



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

**EFEECTO DEL FOSFITO POTÁSICO EN EL CONTROL DE TIZÓN
TARDÍO EN TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN
SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL CARCHI**

Tesis de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

Autores:

Canelos Chamorro Pablo Roberto

Pusdá Montenegro Diego Armando

Directora:

Ing. Gladys Yaguana

Ibarra-Ecuador

2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EFECTO DEL FOSFITO POTÁSICO EN EL CONTROL DE TIZÓN
TARDÍO EN TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN
SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL CARCHI”

Tesis presentada por el Sr. Canelos Chamorro Pablo Roberto y el Sr. Pusdá Montenegro Diego Armando como requisito previo para optar el Título de Ingeniero Agropecuario. Luego de haber revisado minuciosamente, damos fe de que las observaciones y sugerencias emitidas con anterioridad han sido incorporadas satisfactoriamente al presente documento.



APROBADA:

Ing. Gladys Yaguana

DIRECTORA

Ing. Raúl Castro

BIOMETRISTA

Ibarra – Ecuador

2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EFECTO DEL FOSFITO POTÁSICO EN EL CONTROL DE TIZÓN
TARDÍO EN TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN
SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL CARCHI”

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADA

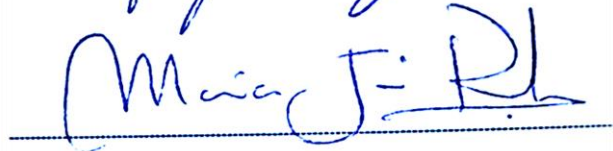
Ing. Gladys Yaguana

Directora de Tesis



Ing. María José Romero

Asesor de Tesis



Ing. Raúl Castro

Asesor de Tesis



Ing. Carlos Cazco

Asesor de Tesis



Ibarra – Ecuador

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100354438-2
APELLIDOS Y NOMBRES:	Canelos Chamorro Pablo Roberto
DIRECCIÓN:	Ibarra, El Sagrario
EMAIL:	prcanelos@outlook.com
TELÉFONO FIJO:	062 957 726 TELÉFONO MÓVIL: 0987468101

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Efecto del fosfito potásico en el control de tizón tardío en tres variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en Santa Martha de Cuba, Provincia del Carchi
AUTOR/ES:	Canelos Pablo Roberto Pusdá Diego Armando
FECHA:	Diciembre, 2015
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTORA:	Ing. Gladys Yaguana

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

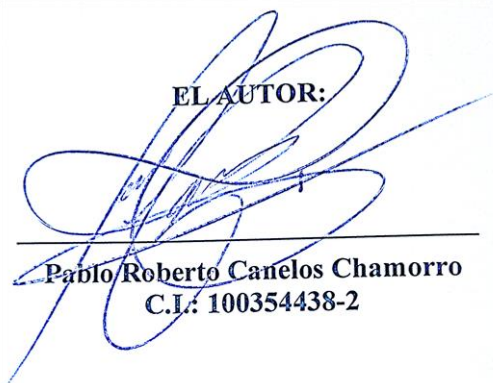
Yo, Canelos Chamorro Pablo Roberto, con cedula de identidad número 100354438-2, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.


Ibarra, a los días del mes de de 2015

EL AUTOR:



Pablo Roberto Canelos Chamorro
C.I.: 100354438-2

ACEPTACIÓN:



Ing. Bethy Chávez
JEFE DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL

TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Canelos Chamorro Pablo Roberto, con cédula de identidad Nro. 100354438-2, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“EFECTO DEL FOSFITO POTÁSICO EN EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO EN TRES VARIETADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL CARCHI”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO AGROPECUARIO** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los.....días del mes de..... de 2015



Pablo Roberto Canelos Chamorro
CI.: 100354438-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040134478-3
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pusdá Montenegro Diego Armando
DIRECCIÓN:	Santa Martha de Cuba, barrio San Vicente
EMAIL:	diegoalex10pusda@yahoo.es
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL: 0991173888

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Efecto del fosfito potásico en el control de tizón tardío en tres variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en Santa Martha de Cuba, Provincia del Carchi
AUTOR/ES:	Canelos Pablo Roberto Pusdá Diego Armando
FECHA:	Diciembre, 2015
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTORA:	Ing. Gladys Yaguana

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, PUSDÁ Montenegro Diego Armando, con cédula de identidad número 040134478-3, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los días del mes de de 2015

EL AUTOR:



Pusdá Montenegro Diego Armando
C.I.: 040134478-3

ACEPTACIÓN:



Ing. Bethy Chávez
JEFE DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL
TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, PUSDÁ Montenegro Diego Armando, con cédula de identidad Nro. 040134478-3, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“EFECTO DEL FOSFITO POTÁSICO EN EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO EN TRES VARIETADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL CARCHI”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO AGROPECUARIO** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los.....días del mes de..... de 2015



PUSDÁ Montenegro Diego Armando
CI.: 040134478-3

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 15 de diciembre de 2015

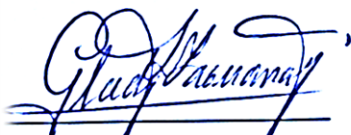
CANELOS CHAMORRO, PABLO ROBERTO; PUSDÁ MONTENEGRO, DIEGO ARMANDO. "Efecto del Fosfito Potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum* L.), en Santa Martha de Cuba, provincia del Carchi"/TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Agropecuario. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Ibarra- EC, diciembre de 2015. 168 p. 34 anexos.

DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana

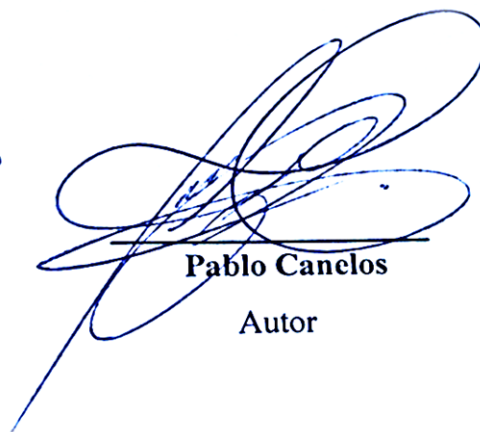
El objetivo principal de esta investigación fue determinar la efectividad del fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.).

Esta investigación permitió comprobar que se controla eficientemente el Tizón Tardío con el uso de fosfito potásico en las dosis y en las mezclas estratégicas con los fungicidas estudiados.

Fecha: 15 de diciembre de 2015



Ing. Gladys Yaguana
Directora de Tesis



Pablo Canelos
Autor



Diego PUSDÁ
Autor

PRESENTACIÓN

Los resultados, discusión, conclusiones, recomendaciones y más datos contenidos en la presente investigación son responsabilidad específica de los autores.

DEDICATORIA

A mis padres, especialmente a mi madre Narciza; a mis hermanos, con quienes compartí gran parte de mi vida y los llevo siempre en mi corazón. A mi esposa Gabby, quien es mi compañera incondicional y fortaleza en mi vida, así como mis hijos Pablo Matías, Roberto Joel y Gabriela Zoé, que son mi razón de vivir.

Al padre celestial quien nos llena de bendiciones todos los días.

Pablo Roberto

Al Dios por haberme dado la sabiduría y el entendimiento, por haberme guiado en el largo camino que recorrí para lograr mis objetivos y metas.

Al mis padres por los sabios consejos y valores que de ellos recibí, además del amor, la paciencia y la perseverancia para hoy poderles dar esta dicha.

Al mis maestros por haber contribuido con su enseñanza e impulsar con su apoyo y motivación la culminación de esta tesis de grado, para así ver hecho realidad nuestro sueño.

Al mi hija quien fue mi mayor motivación para terminar mis sueños y metas planteadas.

Diego Armando

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte y a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales por habernos formado profesionalmente y brindar nuestro aporte a la sociedad.

A la empresa MORERAECUADOR S.A., por habernos auspiciado la realización de nuestro trabajo de investigación y a la vez brindarnos asesoría técnica durante la elaboración del ensayo.

A la Familia Pusdá Montenegro, que fueron una ayuda valiosísima en el desarrollo de nuestro trabajo en la fase de campo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron con el desarrollo y culminación de la presente investigación.

Pablo y Diego

	Pág.
PRESENTACIÓN	xii
DEDICATORIA	xiii
AGRADECIMIENTO	xiv
ÍNDICE GENERAL	xv
ÍNDICE DE CUADROS	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxiii
RESUMEN	xxv
SUMMARY	xxvii
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN	29
CAPÍTULO II	
2. REVISIÓN DE LITERATURA	33
2.1. El cultivo de la papa	33
2.1.1. Origen	33
2.1.2. Clasificación científica	34
2.1.3. Morfología de la planta	34
2.1.4. Cultivo de papa den el Ecuador	37
2.1.5. Suelos	39
2.1.6. Preparación del suelo	40
2.1.7. Siembra	42
2.1.8. Fertilización y abonadura	43
2.1.9. Labores culturales	43
2.1.10. Manejo integrado de plagas	45
2.1.11. Riego	46
2.1.12. Cosecha	47
2.1.13. Variedad Superchola	47
2.1.14. Variedad ICA Única	48
2.1.15. Variedad Diacol Capiro	48
2.2. El Tizón Tardío	49
2.2.1. <i>Phytophthora Infestans</i> (Mont) de Bary	49
2.2.1.1. Morfología	50
2.2.1.2. Ciclo de vida	51
2.2.1.2.1. Asexual	51
2.2.2. Síntomas de la enfermedad	52
2.2.2.1. Hojas	52
2.2.2.2. Tallos y pecíolos	52
2.2.2.3. Tubérculos	53

2.2.3.	Epidemiología	54
2.3.	El control químico	56
2.3.1.	De contacto	57
2.3.2.	Sistémicos	57
2.3.3.	Translaminares	57
2.4.	Resistencia a fungicidas	58
2.5.	Los Fosfitos	59
2.5.1.	Historia de los fosfitos	60
2.5.2.	Diferencia con los fosfatos	60
2.5.3.	Modo de acción de los fosfitos	61
2.5.4.	Aplicación de los fosfitos	62
2.5.5.	Glass K (Fosfito potásico)	63
2.6.	Amistar (Azoxystrobin)	63
2.7.	Revus (Mndipropamid)	64
2.8.	Forum (Dimethomorph)	65
	CAPÍTULO III	67
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	67
3.1.	Caracterización del área de estudio	67
3.2.	Materiales y equipos	68
3.2.1	materiales de campo	68
3.2.2.	Equipos de oficina	68
3.2.3.	Maquinaria y equipo de campo	68
3.2.4.	Insumos	69
3.3.	Métodos	70
3.3.1.	Factor en estudio	70
3.3.2.	Tratamientos	71
3.3.3.	Diseño experimental	71
3.3.4.	Características del experimento	72
3.3.4.1.	Unidad experimental	72
3.3.4.2.	Características de las unidades experimentales	72
3.3.5.	Análisis estadístico	72
3.3.6.	Análisis funcional	73
3.3.7.	Variables evaluadas	73
3.3.7.1.	Variables agronómicas	73
3.3.7.1.1.	Vigor de planta	73
3.3.7.1.2.	Altura de planta	74
3.3.7.2.	Severidad de Tizón Tardío	74
3.3.7.3.	Variables de rendimiento	75
3.3.7.3.1.	Números de tubérculo por planta	75
3.3.7.3.2.	Rendimiento por planta	75
3.3.7.3.3.	Rendimiento total	75

3.4.	Manejo específico del experimento	75
3.4.1.	Análisis de suelo	75
3.4.2.	Preparación del suelo	76
3.4.3.	Manejo de plagas	76
3.4.4.	Fertilización	77
3.4.5.	Siembra	77
3.4.6.	Control fitosanitario	78
3.4.7.	Control de malezas	78
3.4.8.	Medio aporque	78
3.4.9.	Aporque	79
3.4.10.	Riego	79
3.4.11.	Cosecha	79
	CAPÍTULO IV	81
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	81
4.1	Variables agronómicas	81
4.1.1.	Vigor de planta	81
4.1.2.	Altura de planta	86
4.2.	Severidad de Tizón Tardío	92
4.3.	Variables de rendimiento	100
4.3.1.	Número de tubérculos por planta	100
4.3.2.	Rendimiento por planta	104
4.3.3.	Rendimiento total	109
4.3.3.1.	Papa comercial de primera	113
4.3.3.2.	Papa comercial de segunda	117
4.3.3.3.	Papa desecho	122
	CAPÍTULO V	127
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
	Conclusiones	127
	Recomendaciones	129
	CAPÍTULO VI	131
	ESTUDIO DE IMPACTO	
6.	AMBIENTAL	131
6.1.	Introducción	131
6.2.	Objetivos	134
6.2.1.	General	134
6.2.2.	Específicos	134
6.3.	Marco Legal	135
6.4.	Descripción del proyecto	137
6.4.1.	Área de influencia directa (AID)	137
6.4.2.	Área de influencia indirecta (AII)	137

6.5.	Línea base	137
6.5.1.	Características del lote	138
6.5.2.	Caracterización del medio ambiente	138
6.5.2.1.	Clima	138
6.5.2.2.	Fauna	138
6.5.2.3.	Flora	138
6.6.	Evaluación de los impactos ambientales	139
	BIBLIOGRAFÍA	141
	LINKOGRAFÍA	147
	ANEXOS	148

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Tratamientos del ensayo	71
Cuadro 2.	ADEVA	72
Cuadro 3.	Adeva para Vigor de planta para efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.	81
Cuadro 4.	Tukey al 5% para Vigor de planta de los tratamientos para efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.	83
Cuadro 5.	DMS al 5% para Vigor de planta de variedades para efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.	84
Cuadro 6.	Duncan al 5% para Vigor de planta de la estrategia de control para el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012	85
Cuadro 7.	Adeva para Altura de planta para el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	87
Cuadro 8.	Tukey al 5% para la Altura de planta de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	88

Cuadro 9.	DMS al 5% para Altura de planta de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	89
Cuadro 10.	Duncan al 5% en Altura de planta de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	90
Cuadro 11.	Adeva para Severidad de Tizón Tardío en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	93
Cuadro 12.	Tukey al 5% para valor (AUDPCr) por tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	94
Cuadro 13.	DMS al 5% para valor (AUDPCr) por variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	95
Cuadro 14.	Duncan al 5% para valor (AUDPCr) por estrategia de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	96
Cuadro 15.	Adeva para # de tubérculos por planta en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	100
Cuadro 16.	Tukey al 5% para número de tubérculos por planta de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	101
Cuadro 17.	DMS al 5% para número de tubérculos por planta de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	102
Cuadro 18.	Duncan al 5% para # de tubérculos/planta en estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	103

Cuadro 19.	Adeva para Rendimiento por planta en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	105
Cuadro 20.	Tukey al 5% para Rendimiento por planta de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	106
Cuadro 21.	DMS al 5% para el rendimiento por planta de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	107
Cuadro 22.	Duncan al 5% para Rendimiento por planta de estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	108
Cuadro 23.	Adeva para Rendimiento total en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	109
Cuadro 24.	Tukey al 5% para Rendimiento Total de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	110
Cuadro 25.	DMS al 5% para Rendimiento Total de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	111
Cuadro 26.	Duncan al 5% para Rendimiento Total de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	112
Cuadro 27.	Adeva para Rendimiento papa de primera en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012	113
Cuadro 28.	Tukey al 5% en Rendimiento papa comercial de primera de tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	114
Cuadro 29.	DMS al 5% para el Rendimiento papa comercial de primera de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012	115

Cuadro 30.	Duncan al 5% para Rendimiento papa comercial de primera de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	116
Cuadro 31.	Adeva para Rendimiento papa comercial de segunda en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	117
Cuadro 32.	Tukey al 5% para Rendimiento papa comercial de segunda de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	118
Cuadro 33.	DMS al 5% para el Rendimiento de papa comercial de segunda de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	119
Cuadro 34.	Duncan al 5% para Rendimiento papa comercial de segunda de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	120
Cuadro 35.	Adeva para Rendimiento papa desecho en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	122
Cuadro 36.	Tukey al 5% para Rendimiento papa desecho de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	123
Cuadro 37.	DMS al 5% para el Rendimiento de papa desecho de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	124
Cuadro 38.	Duncan al 5% para Rendimiento papa desecho las estrategias de control en efecto de fosfito potásico en control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	125
Cuadro 39.	Tasa de impacto ambiental total de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	139

ÍNDICE DE FIGURAS		Pág.
Figura 1.	Morfología de la planta de papa	35
Figura 2.	Etapas de crecimiento del cultivo de papa	44
Figura 3.	Ciclo de vida de <i>Phytophthora infestans</i>	50
Figura 4.	Vigor de planta para efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	82
Figura 5.	Altura de planta en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	87
Figura 6.	Interacción Variedades – Estrategias de Control para la Altura de planta en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	91
Figura 7.	Severidad de Tizón Tardío (AUDPCr) en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012	93
Figura 8.	Interacción Variedades – Estrategias de Control para la Severidad de Tizón Tardío (AUDPCr) en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012	97
Figura 9.	Curvas promedio de progreso de Tizón Tardío en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba, 2012	99
Figura 10.	Número de tubérculos por planta en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	101
Figura 11.	Rendimiento por planta (kg), en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	105
Figura 12.	Rendimiento Total (kg), en efecto de fosfito potásico en control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	110

Figura 13.	Rendimiento papa comercial de primera (kg), en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	114
Figura 14.	Rendimiento papa comercial de segunda (kg), en efecto de fosfito potásico en control de Tizón Tardío, tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012	118
Figura 15.	Interacción Variedades – Estrategias de Control para Rendimiento papa comercial de segunda en efecto de fosfito potásico en control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012	121
Figura 16.	Rendimiento papa desecho (kg/ha), en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	123
Figura 17.	Diagrama que muestra los factores ambientales individuales que fueron evaluados en el desarrollo del coeficiente de impacto ambiental de los plaguicidas. Modelo (CIA)	133
Figura 18.	Tasa de impacto ambiental total (TIAT) en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa <i>S. tuberosum</i> . Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012	140

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.	
Anexo 1.	Análisis de suelo	148
Anexo 2.	Topografía de la localidad donde se realizó el experimento	149
Anexo 3.	Condiciones meteorológicas durante el ensayo	149
Anexo 4.	Datos originales de vigor de planta a los 75 DDS	150
Anexo 5.	Datos originales de altura de planta a los 85 DDS	150
Anexo 6.	Escala para determinar la severidad de Tizón Tardío	151
Anexo 7.	Datos originales de lecturas de avance de la enfermedad de la primera repetición	151
Anexo 8.	Datos originales de lecturas de avance de la enfermedad de la segunda repetición	152
Anexo 9.	Datos originales de lecturas de avance de la enfermedad de la tercera repetición	152
Anexo 10.	Datos originales de lecturas de avance de la enfermedad de la cuarta repetición	153
Anexo 11.	Datos originales de los valores AUDPCr	153
Anexo 12.	Datos originales de # de tubérculos por planta	154

Anexo 13.	Datos originales de Rendimiento por planta	154
Anexo 14.	Datos originales de Rendimiento Total	155
Anexo 15.	Datos originales de Rendimiento papa comercial de primera	155
Anexo 16.	Datos originales de Rendimiento papa comercial de segunda	156
Anexo 17.	Datos originales de Rendimiento papa desecho	156
Anexo 18.	Cuadro de aplicaciones con tasa de impacto ambiental del manejo convencional	157
Anexo 19.	Cuadro de aplicaciones con tasa de impacto ambiental del control 2 (GLASS K)	158
Anexo 20.	Cuadro de aplicaciones con tasa de impacto ambiental del control 3 (GLASS K & Azoxystrobin)	159
Anexo 21.	Cuadro de aplicaciones con tasa de impacto ambiental del control 4 (GLASS K & Mandipropamid)	160
Anexo 22.	Cuadro de aplicaciones con tasa de impacto ambiental del control 5 (GLASS K & Dimethomorph)	161
Anexo 23.	Fungicidas más utilizados con su coeficiente de impacto ambiental	162
Anexo 24.	Plano de ubicación y disposición del ensayo	163
Anexo 25.	Delimitación del área de ensayo	164
Anexo 26.	Terreno delimitado listo para sembrar	164
Anexo 27.	Siembra del ensayo	165
Anexo 28.	Emergencia del cultivo	165
Anexo 29.	Aporque y aplicación del abono	166
Anexo 30.	Etapa de floración del cultivo	166
Anexo 31.	Aplicación de los tratamientos	167
Anexo 32.	Cosecha del ensayo	167
Anexo 33.	Pesaje del rendimiento por planta	168
Anexo 34.	Pesaje del rendimiento total	168

“EFECTO DEL FOSFITO POTÁSICO EN EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO EN TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL CARCHI”

Autores: Canelos Pablo Roberto, PUSDÁ Diego Armando

Directora: Ing. Gladys Yaguana

RESUMEN

El tizón tardío de la papa causado por *Phytophthora infestans*, es una de las enfermedades más devastadoras de la papa a nivel mundial. Hoy en día se emplea gran cantidad de agroquímicos, en especial fungicidas para controlarla, representando elevados costos de producción.

El objetivo fue evaluar la aplicación de fosfito potásico en tres variedades de *Solanum tuberosum* para el control de tizón tardío.

Se manejaron 15 tratamientos, probando cinco estrategias de control (convencional, Fosfito Potásico, Fosfito Potásico + Azoxystrobin, Fosfito Potásico + Mandipropamid, Fosfito Potásico + Dimethomorph) en tres variedades de papa (Superchola, ICA Única, Diacol Capiro), las aplicaciones en campo se las realizaron cada 10 días. Se evaluaron: vigor de planta a los 75 DDS, altura de planta a los 85 DDS, la Severidad de Tizón Tardío; número de tubérculos por planta; rendimiento por planta, rendimiento total, rendimiento papa comercial de primera, rendimiento papa comercial de segunda y rendimiento papa desecho. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial AxB, cuatro repeticiones, en donde el Factor A corresponde a las variedades, mientras que el Factor B viene a ser las estrategias de control. Como pruebas de significancia se empleó la prueba DMS al 5% para variedades, la prueba Duncan al 5% para estrategias de control y la prueba Tukey al 5% para tratamientos. El área de las unidades experimentales (parcela) fue: 19,8m².

La estrategia de control C4 aplicada en la variedad ICA Única fue la que obtuvo el menor valor AUDPCr (0,05), además influyó positivamente en cuanto a vigor de planta, también se obtuvo un rendimiento de 46,34 t/ha, de los cuales 26,26 t/ha son de papa comercial de primera, siendo el tratamiento con el mayor rendimiento total. Con la misma estrategia de control (C4) en la variedad Superchola se pudo obtener el mayor número de tubérculos por planta con un promedio de 28,5; además también tuvo un valor bajo de AUDPCr (0,11), en lo que respecta al rendimiento total, se tuvo un rendimiento no tan apreciable (38,10 t/ha) de los cuales 14,86 t/ha fue de papa comercial de primera. La estrategia de control C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph), fue la menos eficiente y obtuvo el valor AUDPCr más alto que fue de 0,46 en la variedad Diacol Capiro que fue la más susceptible, esto influyó negativamente el cuanto a vigor de planta y los rendimientos totales principalmente.

La aplicación de fosfito potásico para el control de *P. infestans* en el cultivo de papa en las diferentes alternativas tuvo un efecto positivo tanto en las variables agronómicas, severidad de tizón tardío y en las variables de rendimiento. La tecnología que causa el mayor impacto ambiental fue aquella que se basa en el

control químico convencional, no así con las demás estrategias de control, como (Fosfito Potásico + Dimethomorph) que reporta una reducción del 61,20%; (Fosfito Potásico) con una disminución del 62,59%; (Fosfito Potásico + Mandipropamid) obtiene una reducción del 62,82%, y por ultimo (Fosfito Potásico + Azoxystrobin) con la menor tasa de impacto ambiental reportando una disminución del 62,84% en relación al control químico convencional.

Se debe usar cálculo del valor AUDPCr, ya que es muy importante al momento de instalar nuevas tecnologías de manejo, ya que ayudan a evaluar la eficacia de los productos empleados para el control, así como el avance de la enfermedad con el fin de proponer la mejor alternativa de manejo.

**“EFFECT OF POTASSIUM PHOSPHITE IN LATE BLIGHT
CONTROL IN THREE POTATO (*Solanum tuberosum* L.)
VARIETIES IN SANTA MARTHA DE CUBA, CARCHI
PROVINCE”**

Authors: Canelos Pablo Roberto, Pusdá Diego Armando

Director: Ing. Gladys Yaguana

SUMMARY

Late blight of potatoes, caused by *Phytophthora infestans*, is one of the most devastating potato diseases worldwide. Nowadays many agrochemicals are used, especially fungicides to control the disease, causing high production costs.

The objective was to evaluate the application of potassium phosphite in three varieties of *Solanum tuberosum* to control late blight.

A total of 15 treatments were applied using five control strategies (Conventional, Potassium Phosphite, Potassium Phosphite and Azoxystrobin, Potassium Phosphite and Mandipropamid, Potassium Phosphite and Dimethomorph) in three potato varieties (Superchola, ICA Unica, Diacol Capiro), field applications were made every 10 days. The factors evaluated were: plant vigor to the 75 DAP, plant height at 85 DAP, the severity of late blight; number of tubers per plant; yield per plant, total yield, first class commercial potato yield, second class commercial potato yield and waste potato yield. Matrix Design was used with a random factorial arrangement of AxB, with four repetitions, where A factor corresponds to varieties, while the B Factor corresponds to control strategies. As part of the significance tests the DMS test was applied to 5% of the varieties, the Duncan test to another 5% for control strategies and the Tukey test to another 5% for treatments. The area of the experimental units (plot) was: 19,8m².

The control strategy number 4 applied to the ICA Unica variety had the lowest AUDPCr value(0,05), also influenced positively in terms of plant vigor, also obtained a return of 46,34 t/ha, of which 26,26 t/ha of commercial potatoes are first class, being the treatment with the highest total yield. With the same control strategy (4) in Superchola variety obtained the largest number of tubers per plant with an average of 28,5; in addition, it also had a low value of AUDPCr (0,11), with respect to the total yield, a not so appreciable yield (38,10 t/ha) of which 14,86 t/ha of commercial potato was first class. The control strategy 5 (Dimethomorph and Potassium phosphite) was the least efficient and the highest value of AUDPCr obtained was 0,46 in the variety Diacol Capiro which was the most susceptible, this influenced negatively the plant rigor and total yield primarily.

The application of potassium phosphite for control of *P. infestans* in the potato crop in the varied alternatives had a positive effect on the agronomic variables, severity of late blight and performance variables. The technology that causes the greatest environmental impact was that based on the conventional management, but not with other control strategies, such as (Potassium Phosphite and Dimethomorph) reporting a decrease of 61,20%; (Potassium Phosphite) with a decrease of 62,59%;

(Potassium Phosphite & Mandipropamid) obtained a reduction of 62,82%, and finally (Potassium Phosphite and Azoxystrobin) with the lowest rate of environmental impact reporting a decrease of 62,84% compared to conventional management.

AUDPCr value calculation must be used, because it is very important when installing new management technologies, helping us to evaluate the effectiveness of the products used for the control and the progress of the illness in order to propose the best management alternative.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El tizón tardío de la papa causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, es una de las enfermedades más devastadoras de la papa a nivel mundial. En 1845 causó en Irlanda la destrucción total de los campos de papa, que eran la principal fuente alimenticia de ese país, produciendo la muerte de miles de personas y la migración de muchos sobrevivientes a otros lugares de Europa y Norte América (Pérez y Forbes, 2008).

Actualmente se emplea gran cantidad de agroquímicos, en especial fungicidas para controlar el tizón tardío en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) a intervalos regulares (aplicación por calendario fijo). Generalmente una por semana, lo que conlleva al aumento de los costos de producción por concepto de mano de obra, maquinaria, combustible y pesticidas. Por esto, se ha visto en la necesidad de encontrar nuevas formas de control para tener una agricultura sustentable, y así, no atentar contra la economía del agricultor ni la salud ambiental.

Por otro lado, está el aumento de cepas resistentes a determinados fungicidas por ejemplo al metalaxil, problema asociado, generalmente, a diversos aspectos como el desconocimiento técnico de las condiciones óptimas para la proliferación del patógeno, modo de acción de los fungicidas idóneos, uso de dosis crecientes del ingrediente activo y aumento de la frecuencia de las aplicaciones, entre otros. Los que, finalmente, conducen al fracaso del control de la enfermedad.

P. infestans tiene una alta capacidad de adquirir resistencia a los plaguicidas, por lo cual cada vez es más difícil controlarlo.

La papa ha sido desde hace mucho tiempo un cultivo de alta prioridad en el Ecuador, por lo que ocupa un lugar trascendental en la alimentación humana. La importancia de este tubérculo radica en que es un alimento básico de la dieta de millones de personas a nivel mundial. Contienen 80% de agua y 20% de materia seca constituida por carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales, vitaminas A, C, y complejo B. Presenta una gran variedad de posibilidades para ser industrializada y obtener productos con valor agregado de gran aceptación por parte del consumidor en general. Particularmente en la sierra ecuatoriana, constituye un alimento básico que sustenta la seguridad y soberanía alimentaria.

En el actual entorno productivo, donde es urgente avanzar hacia una agricultura más productiva y amigable con el medio ambiente, se hace necesaria la implementación de tecnologías más limpias, que no pongan en riesgo la salud de las personas. Esto ya es posible mediante la aplicación de elementos naturales como los fosfitos, los cuales mejoran la nutrición y además promueven la acción de los sistemas naturales de defensa que poseen las plantas.

Los fosfitos, a más de incrementar la resistencia de las plantas a través de rápidos procesos metabólicos, implicados en la superación de estrés ambiental, patológico y nutricional; actúan como un compuesto nutricional, lo cual hace que sea completo, que mejore el rendimiento y disminuya los costos de producción. Los fosfitos no son considerados fungicidas, sino fertilizantes foliares, sin toxicidad que

reduce considerablemente el impacto ambiental en relación con los sistemas de explotación tradicional.

En las zonas productoras de papa, tanto a alta como a baja escala se debería establecer un manejo más comprometido con la conservación del medio ambiente. Con la implementación de estas tecnologías nuevas se puede hacer realidad este propósito, así pues se tendría una alimentación más segura y nutritiva, además se crearía una conciencia de “calidad” en productores y consumidores finales.

El objetivo general de la presente investigación fue “Determinar la efectividad del fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en Santa Martha de Cuba, provincia del Carchi”.

Además, se plantearon cuatro objetivos con el fin de evaluar las variables en estudio, siendo estos:

- Determinar la relación entre los tratamientos y la severidad del ataque de tizón tardío de acuerdo al valor del área bajo la curva del progreso de la enfermedad, que por sus siglas en inglés se denomina AUDPC.
- Establecer cuál es el tratamiento más eficaz para el control de la enfermedad.
- Determinar el rendimiento del cultivo en cada tratamiento.
- Comparar el impacto ambiental causado por la aplicación de Fosfito Potásico en relación con el control químico convencional, mediante la Tasa de Impacto Ambiental (TIA).

En este trabajo de investigación se planteó la siguiente hipótesis: “Se controla eficientemente el Tizón Tardío con el uso de Fosfito Potásico en las dosis y en las mezclas estratégicas con los fungicidas que se va a estudiar”.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL CULTIVO DE LA PAPA

2.1.1. Origen

La mayor diversidad genética de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur. La primera crónica conocida que menciona a la papa fue escrita por Pedro Cieza de León, en 1538. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cuzco, (Perú) y posteriormente en Quito, Ecuador (Andrade *et al.*, 2002).

En el año 2005, David Spooner investigador del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de Norteamérica, presentó los resultados de una investigación realizada sobre el origen de la papa. Cuestiona la hipótesis de múltiples centros de origen y sostiene que la papa es originaria del sur del Perú. Basa sus hallazgos en investigaciones realizadas al ADN de 261 variedades silvestres y 98 variedades cultivadas de papa (Velazco y Juárez, 2006).

La región andina y más específicamente el sur del Perú y la región colindante de Bolivia son el principal centro de domesticación de las diferentes especies de papas, que constituyen el alimento básico no solamente para cientos de miles de familias campesinas andinas, sino también para millones de personas en el mundo entero (Tapia y Fries, 2007).

2.1.2. Clasificación científica

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *S. tuberosum*

Nombre Científico: *Solanum tuberosum* L.

Históricamente se han presentado diferencias entre los taxónomos que han estudiado su clasificación. A la fecha no hay consenso, debido a que el límite entre especies no está definido, y las interrelaciones entre estas son frecuentes (Rodríguez, 2009).

2.1.3. Morfología de la planta

La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto, generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura. El follaje normalmente alcanza una altura entre 0,60 a 1,50 m (Cuesta *et al.*, 2002).

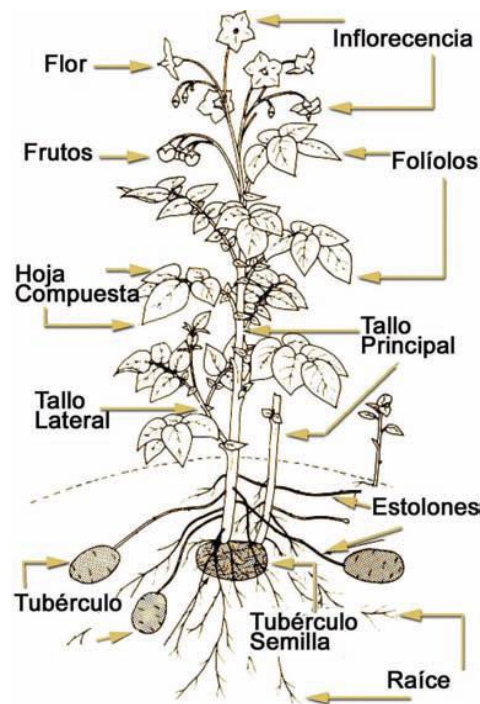


Figura 1. Morfología de la planta de papa
Fuente: Yara, 2003

Las hojas son compuestas y pinnadas. Las hojas primarias de plántulas pueden ser simples, pero una planta madura contiene hojas compuestas en par y alternadas. Las hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en las variedades mejoradas (Cuesta *et al.*, 2002).

Diversos factores climáticos, especialmente el fotoperiodo y la temperatura, estimulan la floración. Las flores nacen en racimos y por lo regular son terminales (Cuesta *et al.*, 2002).

Cuesta (2002) explica que cada flor contiene órganos masculino (androceo) y femenino (gineceo). Son pentámeras (poseen cinco pétalos) y sépalos que pueden ser de variados colores, pero comúnmente blanco, amarillo, rojo y púrpura. Muchas variedades dejan caer las flores después de la fecundación. La autopolinización se realiza en forma natural. En los tetraploides la polinización cruzada es relativamente rara.

El fruto de la papa es una baya pequeña y carnosa que contiene las semillas sexuales. La baya es de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo (Cuesta *et al.*, 2002).

Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas. Cultivos comerciales de papa pueden ser obtenidos a partir de híbridos provenientes de semilla sexual, pero la semilla sexual se usa generalmente con propósitos de mejoramiento. En la actualidad, los mejoradores esperan uniformizar la progenie con el fin de obtener una papa con características determinadas (Cuesta *et al.*, 2002).

De acuerdo con Cuesta (2002) los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. La formación de tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces.

El autor señala que el tejido vascular de los tallos, estolones y tubérculos toma inicialmente la forma de haces bicolaterales, con grupos de células floemáticas de pared delgada en la parte externa del xilema (floema externo) y hacia el centro en la parte interna del xilema (floema interno). A medida que el estolón se alarga, el parénquima se desarrolla, separando los haces vasculares de tal forma que

el anillo vascular se extiende. Mientras el tubérculo está en crecimiento, nuevos grupos de floema, incluyendo tubos cribosos, células acompañantes y elementos del parénquima conductor, se forman. Hidratos de carbono se almacenan dentro de las células del parénquima de reserva, de la medula y la corteza en forma de gránulos de almidón con detalles característicos.

En las axilas del tubérculo se sitúan las yemas de crecimiento llamadas “ojos”, dispuestas en espiral sobre la superficie del tubérculo (INFOAGRO, 2008).

2.1.4. Cultivo de papa en el Ecuador

En el Ecuador, la papa ha sido tradicionalmente un cultivo de altura entre los 2000 y los 3600 msnm; sin embargo, recientemente se ha comenzado a cultivar papa en la Península de Santa Elena en la Costa, con resultados alentadores. En la sierra se encuentra el cultivo en zonas templadas a frías con un rango de temperatura de 6° a 18°C y una precipitación entre 600 a 1200 mm. La papa se desarrolla mejor en suelos francos, bien drenados, húmiferos y apropiadamente abastecidos de materia orgánica y nutrientes (Cuesta *et al.*, 2002).

El número de familias dedicadas a la producción de papa es de aproximadamente 42 000, número igual al de familias que cultivan maíz suave. No hay un consenso sobre la productividad en el país. De las 66 000 hectáreas dedicadas a la papa, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) reporta una producción promedio de 480 000 toneladas y un rendimiento promedio de 7.7

t/ha. Sin embargo, estudios realizados por el INIAP revelan un rendimiento promedio de 14 t/ha. Con un valor total bruto de 60 millones de dólares anuales, la papa es una importante fuente de ingresos para las comunidades rurales y un componente fundamental de la economía nacional (Andrade *et al.*, 2002).

Existen tres pisos ecológicos principales en el país: andino (más de 3600 msnm), subandino (3200 - 3600 msnm) e interandino (2800 - 3200 msnm). En el piso andino, las especies mejor adaptadas y más difundidas son las raíces y tubérculos andinos, entre ellos la papa y, siguiendo en importancia, los cultivos de haba y cebada. También, el sistema incluye el pastoreo extensivo de animales domésticos, especialmente de ovejas. En este piso frecuentemente ocurren heladas, sobre todo en las hondonadas y planicies (Cuesta *et al.*, 2002).

La precipitación en la sierra tiene un carácter bimodal: de febrero a mayo y de octubre a diciembre, debido a los movimientos de la zona de convergencia intertropical. La principal estación seca o de verano ocurre de junio a agosto. Entre fines de diciembre y comienzos de enero existe un periodo menos lluvioso conocido como el veranillo del niño (Cuesta *et al.*, 2002).

Debido a la elevada radiación solar, la producción potencial es alta y aproximadamente constante, por la cual la sierra tiene excelentes condiciones para la producción vegetal. La nubosidad puede afectar hasta un 50% del periodo de brillo solar diario. Sin embargo, la radiación difusa en cielo cubierto es hasta un 100% más eficiente que la radiación difusa en cielo descubierto (Cuesta *et al.*, 2002).

2.1.5. Suelos

El suelo es considerado como un organismo vivo que cumple funciones importantes para las plantas. Se encuentra formado por distintos constituyentes; La parte mineral está conformada por partículas de: arena, limo y arcilla, que dejan entre ellos espacios llamados poros ocupados ya sea por agua o aire; y, la parte orgánica está constituida por la materia orgánica viva o muerta (Merchán *et al.*, 2009).

El tipo de suelo predominante en la sierra es de origen volcánico con alto contenido en aluminio activo, extractable con oxalato ácido de amonio. El suelo denominado negro andino se ha desarrollado de ceniza volcánica fina que forma un complejo químico entre la materia orgánica y los minerales. Este tipo de suelo es comúnmente profundo en el país y rico en materia orgánica (8 a 16% por volumen). Posee una alta capacidad de retención de agua, alta estabilidad estructural, baja densidad aparente, deshidratación reversible, buena permeabilidad, y es de consistencia untuosa. Por ello, los suelos negros andinos son muy aptos para el cultivo de papa (Andrade *et al.*, 2002).

Sin embargo, debido a la presencia de alófona e imogolita y por el complejo aluminio-humus, estos suelos tienen un alto poder de fijación de fósforo. Como resultado, el Ecuador es uno de los países que más utiliza fertilizantes fosforados (Andrade *et al.*, 2002).

2.1.6. Preparación del suelo

La preparación de la parcela depende del tipo de suelo, condiciones climatológicas, humedad y riesgo a la erosión. Comúnmente el cultivo de papa conlleva un alto riesgo de erosión de acuerdo al sistema que se use. En el Ecuador, la mayoría de los agricultores practican un sistema de labranza que invierte y remueve los primeros 30 cm de la capa arable. Por lo general, este trabajo se realiza en forma manual o con la ayuda de un arado de tracción animal o maquinaria agrícola (Oyarzún *et al.*, 2002a).

El terreno debe ser preparado dos meses antes de la siembra. Esta actividad ayuda a eliminar los insectos que viven en el suelo, pues morirán al estar expuestas al sol del día y al frío de la noche (Orrego *et al.*, 2012).

Oyarzún (2002a) manifiesta que para la operación de labranza se recomiendan suelos de textura liviana y media, tales como los negro andino, con una humedad cercana a la capacidad de campo, ya que los suelos saturados pueden compactarse con la entrada de equipos pesados y bueyes. Se debe tomar en cuenta que se corre riesgo de erosión cuando se cultiva papa en pendientes superiores al 20%. Este problema se torna aún más grave cuando se ara con tractor en sentido de la pendiente, por lo que se debe restringir el uso de arado de discos a terrenos planos, debido a su capacidad de arrastre en ladera. De hecho, esta es la causa principal de erosión de los suelos negro andinos en Ecuador.

La preparación oportuna del suelo es un factor importante para el desarrollo de tubérculos. Para terrenos en descanso (potrero viejo o barbecho) los agricultores generalmente incorporan al suelo materia verde existente para su adecuada

descomposición. La velocidad de descomposición depende de diversos factores, especialmente la textura y humedad del suelo y la presencia y actividad de microorganismos. En la mayoría de casos bajo las condiciones de las zonas paperas de la sierra ecuatoriana, este proceso dura aproximada dos a tres meses. En caso de rastros, el proceso de descomposición es menor (tres a cuatro semanas). No es aconsejable trabajar cuando existe exceso de humedad, para evitar una compactación del suelo, o deficiencia de humedad, para evitar la pulverización de agregados (Oyarzún *et al.*, 2002a).

Según Villavicencio y Vásquez (2008) la arada consiste en la roturación de la capa superficial a fin de aflojar el suelo, incorporar residuos vegetales y controlar malezas, esta labor debe ser profunda ya sea con tractor, yunta o pico, pueden incluirse varios pases con el arado

Se debe realizar las labores de rastra a una profundidad de 10 a 15 cm para establecer condiciones favorables para la germinación y crecimiento del cultivo (Oyarzún *et al.*, 2002a).

El surcado debe realizarse en sentido opuesto a la pendiente con yunta o azadón, a 1,10 metros de separación; esto puede variar, ya que mientras más inclinado sea el terreno más amplia debe ser la distancia entre surcos (Villavicencio y Vásquez Edit., 2008).

Los surcos deben tener una ligera inclinación para evitar que el agua se empoce, pues el agua podría favorecer el desarrollo de alguna enfermedad. También ayuda a reducir la erosión del suelo (Orrego *et al.*, 2012).

2.1.7. Siembra

La primera época de siembra, si se cuenta con riego a partir de abril hasta julio (siembra de verano); La segunda siembra es a partir de septiembre a diciembre (siembra de invierno) (Villavicencio y Vásquez Edit., 2008).

Comúnmente, la papa es reproducida en forma vegetativa a través de tubérculo-semilla (Oyarzún *et al.*, 2002a).

Utilizar tubérculo-semilla de buena calidad sanitaria física, genética y fisiológica; que procedan de sitios altos, es decir, que la semilla haya sido cosechada en terrenos cuya altitud es mayor al sitio donde se va a sembrar el nuevo cultivo. Al usar una semilla de 60 gramos o dos de 30 gramos en cada sitio, a la distancia de un pie o sea 30 centímetros, para una hectárea se requieren alrededor de 1133 kilogramos (25 quintales) (Villavicencio y Vásquez Edit., 2008).

Algunos mercados exigen tubérculos de tamaño mediano a grande (para consumo y procesos industriales), mientras que otros exigen tubérculos pequeños (semilla o congelados). La densidad de un cultivo se expresa normalmente como el número de plantas por unidad de área. En el caso de la papa, cada planta proveniente de un tubérculo forma un conjunto de tallos. Cada tallo que forma raíces, estolones y tubérculos y se comporta como una planta individual que se conoce como un *tallo principal*. La densidad de tallos por m² influye directamente sobre la cantidad de tubérculos que pueden alcanzar un tamaño comercial, y por eso es un factor agronómico determinante en la producción (Oyarzún *et al.*, 2002a).

2.1.8. Fertilización y Abonadura

El grado de fertilidad de un suelo se mide normalmente en función de la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Sin embargo, un suelo con alta cantidad de nutrientes no es necesariamente fértil, ya que diversos factores, como la compactación, mal drenaje, sequía, enfermedades o insectos pueden limitar la disponibilidad de nutrientes. Por ello, el concepto de fertilidad debería incluir criterios químicos, físicos y biológicos. El cultivo intensivo, erosión continua y pobre manejo agronómico, entre otras prácticas pueden contribuir a la pérdida de fertilidad de un suelo (Oyarzún *et al.*, 2002a).

El análisis de suelos es una práctica de gran utilidad para determinar las condiciones químicas y físicas del suelo, que permita dar soluciones a problemas detectados en el mismo, constituye una herramienta muy importante en la agricultura, se lo utiliza como referencia para el uso correcto de fertilizantes químicos y orgánicos en nuestros cultivos, lo que garantiza una mejor calidad y rendimiento en la producción (Merchán *et al.*, 2009).

2.1.9. Labores culturales

Las labores culturales son actividades que se realizan después de que las plantas han nacido. En el país, las principales prácticas culturales asociadas con el manejo agronómico son:

La labor de **retape** se hace comúnmente en la provincia de Carchi entre los 15 y 21 días después de la siembra. Sirve para incorporar el fertilizante complementario tanto como para el control mecánico de malezas. En algunas zonas esta labor sustituye al rascadillo (Oyarzún *et al.*, 2002a).

El **rascadillo** consiste en remover superficialmente el suelo, lograr el control oportuno de malezas y permitir que el suelo se airee. Esta labor se realiza a los 30 o 35 días después de la siembra, cuando las plantas tengan de diez a 15 centímetros de altura. No obstante, el momento del rascadillo puede variar de acuerdo con la calidad de preparación del suelo y de la humedad reinante (Oyarzún *et al.*, 2002a).

El **medio aporque** se realiza entre los 60 días de la siembra, con azadón o pala. En esta labor se suele incorporar Muriato de Potasio y urea en banda lateral a unos 10cm del cuello de las plantas, al lado de arriba, primero colocar el fertilizante luego apegar la tierra (Villavicencio y Vásquez Edit., 2008).

El **aporque** tiene como propósito de incorporar una capa de suelo a fin de cubrir los estolones en forma adecuada, ayudando de esta manera a crear un ambiente propicio para la tuberización. Además, sirve para controlar malezas, proporcionar sostén a la planta y facilitar la cosecha (Oyarzún *et al.*, 2002a).

Se aporca a los 75 días después de la siembra, colmando al máximo la tierra a los lados y entre los tallos (Villavicencio y Vásquez Edit., 2008).

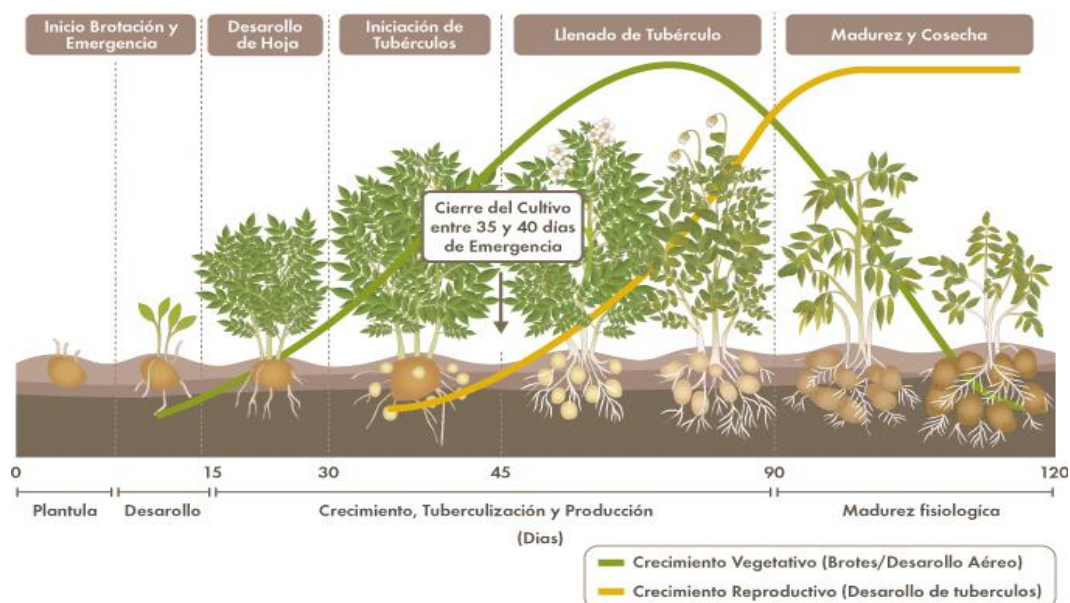


Figura 2. Etapas de crecimiento del cultivo de papa
Fuente: SQM, 2015

2.1.10. Manejo Integrado de Plagas

Actualmente, el término plaga está definido tanto para los animales (insectos, ácaros, nemátodos, aves y roedores), microorganismos que producen enfermedades (daños o trastornos causados por patógenos: viroides, virus, micoplasmas, bacterias y hongos) y plantas superiores que pueden causar daños económicos (malezas) (Cañedo *et al.*, 2011).

El MIP es un enfoque que considera las condiciones ecológicas y socioeconómicas de un agroecosistema como una unidad, y se esfuerza por mantener una productividad sostenible. Se enfoca en el control de plagas, utilizando los factores limitantes naturales y una integración de técnicas que dan prioridad a

los métodos biológicos, biorracionales, mejoramiento genético y prácticas culturales, restringiendo el uso de plaguicidas químicos a un mínimo necesario (Kroschel *et al.*, 2012).

2.1.11. Riego

El agua transporta los nutrientes del suelo hacia la zona de raíces y luego se distribuye por toda la planta. La planta de papa es muy sensible a la deficiencia de agua, cuya demanda va en aumento y de acuerdo con el desarrollo del follaje. En todas las etapas de crecimiento no debe existir ni exceso ni deficiencia de agua (Huaraca *et al.*, 2009).

Un cultivo de papa localizado a 3000 msnm necesita entre 600 y 700 mm de agua, distribuida en forma más o menos uniforme a lo largo del ciclo vegetativo. La etapa crítica, durante la cual no debe faltar agua, corresponde al periodo de floración-tuberización (Oyarzún *et al.*, 2002a).

El riego artificial puede darse de dos formas: por aspersión y por gravedad, en ambos casos es preciso no encharcar el suelo ya que puede causar pudriciones radiculares y de tubérculos. En caso de encharcamientos por exceso de lluvias se debe drenar a la brevedad posible (Villavicencio y Vásquez Edit., 2008).

2.1.12. Cosecha

Tradicionalmente, los productores de Ecuador dejan sus cultivos de papa en el campo hasta ver la senescencia de la planta; es decir, cuando los tallos se viran y las hojas se vuelven amarillas. Sin embargo, es recomendable tomar en cuenta el uso eventual de la cosecha (Oyarzún *et al.*, 2002a).

La labor de cosecha o cave puede realizarse con azadón o yunta, tratando siempre de no lastimar los tubérculos (Villavicencio y Vásquez Eds., 2008).

2.1.13. Variedad Superchola

Esta variedad mejorada fue generada por el señor Germán Bastidas y liberada en 1984, cuyo origen genético viene de la cruce de: [(Curipamba negra x *Solanum demissum*) x (clon resistente con comida amarilla x chola seleccionada)] (Pumisacho y Velásquez, 2009).

Su follaje es frondoso, de desarrollo rápido; tallos robustos y fuertes; hojas medianas que cubren bien el terreno. Se caracteriza por tubérculos medianos de forma elíptica a ovalada; piel rosada y lisa, de color crema alrededor de los ojos, pulpa amarilla pálida sin pigmentación y ojos superficiales (Cuesta *et al.*, 2002).

Presenta un periodo de reposo de 80 días; es una variedad de maduración semitardía (180 días a 3000 m de altitud). Tiene un rendimiento promedio de 30 t/ha. Es medianamente susceptible a tizón tardío, resistente a roya y tolerante al nematodo del quiste de la papa (Pumisacho y Velásquez, 2009).

2.1.14. Variedad ICA Única

Es una variedad colombiana mejorada obtenida por el ICA, liberada en 1995 cuyos parentales son: E-59-42 (Clon *neotuberosum ssp adg*) x Masal de polen (variedades nativas colombianas) (Ñústez, 2011).

El autor señala que esta variedad presenta porte de planta alto, follaje verde oscuro, floración media y poca formación de frutos. Es relativamente tardía (165 días a 2600 metros de altitud). Tiene corto periodo de reposo (1,5 meses a 15°C y 75% H.R.). Es de adaptación amplia y su potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es superior a las 40 t/ha. Es moderadamente resistente a tizón tardío, susceptible a PYVV y presenta tendencia moderada al verdeamiento.

2.1.15. Variedad Diacol Capiro

Es una variedad colombiana mejorada obtenida por el ICA, liberada en 1968 cuyos parentales son: (CCC 751) *ssp. Tuberosum* x Tuquerreña (CCC 61 *ssp. andigena*) (Ñústez, 2011).

Presenta porte de planta medio, follaje verde oscuro, floración media y muy poca formación de frutos. Es relativamente tardía (165 días a 2600 metros de altitud). Es la principal variedad para procesamiento en Colombia, tanto en hojuela como en bastón. Es de adaptación amplia, su potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es superior a las 40 t/ha, y tiene periodo de reposo de 3 meses (15°C y 75% H.R.). Es susceptible a PYVV, a roña (*spongospora subterranea*) en raíz y tubérculo y, actualmente, es la variedad más susceptible a tizón tardío (Ñústez, 2011).

2.2. EL TIZÓN TARDÍO

El tizón tardío es sin duda la enfermedad que más seriamente afecta al cultivo de papa en el país y, por consiguiente, la de mayor riesgo. Generalmente, la enfermedad se presenta entre los 2800 y los 3400 msnm. En condiciones favorables al tizón, un cultivo sin protección puede ser destruido en una semana o menos. Es por eso que tiene mayor peso en el costo de protección (Oyarzún *et al.*, 2002b).

Las condiciones climáticas en la sierra favorecen el desarrollo de epidemias, en particular temperaturas moderadas entre 12 a 18°C, alta humedad imperante en la época de temporal, niebla y lluvias matinales y sol intenso por las tardes, así como la siembra escalonada de papa durante todo el año (Oyarzún *et al.*, 2002b).

2.2.1. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary

El nombre de *Phytophthora infestans*, se deriva de las palabras griegas *phyto*=planta, *phthora*= destructor. Este patógeno, miembro de la clase *oomycete*, pertenece al reino cromista y está relacionado filogenéticamente con las diatomeas y algas pardas (Pérez y Forbes, 2008).

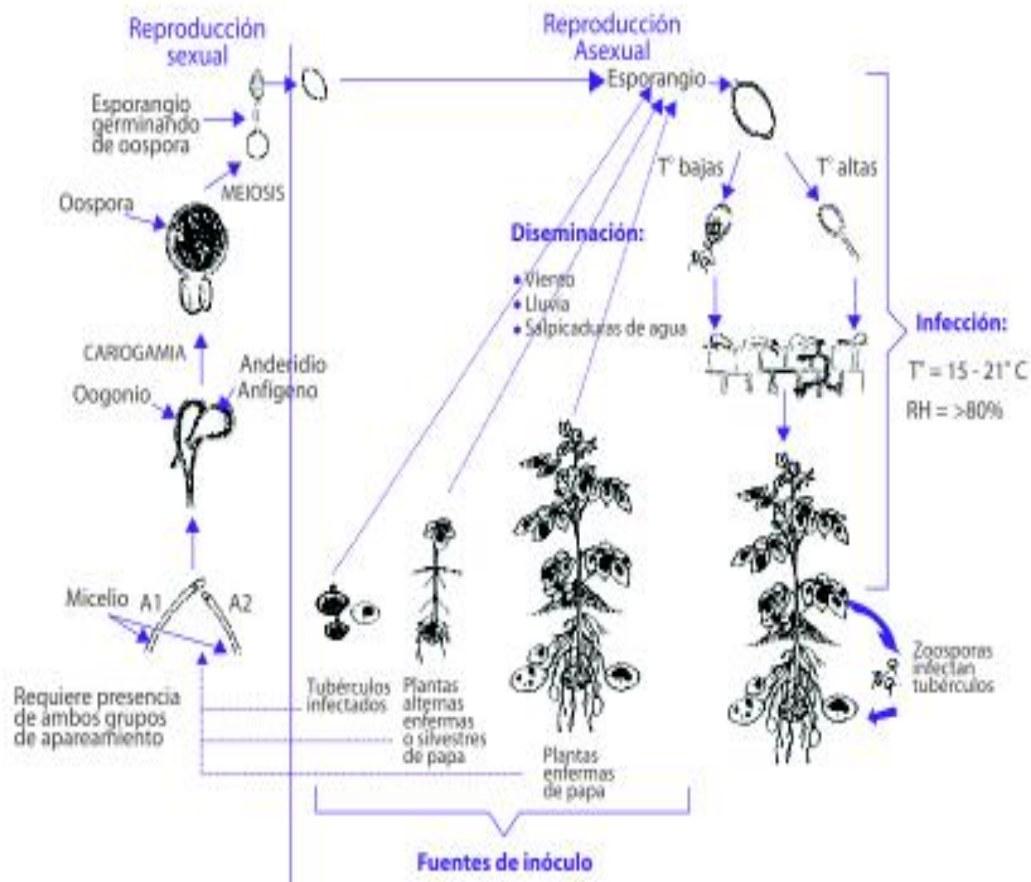


Figura 3. Ciclo de vida de *Phytophthora infestans*.

Fuente: Pérez W., Forbes G. 2008. Manual Técnico El tizón tardío de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Pág. 13

2.2.1.1. Morfología

El micelio es cenocítico, es decir no presenta septas o tabiques que separen el micelio; los esporangios son ovoides, elipsoidales a limoniformes, ahusados en la base, caducos, con un pedicelo menor de 3 mm y semipapilados. Su tamaño varía de 36 x 22 μm a 29 x 19 μm . Los esporangióforos son de crecimiento continuo, con un pequeño hinchamiento justo debajo del esporangio (Pérez y Forbes, 2008).

2.2.1.2. Ciclo de vida

2.2.1.2.1. Asexual

En agua libre y con bajas temperaturas, los esporangios germinan indirectamente produciendo alrededor de 8 - 12 zoosporas uninucleadas y biflageladas. Las zoosporas se forman dentro del esporangio y son liberadas cuando se rompe la pared esporangial a nivel de su papila, lo cual permite a las zoosporas nadar libremente. Las zoosporas tienen dos flagelos diferentes: uno de los flagelos es largo y en forma de látigo, en tanto que el otro es más corto y ornamentado, con dos filas laterales de pelos en el extremo (Pérez y Forbes, 2008).

Las zoosporas se enquistan sobre superficies sólidas, es decir, se detienen, adquieren una forma redondeada y forman una pared celular. Luego, en presencia de humedad, pueden desarrollar un tubo germinativo y penetrar a la hoja por los estomas, o formar el apresorio, de tal manera que la hifa de penetración ingresa directamente a través de la cutícula. Una vez dentro de la planta, el micelio se desarrolla intercelularmente formando haustorios dentro de las células. Ocasionalmente se forman haustorios en forma extracelular (Pérez y Forbes, 2008).

Cuando la temperatura es mayor a 15°C, los esporangios pueden germinar directamente, formando un tubo germinativo que penetra la epidermis de la hoja e infecta al hospedante (Pérez y Forbes, 2008).

Los gametangios se forman en dos hifas separadas, por lo que *P. infestans* es heterotálico. Así, ambos tipos de apareamiento A1 y A2, deben estar presentes

para que ocurra la reproducción sexual. La unión de los gametos ocurre cuando el oogonio atraviesa el anteridio y ocurre la plasmogamia. Esto conduce a la fertilización y al desarrollo de una oospora con paredes celulares gruesas. La oospora es fuerte y puede sobrevivir en los rastros. Bajo condiciones favorables, la oospora produce un tubo germinativo que forma un esporangio apical, el cual puede liberar zoosporas o formar nuevamente un tubo germinativo, los cuales sirven como inóculo primario (Pérez y Forbes, 2008).

2.2.2. Síntomas de la enfermedad

2.2.2.1. **Hojas:** Las manchas son de color marrón claro a oscuro, de apariencia húmeda, de forma irregular, algunas veces rodeadas por un halo amarillento, no están limitadas por las nervaduras de las hojas. Estos síntomas se presentan inicialmente en los bordes y puntas de las hojas. Bajo condiciones de alta humedad, se forman en la cara inferior (envés) de las hojas unas vellosidades blanquecinas que constituyen las estructuras del patógeno (esporangióforos y esporangios) (Pérez y Forbes, 2008).

2.2.2.2. **Tallos y pecíolos:** Las lesiones son necróticas, alargadas de 5 – 10 cm de longitud, de color marrón a negro, generalmente ubicadas desde el tercio medio a la parte superior de la planta, presentan consistencia vítrea. Cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro del tallo, éstas se quiebran fácilmente al paso de las personas, equipos agrícolas o de vientos fuertes. En condiciones de alta humedad también hay esporulación sobre estas lesiones pero no muy profusa como se presenta en las hojas (Pérez y Forbes, 2008).

2.2.2.3. **Tubérculos:** Los tubérculos afectados presentan áreas irregulares, ligeramente hundidas. La piel toma una coloración marrón rojiza. Al corte transversal se pueden observar unas prolongaciones delgadas que van desde la superficie externa hacia la médula a manera de clavijas. En estados avanzados se nota una pudrición de apariencia granular de color castaño oscuro a parduzco, en estas condiciones puede ocurrir una pudrición secundaria causada por otros hongos (*Fusarium* spp.) y bacterias (*Pectobacterium* spp. *Clostridium* spp. etc.), provocando la desintegración del tubérculo y haciendo difícil el diagnóstico (Pérez y Forbes, 2008).

En el campo las plantas infectadas despiden un olor característico muy similar al que provoca la quema química o una helada, como resultado de la muerte rápida y descomposición bacteriana del tejido. Para identificar a *P. infestans* es necesario confirmar la presencia de esporangios a través de la observación directa o luego de un periodo de incubación del tejido enfermo en cámara húmeda (Oyarzún *et al.*, 2002b).

El signo de la *P. infestans* es la pelusilla de color blanco que aparece rodeando las manchas en hojas y a veces en tallos luego de una noche húmeda y no tan fría. Esta pelusilla está formada por miles de esporas sostenidas por pequeños hilos. La pelusilla es la mejor forma de diferenciar al tizón tardío de otras enfermedades. Las esporas de *Phytophthora* tienen forma de limón (Cáceres *et al.*, 2007).

La infección de tubérculos no es usual en el Ecuador, probablemente debido al alto contenido de aluminio en los suelos andisoles y la práctica de altos aporques (Oyarzún *et al.*, 2002b).

2.2.3. **Epidemiología**

El hongo inverna en forma de micelio en los tubérculos de papa infectados. Este micelio se propaga en los tejidos de los tubérculos de papa y por último llega a unos cuantos de los retoños que se formaron a partir de los tubérculos infectados que se utilizan como semilla, así como a las plantas voluntarias desarrolladas a partir de tubérculos enfermos abandonados en el campo, o bien puede llegar a los brotes que se han formado por las papas infectadas que fueron depositadas en basureros o en montones de desechos (Agrios, 2005).

Los esporangios también pueden sobrevivir varios días e incluso semanas en suelo húmedo, sin embargo no sobreviven temperaturas de congelación. Los brotes desarrollados a partir de los tubérculos infectados constituyen el inóculo inicial. El micelio crece a través del tallo y llega a la superficie del suelo (Pérez y Forbes, 2008).

El micelio se propaga hacia el tallo de las plantas con mayor rapidez a nivel de la región cortical, dando como resultado la decoloración y el colapso de las células de esa zona. Más tarde, el micelio se desarrolla entre las células medulares del tallo, pero rara vez se le encuentra en el sistema vascular. Cuando el micelio alcanza las partes aéreas de las plantas, produce esporangióforos que emergen a

través de los estomas de las hojas y del tallo y se proyectan al aire. Los esporangios que se forman sobre los esporangióforos se desprenden y son diseminados por la lluvia o bien son llevados por las corrientes de aire cuando han llegado a la madurez. Al depositarse sobre las hojas o tallos húmedos de las plantas de papa, los esporangios germinan y producen nuevas infecciones (Agrios, 2005).

El tubo germinativo de los esporangios o de las zoosporas forman apresorios y mediante la hifa infectiva penetran principalmente por las células adyacentes a las células oclusivas del estoma. También pueden penetrar la pared periclinal de las células epidermales y formar un micelio intercelular. Al cabo de unos cuantos días (4 días en condiciones óptimas: temperaturas moderadas y alta humedad) después de haberse producido la infección, emergen nuevos esporangióforos a través de los estomas y producen numerosos esporangios que infectarán otras plantas. En una sola campaña de cultivo pueden producirse varias generaciones asexuales del patógeno (Pérez y Forbes, 2008).

La segunda fase de la enfermedad, o sea la infección de los tubérculos, se produce en el terreno de cultivo durante tiempo húmedo, cuando los esporangios son arrastrados de las hojas y transportados hacia el suelo. Los tubérculos de papa que se localizan cerca de la superficie del suelo son atacados por las zoosporas que han sido liberadas y que germinan, y penetran en ellos a través de heridas o lenticelas. En el tubérculo, el micelio se desarrolla principalmente entre las células y envía sus largos haustorios en forma de hoz hacia el interior de ellas (Agrios, 2005).

2.3. EL CONTROL QUÍMICO

Involucra la utilización de productos químicos capaces de prevenir la infección o realizar algún tipo de control posterior a la infección. Los productos usados para controlar el tizón tardío son clasificados como de contacto, sistémicos y translaminares (Pérez y Forbes, 2008).

Para controlar al tizón tardío de la papa usando fungicidas es importante conocer algunos conceptos como ingrediente activo, nombre comercial, modo de acción y formulación. También se debe conocer los principales fungicidas disponibles en el mercado. Finalmente, se debe tener presente la efectividad de los fungicidas, la prevención de la enfermedad y ciertos datos de campo, como la cantidad de tizón alrededor y dentro del campo de cultivo, las condiciones ambientales, la resistencia de la variedad de papa, el estado de crecimiento del cultivo y el período desde la última aplicación de fungicida (Cáceres *et al.*, 2007).

Los fungicidas son usados extensamente en la industria, la agricultura, en el hogar y el jardín para un número de propósitos que incluyen: para protección de las semillas de granos durante su almacenamiento, transportación y la germinación; para la protección de los cultivos maduros, de las fresas, los semilleros, las flores e hierbas silvestres, durante su almacenamiento y transportación (Reigart y Roberts, 1999).

2.3.1. **De contacto**

Actúan sobre la superficie de la planta y evitan la germinación y penetración del patógeno, disminuyendo las fuentes iniciales de la enfermedad. Son conocidos como fungicidas protectantes, residuales o de contacto. Sólo protegen las zonas donde se deposita el fungicida, las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno (Pérez y Forbes, 2008).

2.3.2. **Sistémicos**

Estos productos son absorbidos a través del follaje o de las raíces. La translocación se realiza en forma ascendente, y a veces descendente, por vía interna a través del xilema y floema. Tienen la capacidad de proteger las hojas producidas después de la aplicación. Inhiben algunas o varias etapas específicas del metabolismo del patógeno. Con ciertos productos, su uso continuo ha generado la aparición de cepas resistentes a estos fungicidas (Pérez y Forbes, 2008).

2.3.3. **Translaminares**

Son productos que tienen la capacidad de moverse a través de la hoja, pero no de hoja a hoja, por lo que las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno (Pérez y Forbes, 2008).

2.4. RESISTENCIA A FUNGICIDAS

La resistencia a fungicidas significa una menor sensibilidad que la normal a dichos productos en una población del patógeno. Esta resistencia es el resultado de mutaciones estables y heredables. La resistencia al ingrediente activo metalaxyl es uno de los ejemplos más claros y que ha sido reportada dentro de poblaciones de *P. infestans* a escala mundial, constituyéndose en un factor limitante en el uso de este fungicida (Pérez y Forbes, 2008).

Se han reportado dos tipos de riesgo de resistencia en los fungicidas: riesgo inherente al fungicida y riesgo inherente al patógeno. Las características químicas del ingrediente activo y su modo de acción frente al patógeno son los elementos determinantes del riesgo inherente al fungicida. Existen, por lo tanto, fungicidas de alto, medio y bajo riesgo de generar resistencia. La duración del ciclo de vida del patógeno y su potencial de mutación están asociadas al riesgo inherente al patógeno. La presión de selección de aislamientos resistentes del patógeno a un determinado fungicida en extensas áreas de cultivo está relacionada al riesgo inherente al patógeno. Existen por lo tanto patógenos de alto, medio y bajo riesgo de generar problemas de resistencia (Pérez y Forbes, 2008).

El Comité de Acción para la Resistencia a Fungicidas (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC por sus siglas en inglés) ha clasificado a *P. infestans* como un patógeno de alto riesgo para fungicidas del tipo fenilamidas y sólo como un patógeno de riesgo medio para fungicidas con otros modos de acción (Pérez y Forbes, 2008).

2.5. LOS FOSFITOS

El tizón tardío es la enfermedad más importante del cultivo de papa en Ecuador. Su control requiere fungicidas peligrosos para el medio ambiente, productor y salud humana. Estrategias de control que sustituyan fungicidas muy peligrosos (Ethilen-bis-dithio-carbamatos), con aquellos menos peligrosos (fosfitos), parece tener un potencial grande para afrontar esta problemática (Taipe *et al.*, 2008).

El fósforo en forma natural no aparece en la naturaleza debido a que es muy reactivo, rápidamente se combina con átomos como el oxígeno y el hidrógeno (Lovatt y Mikkelsen, 2006).

Los fosfitos (Phi) son sales de ácido fosforoso combinados con diferentes cationes como calcio, potasio, magnesio, entre otros. No son tóxicos para el ambiente y la salud humana (Lobato *et al.*, 2008).

Es importante destacar que el fosfito también llamado “fosfonato”, es una sal del ácido fosforoso o fosfónico. No debe confundirse con los conocidos fertilizantes a base de fosfatos que provienen del ácido fosfórico. A diferencia del ácido fosfórico que contiene cuatro átomos de oxígeno (H_3PO_4), el ácido fosforoso (H_3PO_3) y los compuestos relacionados contienen solo tres átomos de oxígeno. Tanto a los fosfatos como a los fosfitos se le pueden adicionar otros elementos (K, Cu, etc.) (Carmona y Satua, 2011).

2.5.1. Historia de los fosfitos

Las propiedades antifúngicas de los fosfitos fueron descubiertas en Francia en la década de 1970, precisamente en estudios sobre el tizón de la papa (Fosetyl-Al-*P. infestans*) (Carmona y Satua, 2011).

El interés por el fosfito se evidenció más cuando se demostró que una sal de fosfonato de aluminio, denominada Fosetyl-Al se movía de las hojas hacia las raíces por el floema en forma de fosfito y proporcionaba control de algunas enfermedades radiculares (Lovatt y Mikkelsen, 2006).

Fosetyl-Al, una vez absorbido por la planta se convierte en ión fosfito, entonces se demuestra que el ion fosfito era el responsable de la acción fúngica del Fosetyl-Al (Payeras, 2008).

2.5.2. Diferencia con los fosfatos

La diferencia biológica entre el fosfito y el fosfato radica en que el fosfito es muy activo en la planta debido a su ligera inestabilidad, y tiende a reaccionar con todo. El fosfito es muy soluble en agua, y es fácilmente absorbido por la planta a través de la raíz como las hojas (Payeras, 2008).

El fosfito tiene una concentración de fósforo de 39%, mientras que los fertilizantes fosfatados tienen una concentración de 32%. Las sales de fosfito por lo general son más solubles que las sales de fosfato (Lovatt y Mikkelsen, 2006).

La composición química de un fosfato es parecido al de una roca, y deben ser aplicados en grandes cantidades para obtener un buen resultado. La razón es porque es muy estable, por lo tanto se conoce que a la planta le llega muy poca cantidad de la que aplicamos al suelo (Payeras, 2008).

2.5.3. Modo de acción de los fosfitos

Activa 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 éste actúen como elicitores externos (Payeras, 2008).

Se ha demostrado que los fosfitos (Phi) tienen actividad biocida contra algunos patógenos en papa (*Phytophthora infestans*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Streptomyces scabies*, *Pectobacterium caratovorum*) (Lobato *et al.*, 2008).

Los fosfitos previenen el ataque de enfermedades porque desde su primera aplicación activan los mecanismos de defensa natural y los predisponen para enfrentar un ataque del agente causal de la enfermedad, en este caso los hongos del género Oomiceto, lo cual representa un beneficio porque permite a los agricultores ahorrar recursos que emplearía comúnmente en medidas de control curativo de la enfermedad, sin tener en cuenta el impacto negativo que se presenta en la producción (Yamuni y Ortega Macpherson, 2009).

Ejerce un efecto directo sobre el metabolismo fúngico. Este ion compite con el fósforo en diversas rutas metabólicas catalizadas por varias enzimas

fosforilativas. Por esto los procesos de transferencia de energía del hongo sufren un retraso o podrían 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 (Payeras, 2008).

El empleo de fosfitos, ayuda a la planta a crear unas estructuras y condiciones que la hacen menos sensible a los ataques de aquellos patógenos que se ven obstaculizados por la síntesis de calosa, lignina, suberina y otras sustancias que refuerzan la pared celular (Payeras, 2008).

La habilidad para estimular a que las plantas produzcan una gran espectro de metabolitos biológicamente activos, hacen que esta molécula sea benigna para el medio ambiente y sea seguro de usar (Lovatt y Mikkelsen, 2006).

2.5.4. Aplicación de los fosfitos

Lo recomendado es que se usen de manera preventiva y de forma calendarizada para prevenir y evitar el desarrollo de la enfermedad, es recomendable la aplicación cada 10 a 14 días (Rivera, 2008).

Como potente fungicida contra los hongos de suelo o vasculares (tanto en forma preventiva como curativa), como potencializador de las defensas de la planta, como una fuente de fósforo y del nutriente al cual esté acompañado, como activador metabólico en estados post-stress (Payeras, 2008).

El uso de fosfitos debe combinarse con otras prácticas de control, es decir, utilizarlos como un complemento que permite aumentar las defensas de la planta

ante una posible infección del patógeno y hacer más efectivo el uso de fungicidas específicos (Rivera, 2008).

2.5.5. GLASS K (Fosfito Potásico)

Es un abono complejo de fósforo y potasio indicado especialmente para la maduración y engorde de frutos. Su especial formulación está estudiada para favorecer el desarrollo del sistema radicular, así como la floración, cuajado y maduración de los frutos. El potasio que se encuentra en su composición se encuentra en forma de fosfito de potasio, su aplicación favorece la síntesis de fitoalexinas, sustancias implicadas en el sistema de autodefensa vegetal (Morera, 2010).

Su composición tiene Anhídrido fosfórico (P_2O_5) total, soluble en agua: 30%; Óxido de potasio (K_2O) total, soluble en agua: 20%; Fósforo y potasio en forma de fosfito potásico (50%) (Morera, 2010).

2.6. AMISTAR (Azoxystrobin)

Es una Estrobilurina sistémica (movimiento por xilema), potente inhibidor de germinación de esporas. ‘Triple efecto’: preventivo, curativo/erradicante, antiesporulante. Amplio espectro, persistente control de enfermedades. Patógenos, no patógenos hospederos, saprófitos. Seguro al cultivo. Actúa como inhibidor de la respiración mitocondrial, interrumpiendo el ciclo de energía del hongo, interfiere

en el ciclo de vida del hongo, principalmente durante la germinación de las esporas y la penetración del tejido. El azoxystrobin muestra absorción gradual en las hojas, debido a su sistemía por vía del xilema, se transporta acropetalmente y de forma traslaminar dentro de la hoja. Debido a este particular modo de acción debe aplicarse de manera preventiva (Syngenta, 2015).

2.7. REVUS (Mandipropamid)

Nuevo fungicida de la investigación Syngenta para el control del tizón tardío del tomate y la patata. Su formulación con una sola sustancia activa, su baja toxicidad, su corto plazo de seguridad y, su compatibilidad con artrópodos beneficiosos le permiten cumplir con los protocolos de producción más exigentes. Pertenece a una nueva clase química de fungicidas: las mandelamidas, dentro del grupo de las Amidas del Ácido Carboxílico (CAA). Estudios recientes sugieren como modo de acción bioquímico principal la inhibición de la síntesis de la celulosa de la pared celular de los hongos. Es muy activo sobre la germinación de las esporas, inhibe también el crecimiento del micelio durante la fase de incubación de la enfermedad, tras la aplicación, el ingrediente activo se fija en la capa cerosa de la planta por lo que una lluvia posterior al secado del depósito de las aplicaciones sobre la planta no lava el producto. Una parte de Mandipropamid penetra y se redistribuye hacia el interior de los tejidos vegetales proporcionándole acción traslaminar (Syngenta, 2015).

2.8. FORUM (Dimethomorph)

Es un fungicida sistémico perteneciente al grupo químico de las morfolinas que destaca por su alta eficacia en el control de Oomicetes, especialmente *P. infestans* (tizón tardío) en papa, presenta acción traslaminar y sistemicidad local, logrando un excelente efecto protector y curativo con prolongado efecto residual. Asimismo su excelente actividad antiesporulante previene la producción de zoosporangios y zoosporas permitiendo que el potencial de reinfestación se reduzca significativamente. Esta molécula no tiene resistencia cruzada con otros fungicidas por lo que es la base de un programa de control una vez que aparecen los primeros síntomas de la enfermedad (BASF, 2015).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el barrio San Vicente, parroquia Santa Martha de Cuba, cantón Tulcán, provincia del Carchi; situado en la zona 18 N, a una altitud de 2 650 msnm, entre las coordenadas: X= 193754 y Y= 10070656.

Las condiciones meteorológicas de la zona durante el ensayo fueron: precipitación media mensual de 127,9 mm/mes, temperatura media de 12,4°C, humedad relativa de 86,7% y un valor de Heliofanía de 785,8 horas desde el mes de septiembre del 2011 hasta el mes de marzo del 2012 (INAMHI Anuario meteorológico, 2015).

La textura del suelo fue franca arenosa, con un porcentaje de materia orgánica de 11,17%, pH ligeramente ácido de 6,6. Pendiente de 1 a 2%, con buen drenaje.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. Materiales de campo

- Libreta de campo
- Flexómetro
- Azadones
- Palas
- Estacas
- Piola
- Rótulos

3.3.2. Equipo de oficina

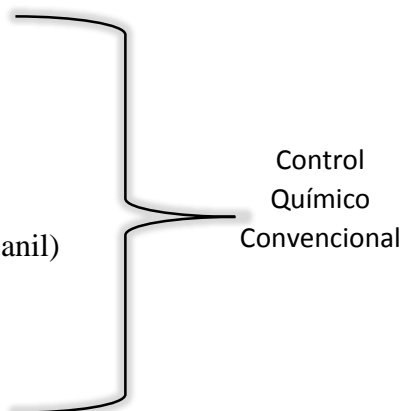
- Computadora
- Impresora
- Escáner
- Calculadora
- Memoria USB

3.3.3. Maquinaria y equipo de campo

- Navegador GPS
- Bombas de fumigar de 20 L
- Tanques
- Cámara fotográfica
- Filmadora
- Balanza
- Equipo de fumigación (mandil, mascarilla, botas, gafas)
- Costales
- Gavetas

3.3.4. Insumos

- Semilla de papa variedad Superchola
- Semilla de papa variedad ICA Única
- Semilla de papa variedad Diacol Capiro
- Fertilizantes Edáficos: (18-46-00), (10-30-10), (Sulphomag), (00-00-60)
- GLASS K (Fosfito de potasio)
- REVUS (Mandipropamid)
- AMISTAR (Azoxistrobin)
- FORUM (Dimethomorph)
- CORRIDABUL (Diflubenzurón)
- CURACRÓN (Profenofos)
- METRALLA (Diflubenzurón + Lambdacyhalotrina)
- LANNATE (Metomil)
- NEW MECTIN (Avamectina)
- SENCOR (Metribuzina)
- ANTRACOL (Propineb)
- CURATHANE (Cimoxanil + Propineb)
- METARRANCH (Metalaxil + Mancozeb)
- PREVICUR (Propamocarb)
- VOLCAN C (Hidróxido de cobre + Cimoxanil)
- POSITRÓN (Iprovalicarb + Propoineb)
- FITORAZ (Cimoxanil + Propineb)
- BREAK THRU
- INDICATE



3.4. MÉTODOS

3.4.1. Factor en estudio

Factor A: variedades (V)

V1: Variedad Superchola

V2: Variedad ICA Única

V3: Variedad DIACOL Capiro

Factor B: Estrategias de control (C)

C1: Control químico convencional: Realizado por el agricultor (Anexo 18).

C2: Fosfito Potásico (GLASS K)

C3: Fosfito Potásico (GLASS K) + Azoxystrobin (AMISTAR)

C4: Fosfito Potásico (GLASS K) + Mandipropamid (REVUS)

C5: Fosfito Potásico (GLASS K) + Dimethomorph (FORUM)

3.4.2. Tratamientos

Los tratamientos que se estudiaron en el ensayo fueron:

Cuadro 1. Tratamientos del ensayo

T1	V1C1	Variedad Superchola + Manejo convencional : Realizado por el agricultor
T2	V1C2	Variedad Superchola + Fosfito Potásico (GLASS K)
T3	V1C3	Variedad Superchola + Fosfito Potásico (GLASS K) con Azoxystrobin (AMISTAR)
T4	V1C4	Variedad Superchola + Fosfito Potásico (GLASS K) con Mandipropamid (REVUS)
T5	V1C5	Variedad Superchola + Fosfito Potásico (GLASS K) con Dimethomorph (FORUM)
T6	V2C1	Variedad Única + Manejo convencional : Realizado por el agricultor
T7	V2C2	Variedad Única + Fosfito Potásico (GLASS K)
T8	V2C3	Variedad Única + Fosfito Potásico (GLASS K) con Azoxystrobin (AMISTAR)
T9	V2C4	Variedad Única + Fosfito Potásico (GLASS K) con Mandipropamid (REVUS)
T10	V2C5	Variedad Única + Fosfito Potásico (GLASS K) con Dimethomorph (FORUM)
T11	V3C1	Variedad Capiro + Manejo convencional : Realizado por el agricultor
T12	V3C2	Variedad Capiro + Fosfito Potásico (GLASS K)
T13	V3C3	Variedad Capiro + Fosfito Potásico (GLASS K) con Azoxystrobin (AMISTAR)
T14	V3C4	Variedad Capiro + Fosfito Potásico (GLASS K) con Mandipropamid (REVUS)
T15	V3C5	Variedad Capiro + Fosfito Potásico (GLASS K) con Dimethomorph (FORUM)

3.4.3. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A.) con 15 tratamientos y 4 repeticiones; con un arreglo factorial AxB, en donde el factor A fueron las variedades, en tanto que el factor B correspondió a las estrategias de control para Tizón Tardío.

3.4.4. Características del experimento

3.3.4.1. Unidad Experimental

La unidad experimental estuvo constituida por $19,8\text{m}^2$ ($4,4\text{m} \times 4,5\text{m}$). Cinco surcos con una densidad de siembra de $0,3\text{ m}$ entre plantas y $1,1\text{ m}$ entre surcos, 14 plantas por surco y 70 plantas/parcela. La parcela neta fue de $11,88\text{ m}^2$ con 36 plantas.

3.3.4.2. Características de las unidades experimentales

Numero de parcelas	: 60
Área total del ensayo	: $2359,8\text{ m}^2$ ($27,6\text{m} \times 85,5\text{m}$)
Área del bloque	: $718,2\text{m}^2$ ($8,4\text{m} \times 85,5\text{m}$)
Área de la parcela	: $19,8\text{m}^2$ ($4,4\text{m} \times 4,5\text{m}$)
Densidad de siembra	: $0,30\text{m} \times 1,10\text{ m}$
Número de tubérculos por sitio	: Un tubérculo de aproximadamente 60 gramos

3.3.5. Análisis estadístico

Cuadro 2. ADEVA

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Total	59
Bloques	3
Tratamientos	14
Variedades (V)	2
Estrategias de Control (C)	4
Interacción (V) x (C)	8
Error	42
\bar{x}	
CV%	

3.3.6. Análisis funcional

Para el análisis estadístico se utilizó:

- **TUKEY al 5%** para los tratamientos
- **DMS al 5%** para variedades
- **DUNCAN al 5%** para estrategia de control

3.3.7. Variables evaluadas

3.3.7.1. Variables Agronómicas

3.3.7.1.1. Vigor de la planta

Se evaluó a los 75 días después de la siembra, tomando en cuenta aspectos generales de la planta, para calificar se utilizó la siguiente escala:

CUANTIFICACIÓN DE VIGOR	DESCRIPCIÓN
1	Planta con ataques importantes de plagas o enfermedades, plantas poco desarrolladas, deficiencias bien marcadas como clorosis, presencia de stress.
2	Planta con algún signo de ataque de plagas o enfermedades, se presenta algunos síntomas de deficiencias como clorosis, poco desarrollo
3	Planta sana, sin presencia de plagas, con buena cobertura, desarrollo foliar e intensidad en el color de las hojas.

3.3.7.1.2. **Altura de planta**

Se evaluó a los 85 días después de la siembra. Se realizó desde el cuello hasta el ápice del tallo principal. Se tomaron cinco plantas al azar por surco, dando un total de 20 muestras/parcela. Los resultados se expresaron en centímetros.

3.3.7.2. **Severidad de Tizón Tardío**

Para evaluar la resistencia de un determinado material genético a este tipo de enfermedad se utilizó el parámetro conocido como área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC, por sus siglas en inglés: “*Area Under Disease Progressive Curve*”).

Este parámetro se calculó con base en los porcentajes de área foliar afectada por el tizón tardío, los cuales fueron determinados mediante apreciación visual y registrados con un mismo intervalo de tiempo. Se realizaron lecturas del porcentaje de estimación del área afectada del follaje así como de los tallos desde el apareamiento de la enfermedad hasta la madurez fisiológica de la planta.

Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC).

$$\text{AUDPC} = L_1 + [2 (L_2 + L_3 + \dots + L_{n-1}) + L_n] \times t/2$$

En donde:

L = Lectura (expresada en porcentaje).

L_n = Última lectura.

L_{n-1} = Penúltima lectura.

T = Tiempo entre lecturas.

3.3.7.3. Variables de rendimiento

3.3.7.3.1. Números de tubérculos por planta

En cada unidad experimental se cosecharon cinco plantas al azar por surco, dando un total de 20 muestras/parcela y se determinó el número de tubérculos por planta.

3.3.7.3.2. Rendimiento por planta

Se registró el peso de la producción total de los tubérculos de la parcela neta y se dividió para el número de plantas cosechadas. El resultado se expresó en kilogramos por planta.

3.3.7.3.3. Rendimiento total

Se procedió a pesar el total de tubérculos de la parcela neta de todos los tratamientos en las cuatro repeticiones y luego se clasificó en tres categorías: papa comercial de primera (tubérculos mayores a 60 g), papa comercial de segunda (tubérculos entre 31 g a 60 g), y papa desecho (tubérculos menores a 30 g) y se expresó en kg/ha.

3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.4.1. Análisis de suelo

Se recolectaron 20 sub muestras en sentido de zigzag, luego se procedió a mezclarlas para producir una muestra compuesta representativa, de 1,5 kg de suelo,

Se envió al laboratorio LABONORT, ubicado en la ciudad de Ibarra, para su respectivo análisis (Anexo 1).

3.4.2. Preparación del suelo

Con la ayuda de la maquinaria agrícola se realizó una labor de arado con un mes de anticipación a la siembra. Un paso de rastra, posteriormente el surcado con un espaciamiento de 1,10 metros de separación, con ayuda de yunta y azadones.

3.4.3. Manejo de plagas

La primera aplicación preventiva para gusano blanco *Premnotrypes vorax* (Hustache) Coleoptera: Curculionidae se realizó con CORRIDABUL (Diflubenzurón) 250 cm³ en 200 litros de agua, 15 días después de la siembra (25 de septiembre de 2011).

Al follaje se aplicó profenofos EM (emulsión concentrada) 2,5 cm³/l a los 65 días después de la siembra (14 de noviembre de 2011) para el control de gusano blanco *Premnotrypes vorax* (Hustache) Coleoptera: Curculionidae. Se realizó una nueva aplicación el 05 de diciembre de 2011.

La polilla *Tecia solanivora* (Povolny) Lepidoptera: Gelichiidae; así como la pulgilla *Epitrix* spp. Coleoptera: Chrysomelidae, se controlaron con METRALLA (Diflubenzurón + Lambdacihalotrina) 250 g en 200 litros de agua. De igual manera contra el gusano blanco, el 15 de octubre de 2011.

Para la alta incidencia de mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) Diptera: Agromyzidae; como también trips *Frankliniella tuberosi* (Moulton) Thysanoptera: Thripidae, se aplicó NEW MECTIN (Avamectina) en

dosis de 100 cm³ en 200 litros de agua, en mezcla con LANNATE (Metomil) 100g en 200 litros de agua. Esta aplicación se realizó el 28 de noviembre de 2011.

3.4.4. **Fertilización**

Se realizó de acuerdo con los resultados del análisis del suelo (Anexo 1), la necesidad del cultivo fue de 120-300-100-50 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y S respectivamente. Se utilizaron los fertilizantes: DAP (18-46-00), 10-30-10, Sulphomag (22% K₂O - 22%S - 18%MgO), Nitrato de Potasio KNO₃ (13-00-44).

En cada unidad experimental se aplicó en el retape 0,35 kg de 10-30-10; 1,10 kg de DAP (18-46-00); 0,46 kg de Sulphomag; mientras que, en el aporque se aplicó 0,2 kg de KNO₃ (13-00-44).

3.4.5. **Siembra**

La siembra se la realizó el 10 de septiembre de 2011; a distancia de 0,30 m entre plantas. Se colocó un tubérculo semilla previamente desinfectado/sitio de siembra, lo que dio un total de 14 tubérculos semilla por surco.

Para evitar el efecto de los tratamientos entre unidades experimentales se sembró avena el 4 de Octubre de 2011, alrededor de cada una de las parcelas experimentales.

3.4.6. **Control fitosanitario**

Para homogenizar la incidencia de *Phytophthora infestans* se aplicó a los 35 días después de la siembra (15 de octubre de 2011), Antracol (Propineb) 400 gramos en 200 litros de agua con un surfactante Break Thru (Polyether - Polymethylsiloxane), 50 cm³ en 200 litros de agua.

Posteriormente, se realizaron los controles de acuerdo con las especificaciones de los productos en estudio y conforme con dosificaciones establecidas.

3.4.7. **Control de malezas**

Después de 10 días transcurridos de la siembra (20 de septiembre de 2011), se aplicó un herbicida (Metribuzina 200 cm³/200 litros de agua) para el control de malezas. Posteriormente, se hizo un rascadillo a los 45 días después de la siembra (25 de octubre de 2011).

3.4.8. **Medio aporque**

Se realizó a los 60 días después de la siembra (09 de noviembre de 2011), de manera manual con azadón. En esta labor incorporó el nitrato de potasio en banda lateral, a unos 10 cm del cuello de las plantas y luego se apegó la tierra, formando camellones.

3.4.9. **Aporque**

Transcurridos 75 días después de la siembra (24 de noviembre de 2011), se realizó esta labor colmando al máximo la tierra a los lados y entre los tallos.

3.4.10. **Riego**

En el ensayo no fue necesario realizar riegos, debido a que las condiciones climáticas fueron óptimas para el desarrollo del cultivo por ser época lluviosa.

3.4.11. **Cosecha**

Se hizo manualmente con azadón, se clasificó los tubérculos en las tres categorías: papa comercial de primera (tubérculos mayores a 60 g), papa comercial de segunda (tubérculos entre 31 a 60 g) y papa desecho (tubérculos menores a 30 g). Se colocó en sacos y después se realizó los cálculos de los rendimientos.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES AGRONÓMICAS

4.1.1. Vigor de planta

En el análisis de la varianza (Cuadro 3) se observó una diferencia significativa al 1% entre bloques, repeticiones, variedades y estrategias de control, pero no existió significancia para la interacción entre los factores. Esto se explica en función de los diferentes tipos de control realizados y por las características propias de cada variedad. La cuantificación del vigor de planta se hizo con base a tres categorías (de 1 a 3 para el menor y mayor vigor, respectivamente). El coeficiente de variación fue de 20,17% y el promedio medio de los tratamientos fue de 2,15 (plantas de vigor intermedio a alto).

Cuadro 3. Análisis de Varianza para Vigor de planta para efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Factores de Variación	ADEVA		F calc.
	GL	CM	
Total	59		
Bloques	3	0,95	5,05**
Tratamientos	14	1,21	6,42**
Variedades (V)	2	4,05	21,53**
Control (C)	4	1,89	10,06**
Interacción (V)x(C)	8	0,15	0,82 ^{ns}
Error	42	0,19	
	\bar{X}		2,15
	CV%		20,17

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

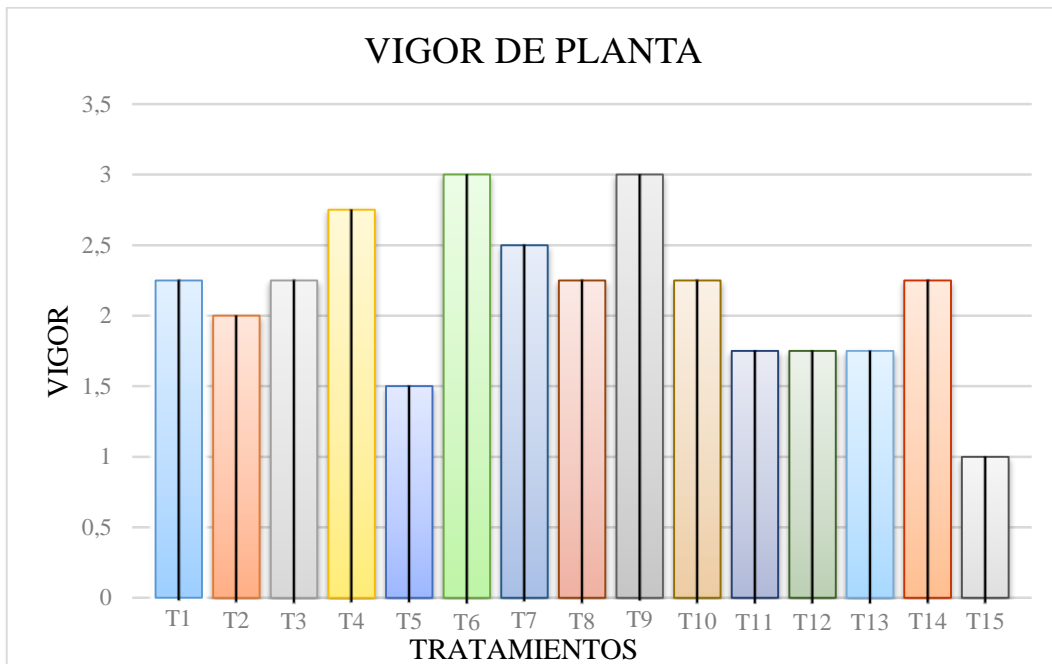


Figura 4. Vigor de planta para efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Según la figura 4 se observa que el tratamiento con menor vigor fue T15 (variedad Diacol Capiro + el control GLASS K con Dimethomorph), ello mostró relación con las condiciones del cultivo y la sanidad que presentó cada tratamiento en estudio.

Cuadro 4. Tukey al 5% para Vigor de planta de los tratamientos para efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROM. (Categoría)	RANGOS			
T6	3	A			
T9	3	A			
T4	2,75	A	B		
T7	2,5	A	B	C	
T1	2,25	A	B	C	
T3	2,25	A	B	C	
T8	2,25	A	B	C	
T10	2,25	A	B	C	
T14	2,25	A	B	C	
T2	2	A	B	C	D
T11	1,75		B	C	D
T12	1,75		B	C	D
T13	1,75		B	C	D
T5	1,5			C	D
T15	1				D

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos, determinó cuatro rangos siendo los tratamientos que ocupan el primer rango las que mostraron un mejor vigor al momento de la lectura (Cuadro 4). Se puede observar que existen varios tratamientos que ocupan el rango A, lo que significa que no difieren estadísticamente, hay dos tratamientos que sobresalen por tener los valores más

altos de vigor como son T6 (var. ICA Única + control químico convencional) y T9 (var. ICA Única + GLASS K con Mandipropamid).

Cuadro 5. DMS al 5% para Vigor de planta de variedades para efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROM. (Categoría)	RANGOS	
V2	2,6	A	
V1	2,15	A	B
V3	1,7		B

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

La prueba de DMS al 5% para vigor, en relación con las variedades, arrojó dos rangos, siendo las variedades V2 y V1 las que ocuparon el primer rango y por consiguiente, las que mostraron mejor vigor al momento de la lectura (Cuadro 5). De acuerdo con Nústez (2011), a la variedad ICA Única le reconocen rusticidad y es cultivada con menor cantidad de fertilizante que las variedades tradicionales, esto demuestra que es muy adaptable y por tanto se vio más vigorosa que el resto por esas características propias que posee. Estas características le dieron a la variedad gran adaptación a diferentes condiciones lo que la hace sobresalir entre las variedades en estudio.

Las variedades reaccionaron de diferente manera a las aplicaciones de los diferentes tratamientos, siendo las que tuvieron una mayor resistencia al ataque de tizón tardío aquellas que tuvieron mayor vigor que aquellas variedades más susceptibles (Cuadro 5). La variedad Diacol Capiro se mostró altamente susceptible al ataque de *P. infestans*, pues al momento de la lectura estaba afectada por la enfermedad; mientras, ICA Única y Superchola ocuparon el rango A por haber presentado cierta resistencia al patógeno y no se mostró afectada.

Cuadro 6. Duncan al 5% para Vigor de planta de la estrategia de control para el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012.

TRAT. [§]	PROM. (Categoría)	RANGOS	
C4	2,67	A	
C1	2,33	A	
C2	2,08	A	B
C3	2,08	A	B
C5	1,58		B

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

La prueba de Duncan al 5% para las estrategias de control detallada en el Cuadro 6 muestra dos rangos, observando que las estrategias de control que ocupan el primer rango son las que más influyeron en el vigor de la planta al momento de realizar la lectura, se puede destacar a C4 (GLASS K y Mandipropamid) con 2,67;

C1 (convencional) con 2,33; C2 (GLASS K) y C3 (GLASS K y Azoxystrobin) con 2,08 respectivamente, todos ellos compartiendo el rango A. Además se observa que el valor más bajo es de C5 (GLASS K y Dimethomorph) con un valor de vigor de 1,58 que forma parte del rango B.

Las diferencias entre las estrategias de control se deben principalmente a la efectividad de los diferentes tipos de fungicidas empleados para el control de Tizón tardío (Cuadro 6).

4.1.2. **Altura de planta**

Se observa diferencia significativa al 5% entre bloques y la interacción entre los factores en estudio; el 1% tanto para tratamientos, variedades y estrategias de control en el análisis de varianza (Cuadro 7). La diferencia los tratamientos se ve marcada, esto se debe principalmente a las características propias de cada variedad de planta, siendo algunas de mayor porte que otras, también cabe resaltar el efecto nutricional de la aplicación de Fosfito Potásico en los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 3,91% y el promedio medio de los tratamientos fue de 55,83.

Cuadro 7. Análisis de Varianza para Altura de planta para el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Factores de Variación	ADEVA		
	GL	CM	F calc.
Total	59		
Bloques	3	15,09	3,16*
Tratamientos	14	196,59	41,21**
Variedades (V)	2	1198,75	251,29**
Control (C)	4	66,01	13,84**
Interacción (V)x(C)	8	11,34	2,38*
Error	42	4,77	
	\bar{X}		55,83
	CV%		3,91

*: Significativo al 5%

** : Significativo al 1%

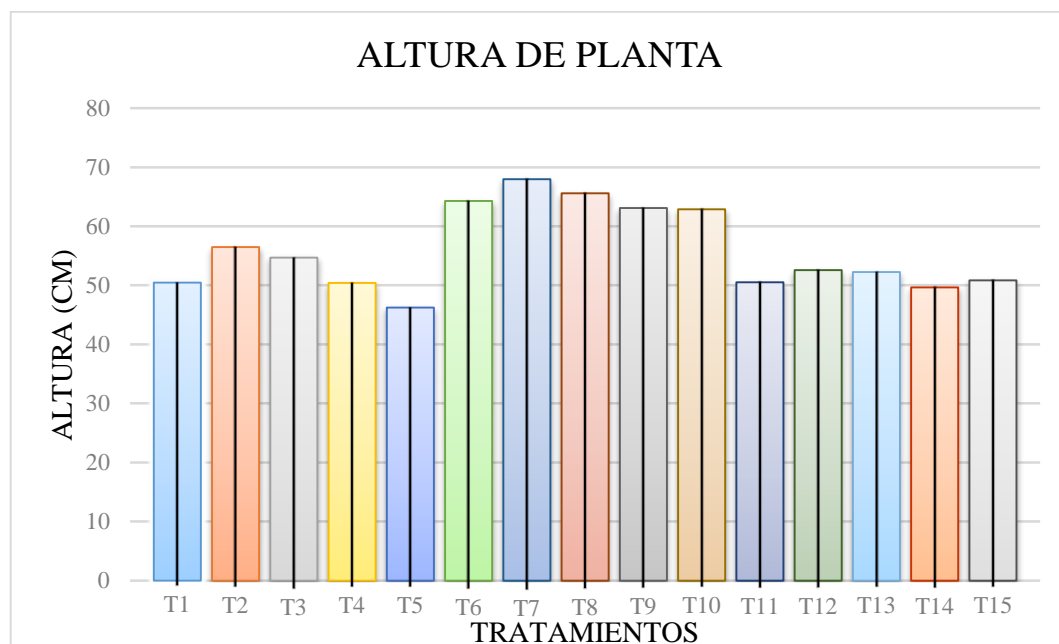


Figura 5. Altura de planta en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

En la figura 5 se observa que los tratamientos correspondientes a la variedad ICA Única sobresalen en lo que se refiera a altura de planta, en relación a las demás variedades, aquí se evidenció que se distinguen las diferencias entre las variedades en estudio.

Se identifican ya las diferencias propias de cada variedad en cuanto a porte y desarrollo del follaje, los tratamientos con alturas más altas corresponden a la variedad ICA Única, la que mostró un desarrollo más temprano y mayor robustez.

Cuadro 8. Tukey al 5% para la Altura de planta de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROM. (cm)	RANGO	
T7	67,95	A	
T8	65,6	A	
T6	64,3	A	
T9	63,1	A	
T10	62,85	A	
T2	56,45	B	
T3	54,7	B	
T12	52,55	B	C
T13	52,25	B	C
T15	50,85		C D
T1	50,45		C D
T4	50,4		C D
T11	50,05		C D
T14	49,65		C D
T5	46,25		D

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos que se muestra en el Cuadro 8 indica la presencia de cuatro rangos siendo aquellos tratamientos que ocupan el primer rango las que alcanzaron una mayor altura de planta al momento de la lectura.

Los tratamientos que ocupan el rango A no se vieron afectados en esta etapa por tizón tardío, y por eso presentaron porte alto, en contraste con los tratamientos que ocupan el rango D, que tuvieron relativa afectación.

Cuadro 9. DMS al 5% para Altura de planta de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROM. (cm)	RANGOS
V2	64,76	A
V1	51,65	B
V3	51,07	B

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

La prueba de DMS para las variedades (Cuadro 9) indica que existen dos rangos, siendo la variedad ICA Única la que ocupa el rango A, ya que al momento de la lectura alcanzó la mayor altura de planta.

Se observó una diferencia marcada en la altura de planta, principalmente esta diferencia se debió a las características de cada variedad (Cuadro 9). El rango A lo ocupa la variedad ICA Única, a diferencia de las otras variedades con las que se lo evaluó, el rango B lo comparten las variedades Diacol Capiro y Superchola.

El grupo de investigación en papa de la Universidad de Colombia afirma que la variedad ICA Única presenta porte de planta alto; mientras que la variedad Diacol Capiro presenta porte medio (Ñústez, 2011). En esta investigación se corroboró estas afirmaciones.

Cuadro 10. Duncan al 5% en Altura de planta de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROM. (cm)	RANGOS		
C2	58,98	A		
C3	57,52	A	B	
C1	54,93		B	C
C4	54,38		B	C
C5	53,32			C

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

La prueba de Duncan para las estrategias en el Cuadro 10, determinó tres rangos, observando que las estrategias de control que ocupan el primer rango son las que más han influido en la altura de la planta al momento de realizar la lectura.

Se identifican tres rangos, dando a entender que existieron diferencias entre las estrategias de control (Cuadro 10). De acuerdo con Thomson (2010), Glass K (fosfito potásico) está formulado para favorecer el desarrollo del sistema radicular; el fosfito potásico aporta nutrientes de manera complementaria la planta, con el fin de nutrirla de manera óptima en los momentos que más requiere. Se puede observar que el control C2 que fue Fosfito Potásico (GLASS K), con una altura promedio de 58,98 cm ocupó el rango A, mientras que C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph) registró 53,35 cm, el valor más bajo de todos, por lo que comparte el rango más bajo.

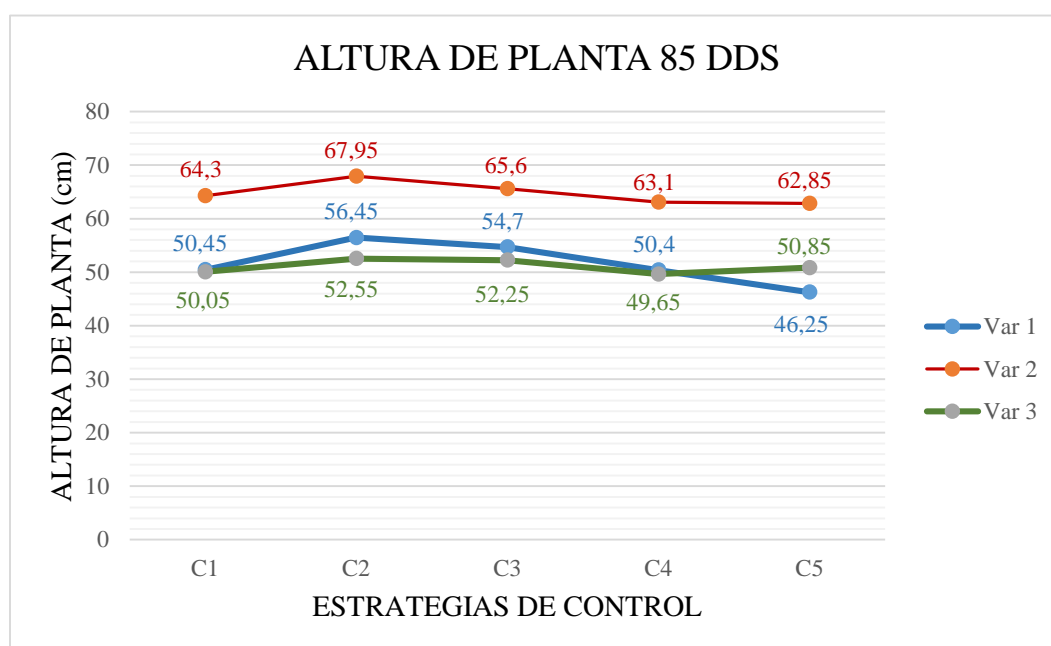


Figura 6. Interacción Variedades – Estrategias de Control para la Altura de planta en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

En la Figura 6, se aprecia que la Variedad Superchola tuvo una mayor altura de planta con el método de control C2 (Fosfito Potásico) que corresponde al

tratamiento T2. La Variedad ICA Única obtuvo la mayor altura de planta con el método de control C2 (Fosfito Potásico), que corresponden al tratamiento T7. La Variedad Diacol Capiro también mostró una mayor altura con el control C2 (Fosfito Potásico), es decir el tratamiento T12. Esto significa que, para la variable: altura de planta las variedades y las estrategias de control actúan de forma directamente proporcional; esto es, que las variedades reaccionan de mejor manera con la aplicación de Fosfito Potásico.

4.2. SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO

El análisis de la varianza demuestra una diferencia significativa al 1% entre tratamientos, bloques, variedades, estrategias de control y la interacción entre los factores en estudio (Cuadro 11). La diferencia de los tratamientos fue notoria, lo cual se debió principalmente a las características propias de cada variedad en cuanto a susceptibilidad. Fry (2011), manifiesta que la lancha es una enfermedad policíclica es decir, tiene varios ciclos de reproducción asexual durante el ciclo de cultivo de papa y estos pueden ocurrir rápidamente. Por esto es que es una enfermedad muy explosiva y avanza con mucha rapidez. El coeficiente de variación fue de 10,27% y el promedio medio de los tratamientos fue de 0,19 de AUDPCr.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para Severidad de Tizón Tardío en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Factores de Variación	ADEVA		
	GL	CM	F calc.
Total	59		
Bloques	3	0,003	7,46**
Tratamientos	14	0,054	147,58**
Variedades (V)	2	0,201	553,52**
Control (C)	4	0,062	170,11**
Interacción (V)x(C)	8	0,013	34,84**
Error	42	0,0004	
	\bar{X}		0,19
	CV%		10,27

** : Significativo al 1%

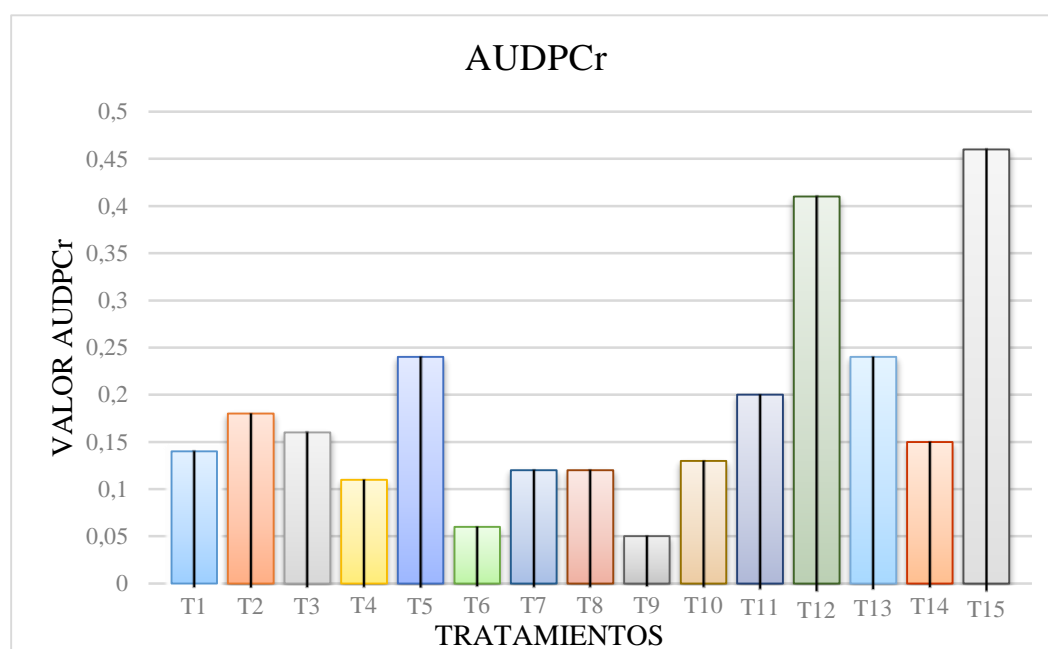


Figura 7. Severidad de Tizón Tardío (AUDPCr) en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012

La figura 7 muestra a los tratamientos y su respectivo valor AUDPCr, se observa diferencias entre las variedades y los tratamientos, principalmente en la variedad Diacol Capiro con valores más altos, en especial el tratamiento T15 que corresponde al control (Fosfito Potásico + Dimethomorph).

Un factor decisivo produce las diferencias en la figura, y es la característica genética de cada una de las variedades en estudio. La variedad Diacol Capiro, resultó ser la más susceptible al ataque de tizón tardío, mientras que las otras variedades mostraron menos susceptibilidad y por ende, obtuvieron los valores más bajos de AUDPCr. Además, se puede identificar el control que tuvo mayor éxito en controlar la enfermedad, correspondió al tratamiento T9 (var. ICA Unica con Fosfito potásico + Mandipropamid).

Cuadro 12. Tukey al 5% para valor (AUDPCr) por tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROM.	RANGOS							
T15	0,46	A							
T12	0,41		B						
T13	0,24			C					
T5	0,24			C	D				
T11	0,20			C	D	E			
T2	0,18					E	F		
T3	0,16					E	F		
T14	0,15						F	G	
T1	0,14						F	G	
T10	0,13							G	
T7	0,12							G	
T8	0,12							G	
T4	0,11							G	
T6	0,06								H
T9	0,05								H

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos en el Cuadro 12 indica la presencia de ocho rangos, siendo los tratamientos que ocupan el rango A los que reaccionaron negativamente a la aplicación de los controles y presentaron mayor severidad de Tizón Tardío. El tratamiento T15 (var. Diacol Capiro con fosfito potásico + Dimethomorph) ocupó el rango A, con un valor AUDPCr promedio de 0,46; lo que indica que fue el tratamiento con mayor afectación de Tizón Tardío, mientras que en el rango H están T6 (var. ICA Única con manejo convencional) con 0,06 y T9 var. (IVA Única con fosfito potásico + Mandipropamid) con 0,05; con la menor severidad de tizón tardío y por ende fueron los tratamientos menos afectados.

Cuadro 13. DMS al 5% para valor (AUDPCr) por variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT.	PROM.	RANGOS
V3	0,29	A
V1	0,17	B
V2	0,10	C

La prueba de DMS para variedades muestra la presencia de tres rangos, siendo la variedad que ocupa el rango A la que presentó la mayor incidencia de la enfermedad al tener el valor AUDPCr más alto (Cuadro 13). Ocupando el rango A está la variedad Diacol Capiro (V3) con un valor promedio de 0,29; le sigue la variedad Superchola (V1) con un valor AUDPCr de 0,17 ocupando el rango B, y la variedad menos susceptible fue ICA Única (V2), presentando el valor AUDPCr más

bajo con un valor de 0,10 ocupando el rango C, que quiere decir que la enfermedad fue menos severa con la variedad ICA Única.

La diferencia que existe entre las variedades en relación a la severidad de enfermedad se debe a que las variedades presentan diferentes grados de susceptibilidad de Tizón Tardío (Cuadro 13). La variedad Diacol Capiro es la variedad más susceptible a tizón tardío, mientras que la variedad ICA Única es moderadamente resistente (Ñústez, 2011). En lo que corresponde a la variedad Superchola, según Pumisacho y Velásquez (2009), esta variedad es medianamente susceptible a tizón Tardío.

Cuadro 14. Duncan al 5% para valor (AUDPCr) por estrategia de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012.

TRAT.	PROM.	RANGOS
C5	0,28	A
C2	0,24	B
C3	0,17	C
C1	0,13	D
C4	0,10	E

En la prueba de Duncan al 5% para severidad de Tizón Tardío (AUDPCr) mostrada en el Cuadro 14 indica cinco rangos; cada estrategia de control ocupa un rango independiente; con esto se aprecia que existen diferencias marcadas entre cada una de las estrategias de control de la enfermedad. Ocupando el rango A

tenemos el control C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph) siendo el que permitió el ataque más severo de la enfermedad, y en el rango más bajo (E) estuvo el control C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid), lo cual implica que fue el mejor método de control, por su bajo valor AUDPCr.

De acuerdo con lo escrito por (Oyarzún *et al.*, 2002b), los fungicidas sistémicos, a excepción del Fosetyl aluminio, tienen transporte apoplástico (a través del xilema) en el sentido de la transpiración, por lo que el fungicida principalmente se acumula en las frutas y hojas jóvenes. Los demás fungicidas sistémicos tienen movimiento simplástico, que se caracteriza por el movimiento a través del floema en el sentido del movimiento de los fotosintatos. El modo de acción y el tipo de sistemía que poseen, influyó en el control de tizón tardío.

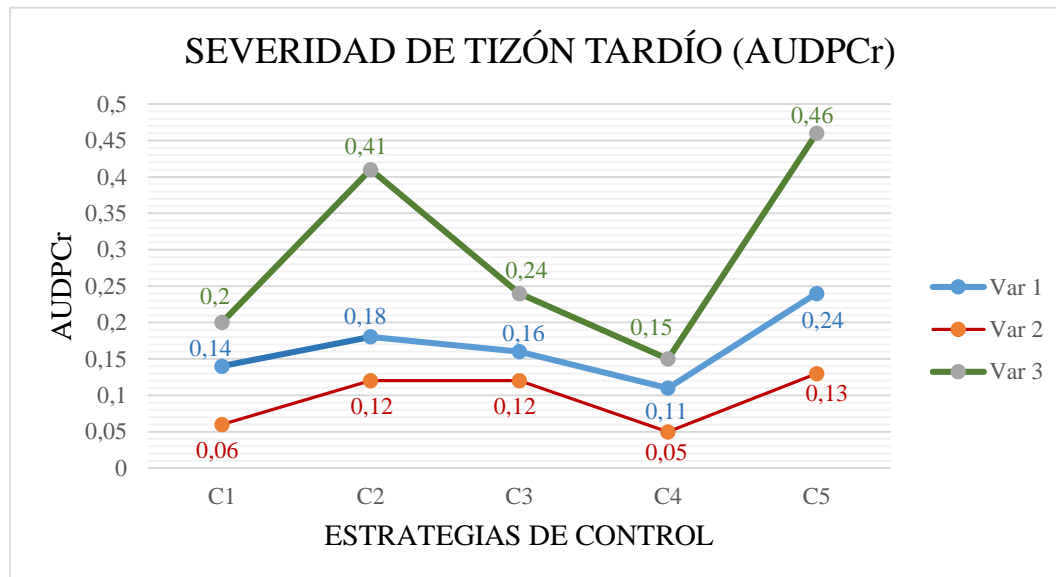


Figura 8. Interacción Variedades – Estrategias de Control para la Severidad de Tizón Tardío (AUDPCr) en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012.

La variedad Superchola presentó el ataque más severo de Tizón Tardío con el control C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph) correspondiente al tratamiento T5, la Variedad ICA Única presentó la mayor severidad con el método de control 5 de igual manera (Fosfito Potásico + Dimethomorph), que corresponde al tratamiento T10, asimismo la Variedad Diacol Capiro tuvo la mayor severidad con el control 5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph), siendo el tratamiento T15. La interacción entre las variedades y los controles fueron proporcionales directamente, cada una de las variedades reaccionó negativamente al control C5, y de la misma manera, cada una de ellas reaccionó positivamente con el control C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid) (Figura 8).

Pérez y Forbes (2008) afirman que se ha reportado que dosis altas de fósforo y potasio reducen el tizón tardío mientras que las dosis altas de nitrógeno incrementan la incidencia de la enfermedad. El fósforo y el nitrógeno aparentemente tienen efectos contrastantes en el tizón en tubérculos. Esta afirmación que ratificó comprobada la acción del fosfito potásico en el combate del tizón tardío.

Para tomar los datos de las lecturas del progreso de la enfermedad se tomó en cuenta una tabla para asignar el porcentaje de área foliar afectada (Ver anexo 6); estas lecturas de progreso de la enfermedad se muestran en la figura 9.

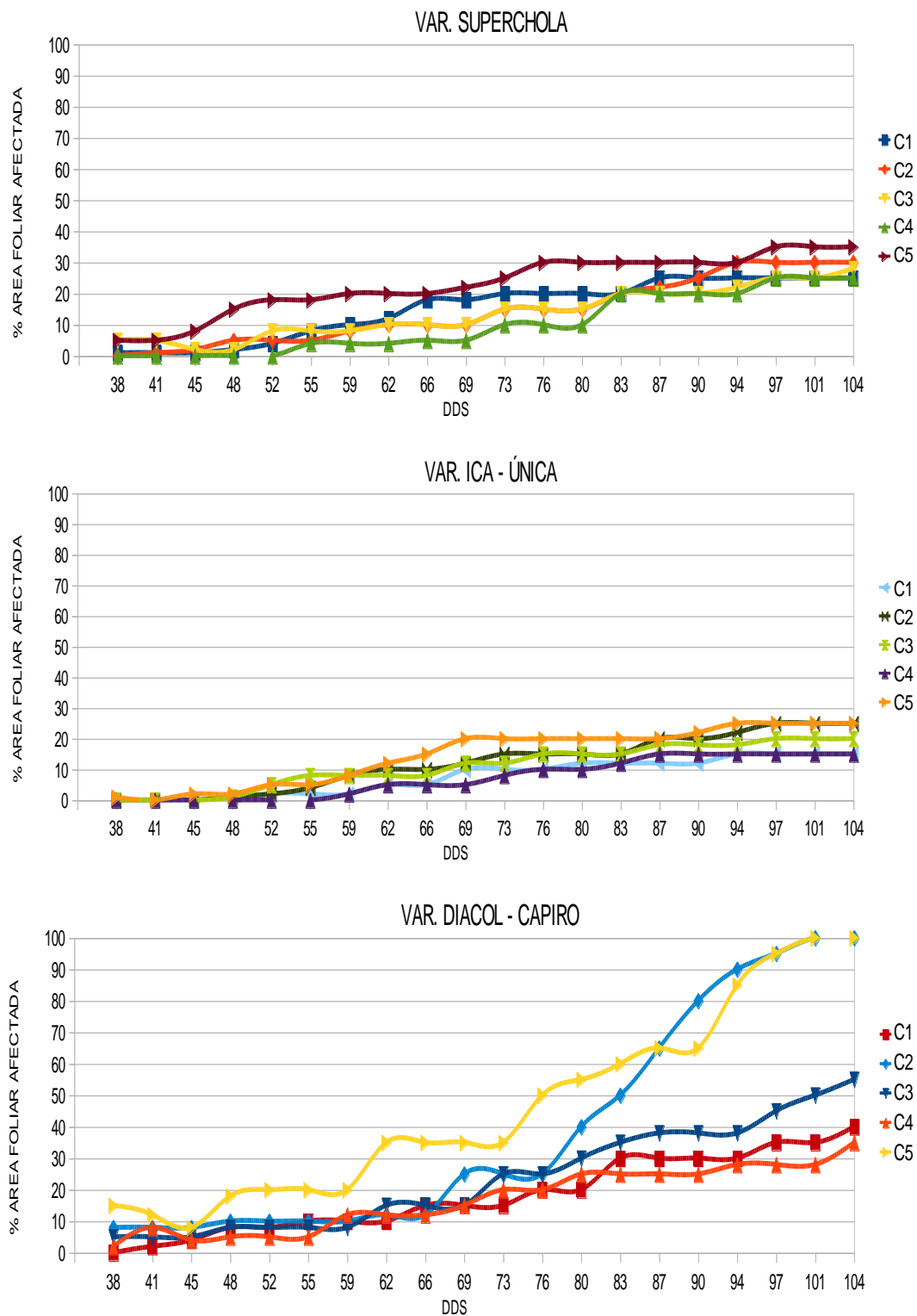


Figura 9. Curvas promedio de progreso de Tizón Tardío en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba, 2012.

4.3. VARIABLES DE RENDIMIENTO

4.3.1. Número de tubérculos por planta

En el análisis de la varianza se determina una diferencia significativa al 5% entre bloques, mientras que, el 1% tanto para tratamientos, variedades y estrategias de control, además se puede notar que no existió una diferencia significativa en lo que refiere a la interacción variedades y estrategias de control (Cuadro 15). Estas diferencias se debieron particularmente a las características de las variedades, siendo de alta productividad, la severidad de la enfermedad también tiene que ver en el rendimiento, especialmente en la calidad, ya que las plantas que tuvieron un ataque muy intenso no tuvieron los rendimientos óptimos que caracterizan a cada una de las variedades, principalmente por la pérdida de estolones, influyendo en el llenado de los tubérculos. El coeficiente de variación fue de 6,42% y el promedio medio de los tratamientos fue de 23,42.

Cuadro 15. Análisis de Varianza para número de tubérculos por planta en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Factores de Variación	ADEVA		
	GL	CM	F calc.
Total	59		
Bloques	3	10,01	4,43*
Tratamientos	14	39,97	17,70**
Variedades (V)	2	132,1	58,52**
Control (C)	4	64,53	28,59**
Interacción (V)x(C)	8	4,65	2,06 ^{ns}
Error	42	2,26	
	\bar{X}		23,42
	CV%		6,42

*: Significativo al 5%

** : Significativo al 1%

ns: No significativo

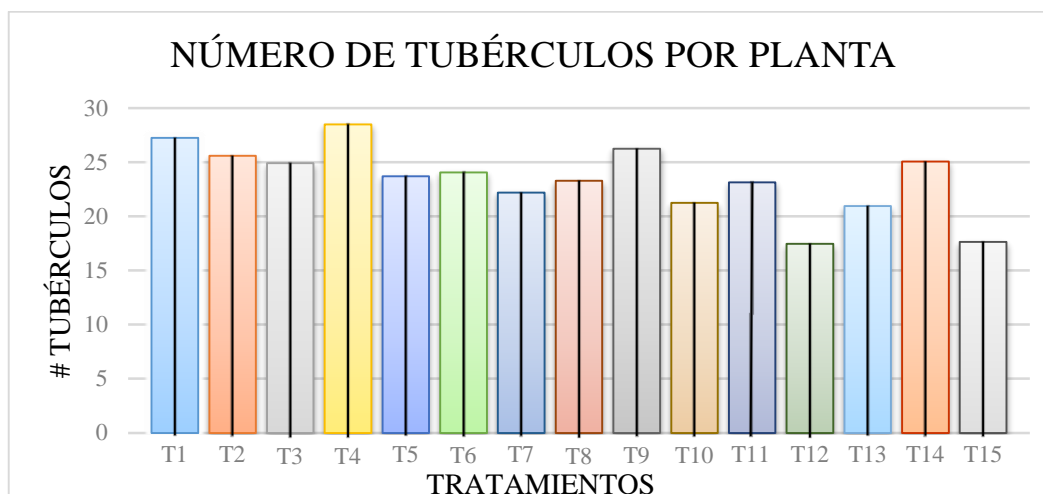


Figura 10. Número de tubérculos por planta en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Cuadro 16. Tukey al 5% para número de tubérculos por planta de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. ^s	PROM. (tubérculos/planta)	RANGOS						
T4	28,5	A						
T1	27,25	A	B					
T9	26,25	A	B	C				
T2	25,6	A	B	C	D			
T14	25,05	A	B	C	D	E		
T3	24,9	A	B	C	D	E		
T6	24,05		B	C	D	E	F	
T5	23,7		B	C	D	E	F	
T8	23,3			C	D	E	F	
T11	23,15			C	D	E	F	
T7	22,2				D	E	F	
T10	21,25					E	F	G
T13	20,95						F	G
T15	17,65							G
T12	17,45							G

(^s) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos se ven siete rangos, siendo los tratamientos que ocupan el rango más alto aquellos que tuvieron más tubérculos por planta (Cuadro 16). El número de tubérculos por planta fue directamente proporcional a la cantidad de tallos de la planta de papa.

Pérez y Forbes, (2008), manifiestan que cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro del tallo, éstas se quiebran fácilmente al paso de las personas, equipos agrícolas o de vientos fuertes; esto quiere decir que los tratamientos que tienen menos tubérculos por planta tuvieron daños de lancha a nivel de tallo. Se puede observar que destaca el tratamiento T4 (var. Superchola con el control Fosfito Potásico + Mandipropamid) con un promedio de 28,5 tubérculos por planta, mientras que el tratamiento T12 (var. Diacol Capiro con el control Fosfito Potásico) con un promedio de 17,45 tubérculos por planta siendo el valor más bajo y comparte el último rango.

Cuadro 17. DMS al 5% para número de tubérculos por planta de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT.	PROM. (Tubérculos/planta)	RANGOS
V1	25,99	A
V2	23,41	B
V3	20,85	C

Como se evidencia en el cuadro 17, la prueba de DMS al 5% para las variedades muestra la presencia de tres rangos, siendo la variedad que ocupa el primer rango aquella que tuvo la mayor cantidad de tubérculos por planta. De acuerdo con los datos obtenidos, la variedad Superchola ocupa el rango A, con mayor cantidad de tubérculos por planta con un promedio de 25,99 tubérculos por planta, debido a la cantidad de estolones que tuvo; mientras que la variedad Diacol Capiro ocupa el rango C, con el menor número de tubérculos por planta con un promedio de 20,85 tubérculos por planta, esto principalmente porque la variedad al ser altamente susceptible fue bastante afectada y perdió tallos productivos, lo que redujo significativamente la cantidad de tubérculos por planta.

Cabe resaltar que, además cada variedad posee sus características propias en lo que respecta a rendimientos, esto influye también en los resultados (Cuadro 17). La variedad Diacol Capiro es una variedad bastante productiva, pero ocupó el rango más bajo, debido a que el ataque de Tizón Tardío fue muy severo.

Cuadro 18. Duncan al 5% para número de tubérculos por planta de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROM. (Tubérculos/planta)	RANGOS		
C4	26,60	A		
C1	24,82	A	B	
C3	23,05		B	C
C2	21,75			C
C5	20,87			C

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

En la prueba de Duncan al 5% para número de tubérculos por planta (Cuadro 18), hay de tres rangos, demostrando las diferencias en cuanto a las estrategias de control, es decir, hubo una influencia en la efectividad de las aplicaciones con el rendimiento, así pues ocupa el rango (A) el control C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid), siendo el control que permitió un mayor número de tubérculos por planta, después está en el rango más bajo al control C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph), que fue el control menos eficiente, esto nos demostró que mientras más efectivo sea el control de plagas y enfermedades los rendimientos se verán afectados positivamente.

4.3.2. Rendimiento por planta

Se muestra en el análisis de la varianza representado en el Cuadro 19, que no existe una diferencia significativa entre bloques, ni tampoco en la interacción variedades y estrategias de control, si existe diferencia significativa al 1% tanto para tratamientos, variedades y estrategias de control. Las diferencias se deben tanto a las características de las variedades, como a las estrategias de control, teniendo valores altos en variedades con buenas características de producción y poca severidad de Tizón tardío. El coeficiente de variación fue de 8,05% y el promedio medio de los tratamientos fue de 1,20.

Cuadro 19. Análisis de Varianza para Rendimiento por planta en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Factores de Variación	ADEVA		
	GL	CM	F calc.
Total	59		
Bloques	3	0,02	1,64 ^{ns}
Tratamientos	14	0,12	12,57**
Variedades (V)	2	0,41	44,20**
Control (C)	4	0,17	18,46**
Interacción (V)x(C)	8	0,02	1,72 ^{ns}
Error	42	0,01	
	\bar{X}		1,2
	CV%		8,05

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

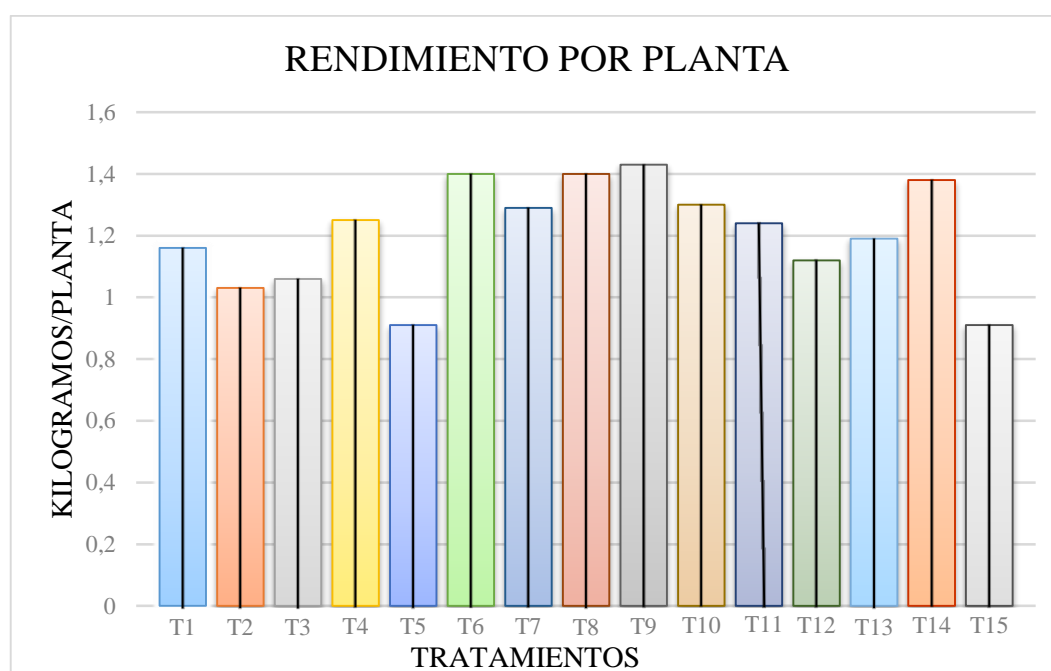


Figura 11. Rendimiento por planta (kg), en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos presentó cinco rangos, siendo los tratamientos que ocupan el rango A aquellos que tuvieron el mayor rendimiento

por planta (Cuadro 20). El tratamiento T9 sobresalió por haber obtenido el mayor rendimiento por planta con 1,43 kilogramos por planta este comparte el rango A con varios tratamientos, por otro lado los tratamientos T15 y T5 respectivamente obtuvieron los rendimientos más bajos con 0,91 kilogramos por planta, esto se debió principalmente al deficiente control de tizón que hizo que la planta pierda la capacidad de producción que tendría en condiciones óptimas.

Cuadro 20. Tukey al 5% para Rendimiento por planta de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROM. (kg/planta)	RANGOS				
T9	1,4325	A				
T6	1,4	A	B			
T8	1,395	A	B			
T14	1,3825	A	B			
T10	1,295	A	B	C		
T7	1,29	A	B	C		
T4	1,2525	A	B	C	D	
T11	1,235	A	B	C	D	
T13	1,19	A	B	C	D	
T1	1,16		B	C	D	
T12	1,12			C	D	E
T3	1,0575			C	D	E
T2	1,0275				D	E
T5	0,91					E
T15	0,91					E

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Los tratamientos T5 y T15 presentaron rendimientos por planta por debajo del kilogramo por planta, es decir, valores inferiores a los promedios normales de producción, en estos valores también influyó la afectación presentada por estos tratamientos al tizón tardío, principalmente debido a la pérdida de estolones.

Cuadro 21. DMS al 5% para el rendimiento por planta de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROM. (kg/planta)	RANGOS
V2	1,3625	A
V3	1,1675	B
V1	1,0815	B

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

La prueba de DMS al 5% para las variedades presentada en el Cuadro 21 muestra dos rangos, en este la variedad que ocupa el rango A es aquella que obtuvo el mayor rendimiento por planta. La variedad ICA-Única ocupa el rango A, ya que tuvo el mayor rendimiento por planta con un promedio de 1,36 kilogramos por planta, las variedades Diacol Capiro con 1,17 kilogramos por planta y Superchola con 1,08 kilogramos por planta ocupan el rango B y son las que obtuvieron los rendimientos por planta más bajos.

Hubo una diferencia entre las variedades (Cuadro 21); en especial se destacó la variedad ICA Única, la cual se sitúa en el rango (A). Nústez (2011) señala que las variedades ICA Única y Diacol Capiro tienen rendimiento de tubérculos alto, superior a 1,0 Kilogramos por planta; la variedad Diacol Capiro tuvo menor

rendimiento por planta que ICA Única debido a que tuvo mayor afectación de Tizón. Cabe resaltar que pese a las diferencias entre las variedades, se considera un alto rendimiento a valores superiores a 1,0 kilogramos por planta.

Cuadro 22. Duncan al 5% para Rendimiento por planta de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROM. (kg/planta)	RANGOS		
C4	1,36	A		
C1	1,27	A	B	
C3	1,21	A	B	
C2	1,15		B	C
C5	1,04			C

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

En la prueba de Duncan al 5% para Rendimiento por planta, que se presenta en el Cuadro 22, se aprecia tres rangos, evidenciando la diferencia entre las estrategias de control, con lo que se puede decir que el rendimiento por planta dependió en parte a la eficacia del control de Tizón Tardío, con esto se dice que el rango A lo ocupan el control C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid) con un promedio de 1,36 kilogramos por planta, el control C1 (control químico convencional) con 1,27 kilogramos por planta y el control 3 (Fosfito Potásico + Azoxystrobin) con un promedio de 1,21 kilogramos por planta; con estos métodos de control se alcanzó el mayor rendimiento por planta con un mayor rendimiento por planta.

El control C2 (Fosfito Potásico) con un promedio de 1,15 kilogramos por planta y el control C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph) con 1,04 kilogramos por planta ocupan el rango C en lo que refiere a rendimiento por planta, cabe resaltar que fueron estas dos estrategias de control las menos eficientes en control de Tizón Tardío y esto influyó en los rendimientos.

4.3.3. Rendimiento Total

El análisis de varianza para el rendimiento total de los tratamientos, indica que no existe una diferencia significativa entre bloques, ni tampoco en la interacción variedades y estrategias de control, tanto para tratamientos, variedades y estrategias de control si existe una diferencia significativa al 1% (Cuadro 23). El problema principal en la producción de papas en la sierra norte es la incidencia de la enfermedad conocida como lancha (*P. infestans*), de allí que algunos agricultores prefieren las variedades tolerantes (Tapia y Fries, 2007). El coeficiente de variación fue de 5,80% y el promedio medio de los tratamientos fue de 69,54.

Cuadro 23. Análisis de Varianza para Rendimiento total en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Factores de Variación	ADEVA		F calc.
	GL	CM	
Total	59		
Bloques	3	22,03	1,35 ^{ns}
Tratamientos	14	364,93	22,42**
Variedades (V)	2	1721,8	105,79**
Control (C)	4	354,44	21,78**
Interacción (V)x(C)	8	30,96	1,90 ^{ns}
Error	42	16,28	
	\bar{X}		69,54
	CV%		5,8

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

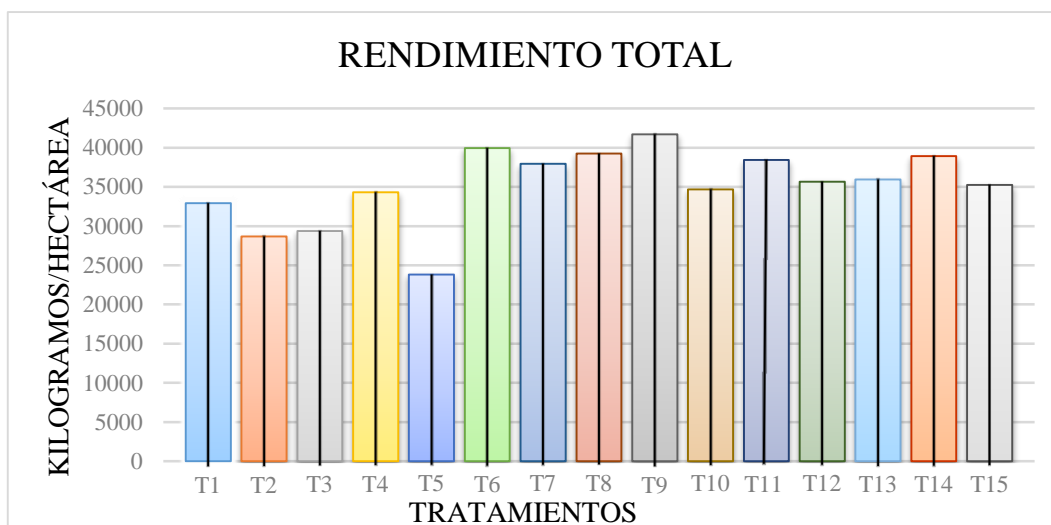


Figura 12. Rendimiento Total (kg), en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Cuadro 24. Tukey al 5% para Rendimiento Total de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. ^s	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS			
T9	82,58	A			
T6	79,05	A	B		
T8	77,70	A	B	C	
T14	77,10	A	B	C	
T11	76,10	A	B	C	
T7	75,10	A	B	C	D
T13	71,15		B	C	D
T12	70,60		B	C	D
T15	69,80		B	C	D
T10	68,70			C	D
T4	67,90			C	D
T1	65,15			D	E
T3	58,18				E
T2	56,80				F
T5	47,15				F

(^s) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

En la prueba de Tukey al 5% para tratamientos en el Cuadro 24, se da a conocer siete rangos, siendo los tratamientos que ocupan el rango A aquellos que tuvieron el mayor rendimiento total por parcela neta en el experimento; T9 (var. ICA Única con Fosfito Potásico + Mandipropamid) con 82,58 kg; T6 (var. ICA Única con control químico convencional) con 79,05 kg, T8 (var. ICA Única con Fosfito Potásico + Azoxystrobin) con 77,70 kg, T14 (Var. Diacol Capiro con Fosfito Potásico + Mandipropamid) con 77,10, T11 (Var. Diacol Capiro más el control convencional) con 76,10 kg y T7 (Var. ICA Única con Fosfito Potásico) con 75,10 kg son los tratamientos que ocupan el rango A por obtener los rendimientos totales más altos.

Cuadro 25. DMS al 5% para Rendimiento Total de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS
V2	76,63	A
V3	72,95	A
V1	59,04	B

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

La prueba de DMS al 5% para las variedades señala dos rangos, en estos, las variedades que ocupan el rango A son aquellas que obtuvieron los mayores rendimientos totales (Cuadro 25). La variedad ICA Única con un promedio de 76,63 kg y la variedad Diacol Capiro con 72,95 kg son las que están ocupando el rango A, ya que tuvieron los rendimientos totales más altos. Ello se explica en que las dos

variedades colombianas que según Núñez (2011), son de adaptación amplia y su potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es superior a las 40 t/ha.

La variedad Superchola ocupa en rango B teniendo el menor rendimiento total que fue de 59,04 kg, que fue una producción aceptable para esta variedad, ya que según Pumisacho y Velásquez (2009), esta variedad tiene un rendimiento promedio de 30 t/ha (Cuadro 25).

Cuadro 26. Duncan al 5% para Rendimiento Total de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS		
C4	75,86	A		
C1	73,43	A	B	
C3	69,01		B	
C2	67,50		B	C
C5	61,88			C

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

La prueba de Duncan al 5% para Rendimiento total, en el Cuadro 26 se identifican tres rangos, mostrándonos las diferencias que existieron entre las estrategias de control, con lo que se puede decir que la eficacia de los controles tuvieron influencia en los rendimientos, el rango más alto (A) lo ocupa el control C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid) y el control C1 (control químico convencional), este último también comparte el rango B con el mayor rendimiento total, por otro lado el control C2 (Fosfito Potásico) y el control C5 (Fosfito Potásico

+ Dimethomorph) ocupan el rango más bajo (C), porque con estas estrategias de control los rendimientos totales fueron los más bajos.

4.3.3.1. Papa comercial de Primera

Como se muestra en el análisis de varianza para el rendimiento papa comercial de primera en el Cuadro 27; no existe diferencia significativa en bloques, ni tampoco en la interacción variedades y estrategias de control; pero para tratamientos, variedades y estrategias de control si existe diferencia significativa al 1%. El coeficiente de variación fue de 6,84% y el promedio medio de los tratamientos fue de 33,89.

Cuadro 27. Análisis de Varianza para Rendimiento papa de primera en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012.

Factores de Variación	ADEVA		
	GL	CM	F calc.
Total	59		
Bloques	3	10,81	2,01 ^{ns}
Tratamientos	14	316,96	59,05**
Variedades (V)	2	2040,56	380,19**
Control (C)	4	82,68	15,40**
Interacción (V)x(C)	8	3,2	0,60 ^{ns}
Error	42	5,37	
	\bar{X}		33,89
	CV%		6,84

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

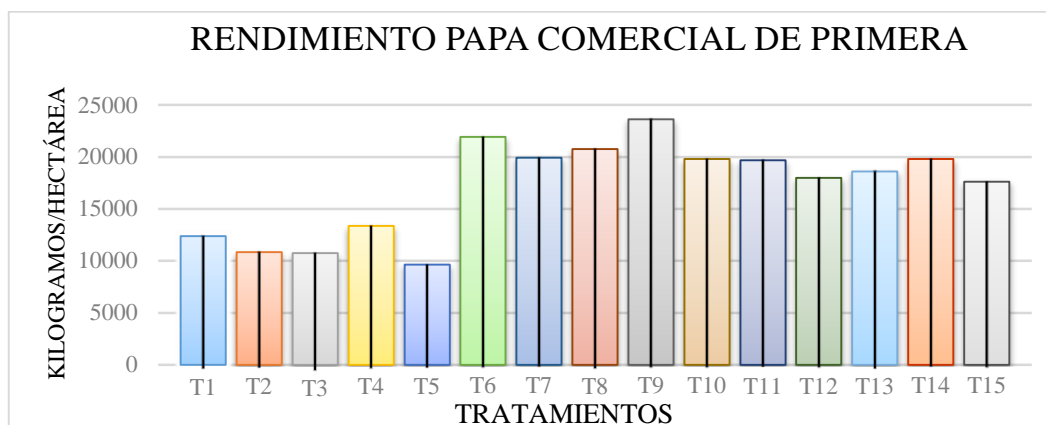


Figura 13: Rendimiento papa comercial de primera (kg), en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Cuadro 28. Tukey al 5% para Rendimiento papa comercial de primera de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS				
T9	46,80	A				
T6	43,40	A	B			
T8	41,08		B	C		
T7	39,45		B	C	D	
T10	39,23		B	C	D	
T14	39,20		B	C	D	
T11	38,98		B	C	D	
T13	36,85			C	D	
T12	35,60			C	D	
T15	34,88				D	
T4	26,48				E	
T1	24,50				E	F
T2	21,48				E	F
T3	21,30				E	F
T5	19,10					F

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

En la prueba de Tukey al 5% para tratamientos resumida en el Cuadro 28, se da a conocer la presencia de seis rangos, siendo los tratamientos que ocupan el rango A aquellos que tuvieron el mayor rendimiento por planta. Se tuvo a T9 (var. ICA Única con Fosfito Potásico + Mandipropamid) y a T6 (var. ICA Única con control químico convencional) en el rango A con los promedios de rendimiento de papa de primera más altos.

Cuadro 29. DMS al 5% para el Rendimiento papa comercial de primera de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012.

TRAT.	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS
V2	41,99	A
V3	37,1	B
V1	22,57	C

En el Cuadro 29, la prueba de DMS al 5% para las variedades se muestra tres rangos, la variedad que ocupa el rango A es la que obtuvo el mayor rendimiento de papa comercial de primera.

Se identifica diferencias entre las variedades (Cuadro 29), en el rango A están la variedad ICA-Única, en el rango B está la variedad Diacol Capiro, mientras que la variedad Superchola ocupa el rango más bajo (C) que tuvieron el menor rendimiento de papa comercial de primera.

Cuadro 30. Duncan al 5% para Rendimiento papa comercial de primera de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS		
C4	37,49	A		
C1	35,63	A	B	
C3	33,08		B	C
C2	32,18		B	C
C5	31,07			C

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

La prueba de Duncan al 5% para Rendimiento papa comercial de primera, señala tres rangos, evidenciando las diferencias que existieron entre las estrategias de control (Cuadro 30). El rango A lo ocupa el control C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid) y también se encuentra el control C1 (control químico convencional) con los mayores rendimientos en lo que se refiere a papa comercial de primera.

El rango C esta compartido por tres estrategias de control: C3 (Fosfito Potásico + Azoxystrobin), C2 (Fosfito Potásico) y C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph), éste último con el promedio más bajo de todos en lo que se refiere a rendimiento papa comercial de primera.

4.3.3.2. Papa comercial de segunda

En el análisis de varianza para el rendimiento papa comercial de segunda, no existe una diferencia significativa para bloques, mientras que, para tratamientos, variedades, estrategias de control y en la interacción variedades con estrategias de control si existe una diferencia significativa al 1% (Cuadro 31). El coeficiente de variación fue de 8,47% y el promedio medio de los tratamientos fue de 28,08.

Cuadro 31. Análisis de Varianza para Rendimiento papa comercial de segunda en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Factores de Variación	ADEVA		
	GL	CM	F calc.
Total	59		
Bloques	3	2,09	0,37 ^{ns}
Tratamientos	14	55,12	9,75 ^{**}
Variedades (V)	2	122,74	21,71 ^{**}
Control (C)	4	87,3	15,44 ^{**}
Interacción (V)x(C)	8	22,13	3,91 ^{**}
Error	42	5,65	
	\bar{X}		28,08
	CV%		8,47

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

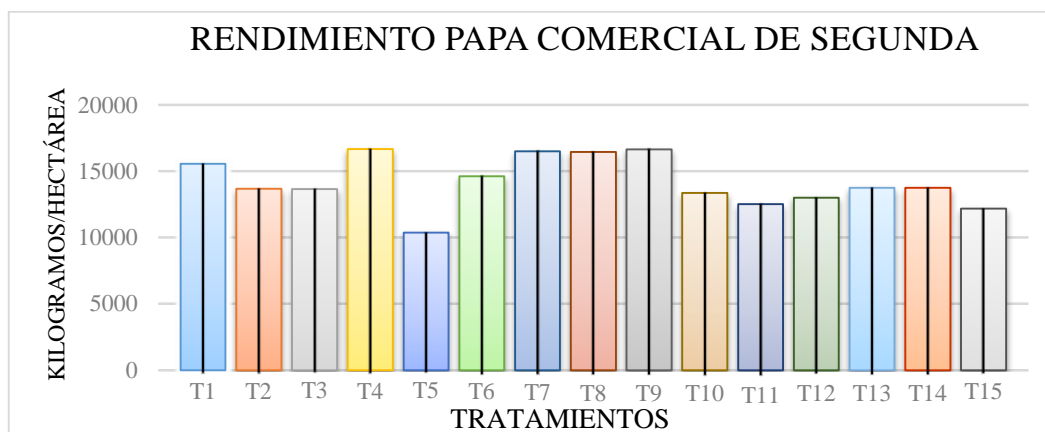


Figura 14. Rendimiento papa comercial de segunda (kg), en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012.

Cuadro 32. Tukey al 5% para Rendimiento papa comercial de segunda de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS			
T4	33,025	A			
T9	32,95	A			
T7	32,675	A			
T8	32,575	A			
T1	30,8	A	B		
T6	28,975	A	B	C	
T14	27,25	A	B	C	
T13	27,225	A	B	C	
T2	27,1	A	B	C	
T3	27,05	A	B	C	
T10	26,475		B	C	D
T12	25,725		B	C	D
T11	24,8		B	C	D
T15	24,1			C	D
T5	20,525				D

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos en el Cuadro 32 presenta cuatro rangos, en los cuales los tratamientos que ocupan el rango A aquellos que tuvieron el mayor rendimiento de papa comercial de segunda.

Cuadro 33. DMS al 5% para el Rendimiento de papa comercial de segunda de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS
V2	30,73	A
V1	27,7	A B
V3	25,82	B

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

Analizando la prueba de DMS al 5% para las variedades, se ve la presencia de dos rangos (Cuadro 33), en estas las variedades que ocupan el rango A son aquellas que obtuvieron los mayores rendimientos de papa comercial de segunda.

En el Cuadro 33 se identifican las diferencias entre las variedades; en el rango A están las variedades ICA Única y Superchola, con los rendimientos totales de papa comercial de segunda más altos, la variedad Superchola también ocupa el rango B que lo comparte con la variedad Diacol Capiro que tuvo el rendimiento más bajo de papa comercial de segunda.

Cuadro 34. Duncan al 5% para Rendimiento papa comercial de segunda de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS
C4	31,08	A
C3	28,95	A
C2	28,50	A
C1	28,19	A
C5	23,70	B

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

En la prueba de Duncan al 5% para Rendimiento total de papa comercial de segunda, se determinaron dos rangos, donde se puede observar que las diferencias fueron más estrechas (Cuadro 34). El control C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph) ocupa el rango B, teniendo los valores más bajos de rendimiento de papa comercial de segunda, por la severidad de tizón tardío que sufrieron los tratamientos en los cuales se aplicó esta estrategia de control, las demás estrategias de control ocupan el rango A, tal parece que estos controles no fueron decisivos al momento de hacer diferencia al momento de evaluar los rendimientos de papa comercial de segunda.

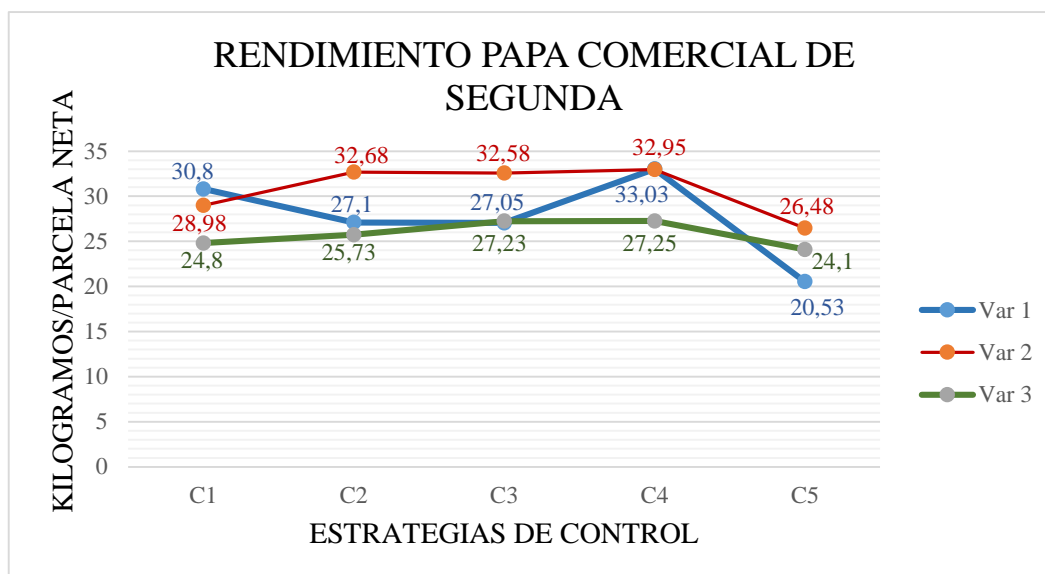


Figura 15. Interacción Variedades – Estrategias de Control para Rendimiento papa comercial de segunda en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi. 2012.

Como observa en la Figura 15, Variedad Superchola tuvo el mayor rendimiento de papa comercial de segunda con el método de control C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid) que correspondió al tratamiento T4, la Variedad ICA-Única presento el mayor rendimiento con el método de control C4 de igual manera (Fosfito Potásico + Mandipropamid), que correspondió al tratamiento T9; la Variedad Diacol-Capiro tuvo el mayor rendimiento con el control C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid), siendo el tratamiento T14.

4.3.3.3. Papa desecho

Según el análisis de varianza para el rendimiento papa desecho, se nota que no existe una diferencia significativa entre bloques y en la interacción variedades con estrategias de control; mientras que, para tratamientos, variedades, estrategias de control si existe una diferencia significativa al 1% (Cuadro 35). El coeficiente de variación fue de 24,90% y el promedio medio de los tratamientos fue de 7,57.

Cuadro 35. Análisis de Varianza para Rendimiento papa desecho en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Factores de Variación	ADEVA		
	GL	CM	F calc.
Total	59		
Bloques	3	3,38	0,95 ^{ns}
Tratamientos	14	38,56	10,86 ^{**}
Variedades (V)	2	209,12	58,89 ^{**}
Control (C)	4	16,11	4,54 ^{**}
Interacción (V)x(C)	8	7,14	2,01 ^{ns}
Error	42	3,55	
	\bar{X}		7,57
	CV%		24,9

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

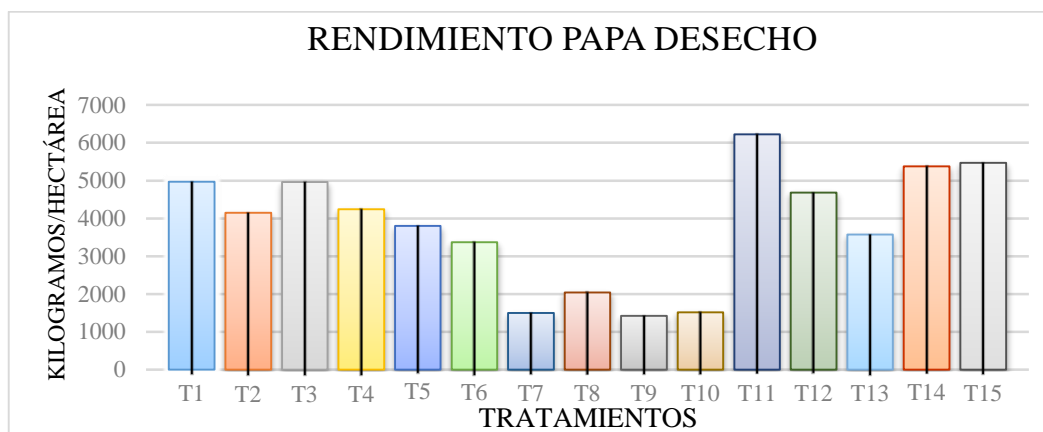


Figura 16. Rendimiento papa desecho (kg/ha), en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Cuadro 36. Tukey al 5% para Rendimiento papa desecho de los tratamientos en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS			
T11	12,33	A			
T15	10,83	A	B		
T14	10,65	A	B		
T1	9,85	A	B		
T3	9,83	A	B		
T12	9,28	A	B		
T4	8,40	A	B	C	
T2	8,23	A	B	C	
T5	7,53	A	B	C	D
T13	7,08		B	C	D
T6	6,68		B	C	D
T8	4,05			C	D
T10	3,00				D
T7	2,98				D
T9	2,83				D

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos representada en el Cuadro 36, muestra cuatro rangos, donde los tratamientos que ocupan el rango A son aquellos que tuvieron el mayor cantidad de papa desecho.

Cuadro 37. DMS al 5% para el Rendimiento de papa desecho de las variedades en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS
V3	10,03	A
V1	8,77	A
V2	3,91	B

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

En el Cuadro 37, la prueba de DMS al 5% para las variedades señala a dos rangos, en estos las variedades que ocupan el rango A son aquellas que obtuvieron los mayores cantidades de papa desecho.

Se señalan las diferencias entre las variedades (Cuadro 37). El rango A lo ocupan las variedades Diacol Capiro y la variedad Superchola, con los rendimientos totales de papa desecho más altos, mientras que la variedad ICA Única ocupa en rango B teniendo la menor cantidad de papa desecho, en este caso el rango más bajo es positivo, ya que la papa desecho es una pérdida de producción. La variedad Diacol Capiro fue la que ocupó el primer rango en esta variable debido a que fue severamente dañada por la enfermedad, impidiendo alcanzar sus niveles óptimos de producción lo que llevó a que los tubérculos no llegaran a engrosar en su totalidad, a pesar de ser una variedad altamente productiva.

Cuadro 38. Duncan al 5% para Rendimiento papa desecho de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

TRAT. [§]	PROMEDIO (kg/parcela neta)	RANGOS
C1	9,6167	A
C4	7,2917	A
C5	7,1167	A
C3	6,9833	A
C2	6,825	A

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

La prueba de Duncan al 5% para Rendimiento papa desecho vista en el Cuadro 38, muestra un solo rango, esto indica que los métodos de control no influyeron en la cantidad de papa desecho obtenida los diferentes tratamientos.

A pesar que con el control químico convencional se obtuvo una mayor cantidad de papa desecho no difirieron estadísticamente con aquellos controles en los que se aplicó el fosfito potásico, que se esperaba tuviera un efecto más marcado en cuestión de la parte productiva al tener en su formulación fósforo y potasio como aporte nutricional para el cultivo. Como explica Carmona y Satua, (2011); la mayoría de las publicaciones ponen en consideración la acción del fosfito como fungicida contra *oomycetes* y como inductor de las defensas de la planta más que como fertilizante en sí.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos se concluye que:

- ❖ La severidad del ataque de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) depende de la variedad y su resistencia genética, así como de la estrategia de control. La variedad ICA Única con el manejo (Fosfito Potásico + Mandipropamid) y también ICA Única con control químico convencional, fueron los que presentaron la menor severidad de tizón tardío al haber presentado los valores más bajos de AUDPCr (0,06 y 0,05); en tanto, la variedad Diacol Capiro con Fosfito Potásico + Dimethomorph, presentó la mayor severidad de tizón tardío, con las lecturas más altas de AUDPCr (0,46).
- ❖ Las moléculas de fosfitos muestran diferencia como estrategias de control de la enfermedad. El más eficaz fue C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid), con un AUDPCr de 0,10; y, el menos eficaz, C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph) que mostró un AUDPCr de 0,28.
- ❖ El vigor de la planta se relaciona con la variedad, determinándose mayor vigor en la variedad ICA Única, que mostró también la mayor altura de planta, con un

promedio de 64,76 cm, por su mayor rusticidad; seguida de la variedad Superchola; y finalmente, Diacol Capiro, que es la más susceptible.

- ❖ A mejor vigor de la planta existe mayor resistencia al ataque de tizón tardío. Los tratamientos que mostraron el mayor vigor fueron T6 (variedad ICA Única y control químico convencional) y T9 (variedad ICA Única con Fosfito Potásico + Mandipropamid); mientras, el tratamiento de menor vigor fue T15 (variedad Diacol Capiro + GLASS K con Dimethomorph).
- ❖ En cuanto al rendimiento, la variedad ICA Única con la estrategia de control (Fosfito Potásico + Mandipropamid) obtuvo el mayor rendimiento total con una media de 46,34 t/ha.
- ❖ El uso de fosfito potásico favorece el menor impacto ambiental en relación con el manejo convencional al que se le asignó un valor de IA de 100%). Los tratamientos con fosfitos, mostraron menores valores de impacto. Al considerar los niveles de reducción del impacto ambiental, el Fosfito Potásico + Dimethomorph, reduce un 61.20%; Fosfito Potásico, 62,59%; el Fosfito Potásico + Mandipropamid, 62,82%; y, el Fosfito Potásico + Azoxystrobin, que fue la tecnología reportó una disminución del 62,84% en comparación con el control químico convencional.

RECOMENDACIONES

- ❖ Emplear el cálculo del valor AUDPCr en futuros ensayos, pues resultó ser una herramienta muy útil para medir la eficacia de los agroquímicos empleados para el control de tizón tardío; así como, para determinar la severidad e incidencia de la enfermedad.
- ❖ Evaluar el uso de fosfito potásico como fuente de nutrición complementaria y como medio de prevención del tizón tardío en el cultivo de papa.
- ❖ Realizar ensayos con la utilización de Fosfito potásico en rotación con los fungicidas del grupo de las “estrobirulinas”, por ser de bajo impacto ambiental y por su influencia positiva en la productividad del cultivo.
- ❖ Proponer estudios de seguimiento debido a la aparición de nuevos ingredientes activos en el control de tizón tardío y así poder evaluarlos con el fin de determinar su eficacia en campo.
- ❖ Evaluar las aplicaciones de otros tipos de productos que actúan como inductores de defensa (elicitores), ya que podrían ser una alternativa racional para con el medio ambiente en el proceso de control de enfermedades del cultivo.
- ❖ En razón de la dinámica del mercado de los agroquímicos, se sugiere evaluar nuevas moléculas, siempre que causen menores impactos al ambiente, lo cual se ratifique a través de la determinación de la tasa de impacto ambiental.

CAPÍTULO VI

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. INTRODUCCIÓN

La utilidad de estudiar el impacto ambiental es poder evidenciar el alto uso de pesticidas, sus efectos y las posibilidades de reducirlos (Bues *et al.*, 2004; De Jong y De Snoo, 2002) citado por Barona, (2009).

El departamento de manejo integrado de plagas y enfermedades de la Universidad de Cornell desarrolló un método llamado Coeficiente de Impacto Ambiental (en adelante lo denominaremos como CIA). Este método reduce la información del efecto de un determinado pesticida para el medio ambiente y las personas a un solo valor numérico sencillo. Para lograr esto se desarrolló una ecuación basada en tres componentes principales de la producción agrícola: un componente del trabajador, otro del consumidor, y otro ecológico (Kovach *et al.*, 1992) citado por Colcha, (2008).

Los valores del CIA para los principales pesticidas que se ofertan en el mercado se hallan publicados y cualquier usuario puede acceder a ellos mediante el siguiente enlace:

http://nysipm.cornell.edu/publications/eiq/files/EIQ_values07.pdf

El CIA es un método fácilmente aplicable y una herramienta de gran ayuda para técnicos agrónomos de diferentes ramas. Este puede ser usado eficientemente para comparar desde el punto de vista del impacto, diferentes estrategias o

programas de manejo de plagas y enfermedades de un cultivo (Muhammetoglu y Uslu, 2007) citado por Colcha, (2008).

La ecuación para determinar individualmente el CIA de cada pesticida se presenta a continuación.

$$\text{CIA} = (\text{Efecto agricultor} + \text{Efecto consumidor} + \text{Efecto medioambiente}) / 3$$

$$\text{Efecto agricultor} = C \times [(DT \times 5) + (DT \times P)]$$

$$\text{Efecto consumidor} = C \times [(S + P)/2 \times SY] + (L)$$

$$\text{Efecto medioambiente} = (F \times R) + D \times [(S + P)/2 \times 3] + (Z \times P \times 3) + (B \times P \times 5)$$

La “Tasa de Impacto Ambiental” (a partir de ahora denominada TIA), es la aplicación práctica del CIA, sirve para valorar exactamente los sistemas de producción o tecnologías y las estrategias de manejo de plagas y enfermedades. Este método incorpora variables como: dosificación (kilogramos o litros por hectárea), concentración del ingrediente activo en cada pesticida aplicado y el número de aplicaciones que se realiza por ciclo de cultivo en cada situación específica (Kovach *et al.*, 1992). Citado por Barona, (2009).

El TIA se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{TIA} = \text{CIA} \times \text{Dosis/ ha} \times \text{Formulación} \times \text{No. Aplicaciones}$$

$$\text{Dónde: TIA} = \text{Impacto Ambiental}$$

$$\text{CIA} = \text{Coeficiente de impacto ambiental}$$

Luego, estas TIA finales de cada pesticidas, son sumadas dando como resultados la “Tasa de Impacto Ambiental Total” (a partir de ahora denominada TIAT) de cada estrategia de manejo o sistema de producción (tecnología), lo cual se lo utiliza para comparar los TIAT por medio de un método estadístico y de esta

manera determinar cuál es la tecnología o estrategia que genera menos contaminación (Kovach *et al.*, 1992) citado por Barona, (2009)

La magnitud del CIA es el riesgo potencial de un pesticida determinado, mientras la magnitud del TIA es el riesgo asociado con el uso de ese pesticida (Gavillan *et al.*, 2001) citado por Barona, (2009).

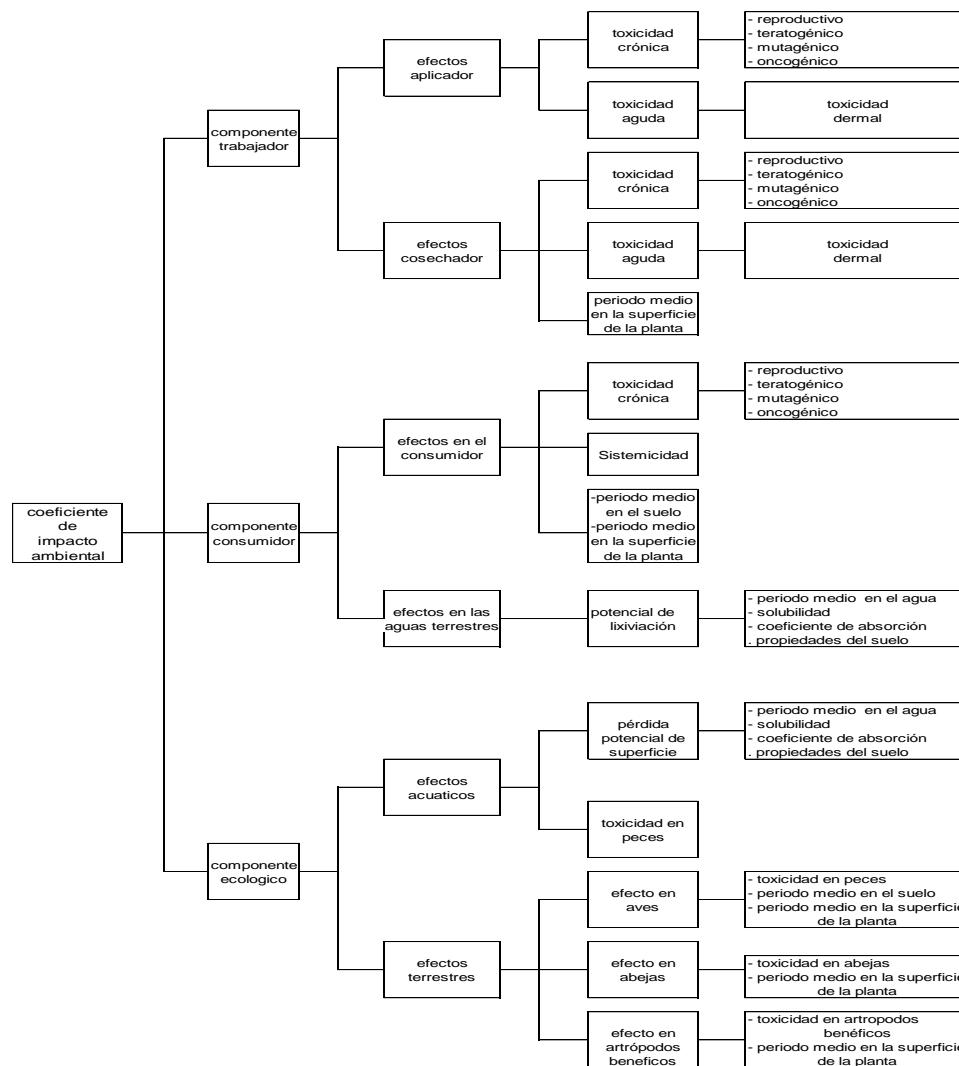


Figura 17. Diagrama que muestra los factores ambientales individuales que fueron evaluados en el desarrollo del coeficiente de impacto ambiental de los plaguicidas. Modelo (CIA). Fuente: Kovach *et al.*, 1992.

6.2. OBJETIVOS

6.2.1. General

Evaluar el impacto ambiental derivado de la aplicación de fosfito potásico en tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum L.*) para el control de Tizón Tardío en Santa Martha de Cuba provincia del Carchi.

6.2.2. Específicos

- Comparar la TIA de cada una de las tecnologías de control de Tizón Tardío.
- Identificar qué estrategia de control es la que produce el menor impacto ambiental.
- Identificar la reducción en el impacto ambiental de todos los tratamientos que contienen Fosfito potásico en relación con el manejo convencional.

6.3. MARCO LEGAL

Ley de gestión ambiental

Art. 6.- la explotación racional de recursos naturales en ecosistemas frágiles o en áreas protegidas, se realizará por excepción y siempre que se cuente, con la antelación debida, del respectivo estudio de impacto ambiental.

Art. 19 y 20.- toda acción que represente riesgo ambiental debe poseer la respectiva licencia, por lo que la obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos y privados que puedan causar impactos ambientales serán calificados, previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control conforme lo establecido por el sistema único de manejo ambiental, cuyo principio rector es precautelario.

Art. 21.- condiciona la emisión de licencias ambientales al cumplimiento de requisitos que constituyen en su conjunto sistemas de manejo ambiental, y que incluyen: estudios de línea base, evaluación de impacto ambiental, evaluación de riesgos, planes de manejo de riesgos, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono.

Art. 23.- la evaluación de impacto ambiental debe comprender la estimación de los probables efectos sobre la población y el medio ambiente, la identificación de posibles alteraciones en las condiciones de tranquilidad pública, y la detección de las incidencias que la actividad o proyecto puede acarrear sobre los elementos del patrimonio cultural, histórico o escénico.

Art. 24.- en obras públicas o privadas, las obligaciones que se desprenden del sistema de manejo ambiental pasan a formar parte de los correspondientes contratos.

Art. 39.- las instituciones encargadas de administrar recursos naturales, controlar la contaminación y proteger el medio ambiente, deben de establecer programas de monitoreo sobre el estado ambiental en las áreas de su competencia, que permitan informar sobre las probables novedades a la auditoría ambiental nacional o a las entidades del régimen seccional autónomo.

TULAS. Objetivo de los EsIA

Art. 13.- el objetivo del proceso de Evaluación de Impactos Ambientales es garantizar que los funcionarios públicos y la sociedad en general tengan acceso, en forma previa a la decisión sobre su implementación o ejecución, a la información ambiental trascendente, vinculada con cualquier actividad o proyecto. Aparte de ello, en el referido proceso de Evaluación de Impactos Ambientales deben determinarse, describirse y evaluarse los potenciales impactos y riesgos respecto a las variables relevantes del medio físico, biótico, socio – cultural, así como otros aspectos asociados a la salud pública y al equilibrio de ecosistemas.

Art. 22.- (ley de aguas) prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

6.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El efecto del fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum L.*) en Santa Martha de Cuba, provincia del Carchi tiene como objetivo buscar la mejor alternativa para el control de Tizón Tardío, para una producción más sana y libre de fungicidas convencionales.

6.4.1. Área de influencia directa (AID)

El área de influencia directa es el sitio consignado a la producción de papa con una superficie de 2359,8 m².

6.4.2. Área de influencia indirecta (AII)

Las áreas de influencia indirecta constituyen las partes alejadas, como son los cultivos vecinos, lugares aledaños, canales de riego, tomas de agua, 500 metros alrededor del ensayo.

6.5. LÍNEA BASE

La experimentación se estableció en un lote de 2359,8 m² de superficie, en la parroquia de Santa Martha de Cuba, provincia del Carchi.

6.5.1. Características del lote

Cultivo anterior: Potrero

Grado de erosión: bajo

Nivel freático: Medio

Pedregosidad: Baja

Profundidad de la capa arable: 1,50 – 3,50 m

Textura: Franco Arenoso

6.5.2. Caracterización del medio ambiente

6.5.2.1. Clima

Temperatura media: 12,4 °C

Precipitación media mensual: 127,9 mm/mes

Clima: Templado frío

6.5.2.2. Fauna

La fauna predominante la constituyen insectos de los órdenes coleóptera y lepidóptera. Y variedad de especies de aves. Como: Tórtola (*Zenaida auriculata*), Chiguaco (*Turdus fuscater*), Gavilán (*Buteo ventralis*), Gorrión, lechuza.

6.5.2.3. Flora

Existen poblaciones moderadas de malezas anuales y perennes, tales como, Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Lengua de vaca (*Rumex sp.*), corazón herido, nabo, hierba de sapo.

6.6. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el Cuadro 39, se ve claramente diferencias entre las estrategias de control, obteniendo el valor más alto de TIA el control convencional, con un valor de 478,92; por ser el valor más alto, le asignamos el 100%, con el fin de poder evaluar la reducción de los impactos, en relación con las otras estrategias de control de tizón tardío.

Cuadro 39. Tasa de impacto ambiental total de las estrategias de control en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

Controles	# Aplicaciones	TIA	% I.A.	Reducción I.A. (%)
Manejo convencional	9	478,92	100	0
Fosfito potásico + Dimethomorph	9	185,81	38,8	61,2
Fosfito potásico	9	179,14	37,4	62,6
Fosfito potásico + Mandipropamid	9	178,08	37,18	62,82
Fosfito potásico + Azoxystrobin	9	177,95	37,16	62,84

TIA: Tasa de impacto ambiental

I.A.: Impacto ambiental

El control C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph) obtuvo una TIA de 185,81; que representa un 38,8%, en relación al control químico convencional se ve una reducción del 61,2% del impacto ambiental.

El control C2 (Fosfito Potásico) obtuvo una TIA de 179,14; que equivale al 37,41%, es decir que el impacto ambiental se redujo en un 62,59% en relación al control químico convencional.

El control C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid) registró una TIA de 178,08; que corresponde al 37,18, existiendo una reducción del 62,82%.

El control C3 (Fosfito Potásico + Azoxystrobin) fue el que obtuvo el más bajo impacto ambiental, siendo de 177,95, lo que corresponde al 37,16% de impacto ambiental, y su reducción en relación al manejo convencional fue del 62,84%.

En el mismo Cuadro 39, están detallados los números de aplicaciones que se hicieron por ciclo, esto con el fin darse cuenta de que al aplicar estas estrategias de control en variedades con cierto nivel de resistencia y de ciclo más precoz, se disminuyen los números de aplicaciones de pesticidas y por ende también existiría una reducción en la tasa de impacto ambiental.

El control convencional obtuvo los valores más altos por la utilización de productos a base de dos ingredientes activos, como por ejemplo: el Cymoxanil con mancozeb, los cuales tienen un alto coeficiente de impacto ambiental (CIA).

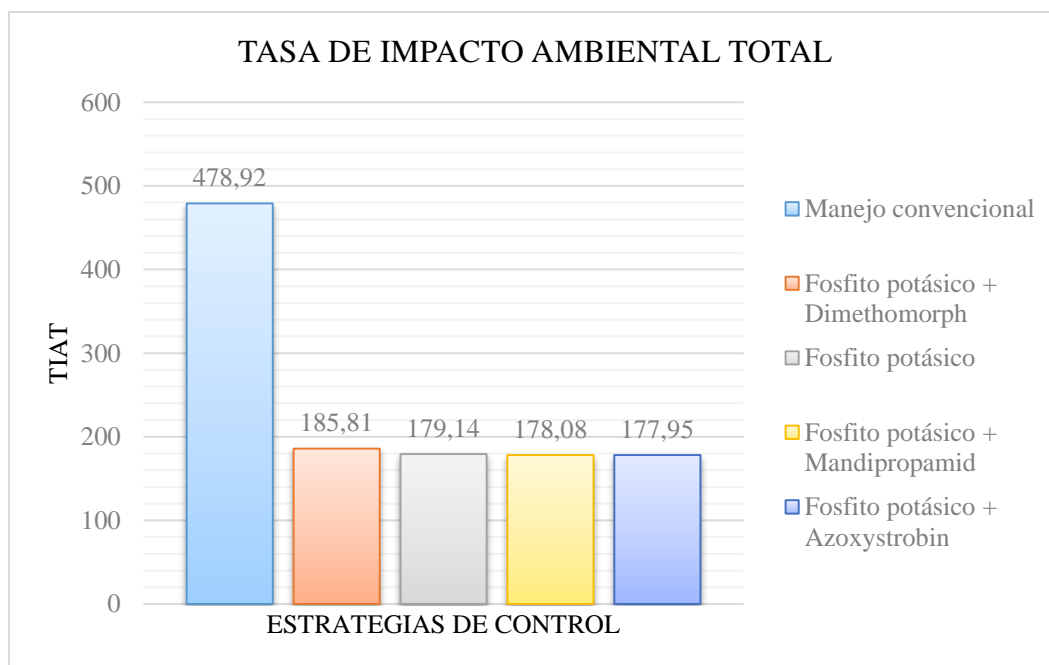


Figura 18. Tasa de impacto ambiental total (TIAT) en el efecto de fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa *S. tuberosum*. Santa Martha de Cuba. Carchi, 2012.

En la figura 18, se observa que la menor tasa de impacto ambiental se obtiene las tecnologías alternativas, a diferencia de la tecnología convencional, que tienen el valor de TIA más elevada. Las TIAS de los controles alternativos se deben primordialmente a que se utilizaron productos alternativos que se utilizan a dosis bajas, así como también a que se utilizó el Fosfito potásico, que es de bajo coeficiente de impacto ambiental.

Con los datos obtenidos de la reducción del impacto ambiental de las distintas estrategias para el control del Tizón tardío un el cultivo de papa, se evidencia la disminución bastante elevada de la contaminación que se produce con la aplicación de estas nuevas alternativas de control, por lo que, las empresas privadas y los entes encargados de la legislación, deberían enfocarse en un sentido de carácter social y fundamentalmente a la importancia de entregar productos saludables a los consumidores, libres de productos tóxicos y que dejan una huella ambiental muy grande que a la postre traerá consecuencias en nuestro medio ambiente y las personas que viven del agro, los cuales son los más expuestos a los pesticidas.

Finalmente una vez que se obtuvieron los datos se concluye que mientras mayor sea el TIA, mayor será el grado de contaminación que causa cualquier tipo de tecnología

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N. 2005. Fitopatología. Limada Noriega Editores. Segunda edición. México, D. F. 838 p.
- Andrade, H., Bastidas, O. y Sherwood, S. 2002. La Papa en el Ecuador. En: Pumisacho, M. y Sherwood, S. (eds.). El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito. INIAP, CIP. pp. 85-169.
- Barona, D. 2009. Evaluación del impacto ambiental de tecnologías para producción de papa (*Solanum tuberosum*) con alternativas al uso de plaguicidas peligrosos. Tesis Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador. Quito. 120 p.
- Bues, R.; Bussieres, P.; Dadomo, M.; Dumas, Y.; Garcia-Pomar, M. y Lyannaz, J. 2004. Assesing the environmental impacts of pesticides used on processing tomato crops. Agriculture, Ecosystems and Environment 102: 155-162.
- Cáceres, P.A., Pumisacho, M., Forbes, G.A., Andrade-Piedra, J.L. 2007. Guía para facilitar el aprendizaje sobre control de tizón tardío de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP), Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología del Ecuador (SENACYT). Quito, Ecuador. 142 páginas.
- Cañedo V., Alfaro A., Kroschel J. 2011. Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 48p.
- Carmona, M. y Satua, F. 2011. Impacto de la nutrición y de fosfitos en el manejo de enfermedades en cultivos extensivos de la región pampeana. Ed IPNI (International Plant Nutrition Institute) y Fertilizar 73- 82 pp
- Colcha, E. 2009. Evaluación del impacto ambiental de tecnologías para la producción de papa (*Solanum tuberosum*) con alternativas al uso de plaguicidas peligrosos. Tesis Ing. Agr. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. 111 p.
- Cuesta, X., Andrade, H., Bastidas, O., Quevedo, R. y Sherwood, S. 2002. Botánica y mejoramiento Genético. En: Pumisacho, M. y Sherwood, S. (eds.). El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito. INIAP, CIP. pp. 85-169.

- De Jong, F. y De Snoo, G. 2002. A comparison of the environmental impact of pesticide use in integrated and conventional potato cultivation in The Netherlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91, 5-13.
- Fry, W. E., Thurston, H. D. y Stevenson, W. R. 2001. Late Blight. In *Compendium of Potato Diseases*. Stevenson, W. R., Loria, R., Franc, G. y Weingartner, D. (eds.). St. Paul, Minnesota USA, The American Phytopathological Society. pp 28-30.
- Gallegos, P., Oyarzún, P., Asaquibay, C., Forbes, G., Ochoa, J., Paucar, B., Prado, M., Revelo, J., Sherwood, S. y Yumisaca, F. 2002b. Manejo Integrado de Plagas. En: Pumisacho, M. y Sherwood, S. (eds.). *El cultivo de la papa en el Ecuador*. Quito. INIAP, CIP. pp. 85-169.
- Gavillan, G., Surgeoner, G. y Kovach, J. 2001. Pesticide risk reduction on crops in the province of Ontario. *Environmental Quality* 30, 798-813.
- Huaraca, H., Montesdeoca, F., Pumisacho, M. 2009. Guía para facilitar el aprendizaje sobre el manejo del tubérculo-semilla de papa. INIAP-SENACYT. Quito, EC. 179 páginas.
- Kovach, J.; Petzoldt, C.; Degnil, J. y J., T. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* (139): 1-8.
- Kroschel, J. Cañedo, V. Alcázar, J. Miethbauer, T. 2012. Manejo de plagas de la papa en la región andina del Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Lobato, M.C., Olivieri, F.P., Gonzáles Altamiranda, E.A., Wolski, E.A., Daleo, G.R., Caldiz, D.O y Andreu, A.B. 2008. Phosphite compounds reduce disease severity in potato seed tubers and foliage. *Eur. J. Plant. Patho.* 122:349-358.
- Lovatt, C.J. y Mikkelsen, L.R., 2006. Phosphite fertilizer: What are they? Can you use them? What can they do?. *Better Crops*. 4:11-13.
- Merchán, M., Valverde, F., Novoa V., Pumisacho, M. 2009. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de suelos en el cultivo de la papa. INIAP- SENACYT. Quito, EC. 216 páginas

- MORERA. 2010. Información Técnica Catálogo 2010. José Morera S.L. Valencia, España. 64 páginas.
- Muhammetoglu, A. y Uslu, B. 2007. Application of environmental impact quotient model to Kumluca region, Turkey to determine environmental impacts of pesticides. *Water Sciences & Technology* 56(1): 139-145.
- Ñústez, C.E., 2011. Variedades colombianas de papa. Facultad de Agronomía. Universidad de Colombia. ISBN 978-958-761-100-7.
- Orrego, R., Manrique, K., Quevedo, M., Ortiz, O. 2012. Mejorando la calidad de nuestra semilla de papa mediante la selección de las mejores plantas. Selección positiva. Guía de Campo para agricultores. Segunda Edición. Centro Internacional de la Papa (CIP), Dirección General de Competitividad Agraria.
- Oyarzún, P., Chamorro, F., Córdova, J., Merino, F., Valverde, F., Velásquez, J., 2002a. Manejo Agronómico. En: Pumisacho, M. y Sherwood, S. (eds.). El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito. INIAP, CIP. pp. 85-169.
- Oyarzún, P., Gallegos, P., Asaquibay, C., Forbes, G., Ochoa, J., Paucar, B., Prado, M., Revelo, J., Sherwood, S. y Yumisaca, F. 2002b. Manejo Integrado de Enfermedades. En: Pumisacho, M. y Sherwood, S. (eds.). El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito. INIAP, CIP. pp. 85-169.
- Payeras, A. 2008. Fosfito Potásico (en línea). Quito, disponible en <http://www.bonsaimenorca.com/index.php/2008022750/Fosfito->
- Pérez W., Forbes G. 2008. Manual Técnico El tizón tardío de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). 39 p.
- Pérez W., Forbes G. 2011. Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina. Centro Internacional de la Papa (CIP). 48 pags.
- Pumisacho, M.; Velásquez, J. 2009. Manual del cultivo de papa para pequeños productores. INIAP-COSUDE, Quito, Ecuador. 98p.
- Reigart, J.R. y Roberts, J., 1999. Reconocimiento y Manejo de los Envenenamientos por Pesticidas, Quinta Edición

- Rivera, P., 2008. El uso de fosfitos para activar el sistema de resistencia en las plantas, Revista Tierra Adentro. Página 17.
- Rodríguez, L.E. 2009. Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum* L. sect. *Petota* Dumort.). Una revisión. En: Agronomía Colombiana XXVII (3). pp. 305 - 312. ISSN 0120-9965
- Taipa, P., Lopez, H., Andrade-Piedra, J y Forbes, G. 2008. Evaluación de fosfitos en el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) para producción sana de papa en el Ecuador. En Memorias del XXIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP) y VI Seminario latinoamericano de uso y comercialización de la papa.
- Tapia, M. E. y A.M. Fries. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima.
- THOMSON. 2010. Diccionario de Especialidades Agroquímicas PLM®. THOMSON PLM S.A. Primera Edición. Quito, Ecuador. 303 páginas.
- Velazco, J., Juárez, M. 2006. La Papa: de los Andes para el Mundo, Rentabilidad: Boletín del Estudio de Rentabilidad. LIMA. 25pags.
- Villavicencio V. A., Vásquez C. W. Eds. 2008. Guía Técnica de cultivos. Quito, EC, INIAP, 444 p. (Manual No. 73)
- Yamuni, J., Ortega Macpherson, R. 2009. Activan Mecanismos Naturales de Protección de las Plantas, Revista "EL FITOSANITARIO". México. Página 4
- YARA, Potato Plantmaster, 2003

LINKOGRAFIA

- BASF, 2015. Ficha Técnica de Forum. Recuperado de:
(<http://www.basf.com.co/negocios/fungicidas.asp>)
Consultado en Marzo de 2015
- CGIAR, 2008. LB Training Tools – Researcher. Recuperado de:
(<http://gilb.cip.cgiar.org/research/lb-training-tools-researcher>)
Consultado en Febrero de 2013
- CORNELL, 2012. A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides,
Table 2: List of Pesticides 2012. Recuperado de:
(http://nysipm.cornell.edu/publications/eiq/files/EIQ_values07.pdf)
Consultado en Octubre de 2012
- INAMHI, 2015. Anuario Meteorológico, Quito-Ecuador. Recuperado de:
(<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/>)
Consultado en Noviembre de 2015
- INFOAGRO, 2008. Taxonomía y morfología del cultivo papa. Recuperado de:
(<http://www.infoagro.com/hortalizas/patata.htm>)
Consultado en Enero de 2011
- SYNGENTA, 2015. Boletín Técnico REVUS. Recuperado de:
(<http://www3.syngenta.com/country/es/sp/cultivos/Documents/material-publicitario/boletin-tecnico-revus.pdf>)
Consultado en Marzo de 2015
- SYNGENTA, 2015. Ficha Técnica AMISTAR. Recuperado de:
([http://www3.syngenta.com/country/co/sp/Soluciones/Fichas%20Tecnicas%20Productos/AMISTAR%2050%20WG-Rev\[2\].pdf](http://www3.syngenta.com/country/co/sp/Soluciones/Fichas%20Tecnicas%20Productos/AMISTAR%2050%20WG-Rev[2].pdf))
Consultado en Marzo de 2015

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo

LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Aurelio Mosquera Ibarra - Ecuador Telefax. 2605177 cel. 099591050

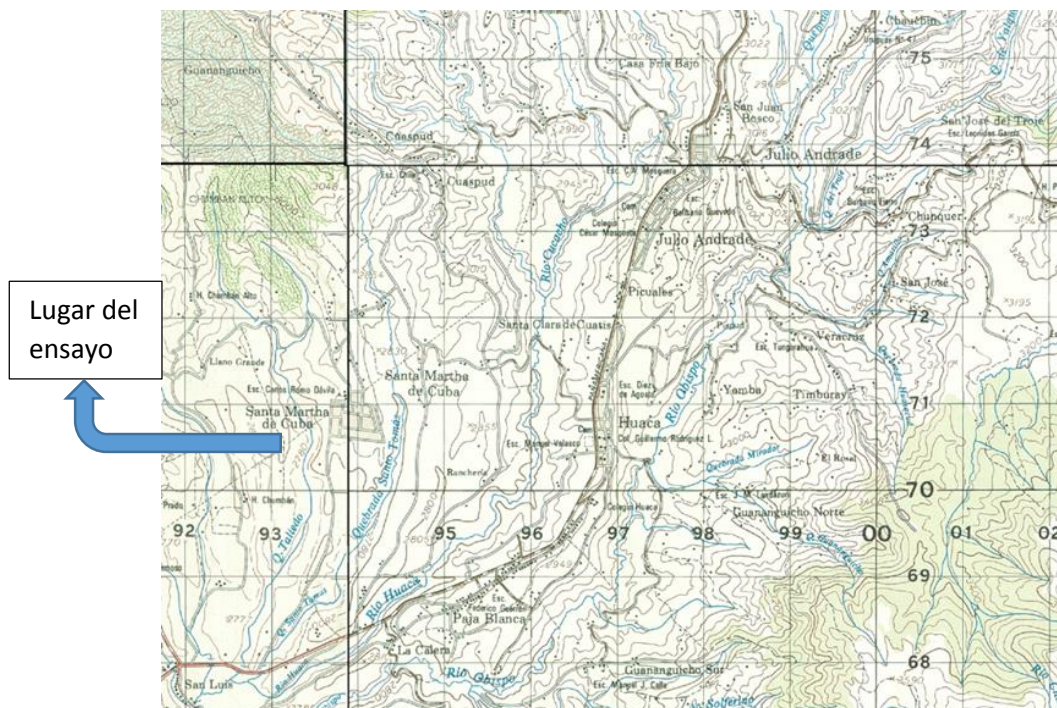
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre: PABLO CANELOS		Provincia: Carchi	
Ciudad: Tulcán		Cantón: Tulcán	
Teléfono: 085653675		Parroquia: Santa Martha de Cuba	
Fax:		Sitio: Santa Martha	
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO	
Sitio: Santa Martha de Cuba		Nro Reporte.: 3207	
Superficie:		Tipo de Análisis: Completo + T	
Número de Campo: M1		Muestra: Suelo M1	
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2011-04-26	
A Cultivar: Papa		Fecha de Reporte: 2011-05-03	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	66.41	ppm	<div style="width: 80%;"></div>
P	63.43	ppm	<div style="width: 80%;"></div>
S	10.98	ppm	<div style="width: 40%;"></div>
K	1.24	meq/100 ml	<div style="width: 10%;"></div>
Ca	13.84	meq/100 ml	<div style="width: 10%;"></div>
Mg	2.37	meq/100 ml	<div style="width: 10%;"></div>
Zn	8.14	ppm	<div style="width: 80%;"></div>
Cu	3.10	ppm	<div style="width: 40%;"></div>
Fe	949.3	ppm	<div style="width: 40%;"></div>
Mn	7.20	ppm	<div style="width: 40%;"></div>
B	0.23	ppm	<div style="width: 10%;"></div>
pH	6.62		<div style="width: 20%;"></div>
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	<div style="width: 10%;"></div>
Al		meq/100 ml	<div style="width: 10%;"></div>
Na	0.25	meq/100 ml	<div style="width: 10%;"></div>
CE	0.152	mS/cm	<div style="width: 10%;"></div>
MO	11.17	%	<div style="width: 10%;"></div>

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural			
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	CI	Arena	Limo	Arcilla	
5.84	1.91	13.07	17.70			53.20	35.20	11.60	Franco arenoso

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio *[Firma]*

Anexo 2. Topografía de la localidad donde se realizó el experimento



Anexo 3. Condiciones meteorológicas durante el ensayo

Fecha	Precipitación Media (mm)	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa (%)	Heliofanía (horas)
sep-11	73,7	11,3	85	101,9
oct-11	71,2	12,3	86	146,3
nov-11	193,6	13,0	84	163,2
dic-11	188,9	12,5	89	78,8
ene-12	92,8	12,6	89	113,1
feb-12	181,3	12,3	87	88,7
mar-12	93,6	12,5	87	93,8

Fuente: Estación INAMHI Hda. UPEC-Huaca.

<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/>

Anexo 4. Datos originales de vigor de planta a los 75 DDS.

TRATAMIENTOS	VIGOR DE PLANTA				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	2	2	3	2	9	2,25
T2	2	2	2	2	8	2
T3	2	2	3	2	9	2,25
T4	2	3	3	3	11	2,75
T5	1	2	1	2	6	1,5
T6	3	3	3	3	12	3
T7	2	2	3	3	10	2,5
T8	2	2	3	2	9	2,25
T9	3	3	3	3	12	3
T10	2	3	2	2	9	2,25
T11	1	2	2	2	7	1,75
T12	1	2	3	1	7	1,75
T13	1	2	2	2	7	1,75
T14	2	2	2	3	9	2,25
T15	1	1	1	1	4	1

Anexo 5. Datos originales de altura de planta a los 85 DDS.

TRATAMIENTOS	ALTURA DE PLANTA				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	47,2	52,4	48	54,2	201,8	50,45
T2	54	57,8	54,2	59,8	225,8	56,45
T3	53,8	55,6	53	56,4	218,8	54,7
T4	50,2	48	49,4	54	201,6	50,4
T5	45,8	46,6	48,4	44,2	185	46,25
T6	65,2	62	64,2	65,8	257,2	64,3
T7	67,8	68,2	70	65,8	271,8	67,95
T8	64	66,2	68,4	63,8	262,4	65,6
T9	60,4	60,6	64	67,4	252,4	63,1
T10	63,2	59,6	65	63,6	251,4	62,85
T11	48,2	53,4	49	49,6	200,2	50,05
T12	51,4	55,4	50,4	53	210,2	52,55
T13	50	54	53,2	51,8	209	52,25
T14	48,6	49,2	48	52,8	198,6	49,65
T15	50,2	51	48,2	54	203,4	50,85

Anexo 6. Escala para determinar la severidad de Tizón Tardío

Severidad (%)	Descripción
0.01	Dos a cinco folíolos afectados por cada 10 plantas.
0.1	Alrededor de 5 a 10 folíolos infectados por planta o alrededor de 2 hojas afectadas por planta.
1	Infección general ligera. Alrededor de 20 lesiones por planta o 10 hojas afectadas por planta.
5	Alrededor de 100 lesiones por planta.
25	Prácticamente cada folíolo está infectado pero las plantas mantienen su forma normal. Puede presentarse un olor característico. El campo luce verde aunque todas las plantas están afectadas.
50	Todas las plantas están afectadas y cerca del 50% del área foliar está destruida. El campo aparece de color verde con manchas marrones.
75	Cerca del 75% del área foliar destruida. El campo aparece de un color entre verde y marrón.
95	Solo unas pocas hojas en las plantas pero los tallos permanecen verdes.
100	Todas las hojas muertas. Los tallos muertos o muriendo.

Fuente: <http://gilb.cip.cgiar.org/research/lb-training-tools-researcher> Año: 2008

Anexo 7. Datos originales de lecturas de avance de la enfermedad de la primera repetición

REPETICIÓN 1	LECTURAS %																				AUDPC	AUDPCr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
TRATAMIENTOS	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69	73	76	80	83	87	90	94	97	101	104		
T1	2	2	2	4	6	6	12	12	15	15	15	15	15	15	18	20	22	25	25	25	894,5	0,14
T2	2	2	2	8	8	8	15	15	15	20	22	26	30	30	30	35	35	35	35	35	1354	0,21
T3	4	2	2	6	10	12	12	15	15	15	20	20	20	20	22	25	28	30	30	30	1115	0,17
T4	0	0	0	1	5	5	8	10	10	12	15	15	15	15	18	20	25	25	25	25	821,5	0,12
T5	5	5	8	15	18	18	20	20	20	22	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	1533,5	0,23
T6	0	0	0	0	2	2	2	5	5	10	10	10	12	12	12	12	15	15	15	15	509	0,08
T7	0	0	0	1	2	4	8	10	10	12	15	15	15	15	20	20	22	25	25	25	804	0,12
T8	0	0	0	1	5	8	8	8	8	12	12	15	15	15	18	18	18	20	20	20	733,5	0,11
T9	0	0	0	0	0	0	2	5	5	5	8	10	10	12	15	15	15	15	15	15	484,5	0,07
T10	1	0	2	2	5	5	8	12	15	20	20	20	20	20	20	22	25	25	25	25	970	0,15
T11	5	5	8	12	12	12	16	20	25	25	25	25	25	28	28	28	28	30	35	35	1414,5	0,21
T12	10	8	12	12	12	18	25	30	35	35	45	50	55	60	70	75	80	90	95	95	2982	0,45
T13	5	5	5	5	8	14	20	25	25	30	30	30	35	35	35	38	40	40	50	50	1727,5	0,26
T14	2	1	4	5	5	10	12	15	15	15	15	15	20	20	20	22	22	25	28	30	989,5	0,15
T15	10	12	10	16	16	20	25	30	30	30	40	45	55	55	65	70	75	85	95	95	2866,5	0,43

Anexo 8. Datos originales de lecturas de avance de la enfermedad de la segunda repetición

REPETICIÓN 2	LECTURAS %																				AUDPC	AUDPCr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
TRATAMIENTOS	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69	73	76	80	83	87	90	94	97	101	104		
T1	1	1	1	2	4	8	10	12	18	18	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	1015,5	0,15
T2	0	1	2	5	5	5	8	10	10	10	15	15	15	20	22	25	30	30	30	30	948	0,14
T3	5	5	2	2	8	8	8	10	10	10	15	15	15	20	20	20	22	25	25	28	889,5	0,13
T4	0	0	0	0	0	4	4	4	5	5	10	10	10	20	20	20	20	25	25	25	674,5	0,10
T5	5	2	8	10	18	20	20	22	22	22	22	25	25	28	28	30	30	30	30	35	1432	0,22
T6	0	0	0	0	0	2	2	2	5	5	8	8	10	10	10	12	12	15	18	18	380,5	0,06
T7	1	1	0	1	2	4	10	10	12	12	12	18	18	20	20	22	22	25	25	28	862,5	0,13
T8	0	0	0	1	4	4	5	5	10	10	10	12	12	15	15	15	18	18	20	20	639	0,10
T9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4	4	4	5	5	5	5	5	8	145	0,02
T10	1	1	1	1	1	2	2	2	5	5	10	12	12	15	15	15	20	20	20	20	588	0,09
T11	0	2	4	8	8	10	10	10	15	15	15	20	20	30	30	30	30	35	35	40	1204,5	0,18
T12	8	8	8	10	10	10	10	12	12	25	25	25	40	50	65	80	90	95	100	100	2524,5	0,38
T13	5	5	5	8	8	8	8	15	15	15	25	25	30	35	38	38	38	45	50	55	1528,5	0,23
T14	2	8	4	5	5	5	12	12	12	15	20	20	25	25	25	25	28	28	28	35	1112,5	0,17
T15	15	12	8	18	20	20	20	35	35	35	35	50	55	60	65	65	85	95	100	100	3018	0,46

Anexo 9. Datos originales de lecturas de avance de la enfermedad de la tercera repetición

REPETICIÓN 3	LECTURAS %																				AUDPC	AUDPCr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
TRATAMIENTOS	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69	73	76	80	83	87	90	94	97	101	104		
T1	5	2	1	2	5	5	5	5	8	10	12	15	18	18	20	20	22	22	22	22	782,5	0,12
T2	5	5	2	10	8	10	15	15	15	15	18	18	18	20	22	22	25	25	30	30	1078	0,16
T3	2	2	5	5	5	10	10	10	12	12	12	15	15	15	20	25	28	30	30	30	961,5	0,15
T4	0	0	0	0	2	2	8	8	10	10	12	12	12	15	15	15	15	20	20	20	646	0,10
T5	8	5	5	8	8	8	12	25	25	30	30	30	30	35	35	40	40	40	40	45	1640,5	0,25
T6	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	5	5	5	12	12	12	12	15	278	0,04	
T7	0	0	0	1	2	2	2	5	5	8	10	15	15	15	18	18	18	20	20	25	646,5	0,10
T8	0	0	0	0	0	0	5	5	8	12	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	755	0,11
T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	8	8	8	8	8	8	8	222	0,03
T10	5	0	2	5	5	5	5	10	10	15	15	15	18	18	20	20	25	25	25	28	882,5	0,13
T11	10	10	8	12	15	15	18	20	20	20	28	28	28	28	30	30	30	35	35	40	1510	0,23
T12	15	18	18	18	18	20	20	20	25	25	30	35	40	45	55	65	80	90	90	95	2657	0,40
T13	5	5	10	10	10	12	12	15	15	18	18	25	25	30	30	45	45	45	50	60	1567,5	0,24
T14	2	1	1	1	5	5	12	12	12	18	18	18	18	18	20	20	25	25	25	35	944,5	0,14
T15	10	15	18	15	18	25	25	25	25	25	45	50	55	58	70	70	70	90	95	100	2944	0,45

Anexo 10. Datos originales de lecturas de avance de la enfermedad de la cuarta repetición

REPETICIÓN 4	LECTURAS %																				AUDPC	AUDPCr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
TRATAMIENTOS	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69	73	76	80	83	87	90	94	97	101	104		
T1	4	2	5	5	5	5	10	10	10	18	18	18	18	20	20	22	22	22	25	30	943,5	0,14
T2	4	8	12	12	12	12	15	15	20	20	20	25	25	25	25	30	30	35	40	45	1407	0,21
T3	5	5	5	8	10	12	15	20	20	20	20	22	22	22	28	30	30	35	35	1264	0,19	
T4	0	0	1	1	1	5	10	10	10	10	15	15	15	20	20	22	22	25	25	25	832	0,13
T5	5	10	8	12	12	18	20	20	22	25	25	25	25	35	40	40	40	45	45	45	1709,5	0,26
T6	0	0	1	0	2	2	5	5	5	8	8	8	10	10	12	12	12	15	15	20	485	0,07
T7	0	2	0	1	4	5	5	10	12	12	12	12	15	18	22	22	22	22	35	35	861	0,13
T8	0	0	1	1	10	12	12	15	15	18	18	18	18	20	22	22	25	25	25	25	1007	0,15
T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	10	10	10	15	15	15	20	345	0,05
T10	5	5	1	2	8	8	10	12	12	12	15	20	25	25	25	25	30	30	32	38	1104	0,17
T11	5	5	5	15	15	15	15	15	18	18	20	20	22	22	22	22	25	35	35	40	1271,5	0,19
T12	0	10	15	15	15	18	18	20	20	22	35	35	45	45	50	75	85	90	95	100	2628	0,40
T13	5	5	8	8	8	12	12	12	15	15	20	30	30	38	38	38	38	44	48	55	1556,5	0,24
T14	0	0	0	5	5	8	8	12	12	15	18	18	18	20	20	25	25	28	35	35	1004,5	0,15
T15	12	15	15	15	18	18	20	20	25	30	45	54	60	75	95	99	##	##	100	100	3332	0,50

Anexo 11. Datos originales de los valores AUDPCr

TRATAMIENTOS	DATOS AUDPCr DE CADA REPETICIÓN				SUMATORIA	PROM. AUDPCr
	I	II	III	IV		
T1	0,14	0,15	0,12	0,14	0,55	0,14
T2	0,21	0,14	0,16	0,21	0,73	0,18
T3	0,17	0,13	0,15	0,19	0,64	0,16
T4	0,12	0,10	0,10	0,13	0,45	0,11
T5	0,23	0,22	0,25	0,26	0,96	0,24
T6	0,08	0,06	0,04	0,07	0,25	0,06
T7	0,12	0,13	0,10	0,13	0,48	0,12
T8	0,11	0,10	0,11	0,15	0,47	0,12
T9	0,07	0,02	0,03	0,05	0,18	0,05
T10	0,15	0,09	0,13	0,17	0,54	0,13
T11	0,21	0,18	0,23	0,19	0,82	0,20
T12	0,45	0,38	0,40	0,40	1,64	0,41
T13	0,26	0,23	0,24	0,24	0,97	0,24
T14	0,15	0,17	0,14	0,15	0,61	0,15
T15	0,43	0,46	0,45	0,50	1,84	0,46

Anexo 12. Datos originales de # de tubérculos por planta

TRATAMIENTOS	# TUBÉRCULOS POR PLANTA				SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	27,4	28,2	29,4	24	109	27,25
T2	26,2	28,4	25	22,8	102,4	25,6
T3	25,2	25	26,2	23,2	99,6	24,9
T4	29,2	27,4	28	29,4	114	28,5
T5	24	26,4	22,8	21,6	94,8	23,7
T6	22	26,4	24	23,8	96,2	24,05
T7	21,6	22	24,4	20,8	88,8	22,2
T8	23	24,4	22,8	23	93,2	23,3
T9	25,4	28	27,4	24,2	105	26,25
T10	21,6	20,2	23,4	19,8	85	21,25
T11	23	23,4	22	24,2	92,6	23,15
T12	18,6	16	19,4	15,8	69,8	17,45
T13	20,8	21,6	21,4	20	83,8	20,95
T14	25	28	24,8	22,4	100,2	25,05
T15	18,4	17,2	15,8	19,2	70,6	17,65

Anexo 13. Datos originales de Rendimiento por planta

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO POR PLANTA (kg)				SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	1,26	1,16	1,21	1,01	4,64	1,16
T2	1,16	1,11	1,01	0,83	4,11	1,03
T3	1,13	1,01	1,06	1,03	4,23	1,06
T4	1,26	1,21	1,33	1,21	5,01	1,25
T5	0,76	1,01	0,96	0,91	3,64	0,91
T6	1,47	1,41	1,31	1,41	5,6	1,40
T7	1,26	1,33	1,21	1,36	5,16	1,29
T8	1,37	1,43	1,37	1,41	5,58	1,40
T9	1,48	1,51	1,43	1,31	5,73	1,43
T10	1,23	1,41	1,43	1,11	5,18	1,30
T11	1,23	1,41	1,13	1,17	4,94	1,24
T12	1,11	1,03	1,21	1,13	4,48	1,12
T13	1,21	1,26	1,13	1,16	4,76	1,19
T14	1,43	1,36	1,41	1,33	5,53	1,38
T15	0,67	0,97	0,93	1,07	3,64	0,91

Anexo 14. Datos originales de Rendimiento Total

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TOTAL Kg				SUMATORIA	PROMEDIO kg	PROMEDIO kg/Ha	PROMEDIO Ton/Ha
	I	II	III	IV				
T1	70,1	65,3	69,1	56,1	260,6	65,15	32904,04	36,56
T2	67,1	62,3	55,7	42,1	227,2	56,80	28686,87	31,87
T3	59,1	56,3	60,2	57,1	232,7	58,18	29381,31	32,65
T4	69,3	66,1	70,1	66,1	271,6	67,90	34292,93	38,10
T5	40,1	56,2	45,1	47,2	188,6	47,15	23813,13	26,46
T6	81,7	78,7	77,7	78,1	316,2	79,05	39924,24	44,36
T7	72,1	75,3	73,7	79,3	300,4	75,10	37929,29	42,14
T8	78,1	76,3	77,1	79,3	310,8	77,70	39242,42	43,60
T9	83,1	85,2	81,3	80,7	330,3	82,58	41704,55	46,34
T10	69,7	70,3	66,7	68,1	274,8	68,70	34696,97	38,55
T11	78,3	76,3	73,7	76,1	304,4	76,10	38434,34	42,70
T12	70,3	69,7	71,7	70,7	282,4	70,60	35656,57	39,62
T13	70,1	74,1	68,3	72,1	284,6	71,15	35934,34	39,93
T14	77,3	75,3	78,1	77,7	308,4	77,10	38939,39	43,27
T15	73,1	68,1	68,7	69,3	279,2	69,80	35252,53	39,17

Anexo 15. Datos originales de Rendimiento papa comercial de primera

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TOTAL PAPA DE PRIMERA Kg				SUMATORIA	PROMEDIO kg	PROMEDIO kg/Ha	PROMEDIO Ton/Ha
	I	II	III	IV				
T1	27,9	23,1	25,3	21,7	98	24,50	12373,74	13,75
T2	26,5	22,1	20,1	17,2	85,9	21,48	10845,96	12,05
T3	22,4	20,4	22,5	19,9	85,2	21,30	10757,58	11,95
T4	28,5	24,8	27,3	25,3	105,9	26,48	13371,21	14,86
T5	15,7	22,2	19,6	18,9	76,4	19,10	9646,46	10,72
T6	49,8	41,2	40,5	42,1	173,6	43,40	21919,19	24,35
T7	36,2	39,6	38,8	43,2	157,8	39,45	19924,24	22,14
T8	41,2	38,4	40,1	44,6	164,3	41,08	20744,95	23,05
T9	48,7	49,5	45,6	43,4	187,2	46,80	23636,36	26,26
T10	39,5	41,4	38,1	37,9	156,9	39,23	19810,61	22,01
T11	40,4	39,3	37,9	38,3	155,9	38,98	19684,34	21,87
T12	37,2	35,2	34,9	35,1	142,4	35,60	17979,80	19,98
T13	36,7	38,8	34,7	37,2	147,4	36,85	18611,11	20,68
T14	39,2	38,3	39,2	40,1	156,8	39,20	19797,98	22,00
T15	36,3	34,3	35,1	33,8	139,5	34,88	17613,64	19,57

Anexo 16. Datos originales de Rendimiento papa comercial de segunda

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TOTAL PAPA DE SEGUNDA Kg				SUMATORIA	PROMEDIO kg	PROMEDIO kg/Ha	PROMEDIO Ton/Ha
	I	II	III	IV				
T1	34,1	29,1	32,6	27,4	123,2	30,80	15555,56	17,28
T2	32,4	28,5	27,4	20,1	108,4	27,10	13686,87	15,21
T3	27,3	24,5	29,1	27,3	108,2	27,05	13661,62	15,18
T4	34,1	30,2	34,7	33,1	132,1	33,03	16679,29	18,53
T5	18,1	24,4	19,4	20,2	82,1	20,53	10366,16	11,52
T6	27,1	28,8	30,3	29,7	115,9	28,98	14633,84	16,26
T7	34,2	33,5	30,3	32,7	130,7	32,68	16502,53	18,34
T8	33,4	32,2	33,1	31,6	130,3	32,58	16452,02	18,28
T9	30,5	34,6	33,2	33,5	131,8	32,95	16641,41	18,49
T10	25,6	27,5	24,7	28,1	105,9	26,48	13371,21	14,86
T11	24,3	24,1	24,6	26,2	99,2	24,80	12525,25	13,92
T12	25,7	27,5	25,1	24,6	102,9	25,73	12992,42	14,44
T13	25,6	30,4	27,2	25,7	108,9	27,23	13750,00	15,28
T14	26,2	23,6	28,9	30,3	109	27,25	13762,63	15,29
T15	26,3	24,5	23,2	22,4	96,4	24,10	12171,72	13,52

Anexo 17. Datos originales de Rendimiento papa desecho

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TOTAL PAPA DESECHO Kg				SUMATORIA	PROMEDIO kg	PROMEDIO kg/Ha	PROMEDIO Ton/Ha
	I	II	III	IV				
T1	8,1	13,1	11,2	7	39,4	9,85	4974,75	5,53
T2	8,2	11,7	8,2	4,8	32,9	8,23	4154,04	4,62
T3	9,4	11,4	8,6	9,9	39,3	9,83	4962,12	5,51
T4	6,7	11,1	8,1	7,7	33,6	8,40	4242,42	4,71
T5	6,3	9,6	6,1	8,1	30,1	7,53	3800,51	4,22
T6	4,8	8,7	6,9	6,3	26,7	6,68	3371,21	3,75
T7	1,7	2,2	4,6	3,4	11,9	2,98	1502,53	1,67
T8	3,5	5,7	3,9	3,1	16,2	4,05	2045,45	2,27
T9	3,9	1,1	2,5	3,8	11,3	2,83	1426,77	1,59
T10	4,6	1,4	3,9	2,1	12	3,00	1515,15	1,68
T11	13,6	12,9	11,2	11,6	49,3	12,33	6224,75	6,92
T12	7,4	7	11,7	11	37,1	9,28	4684,34	5,20
T13	7,8	4,9	6,4	9,2	28,3	7,08	3573,23	3,97
T14	11,9	13,4	10	7,3	42,6	10,65	5378,79	5,98
T15	10,5	9,3	10,4	13,1	43,3	10,83	5467,17	6,07

Anexo 18. Cuadro de aplicaciones con tasa de impacto ambiental del manejo convencional

DDS	APLICACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS (kg/ha ó l/ha)	# APLICACIONES	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN I.A. %	CIA	TIA
FUNGICIDAS								
35	1	Antracol	2,5	1	Propineb	70	16,9	29,58
45	2	Curathane	2	1	Cimoxanil	8	35,48	5,68
55	3	Metaranch	2	1	Mancozeb	64	25,72	32,92
65	4	Curathane	2	1	Metaxil	10	19,07	3,81
72	5	Curathane	2	1	Mancozeb	48	25,72	24,69
79	6	Previcur	2	1	Cimoxanil	8	35,48	5,68
86	7	Volcan - C	2	1	Mancozeb	64	25,72	32,92
96	8	Positron	2,5	1	Cimoxanil	8	35,48	5,68
103	9	Fitoraz	2,5	1	Mancozeb	64	25,72	32,92
INSECTICIDAS								
15	1	Corridabul	0,18	1	Provalicarb	9	23,67	5,33
35	2	Metralia	0,15	1	Propineb	60	16,9	25,35
65	3	Curacrón	1,5	1	Cimoxanil	6	35,48	5,32
79	4	Laminate	0,5	1	Propineb	70	16,9	29,58
86	5	New Mectin	0,5	1	Diflubenzurón	48	25,33	2,19
		Curacrón	1,5	1	Diflubenzurón	25	25,33	0,95
HERBICIDAS								
5	1	Sencor	0,85	1	Lambda cialothrina	10	44,17	0,66
					Profenofos	50	59,53	44,65
					Metomil	90	22	9,90
					Avamectina	1,8	34,68	0,31
					Profenofos	50	59,53	44,65
					Metribuzin	48	28,37	11,57
					TOTAL		478,92	

Anexo 19. Cuadro de aplicaciones con tasa de impacto ambiental del control 2

(GLASS K)

DDS	APLICACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS (kg/ha ó l/ha)	# APLICACIONES	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN I.A. %	CIA	TIA
FUNGICIDAS								
35	1	Antracol	2,5	1	Propineb	70	16,9	29,58
45	2	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
55	3	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
65	4	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
72	5	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
79	6	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
86	7	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
96	8	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
103	9	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
INSECTICIDAS								
15	1	Corridabul	0,18	1	Diflubenzurón	48	25,33	2,19
35	2	Metralla	0,15	1	Diflubenzurón	25	25,33	0,95
65	3	Curacrón	1,5	1	Lambda cialotrina	10	44,17	0,66
79	4	Laminate	0,5	1	Profenofos	50	59,53	44,65
		New Mectin	0,5	1	Metomil	90	22	9,90
86	5	Curacrón	1,5	1	Avamectina	1,8	34,68	0,31
					Profenofos	50	59,53	44,65
HERBICIDAS								
5	1	Sencor	0,85	1	Metribuzin	48	28,37	11,57
							TOTAL	179,14

Anexo 20. Cuadro de aplicaciones con tasa de impacto ambiental del control 3

(GLASS K & Azoxystrobin)

DDS	APLICACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS (kg/ha ó l/ha)	# APLICACIONES	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN I.A. %	CIA	TIA
FUNGICIDAS								
35	1	Antracol	2,5	1	Propineb	70	16,9	29,58
45	2	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
55	3	Amistar	0,3	1	Azoxistrobina	50	26,92	4,04
65	4	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
72	5	Amistar	0,3	1	Azoxistrobina	50	26,92	4,04
79	6	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
86	7	Amistar	0,3	1	Azoxistrobina	50	26,92	4,04
96	8	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
103	9	Amistar	0,3	1	Azoxistrobina	50	26,92	4,04
INSECTICIDAS								
15	1	Corriabul	0,18	1	Diflubenzurón	48	25,33	2,19
35	2	Metrala	0,15	1	Diflubenzurón	25	25,33	0,95
65	3	Curacrón	1,5	1	Lambda cialotrina	10	44,17	0,66
79	4	Lannate	0,5	1	Profenofos	50	59,53	44,65
86	5	New Meclin	0,5	1	Metomil	90	22	9,90
		Curacrón	1,5	1	Avamectina	1,8	34,68	0,31
5	1	Sencor	0,85	1	Profenofos	50	59,53	44,65
HERBICIDAS								
					Metribuzin	48	28,37	11,57
					TOTAL			177,95

Anexo 21. Cuadro de aplicaciones con tasa de impacto ambiental del control 4

(GLASS K & Mandipropamid)

DDS	APLICACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS (kg/ha ó l/ha)	# APLICACIONES	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN I.A. %	CIA	TIA
FUNGICIDAS								
35	1	Antracol	2,5	1	Propineb	70	16,9	29,58
45	2	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
55	3	Revus	0,6	1	Mandipropamid	25	27,14	4,07
65	4	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
72	5	Revus	0,6	1	Mandipropamid	25	27,14	4,07
79	6	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
86	7	Revus	0,6	1	Mandipropamid	25	27,14	4,07
96	8	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
103	9	Revus	0,6	1	Mandipropamid	25	27,14	4,07
INSECTICIDAS								
15	1	Corriabul	0,18	1	Diflubenzurón	48	25,33	2,19
35	2	Metralla	0,15	1	Diflubenzurón	25	25,33	0,95
65	3	Curacrón	1,5	1	Lambda cialotrina	10	44,17	0,66
79	4	Lamate	0,5	1	Profenofos	50	59,53	44,65
86	5	New Mectin	0,5	1	Metomil	90	22	9,90
		Curacrón	1,5	1	Avanectina	1,8	34,68	0,31
					Profenofos	50	59,53	44,65
HERBICIDAS								
5	1	Sencor	0,85	1	Metribuzin	48	28,37	11,57
							TOTAL	178,08

Anexo 22. Cuadro de aplicaciones con tasa de impacto ambiental del control 5

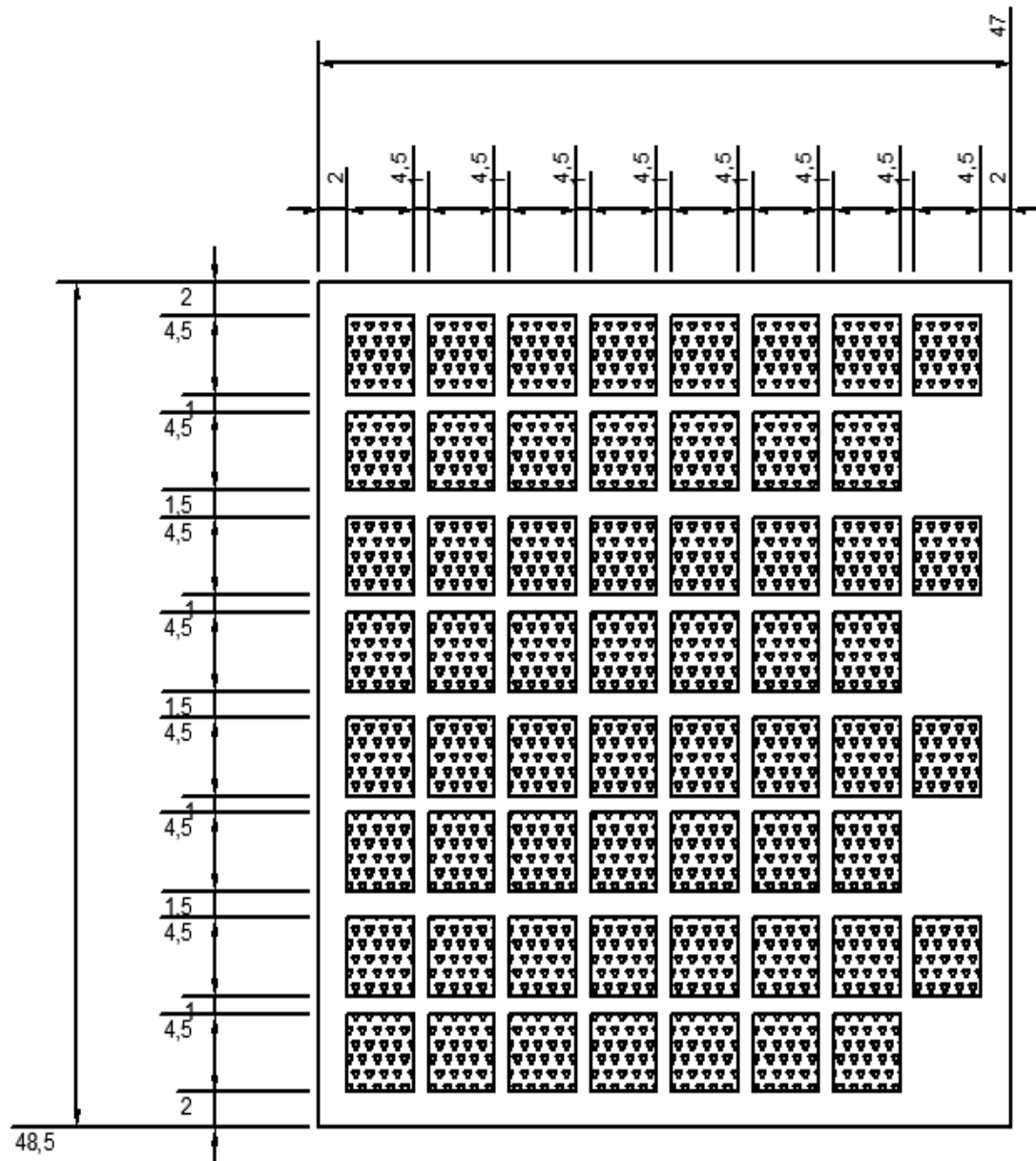
(GLASS K & Dimethomorph)

DDS	APLICACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS (kg/ha ó l/ha)	# APLICACIONES	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN I.A. %	CIA	TIA
FUNGICIDAS								
35	1	Antracol	2,5	1	Propineb	70	16,9	29,58
45	2	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
55	3	Forum	0,5	1	Dimethomorph	50	24,01	6,00
65	4	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
72	5	Forum	0,5	1	Dimethomorph	50	24,01	6,00
79	6	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
86	7	Forum	0,5	1	Dimethomorph	50	24,01	6,00
96	8	GLASS - K	1	1	Fosfito potásico	50	8,67	4,34
103	9	Forum	0,5	1	Dimethomorph	50	24,01	6,00
INSECTICIDAS								
15	1	Corridabul	0,18	1	Diflubenzurón	48	25,33	2,19
35	2	Metralla	0,15	1	Diflubenzurón	25	25,33	0,95
65	3	Curacrón	1,5	1	Lambda cialothrina	10	44,17	0,66
79	4	Lamate	0,5	1	Profenofos	50	59,53	44,65
86	5	New Mectin	0,5	1	Metomil	90	22	9,90
		Curacrón	1,5	1	Avamectina	1,8	34,68	0,31
					Profenofos	50	59,53	44,65
HERBICIDAS								
5	1	Sencor	0,85	1	Metribuzin	48	28,37	11,57
							TOTAL	185,81

Anexo 23. Fungicidas más utilizados con su coeficiente de impacto ambiental

Ingrediente Activo	Nombre comercial	CIA Total
Azoxystrobin	Amistar	26,92
Benomyl	Pilarben	30,24
Boscalid	Cantus	26,44
Captan	Captan	15,77
Carbendazim	Derosal	50,50
Chlorothalonil	Daconil	37,42
Copper hydroxide	Kocide	33,20
Copper sulfate	Phyton	61,90
Cymoxanil	Curzate	35,48
Cyproconazole	Alto	38,03
Fosfito potásico	Glass K	8,67
Difenoconazole	Score	41,50
Dimethomorph	Forum	24,01
Folpet	Folpan	31,73
Fosetyl-Al	Aliette	12,00
Fluopicolide	Trivia	26,00
Iprodione	Rovral	24,25
Iprovalicarb	Positron	23,67
Mancozeb	Dithane	25,72
Mandipropamid	Revus	27,14
Metalaxyl- M	Ridomil	19,07
Metiram	Polyram	40,61
Prochloraz	Sportak	22,23
Propamocarb	Previcur	23,89
Propiconazole	Tilt	31,63
Propineb	Antracol	16,90
Pyraclostrobin	Comet	27,01
Tebuconazole	Folicur	40,33
Thiabendazole	Mertect	31,04
Thiophanate methyl	Topsin-M	23,82

Anexo 24. Plano de ubicación y disposición del ensayo



Anexo 25. Delimitación del área de ensayo



Anexo 26. Terreno delimitado listo para sembrar



Anexo 27. Siembra del ensayo



Anexo 28. Emergencia del cultivo



Anexo 29. Aporque y aplicación del abono



Anexo 30. Etapa de floración del cultivo



Anexo 31. Aplicación de los tratamientos**Anexo 32. Cosecha del ensayo**

Anexo 33. Pesaje del rendimiento por planta**Anexo 34. Pesaje del rendimiento total**