

“Evaluación de fungicidas alternativos (Fludioxonil y Azoxystrobin), para el control de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) de suelo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Carchi - Ecuador.”

Andrés Xavier Villarreal Estrada
Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario (EDIA)
Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC)
Nuevo Campus, Av. Universitaria y Antisana
Tulcán-Ecuador
axverkhghdefinition@gmail.com

Para determinar la eficiencia de fungicidas alternativos (Fludioxonil y Azoxystrobin), a las dosis comerciales, en el control de costra negra (*Rhizoctonia solani* kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), se aplicó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, empleando un análisis de varianza (ADEVA), pruebas de Tukey al 5 % para determinar diferencias estadísticas. Además de los 2 productos evaluados se utilizó los siguientes tratamientos: Tiabendazol, Thiofanato Metil, Kasugamicina, y un tratamiento testigo al cual no se le realizó ninguna aplicación. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de emergencia, incidencia de enfermedades de suelo a nivel de brotes, plantas y cultivo, altura de planta, número de tallos, diámetro de tallos, severidad de enfermedades en tubérculos cosechados, rendimiento Tn/ha por tratamiento y un análisis de costo/ beneficio. Los tratamientos que mayor control ejercieron en la incidencia de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) a nivel de brotes, fueron: T1 (Fludioxonil), que presentó el 96,43% y T2 (Azoxistrobin) con 95,83% de brotes sin incidencia de la enfermedad, frente al T3 (Tiabendazol) con el 75%, de brotes sin incidencia de la enfermedad considerándolo el más afectado. En cuanto al daño ocasionado por (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y Roña (*Spongospora subterranea*) en el tejido de los tubérculos cosechados, se determinó que (Fludioxonil), con 99.76 % de tejido sano mantiene la calidad sanitaria del tubérculo, y por lo tanto obtuvo el mejor rendimiento 37,6 t/ha. De acuerdo a la relación costo-beneficio, el tratamiento que mejor resultado tuvo fue el T1 (Fludioxonil), con un índice c/b de 0,79 ctvs. Se concluye que Fludioxonil y Azoxistrobin son una alternativa al uso de otros productos químicos, pues manejados adecuadamente a las dosis comerciales permiten obtener productos de calidad, lo que no se logra con los otros plaguicidas.

Palabras Claves: incidencia, severidad, (*Rhizoctonia solani* Kuhn), Roña (*Spongospora subterranea*).

ABSTRACT.

To determine the effectiveness of alternative fungicide (Fludioxonil and Azoxystrobin) at commercial doses , to control black scurf (*Rhizoctonia solani* Kuhn) and scab (*Spongospora groundwater*) in the cultivation of potato (*Solanum tuberosum*) , we applied an experimental design Randomized complete block with six treatments and four replications , using an analysis of variance (ANOVA) , Tukey tests 5% to determine statistical differences. In addition to the 2 products evaluated were used the following treatments: Thiabendazole, Methyl Thiofanato , Kasugamycin , and a control treatment which was not conducted any application. The variables evaluated were : percentage of emergence , incidence of disease outbreaks level soil , plants and cultivation , plant height , number of stems , stem diameter , severity of disease in tubers harvested , yield t / ha per treatment and cost / benefit. Treatments greater control exercised in the incidence of (*Rhizoctonia solani* Kuhn) and scab (*Spongospora underground*) level outbreaks were: T1 (Fludioxonil) , I present the 96.43 % and T2 (azoxystrobin) with 95.83 % no outbreaks of disease incidence compared to T3 (Thiabendazole) with 75 % of outbreaks of disease incidence without considering the most affected. Regarding the damage caused by (*Rhizoctonia solani* Kuhn) and Scab (*Spongospora groundwater*) in tissue harvested tubers , it was determined that (Fludioxonil) , with 99.76 % of healthy tissue maintains the sanitary quality of the tuber , and thus obtained the best yield 37.6 t / ha. According to the cost- benefit, the treatment was the best result was T1 (Fludioxonil), with a ratio c / b of 0.79 ctvs. Fludioxonil and concludes that Azoxistrobin are an alternative to the use of other chemicals , then the doses properly handled , obtaining products of commercial quality, which is not achieved with the other pesticides.

1.-INTRODUCCION

Rhizoctonia es probablemente el hongo más común y dañino en los suelos paperos del Ecuador. Su tolerancia a la acidez le permite sobrevivir mejor. Ataques moderados de este hongo pueden inducir pérdidas de hasta 20% en los suelos negro andinos de la producción (Pumisacho & Sherwood, 2002). Por otra parte debido a las condiciones climáticas variables que en la actualidad se vive ha hecho que los productores realicen aplicaciones constantes, afectando directamente al suelo y a la producción. Razón por la cual “La ineficacia de fungicidas para el control del complejo de patógenos de suelo en el cultivo de papa”, es un problema evidente, que ha contribuido al incremento de microorganismos patógenos en el suelo, lo que afecta directamente al rendimiento, calidad física y sanitaria de los tubérculos, además ha permitido crear resistencia a estos controles. Por este motivo es necesario brindar conocimientos técnicos a los productores de papa en el adecuado manejo integrado de plagas en este tipo de cultivo, haciéndoles conocer la gran importancia que tiene la rotación de cultivos, uso de semilla sana certificada, productos desinfectantes en el tratamiento del suelo y semilla. Por medio de esta investigación se pretende generar una nueva alternativa de manejo en la producción de este cultivo, integrando métodos y formas conocidas que permitan dar soluciones reales, las cuales estarán a la disposición de los productores de la provincia del Carchi, para de esta manera aplicarlas en forma oportuna en el control de patógenos (no se genere resistencia), conservando así el recurso suelo como principal factor biótico, mediante la desinfección a nivel de semilla por medio del proceso de inmersión.

El objetivo de la presente investigación fue Determinar la eficiencia de fungicidas alternativos (Fludioxonil y Azoxystrobin) para el control de costra negra (*Rhizoctonia solani kuhn*) y roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

2. Materiales y Métodos

Materiales: Semilla de papa variedad superchola, Cinta Métrica (30 mtrs), Letreros., Herramientas de labranza, Bomba manual de

mochila, Fungicidas (Fludioxonil y Azoxystrobin), Fertilizantes químicos, Abono, Insecticidas, Equipo de protección (guantes, gafas, botas, mascarilla), Tanque 200 ltrs, Balde de 20 litros, Regla 30 cm, Balanza romana, Balanza electrónica, Flexómetro, letreros, Piola, Estacas, lápiz HB, lupa, Materiales de cosecha (costales, gavetas, etc).

Método: Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar conformado por seis tratamientos: un testigo absoluto y cinco fungicidas de diferente ingrediente activo que constituyeron cada uno un tratamiento; el número de repeticiones fueron cuatro. En la evaluación de la investigación se realizó un análisis ADEVA, utilizando pruebas de significancia de Tukey y Duncan 5%.

Cuadro 1: Descripción de los Tratamientos

T	Producto	Dosis
T1	Fludioxonil	Dosis recomendada por el fabricante.
T2	Azoxistrobin	
T3	Tiabendazol	
T4	Thiofanato Metil	
T5	Kasugamicina	
T6	Testigo absoluto	

Fuente: Villarreal A (2013)

3. Características del diseño experimental:

El área destinada para realizar esta investigación fue de 1380 m², la unidad experimental fue de 36 m² con una distancia entre bloques de 2 m y entre parcela de 2 m, el área de la parcela neta fue de 16 m² y el número de plantas por parcela neta de 56 plantas con un total de 24 unidades experimentales.

La muestra de la investigación se enfocó en la parcela neta de cada unidad experimental, en donde se evaluaron las siguientes variables:

a.- % de Emergencia: Se registró el número de plantas emergidas por cada una de las parcelas netas evaluadas y estos resultados se los expreso en porcentaje.

b.- Altura de planta: La altura se tomó desde la base del tallo hasta el ápice, de 20 plantas de

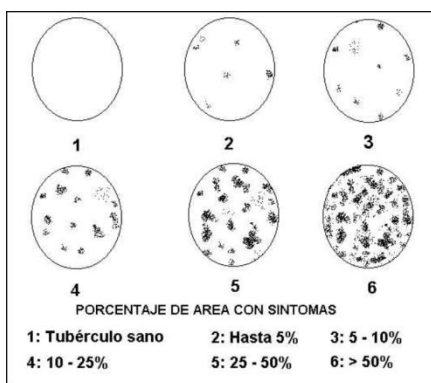
la parcela neta, expresando en centímetros los resultados obtenidos, mediante la ayuda de una regla (30cm), pero con el desarrollo del cultivo se optó por la utilización de un flexómetro, aquella medición se realizó, hasta 1 mes antes de la cosecha.

c.- Grosor de tallo: El grosor de tallo se evaluó a nivel de los tallos principales, con la ayuda de un instrumento (pie de rey), en 20 plantas de la parcela neta tomadas al azar.

d.- Tallos principales: El número de tallos se determinó a partir del conteo total de tallos principales en la parcela neta.

e.- Evaluación de la incidencia en cada etapa del cultivo.: Desde la formación de brotes nuevos a nivel de tubérculo, pasando por la etapa de prefloración hasta la madurez fisiológica del cultivo, se evaluó el porcentaje de plantas que presenten síntomas típicos de las enfermedades de suelo en estudio.

f.- % de tubérculos cosechados libres de la severidad: El porcentaje de severidad (grado de infección), de los tubérculos cosechados, de cada tratamiento, se evaluó en base a la porción del área del tubérculo afectado con síntomas y signos de las enfermedades de suelo, utilizando como ayuda una tabla de comparaciones del % severidad como se muestra a continuación:



FUENTE: Estudio de la incidencia de los principales patógenos en semilla de papa (Rhizoctonia, Rosellinia, Spongospora, Erwinia, Streptomyces y Verticillium)

g.- Producción: La producción se midió en tn/ha y se la evaluó al momento de la cosecha, para lo cual se pesó la producción de cada unidad experimental con la ayuda de una

balanza romana, para de esta manera, verificar cual es el tratamiento que da mayores rendimientos.

h.- Costo/beneficio: El costo beneficio se lo realizó al final del ensayo, por medio de cálculos en base aquellos egresos e ingresos durante todo el desarrollo de la investigación, determinando de esta manera cuál de los tratamientos es el más rentable.

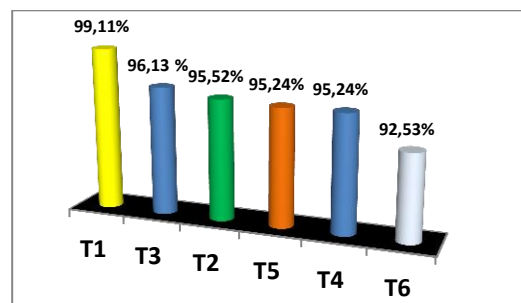
4. Resultados y discusión:

a.- Porcentaje de Emergencia:

Como se puede observar en la gráfica 1 el tratamiento que registro el mayor % de emergencia fue T1 (Fludioxonil) que reporta 99.11%, superando de esta manera al T6 (testigo absoluto) con un porcentaje de 92.53 % de emergencia, existiendo de esta manera diferencias notorias entre tratamientos en esta variable.

El T1(Fludioxonil),al ser un fungicida de contacto, impide el desarrollo de las esporas presentes en los tubérculos, garantizando gracias a su modo de acción la protección a nivel de tejidos en la planta; Además al ser aplicado a semillas de buena calidad puede asegurar una adecuada germinación y protección de tejidos, (Agroquímicas & Syngenta, 2012)).A diferencia del T6 (Testigo absoluto) tratamiento en el cual su manejo fue llevado a cabo sin ningún control fitosanitario.

Gráfico 1: Porcentaje de emergencia a los 30 días después de la siembra.



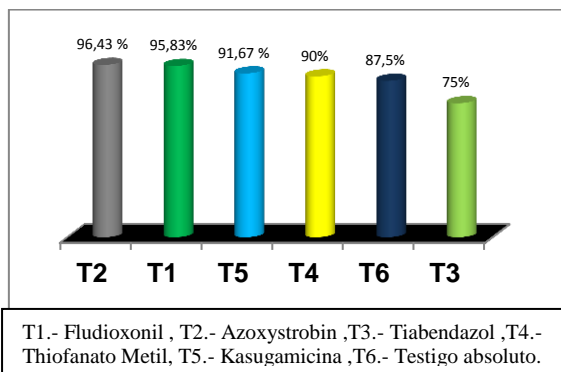
T1.- Fludioxonil, T2.- Azoxystrobin, T3.- Tiabendazol, T4.- Thiofanato Metil, T5.- Kasugamicina, T6.- Testigo absoluto.

Elaboración: Villarreal A. (2013)

b.- Brotes sin incidencia de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*) en los tratamientos estudiados.

En el gráfico 2 se observa el porcentaje de brotes sin (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*), en cada uno de los tratamientos, en donde el tratamiento T2 (Azoxystrobin), con 96,43%, alcanza el mayor porcentaje de brotes sin (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*), mientras que T3 (Tiabendazol) que registro un 75% considerándolo el menor porcentaje de brotes sin (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*).

Gráfico 2: Brotes sin incidencia de las enfermedades en estudio.

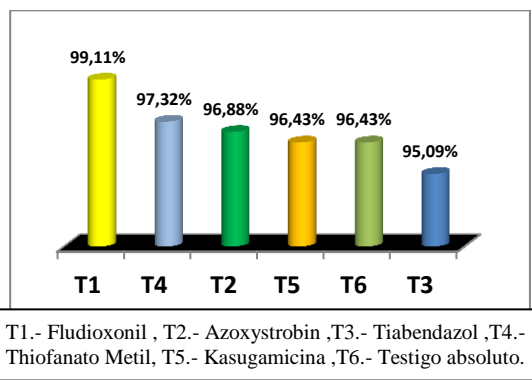


Elaboración: Villarreal A. (2013)

c.- Plantas sin incidencia de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*) a los 60 días después de la siembra.

De acuerdo con la gráfica 3 podemos observar que el tratamiento T1 (Fludioxonil), con 99,11%, es el mayor porcentaje en lo referente a esta variable, mientras que T3 (Tiabendazol) con un 95,09% es considerado el menor porcentaje de plantas libres de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*).

Gráfico 3: Plantas sin incidencia a los 60 días después de la siembra.

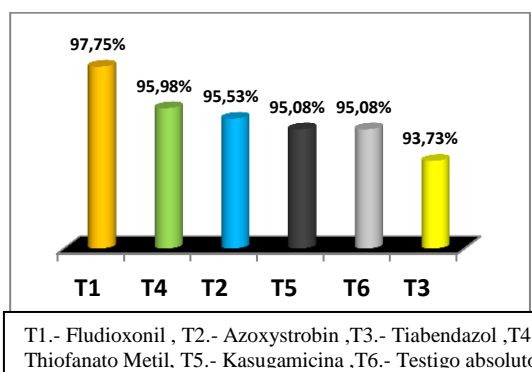


Elaboración: Villarreal A. (2013)

d.- Plantas sin incidencia (%) de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*), a nivel del cultivo.

Por medio del gráfico 4 se puede observar que el tratamiento T1 (Fludioxonil) con 97,75%, es el mayor porcentaje de plantas sin la presencia de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*), mientras que T3 (Tiabendazol) con un 93,73% mantiene el más alto porcentaje de plantas con incidencia (6,27%) de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*), al igual que en las anteriores mediciones (Gráfico 2-3).

Gráfico 4: Plantas sin incidencia de las enfermedades en estudio a nivel del cultivo.



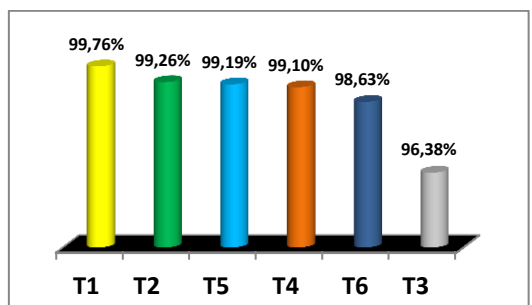
Elaboración: Villarreal A. (2013)

e.- Tejido libre de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*) en tubérculos cosechados.

Como se puede observar en la gráfica 5 el porcentaje de tejido libre de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*), en tubérculos cosechados en cada uno de los tratamientos, el tratamiento T1 (Fludioxonil), con 99,76%, obtiene el mayor porcentaje de tejido libre de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*) en tubérculos cosechados, mientras que T3 (Tiabendazol) que tiene un 96,38% y obtuvo el menor porcentaje de tejido libre de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*) en tubérculos cosechados.

El T1 (Fludioxonil) al bloquear la acción de una enzima encargada de catalizar la fosforilación en la síntesis del glicerol, compuesto que regula la presión osmótica intercelular del hongo. De esta manera se estimula la síntesis del glicerol que, al acumularse, produce una hipertrofia que acaba destruyendo las células del hongo. (Agroquímicas & Syngenta, 2012)

Gráfico 5: Tejido libre (%) de las enfermedades en estudio en los tubérculos cosechados.



T1.- Fludioxonil , T2.- Azoxystrobin ,T3.- Tiabendazol ,T4.- Thiofanato Metil, T5.- Kasugamicina ,T6.- Testigo absoluto.

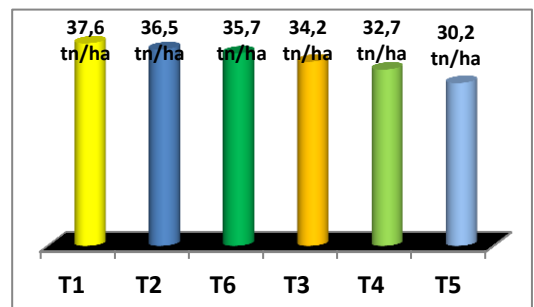
Elaboración: Villarreal A. (2013)

f.- Rendimiento de papa categoría de primera) en los tratamientos estudiados (tn/ha).

En el grafico 6 se puede observar que T1 (Fludioxonil), con el mayor rendimiento 37.6 tn/ha es el mejor en rendimiento, en cambio el tratamiento T5 (Kasugamicina) con 30.2 tn/ha fue el de menor rendimiento.

Esto se debe a que el T1 (Fludioxonil), al ser aplicado a semillas de buena calidad puede asegurar una adecuada germinación y protección de tejidos, y por ende una buena producción (Agroquímicas & Syngenta, 2012).

Gráfico 6: Rendimiento de papa categoría primera.



T1.- Fludioxonil , T2.- Azoxystrobin ,T3.- Tiabendazol ,T4.- Thiofanato Metil, T5.- Kasugamicina ,T6.- Testigo absoluto.

Elaboración: Villarreal A. (2013).

g .-costo- beneficio

Tratamientos	Costo de producción	Producción Ton/ha	Producción	Venta dólares	Utilidad.	Costo/beneficio
T1	3232,32	375.694	751,388	9016,656	5782,346	1,79
T2	3232,32	364.583	729,166	8749,992	5515,422	1,7
T3	3232,32	341.667	683,334	8200,008	4966,968	1,54
T4	3232,32	327.083	654,166	7849,992	4616,952	1,43
T5	3232,32	302.083	604,166	7249,992	4017,412	1,23
T6	3232,32	356.944	713,888	8566,656	5334,336	1,65

T1.- Fludioxonil , T2.- Azoxystrobin ,T3.- Tiabendazol ,T4.- Thiofanato Metil, T5.- Kasugamicina ,T6.- Testigo absoluto.

Elaboración: Villarreal A. (2013)

Se observa que el tratamiento T1(Fludioxonil) en relación a costo / beneficio es el mejor ya que por cada dólar invertido tenemos 0,79 ctvs de ganancia , seguido del T2(Axozistrobin) con un índice de que por cada dólar invertido tenemos 0,70 ctvs ,mientras que la relación costo /beneficio más bajo lo registró el tratamiento T5 (Kasugamicina)con una relación de que por cada dólar invertido tenemos 0,23 ctvs de ganancia.

5.- Conclusiones y Recomendaciones.

a.- Conclusiones.

1. La aplicación de la dosis comercial recomendada por el fabricante de Fludioxonil, controla las enfermedades de suelo Costra negra (*Rhizoctonia solani* kuhn) y Roña (*Spongospora subterranea*).

2. El mejor resultado en cuanto a porcentaje de emergencia (99,11%), grosor de tallo (1,29 cm), número de tallos/planta (5,38), altura de planta (81,13 cm) se obtuvo con el tratamiento T1 (Fludioxonil).

3. A pesar de no existir diferencias estadísticas en el análisis ADEVA, el tratamiento que mayor control ejerció sobre Costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y Roña (*Spongospora subterranea*), fue T1 (Fludioxonil), que presentó el 96,43% de brotes sanos.

4. En cuanto al daño ocasionado por Costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y Roña (*Spongospora subterranea*) en el tejido de los tubérculos cosechados, se determinó que: T1 (Fludioxonil), con 99,76 % de tejido sano, mantiene la calidad sanitaria del tubérculo.

5. El mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T1 (Fludioxonil), el cual alcanzó 37,6 tn/ha frente al testigo absoluto que alcanzó 35,7 tn/ha.

6. De acuerdo a la relación costo-beneficio, el tratamiento que mejor resultado tuvo fue el T1 (Fludioxonil), con el cual se obtuvo un beneficio de 0,79 ctvs, por cada dólar invertido, frente al testigo absoluto que alcanzó una ganancia de 0,65 ctvs.

b. Recomendaciones.

• Se recomienda aplicar Fludioxonil en su dosis comercial recomendada por el fabricante para el control de Costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y Roña (*Spongospora subterranea*), en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

• Utilizar como medida de control de las enfermedades de suelo; semilla (tubérculos sanos de óptima calidad), libres de esclerocios.

• Efectuar esta misma investigación en las provincias ubicadas, en la parte centro y sur, de la sierra ecuatoriana, e inclusive evaluar la interacción de un fungicida y un insecticida, en la desinfección de semilla en el cultivo de papa.

6.- Bibliografía.

Agrios, H., & Hooker, W. (2008,1980). Fitopatología, Compendio de enfermedades de la papa. México, d. f; Perú: editorial linusa, grupo noriega, segunda edición.

Agroquímicas, P., & Syngenta. (2012). Diccionario de especialidades Agroquímicas. Guayaquil: PLM del Ecuador S.A.

Botello, A., & Rendón, v. O. (2005). Golfo de México. Contaminación de impacto ambiental. México.

Estación meteorológica UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTATAL DEL CARCHI. (2010). Datos meteorológicos. Huaca.

Grek, G. (7 de julio de 2013). Comunidad de Cannabicultores. Recuperado el 23 de Octubre de 2013, de <http://forothc.com/cultivo-basico/1785-hongos.html>

Lehmann, D., & Agrios, G. (2004,1997). Manejo Integrado de enfermedades en cultivos hidropónicos (Parte II). Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de Manejo Integrado de enfermedades en cultivos hidropónicos (Parte II): http://www.infoagro.com/documentos/manejo_integrado_enfermedades_cultivos_hidroponicos_parte_ii_.asp

Lucero, H. (2011). Manual del cultivo de papa para la sierra sur. Cuenca.

Montesdeoca, F. (2005). Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de calidad.

Montesdeoca, F., Narváez, G., Mora, E., & Benitez, J. (2006). Manual de Control Interno de Calidad (CIC) en tubérculo - semilla de papa.

Instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias- INIAP, Quito.

Mora, E., & Pumisacho, M. R. (2010). Investigación y validación de componentes de manejo integrado del complejo de patógenos de suelo en el cultivo de papa con pequeños agricultores en la sierra centro. Quito, Ecuador.

Mora, E., LLerena, G., & Reinoso, R. (2010). Enfermedades del cultivo de papa que se encuentran en el suelo y sus formas de control.

Mora, E., Narváez, G., & Montesdeoca, F. (2005). Determinación de fungicidas para el control de la costra negra (*Rhizoctonia solani*), en el cultivo de papa. Quito.

Mora, E., Pumisacho, M., Reinoso, I., & Aucancela, R. (2010). Conozca y maneje las enfermedades del cultivo de papa. Quito.

Ofiagro, & SICA-MAG. (2008). Inventario de plagas, enfermedades y malezas del Ecuador, MAG, PNSV. Quito.

Pineda, M. (15 de Marzo de 2011). Concepto, importancia de las enfermedades de las plantas y su influencia en la productividad. Recuperado el 23 de Octubre de 2013, de <http://fitopatologia2011.blogspot.com/2011/03/tema-2-concepto-importancia-de-las.html>: <http://fitopatologia2011.blogspot.com/2011/03/tema-2-concepto-importancia-de-las.html>

Pumisacho, m. S. (2002). En CULTIVO DE PAPA EN EL ECUADOR (pág. 98). Quito.

Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR. QUITO.

Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. Quito.

Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. 13.

Revelo, M. (1997). Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa. Quito.

Rios, F. (2007). Caracterización química de cepas de hongos del genero colletotrichum: síntesis de gloeosporiol diseño y síntesis de modelos de agentes fungicidas. Puerto Real.

Suquilanda, M. (2003). Agricultura orgánica en hortalizas "Universidad Central del Ecuador .Facultad de Ciencias Agrícolas". Quito.

Torres, H. (1995). Identificación y síntomas que produce en seis variedades comerciales de papas peruanas. Perú.

Torres, I., Montesdeoca, F., & Andrade, P. (2011). Manejo del tubérculo-semilla. Quito.

Torres, L., Valverde, F., & Andrade, J. (2011). Manejo de suelo. Quito.

Trujillo, L. (2003). Desarrollo de marcadores SCARD y CADS en un QTL con efecto importante sobre la resistencia a tizon tardío de la papa.

Yanez, Z., Cuesta, S., Rivadeneira, J., & Reinoso, I. (2009). Evaluación de la resistencia de variedades nativas de papa del Ecuador a *Pectobacterium* spp. Quito.