enfermedades foliares en cebolla de bulbo.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

La investigación se realizó en la propiedad del Sr Carlos Telenchana, localizada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Atahualpa, barrio Santa Fe Cuatro Esquinas, ubicada a 7,5 km al norte de la ciudad de Ambato, a la altitud de 2 740 msnm, cuyas coordenadas geográficas son: 01° 15' 12" de latitud Sur y 78° 39' 59" de longitud Oeste (Datos tomados con GPS).

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

Según los datos de la Estación Meteorológica de Chachoán correspondientes al año 1998 se registraron los siguientes valores: temperatura media anual 16,3°C, precipitación de 518.4 mm, humedad relativa de 68,0% y velocidad de vientos de 3,1 m/seg, con frecuencia Sur Este.

3.3.2. Suelo

De acuerdo al INIAP-MAGAP (2008) los suelos de esta zona son de textura franco arenoso, con buen drenaje. Los principales productos que se cultivan son hortalizas, papas zanahoria, cebolla. Entre las especies forestales predomina el eucalipto.

3.3.3. Agua

La propiedad cuenta con el agua del canal Latacunga-Salcedo-Ambato.

3.3.4. Ecología

La zona del lugar se encuentra ubicada en la formación ecológica estepa espinosa-Montano Bajo (ee-MB), en transición con bosque seco Montano Bajo (bs-MB) (Holdridge, 1982).

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. Fosfitos potásicos

Fitoalexin	P1
Atlante	P2

3.4.2. Dosis de aplicación

8 cc/l	D1
12 cc/l	D2
16 cc/l	D3

3.4.3. Frecuencias de aplicación

Cada 10 días	F1
Cada 20 días	F2
Cada 30 días	F3

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de $2 \times 3 \times 3 + 1$, con 18 tratamientos que recibieron aplicación de fosfitos potásicos y un testigo el cual no recibió aplicación, con tres repeticiones.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron 19, como consta en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Fosfitos potásicos	Dosis (cc/l)	Frecuencias de aplicación
1	P1D1F1	Fitoalexin	8	Cada 10 días
2	P1D1F2	Fitoalexin	8	Cada 20 días
3	P1D1F3	Fitoalexin	8	Cada 30 días
4	P1D2F1	Fitoalexin	12	Cada 10 días
5	P1D2F2	Fitoalexin	12	Cada 20 días
6	P1D2F3	Fitoalexin	12	Cada 30 días
7	P1D3F1	Fitoalexin	16	Cada 10 días
8	P1D3F2	Fitoalexin	16	Cada 20 días
9	P1D3F3	Fitoalexin	16	Cada 30 días
10	P2D1F1	Atlante	8	Cada 10 días
11	P2D1F2	Atlante	8	Cada 20 días
12	P2D1F3	Atlante	8	Cada 30 días
13	P2D2F1	Atlante	12	Cada 10 días
14	P2D2F2	Atlante	12	Cada 20 días
15	P2D2F3	Atlante	12	Cada 30 días
16	P2D3F1	Atlante	16	Cada 10 días
17	P2D3F2	Atlante	16	Cada 20 días
18	P2D3F3	Atlante	16	Cada 30 días
19	T			

3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de rango múltiple de Duncan al 5% para diferenciar entre tratamientos, dosis, frecuencias de aplicación e interacciones significativas. Pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor fosfitos potásicos y polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para los factores dosis y frecuencias de aplicación.

El análisis económico de los tratamientos se realizó aplicando el método del presupuesto parcial propuesto por Perrín et al (1988).

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Distancia entre plantas:	0,20 m
Distancia entre líneas:	0,25 m
Número de hileras por parcela:	6

3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Porcentaje de incidencia de enfermedades foliares

El porcentaje de incidencia de Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), se registró a los 70 y 90 días del trasplante, registrando a las hojas de las diez plantas centrales de la parcela neta. Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{Número de hojas afectadas}}{\text{Número total de hojas}} \times 100$$

3.8.2. Porcentaje de severidad de enfermedades foliares

El porcentaje de severidad de Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), se tomó a los 70 y 90 días del trasplante, registrando a las hojas de las diez plantas centrales de la parcela neta. Para obtener los porcentajes se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de severidad} = \frac{\text{Área de tejido vegetal afectado}}{\text{Área de tejido vegetal sano}} \times 100$$

3.8.3. Altura de planta

La altura de planta se midió en centímetros con una regleta graduada a los 70 y 90 días del trasplante, midiendo a las diez plantas centrales de la parcela neta. La lectura se hizo desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja bandera.

3.8.4. Diámetro polar del bulbo

Al momento de la cosecha, se midió en centímetros con calibrador Vernier, el diámetro polar de 10 bulbos tomados al azar de la parcela neta.

3.8.5. Diámetro ecuatorial del bulbo

Al momento de la cosecha, se midió en centímetros con calibrador Vernier, el diámetro ecuatorial de 10 bulbos tomados al azar de la parcela neta.

3.8.6. Rendimiento

El rendimiento correspondió al peso del total de bulbos cosechados en la parcela total, expresando los valores en t/ha.

3.8.7. Categorización de bulbos

Al momento de la cosecha, se categorizó el rendimiento, mediante la clasificación de bulbos de primera, segunda y tercera categoría (utilizando una escala arbitraria), expresando los resultados en porcentaje. La clasificación se hizo de acuerdo al diámetro ecuatorial del bulbo de la siguiente manera:

Categoría	Diámetro ecuatorial
Primera	> a 6 cm
Segunda	entre 4 y 6 cm
Tercera	< a 4 cm

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo se realizó con maquinaria, utilizando rastra de disco, luego se efectuó la nivelación manualmente con azadón y rastrillo.

3.9.2. Desinfección del suelo

El suelo se decontaminó tres días antes del trasplante con Proton (Propamocarb) en dosis de 2 cc/l y Agroamonio (Aquil-dimetil-amonio líquido) en dosis de 2 cc/l, para controlar enfermedades fungosas del suelo.

3.9.3. Incorporación de materia orgánica

Se realizó la incorporación de materia orgánica (abono de gallinaza) con la utilización de una pala, esparciendo lo más uniforme posible en el área del ensayo, antes de surcar. Se utilizó la cantidad de 100 kg para todo el ensayo.

3.9.4. Parcelamiento

Se procedió a trazar los bloques y las parcelas utilizando flexómetro y estacas, delimitando de acuerdo al diseño experimental establecido. Posteriormente se procedió a elaborar los surcos.

3.9.5. Adquisición de plantas

Las plantas de cebolla variedad Híbrida Burguesa, se adquirieron en la pilonera del Sr. Luis Sacón. La cantidad total fue de 6 840 plantas.

3.9.6. Trasplante

El trasplante se hizo cuando las plantas presentaron la altura entre 12 y 15 cm; las mismas que se desinfectaron con Captan (Captan) en dosis de 2,5 g/l. La plantación se efectuó a la distancia de 15 cm entre plantas y 25 cm entre hileras.

3.9.7. Deshierbes

Las deshierbas se realizaron de dos formas, la primera químicamente con un herbicida selectivo (Golex en dosis de 1 cc/l). Posteriormente se efectuaron deshierbas manuales con azadón.

3.9.8. Fertilización de fondo

La fertilización de fondo se hizo incorporando Holandés 15 N–15 P–15 K), en la cantidad de 10 kg para toda el área del ensayo.

3.9.9. Aplicación de fosfitos potásicos

La aplicación de los fosfitos potásicos se hizo de acuerdo a las dosis y frecuencias de aplicación planteadas para cada tratamiento. Las aplicaciones fueron al follaje de las plantas utilizando bomba de mochila. La primera aplicación se efectuó a los 30 días del trasplante. Para los tratamientos de la frecuencia de cada 10 días se efectuaron siete aplicaciones (a los 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 90 días del trasplante). Para los tratamientos de la frecuencia cada 20 días se realizaron cuatro aplicaciones (a los 30, 50, 70 y 90 días del trasplante) y para los tratamientos de la frecuencia de cada 30 días, tres aplicaciones (a los 30, 60 y 90 días del trasplante).

3.9.10. Riegos

Se efectuó un riego antes del trasplante y un riego después de trasplantar. Posteriormente los riegos fueron cada ocho días, dependiendo de las precipitaciones que se presentaron durante el ciclo del cultivo.

3.9.11. Siembra de cebada

Se sembró cebada entre las parcelas experimentales con el fin de proteger las parcelas evitando el esparcimiento del producto al momento de las aplicaciones.

3.9.12. Cosecha

La cosecha se realizó manualmente, cuando las hojas de las plantas comenzaron a doblarse (cuando se observó que el 50% de las hojas se cayeron) y existió la presencia de doblado de los tallos.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 70 y 90 días

Mediante los anexos 1 y 2, se indican los valores de la incidencia de enfermedades foliares en las hojas del cultivo de cebolla Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), registrado a los 70 y 90 días del trasplante, con porcentajes promedios de 68,82% a los 70 días y 99,28% a los 90 días. El análisis de variancia para las dos lecturas (cuadro 3), reportó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los fosfitos potásicos provocaron significación a nivel del 5% a los 70 días y a nivel del 1% a los 90 días. Las dosis de aplicación fueron significativas a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativa a los 70 días y lineal y cuadrática altamente significativa a los 90 días. Las frecuencias de aplicación reportaron significación a nivel del 1%, con tendencia lineal a este mismo nivel en las dos lecturas. Las interacciones fosfitos por dosis, fosfitos por frecuencias, dosis por frecuencias y fosfitos por dosis por frecuencias fueron significativas a nivel del 1%, en la lectura a los 90 días. El testigo se diferenció al 1% del resto de tratamientos a los 70 días; mientras que, el coeficiente de variación fue de 9,68% y 0,75%, para cada lectura, en su orden.

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 70 y 90 días Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), se detectaron tres rangos de significación en las dos lecturas (cuadro 4). La menor incidencia de enfermedades foliares se observó en el tratamiento P2D3F1 (Atlante, 16 cc/l, cada 10 días), con promedio de 53,97% a los 70 días y 92,70% a los 90 días, ubicados en el primer rango; seguido de varias interacciones que compartieron el primer rango con rangos inferiores; mientras que, la mayor incidencia de enfermedades foliares reportó el testigo, con promedio de 88,97% y 100% de incidencia, a los 70 y 90 días, respectivamente, ubicados en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

Fuente de variación	Grados de Libertad	A los 70 días		A los 90 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	11,680	0,36 ns	1,097	2,00 ns
Tratamientos	18	167,242	3,77 **	10,662	19,39 **
Fosfitos potásicos (P)	1	315,375	7,11 *	27,592	50,17 **
Dosis de aplicación (D)	2	762,508	17,18 **	31,434	57,15 **
Tend. Lineal	1	698,721	15,74 **	47,151	85,76 **
Tend. Cuadrática	1	63,787	1,44 ns	15,717	28,59 **
Frecuencias de aplic. (F)	2	393,033	8,86 **	4,339	7,89 **
Tend. Lineal	1	390,721	8,80 **	8,507	15,47 **
Tend. Cuadrática	1	2,311	0,05 ns	0,171	0,31 ns
P x D	2	85,664	1,93 ns	27,592	50,17 **
P x F	2	53,351	1,20 ns	3,097	5,63 **
D x F	4	84,944	1,91 ns	4,339	7,89 **
P x D x F	4	30,281	0,68 ns	3,097	5,63 **
T. vs. Resto	1	1 285,178	28,96 **	1,654	3,01 ns
Error experimental	36	44,379		0,550	
Total	56				
Coef. de var. =			9,68%		0,75%

ns = no significativo
 * = significativo al 5%
 ** = significativo al 1%

CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

Tratamientos		Promedios (%) y rangos			
No.	Símbolo	A los 70 días		A los 90 días	
16	P2D3F1	53,97	a	92,70	a
17	P2D3F2	58,53	ab	95,90	b
7	P1D3F1	61,47	ab	99,57	c
18	P2D3F3	62,73	ab	98,10	bc
13	P2D2F1	64,30	ab	100,00	c
4	P1D2F1	65,70	ab	100,00	c
14	P2D2F2	66,10	ab	100,00	c
8	P1D3F2	66,67	ab	100,00	c
1	P1D1F1	68,80	abc	100,00	c
11	P2D1F2	69,10	abc	100,00	c
12	P2D1F3	70,27	abc	100,00	c
15	P2D2F3	71,23	abc	100,00	c
10	P2D1F1	71,33	abc	100,00	c
9	P1D3F3	71,80	abc	100,00	c
5	P1D2F2	73,73	abc	100,00	c
2	P1D1F2	73,83	abc	100,00	c
6	P1D2F3	74,37	abc	100,00	c
3	P1D1F3	74,70	bc	100,00	c
19	T	88,97	c	100,00	C

Aplicando la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor fosfitos potásicos, en el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 70 y 90 días, Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), se establecieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 5). La incidencia de enfermedades foliares fue menor en los tratamientos que recibieron Atlante (P2), con incidencia promedio de 65,29% a los 70 días y 98,52% a los 90 días, ubicados éstos dos valores en el primer rango. La incidencia de enfermedades foliares fue mayor, por su parte, en los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoalexin (P1), con promedios de 70,12% y 99,95%, para cada lectura, respectivamente, ubicados en el segundo rango. La mejor respuesta de Atlante puede deberse a lo citado por Payeras (2008), que el ión fosfito, ejerce un efecto directo sobre el metabolismo fúngico. Este ión compite con el fósforo en diversas rutas metabólicas catalizadas por diversas enzimas fosforelativas. De esta manera, los procesos implicados en transferencia energética del hongo, sufren un considerable retraso e incluso pueden llegar a bloquearse. El efecto general producido en el hongo, podría compararse a un estado de ausencia total de fósforo disponible en la planta para cubrir las necesidades del hongo. Así mismo, el ión fosfito penetra fácilmente en la planta y es sistémico por lo que facilita la distribución de los elementos nutrientes a los que está unido químicamente.

CUADRO 5. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FOSFITOS POTÁSICOS, EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

Fosfitos potásicos		Promedios (%) y rangos			
		A los 70 días		A los 90 días	
Atlante	(P2)	65,29	a	98,52	A
Fitoalexin	(P1)	70,12	b	99,95	b

Examinando el factor dosis de aplicación, en el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 70 y 90 días Mildiu (*Peronospora*

destructor), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), la prueba de significación de Tukey al 5% separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 6). La menor incidencia de enfermedades se obtuvo en los tratamientos que se aplicaron los fosfitos potásicos en la dosis de 16 cc/l (D3), con incidencia del 62,53% a los 70 días y 97,71% a los 90 días, ubicados estos valores en el primer rango. La incidencia de enfermedades foliares fue mayor, en los tratamientos que recibieron aplicación de fosfitos potásicos en la dosis de 12 cc/l (D2) y 8 cc/l (D1), con promedios de 69,24% y 71,34%, a los 70 días, respectivamente y 100% a los 90 días, al compartir estos valores el segundo rango en la prueba, en su orden.

CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

Dosis de aplicación	Promedios (%) y rangos			
	A los 70 días		A los 90 días	
16 cc/l (D3)	62,53	a	97,71	A
12 cc/l (D2)	69,24	b	100,00	b
8 cc/l (D1)	71,34	b	100,00	b

La figura 1, muestra la regresión lineal entre dosis de fosfitos potásicos versus el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 70 días, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, indica que, la incidencia fue significativamente menor, conforme las plantas recibieron mayores dosis de fosfitos potásicos, ubicándose los mejores resultados con la aplicación de la dosis de 16 cc/l, con correlación altamente significativa de -0,96.

Gráficamente, mediante la figura 2, se ilustra la regresión lineal y cuadrática entre dosis de fosfitos potásicos versus el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 90 días del trasplante, en donde la tendencia lineal negativa de la recta y de la parábola, muestra que, la incidencia fue significativamente menor, conforme las plantas recibieron mayores dosis de fosfitos

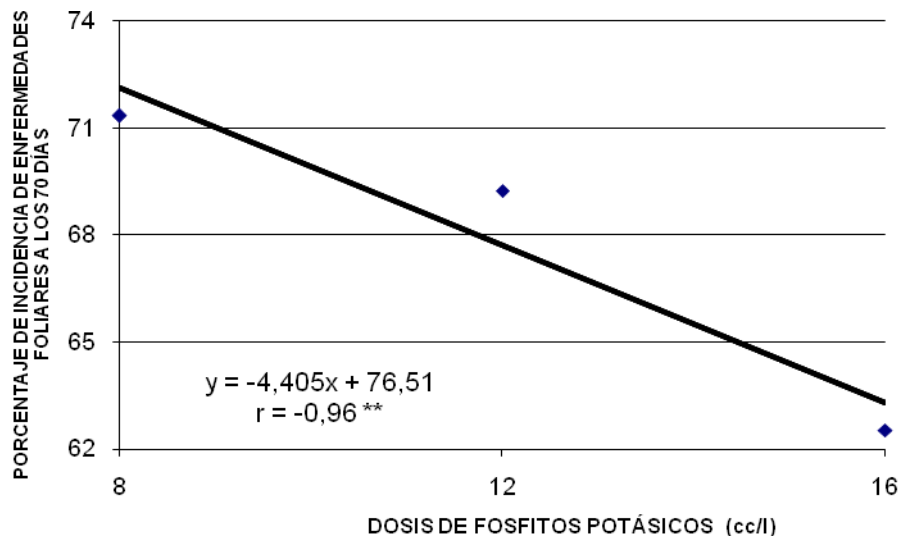


FIGURA 1. Regresión lineal para dosis de fosfitos potásicos versus porcentaje de incidencia de enfermedades foliars a los 70 días

potásicos, ubicándose los mejores resultados con la aplicación de la dosis de 16 cc/l, con correlación lineal significativa de -0,75 y cuadrática altamente significativa de -0,98.

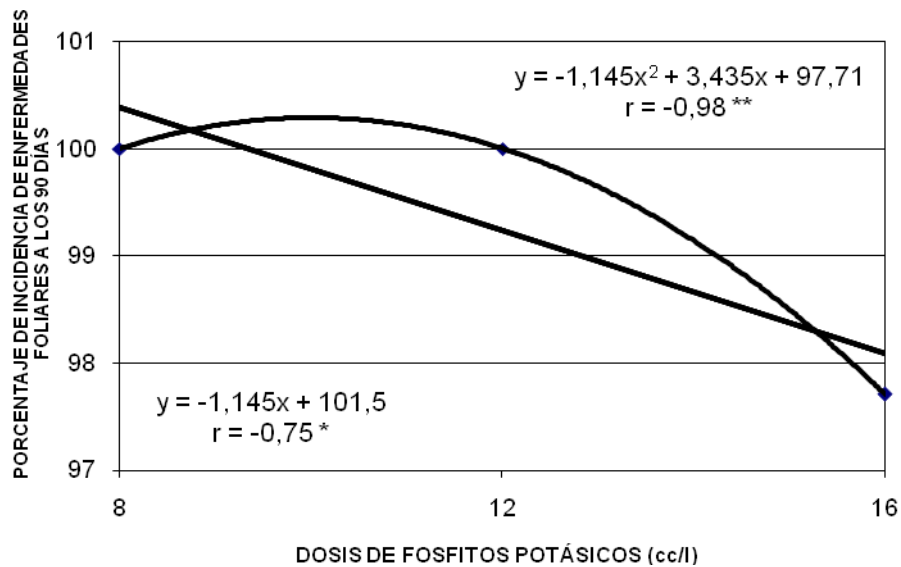


FIGURA 2. Regresión lineal y cuadrática para dosis de fosfitos potásicos versus porcentaje de incidencia de enfermedades foliars a los 90 días

Analizando el factor frecuencias de aplicación, en el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 70 y 90 días Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 7). Menor incidencia de enfermedades foliares reportaron los tratamientos que se aplicaron fosfitos potásicos con la frecuencia de cada 10 días (F1), con promedios de 64,26% a los 70 días y 98,71% a los 90 días, ubicados en el primer rango; seguidos de los tratamientos de la frecuencia de cada 20 días (F2), que compartió el primero y segundo rangos, con promedios de 67,99% a los 70 días y 99,32% a los 90 días. La incidencia de enfermedades foliares fue mayor, en los tratamientos que se aplicaron los fosfitos potásicos con la frecuencia de cada 30 días (F3), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedios de 70,85% y 99,68%, para cada lectura, en su orden.

CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

Frecuencias de aplicación	Promedios (%) y rangos			
	A los 70 días		A los 90 días	
Cada 10 días (F1)	64,26	a	98,71	a
Cada 20 días (F2)	67,99	ab	99,32	ab
Cada 30 días (F3)	70,85	b	99,68	b

Mediante la figura 3, se grafica la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 70 días, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, demuestra que, la incidencia fue significativamente menor, conforme las plantas recibieron los fosfitos potásicos con mayor frecuencia, ubicándose los mejores resultados con la utilización de la frecuencia de cada 10 días, con correlación lineal altamente significativa de 0,99.

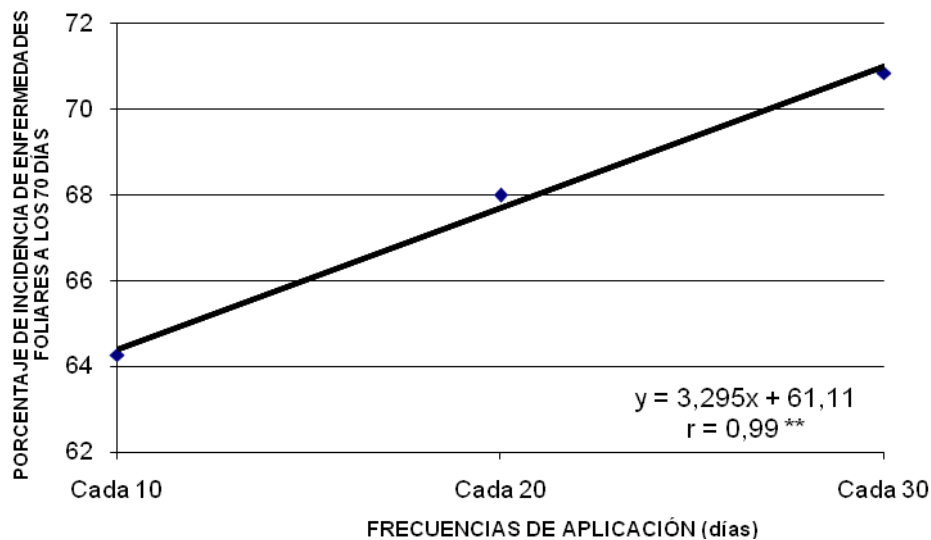


FIGURA 3. Regresión lineal para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 70 días

La figura 4, muestra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 90 días, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, indica que, la incidencia fue significativamente menor, conforme las plantas recibieron los fosfitos potásicos con mayor frecuencia, ubicándose los mejores resultados con la aplicación de la frecuencia de cada 10 días, con correlación altamente significativa de 0,97.

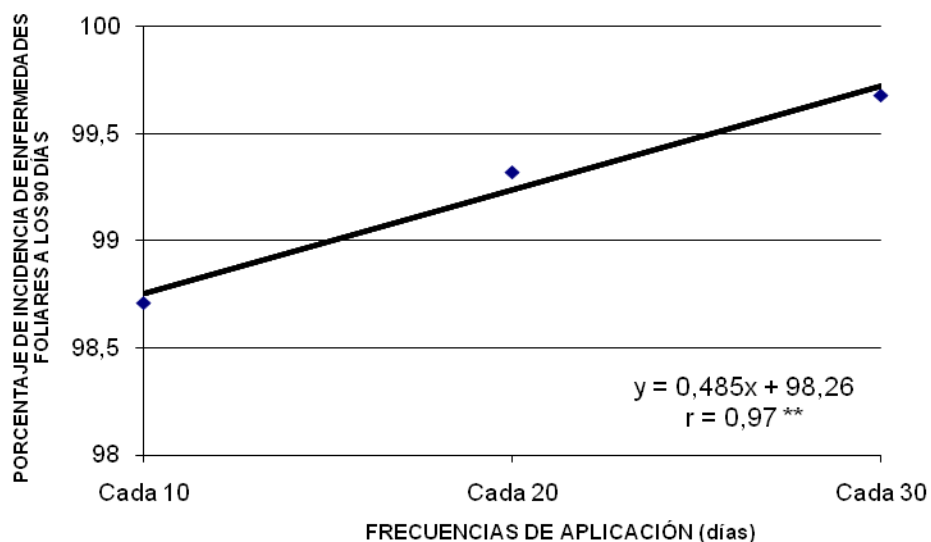


FIGURA 4. Regresión lineal para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 90 días

Examinando la interacción fosfitos potásicos por dosis de aplicación, en el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 90 días del trasplante Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), mediante la prueba de significación de Tukey al 5% se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 8). Menor incidencia se observó en la interacción P2D3 (Atlante, 16 cc/l), con promedio de 95,57%, ubicado en el primer rango; mientras que el resto de interacciones compartieron el segundo rango, con incidencia del 100%.

CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 90 DÍAS

P x D	Promedio (%)	Rango
P2D3	95,57	a
P1D3	99,86	b
P1D1	100,00	b
P1D2	100,00	b
P2D2	100,00	b
P2D1	100,00	b

En relación a la interacción fosfitos potásicos por frecuencias de aplicación, en el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 90 días del trasplante Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), la prueba de significación de Tukey al 5% separó los promedios en tres rangos de significación (cuadro 9). La menor incidencia se observó en la interacción P2F1 (Atlante, cada 10 días), con promedio de 97,57%, ubicado en el primer rango. El resto de interacciones se ubicaron en rangos inferiores, encontrándose en los dos últimos lugares y rango, a las interacciones P1F2 (Fitoalexin, cada 20 días) y P1F3 (Fitoalexin, cada 30 días), con incidencia del 100%.

Con respecto a la interacción dosis por frecuencias de aplicación, en el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 90 días del trasplante Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria

CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 90 DÍAS

P x F	Promedio (%)	Rango
P2F1	97,57	a
P2F2	98,63	ab
P2F3	99,327	bc
P1F1	99,86	c
P1F2	100,00	c
P1F3	100,00	c

(*Alternaria porri*), mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron tres rangos de significación (cuadro 10). La menor incidencia se estableció en la interacción D3F1 (16 cc/l, cada 10 días), con promedio de 96,13%, ubicado en el primer rango. El resto de interacciones se ubicaron en rangos inferiores, encontrándose en el tercer rango varias interacciones, con incidencia del 100%, siendo las del mayor valor.

CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 90 DÍAS

D x F	Promedio (%)	Rango
D3F1	96,13	a
D3F2	97,95	b
D3F3	99,05	bc
D1F3	100,00	c
D1F2	100,00	c
D1F1	100,00	c
D2F3	100,00	c
D2F2	100,00	c
D2F1	100,00	c

Analizando la interacción fosfitos potásicos por dosis por frecuencias de aplicación, en el porcentaje de incidencia de enfermedades foliares a los 90 días del trasplante Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y

Alternaria (Alternaria porri), según la prueba de significación de Tukey al 5%, se detectaron tres rangos de significación (cuadro 11). La incidencia fue menor en la interacción P2D3F1 (Atlante, 16 cc/l, cada 10 días), con promedio de 92,70%, ubicado en el primer rango. El resto de interacciones se ubicaron en rangos inferiores, encontrándose en el tercer rango varias interacciones, con la mayor incidencia del 100%.

CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR DOSIS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 90 DÍAS

P x D x F	Promedio (%)	Rango
P2D3F1	92,70	a
P2D3F2	95,90	b
P2D3F3	98,10	bc
P1D3F1	99,57	c
P1D1F1	100,00	c
P1D1F2	100,00	c
P1D1F3	100,00	c
P1D2F1	100,00	c
P1D2F2	100,00	c
P1D2F3	100,00	c
P1D3F2	100,00	c
P1D3F3	100,00	c
P2D1F1	100,00	c
P2D1F2	100,00	c
P2D1F3	100,00	c
P2D2F1	100,00	c
P2D2F2	100,00	c
P2D2F3	100,00	c

Los resultados obtenidos permiten deducir que, la aplicación de fosfitos potásicos causaron efectos favorables en la prevención del porcentaje de incidencia de enfermedades foliares en el cultivo de cebolla de bulbo (*Mildiu Peronospora destructor*, *Botritis Botrytis squamosa* y *Alternaria Alternaria porri*), por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron aplicación, reportaron menor incidencia que el testigo, el cual no lo recibió. En este sentido, a pesar que los porcentajes de incidencia son altos, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de Atlante (P2), con el cual, la incidencia disminuyó en promedio de 4,83% a los 70 días y 1,43% a los 90 días, que al utilizar Fitoalexin (P1). Igualmente,

al aplicar los fosfitos potásicos en la dosis de 16 cc/l (D3), la incidencia se redujo en promedio de 8,81% a los 70 días y 2,29% a los 90 días, que lo observado con la dosis de 8 cc/l (D1); y, aplicando fosfitos con la frecuencia de cada 10 días (F1), se logra reducir la incidencia en promedio de 6,59% a los 70 días y 0,97% a los 90 días, que lo reportado por los tratamientos de la frecuencia (F3); lo que permite inferir que, la aplicación de Atlante en dosis de 16 cc/l, cada 10 días, es el tratamiento que mejor controló la incidencia de enfermedades foliares en el cultivo, por lo que es el mejor potenciador del sistema inmunológico, como lo manifestado por Link-Agro (2011), quien manifiesta que Atlante por un lado estimula la síntesis natural de autodefensa en las plantas y por otro, aporta factores inmunológicos que contiene en su fórmula. En dicha fórmula continúa el fosfonato potásico de Atlante y además se ha enriquecido con ácido salicílico, componentes algínicos como las betaínas y otros ingredientes, que otorgan al Atlante Plus propiedades fúngicas y fungistáticas, es decir, acciones directas y preventivas contra distintos hongos, además de convertirse en un gran potenciador del sistema inmunológico de la planta, como lo sucedido en el cultivo.

4.1.2. Porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 y 90 días

Los anexos 3 y 4, muestran los valores de la severidad de enfermedades foliares en las hojas del cultivo de cebolla Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), registrado a los 70 y 90 días del trasplante, con porcentajes promedios de 51,58% a los 70 días y 68,42% a los 90 días. Según el análisis de variancia para las dos lecturas (cuadro 12), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los fosfitos potásicos reportaron significación a nivel del 1% en las dos lecturas. Las dosis de aplicación fueron significativas a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativa a los 70 días y lineal al 1% y cuadrática al 5% a los 90 días. Las frecuencias de aplicación reportaron significación a nivel del 5% a los 70 días y al 1% a los 90 días, con tendencia lineal altamente significativa en las dos lecturas. Las interacciones fosfitos por dosis fueron significativas a nivel del 5% y a nivel del 1%, en las dos lecturas, respectivamente; las interacciones fosfitos por frecuencias y fosfitos por dosis por frecuencias fueron significativas a nivel del 5% a los 70 días. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%; en las dos lecturas, en tanto que, el coeficiente de variación fue de 7,75% y 6,45%, para cada lectura, en su orden.

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

Fuente de variación	Grados de Libertad	A los 70 días		A los 90 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	49,305	3,09 ns	0,841	0,04 ns
Tratamientos	18	109,400	6,85 **	170,258	8,73 **
Fosfitos potásicos (P)	1	761,326	47,65 **	268,804	13,79 **
Dosis de aplicación (D)	2	152,742	9,56 **	311,652	15,99 **
Tend. lineal	1	293,323	18,36 **	522,732	26,81 **
Tend. cuadrática	1	12,161	0,76 ns	100,572	5,16 *
Frecuencias de aplic. (F)	2	76,065	4,76 *	144,318	7,40 **
Tend. lineal	1	151,947	9,51 **	288,547	14,80 **
Tend. cuadrática	1	0,183	0,01 ns	0,090	0,01 ns
P x D	2	76,488	4,79 *	191,879	9,84 **
P x F	2	53,784	3,37 *	1,853	0,10 ns
D x F	4	6,352	0,40 ns	14,254	0,73 ns
P x D x F	4	43,341	2,71 *	19,010	0,98 ns
T. vs. Resto	1	290,945	18,21 **	1 363,379	69,93 **
Error experimental	36	15,979		19,495	
Total	56				
Coef. de var =			7,75%		6,45%

ns = no significativo
 * = significativo al 5%
 ** = significativo al 1%

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 y 90 días del trasplante Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), se observaron cinco rangos de significación en las dos lecturas (cuadro 13). A los 70 días, la menor severidad de enfermedades foliares se registró en el tratamiento P2D2F1 (Atlante, 12 cc/l, cada 10 días), con promedio de 38,40% y a los 90 días en el tratamiento P2D3F1 (Atlante, 16 cc/l, cada 10 días), con promedio de 53,67%, ubicados los dos valores en el primer rango; seguido de varias interacciones que compartieron el primer rango con rangos inferiores; en tanto que, la menor severidad de enfermedades foliares, por su parte, reportó el testigo, con promedios de 61,17% y 89,17% de severidad, a los 70 y 90 días, respectivamente, ubicados en el quinto rango y último lugar en la prueba.

La prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor fosfitos potásicos, en el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 y

CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

Tratamientos		Promedios (%) y rangos			
No.	Símbolo	A los 70 días		A los 90 días	
13	P2D2F1	38,40	a	65,77	abcd
16	P2D3F1	41,05	ab	53,67	a
17	P2D3F2	44,90	abc	56,73	ab
18	P2D3F3	46,33	abcd	59,07	abc
15	P2D2F3	46,60	abcd	70,50	cd
14	P2D2F2	49,97	abcde	70,03	bcd
8	P1D3F2	50,00	abcde	71,97	cd
7	P1D3F1	51,50	bcde	62,30	abcd
5	P1D2F2	51,67	bcde	67,40	bcd
10	P2D1F1	52,20	bcde	66,37	abcd
11	P2D1F2	52,57	bcde	69,60	bcd
1	P1D1F1	53,10	bcde	69,79	bcd
12	P2D1F3	53,63	cde	73,57	d
2	P1D1F2	56,70	cde	68,20	bcd
3	P1D1F3	57,23	cde	73,13	d
9	P1D3F3	57,40	de	71,20	cd
6	P1D2F3	57,67	de	72,93	d
4	P1D2F1	57,97	de	68,53	bcd
19	T	61,17	e	89,17	e

90 días, Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 14). La severidad de enfermedades foliares fue menor en los tratamientos que recibieron aplicación de Atlante (P2), con severidad promedio de 47,29% a los 70 días y 65,03% a los 90 días, ubicados éstos dos valores en el primer rango. La severidad de enfermedades foliares fue mayor, por su parte, en los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoalexin (P1), con promedios de 54,80% y 69,50%, para cada lectura, respectivamente, ubicados en el segundo rango. Es posible que el mejor efecto de Atlante se deba a lo manifestado por Payeras (2008), quien cita que, la actividad fúngica de Atlante es doble, por una parte, está implicado en activar los sistemas naturales de defensa de la planta. El ión fosfito provoca cambios en la pared celular del Oomiceto, dando como resultado que fracciones de ésta actúen a modo de elicitores externos, desencadenando todo el proceso de activación de defensas anteriormente comentado.

En relación al factor dosis de aplicación, en el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 y 90 días Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis

CUADRO 14. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FOSFITOS POTÁSICOS, EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

Fosfitos potásicos		Promedios (%) y rangos			
		A los 70 días		A los 90 días	
Atlante	(P2)	47,29	a	65,03	a
Fitoalexin	(P1)	54,80	b	69,50	b

(*Botrytis squamosa*) y *Alternaria (Alternaria porri)*, mediante la prueba de significación de Tukey al 5% se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 15). La menor severidad de enfermedades se observó en los tratamientos que se aplicaron los fosfitos potásicos en la dosis de 16 cc/l (D3), con severidad del 48,53% a los 70 días y 62,49% a los 90 días, ubicados estos valores en el primer rango; seguidos de los tratamientos que recibieron aplicación en la dosis de 12 cc/l (D2), con severidad del 50,38% a los 70 días y 69,19% a los 90 días, al compartir el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 8 cc/l (D1), reportaron la mayor severidad de enfermedades foliares, con promedios de 54,24% y 70,11%, a los 70 y 90 días, respectivamente, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

Dosis de aplicación		Promedios (%) y rangos			
		A los 70 días		A los 90 días	
16 cc/l	(D3)	48,53	a	62,49	a
12 cc/l	(D2)	50,38	a	69,19	a
8 cc/l	(D1)	54,24	b	70,11	b

La ilustración de la figura 5, indica la regresión lineal entre dosis de aplicación de fosfitos potásicos versus el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 días, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, demuestran que, la severidad fue significativamente menor, conforme las plantas recibieron mayores dosis de fosfitos potásicos, ubicándose los mejores resultados con la aplicación de la dosis de 16 cc/l, con correlación lineal altamente significativa de -0,98.

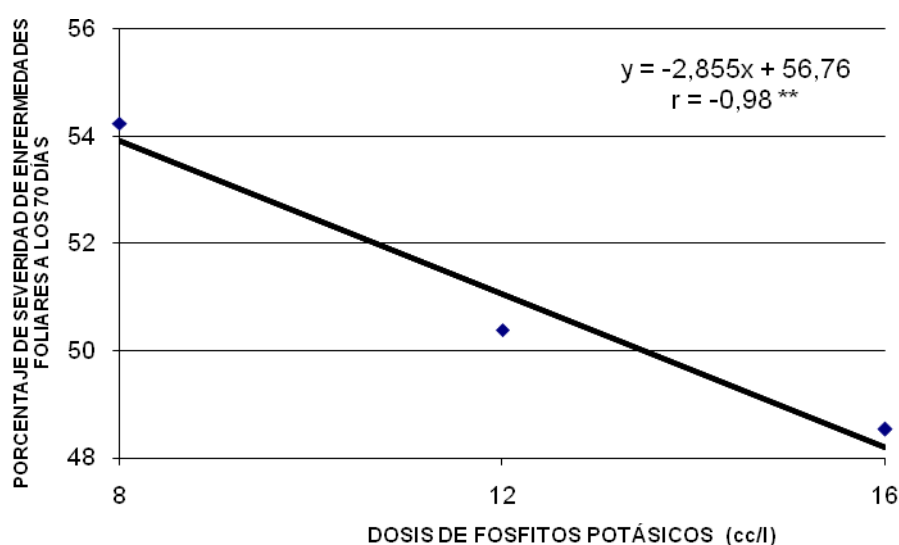


FIGURA 5. Regresión lineal para dosis de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 días

Gráficamente, mediante la figura 6, se ilustra la regresión lineal y cuadrática entre dosis de fosfitos potásicos versus el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 90 días del trasplante, en donde la tendencia lineal negativa de la recta y de la parábola, muestran que, la severidad fue significativamente menor, conforme las plantas recibieron mayores dosis de fosfitos potásicos, ubicándose los mejores resultados con la aplicación de la dosis de 16 cc/l, con correlación lineal significativa de -0,84 y cuadrática altamente significativa de -0,98.

En cuanto al factor frecuencias de aplicación, en el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 y 90 días Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), según la

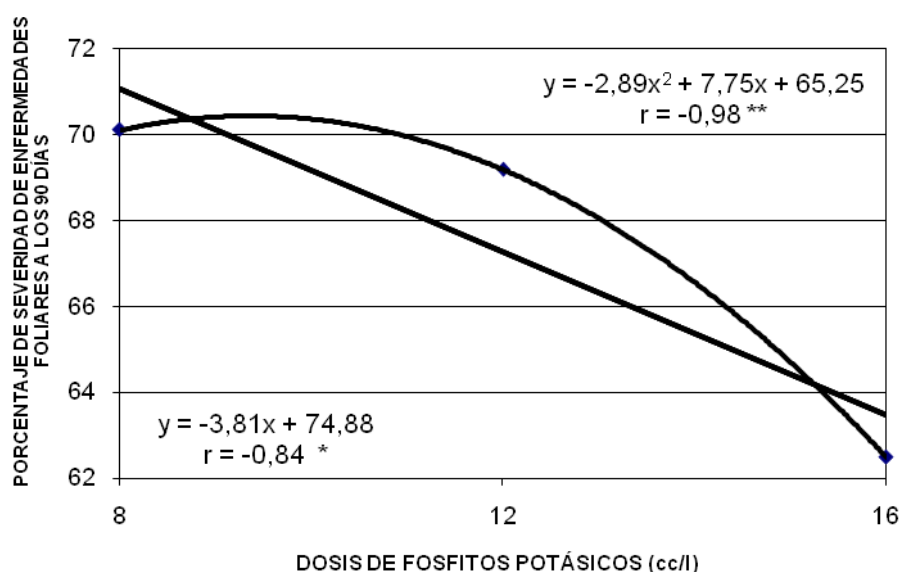


FIGURA 6. Regresión lineal y cuadrática para dosis de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 90 días

prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 16). Menor severidad de enfermedades foliares reportaron los tratamientos que se aplicaron fosfitos potásicos con la frecuencia de cada 10 días (F1), con promedios de 49,04% a los 70 días y 64,40% a los 90 días, ubicados en el primer rango; seguidos de los tratamientos de la frecuencia de cada 20 días (F2), que compartió el primero y segundo rangos, con promedios de 50,97% a los 70 días y 67,32% a los 90 días. La severidad de enfermedades foliares fue mayor, en los tratamientos que se aplicaron los fosfitos potásicos con la frecuencia de cada 30 días (F3), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedios de 53,14% y 70,07%, para cada lectura, en su orden.

La figura 7, muestra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 días, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, indica que, la severidad fue significativamente menor, conforme las plantas recibieron los fosfitos potásicos con mayor frecuencia, ubicándose los mejores resultados con la utilización de la frecuencia de cada 10 días, con correlación altamente significativa de 0,99.

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

Frecuencias de aplicación	Promedios (%) y rangos			
	A los 70 días		A los 90 días	
Cada 10 días (F1)	49,04	a	64,40	a
Cada 20 días (F2)	50,97	ab	67,32	ab
Cada 30 días (F3)	53,14	b	70,07	b

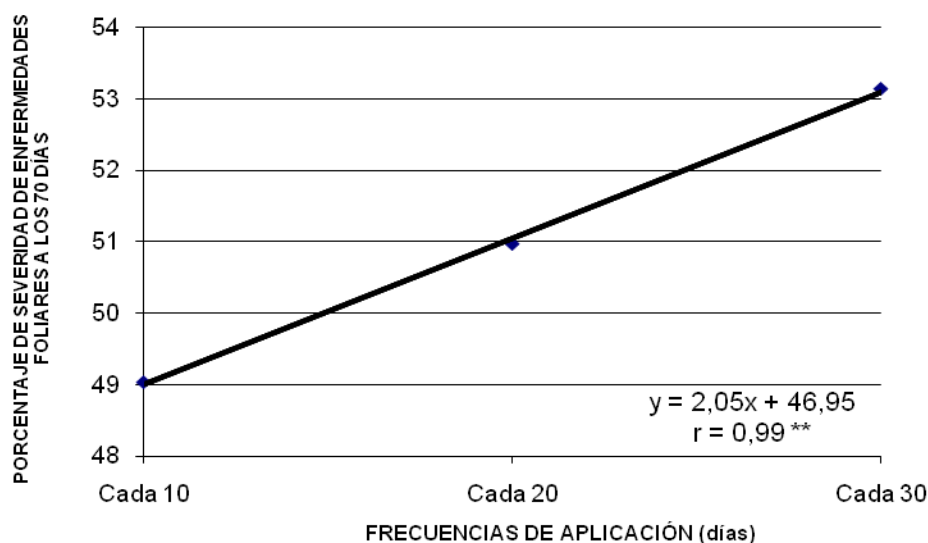


FIGURA 7. Regresión lineal para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 días

Mediante la figura 8, se grafica la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 90 días del trasplante, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, demuestra que, la severidad fue significativamente menor, conforme las plantas recibieron los fosfitos potásicos con mayor frecuencia, ubicándose los mejores resultados con la utilización de la frecuencia de cada 10 días, con correlación lineal altamente significativa de 0,99.

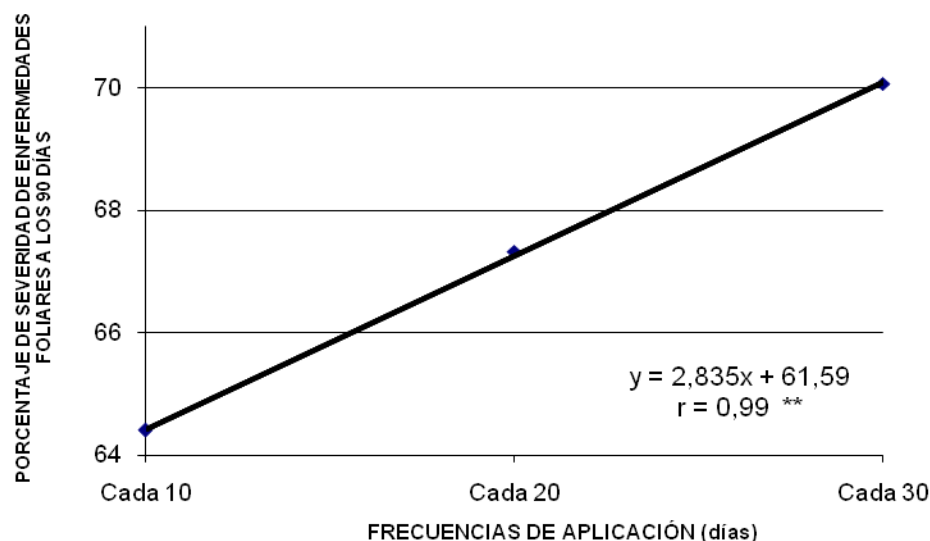


FIGURA 8. Regresión lineal para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 90 días

Analizando la interacción fosfitos potásicos por dosis de aplicación, en el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 y 90 días del trasplante Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos en las dos lecturas (cuadro 17). La severidad fue menor en la interacción P2D3 (Atlante, 16 cc/l), con promedio de 44,09% a los 70 días y 56,49% a los 90 días, al ubicarse estos valores en el primer rango; a más de la interacción P2D2 (Atlante, 12 cc/l) a los 70 días, que compartió el primer rango, con promedios de 44,99%. El resto de interacciones compartieron el segundo rango, ubicándose en el último lugar la interacción P1D2 (Fitoalexin, 12 cc/l) a los 70 días y P1D1 (Fitoalexin, 8 cc/l) a los 90 días, con la mayor severidad de 55,77% y 70,38%, para cada lectura, respectivamente.

En cuanto a la interacción fosfitos potásicos por frecuencias de aplicación, en el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 días del trasplante Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se observaron tres rangos de significación (cuadro 18). Menor severidad se detectó en la interacción P2F1 (Atlante, cada 10 días), con promedio de 43,88%, al ubicarse en el

CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 Y 90 DÍAS

P x D	Promedios (%) y rangos			
	A los 70 días		A los 90 días	
P2D3	44,09	a	56,49	a
P2D2	44,99	a	68,77	b
P2D1	52,80	b	69,84	b
P1D3	52,97	b	68,49	b
P1D1	55,68	b	70,38	b
P1D2	55,77	b	69,62	b

primer rango. El resto de interacciones se ubicaron en rangos inferiores, encontrándose en el último lugar y tercer rango la interacción P1F3 (Fitoalexin, cada 30 días), con la mayor severidad de 57,43%.

CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 DÍAS

P x F	Promedio (%)	Rango
P2F1	43,88	a
P2F3	48,86	ab
P2F2	49,14	ab
P1F2	52,79	bc
P1F1	54,19	bc
P1F3	57,43	c

En referencia a la interacción fosfitos potásicos por dosis por frecuencias de aplicación, en el porcentaje de severidad de enfermedades foliares a los 70 días del trasplante Mildiu (*Peronospora destructor*), Botritis (*Botrytis squamosa*) y Alternaria (*Alternaria porri*), según la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron cuatro rangos de significación (cuadro 19). Menor severidad se detectó en la interacción P2D2F1 (Atlante, 12 cc/l, cada 10 días), con promedio de 38,40%, al ubicarse en el primer rango. El resto de interacciones se ubicaron en rangos inferiores, encontrándose en el último lugar y cuarto rango la interacción P1D2F1 (Fitoalexin, 12 cc/l, cada 10 días), con la mayor severidad de 57,97%.

CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN FOSFITOS POTÁSICOS POR DOSIS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES A LOS 70 DÍAS

P x D x F	Promedio (%)	Rango
P2D2F1	38,40	a
P2D3F1	41,05	ab
P2D3F2	44,90	abc
P2D3F3	46,33	abcd
P2D2F3	46,60	abcd
P2D2F2	49,97	abcd
P1D3F2	50,00	abcd
P1D3F1	51,50	bcd
P1D2F2	51,67	bcd
P2D1F1	52,20	bcd
P2D1F2	52,57	bcd
P1D1F1	53,10	bcd
P2D1F3	53,63	bcd
P1D1F2	56,70	cd
P1D1F3	57,23	cd
P1D3F3	57,40	cd
P1D2F3	57,67	d
P1D2F1	57,97	d

Evaluando los resultados obtenidos, es posible deducir que, la aplicación de fosfitos potásicos al cultivo de cebolla, causaron efectos favorables en la prevención del porcentaje de severidad de enfermedades foliares (*Mildiu Peronospora destructor*, *Botritis Botrytis squamosa* y *Alternaria Alternaria porri*), por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron aplicación, reportaron menor severidad que el testigo, el cual no lo recibió. Es así que, a pesar que los porcentajes de severidad son altos, los mejores resultados se lograron con la aplicación de Atlante (P2), con el cual, la severidad disminuyó en promedio de 7,51% a los 70 días y 4,47% a los 90 días, que al utilizar Fitoalexin (P1). Igualmente, al aplicar los fosfitos en la dosis de 16 cc/l (D3), la severidad se redujo en promedio de 5,71% a los 70 días y 7,62% a los 90 días, que lo observado con la dosis de 8 cc/l (D1); y, aplicando fosfitos con la frecuencia de cada 10 días (F1), se logró reducir la severidad en promedio de 4,10% a los 70 días y 5,67% a los 90 días, que lo reportado por los tratamientos de la frecuencia (F3); por lo que es posible inferir que, la aplicación de Atlante en dosis de 16 cc/l, cada 10 días, es el tratamiento apropiado

para controlar mejor la severidad de enfermedades foliares en el cultivo, como lo manifestado por Hortalizas.com (2011), que Atlante es un formulado de fosfonato potásico y diversos factores que potencian el sistema inmunológico de la planta. El fosfonato potásico induce a las plantas a crear autodefensas naturales (Fitoalexinas), las cuales poseen una acción curativa sobre hongos oomicetos. Posee un alto poder de traslocación y se incorpora fácilmente al flujo de la savia, por lo que el control fue mejor.

4.1.3. Altura de planta a los 70 y 90 días

En los anexos 5 y 6, se presentan los valores del crecimiento en altura de planta a los 70 y 90 días del trasplante, con alturas promedios de 44,94 cm a los 70 días y 55,85 cm a los 90 días. Aplicando el análisis de variancia para las dos lecturas (cuadro 20), no se reportaron diferencias estadísticas significativas para tratamientos. Igual respuesta se observó en el factor fosfitos potásicos, como también en las dosis de aplicación y frecuencias de aplicación. Las interacciones no experimentaron significación alguna, como también al comparar el testigo versus el resto de tratamientos, excepto a los 90 días donde existieron diferencias altamente significativas. Los coeficientes de variación fueron de 11,99% y 6,65%, para cada lectura, en su orden.

CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 70 Y 90 DÍAS

Fuente de variación	Grados de Libertad	A los 70 días		A los 90 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	8,7860	0,30 ns	7,306	0,53 ns
Tratamientos	18	43,039	1,48 ns	18,628	1,35 ns
Fosfitos potásicos (P)	1	0,807	0,03 ns	27,592	2,00 ns
Dosis de aplicación (D)	2	13,282	0,46 ns	0,437	0,03 ns
Frecuencias de aplic. (F)	2	49,556	1,71 ns	10,942	0,79 ns
P x D	2	96,362	3,32 ns	0,569	0,04 ns
P x F	2	14,249	0,49 ns	37,970	2,76 ns
D x F	4	27,921	0,96 ns	15,334	1,11 ns
P x D x F	4	52,774	1,82 ns	10,738	0,78 ns
T. vs. resto	1	104,219	3,59 ns	103,583	7,52 **
Error experimental	36	29,016		13,779	
Total	56				
Coef. de var. =			11,99%		6,65%
ns = no significativo					
** = significativo al 1%					

La evaluación estadística del crecimiento en altura de planta a los 70 y 90 días del trasplante, permiten observar que, al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y también en el resto de fuentes de variación, indica que, la altura de planta fue estadísticamente igual en todos los tratamientos, por lo que la aplicación de fosfitos potásicos no tuvo influencia relevante en éste crecimiento. Es posible que, el efecto fungicida de los fosfitos fue significativo con respecto al testigo; sin embargo, la incidencia de enfermedades foliares fue de alrededor del 99,28% y de severidad de 68,42% a los 90 días, valores que son altos, por lo que las plantas se vieron afectadas en su crecimiento. Sin embargo, se debe destacar que, el testigo, al no recibir aplicación de productos reportó las plantas con menor crecimiento en altura, consecuentemente, la producción de bulbos fue menor.

4.1.4. Diámetro polar del bulbo

El diámetro polar del bulbo para cada tratamiento con aplicación de fosfitos potásicos, se indican en el anexo 7, con diámetro promedio general de 4,17 cm. Mediante el análisis de variancia (cuadro 21), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los fosfitos potásicos reportaron significación a nivel del 1%. Las frecuencias de aplicación fueron altamente significativas, con tendencia lineal a nivel del 1% y cuadrática a nivel del 5%. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%; mientras que, el coeficiente de variación fue de 9,99%.

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el diámetro polar del bulbo, separó los promedios en cuatro rangos de significación (cuadro 22). El diámetro polar del bulbo fue mayor en el tratamiento P2D3F1 (Atlante, 16 cc/l, cada 10 días), con promedio de 4,93 cm, al ubicarse en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores; en tanto que, el menor diámetro polar del bulbo, por su parte, reportó el testigo, con promedio de 3,13 cm, al ubicarse en el cuarto rango y último lugar en la prueba.

Mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor fosfitos potásicos, en el crecimiento en diámetro polar del bulbo, se registraron

**CUADRO 21. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE
DIÁMETRO POLAR DEL BULBO**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,629	0,315	1,82 ns
Tratamientos	18	13,126	0,729	4,21 **
Fosfitos potásicos (P)	1	2,085	2,085	12,05 **
Dosis de aplicación (D)	2	0,495	0,247	1,43 ns
Frecuencias de aplic. (F)	2	5,106	2,553	14,76 **
Tend. lineal	1	4,020	4,020	23,19 **
Tend. cuadrática	1	1,086	1,086	6,27 *
P x D	2	0,073	0,037	0,21 ns
P x F	2	0,363	0,181	1,05 ns
D x F	4	0,395	0,099	0,57 ns
P x D x F	4	1,188	0,297	1,72 ns
T. vs. resto	1	3,422	3,422	19,74 **
Error experimental	36	6,241	0,173	
Total	56	19,996		

Coef. de var. 9,99%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

**CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN
LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DEL BULBO**

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
16	P2D3F1	4,93	a
14	P2D2F2	4,89	ab
17	P2D3F2	4,69	abc
13	P2D2F1	4,66	abc
11	P2D1F2	4,56	abc
7	P1D3F1	4,52	abc
8	P1D3F2	4,49	abc
10	P2D1F1	4,45	abc
1	P1D1F1	4,26	abcd
2	P1D1F2	4,10	abcd
18	P2D3F3	4,02	abcd
12	P2D1F3	3,98	abcd
4	P1D2F1	3,94	abcd
6	P1D2F3	3,93	abcd
5	P1D2F2	3,85	abcd
3	P1D1F3	3,67	abcd
15	P2D2F3	3,64	bcd
9	P1D3F3	3,53	cd
19	T	3,13	d

dos rangos de significación bien definidos (cuadro 23). El mayor diámetro polar del bulbo se alcanzó en los tratamientos que recibieron aplicación de Atlante (P2), con diámetro promedio de 4,42 cm, ubicado éste valor en el primer rango. El diámetro

polar del bulbo fue menor, por su parte, en los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoalexin (P1), con promedio de 4,03 cm, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

CUADRO 23. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FOSFITOS POTÁSICOS, EN LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DEL BULBO

Fosfitos potásicos	Promedio (cm)	Rango
Atlante (P2)	4,42	a
Fitoalexin (P1)	4,03	b

En referencia al factor frecuencias de aplicación, en el diámetro polar del bulbo, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 24). El diámetro polar del bulbo fue mayor en los tratamientos que recibieron aplicación de fosfitos potásicos con la frecuencia de cada 10 días (F1), con promedio de 4,46 cm, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos de la frecuencia de cada 20 días (F2), que compartió el primer rango, con diámetro promedio de 4,43 cm. El diámetro polar del bulbo fue menor, por su parte, en los tratamientos que se aplicaron los fosfitos potásicos con la frecuencia de cada 30 días (F3), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, el promedio de 3,79 cm.

CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DEL BULBO

Frecuencias de aplicación	Promedio (cm)	Rango
Cada 10 días (F1)	4,46	a
Cada 20 días (F2)	4,43	a
Cada 30 días (F3)	3,79	b

La ilustración de la figura 9, indica la regresión lineal y cuadrática entre frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus el diámetro polar del bulbo, en donde la tendencia lineal negativa de la recta y de la parábola, demuestran que, el diámetro polar del bulbo fue significativamente mayor, conforme las plantas recibieron los fosfitos potásicos con mayor frecuencia, ubicándose los mejores resultados con la utilización de la frecuencia de cada 10 días, con correlación lineal significativa de -0,78 y cuadrática altamente significativa de -0,98.

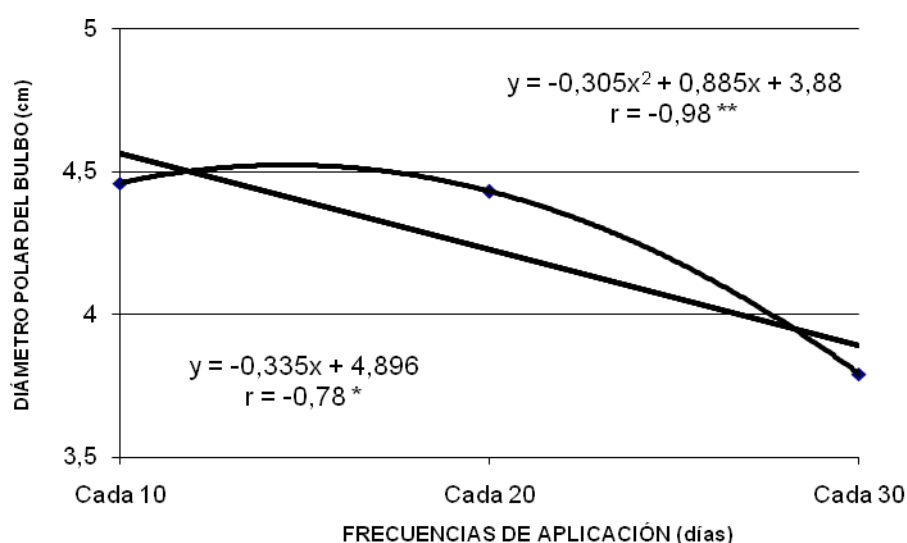


FIGURA 9. Regresión lineal y cuadrática para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus diámetro polar del bulbo

Observando los resultados de la evaluación del crecimiento en diámetro polar del bulbo, es posible señalar que, la aplicación de fosfitos potásicos al cultivo de cebolla, causaron efectos favorables en la prevención de enfermedades foliares (*Mildiu Peronospora destructor*, *Botritis Botrytis squamosa* y *Alternaria Alternaria porri*), por cuanto, en general, producto de éste control, los tratamientos que recibieron aplicación, al encontrar mejores condiciones de desarrollo, presentaron bulbos de mayor diámetro, al comparar con el testigo, en el cual, al no recibir aplicación de productos, el ataque de enfermedades foliares fue mucho mayor, con los bulbos de menor diámetro. Los bulbos de mayor diámetro polar se obtuvieron en los tratamientos que se controlaron las enfermedades foliares con Atlante (P2), en los cuales, el diámetro polar fue superior en promedio de 0,39 cm, que los tratamientos que se utilizó Fitoalexin (P1). Igualmente, los tratamientos con

aplicación de fosfitos con la frecuencia de cada 10 días (F1), reportaron el mayor diámetro polar del bulbo, superando en promedio de 0,67 cm, que lo reportado por los tratamientos de la frecuencia (F3); lo que permite inferir que, los tratamientos con aplicación de Atlante con la frecuencia de cada 10 días, al producir el mejor control de enfermedades foliares, las plantas respondieron con bulbos de mejor diámetro polar, por lo que es el tratamiento apropiado para reducir significativamente la incidencia y severidad de enfermedades foliares. En este sentido Link-Agro (2011), expresa que Atlante es un potenciador del sistema inmunológico de las plantas. Aportando a su vez, propiedades fúngicas y fungistáticas al cultivo. Atlante Plus posee un alto poder de traslocación por lo que se incorpora fácilmente al flujo de la savia. Aplicar siempre disuelto en agua en cualquier sistema de riego, por lo que las plantas estuvieron mejor protegidas.

4.1.5. Diámetro ecuatorial del bulbo

El anexo 8, registra el diámetro ecuatorial del bulbo para cada tratamiento con aplicación de fosfitos potásicos, con diámetro promedio general de 5,23 cm. El análisis de variancia (cuadro 25), detectó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los fosfitos potásicos reportaron significación a nivel del 1%. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%; en tanto que, el coeficiente de variación fue de 5,56%.

CUADRO 25. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL BULBO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,132	0,066	0,78 ns
Tratamientos	18	5,728	0,318	3,77 **
Fosfitos potásicos (P)	1	2,120	2,120	25,24 **
Dosis de aplicación (D)	2	0,252	0,126	1,50 ns
Frecuencias de aplic. (F)	2	0,400	0,200	2,38 ns
P x D	2	0,022	0,011	0,13 ns
P x F	2	0,013	0,007	0,08 ns
D x F	4	0,260	0,065	0,77 ns
P x D x F	4	0,188	0,047	0,56 ns
T. vs. resto	1	2,472	2,472	29,26 **
Error experimental	36	3,042	0,084	
Total	56	8,901		

Coef. de var. 5,56%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el diámetro ecuatorial del bulbo, se observaron tres rangos de significación (cuadro 26). El diámetro ecuatorial del bulbo fue mayor en el tratamiento P2D1F1 (Atlante, 8 cc/l, cada 10 días), con promedio de 5,77 cm, al ubicarse en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores; mientras que, el menor diámetro ecuatorial del bulbo, por su parte, reportó el testigo, con promedio de 4,35 cm, al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL BULBO

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
10	P2D1F1	5,77	a
16	P2D3F1	5,60	ab
17	P2D3F2	5,60	ab
12	P2D1F3	5,42	ab
14	P2D2F2	5,41	ab
15	P2D2F3	5,41	ab
13	P2D2F1	5,40	ab
18	P2D3F3	5,38	ab
7	P1D3F1	5,35	ab
11	P2D1F2	5,31	ab
8	P1D3F2	5,23	abc
1	P1D1F1	5,20	abc
2	P1D1F2	5,16	abc
4	P1D2F1	5,04	abc
6	P1D2F3	5,01	abc
9	P1D3F3	4,97	abc
3	P1D1F3	4,92	abc
5	P1D2F2	4,86	bc
19	T	4,35	c

Según la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor fosfitos potásicos, en el crecimiento en diámetro ecuatorial del bulbo, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 27). El mayor diámetro ecuatorial del bulbo se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de Atlante (P2), con diámetro promedio de 5,48 cm, ubicado éste valor en el primer rango. El diámetro ecuatorial del bulbo fue menor, por su parte, en los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoalexin (P1), con promedio de 5,08 cm, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

CUADRO 27. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FOSFITOS POTÁSICOS, EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL BULBO

Fosfitos potásicos		Promedio (cm)	Rango
Atlante	(P2)	5,48	a
Fitoalexin	(P1)	5,08	b

Los resultados de la evaluación estadística del crecimiento en diámetro ecuatorial del bulbo, demuestran que, la aplicación de fosfitos potásicos al cultivo de cebolla, causaron efectos favorables en la prevención de enfermedades foliares (*Mildiu Peronospora destructor*, *Botritis Botrytis squamosa* y *Alternaria Alternaria porri*), por cuanto, en general, producto de éste control, los tratamientos que recibieron aplicación, al encontrar mejores condiciones de desarrollo, produjeron bulbos de mayor diámetro, que lo obtenido en el testigo, en el cual, al no recibir aplicación de productos, el ataque de enfermedades foliares fue mucho mayor, con los bulbos de menor diámetro. Los mejores resultados se alcanzaron en los tratamientos que se controlaron las enfermedades foliares con Atlante (P2), en los cuales, el diámetro ecuatorial del bulbo fue mejor, superando en promedio de 0,40 cm, a lo obtenido en los tratamientos que se utilizó Fitoalexin (P1). Estos resultados permiten inferir que, los tratamientos con aplicación de Atlante, al estar mejor protegidas contra el embate de enfermedades foliares, respondieron con mayor crecimiento y desarrollo, reportando bulbos de mejor diámetro ecuatorial, por lo que es el tratamiento apropiado para reducir significativamente la incidencia y severidad de enfermedades foliares y mejorar la producción del cultivo, como lo expresado por Payeras (2008), que Atlante es un fertilizante líquido rico en fósforo y potasio con acción fungicida. La presencia del ión fosfonato, además de actuar como nutriente de P y K, confiere al producto una actividad fungistática y fungicida frente a hongos oomicetos (*Phytophthora* o *Mildiu*), como lo ocurrido en el cultivo.

4.1.6. Rendimiento

Los datos correspondientes al rendimiento de bulbos, se muestran en el anexo 9, con rendimiento promedio general de 7,75 t/ha. Según el análisis de variancia (cuadro 28), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los fosfitos potásicos reportaron significación a nivel del 1%. Las dosis de aplicación fueron significativas a nivel del 5%, con

tendencia lineal a este mismo nivel. Las frecuencias de aplicación fueron significativas, con tendencia lineal a nivel del 1%. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%; mientras que, el coeficiente de variación fue de 15,36%.

CUADRO 28. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	5,759	2,879	2,03 ns
Tratamientos	18	70,929	3,941	2,78 **
Fosfitos potásicos (P)	1	23,404	23,404	16,53 **
Dosis de aplicación (D)	2	10,488	5,244	3,70 *
Tend. lineal	1	10,358	10,358	7,31 *
Tend. cuadrática	1	0,130	0,130	0,09 ns
Frecuencias de aplic. (F)	2	13,119	6,560	4,63 *
Tend. lineal	1	12,924	12,924	9,13 **
Tend. cuadrática	1	0,195	0,195	0,14 ns
P x D	2	3,100	1,550	1,09 ns
P x F	2	0,607	0,304	0,21 ns
D x F	4	2,962	0,741	0,52 ns
P x D x F	4	2,047	0,512	0,36 ns
T. vs. resto	1	15,202	15,202	10,74 **
Error experimental	36	50,978	1,416	
Total	56	127,666		

Coef. de var. 15,36%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la evaluación del rendimiento, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 29). El mayor rendimiento reportó el tratamiento P2D3F1 (Atlante, 16 cc/l, cada 10 días), con promedio de 9,99 t/ha, ubicado este valor en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos; en tanto que, el menor rendimiento, por su parte, reportó el testigo, con promedio de 5,56 t/ha, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 29. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Tratamientos		Promedio (t/ha)	Rango
No.	Símbolo		
16	P2D3F1	9,99	a
13	P2D2F1	9,18	ab
17	P2D3F2	9,03	ab
14	P2D2F2	8,86	ab
18	P2D3F3	8,79	ab
15	P2D2F3	8,02	ab
4	P1D2F1	7,96	ab
10	P2D1F1	7,94	ab
5	P1D2F2	7,84	ab
1	P1D1F1	7,77	ab
7	P1D3F1	7,72	ab
11	P2D1F2	7,66	ab
9	P1D3F3	7,39	ab
8	P1D3F2	7,31	ab
12	P2D1F3	7,29	ab
2	P1D1F2	7,04	ab
3	P1D1F3	6,10	b
6	P1D2F3	5,78	b
19	T	5,56	b

Aplicando la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor fosfitos potásicos, en el rendimiento, se observaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 30). El mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de Atlante (P2), con promedio de 8,53 t/ha, al ubicarse éste valor en el primer rango. El rendimiento fue menor, por su parte, en los tratamientos que recibieron aplicación de Fitoalexin (P1), con promedio de 7,21 t/ha, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

CUADRO 30. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FOSFITOS POTÁSICOS, EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Fosfitos potásicos		Promedio (t/ha)	Rango
Atlante	(P2)	8,53	a
Fitoalexin	(P1)	7,21	b

Con respecto al factor dosis de aplicación, en el rendimiento, la prueba de significación de Tukey al 5% separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 31). El mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de fosfitos potásicos en la dosis de 16 cc/l (D3), con rendimiento promedio de 8,37 t/ha, ubicado en el primer rango; seguidos de los tratamientos que recibieron aplicación en la dosis de 12 cc/l (D2), con promedio de 7,94 t/ha, que compartió el primero y segundo rangos; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 8 cc/l (D1), reportaron el menor rendimiento, con promedio de 7,30 t/ha, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 31. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Dosis de aplicación	Promedio (t/ha)	Rango
16 cc/l (D3)	8,37	a
12 cc/l (D2)	7,94	ab
8 cc/l (D1)	7,30	b

Gráficamente, mediante la figura 10, se ilustra la regresión lineal entre dosis de fosfitos potásicos versus el rendimiento, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, muestra que, el rendimiento fue significativamente mayor, conforme las plantas recibieron mayores dosis de fosfitos potásicos, ubicándose los mejores resultados con la aplicación de la dosis de 16 cc/l, con correlación lineal altamente significativa de 0,98.

Evaluando el factor frecuencias de aplicación, en el rendimiento, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 32). El rendimiento fue mayor, en los tratamientos que recibieron aplicación de fosfitos potásicos con la frecuencia de cada 10 días (F1), con promedio de 8,43 t/ha, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos de la frecuencia de cada 20 días (F2), que compartió el primero y segundo rangos, con rendimiento promedio de 7,95 t/ha. El rendimiento fue menor, por su parte, en los

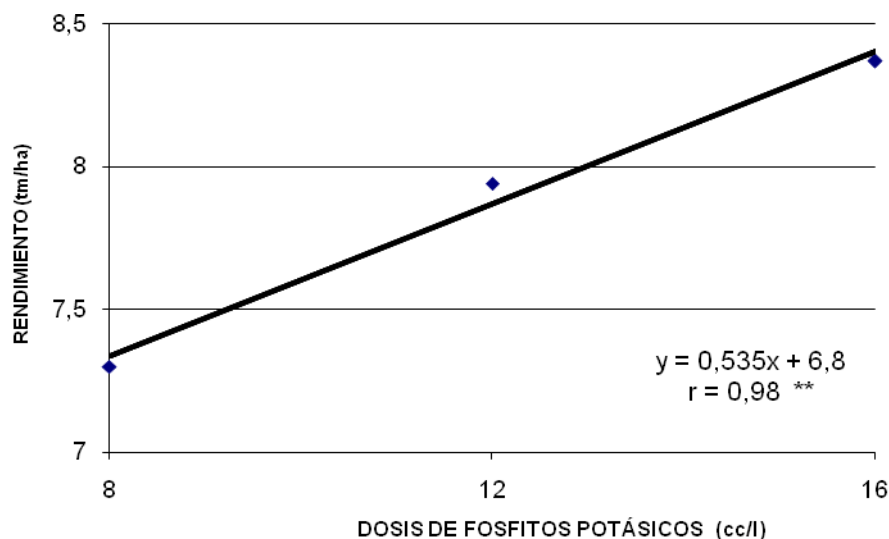


FIGURA 10. Regresión lineal para dosis de aplicación de fosfitos potásicos versus rendimiento

tratamientos que se aplicaron los fosfitos potásicos con la frecuencia de cada 30 días (F3), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, el promedio de 7,23 t/ha.

CUADRO 32. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Frecuencias de aplicación	Promedio (t/ha)	Rango
Cada 10 días (F1)	8,43	a
Cada 20 días (F2)	7,95	ab
Cada 30 días (F3)	7,23	b

La figura 11, muestra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus el rendimiento, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, indica que, el rendimiento fue significativamente mayor, conforme las plantas recibieron los fosfitos potásicos con mayor frecuencia,

ubicándose los mejores resultados con la utilización de la frecuencia de cada 10 días, con correlación altamente significativa de -0,98.

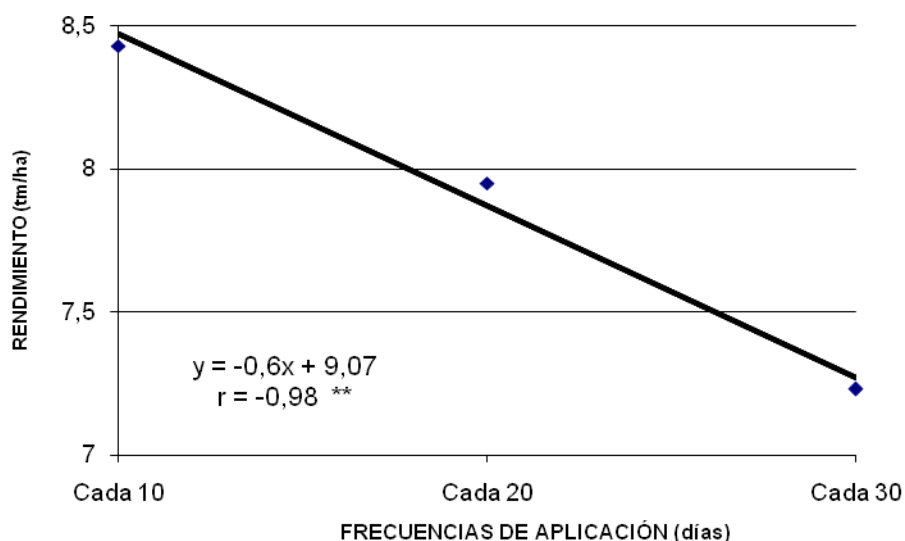


FIGURA 11. Regresión lineal para frecuencias de aplicación de fosfitos potásicos versus rendimiento

Analizando los resultados obtenidos en la evaluación del rendimiento, es posible deducir que, la aplicación de fosfitos potásicos al cultivo de cebolla, causaron efectos favorables en la prevención de enfermedades foliares (*Mildiu Peronospora destructor*, *Botritis Botrytis squamosa* y *Alternaria Alternaria porri*), por cuanto, en general, producto éste control, los tratamientos que recibieron aplicación, al encontrar mejores condiciones de desarrollo, reportaron mayor rendimiento, al comparar con el testigo, en el cual, al no recibir aplicación de productos, el ataque de enfermedades foliares fue mucho mayor. En este sentido, los mayores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos en que se controlaron las enfermedades foliares con Atlante (P2), con el cual, el rendimiento se incrementó en promedio de 1,32 t/ha, que al utilizar Fitoalexin (P1). Igualmente, en los tratamientos con aplicación de fosfitos en la dosis de 16 cc/l (D3), el rendimiento fue mejor superando en promedio de 1,07 t/ha que lo observado con la dosis de 8 cc/l (D1); y, los tratamientos con aplicación de fosfitos con la frecuencia de cada 10 días (F1), reportaron el mayor rendimiento, superando en promedio de 1,20 t/ha, que lo reportado por los tratamientos de la frecuencia (F3); lo que permite inferir que, los tratamientos con aplicación de Atlante en dosis de 16 cc/l, cada 10 días, reportaron

los mejores rendimientos, producto del mejor control de enfermedades foliares, lo que justifica la aplicación del producto. Payeras (2008), al referirse a Atlante cita que, los fosfitos son las sales o los ésteres del ácido fosforoso (H_3PO_3). Es una de las nuevas alternativas para poder tener un buen rendimiento de este cultivo y complementado con la aplicación de un producto químico, que en la dosis recomendadas ayuda a controlar la propagación de enfermedades foliares para aumentar la producción del cultivo.

4.1.7. Porcentaje de bulbos de primera, segunda y tercera categoría

No se obtuvieron bulbos de primera categoría (bulbos con diámetro ecuatorial mayor a 6 cm), por cuanto a pesar que los fosfitos potásicos disminuyeron el ataque de enfermedades foliares, en general, la incidencia y severidad fue significativa, lo que mermó el adecuado desarrollo de las plantas, obteniéndose mayormente bulbos de segunda categoría y minoritariamente bulbos de tercera categoría. Los valores correspondientes al porcentaje de bulbos de segunda y tercera categoría, se presentan en los anexos 10 y 11, con promedios generales de 82,21% para bulbos de segunda categoría y 17,79% para bulbos de tercera categoría. Aplicando el análisis de variancia para las dos categorías (cuadro 33), no se reportaron diferencias estadísticas significativas para tratamientos. Igual respuesta se observó en el factor fosfitos potásicos, como también en las dosis de aplicación y frecuencias de aplicación. Las interacciones no experimentaron significación alguna, como también al comparar el testigo versus el resto de tratamientos. Los coeficientes de variación fueron de 2,47% y 11,41%, para cada lectura, en su orden.

CUADRO 33. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE BULBOS DE SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA

Fuente de variación	Grados de Libertad	Segunda categoría		Tercera categoría	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	24,952	6,05 *	24,920	6,04 *
Tratamientos	18	4,855	1,18 ns	4,852	1,18 ns
Fosfitos potásicos (P)	1	0,000	0,00 ns	0,000	0,00 ns
Dosis de aplicación (D)	2	9,534	2,31 ns	9,539	2,31 ns
Frecuencias de aplic. (F)	2	6,653	1,61 ns	6,643	1,61 ns
P x D	2	2,949	0,71 ns	2,951	0,72 ns
P x F	2	1,303	0,32 ns	1,296	0,31 ns
D x F	4	4,973	1,21 ns	4,965	1,20 ns
P x D x F	4	6,619	1,60 ns	6,621	1,61 ns
T. vs. Resto	1	0,140	0,03 ns	0,139	0,03 ns
Error experimental	36	4,125		4,124	
Total	56				

Coef. de var. =

2,47%

11,41%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

Los resultados de la evaluación del porcentaje de bulbos de segunda y tercera categoría, dejan ver que, al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y también en el resto de fuentes de variación, indica que, los porcentajes de bulbos de segunda categoría y tercera categoría, fueron estadísticamente iguales, por lo que la aplicación de fosfitos potásicos no tuvo influencia relevante en la categorización de bulbos. Es posible que, el efecto fungicida de los fosfitos fue significativo con respecto al testigo; sin embargo, la incidencia de enfermedades foliares fue de alrededor del 99,28% y de severidad de 68,42% a los 90 días, valores que son altos, por lo que las plantas se vieron afectadas, razón por la cual no se produjeron bulbos de primera categoría.

4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN

Para el análisis económico de la aplicación de dos fosfitos potásicos en tres dosis y tres frecuencias de aplicación para el control de enfermedades foliares en cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*), variedad Híbrida Burguesa, se siguió la metodología propuesta por Perrin *et al.* (1988), para lo cual se determinaron los costos variables del ensayo por tratamiento (cuadro 34). La variación de los costos esta dada básicamente por el diferente precio de cada fosfito potásico; por la diferente mano de obra de acuerdo al número de aplicaciones producto de las frecuencias de aplicación y por las distintas dosis de aplicación. Los costos de producción se detallan en dos rubros que son: costos de mano de obra de acuerdo a cada frecuencia de aplicación y costos de la aplicación de los fosfitos de acuerdo a cada dosis de aplicación.

El cuadro 35, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al peso total de bulbos obtenidos en la parcela total, en las tres repeticiones, considerando el precio de un kilogramo de bulbos en \$ 0,50 para la época en que se sacó a la venta.

En base a los costos variables y los ingresos por tratamiento, se calcularon los beneficios netos (cuadro 36), destacándose el tratamiento P2D3F1 (Atlante, 16 cc/l, cada 10 días), con el mayor beneficio neto de \$ 8,43.

CUADRO 34. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Frecuencias de aplicación (mano de obra) \$	Aplicación de fosfitos potásicos (dosis) \$	Costo total \$
P1D1F1	0,38	0,44	0,82
P1D1F2	0,21	0,44	0,66
P1D1F3	0,16	0,44	0,61
P1D2F1	0,38	0,67	1,04
P1D2F2	0,21	0,67	0,88
P1D2F3	0,16	0,67	0,83
P1D3F1	0,38	0,89	1,26
P1D3F2	0,21	0,89	1,10
P1D3F3	0,16	0,89	1,05
P2D1F1	0,38	0,41	0,79
P2D1F2	0,21	0,41	0,62
P2D1F3	0,16	0,41	0,57
P2D2F1	0,38	0,62	0,99
P2D2F2	0,21	0,62	0,83
P2D2F3	0,16	0,62	0,78
P2D3F1	0,38	0,82	1,20
P2D3F2	0,21	0,82	1,04
P2D3F3	0,16	0,82	0,98
T	0,00	0,00	0,00

CUADRO 35. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento (kg/tratamiento)	Precio de 1 kg \$	Ingreso total \$
P1D1F1	14,99	0,50	7,49
P1D1F2	13,57	0,50	6,79
P1D1F3	11,76	0,50	5,88
P1D2F1	15,35	0,50	7,67
P1D2F2	15,12	0,50	7,56
P1D2F3	11,14	0,50	5,57
P1D3F1	14,90	0,50	7,45
P1D3F2	14,09	0,50	7,05
P1D3F3	14,26	0,50	7,13
P2D1F1	15,31	0,50	7,66
P2D1F2	14,77	0,50	7,38
P2D1F3	14,06	0,50	7,03
P2D2F1	17,70	0,50	8,85
P2D2F2	17,09	0,50	8,54
P2D2F3	15,47	0,50	7,73
P2D3F1	19,26	0,50	9,63
P2D3F2	17,41	0,50	8,70
P2D3F3	16,95	0,50	8,48
T	10,72	0,50	5,36

Para el análisis de dominancia de tratamientos (cuadro 37), 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 36. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamientos	Ingreso total	Costo Total	Beneficio neto
P1D1F1	7,49	0,82	6,67
P1D1F2	6,79	0,66	6,13
P1D1F3	5,88	0,61	5,27
P1D2F1	7,67	1,04	6,63
P1D2F2	7,56	0,88	6,68
P1D2F3	5,57	0,83	4,74
P1D3F1	7,45	1,26	6,18
P1D3F2	7,05	1,10	5,94
P1D3F3	7,13	1,05	6,08
P2D1F1	7,66	0,79	6,87
P2D1F2	7,38	0,62	6,76
P2D1F3	7,03	0,57	6,46
P2D2F1	8,85	0,99	7,86
P2D2F2	8,54	0,83	7,71
P2D2F3	7,73	0,78	6,96
P2D3F1	9,63	1,20	8,43
P2D3F2	8,70	1,04	7,67
P2D3F3	8,48	0,98	7,49
T	5,36	0,00	5,36

CUADRO 37. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto \$	Costo total \$
P2D3F1	8,43	1,20 *
P2D2F1	7,86	0,99 *
P2D2F2	7,71	0,83 *
P2D3F2	7,67	1,04 -
P2D3F3	7,49	0,98 -
P2D2F3	6,96	0,78 *
P2D1F1	6,87	0,79 -
P2D1F2	6,76	0,62 *
P1D2F2	6,68	0,88 -
P1D1F1	6,67	0,82 -
P1D2F1	6,63	1,04 -
P2D1F3	6,46	0,57 *
P1D3F1	6,18	1,26 -
P1D1F2	6,13	0,66 -
P1D3F3	6,08	1,05 -
P1D3F2	5,94	1,10 -
T	5,36	0,00 *
P1D1F3	5,27	0,61 -
P1D2F3	4,74	0,83 -

- 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 38). El tratamiento P2D2F2 (Atlante, 12 cc/l, cada 20 días), registró la mayor tasa marginal de retorno de 1 412,00%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

CUADRO 38. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto	Costo total	Beneficio neto marginal	Costo total marginal	Tasa marginal de retorno (%)
P2D3F1	8,43	1,20	0,57	0,21	279,10
P2D2F1	7,86	0,99	0,15	0,16	92,00
P2D2F2	7,71	0,83	0,76	0,05	1 412,00
P2D2F3	6,96	0,78	0,20	0,15	131,09
P2D1F2	6,76	0,62	0,30	0,05	560,00
P2D1F3	6,46	0,57	1,10	0,57	192,68
T	5,33	0,00			

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos de la aplicación de dos fosfitos potásicos en tres dosis y tres frecuencias de aplicación para el control de enfermedades foliares en cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*), variedad Híbrida Burguesa, permiten aceptar la hipótesis, por cuanto la aplicación de los productos posibilitó disminuir la incidencia de enfermedades foliares (*Mildiu Peronospora destructor*, *Botritis Botrytis squamosa* y *Alternaria Alternaria porri*), al comparar con el testigo.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La aplicación de Atlante (P2), redujo significativamente la incidencia de enfermedades foliares (Mildiu *Peronospora destructor*, Botritis *Botrytis squamosa* y Alternaria *Alternaria porri*) al comparar con el testigo, tanto a los 70 días del trasplante (65,29%), como a los 90 días (98,52%). Igual respuesta se obtuvo con la severidad a los 70 días (47,29%) y a los 90 días (65,03%), por lo que Atlante estimuló mejor la formación de fitoalexinas en las plantas que proporcionan defensas como agentes fúngicos. Producto de éste control, las plantas respondieron mejor en su crecimiento y desarrollo, obteniéndose en éstos tratamientos, bulbos de mayor diámetro polar (4,42 cm) y ecuatorial (5,48 cm), consecuentemente se alcanzaron los más altos rendimientos (8,53 t/ha); por lo que es el fosfito potásico que mejor influenció en el cultivo de cebolla de bulbo, a más de disminuir la afectación al ambiente.

Aplicar los fosfitos potásicos en la dosis de 16 cc/l (D3), produjo los mejores resultados, disminuyendo la incidencia de enfermedades foliares, al comparar con el testigo, tanto a los 70 días (62,53%) y a los 90 días (97,71%), como también la severidad se redujo tanto a los 70 días (48,53%), como a los 90 días (62,49%), obteniéndose así mismo los mejores rendimientos (8,37 t/ha); por lo que es la dosis adecuada para la aplicación de los productos. La dosis de 12 cc/l (D2), se destacó con la segunda menor severidad de enfermedades foliares a los 70 días (50,38%) y a los 90 días (69,19%).

Aplicando los fosfitos con la frecuencia de cada 10 días (F1), se alcanzaron los mejores resultados, al comparar con el testigo, observándose en éstos tratamientos menor incidencia de enfermedades foliares a los 70 días (64,26%) y a los 90 días (98,71%), como menor severidad tanto a los 70 días (49,04%), como a los 90 días (64,40%), por lo que las plantas desarrollaron bulbos de mayor diámetro polar (4,46 cm) y produjeron mayor rendimiento (8,43 t/ha); siendo la frecuencia de aplicación apropiada para la aplicación de los fosfitos en el cultivo de cebolla de

bulbo. También se destacó la frecuencia de cada 20 días (F1), especialmente con el segundo mejor diámetro polar del bulbo (4,43 cm).

La interacción P2D3, reportó las plantas con menor incidencia de enfermedades foliares, especialmente a los 90 días (95,57%); así mismo reportaron la menor severidad tanto a los 70 días (44,09%), como a los 90 días (56,49%). La interacción P2F1, estableció la menor incidencia a los 90 días (97,57%) y la menor severidad a los 70 días (43,88%). La interacción D3F1, la menor incidencia a los 90 días (96,13%); mientras que, la interacción P2D3F1, reportó la menor incidencia de enfermedades foliares a los 90 días (92,70%) y la interacción P2D2F1, la menor severidad a los 70 días (38,40%)

El testigo, que no recibió aplicación de fosfitos potásicos, reportó la mayor incidencia de enfermedades foliares a los 70 días (88,97%) y a los 90 días (100%), siendo así mismo las plantas que presentaron la mayor severidad de ataque, tanto a los 70 días (61,17%), como a los 90 días (89,17%); por lo que los bulbos fueron de menor diámetro polar (3,13 cm) y diámetro ecuatorial (4,35 cm), consecuentemente, los rendimientos fueron los más bajos (5,56 t/ha), lo que justifica la aplicación de los fosfitos potásicos para proteger a las plantas y obtener mayores rendimientos.

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento P2D2F2 (Atlante, 12 cc/l, cada 20 días), registró la mayor tasa marginal de retorno de 1 412,00%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

5.2. RECOMENDACIONES

Para reducir los porcentajes de incidencia y severidad de enfermedades foliares (*Mildiu Peronospora destructor*, *Botritis Botrytis squamosa* y *Alternaria Alternaria porri*), en el cultivo de cebolla de bulbo, variedad Híbrida Burguesa, aplicar el fosfito potásico Atlante, en dosis de 16 cc/l con la frecuencia de cada 10 días, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó en el control del ataque de los hongos, al estimular mejor la formación de fitoalexinas en las plantas, que proporcionan defensas como agentes fúngicos; consecuentemente las plantas al contar con ésta protección desarrollan bulbos de mayor diámetro ecuatorial y polar,

incrementándose los rendimientos, a más de contribuir con la conservación del ambiente.

Otra alternativa es aplicar el fosfito potásico Atlante, en dosis de 12 cc/l con la frecuencia de cada 20 días, por cuanto éste tratamiento reportó buenos resultados y se destacó desde el punto de vista económico, como el más conveniente para el productor, ya que la utilidad por cada dólar invertido es mayor.

Por cuanto los porcentajes de incidencia y severidad observados en el ensayo, son relativamente altos, es recomendable efectuar ensayos con aplicación de Atlante en dosis de 16 cc/l con la frecuencia de cada 10 días, reforzando con fungicidas químicos, lo que posiblemente permitirá reducir los niveles de ataque de las enfermedades.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Aplicación del fosfito potásico Atlante para el control de enfermedades foliares en el cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en dosis de 16 cc/l cada 10 días.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

En la actualidad el uso de fungicidas de síntesis química es muy intenso para el control de las enfermedades en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*), más aun cuando los patógenos se desarrollan a la par con los pesticidas; siendo así que cada vez se necesitan nuevos productos para combatir los patógenos que van modificando su estructura o modo de acción en beneficio de su supervivencia haciendo más difícil y costoso su control.

La mayor parte de los suelos de las zonas agrícolas, se encuentran contaminados con diversas enfermedades, debido principalmente al monocultivo y a la mala utilización de los plaguicidas, lo cual ha ocasionado la resistencia de los patógenos a los productos químicos.

6.3. OBJETIVO

Aplicar el fosfito potásico Atlante, para reducir la incidencia y severidad de enfermedades foliares en el cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*), contribuyendo a la adopción de prácticas culturales más limpias disminuyendo la afectación al ambiente.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En zonas en las que existe una alta incidencia de enfermedades del género oomicetos y otras enfermedades, el agricultor se ve forzado a utilizar productos

químicos como principal estrategia de combate, debido a las agresividades de los patógenos, lo cual incrementa la contaminación ambiental, el daño a la salud humana y eleva los costos de producción.

Gran parte de estos problemas se deben, al desconocimiento generalizado que existe entre los agricultores, sobre las técnicas apropiadas de manejo del cultivo, especialmente en lo que se refiere a plagas y enfermedades. La utilización de fosfitos potásicos estimulan la formación de fitoalexinas que proporcionan una elevada defensa frente al ataque de ciertos hongos al actuar como inductores de defensas y como agentes fúngicos atacando directamente al hongo, reduciendo así su incidencia y severidad, para de esta manera contribuir a la solución definitiva del problema, lo cual a su vez permitirá a los agricultores seguir cultivando cebolla, mejorando la calidad de vida de los agricultores e incrementando la producción nacional de éstos productos.

6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

6.5.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizará con maquinaria, utilizando rastra de disco. Luego se efectuará la nivelación manualmente con azadón y rastrillo.

6.5.2. Desinfección del suelo

El suelo se decontaminará tres días antes del trasplante con Proton (Propamocarb) en dosis de 2 cc/l y Agroamonio (Aquil–dimetil–amonio líquido) en dosis de 2 cc/l, para controlar enfermedades fungosas del suelo.

6.5.3. Incorporación de materia orgánica

Se efectuará incorporación de materia orgánica (abono de gallinaza, 3 t/ha) con la utilización de una pala, esparciendo lo más uniforme posible, antes de surcar.

6.5.4. Adquisición de plantas

Las plantas de cebolla variedad Híbrida Burguesa, se adquirirán en viveros reconocido por las buenas prácticas agronómicas.

6.5.5. Trasplante

El trasplante se hará cuando las plantas presenten altura entre 12 y 15 cm; las mismas que se desinfectarán con Captan (Captan) en dosis de 2,5 g/l. La plantación se efectuará a la distancia de 15 cm entre plantas y 25 cm entre hileras.

6.5.6. Deshierbes

Los deshierbes se efectuarán con el objeto de mantener el cultivo limpio de malezas.

6.5.7. Fertilización de fondo

La fertilización de fondo se realizará incorporando fertilizante químico Holandés (15 N–15 P–15 K).

6.5.8. Aplicación del fosfito potásico Atlante

La aplicación de Atlante se hará en la dosis 16 cc/l y con la frecuencia de cada 10 días. Las aplicaciones serán al follaje de las plantas utilizando bomba de mochila. La primera aplicación se efectuará a los 30 días del trasplante.

6.5.9. Riegos

Se efectuará un riego antes del trasplante y un riego después de trasplantar. Posteriormente los riegos serán con la frecuencia de cada ocho días.

6.5.10. Cosecha

La cosecha se realizará manualmente, cuando las hojas de las plantas empiecen a doblarse y exista la presencia de doblado de los tallos.

BIBLIOGRAFÍA

ARAUJO, J. 1975. Botánica sistemática. Ambato. Universidad Técnica de Ambato, Escuela de Ingeniería Agronómica. Mimeografiado. 71 p.

BIBLIOTECA PRÁCTICA AGRÍCOLA Y GANADERA. 1987. Horticultura. Hortalizas de hojas. Barcelona, Océano. V. 2, 162 p.

CASSERES, E. 1980. Producción de hortalizas. 3 ed. San José, C.R, IICA. 387 p.

COLOMBIA. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. 1992. El cultivo de cebolla. 20 p.

ECUADOR. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. 1996. Sistema estadístico agropecuario nacional. Resultados 1992. Quito, INEC. Boletín Técnico. 221 p.

ECUADOR. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 1998. Estación meteorológica Chachoán. Anuario meteorológico. Quito. 86 p.

EDMOND, J.; SENN, T.; ANDREWS, F. 1984. Principios de horticultura. México, Continental. 575 p.

HOLDRIDGE, L.R. 1982. Ecología basada en las zonas de vida. Trad. del inglés por Humberto Jiménez. San José, C.R., IICA. 216 p.

HORTALIZAS. 2011. Características de Atlante. En línea. Consultado 09 de Septiembre del 2011. Disponible en <http://www.hortalizas.com/innovations/crop-protection/?storyid=1466>.

GUERRERO, T.D. 2006. Dosis y frecuencia de fosfito alexinas en la producción comercial de mora de castilla. Tesis Ing. Agr. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica, Facultad de Ingeniería Agronómica. 98 p.

INFOAGRO 2010. El cultivo de la cebolla. En línea. Consultado 23 de marzo del 2011. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>.

INIAP-MAGAP. 2008. Guía técnica de cultivos. Manual N° 73, Editores Aida, Villavicencio V. y Wilson Vásquez C. Quito-Ecuador. Ajo-ficha1 y Ajo-ficha2. 444 p. (Manual N° 73).

LEÑANO, F. 1972. Como se cultiva las hortalizas de bulbo, raíz y tubérculo. Barcelona, Vecchi. 129 p.

LINK-AGRO. 2011. Atlante. En línea. Consultado 10 de septiembre del 2011. Disponible en http://www.link-agro.com/index.php?option=com_content&view=article&id=292:atlante-plus&catid=96:importadora-alaska.

LOVATT, C.; MIKKELSEN, R. 2006. Phosphite fertilizers: what are they ? Can you use them? What can they do? 9, 11, 13.

MAROTO, J.V. 1983. Horticultura herbácea especial. Madrid, Mundi Prensa. 533 p.

MAINARDI, E. 1980. Hortalizas de bulbo, raíz y tubérculos; cómo, dónde, cuándo. Barcelona, De Vecchi. 19 p.

PAYERAS, A. 2008. Fosfitos potásicos. En línea. Consultado Miércoles, 27 de Febrero de 2008, 10:22. Disponible en <http://www.bonsaimenorca.com/index.php/2008022750/Fosfito-Potasico.html>.

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.

QUINATO, L.E. 2010. Evaluación de la eficiencia de dosis de fungicidas a base de fosfitos en el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en tres genotipos de papa (*Solanum tuberosum*). en Píllaro, provincia de Tungurahua. Tesis Ing. Agr. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica, Facultad de Ingeniería Agronómica. 87 p.

SARLI, A. 1980. Tratado de horticultura. 2 ed. Buenos Aires. AR., Hemisferio Sur. 88 p.

SONNEMBERG, P.E. 1981. Olericultura especial; cultivo de alfaceo, alho, cebolla, censura, batata e tomate. 3 ed. Goiania, BR. Universidad Federal de Goiás. 56 p.

TAMARO, D. 1977. Manual de horticultura. Trad. por Arturo Caballero. Barcelona, Es., Gustavo Gili. 246 p.

VADEMÉCUM AGRÍCOLA. 1998, 2 ed. Quito, Edifarm. 622 p.

APÉNDICE

**ANEXO 1. PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES
FOLIARES A LOS 70 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	72,30	70,50	63,60	206,40	68,80
2	P1D1F2	71,40	70,40	79,70	221,50	73,83
3	P1D1F3	80,40	70,60	73,10	224,10	74,70
4	P1D2F1	70,50	60,30	66,30	197,10	65,70
5	P1D2F2	75,60	70,70	74,90	221,20	73,73
6	P1D2F3	82,60	80,10	60,40	223,10	74,37
7	P1D3F1	60,90	60,90	62,60	184,40	61,47
8	P1D3F2	63,40	66,40	70,20	200,00	66,67
9	P1D3F3	63,60	83,50	68,30	215,40	71,80
10	P2D1F1	70,20	78,30	65,50	214,00	71,33
11	P2D1F2	72,40	63,10	71,80	207,30	69,10
12	P2D1F3	79,70	70,90	60,20	210,80	70,27
13	P2D2F1	64,20	66,60	62,10	192,90	64,30
14	P2D2F2	70,50	60,40	67,40	198,30	66,10
15	P2D2F3	70,60	72,40	70,70	213,70	71,23
16	P2D3F1	40,30	57,30	64,30	161,90	53,97
17	P2D3F2	56,90	54,10	64,60	175,60	58,53
18	P2D3F3	64,10	61,50	62,60	188,20	62,73
19	T	95,20	80,80	90,90	266,90	88,97

**ANEXO 2. PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES
FOLIARES A LOS 90 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
2	P1D1F2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
3	P1D1F3	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
4	P1D2F1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
5	P1D2F2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
6	P1D2F3	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
7	P1D3F1	100,00	98,70	100,00	298,70	99,57
8	P1D3F2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
9	P1D3F3	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
10	P2D1F1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
11	P2D1F2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
12	P2D1F3	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
13	P2D2F1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
14	P2D2F2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
15	P2D2F3	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
16	P2D3F1	95,70	92,30	90,10	278,10	92,70
17	P2D3F2	97,50	94,70	95,50	287,70	95,90
18	P2D3F3	98,30	97,40	98,60	294,30	98,10
19	T	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00

**ANEXO 3. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES
FOLIARES A LOS 70 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	57,80	51,10	50,40	159,30	53,10
2	P1D1F2	52,90	57,60	59,60	170,10	56,70
3	P1D1F3	57,10	54,10	60,50	171,70	57,23
4	P1D2F1	59,30	55,30	59,30	173,90	57,97
5	P1D2F2	44,50	58,40	52,10	155,00	51,67
6	P1D2F3	54,20	60,60	58,20	173,00	57,67
7	P1D3F1	44,10	52,50	57,90	154,50	51,50
8	P1D3F2	42,30	55,90	51,80	150,00	50,00
9	P1D3F3	55,70	54,80	61,70	172,20	57,40
10	P2D1F1	53,80	45,70	57,10	156,60	52,20
11	P2D1F2	53,90	49,40	54,40	157,70	52,57
12	P2D1F3	57,10	52,10	51,70	160,90	53,63
13	P2D2F1	41,40	34,50	39,30	115,20	38,40
14	P2D2F2	51,40	49,90	48,60	149,90	49,97
15	P2D2F3	46,60	42,30	50,90	139,80	46,60
16	P2D3F1	42,54	35,40	45,20	123,14	41,05
17	P2D3F2	45,50	43,70	45,50	134,70	44,90
18	P2D3F3	47,70	42,50	48,80	139,00	46,33
19	T	61,80	60,20	61,50	183,50	61,17

**ANEXO 4. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES
FOLIARES A LOS 90 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	60,08	78,90	70,40	209,38	69,79
2	P1D1F2	69,50	62,60	72,50	204,60	68,20
3	P1D1F3	78,20	69,80	71,40	219,40	73,13
4	P1D2F1	67,30	67,70	70,60	205,60	68,53
5	P1D2F2	72,60	69,40	60,20	202,20	67,40
6	P1D2F3	70,90	73,60	74,30	218,80	72,93
7	P1D3F1	58,10	68,50	60,30	186,90	62,30
8	P1D3F2	69,50	70,30	76,10	215,90	71,97
9	P1D3F3	68,90	72,10	72,60	213,60	71,20
10	P2D1F1	65,30	69,20	64,60	199,10	66,37
11	P2D1F2	66,50	69,40	72,90	208,80	69,60
12	P2D1F3	70,70	75,60	74,40	220,70	73,57
13	P2D2F1	63,10	64,50	69,70	197,30	65,77
14	P2D2F2	77,20	64,90	68,00	210,10	70,03
15	P2D2F3	76,60	66,80	68,10	211,50	70,50
16	P2D3F1	56,50	50,70	53,80	161,00	53,67
17	P2D3F2	59,90	54,80	55,50	170,20	56,73
18	P2D3F3	59,70	57,90	59,60	177,20	59,07
19	T	88,10	90,00	89,40	267,50	89,17

ANEXO 5. ALTURA DE PLANTA A LOS 70 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	42,00	42,40	46,20	130,60	43,53
2	P1D1F2	45,00	57,80	39,00	141,80	47,27
3	P1D1F3	39,80	43,40	52,20	135,40	45,13
4	P1D2F1	59,80	52,80	44,80	157,40	52,47
5	P1D2F2	52,20	47,00	48,40	147,60	49,20
6	P1D2F3	47,00	39,40	43,60	130,00	43,33
7	P1D3F1	39,20	55,20	41,20	135,60	45,20
8	P1D3F2	42,00	40,40	42,20	124,60	41,53
9	P1D3F3	39,40	37,20	45,60	122,20	40,73
10	P2D1F1	42,20	49,00	40,20	131,40	43,80
11	P2D1F2	61,00	40,20	42,40	143,60	47,87
12	P2D1F3	38,20	43,20	39,00	120,40	40,13
13	P2D2F1	42,80	45,60	49,00	137,40	45,80
14	P2D2F2	37,40	43,20	41,00	121,60	40,53
15	P2D2F3	47,60	43,20	47,40	138,20	46,07
16	P2D3F1	45,80	43,20	45,20	134,20	44,73
17	P2D3F2	56,00	54,40	47,00	157,40	52,47
18	P2D3F3	47,60	41,80	45,00	134,40	44,80
19	T	39,80	37,60	40,20	117,60	39,20

ANEXO 6. ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	52,00	55,40	58,00	165,40	55,13
2	P1D1F2	51,80	65,00	57,60	174,40	58,13
3	P1D1F3	56,20	56,40	62,40	175,00	58,33
4	P1D2F1	63,50	57,40	54,80	175,70	58,57
5	P1D2F2	57,00	51,80	56,60	165,40	55,13
6	P1D2F3	51,80	59,80	58,00	169,60	56,53
7	P1D3F1	58,40	59,60	58,20	176,20	58,73
8	P1D3F2	58,40	51,40	55,60	165,40	55,13
9	P1D3F3	58,80	54,60	55,40	168,80	56,27
10	P2D1F1	51,40	51,20	56,00	158,60	52,87
11	P2D1F2	65,60	57,50	53,60	176,70	58,90
12	P2D1F3	58,00	53,80	51,60	163,40	54,47
13	P2D2F1	59,60	53,40	52,40	165,40	55,13
14	P2D2F2	58,40	53,80	53,20	165,40	55,13
15	P2D2F3	52,80	59,40	58,00	170,20	56,73
16	P2D3F1	53,00	51,20	51,00	155,20	51,73
17	P2D3F2	63,60	57,40	56,20	177,20	59,07
18	P2D3F3	53,00	52,40	59,80	165,20	55,07
19	T	50,40	48,80	51,20	150,40	50,13

ANEXO 7. DIÁMETRO POLAR DEL BULBO (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	4,53	3,81	4,43	12,77	4,26
2	P1D1F2	4,93	3,83	3,55	12,31	4,10
3	P1D1F3	4,21	3,52	3,27	11,00	3,67
4	P1D2F1	4,53	3,53	3,76	11,82	3,94
5	P1D2F2	3,92	3,91	3,71	11,54	3,85
6	P1D2F3	4,25	4,01	3,52	11,78	3,93
7	P1D3F1	4,59	4,50	4,48	13,57	4,52
8	P1D3F2	4,82	4,31	4,33	13,46	4,49
9	P1D3F3	3,35	3,74	3,49	10,58	3,53
10	P2D1F1	4,17	4,02	5,16	13,35	4,45
11	P2D1F2	4,82	4,61	4,24	13,67	4,56
12	P2D1F3	4,29	4,50	3,14	11,93	3,98
13	P2D2F1	4,18	4,23	5,58	13,99	4,66
14	P2D2F2	4,69	5,13	4,84	14,66	4,89
15	P2D2F3	3,92	3,28	3,73	10,93	3,64
16	P2D3F1	4,89	4,83	5,08	14,80	4,93
17	P2D3F2	4,60	4,43	5,03	14,06	4,69
18	P2D3F3	4,25	3,86	3,94	12,05	4,02
19	T	3,03	3,24	3,12	9,39	3,13

ANEXO 8. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL BULBO (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	5,17	5,26	5,16	15,59	5,20
2	P1D1F2	5,29	5,34	4,84	15,47	5,16
3	P1D1F3	5,12	4,73	4,90	14,75	4,92
4	P1D2F1	5,19	4,67	5,27	15,13	5,04
5	P1D2F2	4,51	4,68	5,38	14,57	4,86
6	P1D2F3	5,39	4,64	5,00	15,03	5,01
7	P1D3F1	5,29	5,41	5,36	16,06	5,35
8	P1D3F2	4,99	5,25	5,44	15,68	5,23
9	P1D3F3	5,03	4,96	4,92	14,91	4,97
10	P2D1F1	5,72	5,82	5,76	17,30	5,77
11	P2D1F2	5,01	5,17	5,76	15,94	5,31
12	P2D1F3	5,26	5,61	5,39	16,26	5,42
13	P2D2F1	5,27	5,40	5,53	16,20	5,40
14	P2D2F2	5,62	5,53	5,08	16,23	5,41
15	P2D2F3	5,98	5,19	5,07	16,24	5,41
16	P2D3F1	5,59	5,44	5,76	16,79	5,60
17	P2D3F2	5,35	5,93	5,52	16,80	5,60
18	P2D3F3	5,83	5,17	5,13	16,13	5,38
19	T	4,64	3,91	4,49	13,04	4,35

ANEXO 9. RENDIMIENTO (t/ha)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	7,94	7,54	7,83	23,31	7,77
2	P1D1F2	7,48	7,37	6,26	21,11	7,04
3	P1D1F3	7,10	6,09	5,10	18,29	6,10
4	P1D2F1	7,44	9,10	7,33	23,87	7,96
5	P1D2F2	7,39	8,76	7,37	23,52	7,84
6	P1D2F3	5,52	5,85	5,96	17,33	5,78
7	P1D3F1	8,78	9,23	5,16	23,17	7,72
8	P1D3F2	7,03	7,66	7,23	21,92	7,31
9	P1D3F3	6,17	5,15	10,86	22,18	7,39
10	P2D1F1	8,20	8,84	6,78	23,82	7,94
11	P2D1F2	8,64	7,42	6,91	22,97	7,66
12	P2D1F3	7,71	7,16	7,00	21,87	7,29
13	P2D2F1	11,68	8,49	7,37	27,54	9,18
14	P2D2F2	9,28	8,20	9,10	26,58	8,86
15	P2D2F3	9,57	6,77	7,72	24,06	8,02
16	P2D3F1	9,61	10,67	9,68	29,96	9,99
17	P2D3F2	9,63	9,50	7,95	27,08	9,03
18	P2D3F3	9,14	8,93	8,30	26,37	8,79
19	T	5,63	5,66	5,38	16,67	5,56

ANEXO 10. PORCENTAJE DE BULBOS DE SEGUNDA CATEGORÍA

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	77,78	81,11	81,11	240,00	80,00
2	P1D1F2	81,11	81,11	83,33	245,56	81,85
3	P1D1F3	80,00	83,33	82,22	245,56	81,85
4	P1D2F1	83,33	80,00	84,44	247,78	82,59
5	P1D2F2	78,89	84,44	85,56	248,89	82,96
6	P1D2F3	85,56	83,33	81,11	250,00	83,33
7	P1D3F1	83,33	86,67	83,33	253,33	84,44
8	P1D3F2	77,78	80,00	82,22	240,00	80,00
9	P1D3F3	80,00	84,44	84,44	248,89	82,96
10	P2D1F1	78,89	80,00	85,56	244,44	81,48
11	P2D1F2	81,11	84,44	82,22	247,78	82,59
12	P2D1F3	77,78	83,33	84,44	245,56	81,85
13	P2D2F1	82,22	85,56	81,11	248,89	82,96
14	P2D2F2	80,00	80,00	84,44	244,44	81,48
15	P2D2F3	84,44	85,56	84,44	254,44	84,81
16	P2D3F1	81,11	80,00	81,11	242,22	80,74
17	P2D3F2	78,89	82,22	83,33	244,44	81,48
18	P2D3F3	82,22	84,44	81,11	247,78	82,59
19	T	82,44	83,56	80,00	246,00	82,00

ANEXO 11. PORCENTAJE DE BULBOS DE TERCERA CATEGORÍA

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1D1F1	22,22	18,89	18,89	60,00	20,00
2	P1D1F2	18,89	18,89	16,67	54,44	18,15
3	P1D1F3	20,00	16,67	17,78	54,44	18,15
4	P1D2F1	16,67	20,00	15,56	52,22	17,41
5	P1D2F2	21,11	15,56	14,44	51,11	17,04
6	P1D2F3	14,44	16,67	18,89	50,00	16,67
7	P1D3F1	16,67	13,33	16,67	46,67	15,56
8	P1D3F2	22,22	20,00	17,78	60,00	20,00
9	P1D3F3	20,00	15,56	15,56	51,11	17,04
10	P2D1F1	21,11	20,00	14,44	55,56	18,52
11	P2D1F2	18,89	15,56	17,78	52,22	17,41
12	P2D1F3	22,22	16,67	15,56	54,44	18,15
13	P2D2F1	17,78	14,44	18,89	51,11	17,04
14	P2D2F2	20,00	20,00	15,56	55,56	18,52
15	P2D2F3	15,56	14,44	15,56	45,56	15,19
16	P2D3F1	18,89	20,00	18,89	57,78	19,26
17	P2D3F2	21,11	17,78	16,67	55,56	18,52
18	P2D3F3	17,78	15,56	18,89	52,22	17,41
19	T	17,56	16,44	20,00	54,00	18,00