

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE
TECNOLOGÍAS PARA PRODUCCIÓN DE PAPA CON
ALTERNATIVAS AL USO DE PLAGUICIDAS PELIGROSOS EN
EL CANTÓN PÍLLARO – PROVINCIA DE TUNGURAHUA**

ANA CRISTINA LLUMIQUINGA ASIMBAYA

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE
MANERA INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR
EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**

AMBATO – ECUADOR

2009.

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE
TECNOLOGÍAS PARA PRODUCCIÓN DE PAPA CON
ALTERNATIVAS AL USO DE PLAGUICIDAS PELIGROSOS EN
EL CANTÓN PÍLLARO – PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**

REVISADO POR:

ING. AGR. M. Sc. ALBERTO GUTIÉRREZ ALBÁN.
TUTOR

ING. AGR. Mg. LUCIANO VALLE VELASTEGUÍ
ASESOR DE BIOMETRÍA.

Aprobado por los miembros del tribunal de grado:

ING. AGR. M. Sc. JULIO BENÍTEZ ROBALINO.
PRESIDENTE

ING. Mg- FIDEL RODRÍGUEZ AGUIRRE.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

ING. AGR. EDUARDO FIALLOS CARGUA.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN.

El suscripto Ana Cristina LLumiquinga Asimbaya portadora de la cédula de identidad 171625467-5 libre y voluntariamente declara que el trabajo de investigación titulada **“EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA PRODUCCIÓN DE PAPA CON ALTERNATIVAS AL USO DE PLAGUICIDAS PELIGROSOS EN EL CANTÓN PÍLLARO-PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** es original, auténtica y personal. En tal virtud declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

Ana Cristina Llumiquinga Asimbaya.

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y vida.

A mis padres, Segundo Llumiquinga y Clementina Asimbaya, por apoyarme en mis estudios y por inculcarme valores de amor y responsabilidad

A mis hermanos /as por su apoyo incondicional.

A mis sobrinos/as, para demostrarles que con esfuerzo, amor y esmero se llega a alcanzar las metas propuestas en la vida

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería Agronómica por haberme acogido en sus aulas y a la vez permitirme terminar mis estudios y formarme como un profesional.

Al Centro Internacional de la Papa (CIP-QUITO), institución que me dio la oportunidad de llevar adelante esta investigación poniendo toda su confianza en i persona. A todo el personal administrativo por su apoyo en todo momento.

Al Ing. Arturo Taípe, por su apoyo incondicional en todo el transcurso de la elaboración de la investigación y por sus acertados consejos. Al Ing. Xavier Mera y al Ing. Polibio Rojano por su apoyo incondicional y su extraordinaria calidad humana.

A los Ingenieros Alberto Gutiérrez, director de tesis, Luciano Valle, biometrista, Nelly Cherres, redacción técnica y al Ingeniero Fidel Rodríguez, que día a día me transmitieron sus conocimientos y sabidurías llevando así a encaminar está investigación

TABLA DE CONTENIDOS

I	CAPÍTULO.....	18
1	EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1	TEMA DE INVESTIGACIÓN	20
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.2.1	Contextualización	20
1.2.2	Análisis del problema	20
1.2.3	Delimitación del objeto de investigación.....	22
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	23
1.4	OBJETIVOS	24
1.4.1	Objetivo general	24
1.4.2	Específicos	25
II	CAPÍTULO.....	26
2	MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	26
2.1	ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	26
2.2	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	28
2.2.1	Concepto de Impacto Ambiental	28
2.2.2	Concepto de Fenología	28
2.3	CULTIVO DE LA PAPA	29
2.3.1	Origen	29
2.3.2	Clasificación Taxonómica.....	30
2.3.3	Importancia.....	30
2.4	CULTIVO DE PAPA EN EL ECUADOR.....	30
2.5	CULTIVO DE PAPA EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA	32
2.6	GENERALIDADES DEL TIZON TARDIO “ <i>Phyphthora infestans</i> ”	33
2.6.1	Clasificación taxonómica	33
2.6.2	Descripción del patógeno.....	33
2.6.3	Importancia.....	34
2.6.4	Manejo integrado de tizón tardío.....	35

2.6.5	Control genético.	35
2.6.6	Control químico.	36
2.6.7	Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Tizón Tardío.	37
2.7	GENERALIDADES DEL GUSANO BLANCO “ <i>Premnotrypes vorax</i> ”	37
2.7.1	Clasificación taxonómica.	37
2.7.2	Descripción de la plaga.	37
2.7.3	Importancia.	38
2.7.4	Manejo integrado de la plaga.	39
2.7.5	Control cultural.	39
2.7.6	Control químico.	40
2.7.7	Manejo Integrado de Gusano Blanco.	40
2.8	GENERALIDADES DE LA POLILLA DE LA PAPA “ <i>Tecia solanivora</i> ”	40
2.8.1	Clasificación Taxonómica.	40
2.8.2	Descripción de la polilla de la papa	40
2.8.3	Importancia.	41
2.8.4	Control Cultural.	41
2.8.5	Control químico.	42
2.8.6	Control Biológico.	42
2.8.7	Manejo Integrado.	43
2.9	AGRICULTURA SUSTENTABLE.	43
2.10	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.	44
2.10.1	Coficiente de Impacto Ambiental	44
2.10.2	Tasa de Impacto Ambiental.	46
2.10.3	Contaminación Ambiental y Problemas de salud por uso de pesticidas. 47	47
2.10.4	Reducción del uso de pesticidas.	48
2.10.5	Evidencias de reducción de pesticidas.	50
2.11	HIPÓTESIS.	51
III	CAPÍTULO.	52
3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.1	ENFOQUE MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.	52
3.1.1	Enfoque	52
3.1.2	Tipo.	52

3.1.3	Modalidad	52
3.2	Ubicación del ensayo	52
3.3	CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.	52
3.4	FACTOR DE ESTUDIO.	53
3.4.1	Tratamientos.....	53
3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	54
3.5.1	Tipo de diseño.	54
3.5.2	Análisis funcional.	54
3.5.3	Análisis económico.....	54
3.6	DATOS REGISTRADOS.....	57
3.6.1	Variables cualitativas.	57
3.6.2	Variables Cuantitativas.	57
3.6.3	Variables fenológicas.....	60
3.7	MANEJO DEL ENSAYO	62
3.7.1	Preparación del terreno.	62
3.7.2	Siembra.	62
3.7.3	Fertilización.....	62
3.7.4	Labores culturales.....	63
3.7.5	Control de plagas y enfermedades.	63
3.7.6	Registro climático.....	64
3.7.7	Cosecha.	64
3.7.8	Control interno de calidad.	64
3.8	CARACTERÍSTICAS DE la UNIDAD EXPERIMENTAL.....	65
3.8.1	Características de las parcelas.	65
IV	CAPÍTULO.....	67
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
4.1	EMERGENCIA.....	67
4.2	SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCr)	70
4.3	RENDIMIENTO	79
4.4	CONTROL INTERNO DE CALIDAD.....	83
4.5	ANÁLISIS ECONÓMICO	84

4.6	IMPACTO AMBIENTAL.....	88
4.7	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUELO.....	91
4.8	VARIABLES FENOLÓGICAS EVALUADAS.....	112
4.8.1	Días a la emergencia.....	112
4.8.2	Floración.....	112
4.8.3	Inicio de la tuberización.....	112
4.8.4	Largo del estolón.....	113
4.8.5	Altura de la planta.....	113
4.8.6	Senescencia.....	113
4.8.7	Días a la cosecha.....	113
V	CAPÍTULO.....	114
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
5.1	CONCLUSIONES.....	114
5.2	RECOMENDACIONES.....	116
6	BIBLIOGRAFÍA.....	117
7	ANEXOS.....	127
8	FOTOS.....	150

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.- DURACIÓN DE LAS ETAPAS DEL CULTIVO DE PAPA.	22
CUADRO 2.- SISTEMA DE VALORACIÓN DE LAS VARIABLES DEL COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL (CIA) (KOVACH ET AL., 19929 CIP – QUITO 2008.....	46
CUADRO 3.- NIVELES Y TRATAMIENTOS DEL FACTOR EN ESTUDIO EN LA EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE CINCO TECNOLOGÍAS PARA PRODUCCIÓN DE PAPA CANTÓN PÍLLARO-TUNGURAHUA 2009.....	55
CUADRO 4.- ESCALA DE FLORACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS.	60
CUADRO 5.- ESCALA DE SENESCENCIA DEL PROGRAMA NACIONAL DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS.....	62
CUADRO 6.- CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA CIP – PÍLLARO, 2009.	65
CUADRO 7.-ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.....	67
CUADRO 8.- PROMEDIO Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE EMERGENCIA EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO –TUNGURAHUA, 2009.	68
CUADRO 9.- ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR) EN LA EVALUACIÓN DEL	

IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.....	70
CUADRO 10.- PROMEDIO Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO TUNGURAHUA, 2009.....	71
CUADRO 11.- ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR) DE TESTIGOS EN LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2009.....	71
CUADRO 12.- PROMEDIOS Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR) DE TESTIGOS EN LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2009.....	72
CUADRO 13.-PROMEDIOS Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR) DE TECNOLOGÍAS Y TESTIGOS EN LA EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2009.....	74
CUADRO 14.-ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO (t/ha) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.....	79
CUADRO 15.- PROMEDIOS Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% LA VARIABLE RENDIMIENTOS (t/ha) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2009.....	80

CUADRO 16.-ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO (t/ha) DE TESTIGOS EN LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2009.	80
CUADRO 17.- PROMEDIOS Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO (t/ha) DE TESTIGOS EN LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.	81
CUADRO 18.- RESULTADOS DEL CONTROL INTERNO DE CALIDAD EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.	84
CUADRO 19.- COSTOS QUE VARÍAN EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.	84
CUADRO 20.- PRECIOS DE VENTA POR CATEGORIAS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULOS DE LOS BENEFICIOS DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURHAUA, 2009.	85
CUADRO 21.- ANÁLISIS DE DOMINANCIA EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.	86
CUADRO 22.- ANÁLISIS MARGINAL DE LAS TECNOLOGÍAS NO DOMINADAS EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE CINCO TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.	87
CUADRO 23.- TASA DE IMPACTO AMBIENTAL (TIA) Y NÚMERO DE APLICACIONES EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO	

AMBIENTAL DE CINCO TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.....	88
CUADRO 24.- ADEVA PARA POBLACIONES DE BACTERIAS (UCF/gss) DE TECNOLOGÍAS Y TESTIGOS EN TRES MUESTREOS EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPAS. PÍLLARO, 2009.....	92
CUADRO 25.- ANÁLISIS DE EFECTOS SIMPLES PARA LA POBLACIÓN DE BACTERIAS (UCF/gss) DEL FACTOR TECNOLOGÍAS SEPARADAS POR ÉPOCA DE MUESTREO. PÍLLARO, 2009.	93
CUADRO 26.- PROMEDIOS Y RANGO DE TUKEY (5%) DE LAS POBLACIONES DE BACTERIAS (UCF/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA EN TRES MUESTREOS DE SUELO. PÍLLARO, 2009.	93
CUADRO 27.- ADEVA PARA POBLACIONES DE HONGOS (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS Y TESTIGOS EN TRES MUESTREOS EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.	95
CUADRO 28.- PROMEDIO DE POBLACIONES DE HONGOS (UFC/gss) EN TRES Épocas de MUESTREO DE SUELO. PÍLLARO, 2009.	96
CUADRO 29.- PROMEDIO DE POBLACIONES DE HONGOS (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.	97
CUADRO 30.- ADEVA PARA POBLACIONES DE ACTINOMICETES (UFC/gss) EN TRES MUESTREOS DE SUELO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.....	99
CUADRO 31.- ANÁLISIS DE EFECTOS SIMPLES PARA LAS POBLACIONES DE ACTINOMICETES (UFC/gss) DEL FACTOR TECNOLOGÍAS SEPARADAS POR ÉPOCAS DE MUESTREO. PÍLLARO 2009.....	100

CUADRO 32.- PROMEDIOS Y RANGOS DE TUKEY (5%) DE LAS POBLACIONES DE ACTINOMICETES (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA EN TRES MUESTREOS DE SUELO. PÍLLARO, 2009.....	100
CUADRO 33.- ADEVA PARA POBLACIONES DE CELULOLÍTICOS (UFC/gss) EN TRES MUESTREOS DE SUELO EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.	102
CUADRO 34.- ANÁLISIS DE EFECTOS SIMPLES PARA LAS POBLACIONES DE CELULOLÍTICOS (UFC/gss) DEL FACTOR TECNOLOGÍAS SEPARADAS POR ÉPOCAS DE MUESTREO. PÍLLARO, 2009.	103
CUADRO 35.- PROMEDIOS Y RANGOS DE TUKEY (5%) DE LAS POBLACIONES DE CELULOLÍTICOS (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA EN TRES MUESTREOS DE SUELO. PÍLLARO, 2009.....	103
CUADRO 36.- ADEVA PARA POBLACIONES DE SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO (UFC/gss) EN TRES MUESTREOS DE SUELO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.....	105
CUADRO 37.- PROMEDIOS Y RANGOS DE TUKEY (5%) DE LAS POBLACIONES DE SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO (UFC/gss) EN TRES ÉPOCAS DE MUESTREO DE SUELO. PÍLLARO, 2009.	106
CUADRO 38.- PROMEDIOS DE POBLACIONES DE SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.....	107
CUADRO 39.- ADEVA PARA LAS POBLACIONES DE FIJADORES DE NITRÓGENO (UCF/gss) DE TECNOLOGÍAS Y TESTIGOS EN TRES MUESTREOS EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	

DE TECNOLOGÍAS PARA PRODUCCIÓN DE PAPAS. PÍLLARO, 2009.	109
CUADRO 40.- ANÁLISIS DE EFECTOS SIMPLES PARA LA POBLACIÓN DE FIJADORES DE NITRÓGENO (UFC/gss) DEL FACTOR TECNOLOGÍAS SEPARADOS POR ÉPOCA DE MUESTREO. PÍLLARO, 2009.	110
CUADRO 41.- PROMEDIOS Y RANGO DE TUKER (5%) DE LAS POBLACIONES DE FIJADORES DE NITRÓGENO (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA EN TRES MUESTREOS DE SUELO. PÍLLARO, 2009.	110
CUADRO 42.- PROMEDIO DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS EVALUADAS DE CLONES PRECOCES Y RESISTENTES A <i>Phytophthora infestans</i>	113

INDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1- Porcentaje de emergencia en la evaluación del impacto ambiental de tecnologías de producción de papa. Píllaro-Tungurahua, 2009.	69
Gráfico 2.- Severidad de Tizón tardío (AUDPCr) en la evaluación de tecnologías de producción de papa para la reducción del impacto ambiental. Píllaro-Tungurahua, 2009.....	73
Gráfico 3.-Severidad de tizón tardío (AUDPCr) de tecnologías y testigos de producción de papa evaluadas para la reducción del impacto ambiental. Píllaro-Tungurahua.2009	75
Gráfico 4: Promedios diarios de factores climáticos importantes para el desarrollo de la epidemia durante el ciclo de cultivo de tecnologías de producción de papa evaluadas para la reducción del impacto ambiental. Píllaro-Tungurahua.2009.....	76
Gráfico 5- Curvas de progreso de la enfermedad de tizón tardío de testigos y tratamientos en la evaluación del impacto ambiental de tecnologías de producción de papa Píllaro-Tungurahua, 2009.	78
Gráfico 6.- Promedio para las variables severidad de Tizón tardío y rendimiento (t/ha) de cinco tecnologías de producción de papa. Píllaro-Tungurahua. 2009.	82
Gráfico 7.- Curva de beneficios netos en la evaluación del impacto ambiental de tecnologías de producción de papas Píllaro-Tungurahua, 2009.....	87
Gráfico 8.- Número de aplicaciones de insecticidas y fungicidas en la evaluación del impacto ambiental en cinco tecnologías de producción de papa. Píllaro-Tungurahua. 2009.....	90
Gráfico 9.- Tasa de Impacto Ambiental Total (TIAT) de cinco tecnologías de producción de papas. Píllaro-Tungurahua, 2009.....	91

Gráfico 10.-Promedios y Rango de Tukey (5%) de las poblaciones de bacterias (UCF/gss) de tecnologías de producción de papa en tres muestreos de suelo. Píllaro, 2009.	94
Gráfico 11.- Promedios de las poblaciones de hongos (UFC/gss) en tres épocas de muestreo de suelo. Píllaro, 2009.....	96
Gráfico 12.- Promedios de poblaciones de hongos (UFC/gss) de tecnologías de producción de papa. Píllaro, 2009.	98
Gráfico 13.- Promedios y Rangos de Tukey (5%) de las poblaciones de actinomicetes (UFC/gss) de tecnologías de producción de papa en tres muestreos de suelo. Píllaro, 2009.	101
Gráfico 14.- Promedios y Rangos de Tukey (5%) de las poblaciones de celulolíticos (UFC/gss) de Tecnologías de producción de papa en tres muestreos de suelo. Píllaro, 2009	104
Gráfico 15.- Promedios y Rangos de Tukey (5%) de las poblaciones de solubilizadores de fósforo (UFC/gss) en tres épocas de muestreo de suelo. Píllaro, 2009.	106
Gráfico 16.- Promedios de poblaciones de solubilizadores de fósforo (UFC/gss) de tecnologías de producción de papa. Píllaro, 2009.	108
Gráfico 17.- Promedios y Rangos de Tukey (5%) de las poblaciones de fijadores de nitrógeno (UFC/gss) de Tecnologías de producción de papa en tres muestreos de suelo. Píllaro, 2009.	111

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Plano de siembra del experimento de cinco tecnologías para reducir el EIQ. Píllaro – Tungurahua, 2009.	127
Anexo 2.- Escala de valores del CIP y la correspondiente área foliar afectada (%). La descripción de síntomas se basa en plantas con 4 tallos y 10 a 12 hojas por tallo.	128
Anexo 3.- Cuadro de aplicaciones de Fungicidas de las tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Variedad: Diacol- Capiro.)	129
Anexo 4.- Cuadro de aplicaciones de Insecticidas de las tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Variedad: Diacol- Capiro.)	130
Anexo 5. Cuadro de aplicaciones de Fungicidas de tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Variedad: Superchola.)	131
Anexo 6.- Cuadro de aplicaciones de Insecticidas de tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Variedad: Superchola.).....	132
Anexo 7. Cuadro de aplicaciones de tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Variedad: I-Fripapa).....	133
Anexo 8.-. Cuadro de aplicaciones de tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10)	134
Anexo 9.- Tabla de contenidos de los diferentes pesticidas y su Coeficiente de impacto ambiental.....	135

Anexo 10.- Resultado del análisis de suelo del experimento evolución del impacto ambiental de cinco tecnologías de producción de papa en Píllaro-Tungurahua. 2009.....	136
Anexo 11. Resultado del análisis de suelo del experimento evolución del impacto ambiental de cinco tecnologías de producción de papa en Píllaro-Tungurahua. 2009. (CONTINUACIÓN).....	137
Anexo 12.- Resultado del análisis de suelo del experimento evolución del impacto ambiental de cinco tecnologías de producción de papa en Píllaro-Tungurahua. 2009. (CONTINUACIÓN).....	138
Anexo 13.- Resultados del Control Interno de Calidad de cinco tecnologías evaluadas en el experimento.	139
Anexo 14.- Análisis Microbiológico del primer muestreo del suelo.....	140
Anexo 15.- Análisis Microbiológico del primer muestreo del suelo (CONTINUACIÓN).....	141
Anexo 16.- Análisis Microbiológico del segundo muestreo del suelo.	142
Anexo 17.- Análisis Microbiológico del segundo muestreo del suelo. (CONTINUACIÓN).....	143
Anexo 18.- Análisis Microbiológico del segundo muestreo del suelo. (CONTINUACIÓN).....	144
Anexo 19.- Lecturas de severidad de tizón tardío durante el experimento.....	145
Anexo 20.- Lecturas de severidad durante el experimento (Continuación).....	146
Anexo 21.- Lecturas de severidad de tizón tardío durante el experimento (Continuación).....	147
Anexo 22.- Rendimiento de las cinco tecnologías evaluadas en el ensayo.	148

Anexo 23.- Rendimiento de las cinco tecnologías evaluadas en el ensayo (Continuación).....	149
--	-----

RESUMEN EJECUTIVO.

La presente investigación ambiental se realizó en la Granja Agro ecológica de Píllaro de propiedad del H. Consejo Provincial de Tungurahua, ubicada en la Parroquia Ciudadela Nueva, Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua. La propiedad se encuentra a 2779 msnm cuyas coordenadas geográficas son: 78°33'24,9'' latitud S, 01°10'37,6'' longitud O, según la clasificación ecológica de Holdrige: el lugar corresponde al orden Andeps, los mismos que se caracteriza por la presencia de materiales amorfos y cenizas, son suelos profundos con una textura Franco arcillosa.

En el desarrollo de la investigación se plantea: La evaluación del impacto ambiental y económico derivado del uso de genotipos resistentes al tizón tardío y precoces cultivada con agroquímicos menos peligrosos y con prácticas MIPE, las tecnologías utilizadas: CIP 387205.5 + MIPE, CIP 386209.10 + MIPE y las variedades I-Fripapa, Superchola y Diacol-Capiro con manejo convencional. Para el manejo de tizón tardío para los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 utilizamos umbrales de lluvia de 50 mm para la aplicación de fosfitos (K,Ca y Cu) y para las variedades de Diacol-Capiro y Superchola, 12 aplicaciones de fungicidas sistémicos y protectantes, para I-Fripapa 10 aplicaciones de fungicidas sistémicos y de contacto.

Para determinar el impacto ambiental se utilizó el modelo del Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA), modelo que reduce la información a un valor numérico simple, desarrollando una ecuación que se basó en los tres principales componentes de los sistemas de producción agrícola: productor, consumidor y componentes ecológicos.

Las variable evaluadas fueron: emergencia, severidad de ataque de *Phytophthora infestans* (AUDPCr), rendimiento, impacto ambiental, frecuencia de aplicación, análisis económico (CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), control interno de calidad y análisis de la microbiología del suelo

Los resultados de los análisis estadísticos de la presente investigación manifestaron que:

Las tecnologías que causan mayor impacto ambiental son las tecnologías de Diacol-Capiro y Superchola con manejo convencional, debido a que son variedades tardías y susceptibles a tizón tardío y las tecnologías de los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 cultivadas con prácticas MIPE registraron el menor impacto ambiental, debido a la precocidad y resistencia a tizón tardío, permitiendo reducir el número de aplicaciones y el uso de pesticidas tóxicos por el ambiente y la salud humana.

Las elevadas Tasas de Impacto Ambiental de las tecnologías Diacol-Capiro y Superchola con manejo convencional se atribuye principalmente a su ciclo de cultivo mayor a 150 días y a su elevada susceptibilidad a *Phytophthora infestans* entre las principales. La precocidad y la resistencia de los clones CIP junto a las prácticas MIPE producen un efecto totalmente contrario.

Desde el punto de vista económico la tecnología CIP 386209.10 con prácticas MIPE fue la más rentable por obtener beneficios netos altos con las inversiones más bajas, obteniendo una TMR de 465.3%.

Las tecnologías de los clones CIP 386205.5 y CIP 387209.10 con prácticas MIPE obtuvieron resultados bajos de ataque de *Phytophthora infestans* con AUDPCr de 0.06, se debe principalmente por la resistencia a tizón tardío de estos genotipos.

El mejor rendimiento, lo encabeza la tecnología Superchola + manejo convencional con un rendimiento de 47.31 t/ha; seguido de las tecnologías CIP 386205.5 con prácticas MIPE, I-Fripapa + manejo convencional con un rendimiento de 45.05 y 43.67 t/ha respectivamente.

De acuerdo a los análisis microbiológico del suelo podemos manifestar el efecto negativo y en algunos casos positivos causado por los plaguicidas sobre la población de microorganismos existentes en el suelo, como resultado de la aplicación de pesticidas y la fertilización en el suelo tenemos una disminución o aumento de los microorganismos tanto benéficos y no benéficos provocando un cambio en la masa microbiológica del suelo.

El ciclo total del cultivo de papas de los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 es de 131 días se divide en: Fase vegetativa; brotación semilla desde la siembra hasta que el estolón mida 1cm es de 60 días, emergencia y desarrollo a los 26 días, inicio de tuberización a los 47 días; fase reproductiva, fin de floración y tuberización a los 60 días, Senescencia a los 105 días, maduración y fin del cultivo 131 días.

La aplicación de pesticidas altamente tóxicos provoca a la larga grandes daños en la salud de los seres vivos, a los animales y sobre todo al medio ambiente. La utilización de nuevas tecnologías ha reducido en un 30% la aplicación de pesticidas tóxicos, así como también la rentabilidad del agricultor sube, y mejora su salud con la utilización de pesticidas menos tóxicos como son la utilización de fosfitos que causan menor impacto ambiental y no afecta a la salud de los seres vivos, y al medio ambiente.

I CAPÍTULO.

1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El extenso uso de los plaguicidas ha permitido un aumento en la producción de papa en muchos lugares del mundo, pero ha tenido a la vez impactos negativos en el suelo, agua, medio ambiente, trabajo, hogar y a la salud del ecosistema exponiendo a los agricultores a muchas sustancias tóxicas.

En una zona productora de papa del Ecuador con uso intensivo de insecticidas y fungicidas, se encontraron 171 casos de intoxicaciones con plaguicidas por 100 mil habitantes. Este índice, basado en los registros oficiales es uno de los más altos en el mundo. La cifra real podría ser muy superior, ya que aparentemente tan solo un 10% de aquellos que tiene efectos nocivos por plaguicidas buscan atención médica, y además el malestar se atribuye a menudo a otras causas (Crissman *et al.*, 1998).

Los exámenes clínicos revelaron que el 93% de las personas que trabajan permanentemente con plaguicidas experimentaron lesiones de la piel, dermatitis crónica (28%), otro tipo de problemas en la piel (93%). Cabe destacar los problemas neuropsicológicos por efecto de organofosforados, entre los cuales hasta el coeficiente de inteligencia parece ser afectado (87-98%), disminuyendo así la capacidad de trabajo y la calidad de vida de los productores (Crissman *et al.*, 2003).

En la actualidad para controlar plagas y enfermedades en el cultivo de papa, los agricultores acostumbran a rociar con químicos altamente tóxicos, en base a un calendario de aplicaciones rígido que trae consigo situaciones de interés a ser tomadas en cuenta, tales como aumento en los costos del cultivo, incremento en las labores fitosanitarias y lo que es mas importante la consabida contaminación el medio ambiente.

El empleo de tecnologías con el uso de clones resistentes a “tizón tardío” (*Phytophthora infestans*), ha logrado reducir costos, organizar mejor y con anticipación las labores fitosanitarias, y finalmente disminuir la contaminación al medio ambiente al efectuarse sólo las aplicaciones necesarias.

El estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas se denomina fenología (Villalpando & Ruiz, 1993; Volpe, 1992) palabra que deriva del griego *phaino* que significa manifestar, y *logos* tratado. Fournier, 1978 señala que es el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, la maduración de los frutos y otros. Como es natural, estos fenómenos se relacionan con el clima de la localidad en que ocurre; y viceversa, de la fenología se puede sacar secuencias relativas al clima y sobre todo al microclima cuando ni uno, ni otro se conocen debidamente

En las prácticas agrícolas, existe un desconocimiento de las etapas fenológicas de los cultivos, y del tiempo de duración de cada una de ellas a nivel de los agricultores y de técnicos, en consecuencia se hace indispensable el conocer la duración de las etapas de desarrollo que son propias para los cultivos bajo condiciones climáticas presentes en las áreas de investigación o estudio.

El desarrollo del cultivo de papa atraviesa diferentes etapas bien definidas, inicia con el almacenamiento de la semilla y termina con la cosecha. A este proceso se le conoce como Etapas Fenológicas; las cuatro primeras se denominan fases vegetativas; las dos siguientes son reproductivas y la última es la maduración (Pumisacho & Velásquez, 2009).

De acuerdo a los trabajos experimentales efectuados, se han demostrado la utilidad que presta el conocimiento fenológico de los cultivos. Los cambios visibles que presenta cada uno de los organismos vegetales sirven para interpretar la relación de la planta con los elementos meteorológicos. Conocidas estas exigencias se puede conocer también sus variaciones según el transcurso del tiempo que es variable según la localidad, la que finalmente determina los resultados en cuanto se refiere a la producción. Las observaciones fenológicas en este sentido presentan una valiosa ayuda a la investigación (Azkue, 2000)

El estudio de la fenología, resulta indispensable para desarrollar estrategias de control contra las principales enfermedades y plagas del cultivo, así como también el manejo integral del cultivo. Es por ello que se ha planteado realizar el seguimiento fenológico de dos clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10, los mismos que serán evaluados en el tema de tesis planteado.

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

Evaluación del Impacto Ambiental de Tecnologías para Producción de Papa (*Solanum tuberosum*) con Alternativas al uso de Plaguicidas Peligrosos en el Cantón Píllaro – Provincia de Tungurahua

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Con la finalidad de buscar una producción más sana, saludable y sustentable, el Centro Internacional de la Papa en Ecuador(CIP), ha desarrollado varios componentes de manejo integrado del cultivo con nuevos y mejores clones de papa, optimización en el uso de fungicidas (menos peligrosos, aplicaciones necesarias, dosis exactas, etc.) teniendo en cuenta principalmente la precocidad y la resistencia a tizón tardío, tal es el caso de los clones CIP 387205.5; y CIP 386290.10; que cultivados con las prácticas MIPE antes mencionadas, son muy promisorios por permitir un manejo menos contaminante para el medio ambiente y la salud de las personas y que reportan utilidades económicas atractivas para el productor (Taipe, 2007).¹

1.2.2 Análisis del problema

La región Interandina del Ecuador presenta condiciones climáticas y agroecológicas para el cultivo de la papa pero estas mismas condiciones son a la vez favorables para el desarrollo tanto de enfermedades y plagas que afectan sus rendimientos. La necesidad de controlar las principales plagas y enfermedades del cultivo, como son “gusano blanco” (*Premnotrypes vorax*), “polilla de la papa” (*Tecia*

¹ Taipe, A. 2007. Clones promisorios. (Comunicación personal). Quito, EC. Centro Internacional de la Papa (a.taipe@cgiar.org).

solanivora) y “tizón tardío” (*Phytophthora infestans*) respectivamente, obliga al productor a realizar una elevada frecuencia de aspersiones con agroquímicos muy peligrosos. En algunas regiones del Ecuador esta situación es tan extrema que se considera al cultivo de papa como uno de los principales causantes de contaminación ambiental y es considerado de riesgo para la salud humana debido a los pesticidas altamente peligrosos que se usan durante el ciclo del cultivo.

Por varios años, se ha enfocado una gran atención en programas de MIPE y otros métodos alternativos que reduzcan el uso de pesticidas en los sistemas agrícolas, debido a aspectos de seguridad alimentaria, contaminación de fuentes de agua y una mayor conciencia ambiental. Por definición el MIPE es una estrategia de cultivo que combina varios manejos (trampeo, umbrales, predicción, controles biológicos y culturales, etc.) sin confiar exclusivamente en pesticidas para producir un cultivo económico y seguro

Debido al proceso de registro de un pesticida por la EPA, existe abundante información toxicológica y ambiental de los pesticidas usados ampliamente en los sistemas de producción agrícola. Sin embargo esta información no está fácilmente disponible u organizada de manera que sea utilizable por investigadores, extensionistas y productores en general. Existe una metodología para calcular el impacto ambiental de los pesticidas más comunes (insecticidas, acaricidas, fungicidas y herbicidas) usados en la agricultura comercial. Los valores que se obtienen con estos cálculos nos sirven para utilizar diferentes pesticidas y diseñar estrategias de manejo de plagas y enfermedades y finalmente determinar que estrategias o pesticidas tendrán el más bajo impacto ambiental.

El impacto ambiental negativo causado por la contaminación debido al uso de productos químicos como son fungicidas, herbicidas e insecticidas está siendo incluido como un elemento de decisión importante para la adopción de programas de manejo fitosanitario. (FAO, 2008).

Desde hace más de 200 años algunos agricultores de los E.E.U.U. iniciaron sus registros de las fechas de siembra, emergencia, foliación, caída de hojas, y otros, de muchas especies de plantas para obtener un mejor rendimiento y una alta producción. Luego del desarrollo del termómetro se hizo posible correlacionar estas

etapas del desarrollo con el clima, especialmente con la temperatura y humedad. En 1918 Andrés Hopkins estableció la ley Bioclimática, ampliada en 1938, que recomienda el uso de observaciones fenológicas en lugar de observaciones meteorológicas ya que las primeras integran los efectos del microclima y los factores edáficos en la vida de las plantas, de tal forma que otro instrumento no lo puede hacer.

El presente trabajo de investigación también tiene como propósito investigar en la Granja Agro ecológica de Píllaro, los días del ciclo de cultivo para las dos clones propuestos, basándonos en el manual del cultivo de papa para pequeños agricultores (Pumisacho y Velásquez editores)

CUADRO 1.- DURACIÓN DE LAS ETAPAS DEL CULTIVO DE PAPA.

ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO

Fase vegetativa				Fase reproductiva		Maduración
V0	V1	V2	V3	R4	R5	R6
Brotación De semilla	Emergencia	Desarrollo	Inicio floración y tuberización	Fin floración y tuberización	Engrose	Maduración Y cosecha

Fuente.- Manual del cultivo de papa para pequeños agricultores Pumisacho y Velásquez editores.

1.2.3 Delimitación del objeto de investigación.

Se evaluó el impacto ambiental y económico derivado del uso de tecnologías compuestas por clones resistentes y precoces al “tizón tardío” (*Phytophthora infestans*) cultivados con practicas MIPE, frente a tecnologías convencionales compuestas por variedades tardías y susceptibles al “tizón tardío” (*Phytophthora infestans*) cultivados con plaguicidas peligrosos tal como es la práctica común de los agricultores.

La tecnología MIPE emprendió un manejo de tizón tardío basado en umbrales de lluvia acumulada de 50 mm y uso de fungicidas protectantes de bajo impacto ambiental y un manejo de gusano blanco usando trampas y plantas cebo; mientras

que la tecnología convencional comprendió aplicaciones de fungicidas e insecticidas muy peligrosos pero ampliamente utilizados (Mancozeb, Cymoxamil, Metamidofos, etc.) cada 8 ó 10 días para un manejo de tizón tardío y gusano blanco.

La comparación de Tecnología MIPE frente a Tecnología convencional sirve para visualizar la diferencia en términos de reducción de Impacto Ambiental que pudiera establecerse entre las tecnologías evaluadas.

En los dos clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 se determinaron la longitud en días de cada una de las cuatro etapas fenológicas, desde la siembra hasta la maduración (cosecha), con la finalidad de llegar a conocer los días transcurridos en cada etapa fenológica.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En ciertas regiones del Ecuador los agricultores de papa, han cambiado desde un sistema de subsistencia hacia una producción comercial, con una tecnología basada en el uso de agroquímicos. Este cambio, sin embargo, ha incrementado la exposición de las familias a los plaguicidas siendo los más notables insecticidas altamente tóxicos como el Carbofurán y Metamidofos (Barrera *et al.*, 2004).

El cultivo de papa en la provincia de Carchi, al norte del Ecuador, ocupa el 61% de la superficie lo que permite ubicarse entre los más productivos del país, los productores de papa combinan fertilizantes y agroquímicos en base a su conocimiento de manejo de cultivos para obtener rendimientos muy por encima del promedio nacional (7,5 t/ha), aplicando mayores cantidades de fungicidas (más de 15 aplicaciones durante el ciclo del cultivo), incrementando el costo de producción. (16%) (Pumisacho & Velásquez, 2009).

Sin embargo, ha existido una creciente preocupación sobre las externalidades negativas causadas por el uso de plaguicidas en la agricultura, como son, los costos asociados con el impacto sobre la salud humana, en vistas de que la mayoría de envenenamiento es con los pesticidas, el 22,4% de miembros de las fincas reportan haber sufrido una intoxicación por plaguicidas al menos una vez en su vida. No

obstante, únicamente en dos casos se acudió al servicio médico (9%) (Cole & Mera-Orcés, 2003).

El uso de nuevas tecnologías con manejo MIPE, se caracteriza por el empleo de un sistema de cultivo que cause mínimo impacto ambiental del que se obtienen productos de gran calidad, protege al cultivo contra plagas y enfermedades empleando medios biológicos siempre que sean posibles, y emplear productos fitosanitarios siempre y cuando sea realmente necesario y de esta manera estamos protegiendo la fauna auxiliar.

El ciclo biológico cambia con el genotipo y con los factores del clima, esto quiere decir, que las plantas del mismo genotipo sembradas bajo diferentes condiciones climáticas pueden presentar diferentes estados de desarrollo ya que las variedades a utilizarse proceden de otras condiciones (Yáñez, 1999).

Por lo que cada vez cobra mayor importancia el uso de escalas fenológicas que permiten a la vez, referirse a las observaciones y prácticas de manejo del cultivo en una etapa de desarrollo determinado (Yáñez, 1999).

En la actualidad se dispone de suficiente información sobre los factores climáticos, edáficos y biológicos involucrados en la duración del ciclo biológico y producción de los cultivos, sin embargo, es bastante frecuente encontrar que para referirse a un momento determinado de su ciclo biológico, esto se haga en términos de una escala de tiempo (días después de la siembra, DDS) relacionándola con las observaciones y prácticas que se llevan a cabo en ellos sin tomar en cuenta el efecto de tales factores sobre la morfología de las plantas (Iniap/Pnrt-Papa, 2006).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto ambiente/salud y económico derivado del uso de tecnologías con variedades resistentes a tizón tardío y precoz, cultivadas con agroquímicos menos peligrosos y con prácticas MIPE frente a tecnologías convencionales.

1.4.2 Específicos

Determinar la Tasa de Impacto Ambiental (TIA) de dos tecnologías con clones avanzados CIP 387205.5 y CIP 386209.10 con MIPE y tres tecnologías ampliamente utilizadas: I-Fripapa, Superchola y Capiro con manejo convencional.

Determinar los beneficios económicos de cultivar dos tecnologías con clones avanzados, (CIP 387205.5; CIP 386209.10; con MIPE) y tres tecnologías ampliamente utilizadas (I-Fripapa, Superchola y Capiro con manejo convencional).

Comparar cuantitativamente los efectos sobre la microbiología del suelo como resultado del uso de tecnologías MIPE frente a tecnologías convencionales.

Determinar el tiempo transcurrido para el suceso y duración de las etapas fenológicas de los dos clones (CIP 387205.5; y CIP 386209.10).

II CAPÍTULO.

2 MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

En Norte América y algunos países del sur como Chile, actualmente se están implementando sistemas de evaluación del impacto ambiental de tecnologías de producción, basados en el “Coeficiente de Impacto Ambiental”. Este modelo se lo considera realmente fácil de usar y ha sido presentado frecuentemente en literatura científica como un medio útil para estimar los posibles riesgos para la salud y el ambiente asociados con el uso de pesticidas. Además, el enfoque del modelo permite la integración en un simple valor numérico, el cual representa la gran cantidad de información toxicológica, ambiental y de salud, que se obtiene durante el proceso de desarrollo y obtención de un determinado pesticida. Este “Coeficiente de Impacto Ambiental” sirve para determinar la “Tasa de Impacto Ambiental” que nos indica el impacto que causa un pesticida o tecnología al ambiente y la salud humana, pudiendo ser utilizada como indicador del mayor o menor impacto ambiental; ayudando a los técnicos a evaluar diferentes sistemas de producción a través de los años (Barros, 2001; Kovach et al., 1992; Muhammetoglu & Uslu, 2007; Pradel et al., 2008).

En el Ecuador, en las provincias de Pichincha y Chimborazo se ha llevado a cabo trabajos de investigación sobre la evaluación de impacto ambiental de tecnologías de producción en papa.

(Barona, 2009), realizó trabajos de investigación con variedades y clones precoces y resistentes a “*Phthoptora infestans*”, y el uso de plaguicidas poco peligrosos en la provincia de Pichincha-Ecuador, en donde se demostró que la tecnología más contaminante es Diacol-Capiro + manejo convencional cuya tasa de Impacto Ambiental es la más alta, mientras las tecnologías de los clones CIP 387205.5 + MIPE y CIP 386209.10 + MIPE, reducen el Impacto Ambiental en más del 90%. Por otra parte, las tecnologías I-Fripapa y Superchola + manejo convencional registraron una disminución del 50% en el impacto Ambiental en comparación con la tecnología más contaminante.

La elevada Tasa de Impacto Ambiental de la tecnologías Diacol-Capiro y + manejo convencional se atribuye principalmente a su ciclo de cultivo mayor a 150 días y a su elevada susceptibilidad a “*Phytophthora infestans*”, pues debido a esta característica el número de aplicaciones de plaguicidas tóxicos son muy elevados (hasta 15 aplicaciones), por otra parte las características de precocidad y resistencia de los clones CIP junto a las practicas MIPE producen un efecto totalmente contrario ya que permite reducir el numero de aplicaciones y el uso de pesticidas menos tóxicos.

La tecnología I-Fripapa + manejo convencional es la más recomendable económicamente, puesto que, existe una tasa de retorno marginal alta y esto permite al agricultor recuperar la inversión y a la vez obtener un ingreso adicional.

(Colcha, 2008), realizó trabajos de investigación en la Provincia de Chimborazo- Ecuador, utilizando variedades susceptibles a “*Phytophthora infestans*” tales como: Superchola, I-Fripapa, Diacol-Capiro, en las cuales se realizó un manejo convencional del cultivo, aplicación de fungicidas peligrosos, comparando con clones precoces y resistentes al tizón tardío tales como: CIP 387205.5; CIP 386209.10 y CIP 575045, en las cuales se efectuó un control de “Tizón tardío” tomando en cuenta un umbral de lluvia acumulada (50 mm), practicas MIPE, donde se obtuvo como resultados, que la tecnología que causo mayor Impacto Ambiental son las tecnologías de Diacol-Capiro y Superchola con manejo convencional, esto se atribuye principalmente a las causas mencionadas antes, en cambio con la tecnología I-Fripapa + manejo convencional se logra una reducción de Impacto Ambiental del 20 %, con los clones CIP 575045, CIP 387205.5 y CIP 386209.10 + MIPE, se logra la mayor reducción de Impacto Ambiental del orden de 80 a 90% respectivamente.

De acuerdo a los análisis microbiológicos se manifiesta el efecto negativo causado por los plaguicidas sobre la población de microorganismos existentes en el suelo, como el resultado de la aplicación de los pesticidas hay una disminución de los microorganismos tanto benéficos y no benéficos provocando cambios en la masa microbiológica del suelo.

Y desde el punto de vista económico se manifiesta que las tecnologías CIP 387205.0 y CIP 386209.10 + practicas MIPE, fueron las más rentables por que se

obtuvieron rendimientos elevados y gran porcentaje de tubérculos de primera permitiendo obtener los más altos beneficios netos con inversiones bajas.

Existen datos sobre duración del cultivo en varios trabajos de investigación pero en diferentes regiones como la del Mediterráneo, Utah, Idaho en Estados Unidos, Europa, Egipto, China, Filipinas, como en climas tropicales, seco y frío entre otros climas, por lo que en nuestro país se hace necesario investigaciones que nos indiquen la variabilidad de las longitudes de cada una de las etapas fenológicas en función de la biodiversidad de climas existentes en cada una de las regiones e inclusive en sitios pequeños (valles) que tienen microclimas especiales.

2.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1 Concepto de Impacto Ambiental

(Rafael, 2002), manifiesta, El impacto ambiental se origina en una acción humana y se manifiesta según tres facetas sucesivas:

La modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema ambiental.

La modificación del valor del factor alterado o del conjunto del sistema.

La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones y, en último término, para la salud y bienestar humano.

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural, los efectos secundarios pueden ser positivos y, más a menudo, negativos (Montaño & Frers, 2005).

2.2.2 Concepto de Fenología

Fenología es la rama de la bioclimatología, de gran importancia práctica para la agricultura. Estudia la relación entre los factores climáticos y los fenómenos periódicos de la vida vegetal y animal, deduciéndolos de la observación

continuada de las plantas y de los animales silvestres e incluso de plantas cultivadas y animales domésticos que sean de gran interés económico, siempre que en estos cultivos su método de cultivo o explotación no modifique intensamente la acción de los factores climáticos (Soroa & Pineda, 1968).

La duración de la etapas fenológicas depende de la variedad y del clima del sitio donde se siembra (Soroa & Pineda, 1968).

Fournier, (1978), señala que es el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, la maduración de los frutos y otros. Como es natural, estos fenómenos se relacionan con el clima de la localidad en que ocurre; y viceversa, de la fenología se puede sacar secuencias relativas al clima y sobre todo al microclima cuando ni uno, ni otro se conocen debidamente

2.3 CULTIVO DE LA PAPA

2.3.1 Origen

La papa (*Solanum tuberosum*) es originaria de América Andina, el centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia (Soroa & Pineda, 1968).

Existen evidencias arqueológicas que prueban que varias culturas antiguas como los Incas, Tiahuanaco, Nazca, y Mochica cultivaron la papa y hoy en día se cultivan en las regiones templadas de todo el mundo (FUNDAGRO, 1991).

Es una de las especies domesticadas más antiguas y ha sido seleccionada durante ocho mil años basándose en las preferencias y necesidades locales (Ochoa, 1999)La mayor diversidad genética de papa (*Solanum tuberosum*, L.) se encuentra en las tierras alto andinas de América del Sur (FUNDAGRO, 1991).

La papa cultivada fue descrita por Pedro Cieza de León en (1538), el mismo que encontró tubérculos que los nativos llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador. (FUNDAGRO, 1991).

2.3.2 Clasificación Taxonómica.

La papa tiene la clasificación taxonómica que se describe a continuación (Hawkes, 1990).

Reino	Plantae
Tipo:	Spermatophyta
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Dicotiledoneas
Orden:	Tubiflorineas
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>tuberosum</i>
Nombre Científico:	<i>Solanum tuberosum</i>
Nombre Vulgar:	Papa, patata, etc.

2.3.3 Importancia

La papa es considerada como el cuarto alimento básico a nivel mundial, después del trigo el arroz y el maíz, con una producción de 316 millones de toneladas en el 2006, reportada en los 10 principales países productores (FAO, 2007). Según cifras oficiales la producción de papa en el país alcanzó las 355 mil toneladas, con ello, se ubica en el noveno lugar dentro de la lista de principales productores de tubérculos en América Latina (Diario Hoy Negocios, 2009).. Sin embargo, Ecuador está muy lejos de los mayores productores mundiales como China (Diario Hoy Negocios, 2009). En los últimos años se produjo la reducción de la producción que en una década pasó de 450 mil toneladas anuales, a las cifras actuales. Así también se produjo una disminución de la superficie dedicada al cultivo de 65 mil a 50 mil hectáreas (Diario Hoy Negocios, 2009).

2.4 CULTIVO DE PAPA EN EL ECUADOR.

El cultivo de papa en Ecuador se realiza en la Sierra, en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm, sin embargo los mejores rendimientos se presentan en

zonas ubicadas entre los 2.900 y 3.300 msnm donde las temperaturas fluctúan entre 11 y 90°C.

Se identifican tres regiones diferentes que se dedican a su cultivo: al norte se siembra en las provincias de Carchi e Imbabura: al centro, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar: y al sur, Cañar, Azuay y Loja. Según datos del Ministerio de Agricultura-MAG, a través del proyecto SICA, en el país se siembra 50.000 hectáreas por año con un incremento anual del 1.2% y un rendimiento de 8,4 t/ha (Proyecto SICA-MAG, 2008).

En la región norte el clima permite el cultivo de papa intensivo. El principal sistema de producción es papa-papa-otro cultivo (por ejemplo cebada, maíz o fréjol) por uno o dos años. Los agricultores siembran todo el año dependiendo de la distribución de las lluvias. La producción es intensiva con un alto uso de productos de agroquímicos. Carchi, que solo ocupa el 25% del área nacional cultivada con papa, produce el 40 % de la cosecha nacional anual (FAO, 2007).

Las variedades más importantes cultivadas en el país son: Gabriela, Uvilla, Superchola y Bolona. Sin embargo, debido a los nuevos patrones de consumo de bienes alimenticios, la incursión de la mujer en el sector laboral, la influencia de costumbres y cambios de hábitos de vida, han hecho que la demanda de agroindustriales y consumidores tienda a utilizar más papa procesada, lo que ha ocasionado un cambio en los cultivos hacia variedades que permiten la agroindustrialización, como son: la Superchola, Capiro, INIAP-María, INIAP-Fripapa, INIAP-Santa Catalina y Yema de huevo (Proyecto SICA-MAG, 2008).

Los cinco primeros países productores, que representan el 55%, de la producción mundial son China con 73.6 millones de t, seguido de la Federación Rusa con 37.3 millones de t., India con 25. millones de t., Ucrania y EE.UU con 19.4 y 19.0 millones de t., respectivamente; en superficie de cultivo, respecto al total tienen el 58.4%. Los mayores rendimientos, por países corresponden a las economías desarrolladas, que aplican adecuada tecnología tanto en el uso de insumos como en el manejo pos cosecha y un alto grado de mecanización. Oceanía tiene el mayor rendimiento promedio con 24.2 t/ha. China, Federación Rusa e India, mayores

productores por extensión, alcanzan un rendimiento, de 14.9, 12.1 y 17.8 t/ha., respectivamente (FAO, 2007)

2.5 CULTIVO DE PAPA EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Hasta antes de la publicación de los resultados censales del año 2000, las proyecciones y estimaciones sobre el cultivo de la papa, se realizaban considerando a la provincia del Carchi como la de mayor superficie sembrada y cosechada. La publicación de estos resultados refleja cambios importantes en estos supuestos: Se encuentra que es la provincia de Chimborazo la que registra mayor número de hectáreas sembradas, 10.681, seguida por las provincias de Cotopaxi con 9.672 ha; Tungurahua con 7.380 ha y Carchi con 6.179 ha (www.agroecuador.com).

Al analizar la producción de papa a nivel provincial, encontramos que es Tungurahua la provincia que concentra mayor número de productores, 19.414, seguida por las provincias de Chimborazo con 18.376 productores; Cotopaxi con 14.541; Pichincha con 7.186; Azuay con 6.521; Cañar con 4.435 y Carchi con 4.166 productores de papa (www.agroecuador.com).

La provincia de Tungurahua es una importante zona productora de papa a nivel de Ecuador, en esta provincia se cultiva una extensión de 7380 ha. Con la extensión mencionada se ha obtenido 45829 Tm de las cuales se ha comercializado 39654 Tm, es decir un rendimiento de 6.6 Tm/ha. En cuanto al cantón Píllaro se ha cultivado una extensión de 868 ha, la importancia de la producción de este cantón es significativa en el mercado interno de esta provincia ya que representa el 12% del total (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2000).

Más de 460 agricultores de los cantones Píllaro, Ambato y Quero, producen mensualmente 2000 quintales de papa que es comercializada a nivel local y nacional, logrando un posicionamiento de su producto en el mercado (www.tungurahua.gov.ec).

Se debe destacar la diferencia de los sistemas de producción entre las tres zonas. Teniendo en la zona norte un acceso a toda clase de insumos externos

(pesticidas, etc.), uso y exposición muy alto, mientras que en el centro y sur es menor, el uso y por lo tanto la exposición.

2.6 GENERALIDADES DEL TIZON TARDIO “*Phyphthora infestans*”

El tizón tardío de la papa es una enfermedad causada por el hongo “*Phytophthora infestans*”, y representa una de las principales enfermedades ampliamente distribuida en casi todas las áreas productoras de papa en todo el mundo. En el Ecuador se conoce a esta enfermedad como “Lancha” de la papa.

2.6.1 Clasificación taxonómica

De Bary en 1876 describió taxonómicamente a “*Phytophthora infestans*” de la siguiente forma (Erwin & Ribeiro, 1996).

REINO:	Chromista
PHYLLUM:	Oomycota
CLASE:	Oomycete
SUBCLASE:	Peronosporomycetidae
ORDEN:	Pythiales
FAMILIA:	Pythiaceae
GENERO:	Phytophthora
ESPECIE:	Phytophthora infestans

2.6.2 Descripción del patógeno.

Este oomicete es el principal causante de grandes pérdidas en la productividad de la papa alrededor del mundo, descubriéndose en 1950 que el patógeno poseía dos tipos de reproducción de los cuales el A1 estaba distribuido considerablemente alrededor del mundo, el tipo A2, la pareja sexual de A1, fue inicialmente encontrado solo en la parte central de México (Erwin & Ribeiro, 1996).

Las esporas de este Oomicete hibernan en los tubérculos infectados, en particular los que se quedan en el suelo después de la cosecha del año anterior y se propagan rápidamente en condiciones cálidas y húmedas. Esto puede tener efectos devastadores de destrucción de cosechas enteras. Las esporas se desarrollan en las

hojas, extendiéndose por los cultivos cuando las temperaturas están por encima de 10 °C y la humedad es superior al 75% durante 2 días o más. La lluvia puede arrastrar las esporas al suelo donde infectan a los tubérculos jóvenes y el viento puede arrastrar a las esporas a millas de distancia.

El esporangio es ovoide, limoniforme, con un adelgazamiento en la base y semipapilado. La temperatura mínima para su crecimiento es de 4 °C, el óptimo es de 20 °C y un máximo de 26 °C (Erwin y Ribeiro, 1996). Las zoosporas son biflageladas, nadan en la célula pudiéndose movilizar con un flagelo de hilo anterior y su flagelo posterior de látigo (Robertson, 1991).

Las primeras etapas de la epidemia pasan fácilmente desapercibidas y no todas las plantas son afectadas a la vez. Los síntomas incluyen la aparición de manchas oscuras en las hojas y tallos de plantas. En condiciones de humedad aparecerá el micelio (especie de algodoncillo o pelusilla color blanco) por debajo de las hojas y toda la planta puede colapsarse rápidamente. Los tubérculos infectados desarrollan manchas de color gris o negro en la superficie y que son de color marrón rojizo por debajo de la piel. Rápidamente se pudren por una infestación bacteriana secundaria y producen muy mal olor. Los tubérculos aparentemente sanos se pudrirán más tarde.

2.6.3 Importancia.

El tizón tardío puede destruir lotes enteros en pocos días si no se manejan adecuadas medidas de prevención y control del patógeno (González, 1977). *P. infestans* infecta a las papas, tomates y a otras Solanáceas, causando importantes pérdidas. Fue el causante principal de la gran hambruna irlandesa (1845 - 1849) produciendo la muerte de miles de personas y la migración de muchos sobrevivientes a otros lugares de Europa y Norte de América (Daly, 1996; Erwin & Ribeiro, 1996).

En Ecuador, tizón tardío es el mayor problema fitosanitario en el cultivo de la papa y por ende para los agricultores. Las condiciones climáticas imperantes en la sierra ecuatoriana, son las más favorables para el tizón tardío. La enfermedad puede atacar el follaje de las plantas desde la emergencia hasta la cosecha, los agricultores del norte del país realizan más de 18 aplicaciones, en variedades susceptibles, usando

de preferencia fungicidas sistémicos, Incluso cuando los agricultores usan fungicidas, la epidemia puede tornarse severa y tienen un 100% de pérdidas. El costo de control es alto. Los agricultores gastan del 5 al 20 por ciento del total de los costos de producción en fungicidas (Kromann, 2007).

2.6.4 Manejo integrado de tizón tardío

El manejo integrado consiste en el empleo de diferentes métodos de control con la finalidad de disminuir o evitar las pérdidas que ocasiona la enfermedad (Huarte & Capezio, 2006). Al implementar el manejo integrado se logra que el agricultor tenga una mayor rentabilidad, además de evitar daños a la salud humana y al medio ambiente (Pérez, 2001).

El manejo de tizón tardío es uno de los pasos más costosos entre las actividades que se deben realizar antes, durante el cultivo y luego en la etapa de poscosecha. El manejo integrado de "*Phytophthora infestans*" incluye una serie de medidas, entre las cuales tenemos al control genético, químico, cultural y legal (Pérez, 2001).

En el Ecuador, los agricultores utilizan el control químico como método principal de control de la Lancha. En las regiones de Tungurahua, Carchi y Chimborazo el promedio de aplicaciones por ciclo de cultivo fue de 3, 8 y 3 (PNRT-Papa INIAP, 2007).

2.6.5 Control genético.

Actualmente se está desarrollando el uso de la biotecnología y la manipulación de las plantas para una mayor resistencia genética como por ejemplo cutículas mas gruesas mayor pilocidad y se trabajan con plantas de mayor resistencia y se traspa a la que tenga menos resistencia, ya que existen algunas variedades más resistentes que otras esta enfermedad la planta es mas tolerante.

La resistencia genética de las variedades, permite la reducción significativa de las aplicaciones de fungicidas, sin que se afecte de manera significativa la producción, pero no es posible lograr una buena producción sin control químico,

especialmente cuando las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de tizón tardío en el follaje (Jaramillo et al., 2002).

En las variedades con cultivares con resistencia genética el inicio y desarrollo de la enfermedad es mucho más lenta que en las variedades susceptibles. La utilización de variedades con resistencia cualitativa puede reducir en un 80% la aplicación de fungicidas (Huarte & Capezio, 2006).

La resistencia horizontal resulta muy bien complementada con el uso de fungicidas. Esto permite el uso de cultivares resistentes con un control químico que empiece cuando se observan los primeros síntomas de la enfermedad (Pérez, 2001).

2.6.6 Control químico.

El control químico es sin duda la medida preventiva de mayor uso mundial especialmente en países europeos y Norte América, el número de aplicaciones depende del nivel de resistencia de cultivares utilizados y las condiciones medioambientales (Erwin & Ribeiro, 1996).

El control químico debe estar enfocado a fungistáticos (inhiben la germinación de las esporas) o fungicidas que matan las esporas, con acción erradicante (Govers, 2001).

Los primeros fungicidas, desarrollados para el control de “*Phytophthora infestans*”, que resultaron efectivos fueron los cúpricos; posteriormente aparecieron los bistidiocarbamatos que son los mas ampliamente usados pero que ocasionan graves problemas con respecto a la exposición del agricultor, el deterioro de su salud y del medio ambiente. Una nueva era comenzó con la aparición de los fungicidas sistémicos (Schwinn, 1995).

Por lo antes mencionado, el Centro Internacional de la Papa busca inculcar a los agricultores para que utilicen fungicidas sólo cuando sea necesario. Se han creado diversas estrategias para su uso de acuerdo a la resistencia de la variedad de papa que se está utilizando (susceptible o moderadamente resistente), y de acuerdo al clima de la zona donde se cultiva papa (zonas tizoneras y no tizoneras) (Forbes & Pérez, 2007).

2.6.7 Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Tizón Tardío.

Entre las prácticas MIPE utilizadas para el manejo de “tizón tardío” mencionaremos el uso de fosfitos (Ca, K, Cu) son fungicidas de bajo impacto ambiental los cuales no causan daño al medio ambiente ni a la salud del agricultor, para llevar a cabo la aplicación de los fosfitos en el cultivo tomaremos en cuenta los umbrales de lluvias acumuladas de 50 mm.

Este manejo nos permitirá visualizar la reducción del uso de fungicidas tóxicos así como el número de aplicaciones realizadas en el ciclo del cultivo de papa. El MIPE es una nueva alternativa para el uso de fungicidas menos tóxicos.

2.7 GENERALIDADES DEL GUSANO BLANCO “*Premnotrypes vorax*”

2.7.1 Clasificación taxonómica.

El Gusano Blanco pertenece a la siguiente categoría taxonómica (Alvarado, 1996).

CLASE:	Insecta
ORDEN:	Coleóptero
SUB-ORDEN:	Poliphaga
FAMILIA:	Curculionidae
SUB-FAMILIA:	Otiorrhynchinae
TRIBU:	Premnotrypini
GENERO:	Premnotrypes
ESPECIE:	Premnotrypes vorax

2.7.2 Descripción de la plaga.

El Gorgojo de los Andes o Gusano Blanco de la papa es una plaga propia de la zona Andina. Los adultos son de color marrón oscuro, fácilmente confundibles con el color de la tierra, miden de 8 a 10 mm de largo. Durante el día permanecen ocultos debajo de los terrones y por la noche comen el borde de las hojas. Las larvas causan daño económico al cultivo de papa al perforar los tubérculos en el campo reduciendo así su valor comercial. Las larvas llegan a medir 12 a 14 mm

de largo; cuando han terminado su desarrollo, penetran en el suelo. Se transforman en pupas luego en adultos (Centro Internacional de la Papa, 1996).

La cara del gorgojo adulto termina en pico y tiene una línea amarillenta en la cabeza. La hembra es un poco más grande que el macho, tiene una línea amarillenta a lo largo del lomo. No puede volar. Su actividad es nocturna (alimentación y reproducción). La hembra pone unos 260 huevecillos. El adulto come hojas bajas de la planta, dejando un corte en forma de media luna (Oyarzún *et al.*, 2002).

2.7.3 Importancia.

Desde hace muchos años, el Gusano Blanco ha sido considerado la plaga más limitante de la papa. El tipo de daño que ocasiona la larva deja inservibles los tubérculos tanto para alimentación como para semilla. Otro problema lo constituye el hecho de que el insecto puede ser fácilmente transportado en la semilla a zonas donde aún no existe, o en tubérculos para uso humano. En ataques graves, se han reportado pérdidas de la cosecha que varían entre un 60 y un 90% (Abella, 2008)

El Gusano Blanco de los Andes es un huésped específico de la papa y sus larvas se alimentan únicamente de los tubérculos. El gorgojo daña a los tubérculos por la perforación de túneles. En campos severamente infestados en el Ecuador y Perú, el 80% del cultivo puede destruirse (Yanggen *et al.*, 2003).

Las pérdidas en el valor de venta causado por el daño del Gusano Blanco en los tubérculos son: en la provincia de Cotopaxi un promedio del 50%, en Chimborazo un 44%, en Carchi el 37% y en Cañar el 22%, en comparación con tubérculos sanos. Cuando el ataque de esta plaga es severo puede ocasionar la pérdida total del cultivo. En otras provincias paperas de la Sierra, la situación es similar (Gallegos *et al.*?).

Los costos del control de la plaga en la variedad "Uvilla" en Chimborazo, pueden alcanzar el 21% del costo total de producción por ejemplo. Este costo se destina mayormente a la compra de insecticidas, el más utilizado por los agricultores es el Carbofurán. El uso de éste y otros insecticidas en algunos casos se realiza en

exceso o inadecuadamente, lo que incrementa los impactos negativos para el medio ambiente y para la salud de productores y consumidores (Gallegos *et al.*?)

2.7.4 Manejo integrado de la plaga.

El manejo integrado de plagas (MIP) comprende un conjunto de estrategias de control que nacieron como una reacción técnica y socioeconómica al uso unilateral e indiscriminado de plaguicidas sintéticos. La filosofía del MIP se basa en una visión holística (integral) del cultivo bajo la cual, el manejo de las plagas, implica una mayor comprensión de algunas de las complejas interacciones que conforman el agro ecosistema. (CORPOICA, 1997).

El MIP se fundamenta en los siguientes conceptos: el agroecosistema, el control natural, la biología y ecología de los organismos, el cultivo como enfoque central, el muestreo y la utilización de niveles críticos de infestación o daño que orienten la toma de decisiones, el uso de prácticas culturales compatibles, la integración de disciplinas diversas, la cultura del agricultor y los efectos secundarios de la fitoprotección. Operativamente, el MIP se vale de algunas tácticas para el manejo de las plagas: la manipulación, aumento e importación de enemigos naturales, la utilización de agentes microbiológicos, el uso del control fitogenético, la implementación de prácticas culturales y de controles mecánicos y físicos, el uso de medidas legales, la utilización de técnicas autocidas y etológicas, y el uso racional de plaguicidas (Abella, 2008).

En Ecuador el número de promedio de aplicaciones realizadas con insecticidas durante el ciclo de cultivo de la papa es de 4. En Carchi se observa el número de aplicaciones más alto con 8 aplicaciones por ciclo de cultivo, mientras que el promedio de aplicaciones por ciclo de cultivo en las regiones de Tungurahua y Chimborazo es de 2 (Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, 1996).

2.7.5 Control cultural.

Entre las medidas preventivas tenemos: uso de plantas cebo, uso de semillas sanas y libres de plagas, eliminación de malezas, aporque alto, recolección

de residuos de cosecha, rotación de cultivos para reducir las poblaciones, uso de trampas, cosechas oportunas (Montesdeoca & Narváez, 2006).

2.7.6 Control químico.

De acuerdo a la investigación realizada por (Crissman *et al.*, 1998), en todas las comunidades, se detectaron efectos negativos en la salud humana por el uso de carbofurán, donde los principales síntomas y signos más conocidos en una intoxicación por plaguicidas fueron: mareo, dolor de cabeza, vomito, debilidad muscular, temblores, dermatitis, visión borrosa, náuseas y lagrimeo.

2.7.7 Manejo Integrado de Gusano Blanco

En los casos que no se hayan logrado una eficaz eliminación de los adultos hasta antes de la emergencia, se recomienda el control químico con un máximo de tres aplicaciones de insecticidas. Se debería aplicar insecticidas como profenofos, acefato a los 40,60 y 80 días de cultivo en variedades precoces. No se recomienda el uso de Carbofurán debido a su alta toxicidad y efectos negativos en la salud humana (Pumisacho & Sherwood, 2002).

2.8 GENERALIDADES DE LA POLILLA DE LA PAPA “*Tecia solanivora*”

2.8.1 Clasificación Taxonómica

Tecia solanivora pertenece a la siguiente categoría según lo describe (Acevedo, 1995).

Orden: Lepidóptera
Familia: Gelichiidae
Género: *Tecia*
Especie: *Tecia solanivora*

2.8.2 Descripción de la polilla de la papa

La polilla de papa posee una metamorfosis completa (holometabolo) que comprende cuatro estados de desarrollo; huevo, larva, pupa y adulto. El adulto es una pequeña mariposa o polilla de color marrón oscuro o marrón claro, los huevos

reci3n ovipositados son ovoides de color blanco, luego toman un color amarillento. La larva o gusano reci3n emergido tiene la cabeza de color marr3n y el cuerpo blanco con una serie de puntos negros o lunares a lo largo del mismo (Suquillo *et al.*, 2003).

2.8.3 Importancia

La polilla guatemalteca o “*Tecia solanivora*” ha causado enormes p3rdidas a los agricultores que cultivan papa en el Ecuador, esto a provocado pobreza y la utilizaci3n indiscriminada de productos qu3micos que agudizan los niveles de contaminaci3n ambiental. El da3o es causado por la larva o gusano que penetra el tub3rculo de la papa para alimentarse, forma galer3as que no solo van a disminuir la calidad de los tub3rculos sino tambi3n van a permitir la entrada de microorganismos que provocan pudriciones secundarias. Si las condiciones clim3ticas se presentan favorables al desarrollo de esta plaga, las p3rdidas pueden ser cuantiosas tanto a nivel de campo como en almac3n (Centro Internacional de la Papa, 1996).

La temperatura es uno de los factores clim3ticos que var3a de acuerdo al estrato altitudinal donde se siembra la papa y su efecto sobre la biolog3a de “*T. solanivora*” puede ser beneficiosa o perjudicial. El desarrollo de la plaga en relaci3n con la temperatura son importantes, pues podr3an utilizarse en el futuro como una alternativa de control bajo condiciones controladas y adem3s conocer las posibilidades que esta plaga se establezca y cause da3os econ3micos en las otras zonas paperas (Notz, 1995).

Esta plaga es capaz de adaptarse a diferentes 3reas ecol3gicas. Esto significa que se puede dispersar de las zonas altas donde actualmente est3 concentrada, a zonas m3s bajas, donde la temperatura promedio est3 alrededor de los 25°C, temperaturas por debajo de los 8 °C pueden ser utilizadas como m3todo de control, debido a que la plaga no sobrevive o no se reproduce (Notz, 1995).

2.8.4 Control Cultural

Existen cuatro pr3cticas culturales que han sido exitosas para reducir los da3os que son causados por la polilla guatemalteca, y estas son: Profundidad adecuada de siembra; Irrigaci3n adecuada y oportuna para prevenir la entrada de las

polillas y larvas; Saneamiento, al momento de la cosecha remover los tubérculos llevarlos fuera del campo e inmediatamente destruir los residuos vegetales de la cosecha; Sistemas de producción siembras y cosechas tempranas y hacer rotación de cultivos para reducir los niveles de infestación (Acevedo, 1995).

2.8.5 Control químico

Para lograr un buen control químico de la polilla guatemalteca es necesario tomar en cuenta algunos criterios como son: Selección de los productos a utilizar (insecticidas). Selección del momento de aplicación (Acevedo, 1995).

En las recomendaciones emitidas por los centros de investigación y de asistencia técnica se destaca el uso de insecticidas químicos sólo como una medida complementaria dentro del manejo integrado de plagas de la papa. Este enfoque se diferencia del sistema tradicional en el cual las aplicaciones de productos químicos se realizan de manera calendarizada según el desarrollo del cultivo y sin tener en cuenta la ocurrencia o el grado de infestación de la plaga (Acevedo, 1995).

Más de un 70% de los productores de papa de la provincia de Carchi realizan la desinfección de la semilla con productos químicos como el curacron (Profenofos), Furadan (Carbofurán) y Lorsban (Clorpirifos) ya sea mediante fumigación o inmersión (CAREI, 2009).

Se puede realizar prácticas menos contaminantes con productos de bajo impacto ambiental, entre ellas tenemos: la utilización de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt), mezclado con talco (disueltas en 1 litro de agua), ó *Bacillus thuringiensis* (Bt) mezclado con Cal (disueltos en ½ litro de agua), en dosis de 15g *Bacillus thuringiensis* + 1kg de talco ó cal, luego aplicar 5g/kg de papa.

2.8.6 Control Biológico.

Los intentos para controlar biológicamente la polilla han sido esporádicos y han dado resultados muy variables utilizando la efectividad de los parásitos y depredadores existentes para el control biológico de la polilla. Encontrando así una larva parasitada por un Encyrtidae, y un depredador de la familia Anthocoridae (Gallegos, 2003).

Las investigaciones realizadas con cepas de virus provenientes del CIP del Perú, que a nivel experimental producen baculovirus con un sistema convencional, se encontraron cepas de alta virulencia para el control de "*Tecia solanivora*" con las cuales se realizaron pruebas de viabilidad para conocer su eficacia y probar cual es el mejor portador del virus. Producto de las investigaciones realizadas en Ecuador se comprobó que el mejor portador de los virus es el carbonato de calcio, y que controla en un 100% a las larvas de la polilla que se encuentran en las papas almacenadas (CAREI, 2009).

2.8.7 Manejo Integrado

Para enfrentar el problema de la polilla guatemalteca y mantener las poblaciones bajo el nivel de daño económico, lo más conveniente es un manejo integrado de la plaga y enfermedades, el cual consiste en: uso de semilla certificada, selección y desinfección de los tubérculos-semilla previamente tratada con productos biológicos, buena preparación del terreno, limpieza, implementación de los labores culturales oportunas y eficiente desde la siembra, el desyerbe, aporque y la recolección de los tubérculos durante la cosecha, mantenimiento de los almacenes, almacenar la semilla en silos rústicos o de luz difusa, uso de feromona sexual para atraer y exterminar adultos, uso de productos químicos de bajo impacto ambiental. La estrategia de control ha estado dirigida a reducir los niveles poblacionales de la plaga y con ello las pérdidas económicas (Acevedo, 1995).

Birgit tesista del CIP-Ecuador está llevando a cabo investigaciones para el control de la polilla con prácticas menos peligrosas como es: la inmersión de semillas solo en agua por el lapso de tres días, donde se puede observar que un 38% de larvas, huevo y pupa se mueren. Otra práctica llevada a cabo es la utilización de la bacteria bacillus thuringiensis mezclado con cal o talco, efectiva para controlar pollilla en las papas almacenada en bodegas.

2.9 AGRICULTURA SUSTENTABLE.

La agricultura sustentable es la actividad agropecuaria que se apoya en un sistema de producción que permita producciones estables de forma económicamente

viable y socialmente aceptable en armonía con el medio ambiente y sin comprometer las potencialidades presentes y futuras del recurso del suelo (Darts, 2008).

Debido a la aparición de las resistencias a plaguicidas tradicionalmente efectivos y la eliminación de sus enemigos naturales, en muchos cultivos se ha producido un círculo vicioso. La aplicación de plaguicidas produce un aumento de plagas, al no tener enemigos naturales algunas especies de insectos se incrementan las poblaciones, convirtiéndose en plagas; lo que a su vez provoca un incremento de las poblaciones para estas nuevas plagas (Benzing, 2001).

La aplicación de un Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) es indispensable ya que el principio elemental del MIPE se basa en la mejor combinación de medidas culturales, control biológico, químico y por medio de manejo del cultivo para controlar enfermedades, insectos y malezas con el cual se puede cultivar de una manera mas económica, ambientalmente segura y socialmente aceptable (Global Crop Protection Federation, 2000).

Para que los agricultores acepten una estrategia MIPE, esta debe ser vista por ellos como una alternativa real y ventajosa respecto de la que comúnmente practican. Las condiciones económicas son esenciales; después de todo; la agricultura es una actividad económica en la cual el agricultor hace las inversiones y corre los riesgos. Es natural que su actitud sea conservadora y solo acepte las cosas tangibles, evidentes y demostradas (Cisneros, 1999).

En resumen una agricultura sustentable busca lograr un alto nivel de productividad con un mínimo Impacto Ambiental y de insumos externos (Benzing, 2001).

2.10 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

2.10.1 Coeficiente de Impacto Ambiental

El Departamento de Manejo Integrado de plagas y enfermedades de la Universidad de Cornell, desarrolló un modelo llamado “Coeficiente de Impacto Ambiental” (a partir de ahora denominado CIA).

Este modelo resume los efectos de un determinado pesticida para el medio ambiente y las personas (productor y consumidor) en su solo valor numérico.

Esto se logra mediante una ecuación que se basa en tres componentes principales de la producción agrícola: agricultor, consumidor y ecológico (Kovach *et al.*, 1992).

El CIA es un modelo o método fácilmente aplicable y una herramienta de gran ayuda para técnicos agrónomos de diferentes ramas. Este puede ser usado eficientemente para comparar diferentes estrategias o programas de manejo de plagas y enfermedades de un cultivo (Muhammetoglu & Uslu, 2007).

La ecuación para determinar individualmente el CIA de cada pesticida se presenta a continuación. Los símbolos utilizados en la ecuación se describen a continuación (CUADRO 2)

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

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

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

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

El CIA fue inicialmente diseñado por especialistas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para ayudar a los agricultores del estado de Nueva York en la producción de frutas y hortalizas.

Se seleccionó e implementó la opción de control de plagas que provoque el menor impacto ambiental. Actualmente el método se lo ha ajustado para utilizarlo en algunos otros cultivos y también ha servido para evaluar y comparar diferentes tipos de manejo de cultivos como son tradicional, integrado y orgánico (Barros, 2001).

CUADRO 2.- SISTEMA DE VALORACIÓN DE LAS VARIABLES DEL COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL (CIA) (KOVACH ET AL., 19929 CIP – QUITO 2008.

Variable	Símbolo	Valoración de la variable		
		1	3	5
Toxicidad crónica	C	poco o nada	Posible	Definido
Toxicidad dermal aguda (mg/kg.)	DT	>2000	200 – 2000	0 – 200
Toxicidad aves (ppm)	D	>1000	100 – 1000	1 -100
Toxicidad abejas	Z	relativamente no tóxico	moderadamente tóxico	altamente tóxico
Toxicidad artrópodos benéficos	B	Bajo impacto	impacto moderado	impacto severo
Toxicidad peces (ppm)	F	>10	1 – 10	<1
Persistencia en el suelo (días)	S	<30	30 – 100	>100
Persistencia en la superficie de la planta (semanas)	P	01-feb	2 – 4	>4
Modo de acción	SY	No sistémico	Sistémico	
Potencial de filtración	L	Poco	Medio	Alto
Potencial pérdida de suelo	R	Poco	Medio	Alto

FUENTE: (BARONA, 2009).

2.10.2 Tasa de Impacto Ambiental

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 (kilos 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).. El TIA se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

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

Donde: TIA = Impacto Ambiental

CIA = 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 cual es la tecnología o estrategia que genera menos contaminación (Kovach *et al.*, 1992).

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).

2.10.3 Contaminación Ambiental y Problemas de salud por uso de pesticidas.

(Global Crop Protection Federation, 2000), manifiesta que los mayores problemas ambientales en el agro ecosistema del cultivo de papa se deben al incremento del uso de plaguicidas. Existe un “circulo vicioso” el mayor uso propicia mas resistencia, resurgimiento y aparición de nuevas plagas bajo estas condiciones los impactos económicos y ambientales son lamentables. La contaminación se produce debido a la permanencia del plaguicida en el suelo a su dispersión en las áreas vecinas por acción del viento y a su introducción a los cursos de agua (acequias, ríos y lagunas), amenazando de esta manera la salud humana y de los animales domésticos y silvestres como a los insectos polinizadores y a otros organismos benéficos que se encuentran en el suelo.

Los pesticidas son sustancias xenobioticas, que son usadas en la producción de cultivo de papas para el control de plagas, enfermedades y malezas. Como los

cultivos generalmente se realizan al aire libre, la aplicación de pesticidas por definición implica su emisor al medio ambiente. Sin embargo, hay inmensas diferencias en el grado que los pesticidas se movilizan y son biológicamente activos en el medio ambiente (Van der Werf & Zimmer, 1997).

Muchos plaguicidas en particular el carbofurán es un insecticida altamente tóxico y sus productos de transformación tienden a lixiviarse y a contaminar el agua subterránea. Los efectos nocivos a largo plazo sobre el medio ambiente y las poblaciones que viven río abajo siguen siendo desconocidos. Por estas razones el uso de plaguicidas a pesar de tener sus efectos positivos en la producción agrícola debe ser motivo de preocupación continua para la población (Stoorvogel *et al.*, 2003).

Con el incremento del uso de plaguicidas, se incrementaron significativamente los accidentes y las enfermedades asociadas. Según datos de la OMS anualmente se intoxican dos millones de personas por exposición directa o indirecta a plaguicidas; del total de las $\frac{3}{4}$ partes de afectados pertenecen a los países en vías de desarrollo donde se utilizan el 25% de la producción mundial de los plaguicidas (Olivera & Rodríguez, 2008).

En el Ecuador se han realizado un estudio en el cual se reportaron cincuenta casos de envenenamiento por pesticidas. La mayoría de envenenamientos ocurrieron por la exposición ocupacional, de estos, el 33% se da en varones (33/50) con los químicos más comunes de la región como: Carbofurán (29), mancozeb (15) y metamidofos (11) (Crissman *et al.*, 1994).

2.10.4 Reducción del uso de pesticidas.

La utilidad de estudiar el Impacto Ambiental es poder evidenciar el alto uso de los pesticidas sus efectos y las posibles reducciones (De Jong & De Snoo, 2002).

El método para calcular el CIA desarrollado por Kovach (1992) es un sistema de apoyo para la toma de decisiones del agricultor con respecto al uso de pesticidas que tengan bajo impacto Ambiental hacia insectos benéficos y los trabajadores de la granja (Levitan, 2000).

Los pesticidas están entre los químicos tóxicos de mayor preocupación y mayormente usados. Sin embargo, el riesgo de los pesticidas no puede ser fijado adecuadamente o ser cuantificado simplemente por la cantidad de pesticidas usados o el número de aplicaciones porque cada pesticida tienen diferente potencialidad, destino, modo, y mecanismo de acción característico, ya sea en la planta como en el suelo (Bues et al., 2004; Levitan, 2000).

El uso intensivo de pesticidas en la agricultura tiene gran relación con la productividad. La contaminación ambiental a causa de los pesticidas hace que exista una ruptura en las funciones del agua natural, aire y suelo; la alteración del ecosistema resulta en efectos perjudiciales en los ciclos de los nutrientes o la toxicidad para organismo benéficos (Brethour & Weersink, 2001).

Los Impactos Ambientales derivados del uso de pesticidas son comúnmente relacionados a variables como kilos de ingredientes activo aplicado a dólares gastados en pesticidas. Ambas medidas asumen que el peligro Ambiental está directamente relacionado con la cantidad de pesticidas usadas, indiferente al químico específico o su formulación (Brethour & Weersink, 2001).

Pero se desea cambiar el riesgo de los químicos menos eficaces usados en grandes volúmenes a químicos más eficaces usados en pequeños volúmenes. Este objetivo puede ser caracterizado bajo la denominación ‘Agricultura Sustentable’, ‘Prevención de Contaminación’. Los efectos nocivos producidos dependen del tipo de pesticidas así como de la dosis, la vía y el tiempo de exposición.

Los efectos agudos (vómitos, diarrea, aborto, cefalea, somnolencia, alteraciones conductuales, convulsiones, coma, muerte) están asociados a accidentes donde una dosis alta es suficiente para provocar los efectos que se manifiestan tempranamente.

Los crónicos (cánceres, leucemias, necrosis del hígado, malformaciones congénitas, neuropatías periféricas a veces solo malestar general, cefaleas persistentes, dolores vagos) se deben a exposiciones repetidas y los síntomas y signos aparecen luego de un largo tiempo de contacto con el pesticida, dificultando su detección (Olivera & Rodríguez, 2008).

2.10.5 Evidencias de reducción de pesticidas.

Un primer estudio realizado sobre la reducción de pesticidas lo realizó (Clark *et al.*, 1997), donde se evaluó la TIA del cultivo de tomate industrial y maíz, se concluyó que en el caso particular del tomate industrial el menor impacto ambiental fue generado por el sistema de cultivo orgánico, que fue la mitad del impacto ambiental ocasionado por el sistema de manejo tradicional y en segundo lugar por el manejo integrado el cual presenta menor impacto ambiental que el manejo tradicional; y para el caso particular del maíz ocurrió algo similar siendo el sistema tradicional la mayor TIA seguido por el manejo integrado (Clark *et al.*, 1997).

En la provincia de Ontario, Canadá, se analizó los cambios en el uso de pesticidas y su peligro desde 1973 hasta 1998. En esta investigación, el promedio de CIA disminuyó de 39.1 % en 1983 a 36.0% en 1998. Lo que quiere decir que el uso de pesticidas disminuyó en un 38.5% esto ocurrió por la introducción de nuevos pesticidas con bajo CIA y la paliación de nuevas tecnologías de producción, usando nuevas variedades con mayor resistencia a las plagas y enfermedades dando una disminución del número de aplicaciones (Gavillan *et al.*, 2001).

En la Universidad Talca, Chile; se evaluaron los programas tradicionales y MIPE de producción de manzana. Dentro del MIPE se aplicó los métodos de confusión sexual y de insecticidas selectivos. Esta investigación se realizó en nueve huertos de manzana en la zona central de Chile, incluyendo como variables el impacto ambiental, como también la cantidad total de productos químicos utilizados. Los resultados obtenidos en este experimento indican que el programa MIPE tuvo una disminución de 40.3% en el impacto ambiental en comparación al programa tradicional, debido a una disminución en el número de aplicaciones y el reemplazo de productos peligrosos que requieren altas dosis por hectáreas. Este es el beneficio de utilizar los fungicidas e insecticidas selectivos, ya que permiten una importante disminución de la dosis por hectáreas, lo cual reduce sustancialmente el impacto ambiental de estos pesticidas (Barros, 2001). Se realizó un estudio en huertos de manzana ubicados en el estado de Washington (EUA), donde se evaluó el impacto ambiental provocado por los sistemas orgánico, integrado y tradicional utilizando los métodos del CIA. Se evaluaron los efectos provocados por los diferentes programas

sobre la calidad del suelo, en lo que se refiere a su capacidad para sustentar la productividad biológica. Se concluyó que los sistemas de producción orgánico e integrados provocan un bajo impacto ambiental también se afecta positivamente las características de los suelos, debido principalmente a la adición de compost y mulch lo que favorece la estructura del suelo. En lo referente al impacto ambiental, se concluyó en sus investigaciones que la TIAT generada por el programa tradicional fue 6,2 veces mayor que el programa orgánico, y el programa integrado presentó un impacto ambiental 4,7 veces mayor que el orgánico. Finalmente, concluyeron que la producción de manzanas con un manejo MIPE, así como el manejo orgánico, en el estado d Washington, es positiva para mejorar la calidad del ambiente en comparación con el sistema tradicional. Muchas veces estos beneficios son pasados por alto, y se toma más en cuenta el aspecto económico (Reganold *et al.*, 2001).

Como en los casos anteriores, en Holanda, se comparó el impacto ambiental de pesticidas, en el cultivo de papa, consiguiendo como resultado una reducción de 98% en el impacto ambiental con un manejo integrado del cultivo comparado con un método de cultivo convencional. La diferencia en el impacto entre los dos regimenes es debido a varios factores como la naturaleza y la cantidad de productos químicos usados en el cultivo y la reducción en el número de aplicaciones realizadas (De Jong & De Snoo, 2002).

2.11 HIPÓTESIS.

Las hipótesis planteadas en esta investigación fueron:

H₀: La mayor Tasa de Impacto Ambiental Total (TIAT) no depende de la tecnología utilizada

H_a: La mayor Tasa de Impacto Ambiental Total (TIAT) depende de la tecnología utilizada

H₀: El mejor beneficio económico que se encontró no se relaciona con la tecnología utilizada.

H_a: El mejor beneficio económico que se encontró se relaciona con la tecnología utilizada.

III CAPÍTULO

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ENFOQUE MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1 Enfoque

Este proyecto se realizará con un enfoque predominantemente cuantitativo.

3.1.2 Tipo

Esta investigación será experimental.

3.1.3 Modalidad

La modalidad será netamente de campo.

3.2 UBICACIÓN DEL ENSAYO

La presente investigación se desarrolló en la Granja Agro ecológica de Píllaro de propiedad del H. Consejo Provincial de Tungurahua ubicada en la Parroquia Ciudad Nueva, Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua. La propiedad se encuentra a 2779 msnm, cuyas coordenadas geográficas son: 78°33'24,9" latitud S, 01° 10' 37,6" longitud O.

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.

(Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 1986), menciona que, el sitio experimental presenta una precipitación promedio anual de 639 mm, con una temperatura promedio de 13.1° C.

Los suelos de esta zona tienen un pH de 6,4 es ligeramente ácido, tiene un porcentaje de materia orgánica de 1.80%, son suelos profundos con una textura franco arcillosa y corresponden al sub-orden Andeps, los mismos que se caracterizan

por la presencia de materiales amorfos y cenizas (Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental "Santa Catalina", 2009).

3.4 FACTOR DE ESTUDIO.

El factor en estudio son tecnologías de cultivo de papa, que incluyen un genotipo de papa (clones o variedades) y las prácticas agrícolas recomendadas por el CIP (clones) y usadas por los agricultores (variedades) con cada una de ellas. Estas tecnologías se detallan en el (CUADRO 3).

3.4.1 Tratamientos.

Los tratamientos evaluados fueron cinco tecnologías para el cultivo de papa. Además se sembró una parcela satélite por cada tecnología, donde no se aplicó ningún tipo de control para tizón tardío (*Phytophthora infestans*), ni para gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), llamada testigo absoluto. Estos testigos absolutos se utilizaron para evidenciar que existieron las condiciones climáticas adecuadas para que se desarrolle la enfermedad naturalmente. Los componentes de cada una de las tecnologías fueron: variedad o clon, manejo de tizón tardío, gusano blanco, densidad de siembra, número y tiempo de aporques, el corte de follaje y la fertilización con macro nutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio).

Para obtener la estrategia de manejo de tizón tardío y gusano blanco, de cada una de las tecnologías convencionales se utilizó información primaria y secundaria de líneas base, estudios específicos, informes, etc. Se utilizó las sugerencias realizadas por técnicos y agricultores, esta información fue de gran ayuda para diseñar las tecnologías que se detallan a continuación.

(Barona, 2009), menciona que, para establecer las tecnologías de las variedades I-Fripapa, Diacol-Capiro y Superchola, se realizaron entrevistas a los ingenieros Héctor Andrade (ex técnico del PNRT-Papa del INIAP y docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UCE), José Velásquez (Jefe del departamento de producción de semilla del INIAP) y Fabián Montesdeoca (técnico del PNRT-Papa del INIAP), recopilando de esta manera información técnica del cultivo de estas variedades. Se tomó información de varios estudios de manejo de cultivo de papa,

como Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, (1996); Barrera y Nort, (1998); Hibon, et al., (1995); Espinoza et al, (1999).

Para la tecnología de los clones CIP 387220.5 y CIP 386209.10, se usó la información proporcionada por el Grupo ORO consultores y estudios del CIP. Se tomaron como referencia a (Oyarzun, 2006; Taipe, 2007)

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

3.5.1 Tipo de diseño.

El diseño experimental empleado en esta investigación fue el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones de cada tratamiento, la disposición de los tratamientos en campo se detalla en el **Anexo 1.**

3.5.2 Análisis funcional.

Para el análisis funcional se realizó pruebas de significación de Tukey al 5% para los tratamientos.

3.5.3 Análisis económico.

El análisis económico se realizó según la metodología de presupuesto parcial del Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 1998).

Este análisis es útil para hacer recomendaciones a productores y para seleccionar tecnologías alternativas. Las recomendaciones tecnológicas a los productores no deben basarse solamente en la premisa de que una tecnología es rentable (los incrementos en los retornos son más grandes que los incrementos de los costos) si no que también debe satisfacer el criterio de que la tasa marginal de retorno debe estar por encima de la tasa de retorno mínima aceptable. Tecnologías que satisfagan estos criterios tienen más posibilidad de ser adoptadas.

CUADRO 3.- NIVELES Y TRATAMIENTOS DEL FACTOR EN ESTUDIO EN LA EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE CINCO TECNOLOGÍAS PARA PRODUCCIÓN DE PAPA CANTÓN PÍLLARO-TUNGURAHUA 2009.

<i>FACTOR</i>	<i>TRATAMIENTO</i>	<i>CLON O VARIEDAD</i>	<i>MANEJO TIZÓN TARDÍO</i>	<i>MANEJO GUSANO BLANCO</i>	<i>DISTANCIA DE SIEMBRA (m)</i>	<i>APORQUES</i>	<i>CORTE DE FOLLAJE</i>	<i>FERTILIZACIÓN</i>
T=Tecnologías (variedades y clones de papa mas manejo convencional)	t1	CIP 387205.5 (resistente y precoz) Manejo: recomendaciones ORO ^a consultores y CIP ^b	Precipitaciones acumuladas de 50 mm. aplicación de fosfito de Potasio alternado con Clorotalonil	Trampeo + monitoreo (Acefato)	1.00 x 0.30	Plantas 25 cm	90 - 100 dds	75% recomendaciones análisis del suelo
	t2	CIP 386209.10 (resistente y precoz) Manejo: recomendaciones ORO ^a consultores y CIP ^b	Precipitaciones acumuladas de 50 mm. aplicación de fosfito de Potasio alternado con Clorotalonil	Trampeo + monitoreo (Acefato)	1.00 x 0.30	Plantas 25 cm	90 - 100 dds	75% recomendaciones análisis del suelo
	t3	I-Fripapa (CIP 388790.24) (resistencia vertical, semitardía) Manejo: practicas del Agricultor	8 aplicaciones fungicidas sistémicos y protectantes	4 aplicaciones (varios insecticidas)	1.00 x 0.30	1: Medio aporque (50 - 60 dds) 2: aporque (70 - 80 dds)	No corte	1 qq de fertilizante/1 qq de semilla de siembra
	t4	Superchola (susceptible, tardía) Manejo: practicas del Agricultor	12 aplicaciones fungicidas sistémicos y protectantes	4 aplicaciones (varios insecticidas)	1.20 x 0.30	1: Medio aporque (50 - 60 dds) 2: aporque (70 - 80 dds)	No corte	1 qq de fertilizante/1 qq de semilla de siembra
	t5	Capiro (CIP 720117) (muy susceptible, tardía) Manejo: practicas del Agricultor	15 aplicaciones fungicidas sistémicos y protestantes	4 aplicaciones (varios insecticidas)	1.20 x 0.30	1: Medio aporque (40 - 50 dds) 2: aporque (50 - 70 dds)	No corte	1 qq de fertilizante/1 qq de semilla de siembra

a) Oro Consultores: Grupo formando por ex profesionales del CIP e INIAP que se dedican a desarrollar actividades agrícolas; b) Centro Internacional de la Papa

Para determinar los “beneficios netos” de las diferentes tecnologías, se debe primero calcular el “beneficio bruto en campo” y los “costos que varían totales” al cambiar de tecnologías. El beneficio bruto en campo para cada tecnología se obtiene multiplicando el “rendimiento ajustado” por el “precio de venta de oportunidad”.

Los costos totales que varían para cada tecnología son la suma solamente de esos costos que se espera que cambien debido al uso de otra tecnología. Si el uso de una tecnología en particular resulta en un ahorro en los costos, entonces este ahorro debe ser sustraído del costo total.

El beneficio neto de una tecnología determinada es obtenido sustrayendo los costos totales que varían de los beneficios brutos en campo. Debe señalarse que el beneficio neto no es lo mismo que la ganancia neta ya que este solo toma en consideración esos costos que varían cuando se cambia de una tecnología a otra.

Una vez determinados los beneficios netos para cada tratamiento, lo siguiente es realizar un análisis de dominancia. Este se hace clasificando las tecnologías, incluyendo la tecnología que el productor usa normalmente, ordenándolas de menor a mayor, en base a los costos que varían, conjuntamente con sus respectivos beneficios netos. Moviéndose del tratamiento de menor a la de mayor costo que varía, la tecnología que cueste mas que el anterior pero que obtenga un menor beneficio neto se dice que es la “dominada” y es excluida del análisis final.

Una vez eliminadas todos los tratamientos dominados, la tasa marginal de retorno entre tratamientos es calculada. Procediendo paso a paso, comenzando con la tecnología de menor costo y siguiendo con la próxima tecnología más alta, la tasa marginal de retorno calculada expresando la diferencia entre los beneficios netos de ambas como un porcentaje del costo total adicional. La tasa marginal de retorno calculada es una indicación de lo que el productor puede esperar recibir, en promedio, al cambiar de tecnología. Por lo tanto, una tasa marginal de retorno del 150%, al cambiar de una Tecnología 1 a una Tecnología 2 implica por cada dólar invertido en la nueva tecnología, el productor puede esperar recobrar el dólar invertido mas un retorno adicional de \$1.50.

Finalmente, la curva de beneficios netos, nos permite comparar todos los tratamientos no dominados. De esta forma se puede observar gráficamente lo antes mencionado.

3.6 DATOS REGISTRADOS

3.6.1 Variables cualitativas.

Las siguientes variables tienen el carácter de informativo. Para ello no se realizó análisis de variancia, pues no están relacionadas a los objetivos de la investigación, solo se las comenta en el desarrollo de resultados y discusiones.

3.6.1.1 Plantas Cosechadas

Se expresó en número de plantas cosechadas en cada parcela neta. Sirvió como variable auxiliar para el cálculo del rendimiento.

3.6.1.2 Control Interno de Calidad.

En el lote de semilla cosechado de cada tratamiento se realizó un control interno de calidad para calificar la semilla obtenida. El análisis lo realizó la Ing. Agrónoma Gabriela Narváes técnica del CONPAPA-Chimborazo.

3.6.2 Variables Cuantitativas.

Las siguientes variables cuantitativas son las de mayor importancia y que están en relación directa con los objetivos de la investigación de estas se realizaron ADEVAS para cada una.

3.6.2.1 Emergencia.

Se contó el número de plantas emergidas. El valor se expresó en porcentajes de las plantas sembradas. Se registró la fecha en la que se produjo la emergencia del 80-90%.

3.6.2.2 Rendimiento por planta.

Se expresó en Kg./planta. Se registró el peso de los tubérculos cosechados de tres plantas tomadas al azar de cada parcela neta. Esta variable sirvió para calcular el rendimiento total por hectárea.

3.6.2.3 Rendimiento total.

A la cosecha se registró el rendimiento en lb. /parcela neta. Considerando tres categorías de tamaño de tubérculo: comercial de primera (> 46g), semilla (30-45g) y desecho (< 30g).

3.6.2.4 Severidad de tizón tardío.

La evaluación de severidad de tizón tardío, se realizó determinando visualmente la cantidad de tejido foliar afectado por *Phytophthora infestans*. Este se expresó en porcentaje entre 0 y 100%, siendo 0 correspondiente a una planta sana y 100 a una planta enferma. Las lecturas se realizaron cada 4 días. Se tomó como referencia la escala del CIP (**Anexo 2**).

Se hicieron algunas consideraciones para la toma de datos y el cálculo de la severidad de tizón tardío. Las evaluaciones del porcentaje de área foliar con lesiones de tizón tardío iniciaron inmediatamente después de la observación del primer síntoma. Las evaluaciones debían culminar de inmediato cuando los genotipos susceptibles estén severamente afectados (100%). Se registró la fecha de cada evaluación para determinar los días después de la siembra en el que se están realizando estas evaluaciones y poder graficar las curvas de desarrollo de la epidemia.

Por tener diferentes tipos de maduración cada uno de los tratamientos se consideró calcular el Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad relativa (AUDPCr por sus siglas en ingles). Los índices o niveles de enfermedad foliar (tizón tardío), se expresaron en valore de AUDPCr. El índice AUDPCr tiene la ventaja de que agrupa en un solo valor todas las valoraciones realizadas, de manera que se calcula la superficie de la curva delimitada por los ejes cartesianos X= Fecha e Y=

Nivel de enfermedad, mediante el cálculo de la integral correspondiente (Pérez & Forbes, 2008; Shaner & Finney, 1980), se calculó con la siguiente fórmula:

$$AUDPCr = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} \times (t_{i+1} - t_1) \right]}{d}$$

Donde Y_i = proporción de tejido afectado en la i -ésima observación; t = tiempo (días) en la i -ésima observación; n = número total de observaciones; y d = duración del ciclo de cultivo.

3.6.2.5 Impacto Ambiental.

De cada tratamiento se llevó un inventario de los pesticidas utilizados (ingredientes activos, número de aplicaciones y cantidad). Para obtener el CIA de cada pesticida se utilizó la tabla de pesticidas y su Impacto Ambiental de Kovach, et al (1992), existieron 2 productos (propineb y profenofos) que no constan en la tabla y fueron utilizados en el experimento. El valor de CIA del ingrediente activo propineb es de 14.6, este valor se obtuvo basado en valores de ingredientes activos de la misma familia química y la misma clasificación toxicológica que se encuentra en la tabla de Kovach (Pradel *et al.*, 2008).

Al tener todos los valores de impacto ambiental total, los tratamientos que tienen el valor más alto de TIAT, se los considera más peligrosos y contaminantes, dándole un valor de 100%. Luego se realiza, reglas de tres simples para calcular el porcentaje de disminución en el impacto ambiental de cada una de las demás tecnologías evaluadas en comparación con la tecnología más contaminante y peligrosa. Todos los valores que se encuentran en el cálculo del impacto ambiental están definidos por hectáreas.

3.6.2.7 Microbiología del suelo.

La evaluación de la microflora y micro fauna se realizó durante y después de las aplicaciones de los tratamientos en el ensayo. Para estos estudios se recolectó 1 kg de suelo que fue muestreado en todas las parcelas donde se ubicaron los tratamientos además se tomó otra muestra de la parcela testigo.

Estos análisis se realizaron en el laboratorio de protección Vegetal del INIAP. Se contabilizó las poblaciones de los principales organismos microbiológicos (benéficos y dañinos) y se determinó la influencia sobre las mismas de la aplicación de las 5 tecnologías.

3.6.3 Variables fenológicas

Las siguientes variables tienen el carácter de informativo. Para conocer con detalle los días transcurridos entre una fase vegetativa y la siguiente fase vegetativa, están relacionadas a los objetivos de la investigación, y se las comenta en el desarrollo de resultados y discusiones

3.6.3.1 Días a la emergencia

Se contabilizó el número de días transcurrido desde la siembra hasta que se observó que el 80% de las plantas hayan emergido. Se registró la fecha en días.

3.6.3.2 Días a la floración.

A los 60 días después de la siembra se evaluó la floración de las plantas, tomando en cuenta la escala del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos (Iniap/Pnrt-Papa, 2006). (CUADRO 4). Se realizaron 8 lecturas con intervalos de siete días, entre cada lectura.

CUADRO 4.- ESCALA DE FLORACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS.

<i>Escala</i>	<i>Descripción</i>
0	No hay botones
1	Inicio de la formación de botones
2	Botones inician hinchamiento
3	Inicio de la floración
4	50% de las flores abiertas
5	75% de las flores abiertas
6	Floración completa
7	Pasado de la floración completa
8	75% de las flores caídas
9	Ultima flor abierta
10	Final de la floración

3.6.3.3 Inicio de tuberización

Se consideró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cunado se determinó que los extremos del 50% del meristemo apical tenían el doble del diámetro del estolón de las plantas evaluadas. La toma de datos se realizó cada 7 días a partir de los 40 días después de la siembra, para lo cual se tomo 2 plantas al azar con competencia completa de cada parcela neta.

3.6.3.4 Largo del estolón

Se utilizó una cinta métrica para medir el tamaño de los estolones de 2 plantas con competencia completa, tomadas al azar de la parcela neta. Los datos para esta variable se tomaron de las mismas plantas evaluadas para la variable de Inicio de Tuberización, una vez que se observó que la tuberización ha iniciado. Posteriormente se expresó en centímetros.

3.6.3.5 Altura de las plantas

A los 90 y 60 días después de la siembra se tomó la altura de 5 plantas tomadas al zar de la parcela neta, se midió desde la base del tallo hasta el ápice del tallo más alto. Para la toma de los datos de esta variable se utilizó un flexometro. Se expresó en cm.

3.6.3.6 Senescencia

Estos datos se tomaron a partir de los 60 días después de la siembra, con intervalos de una semana hasta que se realizó el corte del follaje. Para los datos de esta variable también se tomó en cuenta la escala del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos (Iniap/Pnrt-Papa, 2006).CUADRO 5.

3.6.3.7 Días a la cosecha

Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la que se realizó el corte del follaje, una vez hecho esta labor se dejó 15 días, después de este tiempo se procedió a la cosecha. Posteriormente se expresó en días.

CUADRO 5.- ESCALA DE SENESCENCIA DEL PROGRAMA NACIONAL DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS.

1	Plantas verdes.
2	Hojas superiores con los primeros signos de amarillamiento.
3	Hojas amarillentas.
4	50% de tejido foliar café.
5	Planta muerta.

Fuente: (INIAP/PNRT-papa, 2006)

3.7 MANEJO DEL ENSAYO

3.7.1 Preparación del terreno.

Previo al establecimiento del ensayo se realizó las siguientes labores, toma de muestra de suelo para su respectivo análisis (mediante un barreno de 0,30 m se tomaron 8 sub-muestras siguiendo una línea de zigzag dentro del área del ensayo), se efectuó una labor de arado, una rastra y la surcada fue manual de acuerdo a las dimensiones de siembra específicas de cada tratamiento.

3.7.2 Siembra.

Se utilizó semillas de calidad para cada uno de los clones y para la variedad Diacol-Capiro. Sin embargo las semillas de la variedad I-Fripapa fueron adquiridas al CONPAPA-Ambato estos tubérculos presentaban problemas fitosanitarios (polilla), mientras que la variedad Superchola se la obtuvo de la zona de Pilahuin. La siembra se realizó colocando al fondo del surco un tubérculo-semilla brotado de los clones o variedades según sea el caso; la distancia utilizada para cada una de las tecnologías está descrita en el CUADRO 3 Estos tubérculos fueron tapados en forma manual con azadón a una profundidad que varía entre los 10 y 12 cm.

3.7.3 Fertilización.

Se fertilizó siguiendo las recomendaciones derivadas del análisis del suelo y como se describe en el CUADRO 3 donde se especifica las cantidades

necesarias de fertilizantes para cada tratamiento. En el aporque se realizó la fertilización complementaria.

3.7.4 Labores culturales.

El rascadillo (control de malezas manual), medio aporque y aporque se realizaron en forma manual al momento recomendado para cada clon o variedad como consta en el CUADRO 3 Todas estas labores culturales se las efectuó con el fin de asegurar las plantas al suelo y evitar daños mecánicos de los tubérculos, además de mantener el cultivo libre de malezas.

3.7.5 Control de plagas y enfermedades.

Como se detalla en el CUADRO 3 se realizaron los controles fitosanitarios dependiendo del manejo especificado para tizón tardío y gusano blanco de cada uno de los tratamientos. Sin embargo, los controles fitosanitarios para pulguilla se realizaron de acuerdo a la incidencia de la plaga en el cultivo.

La estrategia MIPE utilizada en los clones fue:

Para control de tizón tardío se utilizó el umbral de precipitación acumulada de 50 mm para la aplicación de un fungicida protectante (clorotalonil), que es una estrategia específica para variedades con resistencia reduciendo la utilización de fungicidas., así como también la utilización de fosfitos (Ca, K, Cu) alternadamente

Para el control de gusano blanco se uso trampas. Estas trampas consiste en ramas frescas de papa (previamente envenenadas con insecticida), cubiertas con cartón de 30 x 40m; bajando la población de adultos antes de que pongan huevos y controlando en forma directa las larvas en el suelo.

La estrategia convencional usada con las variedades fue:

Para control de tizón tardío se utilizó Curzate (Cymoxamil + Mancozeb), Rodax (Fosetil Al + Mancozeb), etc. Con aplicaciones cada 7 u 8 días, ya que es una estrategia para variedades susceptibles y tardías.

Para el control de gusano blanco se realizó aplicaciones de Matador (Metamidofos), Curacrón (Profenofos) estos insecticidas fueron combinados con los fungicidas ya antes mencionados.

Y para el control de polilla se utilizó Quinotrina (Deltametrina) en dosis de 50cc/100lt se lo aplicó en todo en el ensayo una sola vez, cuando las plantas tenía 31 días después de la siembra.

3.7.6 Registro climático.

Los datos de los agentes meteorológicos como precipitación, se registraron mediante el sensor WatchDog (Rain ddat logger, Model 120), mientras que la temperatura y humedad relativa se registró mediante el sensor HOBO (Pro series, Onset RH-Tem) estos procesan y transfieren esta información a los usuario mediante un software electrónico denominado Specware 6.0 (Watchdog) y Boxear Pro 4.3 (HOBO). Los registros se hicieron con intervalos de 10 minutos.

3.7.7 Cosecha.

La cosecha manual, donde se contó, pesó y se clasificó los tubérculos de cada clon o variedad de acuerdo a las categorías determinadas por el CIP-Quito-

3.7.8 Control interno de calidad.

Para esta evaluación en primer lugar se cuenta el número de quintales de semilla (NKS); una vez separada la semilla se toma la muestra de 100 tubérculos al azar, tomando de la siguiente manera; de la parte superior, media e inferior de los envases hasta completar el número de tubérculos que constituirán la muestra. La sanidad de la semilla seleccionada se controló mediante observaciones visuales a través del método indexado donde, el índice es la relación entre la incidencia y la severidad. La escala de severidad utilizada es: (0) sana; (1) muy ligera; (2) ligera; (3) moderada; (4) severa.

$$I = \frac{0 \times Sana + 1 \times Muy L + 2 \times Ligera + 3 \times Moderada + 4 \times Severa}{4 \times \text{Número total de tubérculos de la muestra}} \times 100$$

Para que una semilla califique como semilla calidad 1 en índice debe ser igual o inferior a 30% y si sobrepasa la semilla califica como certificada.

3.8 CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.

La superficie de cada unidad experimental fue 22.5m², y 4.5m de largo espaciados a 1.0 m (clones) y 1.2 m (variedades). Se hicieron 4 surcos para variedades y 5 surcos para clones. Cada surco de las variedades y clones presento 14 plantas sembradas a las distancias recomendadas (CUADRO 3). Cada unidad experimental contó con 70 plantas para clones y 56 plantas para variedades, se protegieron con cortinas de avena de 1 m de ancho para contrarrestar el efecto entre parcelas. El área total del experimento ocupó 1.396,5 m²

3.8.1 Características de las parcelas.

Número: 20 parcelas con tratamiento + 20 parcelas testigo (satelites absolutos).

CUADRO 6.- CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA CIP – PÍLLARO, 2009.

Unidad Experimental (CIP 387205.5; CIP 386209.10 y I-Fripapa)

Parcela Total		Parcela Total	
Ancho de la parcela:	5 m	Ancho de la parcela:	3 m
Longitud de la parcela:	4,5 m	Longitud de la parcela:	3,9 m
Ancho de surcos:	1 m	Ancho de surcos:	1 m
Longitud de surcos:	4,5 m	Longitud de surcos:	3,9 m
Número de surcos:	5	Número de surcos:	3
Número de tubérculos- semillas por surcos:	14	Número de tubérculos- semillas por surcos:	12
Número de plantas:	70	Número de plantas:	60
Área total:	22,5 m ²	Área total:	11,7 m ²

Unidad Experimental (Superchola y Capiro)

Parcela Total		Parcela Total	
Ancho de la parcela:	5 m	Ancho de la parcela:	2,6 m
Longitud de la parcela:	4,5 m	Longitud de la parcela:	3,9 m
Ancho de surcos:	1,2 m	Ancho de surcos:	1,2 m
Longitud de surcos:	5 m	Longitud de surcos:	3,9 m
Número de surcos:	4	Número de surcos:	2
Número de tubérculos- semillas por surcos:	14	Número de tubérculos- semillas por surcos:	12
Número de plantas:	56	Número de plantas:	48
Área total:	22,5 m ²	Área total:	10,14 m ²

Cortinas de avena: 1.0 m alrededor de la parcela experimental

Área total del ensayo: 1396,5 m² (con cortinas de avena).

Área neta 900 m² (sin cortinas de avena).

Distancia de la siembra: Las recomendadas en el CUADRO 3.

Control de las parcelas adyacentes: Para evitar el efecto del borde se evaluaron solo los tres surcos centrales en los tratamientos con variedades y en los tratamientos con clones se evaluaron solo los 4 surcos centrales, y en ellos se eliminarán dos plantas en cada extremo lateral, para todas las variedades excepto para severidad en la que se tomará en cuenta la parcela total. Se sembró 1 metro de avena al contorno de cada parcela para evitar que los manejos fitosanitarios se mezclen y produzcan un efecto de deriva e interferencia

IV CAPÍTULO.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EMERGENCIA

El análisis de varianza para la variable porcentaje emergencia (CUADRO 7) de tecnologías de producción de papa, estableció diferencias altamente significativas para el factor tecnologías. Para las repeticiones no se detectó diferencias significativas. El promedio fue de 84.69%, y el coeficiente de variación fue de 7.69%. El R-cuadrado fue de 0.87 lo que significa que el modelo estadístico utilizado es adecuado.

CUADRO 7.-ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.

Fuente de Variación	GL^a	CM^b	
Total	39		
Tecnologías + Testigos	9	820.10	**
Repetición	3	18.46	ns
Error	27	84.69	
C. V ^c .(%):	7.69		
Promedio (%):	84.69		
R cuadrado:	0.87		

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios

c= Coeficiente de variación

ns= no significativo

**= Significativo al 1%

La prueba de Tukey al 5%, para el factor Tecnologías (CUADRO 8). Estableció tres rangos de significación, siendo las tecnologías I-Fripapa + M. convencional y Superchola + M. convencional las más altas ocupando el primer rango con un promedio del porcentaje de emergencia entre 97.9 y 96.4% respectivamente; las demás tecnologías, a excepción de CIP 387205.5 + MIPE y Diacol-Capiro Testigo, compartieron el primero y segundo rango con promedios de

emergencia entre el 93.6 y 82.1%. Mientras la tecnología CIP 387205.5 + MIPE se ubicó en el segundo rango de significación con promedio de emergencia de 78.9%, finalmente la tecnología Diacol-Capiro Testigo con el promedio de emergencia más bajo (47.8%) se ubicó en el último rango de significación.

CUADRO 8.- PROMEDIO Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE EMERGENCIA EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO –TUNGURAHUA, 2009.

Tecnologías + Testigos	Promedio (%)	Rango de Tukey	
I-Fripapa + Manejo conv.	97,86	a	
Superchola + Manejo conv.	96,43	a	
CIP 386209.10 Testigo	93,57	a	b
CIP 386209.10 + MIPE	90,36	a	b
CIP 387205.5 Testigo	88,93	a	b
Superchola Testigo	86,16	a	b
Diacol-Capiro + Manejo conv.	84,82	a	b
I-Fripapa Testigo	82,14	a	b
CIP 387205.5 + MIPE	78,93		b
Diacol-Capiro Testigo	47,77		c

En el Gráfico 1 se observan las diferencias significativas en el porcentaje de emergencia que se presentaron entre las tecnologías, seguramente se deben a la calidad de semilla utilizada y las labores realizadas (desbrote, fumigación para polilla) antes de la siembra.

Para la tecnología Diacol-Capiro se utilizó semilla certificada, para la tecnología de los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 se utilizó semillas procedentes de investigaciones anteriores (semillas de mejorador).

Para la tecnología Superchola se utilizó semilla procedente de la zona de Pilahuin, semilla proveniente de cultivos anteriores seleccionadas por los agricultores (no presenta la calidad sanitaria deseada). Mientras que la semilla utilizada para la tecnología I-Fripapa fue adquirido en el CONPAPA (Consortio de la papa), la cual

presentó problemas fitosanitarios (polilla) se realizó fumigaciones para el control de polilla.

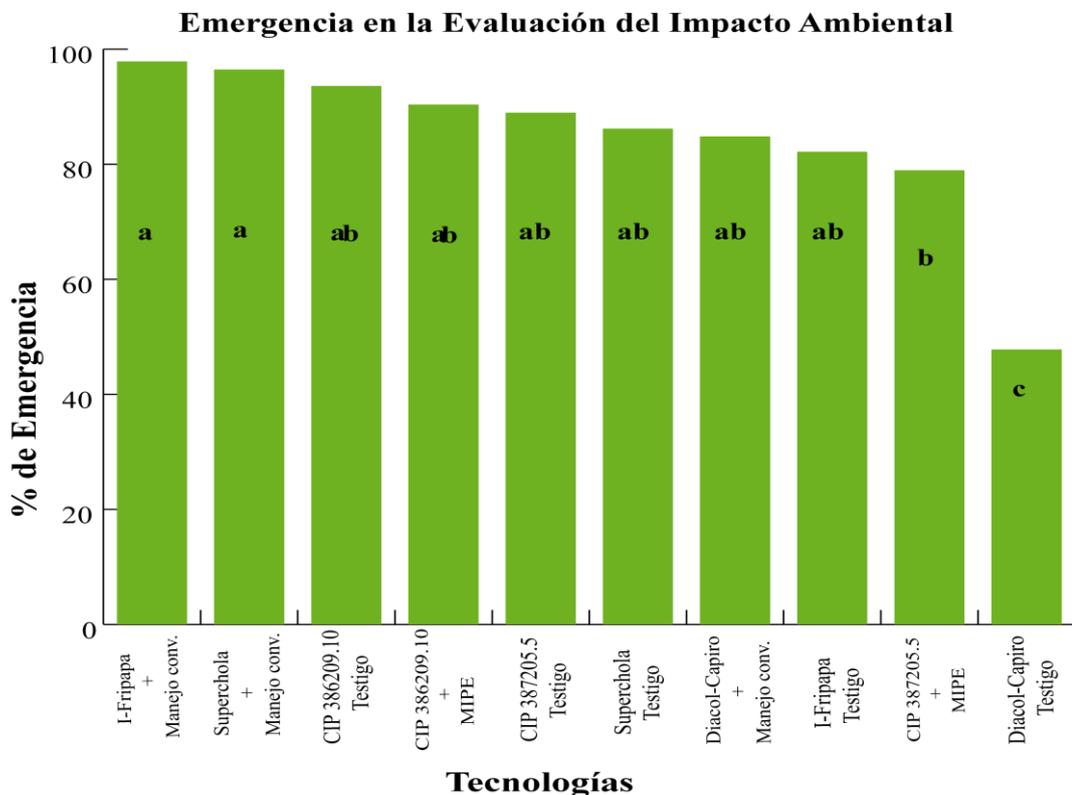


Gráfico 1- Porcentaje de emergencia en la evaluación del impacto ambiental de tecnologías de producción de papa. Píllaro-Tungurahua, 2009.

Otro factor de influencia que debemos tomar en cuenta para las diferencias significativas en el porcentaje de emergencia es el factor clima, es decir, existió un periodo de época seca después de haber establecido el ensayo; el periodo de época seca puede provocar la deshidratación de la semilla y a su vez que la emergencia sea lenta o no toda la semilla salga a la superficie. En el (Gráfico 4), se observa la cantidad de lluvia diaria que se presentó durante el experimento, también se observa el comportamiento de la temperatura y humedad relativa durante el experimento. La temperatura presentó un promedio de 20°C y una humedad relativa del 89.7%

El bajo porcentaje de emergencia que presenta la tecnología Diacol-Capiro Testigo se debe a dos factores de influencia: La primera, se realizó el desbrote en los tubérculos-semillas 15 días antes de la siembra; el segundo inconveniente fue el desbordamiento del reservorio afectando más a la parcelas de Diacol-Capiro testigo

que se encontraban cerca del reservorio, provocando la pudrición de los tubérculos semillas, la compactación del suelo, lo que evita que las plantas salgan a la superficie. Debemos tomar muy en cuenta que la emergencia fue lenta, pero al final la mayoría de las plantas emergieron.

4.2 SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR)

El Análisis de varianza para la variable Severidad de tizón tardío (CUADRO 9) expresada en valores de AUDPCR, detectó diferencias altamente significativas para Tecnologías y no significativas para repeticiones. El promedio general fue de 0.03911, el coeficiente de variación fue de 19%, aceptable para este tipo de variable en esta clase de experimento. El R-cuadrado fue de 0.95 lo que significa que el modelo estadístico explica un 95% de la variabilidad intrínseca de los datos.

CUADRO 9.- ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR) EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.

Fuente de Variación	GL ^a	CM ^b	
Total	19		
Tecnologías	4	0.00293	**
Repetición	3	0.00010	ns
Error	12	0.00006	
C. V ^c . (%):.	19%		
Promedio (AUDPCR):	0.03911		
R cuadrado:	0.95		

a = Grados de libertad

b = Cuadrados medios

c = Coeficiente de variación

**= Significativo al 1%

La prueba Tukey al 5% para el factor tecnologías (CUADRO 10) estableció 3 rangos de significancia. En el primer rango con los valores de severidad más bajos se ubicaron las tecnologías: Diacol-Capiro + M. convencional; Superchola + M. convencional con valores de AUDPCR promedios de 0.011-0.012. En el segundo

rango de significancia se ubicó la tecnología I-Fripapa + M. convencional; con valores de AUDPRCr promedios de 0.039 respectivamente. Finalmente las tecnologías CIP 386209.10 + MIPE y CIP 387205.5 + MIPE con un AUDPRCr promedio de 0.065 y 0.066 se ubicaron en el tercer rango.

CUADRO 10.- PROMEDIO Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO TUNGURAHUA, 2009.

Tecnologías	Promedio	Rango de Tukey
Diacol-Capiro + Manejo conv.	0.01126	a
Superchola + Manejo conv.	0.01250	a
I-Fripapa + Manejo conv.	0.03981	b
CIP 386209.10 + MIPE	0.06520	c
CIP 387205.5 + MIPE	0.06675	c

CUADRO 11.- ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR) DE TESTIGOS EN LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2009.

Fuente de Variación	GL^a	CM^b	
Total	19		
Testigos	4	0.17928	**
Repetición	3	0.00654	*
Error	12	0.00078	
C. V ^c . (%):	7.6		
Promedio (AUDPCR):	0.3670		
R cuadrado:	0.99		

a = Grados de libertad

b = Cuadrados medios

c = Coeficiente de variación

**= Significativo al 1%

El Análisis de varianza para la variable Severidad de tizón tardío (CUADRO 11) expresada en valores de AUDPCr de testigos detectó diferencias altamente significativas para Tecnologías y significativas para repeticiones. El promedio general fue de 0.367, el coeficiente de variación fue de 7.6%, aceptable para este tipo de variable en esta clase de experimento. El R-cuadrado fue de 0.99 lo que significa que el modelo estadístico explica un 99% de la variabilidad intrínseca de los datos

La prueba Tukey al 5% para el factor tecnologías (CUADRO 12) estableció 3 rangos de significancia. En el primer rango con los valores de severidad más bajos se ubicaron las tecnologías: CIP 387205.5 Testigos y CIP 386209 Testigo las dos tecnologías comparten valores de AUDPCr con un promedio de 0.14 En el segundo rango de significancia se ubicó la tecnología I-Fripapa testigo con valores de AUDPCr promedios de 0.44 respectivamente. Finalmente las tecnologías Superchola testigo y Diacol-Capiro testigo con un AUDPCr promedio de 0.506 y 0.604 se ubicaron en el último rango.

CUADRO 12.- PROMEDIOS Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR) DE TESTIGOS EN LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2009.

Testigos	Promedio	Rango de Tukey
CIP 387205.5 Testigo	0.14378	a
CIP 386209.10 Testigo	0.14549	a
I-Fripapa Testigo	0.43526	b
Superchola Testigo.	0.50638	c
Diacol-Capiro Testigo.	0.60428	d

En el CUADRO 10 se puede observar que los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 bajo un esquema de manejo de tizón tardío convencional MIPE (aplicaciones de fosfitos. Ca, K, Cu), alcanzan valores bajos de severidad AUDPCr de 0.066 y 0.065 respectivamente, mientras que en el CUADRO 12, se puede observar que los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 Testigos (sin aplicaciones de fosfitos), con valores bajos de severidad AUDPCr de 0.143 y 0.145; observándose claramente

el alto nivel de resistencia a *Phytophthora infestans*, pues no existe una gran diferencia de ataque de enfermedad entre la tecnología MIPE y Testigos.

Mientras que si comparamos la variedad Diacol-Capiro + M. convencional con Diacol-Capiro testigo (Gráfico 2), se puede observar la gran diferencia obtenida en los valores de severidad AUPCr, lo que se demuestra una vez más que la variedad Diacol-Capiro es muy susceptible a *Phytophthora infestans*.

SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO

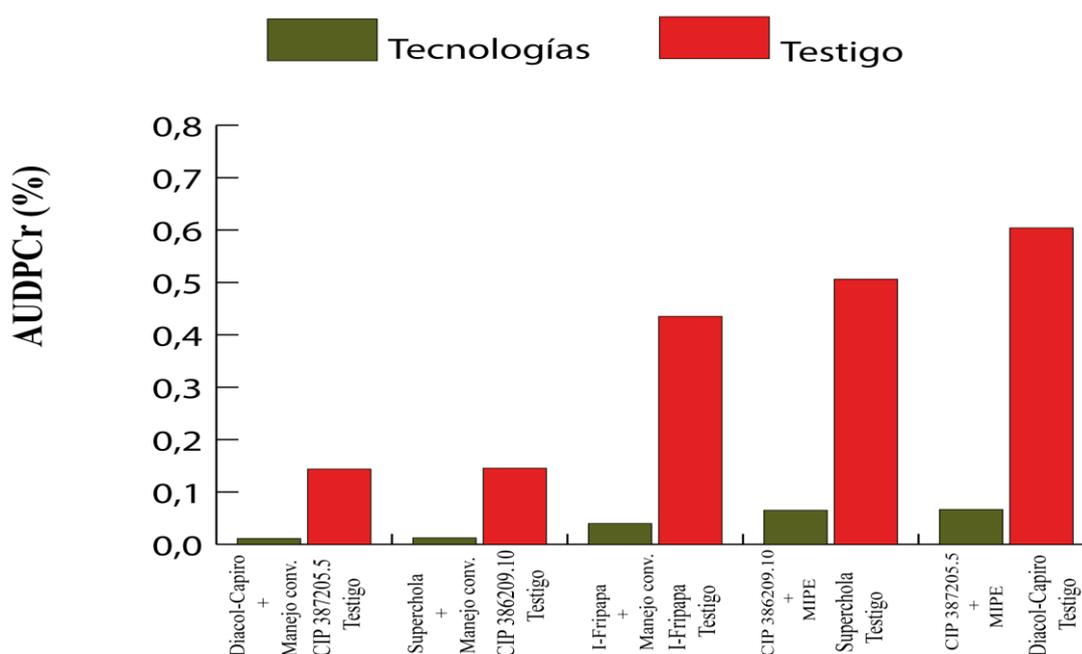


Gráfico 2.- Severidad de Tizón tardío (AUDPCr) en la evaluación de tecnologías de producción de papa para la reducción del impacto ambiental. Píllaro-Tungurahua, 2009.

Las diferencias significativas que se observa para repeticiones se debe a factores de influencia que se fueron presentando al momento de implementar el ensayo; entre estos factores de influencia tenemos que el lote no presentaba las condiciones adecuadas pues se encontraba rodeado por los cuatro costados por fuentes de variabilidad como caminos, cerramientos, reservorio, etc, y tuvimos que adaptarnos; por esta razón la primera repetición se ubicó al borde del camino siendo esto una influencia para el desarrollo de la enfermedad pues su microclima fue diferente al resto de repeticiones; por otro lado la última repetición tenía como factor

de influencia el reservorio cuya constante evapotranspiración le proporcionó condiciones de mayor humedad.

CUADRO 13.-PROMEDIOS Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCR) DE TECNOLOGÍAS Y TESTIGOS EN LA EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2009.

Tecnologías	Promedio (%)	Rango de Tukey
Diacol-Capiro + M. convencional	0.011	a
Superchola + M. convencional	0.012	a
I-Fripapa + M. convencional	0.039	a
CIP 386209.10 + MIPE	0.065	a
CIP 387205.5 + MIPE	0.066	a
CIP 387205.5 Testigo	0.143	b
CIP 386209.10 Testigo	0.145	b
I-Fripapa Testigo	0.435	c
Superchola Testigo	0.506	d
Diacol-Capiro Testigo	0.604	e

En el CUADRO 13, se puede observar que las variedades Diacol-Capiro y Superchola que bajo un esquema de manejo de tizón tardío convencional presentaron severidades menores, pero debemos tomar en cuenta que para lograr mantener la epidemia en niveles tan bajos en esta tecnología se utilizaron fungicidas sistémicos, se utilizaron dosis altas y se mezclaron varios ingredientes activos sin mencionar que el número de aplicaciones fue mayor (12) todo esto acorde a la práctica común del agricultor.

Mientras que los genotipos CIP 387205.5 y CIP 386209.10 que bajo un esquema de MIPE (especialmente de tizón tardío, gusano blanco y polilla guatemalteca) también presentaron severidades menores, para a diferencia de lo mencionado antes en estas tecnologías se utilizaron productos protectantes y fosfitos en dosis bajas y el número de aplicaciones fue menor (4), prácticas que son posibles gracias a su resistencia genética elevada y a su precocidad.

El manejo realizado con I-Fripapa se encuentra en el límite de lo que podría ser una recomendación pues comparte rango de significancia con lo clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10, debemos tomar en cuenta que I-Fripapa con resistencia vertical, se reporta como resistente y moderadamente resistente a tizón tardío está característica le permite que el número de aplicaciones sea menor (9) en comparación con la Tecnología Diacol-Capiro + M. convencional y Superchola + M. convencional

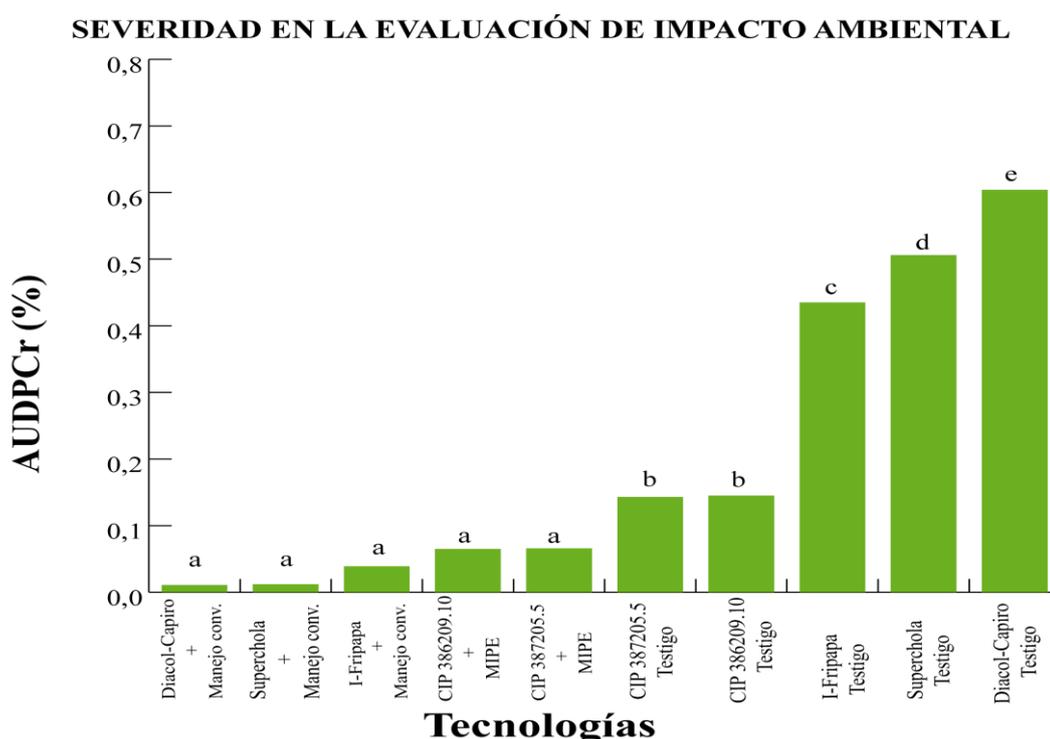


Gráfico 3.-Severidad de tizón tardío (AUDPCr) de tecnologías y testigos de producción de papa evaluadas para la reducción del impacto ambiental. Píllaro-Tungurahua.2009

Sin embargo, en otra investigación similar efectuada en la estación experimental Quito, del Centro Internacional de la Papa, la tecnología I-Fripapa más manejo convencional tuvo un comportamiento diferente, se ubicó en el último rango aparentando ser la más susceptible a tizón tardío, haciendo de esta forma que el AUDPCr se incremente. El comportamiento que presentó la tecnología I-Fripapa más manejo convencional, en las dos investigaciones, se debe, al sitio donde se lo cultiva y a las condiciones climáticas presentes.

Como se observa en el gráfico (Gráfico 4); las lluvias fueron menos intensas pero más constantes, pero el factor que tuvo mayor relevancia en la presencia y desarrollo de la epidemia fue la humedad relativa y la temperatura pues en las mañanas y las tardes se hacía presente un bruma constante (provocando que el follaje permanezca húmedo por mucho tiempo) que junto a temperaturas promedio entre 15 y 18 °C crearon un clima muy favorable para el ataque de *Phytophthora infestans*.

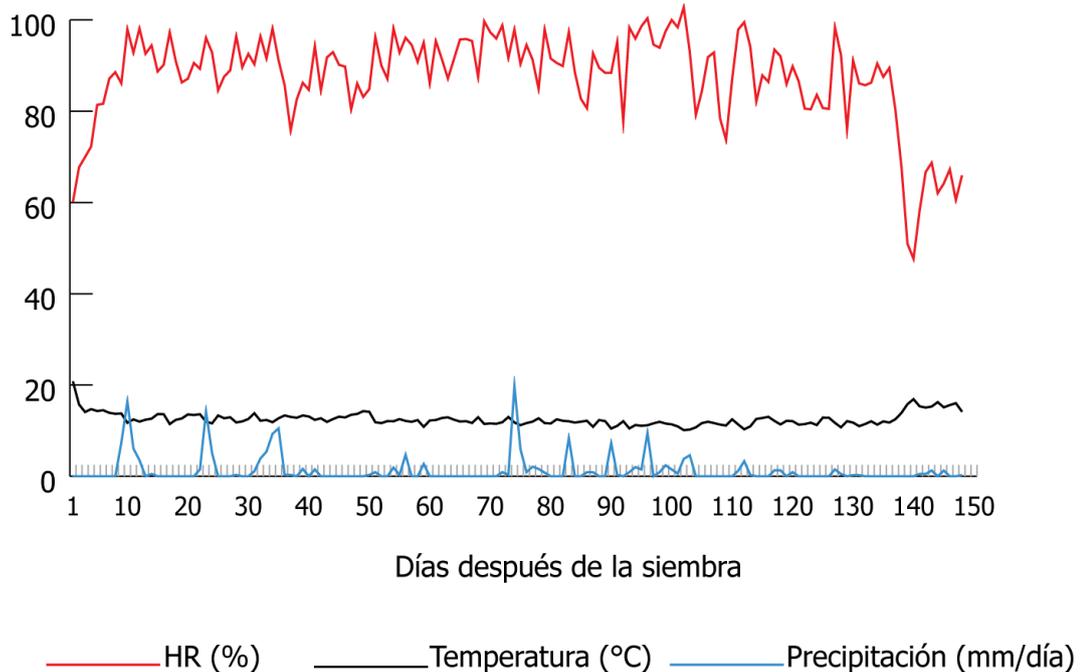
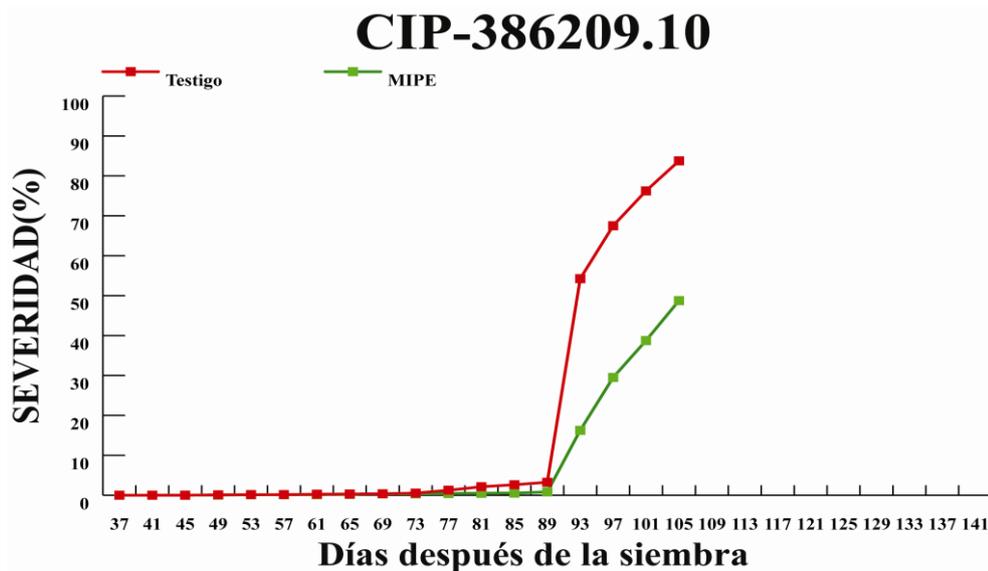
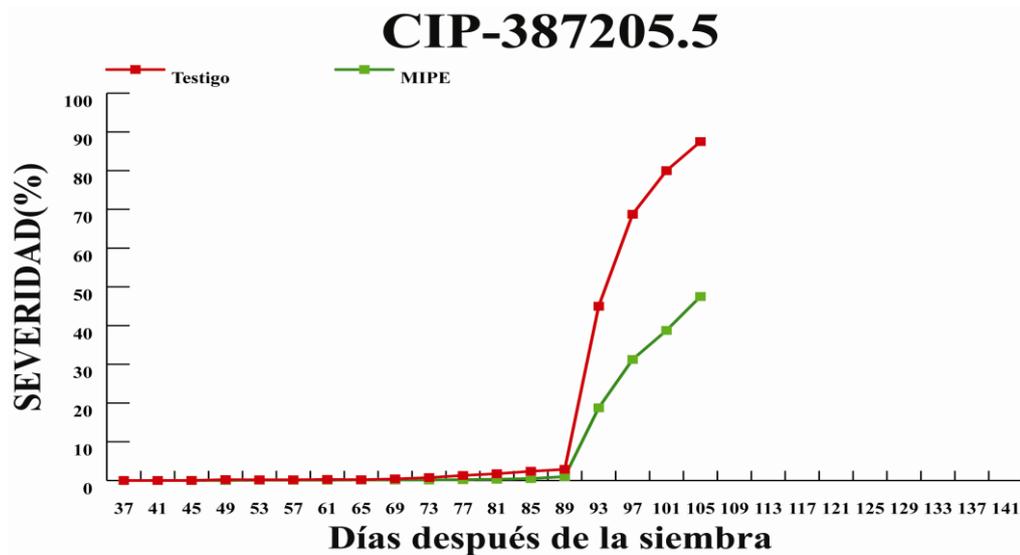


Gráfico 4: Promedios diarios de factores climáticos importantes para el desarrollo de la epidemia durante el ciclo de cultivo de tecnologías de producción de papa evaluadas para la reducción del impacto ambiental. Píllaro-Tungurahua.2009.

En el Gráfico 5 se observa las curvas de progreso de la enfermedad obtenidas en cada tratamiento del experimento. Se debe constatar que cada una de las tecnologías, mantuvieron bajos niveles de la enfermedad con respecto al testigo absoluto, evidenciando de esta manera la acción de los controles con fungicidas que se llevaron a cabo. El testigo sin aplicación fue una parcela satélite de cada una de las tecnologías, cabe señalar que no se aplicó ningún tipo de control para tizón tardío.

Las tecnologías CIP 387205.5 + MIPE y CIP 386209.10 + MIPE tuvieron un comportamiento similar con los testigos hasta los 89 dds, tomando en consideración

que CIP 387205.5 y CIP 386209.10 además de resistente es precoz y cuyo período vegetativo va de 100 a 120 días en alturas de 2500 a 3200 msnm respectivamente, y en la cual la tuberización ocurre de los 45 a los 100 dds, recomendándose el corte de follaje en este límite se puede afirmar que las aplicaciones de los fosfitos son útiles para el manejo de la enfermedad ya que en los tratamientos la epidemia presenta incrementos importantes a partir de los 80 dds llegando a infecciones del 80 % a los 100 dds que seguramente no afectarán los rendimientos.



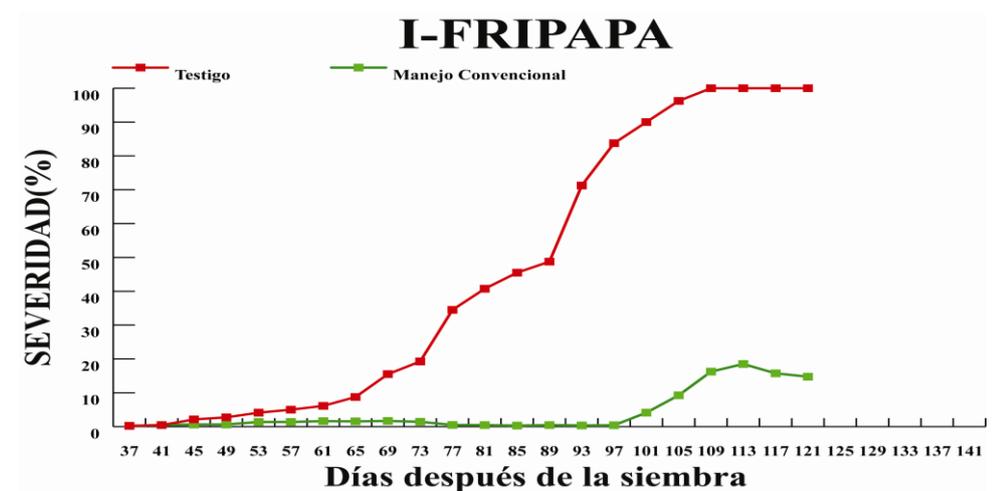


Gráfico 5- Curvas de progreso de la enfermedad de tizón tardío de testigos y tratamientos en la evaluación del impacto ambiental de tecnologías de producción de papa Píllaro-Tungurahua, 2009.

Al contrario de estos clones todas las otras tecnologías necesitan alguna medida de control pues según se observa la curva de severidad de los testigos, en todos los casos alcanzaron el 100% en el periodo comprendido de los 100 días después de la siembra. Con las variedades Superchola, I-Fripapa y Diacol-Capiro se logró un buen control de la enfermedad con las estrategias planteadas y ejecutadas

4.3 RENDIMIENTO

El análisis de varianza para la variable rendimiento expresada en t/ha (CUADRO 14), detectó diferencia significativa para tecnologías, mientras que para las repeticiones se detectó diferencias no significativas. El promedio general fue de 42 t/ha, el R cuadrado fue de 0.70 lo que significa que el modelo estadístico utilizado considera el 70% de la variabilidad de los datos y el coeficiente de variación fue de 12.7%.

CUADRO 14.-ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO (T/HA) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.

Fuente de Variación	GL ^a	CM ^b	
Total	19		
Tecnologías	4	127.06	*
Repetición	3	91.34	ns
Error	12	28.46	
C. V ^c . (%):	12.7		
Promedio: t/ha	42		
R cuadrado:	0.7		

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios

c= Coeficiente de variación

*= Significativo al 5%

La prueba de Tukey al 5% para tecnologías (CUADRO 15) estableció 2 rangos. En el primer rango con los rendimientos más altos se ubicaron las tecnologías Superchola + M. convencional con 47.31 t/ha, y CIP 387205.5 + MIPE

con 45.05 t/ha. Compartiendo los dos primeros rangos se ubicaron las tecnologías I-Fripapa + M. convencional y CIP 386209.10 + MIPE con un promedio de rendimiento de 43.67 y 41.28 t/ha. La tecnología Diacol-Capiro + Manejo convencional se ubicó tercer rango con 32.72 t/ha.

CUADRO 15.- PROMEDIOS Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% LA VARIABLE RENDIMIENTOS (T/HA) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2009.

Tecnologías	Promedio	Rango de Tukey	
Superchola + Manejo conv.	47.31	a	
CIP 387205.5 + MIPE	45.06	a	
I-Fripapa + Manejo conv.	43.67	a	b
CIP 386209.10 + MIPE	41.28	a	b
Diacol-Capiro + Manejo conv.	32.72	B	

CUADRO 16.-ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO (T/HA) DE TESTIGOS EN LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2009.

Fuente de Variación	GL^a	CM^b	
Total	19		
Testigos	4	779.16	**
Repetición	3	24.96	ns
Error	12	17.57	
C. V ^c . (%):	20.66		
Promedio t/ha:	20.21		
R cuadrado:	0.94		

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios

c= Coeficiente de variación

*= Significativo al 5%

El análisis de varianza para la variable rendimiento de Testigos expresada en t/ha de (CUADRO 16), detectó diferencia altamente significativas para tecnologías, mientras que para las repeticiones se detectó diferencias no significativas. El promedio general fue de 20.21 t/ha, el R cuadrado fue de 0.94 lo que significa que el modelo estadístico utilizado considera el 94% de la variabilidad de los datos y el coeficiente de variación fue de 20.66%.

La prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento de testigos (CUADRO 17) estableció 4 rangos En el primer rango con el rendimiento más alto se ubica la tecnología CIP 387205.5 Testigo con un promedio de 39.32 t/ha, de forma similar la tecnología CIP 386209.10 Testigo con un promedio de rendimiento de 27.57 t/ha se ubicó en el segundo rango. La tecnología I-Fripapa testigo y Superchola Testigo con un promedio de rendimiento de 14.51 y 17.74 t/ha, respectivamente, se ubicaron el tercer rango. Finalmente en el último rango se ubicó la tecnología Diacol-Capiro Testigo con los valores más bajos de rendimiento promedio con 2.29 t/ha.

CUADRO 17.- PROMEDIOS Y PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO (T/HA) DE TESTIGOS EN LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.

Testigos	Promedio	Rango de Tukey
CIP 387205.5 Testigo	39.32	a
CIP 386209.10 Testigo	27.57	b
I-Fripapa Testigo	14.51	c
Superchola Testigo.	17.74	c
Diacol-Capiro Testigo.	2.29	D

Las diferencias significativas que se observa tanto en las tecnologías como en los testigos en la variable rendimiento se atribuye a la fertilidad del suelo, es decir; al momento de la siembra se realizó la fertilidad como se indica en el CUADRO 3, proceso que se llevó a cabo tanto en las parcelas testigo como en las parcelas de las

Tecnologías. Después de haber emergido las plantas y durante el todo el ciclo del cultivo se realizó la fertilización solo en las parcelas de las Tecnologías.

En el Gráfico 6 se observa la diferencia de rendimientos (t/ha) y severidad de tizón tardío que existe entre las cinco tecnologías para producción de papas, esto se debe a que cada una de las tecnologías rinde de la diferente manera de acuerdo al manejo que se realice para cada una de ellas, como también a la textura del suelo y las condiciones ambientales donde se las cultiva Cabe mencionar que los mayores rendimientos se obtuvo con la tecnología Superchola + manejo convencional, seguido de CIP 387205.5 + MIPE, I-Fripapa + manejo convencional y CIP 386209.10 + MIPE y como se puede observar que no existe mucha diferencia entre cada una de las tecnologías mencionada ya antes, lo que podemos decir que las estrategias utilizadas para el control de tizón tardío fueron eficientes

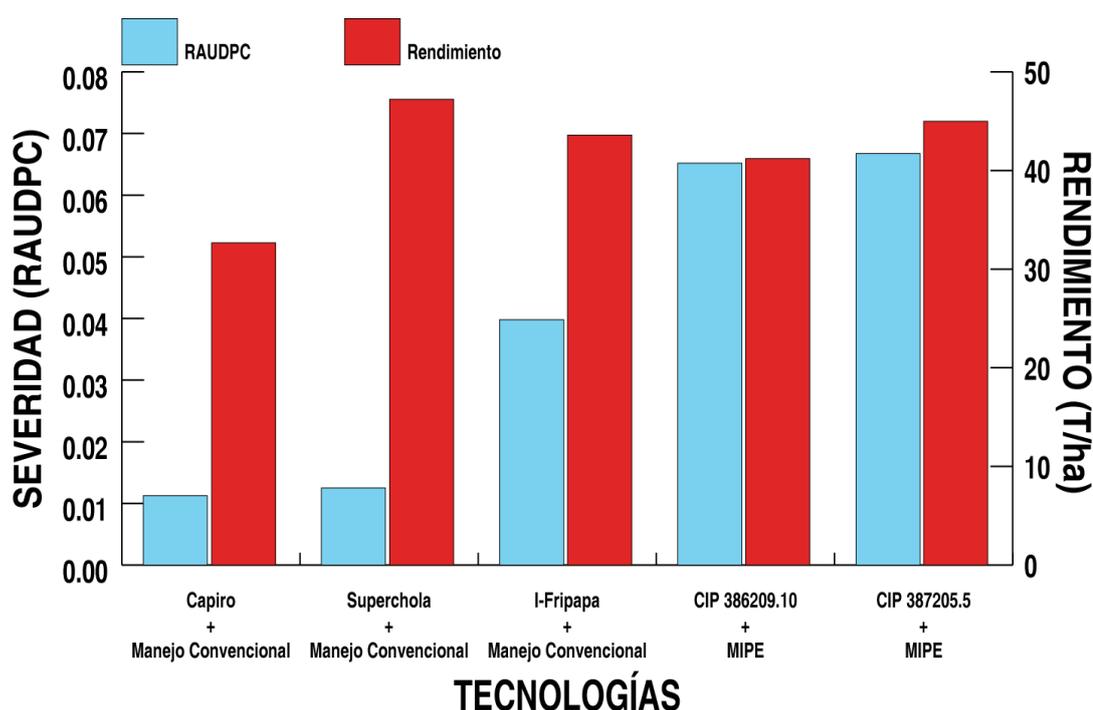


Gráfico 6.- Promedio para las variables severidad de Tizón tardío y rendimiento (t/ha) de cinco tecnologías de producción de papa. Píllaro-Tungurahua. 2009.

Todas las parcelas testigos sin aplicación de cada una de las tecnologías tuvieron un porcentaje alto de infección de tizón tardío, por lo que en las parcelas testigos se detectó rendimientos bajos. Mientras que en las parcelas con las tecnologías se mantuvo un control de tizón tardío, evitando que el porcentaje de infección lleguen a niveles que perjudiquen el rendimiento.

El rendimiento también se ve afectada por la tasa de severidad de tizón tardío ya que el rendimiento es inversamente proporcional a la severidad del patógeno a mayor severidad menor rendimiento y viceversa, en las cinco tecnologías con manejo convencional y MIPE se cumplió esta premisa, debido a que los clones CIP 387205.5 + MIPE y CIP 386209.10+ MIPE estuvieron ubicados en un rango de severidad de menor porcentaje de infección y tuvieron rendimientos altos.

La tecnología Superchola más manejo convencional estuvo en el mejor rango de severidad con el menor porcentaje de infección y se encuentra ubicada en el primer rangos de rendimientos con 47,31%

4.4 CONTROL INTERNO DE CALIDAD

En el CUADRO 18 se muestra los resultados obtenidos del control interno de calidad realizado a los tubérculos-semilla cosechados en las tecnologías de cultivo de papa evaluadas en este experimento.

Algunos técnicos (Montesdeoca & Narváez, 2006) manifiestan que para que la semilla califique como semilla categoría registrada el index de calificación debe tener una tolerancia máxima admisible del 20%, y para categoría certificada o semilla calidad uno (Escala utilizada por el CONPAPA).

El index debe ser igual o inferior a 30%; valores de index superiores hasta el 35% clasifican a la semilla como categoría seleccionada.

De acuerdo a los resultados obtenidos ninguno de los lotes de semilla de las tecnologías estudiadas califica como semilla, ni siquiera en la categoría más baja que es seleccionada pues no cumplen con los parámetros establecidos.

CUADRO 18.- RESULTADOS DEL CONTROL INTERNO DE CALIDAD EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.

Variedades	Nº de quintales	Index %
Diacol-Capiro	1.5	44.4
Superchola	2	41.2
I-Fripapa	4	40.0
CIP 38720.5	3.5	45.0
CIP 386209.10	4	41.7

Fuente: Autor.

4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para realizar el análisis económico se utilizó la metodología de presupuesto parcial del CIMMYT (1998), que no incluye todos los costos de producción sino solo los que son afectados por los tratamientos alternativos considerados a los que se denominan costos que varían.

CUADRO 19.- COSTOS QUE VARÍAN EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.

	Tecnologías (USD/ha)				
	CIP 387205.5	CIP 386209.10	I- Fripapa	Superchola	Diacol- Capiro
Agroquímicos	69.62	69.62	488.88	627.88	637.88
Fertilizantes	517.69	517.69	984	1810	1810
Mano de obra	96	96	168	224	224
TOTAL	683.31	683.31	1640.88	2661.88	2661.88

Fuente: Autor.

Lo primero fue definir e identificar estos costos que varían en cada tecnología (CUADRO 19). El resto de costos, se entiende, fueron constantes para todas las tecnologías del experimento. De esta manera se estableció que la mano de obra (jornales) para las labores de cada tecnología, los niveles de fertilización y los pesticidas utilizados para las aspersiones fueron los únicos costos que varían entre las tecnologías.

Con los datos obtenidos del rendimiento por hectárea de cada uno de los tratamientos se calculó el Beneficio Bruto (BB) que es valor en dólares que representaría comercializar la producción. Para estos cálculos se utilizó el precio de comercialización de las papa en la feria del Cantón Píllaro al momento de la cosecha. En el CUADRO 20 se detallan los precios por variedades y categorías. De estos beneficios brutos se resto del valor de los costos que varían (CV) y se obtuvo el beneficio neto (BN).

CUADRO 20.- PRECIOS DE VENTA POR CATEGORIAS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULOS DE LOS BENEFICIOS DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURHAUA, 2009.

Variedades	Categorías (USD/sacos de 45 kg)		
	Primera	Segunda	Tercera
CIP 387205.5	15	12	1,5
CIP 386209.10	15	12	1,5
I-Fripapa	14	12	1,5
Superchola	17	10	1,5
Diacol-Capiro	14	10	1,5

FUENTE: FERIA DE PAPAS PÍLLARO.

A continuación se efectuó el análisis de dominancia entre pares de tecnologías continuas. Para esto se ordenó las tecnologías en orden ascendente de los costos que varían. Una tecnología es dominada cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de una tecnología con costos que varían más bajos.

CUADRO 21.- ANÁLISIS DE DOMINANCIA EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.

Tratamiento	BB (USD)	CV (USD)	BN (USD)	Dominancia
Capiro testigo	217,90	0	217,90	
Fripapa testigo	2715,89	0	2715,89	
Superchola testigo	4133,90	0	4133,90	
CIP 386209.10 testigo	6400,58	0	6400,58	
CIP 387205.5 testigo	8919,49	0	8919,49	
CIP 386209.10+ MIPE	10263,25	683,31	9579,94	
CIP 387205.5+ MIPE	10905,27	683,31	10221,95	
Fripapa+ M. convencional	10116,28	1640,88	8475,40	D
Diacol-Capiro+ M. convencional	7150,74	2661,88	4488,86	D
Superchola+ M. convencional	12287,29	2661,88	9625,41	D

BB: Beneficio bruto

CV: Costos que varían

BN: Beneficios netos.

En el CUADRO 21, se observa que existieron tres tecnologías denominadas (I-Fripapa + M. convencional, Diacol-Capiro + M. convencional y Superchola + M. convencional); con las restantes tecnologías que no fueron dominadas se realizó el análisis marginal.

En el CUADRO 22, se indican las Tasas de Retorno Marginal (TRM). Se observa que las tecnologías CIP 387205.5 + MIPE tiene un costo que varía igual que la tecnología CIP 386209.10 + MIPE de 683,31 dólares; pero los beneficios netos son mayores en CIP-387205.5 debido a que alcanza rendimientos mayores a CIP-386209.10.

Al implementar la tecnología CIP-386209.10 + MIPE se incrementa la rentabilidad del productor brindando una TRM de 465.3%; alternativamente la tecnología CIP-387205.5 + MIPE también brinda una TRM aunque menor de 190.6%, por lo tanto el mejor tratamiento que debe recomendarse para que utilice el agricultor fue la tecnología CIP-386209.10 + MIPE.

CUADRO 22.- ANÁLISIS MARGINAL DE LAS TECNOLOGÍAS NO DOMINADAS EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE CINCO TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.

Tratamiento	CV (USD)	BN (USD)	TRM (%)
Capiro testigo	0	217,90	
CIP 387205.5 testigo	0	8919,40	
Fripapa testigo	0	2715,89	
CIP 386209.10 testigo	0	6400,58	
Superchola testigo	0	4133,90	
CIP 387205.5 + MIPE	683,31	10221,95	190,61
CIP 386209.10 + MIPE	683,31	9579,94	465,28

CV: Costos que varían.

BN: Beneficio neto.

TRM: Tasa de retorno marginal.

La curva de Beneficios Netos (Gráfico 7), permite comparar todas las tecnologías no dominadas, donde el agricultor tiene un costo de producción en las tecnologías

CURVA DE BENEFICIOS NETOS

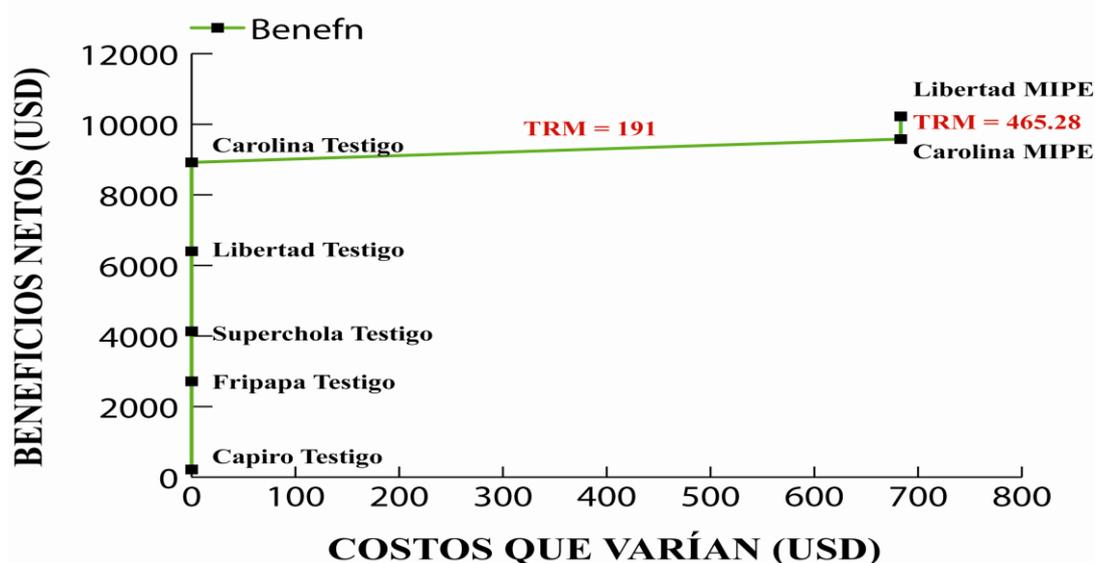


Gráfico 7.- Curva de beneficios netos en la evaluación del impacto ambiental de tecnologías de producción de papas Píllaro-Tungurahua, 2009.

4.6 IMPACTO AMBIENTAL.

En el CUADRO 23, se detalla la TIA de cada una de las tecnologías, aquí se puede observar que existe una diferencia muy grande entre las tecnologías CIP 387205.5 y CIP 387209.10 con MIPE y las variedades con manejo convencional. I-Fripapa, Superchola y Diacol-Capiro, obtuvieron el impacto ambiental más alto con valores de TIA entre 382.1 y 539.6. Mientras que los clones CIP 386205.5 y CIP 387209.10 presentan el impacto ambiental más bajo con valores de TIA de 42. Se debe destacar que mientras mayor sea el valor de TIA, mayor será el grado de contaminación que causa la tecnología.

Para interpretar la TIA detallada en el CUADRO 23, se la representó en términos de porcentaje para visualizar la reducción del impacto ambiental de las diferentes tecnologías evaluadas. La TIA más alta de las tecnologías Diacol-Capiro y Superchola, ambas con manejo convencional, fue asignada como el 100% del impacto ambiental registrado durante el experimento,

CUADRO 23.- TASA DE IMPACTO AMBIENTAL (TIA) Y NÚMERO DE APLICACIONES EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE CINCO TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2009.

Tecnologías	N° de Aplicaciones		TIA	IA (%)
	Fungicidas	Insecticidas		
Diacol-Capiro + M. convencional	12	10	362,3	100
Superchola + M. convencional	12	10	362,3	100
I- Fripapa + M. convencional	9	8	251,5	69,42
CIP 387205.5 + MIPE	4	3	41	11,32
CIP 386209.10 + MIPE	4	3	41	11,32

TIA: Tasa de Impacto Ambiental

IA: Impacto Ambiental

. Por otro lado la tecnología I-Fripapa con manejo convencional registró una TIA del 70.81% lo que significa que el impacto ambiental se redujo un 30% en relación a las tecnologías anteriores. Por último para las tecnologías de los clones

CIP 387205.5 y CIP 386209.10 con MIPE se observó una TIA del 7.78% alcanzando de esta manera la máxima reducción del impacto ambiental del 92.22%.

En el mismo CUADRO 23, también se detalla en número de aplicaciones tanto en insecticidas como en fungicidas y a grandes rasgos se debe destacar que en las tecnologías variedades más manejo convencional se usa tres veces más la cantidad fungicidas e insecticidas que en las tecnologías clones CIP más MIPE. Este es una de las causas de que el TIA presentado por las variedades y clones y su respectivo manejo.

La otra causa es el tipo de plaguicidas utilizados en cada uno de las aplicaciones y tecnologías ya que el número de aplicaciones se realizó tomando en cuenta el desarrollo de la epidemia en cada tecnología (resistencia presente en el clon o variedad e interacción con el medio ambiente y clima). Para las variedades Diacol-Capiro y Superchola cuya susceptibilidad a *P. infestans* es ampliamente reportada fue necesario aplicar fungicidas sistémicos como metalaxyl, cymoxanyl y dimethomorph que están asociados con un CIA alto (**Anexo 9**), que se ve incrementado por el hecho de que las presentaciones comerciales de estos vienen en mezcla con mancozeb, que es un pesticida con elevado CIA. Por el contrario los clones CIP, gracias a su resistencia, se pudieron manejar solamente con productos protectantes como clorotalonil y fosfitos con CIA bajos y que siempre se aplicaron tomando en cuenta un umbral de lluvia acumulada de 50mm lo que permitió reducir el número de aplicaciones.

Las resistencias de las variedades permiten disminuir la severidad de la enfermedad y como consecuencia el número de aplicaciones y el uso de plaguicidas peligrosos también disminuyen reduciendo significativamente la TIA

En las tecnologías de los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 usados en la investigación se realizó un manejo integrado de plagas y enfermedades por lo cual se tienen grandes diferencias de TIA con respecto a las tecnologías de las variedades que fueron manejadas de forma convencional, donde se usaron productos contaminantes y peligrosos para el ambiente como también a la salud del consumidor y aplicador.

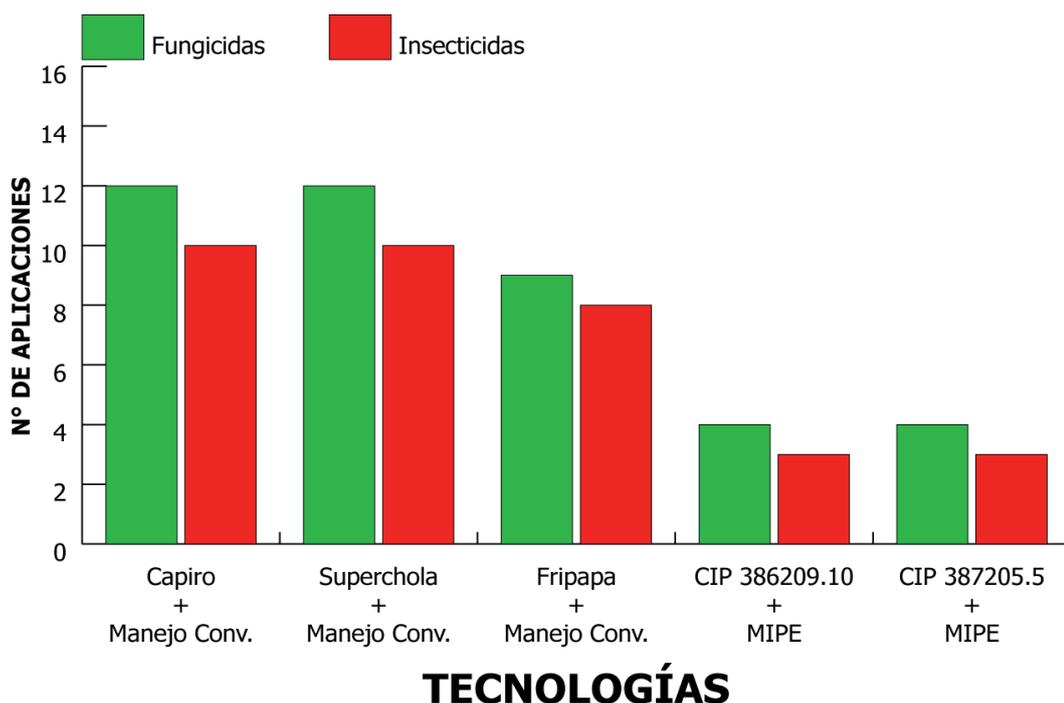


Gráfico 8.- Número de aplicaciones de insecticidas y fungicidas en la evaluación del impacto ambiental en cinco tecnologías de producción de papa. Píllaro-Tungurahua. 2009.

Como en varios estudios, la reducción del TIA fue principalmente por la reducción del uso de pesticidas altamente tóxicos, y por el reemplazo con productos con toxicidades bajas que ya existen en el mercado; también por el uso de nuevos genotipos con resistencia genética a enfermedades (Levitan, 2000); (Gavillan *et al.*, 2001). Según (Barros, 2001), la disminución de la TIA en la investigación fue principalmente por la aplicación de un manejo integrado de plagas y enfermedades.

En el Gráfico 8, podemos comparar las tecnologías evaluadas en esta investigación, al ser las tecnologías Diacol-Capiro más manejo convencional, y Superchola más manejo convencional, tardía, muy susceptible y pocos susceptibles a tizón tardío fue necesario realizar un número alto de aplicaciones, mientras que la tecnología I-Fripapa más manejo convencional, siendo semi tardía y con una resistencia vertical tiene una reducción de tres aplicaciones de fungicidas en relación con Diacol-Capiro y Superchola más manejo convencional. Las tecnologías CIP 387205.5 + MIPE y CIP 387209.10 + MIPE al ser precoces y resistentes tuvieron un número de aplicaciones menor en comparación con las otras tecnologías.

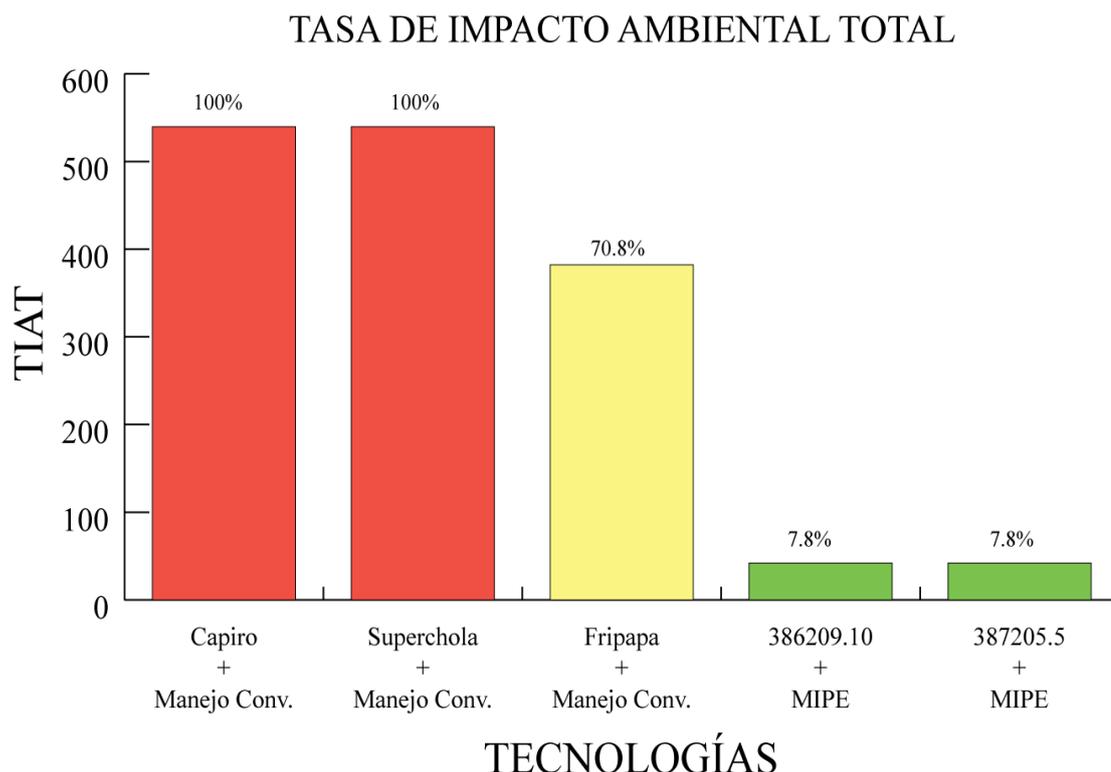


Gráfico 9.- Tasa de Impacto Ambiental Total (TIAT) de cinco tecnologías de producción de papas. Píllaro-Tungurahua, 2009.

Se han realizado varios estudios para determinar la magnitud de la contaminación ambiental global y local, producto de la actividad agrícola intensiva, fundamentalmente del uso de agroquímicos. Los resultados obtenidos reflejan un alto nivel de contaminación no sólo del ambiente, sino en lo seres humanos, lo que manifiesta en enfermedades, destrucción de flora, fauna y de los recursos disponibles (Enkerlin et al., 1997; Zamora et al., 1994).

Los efectos de la salud de los agricultores se deben al uso inadecuado de los pesticidas, lo que se pudo constatar con las tecnologías que presentaron un TIA elevado derivado del número de aplicaciones de pesticidas altamente tóxicos. Estudios realizados identifican los peligrosos efectos de los pesticidas en la salud de las personas y los relacionados con el uso de pesticidas (Isaza, 1998).

4.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUELO.

La variable evaluada fue el conteo de poblaciones en cada muestra expresada como unidad formadora de colonias por gramos de suelo seco (UFC/gss). Para el

análisis estadístico se utilizó análisis de variancia para cada grupo de microorganismos.

En análisis de variancia realizado para las poblaciones de bacterias determinó significancia estadística en la interacción E X T lo que indica que las poblaciones de bacterias en cada época están influenciadas por las tecnologías de cultivo de papa, que era la hipótesis lógica que esperábamos antes del estudio. El promedio general fue de 963167 UFC/gss; el coeficiente de variación fue de 39.7 % que es normal en este tipo de investigaciones. El R-cuadrado indica que apenas el 66% de la variabilidad de la información es explicada con el modelo estadístico utilizado.

CUADRO 24.- ADEVA PARA POBLACIONES DE BACTERIAS (UCF/gss) DE TECNOLOGÍAS Y TESTIGOS EN TRES MUESTREOS EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPAS. PÍLLARO, 2009

Fuente de Variación	GL^a	CM^b	
Total	35		
Repetición	3	222486833333	ns
Época (E)	2	758318083333	*
Tecnología (T)	3	30892138889	ns
E X T	6	544106377315	*
Error	21	145913476190	
C. V ^c %:		39.66	
Promedio UFC/gss:		963166.7	
R-Cuadrado:		0.66	

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios

c= Coeficiente de variación

*= Significativo al 5%

La significancia de la interacción permite realizar un análisis de efectos simples ya que los factores principales por separado son irrelevantes. En el CUADRO 25 se observa que las poblaciones de bacterias son diferentes en cada

tecnología con un nivel del 1% en el muestreo realizado durante el cultivo. Para los muestreos realizados antes y después del cultivo las tecnologías no fueron diferentes estadísticamente en el conteo de poblaciones de bacterias.

Para las épocas con significancia estadística se realizan pruebas de Tukey para separar los promedios CUADRO 26

CUADRO 25.- ANÁLISIS DE EFECTOS SIMPLES PARA LA POBLACIÓN DE BACTERIAS (UCF/gss) DEL FACTOR TECNOLOGÍAS SEPARADAS POR ÉPOCA DE MUESTREO. PÍLLARO, 2009.

Época de muestreo	GL ^a	CM ^b	
Antes	3	9747000000	ns
Durante	3	774220895833	**
Después	3	421792895833	ns

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios

CUADRO 26.- PROMEDIOS Y RANGO DE TUKEY (5%) DE LAS POBLACIONES DE BACTERIAS (UCF/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA EN TRES MUESTREOS DE SUELO. PÍLLARO, 2009.

Tecnología	Antes	Durante	Tukey5 %	Después	
Superchola Testigo	617125	1577250	a	825500	
Superchola Manejo Conv.	617125	1478500	a	453000	
CIP 386209.10 MIPE	788125	1138500	a	b	689000
CIP 386209.10 Testigo	788125	602500		b	1227750

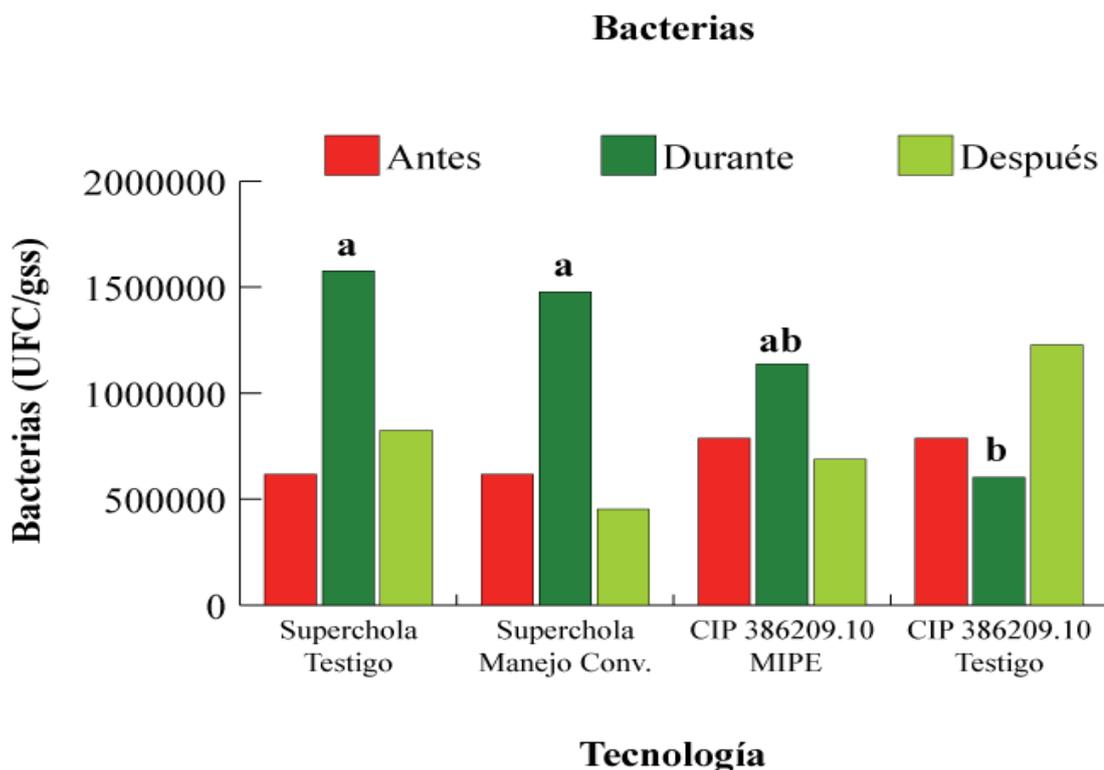


Gráfico 10.- Promedios y Rango de Tukey (5%) de las poblaciones de bacterias (UCF/gss) de tecnologías de producción de papa en tres muestreos de suelo. Pillaro, 2009.

En el Gráfico 10 se observa que en el muestreo realizado antes del cultivo las poblaciones de bacterias son muy parecidas dentro de cada tecnología y esto es lógico pues las parcelas y los suelos de los mismos todavía no habían estado expuestos a ningún pesticida ni labor.

Durante el cultivo es donde se observa una diferenciación estadística; En Superchola el testigo presenta mayores poblaciones frente a las parcelas con manejo convencional (alto uso de pesticidas) aunque estadísticamente comparten un rango y los promedios son similares.

El clon CIP 386209.10 en general presenta promedios inferiores a Superchola pero en las parcelas MIPE estadísticamente son similares ya que comparten el primer rango; las parcelas testigo del clon CIP 386209.10 son las que menores promedios presentan aunque se debe agregar que los niveles observados son similares a los observados en todas las parcelas antes del cultivo y diríamos que son “normales”.

Después del cultivo se observa que los promedios no son estadísticamente diferentes aunque se puede apreciar claramente que las parcelas testigo (que no recibieron pesticidas) de Superchola y CIP 386209.10 presenta mayores poblaciones que las parcelas que recibieron pesticidas. Igualmente los promedios del clon CIP 386209.10 son mayores que Superchola y esto es lo que esperábamos observar ya que la proporción de pesticidas utilizados en Superchola fue mayor y afecta negativamente reduciendo las poblaciones de bacterias.

Este hallazgo se contradice con lo afirmado por Norton en 1998 (Norton, 1998), quien menciona que los cambios físicos y químicos del suelo causados por la aplicación de pesticidas no alteran la composición bacteriana del suelo.

CUADRO 27.- ADEVA PARA POBLACIONES DE HONGOS (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS Y TESTIGOS EN TRES MUESTREOS EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.

Fuente de Variación	GL ^a	CM ^b	
Total	35		
Repetición	3	483833249	ns
Época (E)	2	1062475297	ns
Tecnología (T)	3	566187330	ns
E X T	6	593122410	ns
Error	21	632746022	
C. V ^c %		129.71	
Promedio UFC/gss		19393.42	
R-Cuadrado		0.47	

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios

c= Coeficiente de variación.

En análisis de varianza realizado para las poblaciones de hongos determinó no significancia estadística en la interacción E X T lo que indica que las poblaciones de hongos en cada época de muestreo no están influenciadas por las tecnologías de cultivo de papa. El promedio general fue de 19393.42 UFC/g; el coeficiente de

variación fue de 129.71 el R-cuadrado indica que apenas el 47% de la variabilidad de la información es explicada con el modelo estadístico realizado

Al no haber diferencia estadística en el conteo de poblaciones de hongos para los muestreos realizados antes, durante y después del cultivo se reporta los promedios por separado es decir para épocas (CUADRO 28) y tecnologías (CUADRO 29)

CUADRO 28.- PROMEDIO DE POBLACIONES DE HONGOS (UFC/gss) EN TRES ÉPOCAS DE MUESTREO DE SUELO. PÍLLARO, 2009.

Época de muestreo	Promedio (UFC/gss)
Antes	5400
Durante	13758
Después	28528

En el Gráfico 11 se observa que en el muestreo realizado antes del cultivo las poblaciones de hongos son bajas esto es normal pues los suelos de los mismos todavía no habían estado expuestos a ningún fertilizante y labor

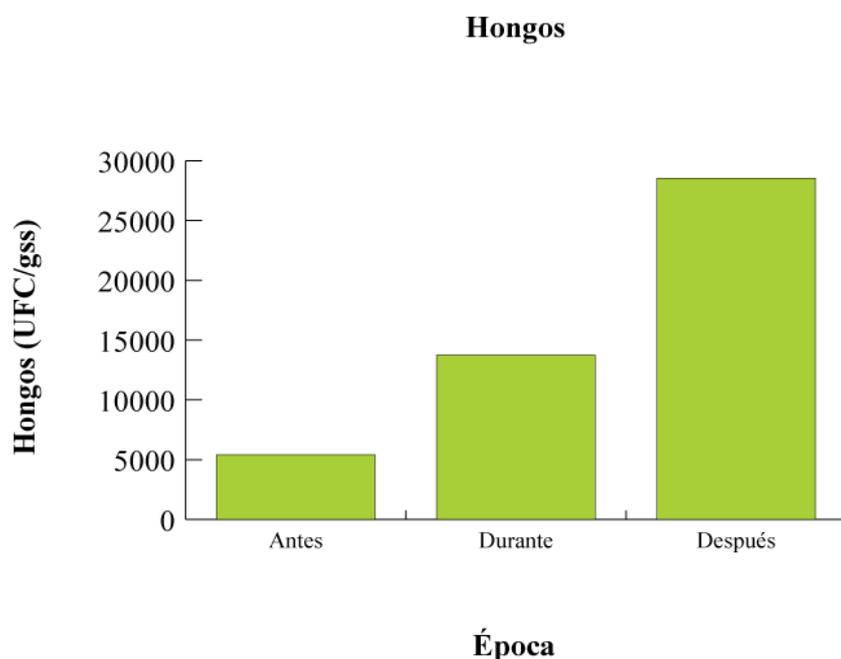


Gráfico 11.- Promedios de las poblaciones de hongos (UFC/gss) en tres épocas de muestreo de suelo. Píllaro, 2009.

Durante y Después del cultivo hay un incremento en las poblaciones de hongos posiblemente debido a que la aplicación de fertilizantes químicos cambia la cantidad y diversidad fúngica como resultado de la acidificación y/o de la adición de nutrientes orgánicos (Sánchez. J)

CUADRO 29.- PROMEDIO DE POBLACIONES DE HONGOS (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.

Tecnología	Promedio
Superchola Manejo Conv.	37259
Superchola Testigo	17276
CIP 386209.10 Testigo	15600
CIP 386209.10 MIPE	7439

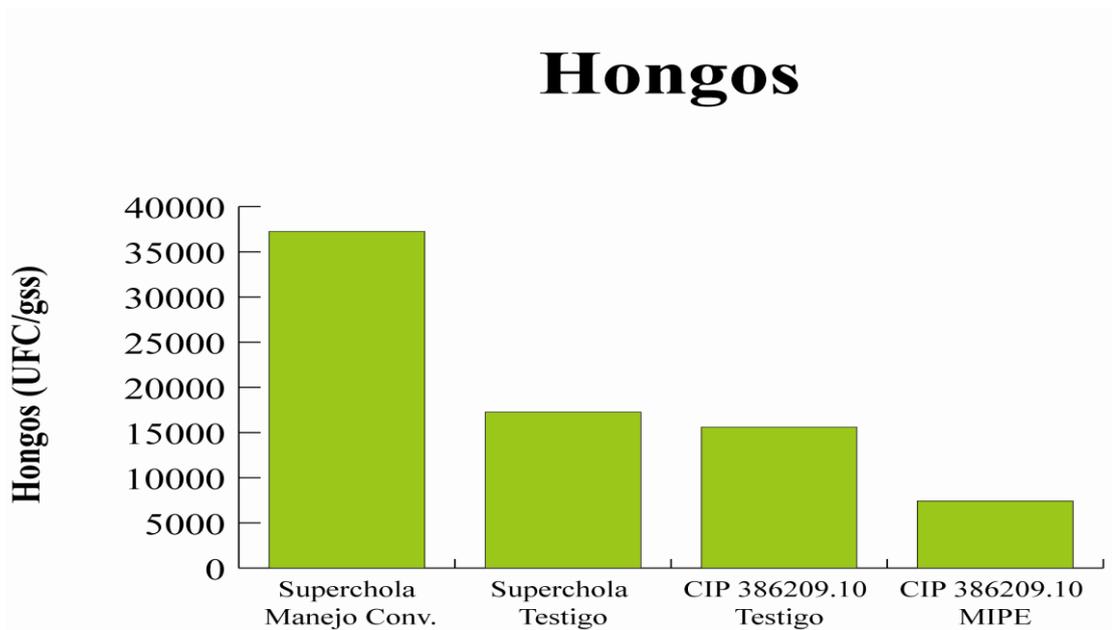
Debemos tomar en cuenta que después del cultivo quedan residuos vegetales y estos son aprovechados por los hongos quienes son los principales agentes de la mineralización de materia orgánica en ambientes ácidos, los hongos aportan mas del 50% de la biomasa en el suelo, en principio por el diámetro de sus filamentos y extensa red que generalmente predominan en el lecho de descomposición en los estratos orgánicos de suelos (Área de Edafología y Química Agrícola Facultad de Ciencias, 2006).

En el Gráfico 12 se puede observar que la Tecnologías Superchola Manejo convencional tiene la población más alta de hongos, y se debe a que se realizó aplicación de fertilizantes químicos antes y durante el cultivo (2021 Kg/ha), mientras que las Tecnologías Superchola Testigo y CIP 386209.10 Testigo la única aplicación de fertilizante químico que se realizó fue al momento de la siembra y durante todo el ciclo del cultivo no se realizó otra aplicación de fertilizante químico.

La tecnología CIP 386209.10 MIPE se aplicó el 75% del fertilizante químico al momento de la siembra por ser un clon precoz.

El tratamiento con Fertilizante químico que contengan sales de amonio cambia la concentración de hongos ya que los mismos estimulan la oxidación

microbiana de compuestos de nitrógeno favoreciendo la formación de ácido nítrico; la frecuente aplicación de Fertilizante químico como el amonio induce el crecimiento de los hongos, reduce el número de bacterias y actinomicetos (Sánchez. J).



Tecnologías de producción de papa

Gráfico 12.- Promedios de poblaciones de hongos (UFC/gss) de tecnologías de producción de papa. Píllaro, 2009.

Algunos hongos pueden también producir sustancias con estructura química semejante a la de varios carbohidratos que se extraen de la materia orgánica del suelo. Además este grupo realiza gran número de transformaciones inorgánicas e influye sobre la formación de agregados estables mediante la penetración de sus hifas y uniendo mecánicamente las partículas del suelo.(Sánchez. J).

En el análisis de varianza realizado para las poblaciones de actinomicetos (CUADRO 30) determinó significancia estadística en la interacción E X T lo que indica que las poblaciones de actinomicetos en cada época están influenciadas por las tecnologías de cultivo de papa.

El promedio general fue de 14360222 UFC/gss; el coeficiente de variación fue de 32.76%. El R-cuadrado indica que el 83% de la variabilidad de la información es explicada con el modelo estadístico utilizado.

CUADRO 30.- ADEVA PARA POBLACIONES DE ACTINOMICETES (UFC/gss) EN TRES MUESTREOS DE SUELO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.

Fuente de Variación	GL ^a	CM ^b	
Total	35		
Repetición	3	1.3914865 x 10 ¹⁴	**
Época (E)	2	7.9016105 x 10 ¹⁴	**
Tecnología (T)	3	1.7976205 x 10 ¹³	ns
E X T	6	6.0897991 x 10 ¹³	*
Error	21	2.2136908 x 10 ¹³	
C. V ^c %:		32.76	
Promedio UFC/gss:		14360222	
R-Cuadrado:		0.83	

b= Cuadrados medios

c= Coeficiente de variación

*= Significativo al 5%

**= Significativo al 1%

La significancia de la interacción permite realizar un análisis de efectos simples ya que los factores principales por separado son irrelevantes.

En el (CUADRO 31) se observa que las poblaciones de actinomicetos son diferentes en cada tecnología con un nivel del 1% únicamente en el muestreo realizado a mitad del cultivo. Para los muestreos realizados antes y después del cultivo las tecnologías no fueron diferentes estadísticamente en el conteo de las poblaciones de actinomicetos.

Para las épocas con significancia estadística se realizan pruebas de Tukey para separar los promedios de las tecnologías.

CUADRO 31.- ANÁLISIS DE EFECTOS SIMPLES PARA LAS POBLACIONES DE ACTINOMICETES (UFC/gss) DEL FACTOR TECNOLOGÍAS SEPARADAS POR ÉPOCAS DE MUESTREO. PÍLLARO 2009.

Época de muestreo	GL ^a	CM ^b	
Antes	3	2.0389847 x 10 ¹³	ns
Durante	3	1.7049811 x 10 ¹⁴	**
Después	3	9.0732396 x 10 ¹²	ns

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios.

CUADRO 32.- PROMEDIOS Y RANGOS DE TUKEY (5%) DE LAS POBLACIONES DE ACTINOMICETES (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA EN TRES MUESTREOS DE SUELO. PÍLLARO, 2009.

Tecnología	Antes	Durante	Tukey5 %	Después
CIP 386209.10 + MIPE	5444000	27672500	a	10700000
Superchola Testigo	13265000	23200000	b	7167500
CIP 386209.10 Testigo	5444000	21617500	c	9190000
Superchola Manejo Conv.	13265000	12155000	d	8185000

En el Gráfico 13 se observa que el muestreo realizado antes del cultivo las poblaciones de actinomicetos son estadísticamente similares dentro de cada tecnología pues las parcelas y los suelos de los mismos todavía no estaban expuestos a ningún tipo de labor. Durante el cultivo es donde se observa una diferencia estadística.

El clon CIP 386209.10 MIPE presenta mayores poblaciones frente a la parcela testigo (sin aplicaciones de pesticidas), y posiblemente se debe a las aplicaciones de fosfitos y de fertilizante químicos, ya que los actinomicetes para su desarrollo necesitan fuentes de carbono simples y complejas, fuentes de nitrógeno, amonio, nitrato, aminoácidos y un gran número de proteínas (Franco, 2008), hay que tomar en cuenta que en la fase de campo llevada a cabo se realizaron labores

culturales, es decir se aplicaron fertilizantes que contenían gran cantidad de nitrógeno.

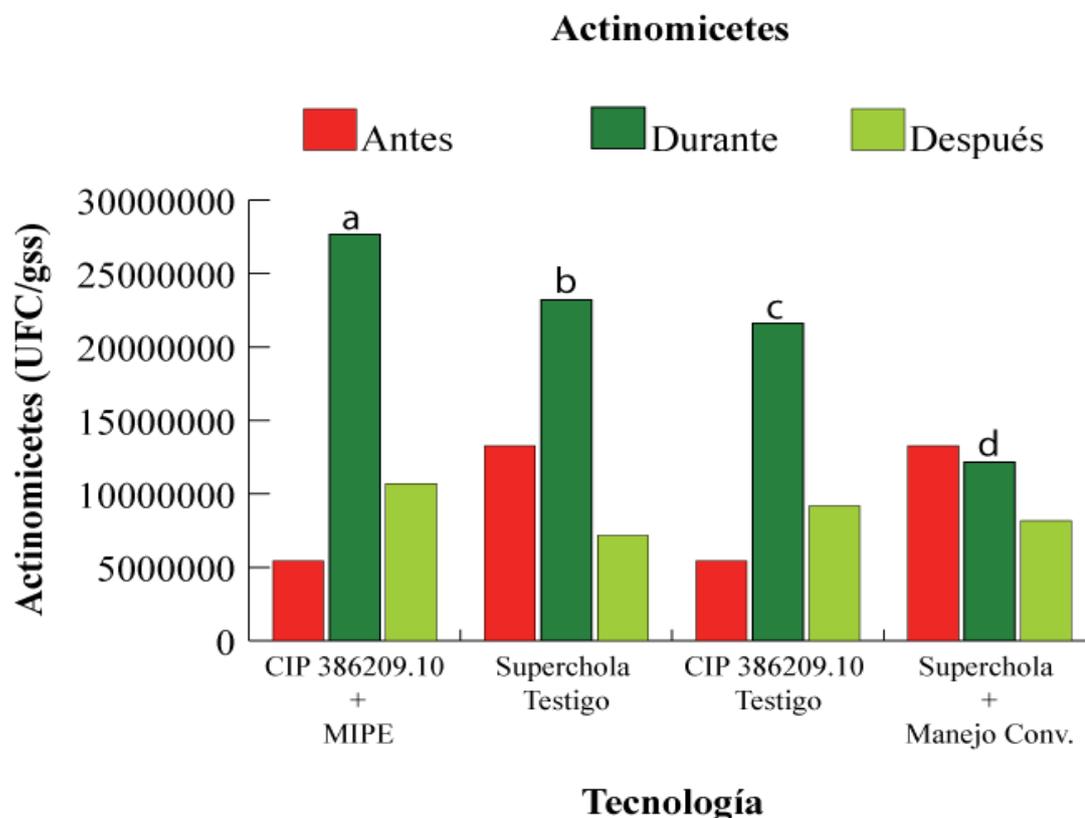


Gráfico 13.- Promedios y Rangos de Tukey (5%) de las poblaciones de actinomicetes (UFC/gss) de tecnologías de producción de papa en tres muestreos de suelo. Píllaro, 2009.

La tecnología Superchola Manejo convencional en general presenta promedios inferiores. Tal vez se debe a la numerosa aplicación de pesticidas altamente tóxicos realizados durante el cultivo (12).

Después del cultivo se observa que los promedios no son estadísticamente diferentes, si observamos que en la Tecnología Superchola manejo convencional la población de actinomicetes es muy baja y posiblemente se deba a los residuos de pesticidas que se encuentran en el suelo; (Franco, 2008), menciona que los actinomicetes presentan poca resistencia a los antimicrobianos y son sensibles a los antifúngicos

CUADRO 33.- ADEVA PARA POBLACIONES DE CELULOLÍTICOS (UFC/gss) EN TRES MUESTREOS DE SUELO EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.

Fuente de Variación	GL ^a	CM ^b	
Total	35		
Repetición	3	818737281250	ns
Época (E)	2	3.2915592 x 10 ¹³	**
Tecnología (T)	3	1.7522985 x 10 ¹³	**
E X T	6	1.7323011 x 10 ¹³	**
Error	21	1.8275475 x 10 ¹²	
C. V ^c %:		26.67	
Promedio UFC/gss:		5068639	
R-Cuadrado:		0.85	

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios

c= Coeficiente de variación

**= Significativo al 1%

En análisis de variancia para las poblaciones de celulolíticos determinó alta significancia estadística en la interacción E X T lo que indica que las poblaciones de celulolíticos en cada época están influenciadas por las tecnologías de cultivo de papa. El promedio general fue de 5068639 UFC/gss; el coeficiente de variación fue de 26.67%. El R-cuadrado indica que el 85% de la variabilidad de la información se explica con el modelo estadístico utilizado.

La alta significancia de la interacción permite realizar un análisis de efectos simples ya que los factores principales por separado son irrelevantes. En el CUADRO 34 se observa que las poblaciones de celulolíticos son diferentes en cada tecnología con un nivel de 5% en el muestreo realizado antes del cultivo. Para los muestreos realizados durante y después del cultivo las tecnologías fueron diferentes en cada tecnología con un nivel del 1% en el conteo de poblaciones de celulolíticos. Se realizan pruebas de Tukey para separar los promedios de las tecnologías.

CUADRO 34.- ANÁLISIS DE EFECTOS SIMPLES PARA LAS POBLACIONES DE CELULOLÍTICOS (UFC/gss) DEL FACTOR TECNOLOGÍAS SEPARADAS POR ÉPOCAS DE MUESTREO. PÍLLARO, 2009.

Época de muestreo	GL ^a	CM ^b	
Antes	3	8.731308 x 10 ¹²	*
Durante	3	3.2153784 x 10 ¹³	**
Después	3	9.8610731 x 10 ¹²	**

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios.

CUADRO 35.- PROMEDIOS Y RANGOS DE TUKEY (5%) DE LAS POBLACIONES DE CELULOLÍTICOS (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA EN TRES MUESTREOS DE SUELO. PÍLLARO, 2009.

Tecnología	Tukey 5		Tukey 5		Tukey 5%
	Antes	%	Durante	%	
Superchola Manejo C.	7895000	a	8664750	b	4380000 b
Superchola Testigo	7895000	a	9169000 a		1460750 d
CIP 386209.10 MIPE	2777000	b	4081500	c	3485000 c
CIP 386209.10 Testigo	2777000	b	3958250	d	5082500 a

En el Gráfico 14 se observa que existe mayor cantidad de población de celulolíticos en las parcelas Superchola frente a las parcelas de los clones CIP 386209.10 y en cada variedad el testigo es igual a la tecnología, es decir antes del cultivo la tecnología no afectan las poblaciones de celulolíticos, talvez se debe a que la mayor actividad de los microorganismos se realiza desde la superficie del suelo hasta unos 20 centímetros de profundidad. (Delgado, 2006). Durante el cultivo se observa un incremento en las poblaciones de celulolíticos de cada tecnología, siendo la Tecnología Superchola testigo con mayor población de celulolíticos posiblemente se debe a que no se hicieron aplicaciones de fertilizantes ni pesticidas altamente

tóxicos, es decir, no hay alteraciones en el ecosistemas natural de los celulolíticos, Mientras que la Tecnología Superchola Manejo convencional también tiene un numero alto de poblaciones de actinomicetos y se puede deber a que al momento de la siembra y durante todo el ciclo del cultivo se aplicó fertilizante químico y se realizó aplicaciones de pesticidas tóxicos (Fosfitos).

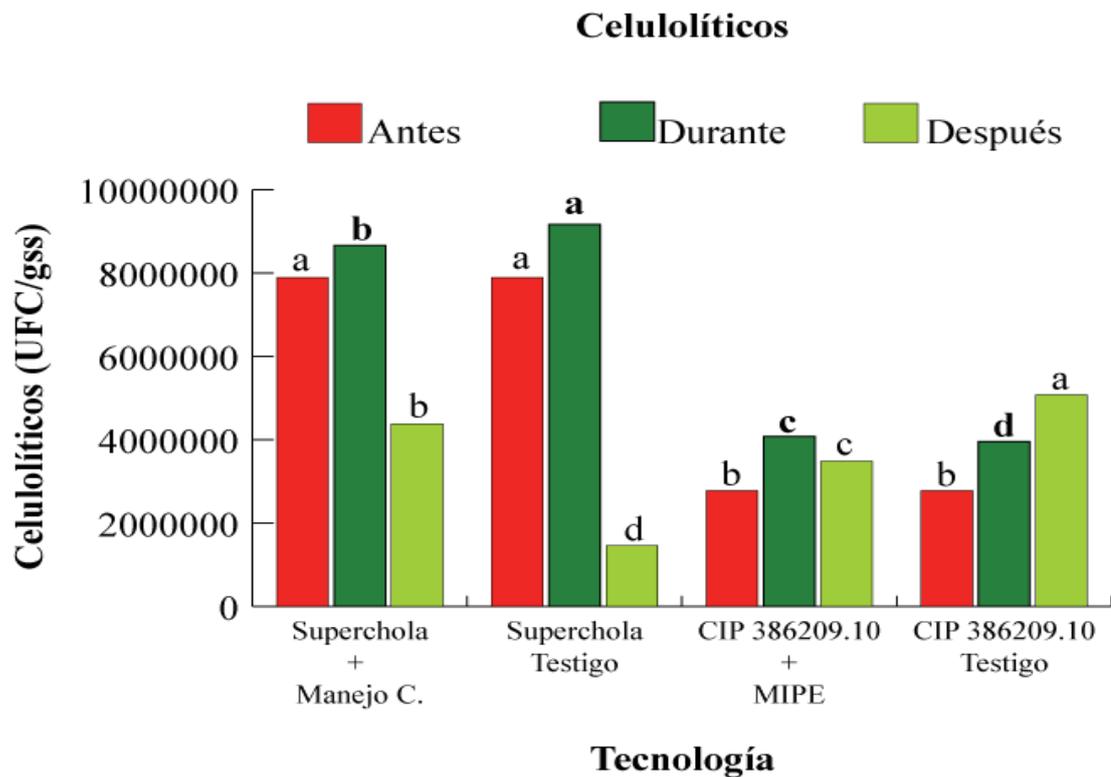


Gráfico 14.- Promedios y Rangos de Tukey (5%) de las poblaciones de celulolíticos (UFC/gss) de Tecnologías de producción de papa en tres muestreos de suelo. Píllaro, 2009

Después del cultivo se observa que el clon CIP 386209.10 testigo presenta mayor población de celulolíticos, talvez se debe a que algunos celulolíticos producen antibióticos que regulan los patógenos de las plantas que están en el suelo (Delgado, 2006). La Tecnología Superchola testigo la población de celulolíticos disminuye, como era de esperarse ya que en estas parcelas no se realizaron ningún tipo de aplicaciones, ya que para la actividad y desarrollo de los celulolíticos están asociados a la disponibilidad de los substratos a transformar (Delgado, 2006), mientras que Superchola manejo convencional y CIP 386209.10 MIPE tienen poblaciones de

celulolíticos casi similares y posiblemente se debe a los residuos de la alta aplicación de pesticidas que se realizó durante todo el cultivo.

CUADRO 36.- ADEVA PARA POBLACIONES DE SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO (UFC/gss) EN TRES MUESTREOS DE SUELO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.

Fuente de Variación	GL ^a	CM ^b	
Total	35		
Repetición	3	52080781250	ns
Época (E)	2	324482848958	*
Tecnología (T)	3	3477454861.1	ns
E X T	6	61012049769	ns
Error	21	81332519345	
C. V ^c %:		55.58	
Promedio UFC/gss:		513083	
R-Cuadrado:		0.4	

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios

c= Coeficiente de variación

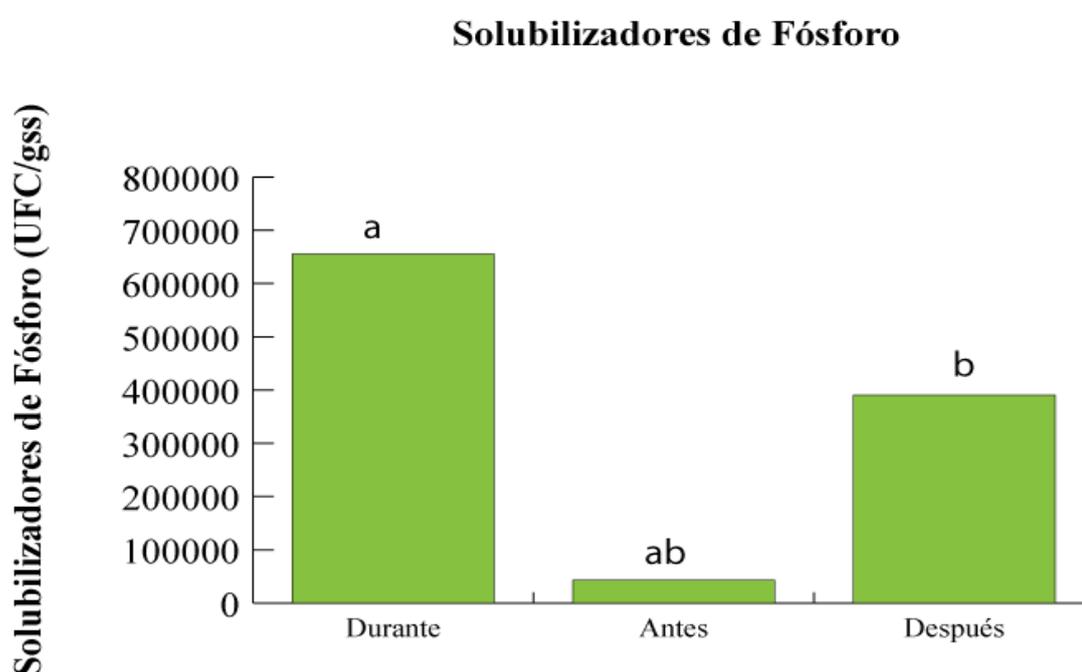
*= Significativo al 5%.

En análisis de varianza realizado para las poblaciones de solubilizadores de fósforo determinó no significancia estadística en la interacción E X T lo que indica que las poblaciones de solubilizadores de fósforo en cada época de muestreo no están influenciadas por las tecnologías de cultivo de papa. El promedio general fue de 513083 UFC/g; el coeficiente de variación fue de 55.58 el R-cuadrado indica que apenas el 40% de la variabilidad de la información es explicada con el modelo estadístico realizado.

Se observa que para la fuente de variación Épocas hay significancia estadística al 5%, por lo que se realizará una prueba de Tukey y reportar sus promedios.

CUADRO 37.- PROMEDIOS Y RANGOS DE TUKEY (5%) DE LAS POBLACIONES DE SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO (UFC/gss) EN TRES ÉPOCAS DE MUESTREO DE SULEO. PÍLLARO, 2009.

Época de muestreo	Promedio (UFC/gss)	Tukey 5%	
Durante	655313	a	
Antes	43300	a	b
Después	390875		b



Épocas de muestreo de suelo

Gráfico 15.- Promedios y Rangos de Tukey (5%) de las poblaciones de solubilizadores de fósforo (UFC/gss) en tres épocas de muestreo de suelo. Píllaro, 2009.

En el Gráfico 15 se observa que en el muestreo realizado antes del cultivo las poblaciones de solubilizadores de fósforo son muy bajas esto es normal pues los suelos de los mismos todavía no habían estado expuestos a ningún tipo de labor posiblemente se debe a que la mayor parte del fósforo presente en los suelos no es aprovechable por las plantas, debido a su baja solubilidad (Olvera & Pacheco). Durante el cultivo es donde se observa un incremento de la población de

solubilizadores de fósforo, talvez se debe a que durante el desarrollo del cultivo se realizó aplicaciones de fertilizantes químico así como también se realizó aplicaciones de fosfitos. (Navarro & Navarro, 2003), menciona que, aún cuando el fósforo es añadido como fertilizante, rápidamente es fijado en el suelo en forma insoluble y asimilado lentamente por las plantas, Después del cultivo se observa que la población de solubilizadores de fósforo disminuye en poca cantidad y tal vez se debe a que los seres vivos (plantas y animales) al morir restituyen los compuestos de fósforo al suelo y al agua por el proceso de descomposición, los compuestos liberados son otra vez aprovechados por las plantas para reiniciar el ciclo (Elergonomista, 2005).

CUADRO 38.- PROMEDIOS DE POBLACIONES DE SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA. PÍLLARO, 2009.

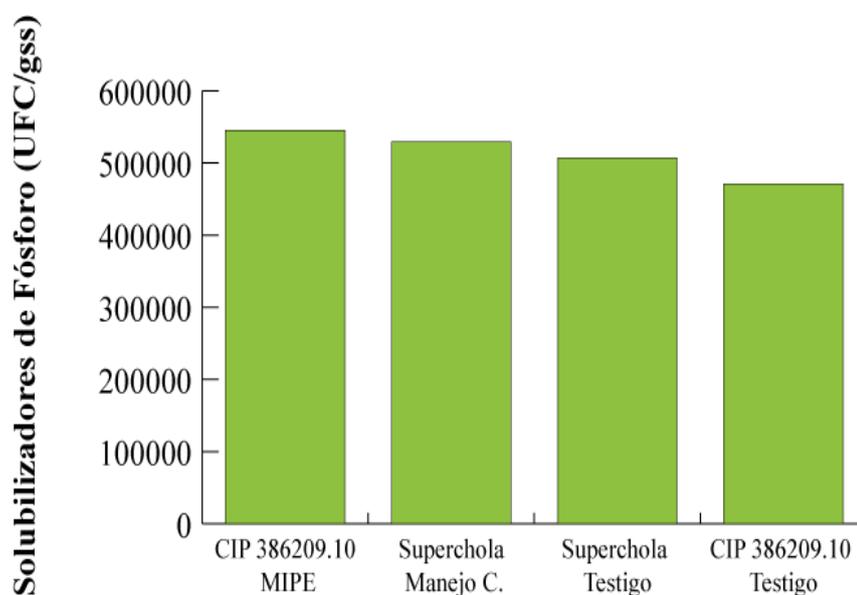
Tecnología	Promedio (UFC/gss)
CIP 386209.10 MIPE	545333
Superchola Manejo C.	529222
Superchola Testigo	507000
CIP 386209.10 Testigo	470778

En el Gráfico 16 se observa que las tecnologías CIP 386209.10 MIPE y Superchola Manejo convencional tiene la mayor población de solubilizadores de fósforo, talvez de debe a que se realizó aplicaciones de fertilizantes químico y de Fosfitos durante todo el ciclo del cultivo.

Mientras que en las tecnologías Superchola Testigo y el Clon CIP 386209.10 Testigo se observa que desminuye en poca cantidad la población de solubilizadores de fósforo posiblemente se debe a que en las parcelas no se realizaron aplicaciones de fertilizantes, ya que, el proceso de mineralización se encuentra en relación con la degradación de la materia orgánica por los microorganismos y las situaciones que favorecen esta degradación: un sustrato carbonado degradable y la presencia de nitrógeno (Elergonomista, 2005), motivo por el cual la planta solo absorbe el fósforo presente en el suelo. Mientras que (González, 2008) menciona, la alta capacidad

solubilizadora es llevada adelante a través de diferentes estrategias según se trate del fósforo orgánico o del fósforo inorgánico del suelo..

Solubilizadores de Fósforo



Tecnologías de producción de papa

Gráfico 16.- Promedios de poblaciones de solubilizadores de fósforo (UFC/gss) de tecnologías de producción de papa. Píllaro, 2009.

En el primer caso las bacterias generan enzimas del tipo fosfatasa que hidrolizan los enlaces orgánicos fosfatados liberando aniones fosfato a la solución del suelo de donde los microorganismos y las raíces de las plantas se nutren.

En el caso del fósforo inorgánico su solubilización es lograda por las bacterias a través de la producción de ácidos orgánicos como el ácido glucónico que libera fosfatos y cationes de Ca^{++} , Fe^{++} y Al^{++} a la solución del suelo.

En análisis de variancia para las poblaciones de fijadores de nitrógeno determinó alta significancia estadística en la interacción E X T lo que indica que las poblaciones de fijadores de nitrógeno en cada época están influenciadas por las tecnologías de cultivo de papa.

El promedio general fue de 1850.69 UFC/gss; el coeficiente de variación fue de 18.21%. El R-cuadrado indica que el 99% de la variabilidad de la información se explica con el modelo estadístico utilizado

CUADRO 39.- ADEVA PARA LAS POBLACIONES DE FIJADORES DE NITRÓGENO (UCF/gss) DE TECNOLOGÍAS Y TESTIGOS EN TRES MUESTREOS EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA PRODUCCIÓN DE PAPAS. PÍLLARO, 2009.

Fuente de Variación	GL ^a	CM ^b	
Total	35		
Repetición	3	112352.9	ns
Época (E)	2	275034563.6	**
Tecnología (T)	3	91265926	**
E X T	6	63029053	**
Error	21	113633	
C. V ^c %:		18.21	
Promedio UFC/gss:		1850.69	
R-Cuadrado:		0.99	

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios

c= Coeficiente de variación

**= Significativo al 1%.

La alta significancia de la interacción permite realizar un análisis de efectos simples ya que los factores principales por separado son irrelevantes.

En el CUADRO 40 se observa que las poblaciones de fijadores de nitrógeno son diferentes en cada tecnología con un nivel de 1% en el muestreo realizado antes del cultivo. Para los muestreos realizados durante y después del cultivo las tecnologías no fueron diferentes estadísticamente en el conteo de poblaciones de fijadores de nitrógeno.

Para la época con significancia estadística se realizan pruebas de Tukey para separar los promedios de las tecnologías.

CUADRO 40.- ANÁLISIS DE EFECTOS SIMPLES PARA LA POBLACIÓN DE FIJADORES DE NITRÓGENO (UFC/gss) DEL FACTOR TECNOLOGÍAS SEPARADOS POR ÉPOCA DE MUESTREO. PÍLLARO, 2009.

Época de muestreo	GL ^a	CM ^b	
Antes	3	1140083333	**
Durante	3	185868	ns
Después	3	4318416667,00	ns

a= Grados de libertad

b= Cuadrados medios.

CUADRO 41.- PROMEDIOS Y RANGO DE TUKER (5%) DE LAS POBLACIONES DE FIJADORES DE NITRÓGENO (UFC/gss) DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA EN TRES MUESTREOS DE SUELO. PÍLLARO, 2009.

Tecnología	Antes	Tukey5 %	Durante	Después
Superchola Manejo Conv.	25000	a	178.75	10.5
Superchola Testigo	25000	a	525	2.25
CIP 386209.10 + MIPE	4500	b	387.5	74.75
CIP 386209.10 Testigo	4500	b	687.5	40

En el Gráfico 17 se observa que el muestreo realizado antes del cultivo las tecnologías Superchola frente a las Clones CIP 386209.10 presenta las mayores poblaciones de fijadores de nitrógeno estadísticamente comparten un mismo rango y los promedios son iguales. El clon CIP 386209.10 en general presenta promedios inferiores pero estadísticamente son similares ya que comparten el segundo rango, es decir que antes del cultivo la tecnología no afecta la población de fijadores de nitrógeno, tal vez se debe que al momento de la siembra se realizó la fertilización con químicos ricos en nitrógeno, y las plantas obtienen el nitrógeno principalmente del suelo luego del proceso de conversión del N-orgánico (mineralización) pasando a amonio, luego a nitrito y posteriormente a nitrato NO₃⁻ (N-inorgánico). La concentración de nitrato presente en el suelo depende de la disponibilidad de material carbonáceo susceptible a la descomposición (Ciclo del Nitrógeno, 2007).

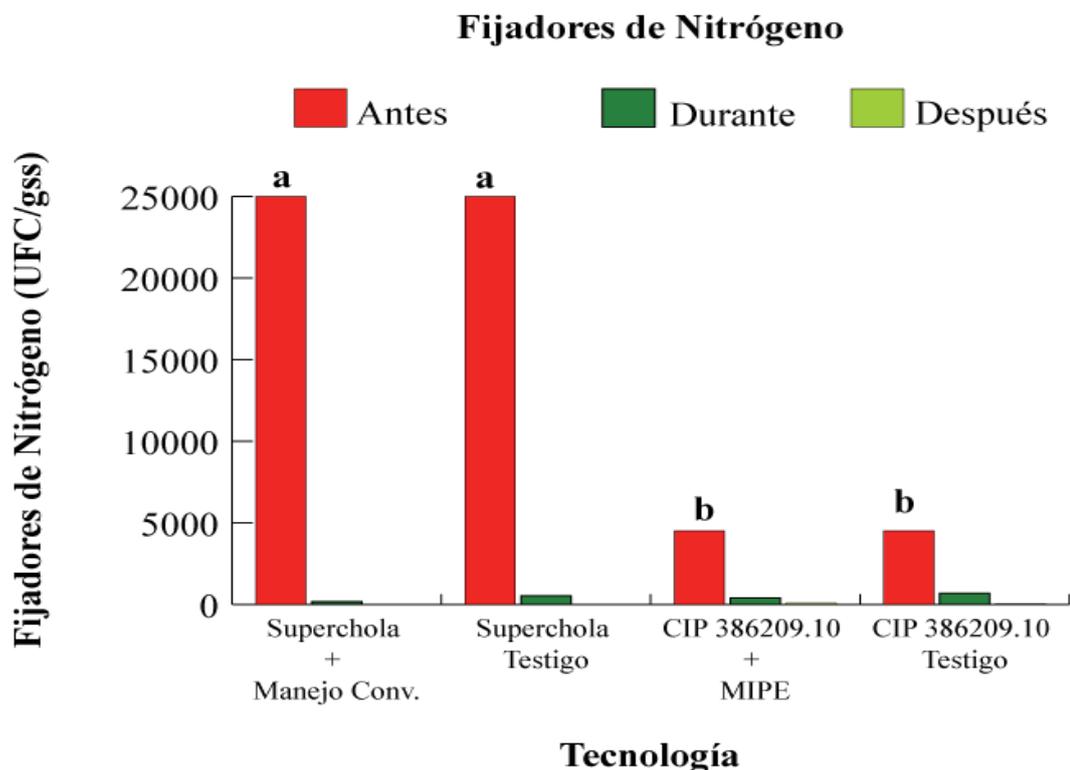


Gráfico 17.- Promedios y Rangos de Tukey (5%) de las poblaciones de fijadores de nitrógeno (UFC/gss) de Tecnologías de producción de papa en tres muestreos de suelo. Píllaro, 2009.

Durante el cultivo se observa que la población de fijadores de nitrógeno disminuye considerablemente quedando en una población del 3% y posiblemente se debe a que el amonio y el nitrato son sustancias extremadamente solubles, que son arrastradas fácilmente por la escorrentía y la infiltración, sin olvidarnos que las bacterias nitrificantes son la fuente primaria del suministro de nitrógeno atmosférico a las plantas para llevar a cabo sus funciones.

Algunas bacterias, actinomicetos y algas verde azules (cianofíceas) reducen el nitrógeno atmosférico a nitrógeno amoniacal y lo incorporan al suelo.

Entre los géneros de bacterias aerobias nitrofixadoras están *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Azomonas*, y *Oscillatoria* son capaces de fijar el nitrógeno (Wikipedia la enciclopedia libre, 2005). Después del cultivo la población de fijadores de nitrógeno se pierde en su totalidad y tal vez se debe a los residuos de pesticidas tóxicos presentes en el suelo, y ha su vez hay que tomar en cuenta que no se realizaron fertilizaciones.

Mientras que (Delgado, 2006) menciona, que a mayor actividad de las nitro fijadoras se alcanza con una humedad adecuada en el suelo y con una fuente de carbono accesible como el material vegetal en descomposición (pajas, socas o subproductos de cosecha). Por esto siempre están acompañadas por bacterias celulolíticas que necesitan de alcoholes, azúcares o ácidos orgánicos que se los suministran otros microorganismos degradadores.

4.8 VARIABLES FENOLÓGICAS EVALUADAS

4.8.1 Días a la emergencia

Del CUADRO 42 para promedios de días a la emergencia se puede observar que la emergencia se encuentra en los 26 días después de la siembra en tanto que (Yáñez, 1999), reporta que las variedades I-Fripapa y Superchola emergieron a los 16 y 26 días respectivamente.

Tal diferencia se debe a que la semilla utilizada para la siembra de los clones fueron desbrotadas un día antes de la siembra, en tanto que, la semilla de las variedades utilizadas por Yáñez Navarrete presentaba una brotación normal.

4.8.2 Floración

Del CUADRO 42 para el promedio de días a la floración completa se puede observar que los datos presentados para los clones CIP 387205.5 y CIP 386205.5 se refiere a los días transcurridos desde la siembra hasta la aparición de la primera flor, a los 60 días después de la siembra, debido a que estos clones no presentan floración.

4.8.3 Inicio de la tuberización

Del CUADRO 42, para promedios para inicio de la tuberización se observa que la tuberización se inicia entre los 40 y 47 días después de la siembra. Este periodo debe tomarse muy en cuenta ya que el aporque de estos clones se debe realizar entre la cuarta y sexta semana para evita que los estolones se diferencien en tallo laterales, se corte con el aporque y disminuyen de está forma el rendimiento.

4.8.4 Largo del estolón

Del CUADRO 42, para el promedio del largo del estolón se observa que para los clones CIP 387205.5 y CIP 386205.5 está entre los 8 y 17cm, al iniciar la tuberización.

4.8.5 Altura de la planta

Del CUADRO 42, para el promedio de altura de las plantas se observa que para los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 presentan el tamaño correspondiente a 70 y 78 cm.

4.8.6 Senescencia

Del CUADRO 42, para el promedio de días a la senescencia, se puede observar que la senescencia inicia a los 90 días, con una duración a aproximada de 30 días. En tanto que Yánez (Yánez Navarrete, 1999), reportó que la variedad Friropa presenta la etapa de senescencia alrededor de los 140 días y Superchola a los 150 y 160 días.

4.8.7 Días a la cosecha

En el CUADRO 42, se puede observar que la investigación fenológica realizada a los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10, presentan un ciclo de 131 días a la cosecha mientras que en informes del CIP sobre los clones presentan un ciclo de 120 días; posiblemente se debió a las condiciones ambientales que influyeron en la senescencia del follaje y maduración del tubérculo.

CUADRO 42.- PROMEDIO DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS EVALUADAS DE CLONES PRECOCES Y RESISTENTES A *Phytophthora infestans*.

Clones	Días a la emergencia	Inicio de tuberización	Largo del estolón (cm)	Días a la floración completa	Altura de la planta (cm)	Senescencia	Días a la cosecha
CIP 387205.5	26	47	8	60	78	105	131
CIP 386209.10	26	46	17	60	70	105	131

V CAPÍTULO

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación podemos concluir que:

1. Las tecnologías que causan mayor impacto ambiental son las tecnologías de Diacol-Capiro y Superchola con manejo convencional, cuya tasa de impacto ambiental es la más alta 100%. Con la tecnología de I-Fripapa más manejo convencional se logra una reducción del impacto ambiental del 30%, mientras las tecnologías de los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 cultivadas con prácticas MIPE registraron el menor impacto ambiental con una reducción del 92.22% respectivamente. Por lo que se acepta la hipótesis alternativa, donde la menor TIA depende de la tecnología utilizada.
2. Las elevadas Tasas de Impacto Ambiental de las tecnologías Diacol-Capiro y Superchola con manejo convencional se atribuye principalmente a su ciclo de cultivo mayor a 150 días y a su elevada susceptibilidad a *Phytophthora infestans* entre las principales. La precocidad y la resistencia de los clones CIP junto a las prácticas MIPE producen un efecto totalmente contrario ya que permite reducir el número de aplicaciones y el uso de pesticidas menos tóxicos.
3. Desde el punto de vista económico la tecnología CIP 386209.10 con prácticas MIPE fue las más rentables por que incrementa la rentabilidad del productor, obteniendo así una TMR de 465.3%. Con el resto de tecnologías a pesar del incremento en los costos que varían no se logró superar los beneficios netos de la tecnología mencionada.
4. De acuerdo a los análisis microbiológico del suelo podemos manifestar el efecto negativo y en algunos casos positivos, causado por los plaguicidas sobre la población de microorganismos existentes en el suelo, como resultado de la

aplicación de pesticidas y la fertilización en el suelo tenemos una disminución o aumento de los microorganismos tanto benéficos y no benéficos provocando un cambio en la masa microbiológica del suelo.

5. El ciclo total del cultivo de papas de los clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10 es de 131 días se divide en: Fase vegetativa; brotación semilla desde la siembra hasta que el estolón mida 1cm es de 60 días, emergencia y desarrollo a los 26 días, inicio de tuberización a los 47 días; fase reproductivo, fin de floración y tuberización a los 60 días, Senescencia a los 105 días, maduración y fin del cultivo 131 días
6. La aplicación de pesticidas altamente tóxicas provoca a la larga grandes daños en la salud de los seres vivos, a los animales y sobre todo al medio ambiente. La utilización de nuevas tecnologías ha reducido en un 30% la aplicación de pesticidas tóxicos, así como también la rentabilidad del agricultor sube, y mejora su salud con la utilización de pesticidas menos tóxicos como son la utilización de fosfitos que causan menor impacto ambiental y no afecta a la salud de los seres vivos, y al medio ambiente.

5.2 RECOMENDACIONES.

1. Repetir la investigación en una zona productora de papas en donde se realizan grandes cantidades de aplicaciones de pesticidas altamente peligrosas como es la zona de Carchi, ya que poseen un contexto de clima, suelo y altitudes diferentes y así verificar los cambios en el impacto ambiental y en la composición microbiológica del suelo, para determinar con mayor claridad los efectos de los pesticidas sobre las poblaciones de los microorganismos.
2. Realizar una amplia difusión de las nuevas tecnologías alternativas entre los agricultores de la zona Píllaro, para reducir los impactos ambientales y mejorar sus ingresos.
3. La Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato junto con otros organismos que hacen investigación evalúen el impacto ambiental de otros cultivos considerados de riesgo (como tomate de carne, cebolla colorada o frutas, u otros en los que se aplique pesticidas) para que se pueda demostrar que el impacto ambiental generado por la tecnología convencional apoyada básicamente el control químico afecta al agricultor en lo económico, salud y en especial al medio ambiente.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Abella, F. (2008). Gusano Blanco: Una de las plagas mas importantes en el cultivo de la papa. El Labriego ed, Bayer Crop Science.
- Acevedo, E. (1995). Biología y manejo de la polilla guatemalteca de la papa.
- Alvarado, A. (1996). Historia del gusano blanco ochenta años en Colombia. Quito, EC.
- Área de Edafología y Química Agrícola Facultad de Ciencias. (2006). El suelo como hábitat. Microorganismos del suelo. Hongos.
- Azkue, M. (2000). LA FENOLOGÍA COMO HERRAMIENTA EN LA AGROCLIMATOLOGÍA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (CENIAP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (INIAP). 2009.
- Barona, D. (2009). Evaluación del Impacto Ambiental de Tecnologías para producción de papa (*Solanum tuberosum*) con alternativas al uso de plaguicidas peligrosos en Cutuglahua- Pichincha. In *Facultad de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Agronómica*, Universidad Central del Ecuador. Quito - Ecuador.
- Barrera, V., Escudero, L., Norton, G. & Jeffry, A. (2004). Encontrando salidas para reducir los costos y la exposición a plaguicidas en los productores de la papa: Experiencia de la intervención en la provincia del Carchi, Ecuador. primera edición ed, Quito - Ecuador.
- Barros, F. (2001). Comparación del Impacto Ambiental de diferentes programas de manejo fitosanitario en manzano. In *Facultad de Ciencias Agrícolas*, Vol. Ing. Agr., Universidad de Talca. Talca, CL, pp. 56.
- Benzing, A. (2001). *Agricultura orgánica: Fundamentos para la región andina*. Neekar-Verlag, Villingen-Schwenningen, DE.

- Brethour, C. & Weersink, A. (2001). An economic evaluation of the environmental benefits from pesticide reduction. *Agricultural Economics*(25), 219-226.
- Bues, R., Bussieres, P., Dadomo, M., Dumas, Y., Garcia-Pomar, M. & Lyannaz, J. (2004). Assesing the environmental impacts of pesticides used on processing tomato crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **102**, 155-162.
- CAREI. (2009). INIAP produce biopesticida para control de plaga en la papa. Ecuador.
- Centro Internacional de la Papa. (1996). Producción de tubérculos - semilla de papa Manual de capacitación CIP.
- Ciclo del Nitrógeno. (2007).
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1998). Manual Metodológico de evaluación económico: La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, Programa de economía, pp. 79.
- Cisneros, F. (1999). Marco conceptual del manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de plagas de los principales cultivos andinos*, Urubamba, PE. 35.
- Clark, M., Ferris, H., Klonsky, K., Lanini, W. & Van Bruggen, A. (1997). Agronomic, economic and environmental comparison of pest management in conventional and alternative tomato and corn systems in northern California. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **68**, 51-71.
- Colcha, E. (2008). Evaluación del Impacto Ambiental de tecnologías para producción de papa (*Solanum tuberosum*) con alternativas al uso de plaguicidas peligrosos en Tiazo San Vicente, Provincia de Chimborazo. In *Escuela de Ingeniería Agronómica*, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.
- Cole, D. & Mera-Orcés, V. (2003). Intoxicaciones por plaguicidas: Incidencias e Impacto económico, Ecuador.
- CORPOICA. (1997). Manejo Integrado del gusano blanco de la papa, pp. 13.

- Crissman, C., Cole, D. & Carpio, F. (1994). Uso de pesticidas y salud de los trabajadores agrícolas en la producción de papa en el Ecuador. In *Impactos del uso de plaguicidas en la salud, producción y medio ambiente en Carchi*, eds. CIP & INIAP, Vol. 76. Ambuqui, EC, pp. 593-597.
- Crissman, C., Espinosa, P. & Barrera, V. (2003). El uso de plaguicidas en la producción de papa en Carchi. In *Los plaguicidas: Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi*, eds. D. Yanggen, C. Crissman & P. Espinosa, CIP - INIAP. Quito, EC, pp. 9-42.
- Crissman, C., Espinosa, P., Ducrot, C., Cole, D. & Carpio, F. (1998). The case study site: Physical, health and potato farming systems in Carchi Province. In *Economic, environmental and health tradeoffs in agriculture: Pesticides and the sustainability of Andean Potato Production*, eds. C. Crissman, J. Antle & S. Capalbo, Kluwer Academic Publishers. Massachusetts, US, pp. 85-119.
- Daly, D. C. (1996). The Leaf That Launched a Thousand sips. *Natural History*, 24-35.
- Darts, C. (2008). Agricultura sustentable una Perspectiva Moderna.
- De Jong, F. & 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.
- Delgado, M. (2006). Los Microorganismos del suelo en la nutrición vegetal.
- Diario Hoy Negocios. (2009). El Gobierno ha revisado a la baja por tercera vez las previsiones de crecimiento para 2008 y 2009; Se produjo una disminución de la superficie dedicada al cultivo de 65 mil a 50 mil hectáreas. Ecuador.
- Elergonomista. (2005). Ciclo del fósforo.
- Enkerlin, C., Cano, G., Garz, R. & Vogel, E. (1997). Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Internacional Thomson ed. México.

- Erwin, D. & Ribeiro, O. (1996). Chapter 33: *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (1876). In *Phytophthora Diseases Worldwide*. Minnesota, US, pp. 346-353.
- FAO. (2008). Gestión de las plagas y enfermedades: La lucha contra las plagas y las enfermedades mediante la aplicación intensiva de insecticidas y funguicidas a menudo hace más daño que provecho. Existen otras opciones., División de Producción y Protección Vegetal de la FAO en colaboración con el Centro Internacional de la Papa. Quito - Ecuador.
- FAO. (2007). Producción mundial.
- FAO. (2007). Tesoro enterrado: La papa.
- Forbes, G. & Pérez, W. (2007). Manejo Integrado del Tizón Tardío, Centro Internacional de la Papa. Lima, PE, pp. 4.
- Franco, M. (2008). Evaluación de caracteres PGPR en Actinomicetos e Interacciones de estas Rizobacterias con Hongos Formadores de Micorrizas. In *Departamento de Fisiología Vegetal*, Universidad de Ganada, Facultad de Ciencias, pp. 261.
- FUNDAGRO. (1991). Aspectos Tecnológicos del Cultivo de Papa. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Centro Editorial de la Fundación “Simón Bolívar” ed. Quito-Ecuador.
- Gallegos, P. (2003). Manejo Integrado de plagas y Enfermedades. In *El Cultivo de la Papa en el Ecuador*, eds. M. Pumisacho & S. Sherwood, INIAP - CIP. Quito - Ecuador.
- Gallegos, P., Avalos, G. & Castillo, C.). El gusano blanco de la papa en Ecuador comportamiento y control. INIAP-FORTIPAPA ed. Ecuador.
- Gavillan, G., Surgeoner, G. & Kovach, J. (2001). Pesticide risk reduction on crops in the province of Ontario. *Enviornmental Quality*, **30**, 798-813.
- Global Crop Protection Federation. (2000). Manejo integrado de plagas: la vía de avance de la industria de la protección de los cultivo.

- González, G. (2008). Bacterias Solubilizadores de Fósforo. Rizobacter Argentina S. A.
- González, L. (1977). Hongos Fitopatógenos. In *Introducción a la Fitopatología*, ed. M. de la Cruz, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, CR, pp. 16-23.
- Govers, F. (2001). Misclassification of pest as 'fungus' puts vital research on wrong track. *Nature*, **411**(6838), 633.
- Hawkes, J. (1990). The potato: Evolution, biodiversity and genetic resources. Belhaven Press, Londres, UK.
- Huarte, M. & Capezio, S. (2006). Niveles disponibles de resistencia al Tizón Tardío, Buenos Aires.
- Iniap/Pnrt-Papa. (2006). Guía para el manejo y toma de datos de ensayos del cultivo de papa. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- INIAP/PNRT-papa. (2006). Guía para el manejo y toma de datos de ensayos del cultivo de papa. INIAP.
- Iniap/Pnrt-Papa. (2006). Guía para el manejo y toma de datos de ensayo del cultivo de la papa, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, pp. 15.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2000). Mapa de Supervisión Censal de de la Provincia de Tungurahua.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (1986). Guía de Observaciones Metereológicas.
- Isaza, J. (1998). La contaminación del Medio Ambiente. *monografías*.
- Jaramillo, S., Gilchrist, E. & Afanado, L. (2002). Evaluación de aislamiento colombiano de *Phytophthora infestans* por tipo de apareamiento. XXIII Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología (ASCOLFI). Nuevas tendencias en fitopatología, Bogotá-Colombia.

- Kovach, J., Petzoldt, C., Degnil, J. & J., T. (1992). A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*(139), 1-8.
- Kromann, P. (2007). Improving potato late blight control strategies for resource-poor farmers in low in-pact agriculture in Andean Ecuador. In *Faculty of life sciences*, Vol. PhD, University of Copenhagen, pp. 136.
- Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental "Santa Catalina". (2009). Análisis de muestras de suelos del Cantón Píllaro. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Levitan, L. (2000). "How to" and "why": assessing the enviro-social impacts of pesticides. *Crop Protection*, **19**, 629-636.
- Montaño, E. & Frers, C. (2005). Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente: Evaluación del Impacto Ambiental, problema de la contaminación.
- Montesdeoca, F. & Narváez, G. (2006). Manual de Control Interno de Calidad (CIC) en tubérculo-Semilla de papa, Quito/Ecuador.
- Muhammetoglu, A. & Uslu, B. (2007). Application of environmental impac quotient model to Kumluca region, Turkey to determine environmental impac of pesticides. *Water Sciences & Technology*, 139-145.
- Navarro, B. & Navarro, G. (2003). Química agrícola: El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2. Ed ed. Mundi-prensa, España.
- Norton, J. (1998). *Fungi: Principles and Applications of Soil Microbiolog*, New Jersey.
- Notz, A. (1995). Influencia de la temperatura sobre la biología de *Tecia solanivora* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) criadas en tubérculos de papa *Solanum tuberosum L.* In *Instituto de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía*, Universidad Central de Venezuela. Aragua, Venezuela.

- Ochoa, J. (1999). *Las papas de Sudamérica Perú*. Centro Internacional de la Papa, Lawrence, US.
- Olivera, S. & Rodríguez, D. (2008). Pesticidas, Salud y Ambiente.
- Olvera, A. & Pacheco, J. R. Fertilidad de suelo y poblaciones microbianas solubilizadores de fósforo. In *Laboratorio de Plantas y Biotecnología Agrícola Facultad de Química*, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, pp. 4.
- Oyarzun, P. (2006). Direcciones para el cultivo de los materiales precoces: Clones del CIP, Quito-Ecuador.
- Oyarzún, P., Forbes, G., Ochoa, J., Paucar, B., Prado, M., Revelo, J., Sherwood, S. & Yumisaca, F. (2002). Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. In *El cultivo de papa en el Ecuador*.
- Pérez, A. (2001). *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary: control mediante fungicidas e inductores de resistencia química en papa. In *Departamento de entomología y fitopatología*, Vol. Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE, pp. 97.
- Pérez, W. & Forbes, G. (2008). *Manual técnico: El Tizón Tardío de la papa*. Centro Internacional de la Papa, Lima, PE.
- PNRT-Papa INIAP. (2007). Estudio de línea base de variedades de papa en comunidades de las Provincias de Carchi, Chimborazo y Parroquia Quero en Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, pp. 83.
- Pradel, W., Forbes, G., Ortiz, O., Cole, D., Wanigarantne, S. & Maldonado, L. (2008). *Use of the Environmental Impact Quotient to estimate impacts of pesticide usage in three Peruvian potato production areas*. Centro Internacional de la Papa sin publicar, Lima, PE.
- Programa Nacional de Raíces y Tubérculos. (1996). Sondeo sobre el cultivo de papa en la Provincia de Carchi: Análisis de la información secundaria del sistema

de producción y actualización del diagnóstico del cultivo de papa INIAP. PNRT - Papa, FORTIPAPA, INIAP ed. Carchi - Ecuador, pp. 53.

Proyecto SICA-MAG. (2008). Superficie, producción y rendimiento de papa. Quito-Ecuador.

Pumisacho, M. & Sherwood, S. (2002). El cultivo de papa en Ecuador, INIAP y CIP. Quito, EC, pp. 229.

Pumisacho, M. & Velásquez, J. (2009). Manual del cultivo de papa para pequeños agricultores. INIAP-COSUDE ed. Quito-Ecuador, pp. 98.

Rafael, E. (2002). Conceptos: Contaminación y Medio Ambiente.

Reganold, J., Glover, J., Andrews, P. & Hinman, H. (2001). Sustainability of three apple production systems. *Nature*, **410**, 926-929.

Robertson, O. (1991). Evaluación de la resistencia al tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*). *Curso de manejo de germoplasma. Convenio ICA-CIP*, Bogotá-Colombia.

Sánchez, J. Los hongos fundamentales en la productividad del suelo.

Schwinn, F. (1995). New Developments in Chemical Control of *Phytophthora*. In *Phytophthora Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*, eds. D. Erwin, S. Bartnicki & P. Tsao, The American Phytopathological Society. Minnesota, US, pp. 327-334.

Shaner, G. & Finney, R. (1980). New sources of slow leaf rusting resistance in wheat. *Phytopathology*, **70**(12), 1183-1186.

Soroa, J. M. & Pineda, A. (1968). *Diccionario de agricultura*, Barcelona LABORP.

Stoorvogel, J., Jaramillo, R., Merino, R. & Kosten, S. (2003). Capítulo 3: Plaguicidas en el medio ambiente. In *Los plaguicidas: Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi*, eds. D. Yanggen, C. Crissman & P. Espinosa, CIP - INIAP. Quito, EC, pp. 49-69.

- Suquillo, S. J., Barrera, M. V. & Gallegos, G. P. (2003). Sistematización de tecnologías desarrolladas para el control de *Tecia Solanivora* dentro de un manejo integrado de plagas, INIAP, MAGAP.
- Taipe, A. (2007). Clones promisorios. Quito, EC.
- Van der Werf, H. & Zimmer, C. (1997). An indicator of pesticide environmental impact based on a fuzzy expert system. Quito, EC.
- Villalpando, M. & Ruiz, A. (1993). La fenología como herramienta en la Agroclimatología. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, CENIAP
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIAP.
- Volpe, C. (1992). Introducción a la Olericultura. Universidad Estatal a Distancia.
- Wikipedia la enciclopedia libre. (2005). Ciclo del nitrógeno.
- www.agroecuador.com. (2004). La papa en el ecuador: La papa como cultivo solo, pp. Boletín Informativo de la Cámara de Agricultura de la I Zona.
- www.tungurahua.gov.ec. Producción de papa en la Provincia de Tungurahua.
- Yáñez Navarrete, Z. E. L. (1999). Estudio de la fenología de cinco variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos épocas de siembra. In *Facultad de Recursos Naturales*
- Escuela de Ingeniería Agronómica*, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador, pp. 203.
- Yáñez, Z. E. (1999). Estudio de la fenología de cinco variedades de papa (*Solanum tuberosum*) en dos épocas de siembra, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Yanggen, D., Crissman, C., Stephen, S. & Donal, C. (2003). Series y Sugerencias para el futuro. ed. In *Los Plaguicidas: Impactos en producción, salud y medio ambiente, en Carchi-Ecuador*, pp. 188-197.

Zamora, S., Lucena, J., Pérez, A. & Gómez, C. (1994). Aulas del mar:
Contaminación marina. Universidad de Murcia.

7 ANEXOS

Anexo 1.- Plano de siembra del experimento de cinco tecnologías para reducir el EIQ.
Píllaro – Tungurahua, 2009.

Parcela # 40 CIP 387209.10 Testigo	Parcela # 39 CIP 386205.5 Testigo	Parcela # 38 I-Fripapa Manejo conv.	Parcela # 37 CIP 387209.10 MIPE	Parcela # 36 CIP 386205.5 MIPE	} Repetición Na° 4
Parcela # 31 Superchola Testigo	Parcela # 32 Diacol-Capiro Testigo	Parcela # 33 Superchola Manejo conv.	Parcela # 34 Diacol-Capiro Manejo conv.	Parcela # 35 I-Fripapa Testigo	
Parcela # 30 CIP 387209.10 Testigo	Parcela # 29 Superchola Manejo conv.	Parcela # 28 Diacol-Capiro Testigo	Parcela # 27 I-Fripapa Manejo conv.	Parcela # 26 Superchola Testigo	} Repetición Na° 3
Parcela # 21 CIP 386205.5 Testigo	Parcela # 22 CIP 387209.10 MIPE	Parcela # 23 Diacol-Capiro Manejo conv.	Parcela # 24 I-Fripapa Testigo	Parcela # 25 CIP 386205.5 MIPE	
Parcela # 20 CIP 386205.5 Testigo	Parcela # 18 Diacol-Capiro Manejo conv.	Parcela # 17 CIP 387209.10 Testigo	Parcela # 16 CIP 386205.5 MIPE	Parcela # 16 CIP 387209.10 MIPE	} Repetición Na° 2
Parcela # 11 Superchola Testigo	Parcela # 12 I-Fripapa Testigo	Parcela # 13 Superchola Manejo conv.	Parcela # 14 Diacol-Capiro Testigo	Parcela # 15 I-Fripapa Manejo conv.	
Parcela # 10 CIP 386205.5 Testigo	Parcela # 9 Diacol-Capiro Manejo conv.	Parcela # 8 CIP 387209.10 Testigo	Parcela # 7 I-Fripapa Manejo conv.	Parcela # 6 Superchola Testigo	} Repetición Na° 1
Parcela # 1 I-Fripapa Testigo	Parcela # 2 Diacol-Capiro Testigo	Parcela # 3 Superchola Manejo conv.	Parcela # 4 CIP 386205.5 MIPE	Parcela # 5 CIP 387209.10 MIPE	

Anexo 2.- Escala de valores del CIP y la correspondiente área foliar afectada (%). La descripción de síntomas se basa en plantas con 4 tallos y 10 a 12 hojas por tallo.

CLAVE DE CAMPO PARA EVALUAR EL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA

<i>Valores escala del CIP</i>	<i>Tizón (%)</i>		<i>Síntomas</i>
	<i>media</i>	<i>límites</i>	
1	0		No se observa tizón tardío
2	2,5	Trazas < 5	Tizón tardío presente. Máximo 10 lesiones por planta.
3	10	5 < 15	Las plantas parecen sanas, pero las lesiones son fácilmente visibles al observador de cerca. Máximo área foliar afectada por lesiones o destruida corresponde a no más de 20 folíolos.
4	25	15 < 35	El tizón fácilmente visto en la mayoría de las plantas. Alrededor de 25% del follaje está cubierto de lesiones o destruidas
5	50	35 < 65	La parcela luce verde, pero todas las plantas están afectadas; las hojas inferiores muertas. Alrededor del 50% del área foliar está destruido.
6	75	65 < 85	Las parcelas lucen verdes con manchas pardas. Alrededor del 75% de cada planta está afectado. Las hojas de la mitad inferior de las plantas están destruidas
7	90	85 < 95	Las parcelas no están predominantemente verde ni parda. Solo las hojas superiores están verdes. Muchos tallos tienen lesiones extensas
8	97,5	95 < 100	La parcela se ve parda. Unas cuantas hojas superiores aun presentan algunas áreas verdes. la mayoría de los tallos están lesionados o muertos.
9	100		Todas las hojas y tallos están muertos

Anexo 3.- Cuadro de aplicaciones de Fungicidas de las tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Variedad: Diacol- Capiro.)

Ciclo vegetativo: 180 días.
Número de aplicaciones: 12

DDS	Aplicación	Producto	Dosis producto comercial (kg-l/ha)	Número de Aplicaciones	Ingrediente Activo	Concentración I.A (%)	CIA	TIA
Fungicidas								
35	1	Curzate	0.5	1	Cimoxamil	8	35.48	1.4
		Dithane	0.5	1	Mancozeb	64	25.72	8.2
48	2	Rodax	2	1	Fosetil -Al	35	12	8.4
					Mancozeb	35	25.72	18
56	3	Ridomil	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5
					Mancozeb	64	25.72	32.9
64	4	Curzate	0.5	1	Cimoxamil	8	35.48	1.4
					Mancozeb	64	25.72	8.2
72	5	Ridomil	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5
					Mancozeb	64	25.72	32.9
78	6	Dithane	0.5	1	Mancozeb	80	25.72	10.3
		Coraza	0.75	1	Dimetomorf	9	24.01	1.6
84	7	Ridomil	2	1	Mancozeb	64	25.72	32.9
					Mancozeb	80	25.72	5.8
90	8	Coraza	0.75	1	Dimetomorf	9	24.01	1.6
					Mancozeb	60	25.72	11.6
98	9	Curzate	2	1	Cimoxamil	8	35.48	5.7
					Mancozeb	64	25.72	32.9
111	10	Rodax	2	1	Mancozeb	64	25.72	32.9
					Mancozeb	64	25.72	32.9
121	11	Dithane	2	1	Fosetil -Al	35	12	8.4
					Mancozeb	35	25.72	18
128	12	Coraza	0.75	1	Dimetomorf	9	24.01	1.6
					Mancozeb	60	25.72	11.6
121	11	Dithane	2	1	Mancozeb	64	25.72	32.9
					Mancozeb	64	25.72	32.9
128	12	Metarranch	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5
					Mancozeb	64	25.72	32.9
128	12	Dithane	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5
					Mancozeb	64	25.72	32.9

DDS: Días después de la siembra.
CIA: Coeficiente de Impacto Ambiental.
TIA: Tasa de Impacto Ambiental.

Anexo 4.- Cuadro de aplicaciones de Insecticidas de las tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Variedad: Diacol- Capiro.)

Ciclo vegetativo: 180 días.
Número de aplicaciones: 12

DDS	Aplicación	Producto	Dosis producto comercial (kg-l/ha)	Número de Aplicaciones	Ingrediente Activo	Concentración I.A (%)	CIA	TIA
<i>Insecticidas</i>								
33	1	Quinotrina	0.3	1	Deltametrina	2.5	28.38	0.2
35	2	Orthene	0.4	1	Acefato	75	23.4	7
48	3	Quinotrina	0.3	1	Deltametrina	2.5	28.38	0.2
56	4	Orthene	0.4	1	Acefato	75	23.4	7
64	5	Quinotrina	0.3	1	Deltametrina	2.5	28.38	0.2
72	6	Orthene	0.4	1	Acefato	75	23.4	7
78	7	Curacrón	2	1	Profenofos	50	23.9	23.9
84	8	Matador	0.5	1	Metamidofos	60	36.8	11.04
90	9	Eltra	0.5	1	Carbosulfan	48	47.33	11
98	10	Curacrón	2	1	Profenofos	50	23.9	23.9
							TOTAL	539.6

DDS: Días después de la siembra.
CIA: Coeficiente de Impacto Ambiental.
TIA: Tasa de Impacto Ambiental.

Anexo 5. Cuadro de aplicaciones de Fungicidas de tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Variedad: Superchola.)

Ciclo vegetativo: 160 días

Número de aplicaciones: 12.

DD S	Aplicación	Producto	Dosis producto comercial (kg-l/ha)	Número de Aplicaciones	Ingrediente Activo	Concentración I.A (%)	CIA	TIA			
Fungicidas											
35	1	Curzate	0.5	1	Cimoxamil	8	35.48	1.4			
					Mancozeb	64	25.72	8.2			
		Dithane	0.5	1	Mancozeb	80	25.72	10.3			
48	2	Rodax	2	1	Fosetil -Al	35	12	8.4			
					Mancozeb	35	25.72	18			
56	3	Ridomil	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5			
					Mancozeb	64	25.72	32.9			
64	4	Curzate	0.5	1	Cimoxamil	8	35.48	1.4			
					Mancozeb	64	25.72	8.2			
72	5	Ridomil	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5			
					Mancozeb	64	25.72	32.9			
78	6	Dithane	0.5	1	Mancozeb	80	25.72	10.3			
					Coraza	0.75	1	Dimetomorf	9	24.01	1.6
								Mancozeb	60	25.72	11.6
84	7	Ridomil	2	1	Mancozeb	64	25.72	32.9			
					Mancozeb	80	25.72	5.8			
					Dithane	0.5	1	Dimetomorf	9	24.01	1.6
90	8	Coraza	0.75	1	Mancozeb	60	25.72	11.6			
					Cimoxamil	8	35.48	5.7			
98	9	Curzate	2	1	Mancozeb	64	25.72	32.9			
					Mancozeb	64	25.72	32.9			
					Dithane	2	1	Fosetil -Al	35	12	8.4
111	10	Rodax	2	1	Mancozeb	35	25.72	18			
					Dimetomorf	9	24.01	1.6			
		Coraza	0.75	1	Mancozeb	60	25.72	11.6			
					Mancozeb	64	25.72	32.9			
121	11	Dithane	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5			
		Ridomil	2	1	Mancozeb	64	25.72	32.9			
					Metalaxil-M	4	19.07	1.5			
128	12	Metarrancho	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5			
					Mancozeb	64	25.72	32.9			
					Dithane	2	1	Mancozeb	64	25.75	32.96

DDS: Días después de la siembra.

CIA: Coeficiente de Impacto Ambiental.

TIA: Tasa de Impacto Ambiental

Anexo 6.- Cuadro de aplicaciones de Insecticidas de tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Variedad: Superchola.).

Ciclo vegetativo: 160 días

Número de aplicaciones: 12

DDS	Aplicación	Producto	Dosis producto comercial (kg-l/ha)	Número de Aplicaciones	Ingrediente Activo	Concentración I.A (%)	CIA	TIA
<i>Insecticidas</i>								
33	1	Quinotrina	0.3	1	Deltametrina	2.5	28.38	0.2
35	2	Orthene	0.4	1	Acefato	75	23.4	7
48	3	Quinotrina	0.3	1	Deltametrina	2.5	28.38	0.2
56	4	Orthene	0.4	1	Acefato	75	23.4	7
64	5	Quinotrina	0.3	1	Deltametrina	2.5	28.38	0.2
72	6	Orthene	0.4	1	Acefato	75	23.4	7
78	7	Curacrón	2	1	Profenofos	50	23.9	23.9
84	8	Matador	0.5	1	Metamidofos	60	36.8	11.04
90	9	Eltra	0.5	1	Carbosulfan	48	47.33	11
98	10	Curacrón	2	1	Profenofos	50	23.9	23.9
							TOTAL	539.6

DDS: Días después de la siembra.

CIA: Coeficiente de Impacto Ambiental.

TIA: Tasa de Impacto Ambiental

Anexo 7. Cuadro de aplicaciones de tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Variedad: I-Fripapa).

Ciclo vegetativo: 140 días

Número de aplicaciones: 9.

DDS	Aplicación	Producto	Dosis producto comercial (kg-l/ha)	Número de Aplicaciones	Ingrediente Activo	Concentración I.A (%)	CIA	TIA
Fungicidas								
35	1	Curzate	0.5	1	Cymoxamil	8	35.48	1.4
					Mancozeb	64	25.72	8.2
		Dithane	0.5	1	Mancozeb	80	25.72	10.3
48	2	Rodax	2	1	Fosetil -Al	35	12	8.4
					Mancozeb	35	25.72	18
56	3	Ridomil	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5
					Mancozeb	64	25.72	32.9
64	4	Curzate	0.5	1	Cymoxamil	8	35.48	1.4
					Mancozeb	64	25.72	8.2
72	5	Ridomil	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5
					Mancozeb	64	25.72	32.9
78	6	Dithane	0.5	1	Mancozeb	80	25.72	10.3
		Coraza	0.75	1	Dimetomorf	9	24.01	1.6
					Mancozeb	60	25.72	11.6
84	7	Ridomil	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5
					Mancozeb	64	25.71	32.9
		Dithane	0.5	1	Mancozeb	80	25.72	10.3
90	8	Curzate	2	1	Cimoxanil	8	35.48	5.7
					Mancozeb	64	25.72	32.9
		Dithane	2	1	Mancozeb	64	25.72	32.9
111	9	Rodax	2	1	Fosetil -Al	35	12	8.4
					Mancozeb	35	25.72	18
		Ridomil	2	1	Metalaxil-M	4	19.07	1.5
					Mancozeb	64	25.72	32.9
Insecticidas								
33	1	Quinotrina	0.3	1	Deltametrina	2.5	28.38	0.2
35	2	Orthene	0.4	1	Acefato	75	23.4	7
48	3	Quinotrina	0.3	1	Deltametrina	2.5	28.38	0.2
56	4	Orthene	0.4	1	Acefato	75	23.4	7
64	5	Quinotrina	0.3	1	Deltametrina	2.5	28.38	0.2
72	6	Orthene	0.4	1	Acefato	75	23.4	7
78	7	Curacrón	2	1	Profenofos	50	23.9	23.9
84	8	Matador	0.5	1	Metamidofos	60	36.8	11.04
							TOTA	382.1

DDS: Días después de la siembra.

CIA: Coeficiente de Impacto Ambiental.

TIA: Tasa de Impacto Ambiental

Anexo 8.- Cuadro de aplicaciones de tecnologías evaluadas en el impacto ambiental en Píllaro-Tungurahua. 2009. (Clones CIP 387205.5 y CIP 386209.10)

Clon: CIP 387205.5.

Ciclo vegetativo: 120 días

Número de aplicaciones: 4-

DDS	Aplicación	Producto	Dosis producto comercial (kg-l/ha)	Número de Aplicaciones	Ingrediente Activo	Concentración I.A (%)	CIA	TIA
Fungicidas								
48	1	Glass Cal	1	1	Fosfito de Calcio	50	8,67	4,3
64	2	Glass-K	1	1	Fosfito de Potasio	50	8,67	4,3
84	3	Glass-Cu	1	1	Fosfito de Cobre	50	8,67	4,3
90	4	Balear	0,375	1	Clorotalonil	72	37,42	10
Insecticida								
33	1	Quinotrina	0,3	1	Deltametrina	2,5	28,38	0,2
84	2	Orthene	0,4	1	Acefato	75	23,4	7
90	3	Eltra	0,5	1	Carbosulfan	48	47,33	11
							TOTAL	42

Clon: CIP 387205.5.

Ciclo vegetativo: 120 días

Número de aplicaciones: 4.

DDS	Aplicación	Producto	Dosis producto comercial (kg-l/ha)	Número de Aplicaciones	Ingrediente Activo	Concentración I.A (%)	CIA	TIA
Fungicidas								
48	1	Glass Cal	1	1	Fosfito de Calcio	50	8,67	4,3
64	2	Glass-K	1	1	Fosfito de Potasio	50	8,67	4,3
84	3	Glass-Cu	1	1	Fosfito de Cobre	50	8,67	4,3
90	4	Balear	0,375	1	Clorotalonil	72	37,42	10
Insecticida								
33	1	Quinotrina	0,3	1	Deltametrina	2,5	28,38	0,2
84	2	Orthene	0,4	1	Acefato	75	23,4	7
90	3	Eltra	0,5	1	Carbosulfan	48	47,33	11
							TOTAL	42

DDS: Días después de la siembra.

CIA: Coeficiente de Impacto Ambiental.

TIA: Tasa de Impacto Ambiental.

Anexo 9.- Tabla de contenidos de los diferentes pesticidas y su Coeficiente de impacto ambiental.

Ingrediente activo	CIA total
Insecticidas	
Abamecin	38.0
Acephate	23.4
Aldicar	38.7
Carbofuran	50.7
Chlorpyrifos	43.5
Cyfluthrin	39.6
Cyhalothrin, lamba	43.5
Cypermethrin	27.3
Deltamethrin	25.7
Diazinon	43.4
Dinocap	21.0
Endosulfan	42.0
Fipropinel	90.9
Malathion	23.8
Methamidophos	36.8
Methomyl	30.7
Permethrin	88.7
Fungicidas	
Captan	15.8
Chlorothalinil	40.1
Cymoxanil	8.7
Fosetyl-Al	11.3
Iprodione	11.0
Cyproconazole	36.63
Mancozeb	14.6
Maneb	21.4
Dimethomorph	24.0
Mefanoxam (Metalaxyl-M)	29.4
Metiram	40.0
Sulfur	45.5
Triphernyltin hydroxide Fentin hydroxide	70.1

FUENTE: BARONA, D. (2009).

Anexo 10.- Resultado del análisis de suelo del experimento evolución del impacto ambiental de cinco tecnologías de producción de papa en Píllaro-Tungurahua. 2009.

	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	--	---

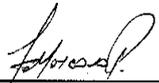
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : GRANJA AGROECOLOGICA PILLARO Dirección : PILLARO Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : G. AGROECOLÓGICA PILLARO Provincia : TUNGURAHUA Cantón : PILLARO Parroquia : CIUDAD NUEVA Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : PAPA Fecha de Muestreo : 13/03/2009 Fecha de Ingreso : 16/03/2009 Fecha de Salida : 27/03/2009
---	--	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
71872	ENSAYO FOSFITOS	8,0 LAI	38,00 M	19,00 M	1,20 B	0,53 A	10,30 A	4,58 A	1,8 B	10,3 A	27,0 M	3,6 B	0,60 B
71873	ENSAYO. IMP. AMBIEN	6,4 LAc	48,00 M	72,00 A	2,50 B	0,62 A	6,80 A	1,78 A	2,9 B	18,8 A	162,0 A	7,9 M	1,10 M

INTERPRETACION		
pH		Elementos
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

METODOLOGIA USADA		
pH = Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado	
S, B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado	
	B = Curcumina	


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 11. Resultado del análisis de suelo del experimento evolución del impacto ambiental de cinco tecnologías de producción de papa en Píllaro-Tungurahua. 2009. (CONTINUACIÓN).



INIA
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPASTORILES

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: GRANJA AGROECOLOGICA PILLARO	Nombre	: G. AGROECOLOGICA PILLARO	Cultivo Actual	: PAPA
Dirección	: PILLARO	Provincia	: TUNGURAHUA	Fecha de Muestreo	: 13/03/2009
Ciudad	:	Cantón	: PILLARO	Fecha de Ingreso	: 16/03/2009
Teléfono	:	Parroquia	: CIUDAD NUEVA	Fecha de Salida	: 27/03/2009
Fax	:	Ubicación	:		

N° Muest. Laborat.	meq/100ml		ds/m	C.E.		%	ppm	Textura (%)		Clase Textural
	Al+H	Na		Mg	K			Arena	Limo/Arcilla	
71872				2,25	8,64	1,10	28,08			
71873				3,82	2,87	1,80	13,84			

INTERPRETACION		ABREVIATURAS		METODOLOGIA USADA	
Al+H, Al y Na		C.E.	= Conductividad Eléctrica	C.E.	= Pasta Saturada
B = Bajo		M.O.	= Materia Orgánica	M.O.	= Dicromato de Potasio
M = Medio		RAS	= Relación de Adsorción de Sodio	Al+H	= Titulación NaOH
T = Tóxico					

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

Anexo 12.- Resultado del análisis de suelo del experimento evolución del impacto ambiental de cinco tecnologías de producción de papa en Píllaro-Tungurahua. 2009. (CONTINUACIÓN).

RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN

Fecha: 30 de marzo de 2009 GRANJA AGROPECUARIA PÍLLARO

MUESTRA Nº.	CULTIVO	Kg/ha				FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD Sacos de 50Kg	EPOCA Y FORMA DE APLICACIÓN
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S			
71872 E. fosfitos	PAPA	120	250	40	40	18-46-0 Sulpomag Urea	11.0 3.5 1.0	Aplicar la mitad del 18-46-0 y todo el sulpomag antes de la siembra, la otra mitad del 18-46-0 aplicar al rascadillo; la urea aplicar al medio aporque.
71873 E. I. ambiental	PAPA	120	200	30	30	18-46-0 Sulpomag Urea	9.0 3.0 2.0	Aplicar la mitad del 18-46-0 y todo el sulpomag antes de la siembra, la otra mitad del 18-46-0 aplicar al rascadillo; la urea aplicar al medio aporque.

OBSERVACION:

La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar la parte física y climática de la zona en cuestión, por lo tanto esta se constituye en una guía de fertilización que debe ser ajustada por técnicos de la zona, considerando condiciones de clima y agua especialmente.


Ing. Vicente Novoa H.

RESPONSABLE DE LA RECOMENDACION

Anexo 13.- Resultados del Control Interno de Calidad de cinco tecnologías evaluadas en el experimento.



Producción con calidad y garantía en el consumo



INFORME DE CONTROL INTERNO DE CALIDAD (CIC)

Se realizó la calificación de 15 quintales de semilla de los siguientes materiales: Fripapa, Superchola, Capiro, Carolina y Libertad obteniéndose los siguientes resultados:

Variedad: 5 Provincia: Tungurahua
 Quintales: 15 Cantón: Pillaro
 Fecha: 28/08/09 Tubérculos muestreados: 100/variedad

Variedad	N. qq	Tubérculos muestra	0	1	2	3	4	Index %	Observaciones
Capiro	1.5	104	7	45	26	16	10	44.4	El factor deteriorante de la calidad en orden de importancia: Sarna, Rhizoctonia, y daños físicos.
Superchola	2	100	3	51	28	14	4	41.2	Sarna, mezcla varietal, fusarium
Fripapa	4	100	1	58	26	10	5	40.0	Rhizoctonia, Sarna, daños mecánicos
Carolina	3.5	100	0	48	31	14	7	45.0	Sarna, Rhizoctonia, deformidad, daños mecánicos
Libertad	4	100	1	52	31	11	5	41.7	Sarna, Rhizoctonia, deformes

Ejemplo de Cálculo del index Capiro:

$$I = \frac{0(7) + 1(45) + 2(26) + 3(16) + 4(10)}{4(104)} \times 100 = 44.4\%$$

CONCLUSIONES:

Con los resultados obtenidos ninguno de los lotes califica como semilla, pues no cumplen con los parámetros establecidos: Calidad 1 index del 30% y seleccionada index del 35%, por lo que se recomienda realizar la reselección del material calificado y de no cumplirse se descarta el lote como semilla

Ing. Gabriela Narváez
 Técnico responsable

Anexo 14.- Análisis Microbiológico del primer muestreo del suelo



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCIÓN VEGETAL

DIAGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO EN SUELOS

DATOS DE RESULTADOS				
No. De diagnóstico:	Tipo de análisis:	Fecha:	Factura	No. RUC
001-006	Microbiológicos	27 - 03 - 2009	1231	1791788583001

DATOS DEL REMITENTE				
Nombre del remitente:	Ing. Silvia Bastidas			
Empresa:	CIP (Centro Internacional de la Papa)			
Ubicación:	Provincia: Pichincha	Cantón: Mejía	Parroquia: Cutuglagua	
Dirección:	Panamericana Sur km. 1, vía Tambillo		Teléfono/s:	26 90 362
			Fax:	26 90 363

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO		
Cultivo : Suelo en descanso		
Variedad:	Edad: 5 años	Cultivo anterior: Suelo en descanso con Kikuyo y pasto
Estado de desarrollo:	Ninguno, preparado para la siembra de papa	
Sistema de cultivo:		
Productos aplicados al suelo en el último mes:		
Manejo del cultivo	Suelo en descanso	

DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO
Aplicación de materia orgánica o productos biológicos: <u>no</u>
Aplicaciones de productos químicos al suelo, en los tres últimos meses: Fungicida:..... Fertilizante:..... Herbicida:..... Insecticida:.....
Muestra: 6 muestras de suelo provenientes de la localidad de Ciudad Nueva, cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua, para análisis microbiológicos: Poblaciones Totales (bacterias, hongos y actinomicetes) y Grupos Funcionales (celulolíticos, solubilizadores de fósforo y fijadores asimbióticos de nitrógeno)

Panamericana Sur Km. 1 vía Tambillo
Telfs.: (593 2) 2697-496. Fax: (593 2) 2 690-693. Correo electrónico: iniap@iniap-ecuador.gov.ec
Apartado Postal : 17-01-340. www.iniap-ecuador.gov.ec. Quito, Ecuador.

Anexo 15.- Análisis Microbiológico del primer muestreo del suelo (CONTINUACIÓN)

RESULTADOS 001-006

Método utilizado:	
• Siembra y aislamientos en medios de cultivo específicos.	
Bacterias:	(Agar Nutritivo)
Hongos:	(Agar Rosa de Bengala)
Actinomicetes:	(Agar Caseína)
Celulolíticos:	(Agar Extracto de Suelo)
Solubilizadores de fósforo:	(Agar Ramos Callao)
Fijadores de Nitrógeno:	(Agar Watanabe)
• Incubación a temperatura constante por determinados periodos.	

REPORTE DE POBLACIONES

Identificación de la muestra	Bacterias	Actinomicetes	Hongos	Celulolíticos	Solubilizadores de Fósforo	Fijadores de Nitrógeno
	UFC / gss					
1. Fripapa	22,43 x 10 ⁵	14,740 x 10 ⁶	16,56 x 10 ³	34,18 x 10 ⁵	16,02 x 10 ⁵	2,5 x 10 ³
2. Carolina	16,34 x 10 ⁵	20,157 x 10 ⁶	7,63 x 10 ³	47,40 x 10 ⁵	4,36 x 10 ⁵	9,5 x 10 ²
3. Libertad	7,62 x 10 ⁵	5,444 x 10 ⁶	4,36 x 10 ³	27,77 x 10 ⁵	4,36 x 10 ⁵	4,5 x 10 ³
4. Superchola	5,91 x 10 ⁵	13,265 x 10 ⁶	6,44 x 10 ³	78,95 x 10 ⁵	4,30 x 10 ⁵	2,5 x 10 ³
5. Capiro	4,30 x 10 ⁵	29,77 x 10 ⁶	17,20 x 10 ³	38,15 x 10 ⁵	3,22 x 10 ⁵	2,5 x 10 ²
6. Nova	4,32 x 10 ⁵	12,85 x 10 ⁶	7,56 x 10 ³	25,38 x 10 ⁵	3,60 x 10 ⁵	9,5 x 10 ²

HONGOS					
1	2	3	4	5	6
<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i> , <i>Cylindrocarpon sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Cylindrocarpon sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i>			

gss : gramo de suelo seco

Observaciones:	
<ul style="list-style-type: none"> • El orden en que se reportan los hongos identificados es de mayor a menor frecuencia. • Los hongos identificados son saprofitos que comúnmente se pueden encontrar en el suelo. Pero alguno de ellos pueden comportarse como patógenos como el caso de <i>Fusarium</i>. 	
PROTECCIÓN VEGETAL EST. EXP. SANTA CATALINA INIAP	
 Ing. Patricio Gallegos M.Sc. Resp. Dpto. Protección Vegetal	 Ing. Betty Paucar S. Resp. Laboratorio Microbiología

Panamericana Sur Km. 1 vía Tambillo
 Telfs.: (593 2) 2697-496. Fax: (593 2) 2 690-693. Correo electrónico: iniap@iniap-ecuador.gov.ec
 Apartado Postal : 17-01-340. www.iniap-ecuador.gov.ec. Quito, Ecuador.

Anexo 16.- Análisis Microbiológico del segundo muestreo del suelo.



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCIÓN VEGETAL

DIAGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO EN SUELOS

DATOS DE RESULTADOS				
No. De diagnóstico:	Tipo de análisis:	Fecha:	Factura	No. RUC
007-022	Microbiológicos	12 - 06 - 2009	22	1791788583001

DATOS DEL REMITENTE				
Nombre del remitente:	Ing. Arturo Taipe			
Empresa:	CIP (Centro Internacional de la Papa)			
Ubicación:	Provincia: Pichincha	Cantón: Mejía	Parroquia: Cutuglagua	
Dirección:	Panamericana Sur km. 1, vía Tambillo		Teléfono/s:	26 90 362
			Fax:	26 90 363

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO		
Cultivo : Suelo en barbecho con pasto y kikuyo.		
Varietal:	Superchola y C11	Edad: 72
		Cultivo anterior: Pasto Kikuyo
Estado de desarrollo:	Vegetativo	
Sistema de cultivo:	intensivo	
Productos aplicados al suelo en el último mes:		
Manejo del cultivo		

DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO
Aplicación de materia orgánica o productos biológicos: <u>si</u> en siembra, compost 5Kg/16 m ²
Aplicaciones de productos químicos al suelo, en los tres últimos meses: Fungicida:....si..... Fertilizante:..si..... Herbicida:....si..... Insecticida:....si...
Muestra: 16 muestras de suelo provenientes de la localidad de Ciudad Nueva, cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua, para análisis microbiológicos: Poblaciones Totales (bacterias, hongos y actinomicetes) y Grupos Funcionales (celulolíticos, solubilizadores de fósforo y fijadores asimbióticos de nitrógeno)

Panamericana Sur Km. 1 vía Tambillo
Telfs.: (593 2) 2697-496. Fax: (593 2) 2 690-693. Correo electrónico: iniap@iniap-ecuador.gov.ec
Apartado Postal : 17-01-340. www.iniap-ecuador.gov.ec. Quito, Ecuador.

Anexo 17.- Análisis Microbiológico del segundo muestreo del suelo. (CONTINUACIÓN).

RESULTADOS 007-022

Método utilizado:	
•	Siembra y aislamientos en medios de cultivo específicos.
Bacterias:	(Agar Nutritivo)
Hongos:	(Agar Rosa de Bengala)
Actinomicetes:	(Agar Caseína)
Celulolíticos:	(Agar Extracto de Suelo)
Solubilizadores de fósforo:	(Agar Ramos Callao)
Fijadores de Nitrógeno:	(Agar Watanabe)
•	Incubación a temperatura constante por determinados periodos.

REPORTE DE POBLACIONES

Identificación de la muestra	Bacterias	Actinomicetes	Hongos	Celulolíticos	Solubilizadores de Fósforo	Fijadores de Nitrógeno
	UFC / gss					
7. # 12, R1,C11,Testigo	11,16 x 10 ⁵	30,14 x 10 ⁶	9,49 x 10 ³	49,68 x 10 ⁵	4,47 x 10 ⁵	20,00 x 10 ²
8. # 24, R2,C11,Testigo	3,94 x 10 ⁵	15,77 x 10 ⁶	10,70 x 10 ³	27,60 x 10 ⁵	6,76 x 10 ⁵	2,5 x 10 ²
9. # 26, R3,C11,Testigo	4,55 x 10 ⁵	22,56 x 10 ⁶	14,77 x 10 ³	41,48 x 10 ⁵	5,00 x 10 ⁵	2,5 x 10 ²
10. # 47, R4,C11,Testigo	4,45 x 10 ⁵	18,00 x 10 ⁶	10,03 x 10 ³	39,57 x 10 ⁵	4,46 x 10 ⁵	2,5 x 10 ²
11. # 5, R1,C11,Tia	7,23 x 10 ⁵	33,94 x 10 ⁶	11,68 x 10 ³	35,05 x 10 ⁵	8,90 x 10 ⁵	2 x 10 ²
12. # 21, R2,C11,Tia	6,56 x 10 ⁵	17,36 x 10 ⁶	1,79 x 10 ³	39,98 x 10 ⁵	10,14 x 10 ⁵	4,5 x 10 ²
13. # 31, R3,C11,Tia	17,98 x 10 ⁵	28,42 x 10 ⁶	14,50 x 10 ³	43,49 x 10 ⁵	7,54 x 10 ⁵	4,5 x 10 ²
14. # 44, R4,C11,Tia	13,77 x 10 ⁵	30,97 x 10 ⁶	8,03 x 10 ³	44,74 x 10 ⁵	1,72 x 10 ⁵	4,5 x 10 ²
15. # 7, R1, Superchola, Testigo	15,89 x 10 ⁵	36,48 x 10 ⁶	15,89 x 10 ³	89,44 x 10 ⁵	8,24 x 10 ⁵	4,5 x 10 ²
16. # 13, R2, Superchola, Testigo	13,65 x 10 ⁵	15,93 x 10 ⁶	7,40 x 10 ³	69,98 x 10 ⁵	3,79 x 10 ⁵	9,5 x 10 ²
17. # 32, R3, Superchola, Testigo	14,62 x 10 ⁵	22,81 x 10 ⁶	21,05 x 10 ³	114,03 x 10 ⁵	6,43 x 10 ⁵	4,5 x 10 ²
18. # 37, R4, Superchola, Testigo	18,93 x 10 ⁵	17,58 x 10 ⁶	25,69 x 10 ³	93,31 x 10 ⁵	14,20 x 10 ⁵	2,5 x 10 ²
19. # 3, R1, Superchola, Tia	14,67 x 10 ⁵	17,11 x 10 ⁶	33,62 x 10 ³	110,02 x 10 ⁵	11,82 x 10 ⁵	4,5 x 10 ²
20. # 16, R2, Superchola, Tia	17,26 x 10 ⁵	17,26 x 10 ⁶	15,54 x 10 ³	78,25 x 10 ⁵	6,04 x 10 ⁵	9,5 x 10 ¹
21. # 35, R3, Superchola, Tia	11,63 x 10 ⁵	6,98 x 10 ⁶	15,70 x 10 ³	68,61 x 10 ⁵	1,70 x 10 ⁵	9,5 x 10 ¹
22. # 40, R4, Superchola, Tia	15,58 x 10 ⁵	7,27 x 10 ⁶	4,24 x 10 ³	89,71 x 10 ⁵	3,64 x 10 ⁵	7,5 x 10 ¹

Panamericana Sur Km. 1 vía Tambillo
 Telfs.: (593 2) 2897-496. Fax: (593 2) 2 690-693. Correo electrónico: iniap@iniap-ecuador.gov.ec
 Apartado Postal : 17-01-340. www.iniap-ecuador.gov.ec. Quito, Ecuador.

Anexo 18.- Análisis Microbiológico del segundo muestreo del suelo. (CONTINUACIÓN).

HONGOS							
7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> ,	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i> , <i>Cylindrocarpon sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i> , <i>Cylindrocarpon sp.</i> , <i>Curvularia sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i>
15	16	17	18	19	20	21	22
<i>Fusarium sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i> , <i>Cylindrocarpon sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i> , <i>Cylindrocarpon sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i> , <i>Cylindrocarpon sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i> , <i>Cylindrocarpon sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Phialophora sp.</i> , <i>Cylindrocarpon sp.</i>

gss : gramo de suelo seco

Observaciones:

- El orden en que se reportan los hongos identificados es de mayor a menor frecuencia.
- Los hongos identificados son saprofitos que comúnmente se pueden encontrar en el suelo.
- La presencia de una alta cantidad de microorganismos en todas las muestras posiblemente se deba a que anteriormente hubo aplicación de materia orgánica, según datos de la hoja de recepción de muestras.
- Existen una baja población de organismos fijadores de nitrógeno.
- Adicional a los resultados se realiza la entrega de documentación fotográfica de las muestras analizadas.

PROTECCIÓN VEGETAL
EST. EXP. SANTA CATALINA
I N I A P



Ing. Patricio Gallegos M.Sc.
Resp. Dpto. Protección Vegetal



Ing. Betty Paucar S.
Resp. Laboratorio Microbiología

Anexo 19.-Lecturas de severidad de tizón tardío durante el experimento.

Parcela	Variedad	Control	LECTURAS DE SEVERIDAD (%)									
			rep	lec1	lec2	lec3	lec4	lec5	lec6	lec7	lec8	lec9
1	I-Fripapa	Testigo	1	0.2	0.5	1	1	1.5	5	8	10	13
2	Diacol-Capiro	Testigo	1	0	0.1	0.5	2	5	5	5.5	5.5	8
3	Superchola	Manejo conv.	1	0.3	0.5	1	1	2	2	2	2	2
4	CIP 387205.5	MIPE	1	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
5	CIP 386209.10	MIPE	1	0	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1
6	Superchola	Testigo	1	0.3	0.5	1	2	3	3	2.5	3	3.5
7	I-Fripapa	Manejo conv.	1	0.2	0.5	0.5	0.5	2	2	2	2	2.5
8	CIP 386209.10	Testigo	1	0	0	0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
9	Diacol-Capiro	Manejo conv.	1	0	0	2	2	2	2	2.5	2	2
10	CIP 387205.5	Testigo	1	0	0	0.1	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
11	Superchola	Testigo	2	0.3	0.5	3	4	7	7	7.5	8	9
12	I-Fripapa	Testigo	2	0.2	0.4	3	4	6	6	6	7	16
13	Superchola	Manejo conv.	2	0.3	0.5	1	1	1	1	1	1	1
14	Diacol-Capiro	Testigo	2	0	0.1	0.5	1.5	5	10	16	20	26
15	I-Fripapa	Manejo conv.	2	0.3	0.5	1	1	2	2	2	2	2
16	CIP 386209.10	MIPE	2	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	1
17	CIP 387205.5	MIPE	2	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
18	CIP 386209.10	Testigo	2	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
19	Diacol-Capiro	Manejo conv.	2	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1
20	CIP 387205.5	Testigo	2	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
21	CIP 387205.5	Testigo	3	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.3
22	CIP 386209.10	tratamiento	3	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
23	Diacol-Capiro	Manejo conv.	3	0	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1
24	I-Fripapa	Testigo	3	0.2	0.4	3	4	6	6	7	8	19
25	CIP 387205.5	MIPE	3	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1
26	Superchola	Testigo	3	0.2	0.5	3	3	5	6	6.5	7	7.5
27	I-Fripapa	Manejo conv.	3	0.3	0.5	0.5	0.5	1	1	1.5	1.5	1.5
28	Diacol-Capiro	Testigo	3	0	0.1	2	3	6	6	18	22	28
29	Superchola	Manejo conv.	3	0.2	0.5	2	1	1.5	1.5	2	2	2
30	CIP 386209.10	Testigo	3	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
31	Superchola	Testigo	4	0.2	0.5	3	3	5	5	5.5	5.5	6
32	Diacol-Capiro	Testigo	4	0	0.1	4	4	7	7	8	9	10
33	Superchola	Manejo conv.	4	0.3	0.6	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
34	Diacol-Capiro	Manejo conv.	4	0	0.1	0.3	1	0.7	0.7	1	0.7	1
35	I-Fripapa	Testigo	4	0.3	0.5	1.5	2	3	3	3.5	10	14
36	CIP 387205.5	MIPE	4	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
37	CIP 386209.10	MIPE	4	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1
38	I-Fripapa	Manejo conv.	4	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.7	0.7
39	CIP 387205.5	Testigo	4	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	1
40	CIP 386209.10	Testigo	4	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	0.7

Anexo 20.- Lecturas de severidad durante el experimento (Continuación).

Parcela	Variedad	Control	LECTURAS DE SEVERIDAD (%)								
			lec10	lec11	lec12	lec13	lec14	lec15	lec16	lec17	lec18
1	I-Fripapa	Testigo	17	20	28	35	36	46	70	80	90
2	Diacol-Capiro	Testigo	10	60	64	67	70	76	85	92	100
3	Superchola	Manejo conv.	1	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3
4	CIP 387205.5	MIPE	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5
5	CIP 386209.10	MIPE	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5
6	Superchola	Testigo	4	25	28	32	36	48	57	69	80
7	I-Fripapa	Manejo conv.	2	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	1	2
8	CIP 386209.10	Testigo	0.3	1	2	2.5	3	17	25	30	35
9	Diacol-Capiro	Manejo conv.	1.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5
10	CIP 387205.5	Testigo	0.5	0.7	1	1	1.5	20	45	50	60
11	Superchola	Testigo	10	40	45	48	52	62	70	75	85
12	I-Fripapa	Testigo	20	50	55	59	63	74	83	90	95
13	Superchola	Manejo conv.	1	0.5	0.7	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.5
14	Diacol-Capiro	Testigo	36	70	75	77	80	85	90	95	100
15	I-Fripapa	Manejo conv.	2	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	10
16	CIP 386209.10	MIPE	2	0.3	0.7	1	1.5	20	38	45	50
17	CIP 387205.5	MIPE	0.2	0.3	0.3	0.5	1	20	30	40	50
18	CIP 386209.10	Testigo	0.5	1	1.5	2	3	60	80	90	100
19	Diacol-Capiro	Manejo conv.	0.5	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5
20	CIP 387205.5	Testigo	0.5	1	2	2.5	3	40	50	70	90
21	CIP 387205.5	Testigo	0.5	0.5	1	2	3	50	90	100	
22	CIP 386209.10	tratamiento	0.2	0.5	0.3	0.5	0.7	20	35	45	60
23	Diacol-Capiro	Manejo conv.	1	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
24	I-Fripapa	Testigo	22	50	56	60	63	90	100		
25	CIP 387205.5	MIPE	0.1	0.2	0.5	1	1	25	35	40	50
26	Superchola	Testigo	8	40	44	49	53	60	75	80	90
27	I-Fripapa	Manejo conv.	1	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	5	10
28	Diacol-Capiro	Testigo	34	60	65	69	73	80	90	100	
29	Superchola	Manejo conv.	1	1	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3
30	CIP 386209.10	Testigo	0.3	0.5	2	2.5	3	60	75	85	100
31	Superchola	Testigo	7	40	45	49	54	65	70	75	80
32	Diacol-Capiro	Testigo	11	70	74	79	83	88	92	100	
33	Superchola	Manejo conv.	1	1	0.7	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.3
34	Diacol-Capiro	Manejo conv.	0.7	0.5	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3
35	I-Fripapa	Testigo	18	18	24	28	33	75	82	90	100
36	CIP 387205.5	MIPE	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	18	30	40	50
37	CIP 386209.10	MIPE	0.1	0.1	0.3	0.3	0.5	17	25	35	45
38	I-Fripapa	Manejo conv.	0.7	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	10	15
39	CIP 387205.5	Testigo	1.5	3	3	4	4	70	90	100	
40	CIP 386209.10	Testigo	1	2.5	3	3.5	4	80	90	100	

Anexo 21.- Lecturas de severidad de tizón tardío durante el experimento (Continuación).

Parcela	Variedad	Control	LECTURAS DE SEVERIDAD (%)											
			lec19	Lec20	lec21	lec22	lec23	lec24	lec25	lec26	lec27			
1	I-Fripapa	Testigo	100	-										
2	Diacol-Capiro	Testigo												
3	Superchola	Manejo conv.	0.5	0.7	0.5	0.5	3.5	2.8	3.5	4	5			
4	CIP 387205.5	MIPE												
5	CIP 386209.10	MIPE												
6	Superchola	Testigo	85	90	100									
7	I-Fripapa	Manejo conv.	10	18	15	15								
8	CIP 386209.10	Testigo												
9	Diacol-Capiro	Manejo conv.	0.7	0.5	0.6	0.5	3	2.5	4	4.5	5			
10	CIP 387205.5	Testigo												
11	Superchola	Testigo	90	95	100									
12	I-Fripapa	Testigo	100											
13	Superchola	Manejo conv.	0.7	0.5	0.6	0.5	2	1.5	2	3.5	4.5			
14	Diacol-Capiro	Testigo												
15	I-Fripapa	Manejo conv.	15	20	15	15								
16	CIP 386209.10	MIPE												
17	CIP 387205.5	MIPE												
18	CIP 386209.10	Testigo												
19	Diacol-Capiro	Manejo conv.	0.7	0.5	0.6	0.5	3.5	2	3	4	5			
20	CIP 387205.5	Testigo												
21	CIP 387205.5	Testigo												
22	CIP 386209.10	tratamiento												
23	Diacol-Capiro	Manejo conv.	0.7	0.5	0.6	0.5	2.8	1.5	3.5	5	5.5			
24	I-Fripapa	Ttestigo												
25	CIP 387205.5	MIPE												
26	Superchola	Testigo	95	100										
27	I-Fripapa	Manejo conv.	20	18	15	15								
28	Diacol-Capiro	Testigo												
29	Superchola	Manejo conv.	0.5	0.7	0.5	0.5	2.5	2	4	4.5	5.5			
30	CIP 386209.10	Testigo												
31	Superchola	Testigo	85	90	100									
32	Diacol-Capiro	Testigo												
33	Superchola	Manejo conv.	0.7	0.5	0.6	0.5	3.5	2	3.5	4.5	5			
34	Diacol-Capiro	Manejo conv.	0.5	0.7	0.6	0.5	3	2.5	3	4	4.5			
35	I-Fripapa	Testigo												
36	CIP 387205.5	MIPE												
37	CIP 386209.10	MIPE												
38	I-Fripapa	Manejo conv.	20	18	18	14								
39	CIP 387205.5	Testigo												
40	CIP 386209.10	Testigo												

Anexo 22.- Rendimiento de las cinco tecnologías evaluadas en el ensayo.

Parcela	Variedad	Control	rep	Parcela Neta	Parcela Total	Peso/planta Kg.			Tubérculo planta			Parcela Neta lb			Parcela Total lb		
				Placos	Placos	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Comer	Semi	Dese	Comer	Semi	Dese
1	I-fripapa	Testigo	1	39	12	0.525	0.375	0.25				4	12	7	4	10	5
2	Diacol-Capiro	Testigo	1	13	10	0.025	0.1	0.05						0.75			7.25
3	Superchola	TIA	1	28	28	1.425	1.5	1.525				10	17	10	17	14	13.5
4	CIP 387205.5	TIA	1	37	25	1.45	1.55	0.75	19	22	20	40	18	10.5	33.5	15	13
5	CIP 386209.10	TIA	1	38	22	1.65	0.925	1.125	17	7	10	41	19.5	7.5	20	13.5	8
6	Superchola	Testigo	1	25	24	0.2	1.025	1				4.5	4	4.25	3.5	5	4.5
7	I-fripapa	TIA	1	42	27	1	0.75	1				22	29	11.75	11.5	22	8
8	CIP 386209.10	Testigo	1	40	25	1.025	0.825	0.325	19	4	6	29	14	7	9	13	3.5
9	Diacol-Capiro	TIA	1	28	24	1.125	1.224	0.475				15	13	8.25	12.5	9.25	7.25
10	CIP 387205.5	Testigo	1	43	17	1.525	0.525	1	31	9	20	30	30	12	22	19.5	6.5
11	Superchola	Testigo	2	28	21	0.875	0.375	0.475				6	7	5	7.5	7.25	5.25
12	I-fripapa	Testigo	2	35	18	0.325	0.575	0.4				2.25	16	8.25		12.5	2.5
13	Superchola	TIA	2	27	27	1.525	1.425	1.2				16.5	14.5	10	11	15.25	16
14	Diacol-Capiro	Testigo	2	15	13	0.225	0.375	0.15				1.25	2.5	2		1.25	1.75
15	I-fripapa	TIA	2	44	25	1.2	2.225	1.15				50	38.5	9.75	26.75	27.5	5.5
16	CIP 386209.10	TIA	2	39	27	1.175	1.4	0.65	21	23	10	34.75	31.25	8.25	32.25	24.5	5
17	CIP 387205.5	TIA	2	39	24	1.150	1.675	1.75	14	31	12	34.25	26	11	19	17.75	3.75
18	CIP 386209.10	Testigo	2	42	26	0.875	0.55	0.6	17	9	9	15	27.5	9.75	4	14.25	5.5
19	Diacol-Capiro	TIA	2	24	19	1.275	2.225	1.025				38.5	17	6.5	29	20	8
20	CIP 387205.5	Testigo	2	48	15	1.725	1.675	1.05	12	16	22	22	31.25	14	8	25	10.5

Anexo 23.- Rendimiento de las cinco tecnologías evaluadas en el ensayo (Continuación).

Parcela	Variedad	Control	rep	Parcela Neta	Parcela Total	Peso/planta Kg.			Tubérculo planta			Parcela Neta lb			Parcela Total lb		
				Placos	Placos	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Comer	Semi	Dese	Comer	Semi	Dese
21	CIP 387205.5	Testigo	3	40	25	1.425	1.15	1.1	18	11	20	28	27	11	19	19.75	8
22	CIP 386209.10	TIA	3	39	25	1.1	1	1.5	5	11	14	43.5	23.5	10	31	17	5.5
23	Diacol-Capiro	TIA	3	26	25	0.875	1.3	1				28.5	18	10.25	26.25	15	10.75
24	I-fripapa	Testigo	3	38	27	0.45	0.55	0.6				2.5	17	7.5	1	11.5	5
25	CIP 387205.5	TIA	3	24	21	0.775	0.8	0.6	14	13	17	17	18.25	6	23.25	16	7.5
26	Superchola	Testigo	3	26	24	0.375	0.425	0.925				5	7.5	5.75	3	6.75	4.25
27	I-fripapa	TIA	3	41	28	1.45	1.275	1.375				52	38	10.25	35	26.25	7.25
28	Diacol-Capiro	Testigo	3	15	14	0.125	0.05	0.2						2		1	7.5
29	Superchola	TIA	3	25	26	2.125	2.175	1.6				35	22.25	9.75	29.5	27.25	13
30	CIP 386209.10	Testigo	3	40	26	0.725	1.15	1.025	7	16	16	31.25	25	12.5	20.5	20	7.25
31	Superchola	Testigo	4	21	24	0.9	0.8	0.825				5.25	9.75	5	5.5	6.25	7.25
32	Diacol-Capiro	Testigo	4	12	15	0.3	0.05	0.2						2.25			2.25
33	Superchola	TIA	4	28	27	2.275	1.925	0.8				37	27.5	16.5	45	31.5	13.25
34	Diacol-Capiro	TIA	4	25	19	2.95	2.05	1.7				63	22.5	9.5	31	18	13.5
35	I-fripapa	Testigo	4	35	26	0.525	0.7	0.575				2.25	13	4.5	6.5	18	3.75
36	CIP 387205.5	TIA	4	33	18	3.25	1.375	1.65	36	18	12	47	20.75	11	16.25	12.5	7.5
37	CIP 386209.10	TIA	4	36	27	1.4	1.9	1.55	9	17	18	54.25	20.5	11.5	38.25	22	6.5
38	I-fripapa	TIA	4	40	27	1.225	1.325	1.45				35.5	38.25	11.25	24.5	32	7.5
39	CIP 387205.5	Testigo	4	37	24	1.05	0.625	1	31	9	12	38	25	13	26.5	15	7
40	CIP 386209.10	Testigo	4	35	28	0.875	1.125	0.825	8	14	13	31	17	10	19.5	15.5	7.5

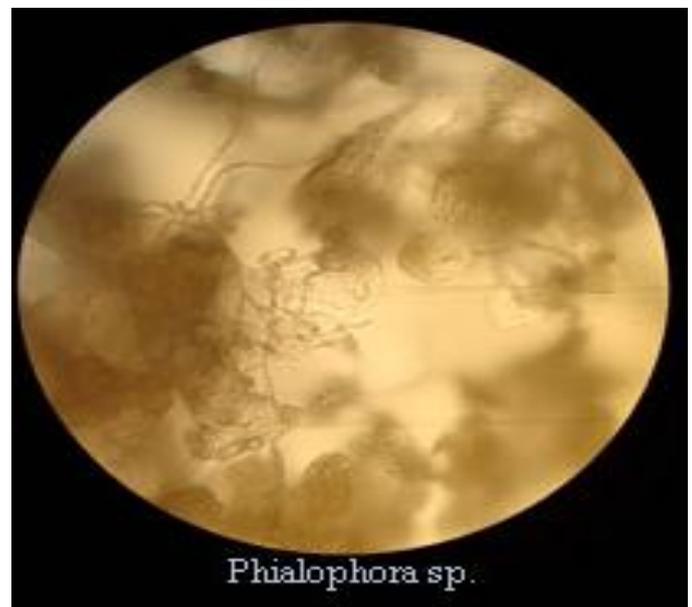
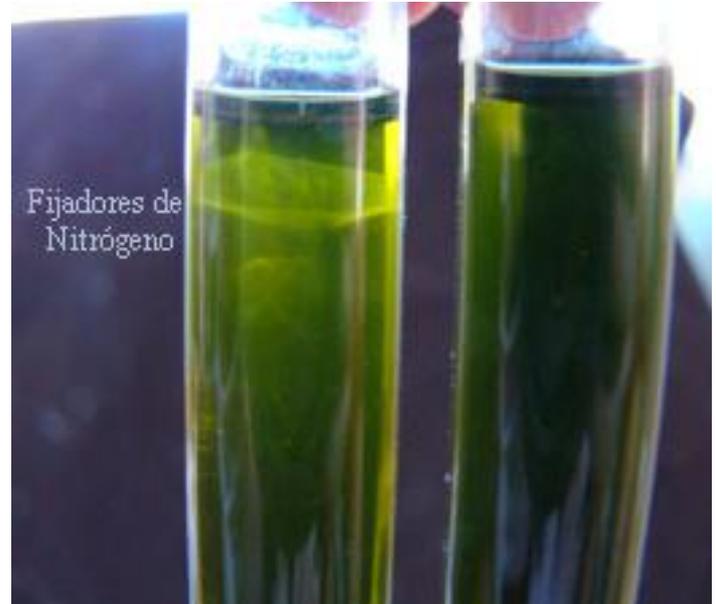
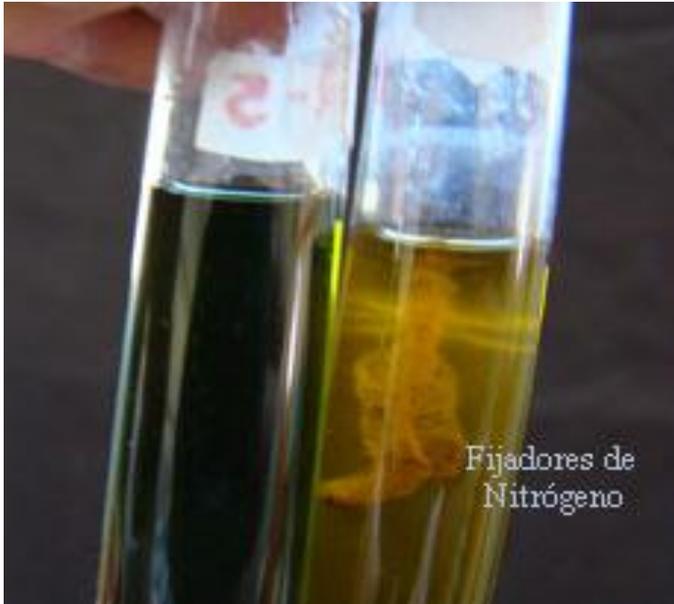
8 FOTOS.

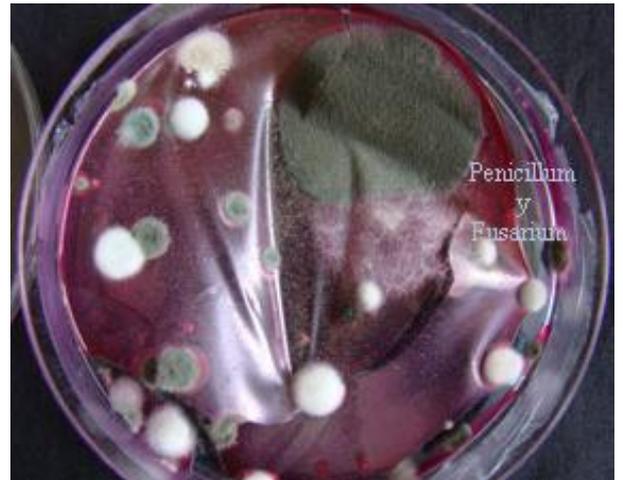
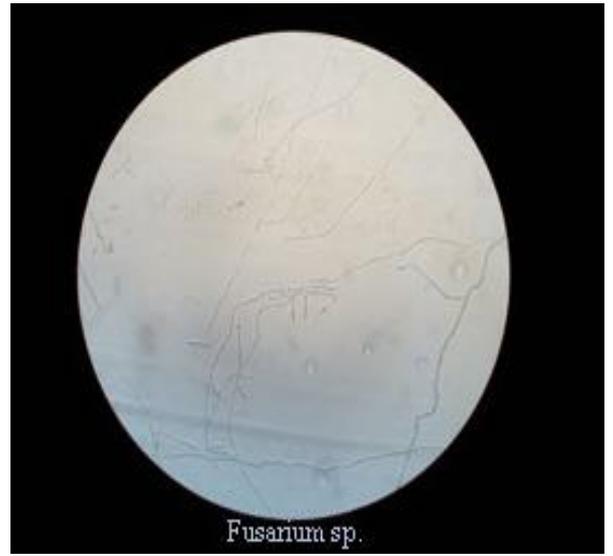
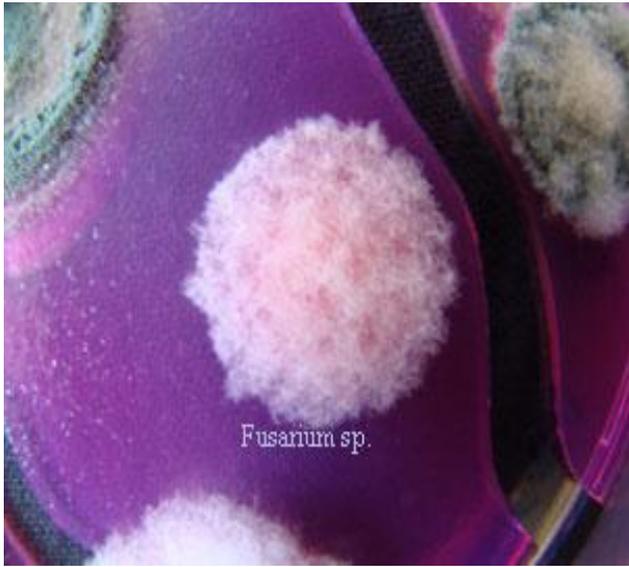
IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS EN TRES ÉPOCAS DE MUESTREO.

ÁNTES



DURANTES Y DESPUÉS





CONTROL INTERNO DE CALIDAD.

VARIETADES



CLONES

