



# UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA DE MÉXICO

## DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO MAESTRÍA EN SEGURIDAD ALIMENTARIA

### MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) PARA UNA MAYOR SEGURIDAD ALIMENTARIA DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN EL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE, COLOMBIA

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN SEGURIDAD ALIMENTARIA

**PRESENTA:**

WILMAR ALEXANDER WILCHES ORTIZ

**ASESOR:**

DRA. MA. MARTHA AGUILERA PEÑA

Ciudad de México, a 05 de diciembre del 2019

**UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA DE MÉXICO**

**División de Investigación y Posgrado**

**Maestría en Seguridad Alimentaria**

**MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) PARA UNA MAYOR SEGURIDAD ALIMENTARIA DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN EL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE, COLOMBIA**

TESINA

Para obtener el grado de maestro en  
Seguridad Alimentaria

Presenta:

Ing. Wilmar Alexander Wilches Ortiz

Asesor:

Dra. Ma. Martha Aguilera Peña

Ciudad de México, a 05 de diciembre del 2019

## DEDICATORIA

### A MIS PADRES

*Por su inalcanzable tenacidad y perseverancia en todo momento sin nunca desistir en cada paso, por recibir el mejor ejemplo e inspiración sin dejar de lado la humildad.*

### A MIS HERMANOS

*Por su confianza y apoyo en cada instante de mi vida.*

### A DIOS

*Por nunca desampararme y permitirme cumplir cada propósito que me propongo.*

## AGRADECIMIENTOS

### A MIS PADRES

*María de Jesús Ortiz y Carlos Alberto Wilches por siempre confiar en mí, por apoyarme y animarme en cada esfuerzo generado en lo académico y personal.*

### A AGROSAVIA

*“Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria” “Fuente y titular de la información”.*

*Por brindarme los escenarios de aprendizaje, investigación y transferencia de conocimientos relacionados al sistema productivo de la papa. Por permitirme hacer uso de la información y datos incluidos en este trabajo.*

### AL ING. AGRÓNOMO MSc

*Eduardo Espitia Malagòn*

*Por sus enseñanzas y por permitirme emprender procesos de investigación en el cultivo de la papa.*

### A LA ENTOMÓLOGA

*Dra. Ma. Martha Aguilera Peña*

*Por su compromiso, dedicación y orientación que permitió la finalización del escrito final.*

# CONTENIDO

## ÍNDICE DE CAPÍTULOS

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO 1. MARCO CONTEXTUAL	14
1.1. Objetivos	15
1.2. Planteamiento del problema	15
1.3. Justificación	16
CAPITULO 2. MARCO REFERENCIAL	17
2.1. Agricultura sostenible	17
2.2. Revolución verde	17
2.3. Desarrollo Sostenible	18
2.4. Manejo integrado	18
2.4.1. Manejo Integrado de Plagas	19
2.4.2. Umbral económico	20
2.4.3. Manejo integrado de plagas en papa	20
CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO	22
3.1. Antecedentes del Cultivo de la papa	22
3.1.1. Taxonomía y Morfología	23
3.2. Requerimientos del cultivo de la papa	25
3.3. Labores del cultivo	26
3.4. Manejo integrado del cultivo de la papa	28
3.5. Problemas fitosanitarios limitantes del cultivo de la papa	30
3.6. Seguridad Alimentaria y Desarrollo Agrícola	31
3.6.1. Seguridad Alimentaria en sistemas de producción de alimentos con énfasis en el cultivo de la papa	32
3.6.2. Vinculación de la investigación científica y tecnológica al desarrollo y a las necesidades de los productores(as).	33
3.6.3. Acciones de incidencia en políticas que articulen los efectos positivos de las innovaciones con las políticas de seguridad alimentaria en la región.	33
3.6.4. La papa puede ser una parte importante de la solución de la seguridad alimentaria a través del aumento de los ingresos mediante el acceso al mercado.	33
CAPITULO 4. METODOLOGÍA	34
4.1. Diagnóstico del sistema productivo papa en la zona de estudio	34
4.1.1. Determinación de la línea de manejo agronómico	34
4.1.2. Aplicación secuencial de encuestas	35
4.2. Evaluación de residuos de plaguicidas y Límites Máximo de Residuos (LMRs) en muestras de papa producida en el área de estudio	36

4.3.	Validación de un plan de Manejo Integrado de Plagas y enfermedades en el cultivo de la papa.	37
4.3.1.	Vigilancia fitosanitaria	38
4.3.2.	Trampas de paso	38
4.3.3.	Trampas con Feromona	38
4.3.4.	Trampas Pegajosas	39
4.3.5.	Jameo	39
4.3.6.	Monitoreo de plantas sanas y con daños	39
4.3.7.	Lotes con Manejo convencional	40
4.4.	Validación de la herramienta Disco CIP, para el control y prevención de la gota causada por <i>Phytophthora infestans</i>	41
CAPITULO 5. ANÁLISIS Y RESULTADOS		44
5.1.	Diagnóstico del sistema productivo papa en la zona y determinación de la línea de manejo agronómico.	44
5.2.	Determinación de plaguicidas y Límites Máximos de Residuos (LMRs) en muestras de papa producida en el área de estudio	49
5.3.	Resultados de la Validación de un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de papa en el Departamento de Boyacá.	55
5.4.	Cosecha. Resultados de la Evaluación de plagas y enfermedades	58
5.4.1.	Cosecha. Producción total	59
5.5.	Tasa de impacto ambiental Vs aplicaciones de plaguicidas	60
5.6.	Costos de producción	63
5.7.	Resultados de la Validación del plan de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) en el cultivo de papa, Departamento de Cundinamarca.	64
5.7.1.	Monitoreo de plagas y enfermedades	65
5.7.2.	Cosecha: Resultados de la evaluación de plagas y enfermedades	67
5.7.3.	Cosecha: Producción total de papa	68
5.7.4.	Tasa de impacto ambiental por aplicaciones de plaguicidas	69
5.8.	Costos de producción	72
5.9.	Validación de la herramienta Discos CIP, para el control y prevención de <i>Phytophthora infestans</i> en el cultivo de papa	73
5.9.1.	Ensayos en Boyacá (Turmequé)	73
5.9.2.	Ensayos en Cundinamarca (Mosquera)	82
CAPITULO 6. CONCLUSIONES		93
7. FUENTES DE CONSULTA		95
8. ANEXOS Y/O APÉNDICES		104

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Municipios y localidades de trabajo y encuestas aplicadas.	35
Cuadro 2. Relación de muestras tomadas para análisis de Límites Máximos de Residuos.	37
Cuadro 3. Variables consideradas en los análisis de correspondencia múltiple y agrupamiento jerárquico.	44
Cuadro 4. Resultados de análisis de muestras de residualidad de plaguicidas en papa en tres zonas productoras.	50
Cuadro 5. Compuestos y nombres comerciales de los plaguicidas encontradas en los Departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Nariño.	54
Cuadro 6. Seguimiento de incidencia de gota ( <i>P. infestans</i> ) y aplicaciones de fungicidas para su control.	57
Cuadro 7. Porcentaje de tubérculos de papa por planta, afectadas por plagas y enfermedades en lote de manejo integrado y manejo convencional.	58
Cuadro 8. Total de aplicaciones y valores de Tasa de Impacto Ambiental basados en el coeficiente de impacto ambiental de Kovach et al. (1996).	61
Cuadro 9. Costos de producción de las fincas evaluadas en Boyacá: Costo por hectárea y sus diferencias.	64
Cuadro 10. Seguimiento de incidencia de gota ( <i>P. infestans</i> ) y aplicaciones de fungicidas para su control.	67
Cuadro 11. Porcentaje de tubérculos por plantas afectadas por plagas y enfermedades en lote de manejo integrado y de manejo convencional.	68
Cuadro 12. Total de aplicaciones y valores de Tasa de impacto ambiental (TIA) basados en el coeficiente de impacto ambiental de Kovach <i>et al.</i> , 1992.	70
Cuadro 13. Costos de producción de papa en las fincas evaluadas en Cundinamarca: Costo por hectárea y sus diferencias.	72
Cuadro 14. Cuadro de aplicaciones realizadas en variedad Diacol Capiro.	74
Cuadro 15. Cuadro de aplicaciones realizadas en papa variedad Ica Única.	77
Cuadro 16. Aplicaciones de fungicidas realizadas en papa variedad Suprema.	79
Cuadro 17. Aplicaciones realizadas en papa variedad Diacol Capiro en Cundinamarca (Mosquera)	82
Cuadro 18. Aplicaciones realizadas en papa variedad Ica Única.	85
Cuadro 19. Aplicaciones realizadas en papa variedad Pastusa Suprema.	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de la trampa con feromona para la polilla Guatemalteca ( <i>Tecia solanivora</i> ) en cultivo de papa	39
Figura 2. Herramienta Disco CIP para el manejo de tizón tardío de la papa (gota) <i>Phytophthora infestans</i> .	42
Figura 3. Características de Discos CIP para el manejo de tizón tardío de la papa (gota) <i>Phytophthora infestans</i> .	43
Figura 4. Temas preponderantes en el cultivo de la papa, resultantes en Cundinamarca y Boyacá	46
Figura 5. Plagas y enfermedades en orden de importancia en los grupos según resultados analizados de la encuesta.	47
Figura 6. Número de plaguicidas detectados por muestra en los sitios de estudio en Boyacá, Cundinamarca y Nariño.	51
Figura 7. Proporción de muestras con y sin plaguicidas encontrados en los sitios de estudio en Boyacá, Cundinamarca y Nariño	51
Figura 8. Proporción de plaguicidas encontrados en los Departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Nariño.	52
Figura 9. Proporción de plaguicidas encontrados en los Municipios de Boyacá, Cundinamarca y Nariño.	52
Figura 10. Proporción de plaguicidas encontrados en 33 muestras tomadas en Municipios de Boyacá, Cundinamarca y Nariño.	53
Figura 11. Adultos de pulgilla ( <i>Epitrix sp.</i> ) capturados en 10 pases dobles de jama ( $\bar{X} \pm DE$ ).	55
Figura 12. Adultos de gusano blanco ( <i>P. vorax</i> ) capturados en trampas de paso ( $\bar{X} \pm DE$ ).	56
Figura 13. Adultos de troteador ( <i>Naupactus spp.</i> ) capturados en trampas de paso ( $\bar{X} \pm DE$ ).	56
Figura 14. Adultos de mosca minadora ( <i>Liriomyza sp.</i> ) observados en trampas pegajosas ( $\bar{X} \pm DE$ ).	56
Figura 15. Adultos de polilla guatemalteca ( <i>Tecia solanivora</i> ) capturados en trampas con feromona ( $\bar{X} \pm DE$ ).	56
Figura 16. Porcentaje de incidencia de gota ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en un ciclo del cultivo de papa.	57
Figura 17. Producción por hectárea en cultivos de papa (var. Diacol Capiro) evaluados en Turmequé, vereda Chiratá.	59
Figura 18. Senescencia temprana en el cultivo de papa en la Finca El Recuerdo.	60
Figura 19. Cultivo de papa en la finca El Recuerdo con evidencia de falta de coloración verde intenso.	60
Figura 20. Diferencia de estados fisiológicos.	60
Figura 21. Valor de tasa de impacto ambiental para insecticidas utilizados en la finca El Recuerdo.	62

Figura 22. Valor de tasa de impacto ambiental para insecticidas utilizados en finca El Llano.	62
Figura 23. Valor de tasa de impacto ambiental TIA para fungicidas utilizados en la finca El Recuerdo.	62
Figura 24. Valor de tasa de impacto ambiental TIA para fungicidas utilizados en la finca El Llano.	62
Figura 25. Valor de tasa de impacto ambiental TIA para herbicidas utilizados en la finca El Recuerdo.	63
Figura 26. Valor de tasa de impacto ambiental TIA para herbicidas utilizados en la finca El Llano.	63
Figura 27. Adultos de pulgilla ( <i>Epitrix sp.</i> ) capturados en 10 pases dobles de jama ( $\bar{X} \pm DE$ ).	65
Figura 28. Adultos de minador ( <i>Liriomyza sp.</i> ) observados en trampas pegajosas ( $\bar{X} \pm DE$ ).	65
Figura 29. Adultos de tiroteador ( <i>Naupactus spp.</i> ) capturados en trampas de paso ( $\bar{X} \pm DE$ ).	65
Figura 30. Adultos de gusano blanco ( <i>Premnotrypes vorax</i> ) capturados en trampas de paso ( $\bar{X} \pm DE$ ).	65
Figura 31. Adultos de polilla guatemalteca ( <i>Tecia solanivora</i> ) capturados en trampas con feromona ( $\bar{X} \pm DE$ ).	66
Figura 32. Porcentaje de incidencia de gota ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en un ciclo del cultivo de papa.	67
Figura 33. Aproximación de la producción por hectárea en cultivos de papa evaluados en Carmen de Carupa, vereda El Mortiño.	69
Figura 34. Valor de tasa de impacto ambiental (TIA) para insecticidas utilizados en la finca Mataredonda.	70
Figura 35. Valor de tasa de impacto ambiental (TIA) para insecticidas utilizados en la finca comparativa.	70
Figura 36. Valor de tasa de impacto ambiental (TIA) para fungicidas utilizados en finca Mataredonda.	71
Figura 37. Valor de tasa de impacto ambiental (TIA) para fungicidas utilizados en la finca comparativa de Cundinamarca.	71
Figura 38. Valor de tasa de impacto ambiental (TIA) para herbicidas aplicados en fincas de validación en Cundinamarca.	72
Figura 39. Severidad de gota ( <i>P. infestans</i> )-Precipitaciones en cultivo de papa variedad Diacol Capiro.	74
Figura 40. Valores de tasa de impacto ambiental (TIA) en tratamientos aplicados al cultivo de papa variedad Diacol Capiro.	74
Figura 41. Área relativa bajo la curva del progreso de la enfermedad (rAUDPC) en tratamientos al cultivo de papa variedad Diacol Capiro.	74
Figura 42. Cantidad de tubérculos/planta en tratamientos al cultivo de papa variedad Diacol Capiro.	75
Figura 43. Peso de tubérculos/planta en tratamientos al cultivo de papa variedad Diacol Capiro.	75
Figura 44. Aproximación de la producción por hectárea en cultivo de papa (var Diacol Capiro) con el uso de los Discos CIP en Turmequé	76



Figura 45. Severidad de gota ( <i>P. infestans</i> )-Precipitaciones en papa variedad Ica Única.	77
Figura 46. Área relativa bajo la curva del progreso de la enfermedad (rAUDPC) gota ( <i>P. infestans</i> ) en tratamientos en papa variedad Ica Única.	78
Figura 47. Valores de Tasa de Impacto Ambiental en tratamientos de papa variedad Ica Única.	78
Figura 48. Cantidad de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Ica Única.	78
Figura 49. Peso de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Ica Única.	78
Figura 50. Aproximación de la producción por hectárea en cultivo de papa (var Ica Única) con el uso de los Discos CIP en Turmequé.	79
Figura 51. Severidad de gota ( <i>P. infestans</i> ) Vs Precipitaciones en el cultivo de papa variedad Suprema.	80
Figura 52. Área relativa bajo la curva del progreso de gota ( <i>P. infestans</i> ) (rAUDPC) en tres tratamientos en papa variedad Suprema.	81
Figura 53. Valores de tasa de impacto ambiental TIA en tres tratamientos en papa variedad Suprema.	81
Figura 54. Cantidad de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Suprema.	81
Figura 55. Peso de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Suprema.	81
Figura 56. Aproximación de la producción por hectárea en cultivo de papa (var Pastusa Suprema) con el uso de los Discos CIP en Turmequé.	82
Figura 57. Severidad de gota ( <i>P. infestans</i> )-Precipitaciones en papa variedad Diacol Capiro, en Cundinamarca (Mosquera).	83
Figura 58. Valores de Tasa de Impacto Ambiental (TIA) en tres tratamientos en papa variedad Diacol Capiro en Cundinamarca (Mosquera).	84
Figura 59. Área relativa bajo la curva del progreso de la enfermedad (rAUDPC) gota ( <i>P. infestans</i> ) en tres tratamientos en papa variedad Diacol Capiro.	84
Figura 60. Cantidad de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Diacol Capiro.	85
Figura 61. Peso de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Diacol Capiro.	85
Figura 62. Estimación de Producción (Tn/ha) en tres tratamientos en papa variedad Diacol Capiro.	85
Figura 63. Severidad de gota ( <i>P. infestans</i> ) Vs Precipitaciones en el cultivo de papa variedad Ica Única.	86
Figura 64. Valores de tasa de impacto ambiental en tres tratamientos en papa variedad Ica Única.	87
Figura 65. Área relativa bajo la curva del progreso de la enfermedad (rAUDPC) gota ( <i>P. infestans</i> ) en tres tratamientos en papa variedad Ica Única.	88
Figura 66. Cantidad de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Ica Única.	88

Figura 67. Peso de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Ica Única	89
Figura 68. Estimación de Producción (Tn/ha) en tres tratamientos en papa variedad Ica Única.	89
Figura 69. Severidad de gota ( <i>P. infestans</i> ) Vs Precipitaciones en el cultivo de papa variedad Pastusa Suprema.	90
Figura 70. Valores de Tasa de Impacto Ambiental TIA en tres tratamientos en papa variedad Pastusa Suprema.	91
Figura 71. Área relativa bajo la curva del progreso de la enfermedad (rAUDPC) gota ( <i>P. infestans</i> ) en tres tratamientos en papa variedad Pastusa Suprema.	91
Figura 72. Cantidad de tubérculos/planta en tres tratamientos de papa variedad Pastusa Suprema.	92
Figura 73. Peso de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Pastusa Suprema.	92
Figura 74. Estimación de Producción (Tn/ha) en tres tratamientos en papa variedad Pastusa Suprema.	93

## RESUMEN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es clave en la seguridad alimentaria de millones de personas que basan su dieta y dependen económicamente del tubérculo. La producción en el Altiplano Cundiboyacense se caracteriza por ser tradicional con alta dependencia a innumerables aplicaciones de agroquímicos y sin criterio técnico; además, en los agricultores prevalece el desconocimiento y mitos acerca de las técnicas de manejo integrado del cultivo. Para determinar las brechas tecnológicas que existen en la zona con respecto a la producción de papa, se realizó un sondeo de la producción del tubérculo en municipios del Altiplano Cundiboyacense (Cundinamarca y Boyacá) y en el Departamento de Nariño, aplicando metodologías mixtas para levantamiento de información, reconocimiento en campo y muestreos de tubérculo. En Carmen de Carupa (Cundinamarca) y Turmequé (Boyacá) se implementó un ensayo de validación del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) en condiciones de agricultor comparado con sistema de cultivo tradicional; el manejo MIPE estuvo basado en seguimientos y umbrales de acción para el control de los problemas fitosanitarios. Se realizó un ensayo en Turmequé (Boyacá) y Mosquera (Cundinamarca) para el manejo de goma de la papa (*Phytophthora infestans*) en el cual se validó la herramienta de apoyo a la toma de decisiones creada por el Centro Internacional de la Papa (CIP) (Discos CIP) para tres variedades de la zona. Los resultados evidenciaron la importancia del cultivo de la papa para la seguridad alimentaria, identificándose que alrededor del 50% de los productores encuestados en el Altiplano Cundiboyacense tienen una hectárea o menos, cultivada. Los componentes de manejo son: asistencia técnica, manejo de plagas y enfermedades, y los registros de procesos en la finca. Se identificaron residuos químicos de plaguicidas en 11, 5 y 3 muestras de Cundinamarca, Boyacá y Nariño, respectivamente. En ninguno de los casos se sobrepasó el nivel máximo de residuos permitidos por el Codex Alimentarius. En las dos zonas con MIPE (Turmequé y Carmen de Carupa) se lograron menores tasas de impacto ambiental, menor costo y con beneficios en la calidad fitosanitaria del tubérculo en comparación con un sistema tradicional. La validación de los Discos CIP indicó que podría proporcionar beneficios al agricultor en términos de reducir las aplicaciones para el control de *P. infestans*, con menor impacto ambiental y baja residualidad de fungicidas y alta inocuidad del tubérculo,

convirtiéndose en una herramienta clave para la seguridad alimentaria. El manejo del cultivo de las variedades de papa probadas usando los Discos CIP, resultó en cosechas equiparables a las obtenidas mediante el manejo estrictamente químico de *P. infestans*, aunque con menores tasas de impacto ambiental, y sin afectar significativamente la producción y permitiendo asegurar la disponibilidad y acceso del tubérculo. La implementación del MIPE es una herramienta útil para mantener la seguridad alimentaria garantizando la disponibilidad y acceso de alimentos, con una producción sostenible e inocua y con potencial transferencia a otros cultivos básicos.

## 1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) cumple un papel importante en la nutrición humana y se ha considerado como el cuarto producto más consumido a nivel mundial después del maíz, trigo y el arroz. Según la información más reciente, la producción mundial en 2016 alcanzó algo más de 376 millones de toneladas y en Latinoamérica la papa se cultiva en 25 países (Faostat, 2018). En esta región, para el año 2016, Colombia ocupó el tercer lugar en producción con 2.354.862 t después de Perú y Brasil (Faostat, 2018). En Colombia, el cultivo de papa se encuentra entre los 10 más importantes del subsector de producción vegetal (DANE, 2011), y para el año 2017 presentó una producción de 3.740.140 t en 169.002 ha a nivel nacional (Agronet, 2018).

Debido al contenido nutricional de carbohidratos, vitaminas y minerales, el cultivo de la papa junto a otros cultivos como el maíz y el arroz se consideran decisivos para la seguridad alimentaria de cientos de millones de personas del mundo en desarrollo (Salcedo y Guzmán, 2014). De acuerdo con José Manuel García Páez, Gerente General de la Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa), actualmente el consumo per cápita de papa en Colombia es de 61 kilogramos per cápita (Finagro, 2018).

Ante los diversos riesgos asociados al uso excesivo de plaguicidas en la producción primaria, el consumidor se enfrenta a una incertidumbre sobre los riesgos que corre al consumir los productos. El modelo agronómico de producción es altamente dependiente de insumos externos entre ellos los plaguicidas. El 35% de los costos de producción corresponden a fertilizantes y plaguicidas (Villarreal *et al.*, 2007). Adicionalmente, los procedimientos de aplicación de sustancias peligrosas no se acatan. Aun así, el 94% de la producción se comercializa (DANE, 2011) difiriendo los riesgos asociados en el producto a lo largo de la cadena de comercialización y consumo. Estudios sobre residualidad en papa señalan un 4.6% de muestras con excesos de plaguicidas (Guerrero, 2004). Estos indicios y otros constituyen una amenaza al cultivo de la papa por el desestimulo al consumo por el riesgo para la población de consumir un producto contaminado. La información disponible no ha permitido dirigir estrategias para sensibilizar a los agricultores de llevar a cabo actividades orientadas al manejo integrado

del cultivo de la papa con el fin de proteger la salud del consumidor, del agricultor, mejorar la gestión de los recursos y evitar las pérdidas económicas (Arias *et al.*, 2014).

Aunque la tecnología desarrollada para el cultivo de la papa en Colombia cubre todos los componentes de cultivo, no va más allá de la llamada agricultura convencional careciendo de técnicas de manejo integrado que pudiesen reducir la alta dependencia a los plaguicidas que afecta la calidad e inocuidad del tubérculo. Por este motivo se propone validar alternativas de manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa que permitan reducir las altas aplicaciones de agroquímicos, las tasas de impacto ambiental y que mantenga la inocuidad en el tubérculo.

## CAPITULO 1. MARCO CONTEXTUAL

La investigación se enmarcó en la agenda de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), entidad pública descentralizada de participación mixta sin ánimo de lucro, de carácter científico y técnico, cuyo objeto es desarrollar y ejecutar actividades de Investigación, Tecnología y Transferencia en procesos de Innovación tecnológica al sector agropecuario. Se caracteriza por trabajar en redes de acuerdo con los diferentes sistemas agropecuarios priorizados en el país. AGROSAVIA permite la vinculación de los profesionales a la Red de Raíces y Tubérculos para desarrollar trabajos en el cultivo de la papa, en el área de manejo fitosanitario del cultivo, entre otros.

AGROSAVIA, en su centro de investigación Tibaitatá tiene como área de influencia los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá, por la cual se logró implementar diferentes investigaciones del cultivo de la papa en municipios como Mosquera, Carmen de Carupa, Toca y Turmequé.

La zona de estudio corresponde al Altiplano Cundiboyacense que cuenta con tres grandes altiplanicies conectadas con otras de pequeña extensión. Con alturas que fluctúan entre los 2,500 y 2,760 m.s.n.m y precipitaciones anuales que varían entre 580 y 1000 mm. La temperatura media es de 13.5 °C con variaciones en los promedios mensuales inferiores a 1°C pero con oscilaciones diurnas mayores de 25 °C (Botiva *et al.*, 1989). El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2017) reporta que el 90% de la producción nacional de papa se concentra en cuatro Departamentos: Cundinamarca (37%), Boyacá (27%), Nariño (20%) y Antioquia (6%). Cabe resaltar que el Altiplano Cundiboyacense abarca un 64% de la producción nacional.

## **1.1 Objetivo General**

Proponer y validar alternativas de manejo integrado de plagas y enfermedades de la papa, en campos de cultivo de pequeños agricultores del Altiplano Cundiboyacense.

## **1.2 Objetivos Específicos**

Elaborar el diagnóstico del sistema productivo de la papa, en la zona de estudio.

Implementar técnicas de manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo que permitan mejorar el acceso y disponibilidad de tubérculos saludables para consumo.

Proponer técnicas de manejo integrado de plagas y enfermedades que reduzcan las aplicaciones de agroquímicos en el cultivo de la papa.

## **1.3 Planteamiento del Problema**

Actualmente el sistema productivo de la papa en el Altiplano Cundiboyacense se ha convertido en un sistema dependiente del uso excesivo de agroquímicos para el funcionamiento del cultivo. En la mayoría de familias campesinas se carece de técnicas y metodologías validadas de manejo integrado de plagas y enfermedades, lo que ocasiona problemas de contaminación ambiental, crecimiento de plagas secundarias y efectos nocivos para la salud de los agricultores (Crissman *et al.*, 1994; Yanggen *et al.*, 2003). En la mayoría de los casos se acostumbra a la aplicación indiscriminada de plaguicidas sin justificación técnica y sólo con el criterio de proteger la cosecha contra el eventual ataque de los insectos plaga (López-Ávila, 2003) y enfermedades. Debido a la alta incidencia de enfermedades como la gota causada por el hongo *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary., y las altas poblaciones de insectos plaga que sobresalen por su importancia económica como el gusano blanco [*Premnotrypes vorax* (Hustache)] y la polilla guatemalteca [*Tecia solanivora* (Povolný, 1973)], los agricultores se ven obligados a utilizar insecticidas químicos de los grupos toxicológico Organofosforados, Carbamatos y Piretroides para disminuir los daños causados en tubérculos (Torres *et al.*, 2004). Además de las aplicaciones realizadas sin ningún criterio técnico, algunos agricultores



utilizan herbicidas para acelerar el proceso de senescencia del cultivo, principalmente el producto sintético con ingrediente activo Paraquat, por lo que claramente se están produciendo alimentos contaminados en donde la inocuidad del producto no se cumple y por lo cual se requiere utilizar métodos de control más amigables con el ambiente y con la salud del consumidor y del agricultor, en donde las aplicaciones químicas sean la última opción, para el caso de plagas y enfermedades, y dejando la senescencia propia de la planta o utilizando métodos culturales para el llenado de tubérculos.

Debido a esta problemática en el sistema productivo, ¿existen alternativas de manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa que permitan mejorar la calidad del tubérculo y reducir la alta dependencia y aplicaciones de plaguicidas realizadas por los agricultores?

#### **1.4 Justificación**

El cultivo de la papa es un alimento clave en la seguridad alimentaria mundial. Es un producto básico en la alimentación en Colombia, especialmente en las regiones de clima frío. Este tubérculo está incluido en el Plan Nacional de Alimentación y Nutrición (PAN) debido a que contribuye a la dieta diaria de millones de consumidores especialmente en los sectores de bajos ingresos. Sin embargo, el uso indiscriminado de agroquímicos para la producción no asegura un producto inocuo al consumidor generando grandes impactos ambientales en las zonas de producción y un costo alto de insumos. “En Colombia la papa ocupa el primer lugar en valor de la producción con 500 millones de dólares por año y existen alrededor de unas 90,000 familias que se dedican a la producción del tubérculo. Es el cultivo que mayor demanda hace en el país de fungicidas e insecticidas y el segundo de fertilizantes químicos después del café. Constituye, asimismo, la actividad que más servicios de transporte terrestre demanda con más de dos millones de toneladas al año, sumado esto a la movilización de los insumos que se utilizan en su producción” (Villarreal *et al.*, 2007, p.7).

Se hace necesario implementar metodologías de manejo del cultivo evaluadas y validadas en campo que mitiguen el uso excesivo de plaguicidas en el cultivo, que lleven

a la reducción de los costos de producción, el impacto ambiental y la residualidad de agroquímicos en el producto.

## **CAPITULO 2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. Agricultura sostenible**

La producción en los sistemas productivos desde la antigüedad ha sido dependiente de los recursos internos, del reciclaje de la materia orgánica, de los diferentes mecanismos de control biológico y del régimen de las precipitaciones. Los policultivos eran trascendentales y de importancia logrando asegurar la producción mediante siembras de más de un cultivo o variedad, convirtiéndose en un seguro contra las explosiones de plagas o la severidad del clima. La rotación de cultivos con leguminosas consistió en una de las estrategias de fijación de Nitrógeno, además de suprimir a los insectos plaga y enfermedades interrumpiendo su ciclo de vida. Se utilizaban equipos sencillos para las labores agrícolas y principalmente eran realizadas por la familia con el empleo ocasional de trabajadores. En este tipo de sistema agrícola la relación entre la agricultura y la ecología era bastante fuerte y los signos de degradación ambiental eran raramente evidentes (Altieri & Nicholls, 2000). En la actualidad, la necesidad de protección al ambiente, la sociedad y el incremento en la economía son de alta importancia, razón por la cual es necesario implementar estrategias y prácticas de manejo en cultivos como la papa en donde la producción sea sostenible generando, en lo posible, un producto inocuo para el consumidor.

### **2.2. Revolución Verde**

Con la llamada revolución verde se logró la producción de cosechas de oro debido a los hallazgos de Ernest Borlaug, considerado como el padre de la agricultura moderna, llamado el hombre que salvó millones de vidas. Los logros de una alta producción con las innovaciones de la genética y paquetes tecnológicos en extensas áreas de Asia, principalmente Pakistán, India y Filipinas y posteriormente desplazados a África, son de alta importancia para los sistemas de producción actuales. La introducción de nuevas

tecnologías logró incrementar el rendimiento de los cultivos con retribuciones a la alimentación y la economía para el sector agropecuario (Fenoll, 2010).

La revolución verde (Borlaug *et al.*, 1969) fue un paso importante para el aumento de la producción de los cultivos, pero a su vez dio lugar al uso indiscriminado de tecnologías que dejaron consecuencias, tales como suelos y aguas contaminadas por plaguicidas y fertilizantes. Y algo que se evidencia en algunos productos en la actualidad, son las trazas de residuos químicos presentes en alimentos. Por esas prácticas de sobredosificación se hace necesario trabajar con los agricultores las prácticas validadas de manejo integrado, que sean de adopción y con fundamento técnico para que el uso de plaguicidas sea en los momentos en que no exista otro método de control.

### **2.3. Desarrollo Sostenible**

El desarrollo sostenible, perdurable o sustentable fue formalizado por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas en el informe Brundtland (1987), aplicado al desarrollo socio-económico. La definición se asumió de la declaración de Río (1992): “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades. El ámbito del desarrollo sostenible se divide conceptualmente en tres partes: Ambiental, económica y social” (ONU, 1992).

### **2.4. Manejo integrado del cultivo**

Carson (1962) observó los devastadores efectos que los plaguicidas ejercían especialmente el Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) sobre animales y los recursos naturales, lo que dio otra mirada al uso de agroquímicos; menciona al hombre como un ente con poder para cambiar la naturaleza del mundo, lo peor es que en su avance contamina todo lo que le rodea, el aire, la tierra, los ríos y por tanto el mar con material letal y peligroso. Cada año los seres humanos se acostumbran a infinidad de nuevos productos químicos creados por ellos mismos. Cada nuevo insecticida que se crea debe ser más fuerte, tóxico y mortífero que el anterior, esto se debe a que los insectos se van adaptando a éstos y además producen razas superiores, con inmunidad a los

insecticidas, razón por la que se cree que la guerra química no acabará nunca (Carson, 1962).

Gracias a lo expuesto por Carson (1962) se empezó a hablar de manejo integrado debido a sus puntos de vista respecto al desgaste de los recursos naturales y el uso indiscriminado de moléculas químicas para el control de plagas, con un cambio de la visión química a hacia el control biológico y cultural. En la actualidad es necesario trabajar en prácticas de manejo integrado del cultivo tomando en cuenta el listado de moléculas del Comité Internacional de Acción en Resistencia [Resistance Action Committees (RACs)] y las tasas de impacto ambiental de los plaguicidas (propuesta por Kovach *et al.*, 1992) para la programación de manejo químico y además de acuerdo al porcentaje de infección o infestación y el umbral económico que favorezcan una producción más limpia en los sistemas productivos.

### **2.4.1. Manejo Integrado de Plagas**

Heitefuss (1989) definió al Manejo Integrado de Plagas (MIP) como un sistema en el que se utilizan todos los procedimientos económicos, ecológicos y toxicológicamente adecuados en la máxima armonía para mantener las plagas por debajo del umbral económico. En la década de 1990, Luckmann y Metcalf (1994) definieron el MIP como una selección inteligente y uso de acciones (o tácticas) de control de plagas que garantizarán consecuencias económicas, ecológicas y sociológicas favorables.

Según Pedigo (1996a), para utilizar un enfoque de MIP, se requiere una comprensión de los siguientes factores: (1) la biología de la plaga y sus enemigos naturales, (2) la respuesta de los cultivos a las prácticas de manejo, (3) el efecto de la aplicación de plaguicidas en plagas y organismos no objetivo, y (4) el umbral de acción o nivel de daño tolerable por la planta.

En una definición moderna de MIP, el objetivo es prevenir y suprimir las plagas con un impacto mínimo en la salud humana, el medio ambiente y los organismos no objetivo (Dreistadt, 2004).

El primer paso para controlar las plagas de insectos es la detección oportuna de la infestación, el objetivo es administrar el cultivo como un sistema completo, manteniendo a las plagas en niveles aceptables mediante el uso de varias estrategias de armonización (Johnson, 2008). Las técnicas de MIP incluyen el monitoreo de las poblaciones de plagas, el uso juicioso de plaguicidas y la comunicación efectiva con respecto a la necesidad de implementar una táctica de control (Rondón, 2012).

### **2.4.2. Umbral Económico**

Según Stern y colaboradores (1959), el umbral económico (UE) “es la densidad de población a la cual debe ser determinada (iniciada) una acción de control para impedir que una creciente población de plaga alcance un nivel de daño económico”

Pedigo (1996) afirma que, “aunque se mide en densidad de insectos, el UE realmente es el tiempo que hay para tomar una acción, es decir, los números simplemente son un índice de ese tiempo. Algunos investigadores se refieren al UE como el umbral de acción para enfatizar el verdadero significado del UE”.

### **2.4.3. Manejo Integrado de Plagas en Papa**

Rondón (2012) afirma que la detección y el monitoreo del tiempo es un requisito esencial a largo plazo contra la infestación de plagas en el cultivo de papa. Las plantas deben revisarse regularmente para detectar signos y síntomas de daño de plagas. Durante el apogeo de la temporada de crecimiento, las plantas deben controlarse una o dos veces por semana. Se recomienda la inspección de la parte inferior de las hojas y el dosel interior de la planta, ya que muchas plagas prefieren sitios protegidos. Una mirada cercana de cualquier planta que tenga hojas o flores faltantes o dañadas, o plantas cuyo color, textura o tamaño se vean diferentes a las sanas, puede ser un signo de un problema (Rondón, 2012).

Mltidieri y colaboradores coinciden en la importancia del reconocimiento de las plagas y enfermedades como parte fundamental de las estrategias de manejo racional, puesto que los agricultores ante la presencia de plagas recurren al uso de plaguicidas en su cultivo. De allí la importancia del monitoreo de la presencia de plagas y enemigos naturales que permitirá tomar decisiones acertadas sobre el momento oportuno, el ingrediente activo, la dosis y el sitio a aplicar con determinado plaguicida.

Los insectos pueden ser monitoreados con lente de mano o trampas. Ambas técnicas no sólo permiten la detección y el monitoreo de problemas de plagas, sino que también proporcionan estimaciones de la densidad de la población. El momento óptimo de muestreo depende del historial de vida y los patrones de comportamiento de la plaga y/o los insectos benéficos, así como del estado y momento de la cosecha, y también de las condiciones ambientales. Algunas áreas, como los bordes de los campos, próximos a las carreteras principales, son más propensos a los problemas de plagas (Rondón, 2012).

Algunas trampas pueden cebarse con feromona, que es una sustancia química que generalmente atrae a una sola especie (por ejemplo, polillas de la papa). Las trampas también se pueden recubrir con material adhesivo para "pegar" la plaga a la trampa. Ya sean naturales (por ejemplo, hembras vírgenes) o más a menudo las feromonas sintéticas se usan para atraer a los machos (Roelofs *et al.*, 1975; Persoons *et al.*, 1976; Raman, 1988). Las feromonas interrumpen específicamente el ciclo reproductivo de los insectos dañinos. Las trampas con feromonas se usan ampliamente en la agricultura comercial, lo que ayuda a los agricultores a detectar la presencia de especies de plagas (Merrill *et al.*, 2011). Las trampas en general sólo funcionan para insectos adultos con alas desarrolladas y más móviles. Las trampas pegajosas amarillas atraen moscas de la fruta, áfidos alados, trips, psílidos, mosquitos, avispas, numerosas moscas; muchas especies recogidas en tarjetas adhesivas pertenecen a la misma familia o grupo, por lo tanto, la identificación correcta de la plaga objetivo es necesaria (Rondón, 2012).

## CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO

### 3.1 Antecedentes del Cultivo de la papa

**Origen y Distribución.** La papa (*Solanum tuberosum* L.), es una planta originaria de América, extendida a lo largo del territorio en donde la mayoría de campesinos conocen y han tenido contacto con el cultivo. Diez siglos atrás la papa se situó en el centro de origen del lago Titicaca (Bolivia – Perú) y en el norte del Perú. Debido a su adaptabilidad, la papa ha sido estudiada fuera de América y en la actualidad aparece junto al trigo y maíz con múltiples antecedentes bibliográficos (Montaldo, 1984).

Los cultivares nativos seleccionados a lo largo de la historia por agricultores lo constituyen las papas del grupo Andígena (*andigenum*) (*S. tuberosum* L. subsp. *andigena* Hawkes) (Hawkes, 1990) o grupo Andígena (Huamán y Spooner, 2002; Spooner *et al.*, 2007), su adaptabilidad en los Andes varia en alturas de los 2000 a 4000 m.s.n.m., y en condiciones de día corto presentan formación de tubérculos (Hawkes, 1990; Sukhotu y Hosaka, 2006). Por procesos de poliploidización sexual en diferentes lugares y a través de cruces por hibridación interespecífica e intervarietal se obtuvo *Solanum andigena* proveniente de *S. stenotomum* (Sukhotu y Hosaka, 2006). Debido a la capacidad de la papa diploide de producir granos de polen  $2n$  se le ha caracterizado su tetraploidización sexual (Iwanaga y Peloquin, 1982; Watanabe y Peloquin, 1989; Werner y Peloquin, 1991), considerada ésta como la forma más probable de poliploidización de la papa (Den Nijs y Peloquin, 1977; Mendiburu y Peloquin, 1977). Ghislain y colaboradores (2006), afirman que “la papa que crece en los Andes contiene mezclas de especies silvestres y cultivadas con diferentes niveles de ploidía”.

En los lugares más remotos del planeta la papa ha obtenido acogida y aunque no en todas partes del mundo se implementa el cultivo y su explotación, ha sido aceptada en países como Asia, África, Oceanía entre otros (CEA, 2002).

### 3.1.1 Taxonomía y Morfología

La papa es una planta herbácea perteneciente a las solanáceas y su crecimiento puede ser rastrero, arrosetado o erecto según la especie, en plantas cultivadas el hábito de crecimiento deseable es de tipo erecto lo que facilita las labores del cultivo. Los hábitos de crecimiento y desarrollo pueden variar con cada especie y la morfología puede modificarse por factores ambientales. (Luján, 1990).

La papa pertenece a las siguientes categorías taxonómicas (NCBI, 2003 citado por Trujillo 2004):

Reino: Vegetal  
Division: Fanerogama  
Subdivisión: Angiosperma  
Clase: Dicotiledonea  
Subclase: Simpetala  
Sección: Anisocarpeas  
Orden: Tubiflorineas  
Familia: Solanaceae  
Género: *Solanum* L.  
Sección: *Petota* Dumort Tier  
Especie: *Solanum tuberosum* L.

Las vías de propagación de las plantas de papa pueden ser por medio sexual o asexual. La propagación por semilla (sexual) genera un sistema radical con raíz primaria, muy fibroso con el desarrollo del hipocótilo, cotiledones y el epicótilo que luego darán lugar al tallo y el follaje. La propagación por tubérculos (asexual) es la más utilizada en el sistema productivo de la papa, a partir de estos se pueden desarrollar varios tallos por sitio a partir de brotes que desarrollan raíces adventicias. (Huamán, 1986).

El sistema radical es el responsable de la absorción de agua del suelo. La raíz se origina en los nudos de los tallos subterráneos formando el sistema fibroso de la planta de papa. (Egúsquiza, 2000).

La planta de papa presenta tallos, estolones y tubérculos, los tallos principales presentan ramificaciones (tallos laterales). Los tallos pueden ser circulares o angulares pudiendo formar alas en las márgenes angulares que pueden ser rectas, onduladas o dentadas. El



tallos presentan diferentes coloraciones variando con la especie y la variedad, generalmente son de color verde y a veces coloraciones rojizas, marrones, o moradas; se puede presentar desintegración de las células de la medula afectando la consistencia sólida de los tallos de la papa convirtiéndose en parcialmente tubulares. Los tallos generan yemas que pueden desarrollarse en forma de estolones, tallos laterales, inflorescencias y a veces tubérculos aéreos (Huamán, 1986). Los estolones (tallos laterales) se desarrollan a partir de yemas de tallos subterráneos y éstos crecen horizontalmente por debajo del suelo. Los tubérculos se pueden desarrollar a partir de estos tallos mediante un ensanchamiento del extremo terminal del estolón, sin embargo, se pueden desarrollar tallos laterales cuando los estolones no están cubiertos por suelo (Huamán, 1986). Se puede llegar a formar raíces, estolones y tubérculos de los tallos laterales que se ramifican debajo de la superficie del suelo pudiendo ser tan productivos como cuando se forman de tallos principales (Wiersema, 1987).

Los tubérculos (tallos modificados) son los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa; sobre la superficie del tubérculo se distribuyen los ojos en forma de espiral concentrándose hacia el extremo apical, puede haber yemas en cada uno de estos ojos, por tal motivo los ojos del tubérculo corresponden a los nudos de los tallos, y según la variedad su profundidad difiere, así como su estado de reposo o dormancia que puede ser largo o corto. El extremo basal del tubérculo se encuentra ligado al estolón y de las yemas de los ojos se desarrollan tallos principales, laterales y estolones (Huamán, 1986).

El fotoperiodo y la temperatura estimulan la floración. Las flores son perfectas, pentámeras y por lo general son terminales, se caracterizan por presentarse en una inflorescencia cimosa, sus colores varían entre blanco, azul, amarillo, rojo o púrpura. La autopolinización se presenta de forma natural. El fruto posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas y se caracteriza por ser una baya pequeña y carnosa. La semilla sexual es el principal recurso parase usa con propósitos de fitomejoramiento en papa (Pumisacho y Sherwood, 2002).

### 3.2 Requerimientos del cultivo de la papa

**Clima.** La adaptación del cultivo de la papa a climas con valores no muy altos de humedad ambiental y predominantemente frescos favorece la presencia de carbohidratos, los cuales son fundamentales en la formación de tubérculos (Faiguenbaum, 1987).

**Temperatura.** De acuerdo a la variedad de papa existen diferencias de requerimientos térmicos, sin embargo, para una buena tuberización son adecuadas temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25 °C y mínimas o nocturnas de 8 a 13 °C. Para la tuberización la temperatura media óptima es de 20 °C, valores por encima de este valor repercuten en una disminución en la fotosíntesis y un aumento en la respiración, por consecuencia se presentaría combustión de hidratos de carbono almacenados en los tubérculos (Pourrut, 1998). En el suelo la temperatura debe ser superior a los 7 °C, con temperaturas nocturnas relativamente frescas. La papa se ve perjudicada por el frío excesivo, puesto que los tubérculos no se desarrollan y quedan pequeños. Las temperaturas elevadas afectan la formación de los tubérculos y además favorece la proliferación de plagas y enfermedades (Pourrut, 1998).

**Luminosidad.** La luminosidad es uno de los elementos que intervienen en la fotosíntesis e influye directamente en la producción y distribución de los carbohidratos. Cuando la luminosidad es alta la concentración de carbohidratos es mayor en los tubérculos. A los 60,000 lux ocurre la máxima asimilación (Pourrut, 1998).

**Humedad.** La humedad resulta de importancia para la producción en el cultivo de la papa. La humedad excesiva puede resultar nociva para el cultivo al momento de la germinación del tubérculo y en la floración hasta la maduración del tubérculo. Una humedad ambiental excesivamente alta puede favorecer la presencia de enfermedades como es el caso del ataque del hongo fitopatógeno Mildíu (Franco, 2002).

**Suelo.** Los suelos profundos, de buen drenaje, fértiles, ricos en materia orgánica, con texturas de preferencia franco y franco arenoso, favorecen el crecimiento de las plantas

de papa. En suelos arcillosos de buena preparación y buen drenaje el cultivo de la papa puede desarrollarse con buena producción. En el cultivo de la papa el pH ideal del suelo está entre 4.5 y 7.5 (Arias *et al.*, 2008).

### **3.3 Labores del cultivo**

Las labores culturales en el cultivo de la papa dependen en gran medida de la variedad y la zona en la que se desea implementar el sistema productivo.

**Selección y clasificación de la semilla.** La semilla es un recurso de importancia para el cultivo, de su calidad y viabilidad dependerá el éxito en el sistema productivo. Para mantener la calidad del producto, los tubérculos deben separarse descartando aquellos que estén dañados, deformes, cortados o rajados y preservando aquellos que están sanos. En el almacenamiento de la semilla se recomienda hacer manejos preventivos ante las diferentes plagas y enfermedades de importancia para el cultivo. Existen recomendaciones para el tratamiento preventivo de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora* Povolny) mediante control biológico con la aplicación directa al tubérculo (5 kg de baculovirus/tonelada de semilla). Para prevenir el ataque de áfidos, se recomienda el uso de Clorpirifos, entre otros ingredientes activos. Finalmente, se recomienda proteger la semilla del ataque con Carboxim + Thiram a razón de un kilogramo por tonelada de semilla (Carrillo *et al.*, 2003).

**Establecimiento del cultivo.** El historial del lote es importante para establecer el cultivo de la papa. Se consideran ideales aquellos lotes con suelos de textura franco o franco arenoso, sueltos aireados, con buena disponibilidad de materia orgánica (10%), profundos, ligeramente ácidos y con buena capacidad de retención de agua. La preparación del terreno debe favorecer las actividades posteriores, se debe eliminar terrones, piedras, entre otros, para asegurar un buen desarrollo radical, una buena aireación y eliminar la presencia de otras plantas, toyas y residuos de cosechas. La siembra se realiza manualmente asegurándose de no lastimar los brotes, se deposita una semilla por cada sitio de siembra con una profundidad que puede ser de 15 centímetros

si el suelo se encuentra seco (a mayor profundidad la humedad es mayor), o 10 centímetros si el suelo se encuentra a capacidad de campo. De acuerdo a la variedad de papa las distancias de siembra pueden variar, pero las más recomendadas van de 90 cms a 1 m entre surcos y 40 cms entre plantas, correspondiendo a 25,000 plantas por hectárea. Se puede usar papa mediana (60-70 gr) si la humedad es favorable, es decir 14 cargas/ha; pero si la humedad es desfavorable, se recomienda sembrar semilla grande (100 gr), aproximadamente 20 cargas/ha (Carrillo *et al.*, 2003).

**Desarrollo del cultivo.** La fenología de la planta de papa es fundamental para el manejo agronómico. Las etapas de emergencia, el desarrollo y crecimiento, la tuberización, floración, fructificación y madurez fisiológica determinan las prácticas de manejo en el sistema productivo, como el deshierbe, fertilización, aporque, controles fitosanitarios y requerimientos hídricos y nutricionales, la producción y calidad del tubérculo depende de una oportuna y apropiada realización de labores del cultivo (Carrillo *et al.*, 2003).

**Sanidad del cultivo.** Para el cultivo de la papa es indispensable la calidad del suelo y la semilla. A lo largo de todo el ciclo productivo es importante la fertilización, la prevención de plagas y enfermedades que aseguren la sanidad del cultivo y permita compensar cualquier daño, incluso defenderse de ataques de plagas y enfermedades y a su vez obtener un rendimiento satisfactorio en la producción. Se deben realizar prácticas de cultivo apropiadas y acordes con las etapas de desarrollo de este. Las diferentes plagas tienen un límite o nivel de daño económico, el cual debe tener importancia a la hora de preservar la sanidad en el cultivo. Por tanto, el productor debe hacer un seguimiento a las enfermedades y plagas durante el desarrollo del cultivo y tomar decisiones oportunas respecto al control. Se deben ejecutar un conjunto de prácticas y métodos de control que se apoyen unos a otros frente a una plaga o enfermedad en donde el objetivo principal es manejarla y no tratar de erradicarla (Carrillo *et al.*, 2003).

**Cosecha y poscosecha.** El llenado y desarrollo completo de los tubérculos se presenta cuando el cultivo logra su estado de madurez, el cual se caracteriza por la presencia de tallos dispuestos sobre el suelo y totalmente secos. La cosecha debe adelantarse en

tiempo seco para asegurar una adecuada recolecta que no afecte la calidad del producto y finalmente obtener tubérculos limpios, sanos y con humedad adecuada para su comercialización. En caso contrario, el mercado castigaría presentaciones de empaque y producto barroso debido a condiciones muy húmedas (Carrillo *et al.*, 2003).

### **3.4 Manejo integrado del cultivo de la papa**

En el cultivo de la papa se deben considerar diferentes prácticas y tecnologías que permitan el manejo integrado del cultivo (MIC), enfocadas en promover la disminución en el uso de agroquímicos por el agricultor y reducir los costos de producción, y así obtener un producto más sano para el consumidor y con el ambiente (Guzmán, 2008).

**Prácticas culturales.** Se destacan criterios y prácticas de manejo integrado para el cultivo de la papa. El primer componente de importancia es la realización del análisis de suelo con un mes de anterioridad para poder hacer la recomendación de fertilización acorde al lote. La preparación del terreno debe minimizar el uso de maquinaria indiscriminada pudiéndose utilizar tracción animal con bueyes o caballo. El arado de cincel y el palín mecánico se pueden utilizar para mitigar la erosión del suelo. Existen prácticas de conservación de suelos (canales de guardia, labranza en contorno, gavetas, entre otras) que también ayudan a disminuir la erosión. Es ideal utilizar semilla de variedades mejoradas y de conocida procedencia. Su tamaño aproximado es de 5 a 7 cm de largo y 5 cm de ancho. El almacenamiento de la semilla debe ser en cajas germinadoras de 20 Kg, en una bodega con buena ventilación y poca luz. El aporque se realiza a los 45 días después de la siembra con el fin de evitar la entrada de la polilla guatemalteca y el lavado del terreno (Guzmán, 2008).

**Control de plagas.** En el cultivo de la papa destacan como plaga de importancia económica las polillas *Tecia solanivora* Povolny y *Phthorimaea operculella* (Zeller) ambas del orden Lepidoptera, familia Gelechiidae. La utilización de trampas con feromonas sexuales para la captura de machos adultos puede disminuir la población de esta plaga al reducir el apareamiento. Se requieren 16 trampas por hectárea, las cuales se colocan

alrededor de la plantación a una distancia de 30 metros entre sí. En el almacenamiento en bodegas para germinación de la semilla, la recomendación es por cada 10 m<sup>2</sup> colocar 1 a 2 trampas. Semanalmente se realiza el conteo de insectos, si supera el umbral se recomienda la aplicación de algún insecticida. La mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) es otra plaga de importancia en el cultivo. Las larvas se alimentan de la epidermis de la hoja y en el interior de estas forman túneles. Para el manejo de los adultos de la mosca se pueden utilizar trampas amarillas impregnadas con grasa (8 trampas/hectárea). Si se sobrepasa el umbral económico de la plaga, se debe aplicar insecticida y para tal fin se deben evaluar las trampas cada 8 días promediando la población de los adultos. En el cultivo también se presenta la pulgilla (*Epitrix* sp.) (Coleoptera: Chrysomelidae). Los adultos se caracterizan porque saltan con facilidad sobre el follaje, son pequeños escarabajos negros de 2 a 3 mm, producen perforaciones al alimentarse de las hojas. Para disminuir las poblaciones se recomienda una buena preparación del terreno y eliminar las malezas hospederas como la mostaza y el nabillo. De menor importancia se presentan en el cultivo el gusano de alambre (Coleoptera: Elateridae), los gusanos cortadores, y los jobotos (Coleoptera: Scarabaeidae). Otra plaga importante en el cultivo es el nemátodo formador del quiste de la papa (*Globodera pallida* Stone) (Heteroderidae), destaca por causar en las plantas enanismo y coloración verde claro, puede llegar a reducir hasta en un 80% el rendimiento. Para el control se debe desinfectar con una solución de cloro al 2% la maquinaria y equipos a la entrada y salida de las fincas. Entre el manejo cultural se pueden realizar muestreos periódicos de suelos, rotar cultivos, eliminar plantas enfermas, malezas y rastrojos, entre otras (Guzmán, 2008).

**Control de enfermedades.** En el cultivo de la papa la enfermedad que causa mayores pérdidas es el tizón tardío. El agente causante es el hongo oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (Oomycetes: Peronosporales), el cual reduce el área foliar al producir manchas de color negro en las hojas, tallos o pecíolos. Se recomienda realizar un aporque alto, eliminar plantas espontáneas, utilizar variedades tolerantes y cuando sea necesario la aplicación de fungicidas protectores o sistémicos. La mortaja blanca causada por el hongo *Rosellinia* sp. (Xylariales: Xylariaceae) también se puede presentar

en el cultivo causando reducción en el rendimiento, debido a que provoca muerte o necrosis en el cuello de la planta y raíces. El tubérculo presenta pudrición negra, cubierta por un moho blanco. La rotación de cultivos es una estrategia para su control evitando sembrar solanáceas. La pata negra es causada por la bacteria *Erwinia carotovora* (= *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*) (Enterobacteriales: Enterobacteriaceae) y se puede presentar en el cultivo caracterizada por pudrición en el tallo, plantas marchitas que se ponen amarillas. Se recomienda utilizar semilla sana, desinfectar los instrumentos agrícolas con una solución de cloro al 2%, evitar las siembras en suelos muy húmedos, suelo con buen drenaje, evitar lotes con antecedentes de la enfermedad y eliminación de rastrojos de cosecha (Guzmán, 2008).

Es de gran importancia conocer las plagas y los agentes causantes de enfermedades en el cultivo de la papa y sus umbrales económicos para así mismo determinar un buen manejo integrado, los lineamientos del manejo integrado del cultivo de la papa es la razón de esta investigación para poder lograr una seguridad alimentaria a través de un producto inocuo.

### **3.5 Problemas fitosanitarios limitantes del cultivo de la papa en el área de estudio**

En Colombia en el cultivo de la papa se reporta la presencia de plagas y enfermedades, destacando por ser limitantes, la polilla guatemalteca (*T. solanivora*), el gusano blanco [*Premnotrypes vorax* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae)] y el tiroteador de la papa (*Naupactus* spp.). Las enfermedades con mayor presencia y limitantes son: la gota de la papa causada por *P. infestans*, la Rhizoctoniasis causado por *Rhizoctonia solani* Kühn [= *Thanatophorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk] y la sarna polvosa cuyo agente causal es el hongo *Spongospora subterranea* (Wallroth) Lagerheim (Fedepapa, 2016).

En el cultivo de la papa pueden existir notorios perjuicios económicos debidos al ataque de la polilla guatemalteca (*T. solanivora*), principalmente durante las épocas secas disminuyendo la calidad y rendimiento del producto hasta en un 100% (Salazar y Betancourt, 2009). El adulto de la polilla guatemalteca (*T. solanivora*) es una palomilla con tres manchas en las alas, coloración marrón de 12 mm de longitud y de hábito

nocturno. La hembra es capaz de depositar entre 150 a 200 huevos en el suelo, principalmente en grietas y cerca de la base de la planta, de los que nacen pequeñas larvas o gusanos que se desplazan hasta los tubérculos para alimentarse produciendo galerías en su superficie. Estas larvas, que al final de su desarrollo presentan un color verde morado, abandonan el tubérculo y forman una pupa o crisálida en los primeros 5 cm del suelo, de la que, pasados unos días saldrá de nuevo el adulto (Trujillo y Perera, 2009).

El tizón tardío *Phytophthora infestans* es la enfermedad más seria en el cultivo de la papa en el mundo. Afecta hojas, tallos y tubérculos y se dispersa rápidamente pudiendo abarcar grandes superficies cuando las condiciones climáticas son favorables (Acuña, 2008). El control de esta enfermedad se basa en el uso intensivo de fungicidas a alto costo y perjudiciales para el ambiente. El inóculo se puede presentar en residuos de cosecha, semillas provenientes de plantas afectadas por la gota (*P. infestans*), y en algunas ocasiones en cultivos vecinos debido a la diseminación por gotas de lluvias y el viento. La humedad tiene una importante relación en el desarrollo del patógeno, puesto que es favorecido por el clima, especialmente cuando hay alta humedad en las noches acompañado de temperatura moderada durante el día. A temperaturas de 5 °C a 30 °C, este patógeno es capaz de producir la enfermedad siendo esencial una humedad atmosférica mayor a 90 % (Pérez y Forbes, 2010).

### **3.6 Seguridad Alimentaria y Desarrollo Agrícola**

El desarrollo agrícola contribuye a la disponibilidad de alimentos, al acceso a estos y a su estabilidad y, gracias a la diversidad de los alimentos producidos, a su utilización. La revolución verde fue trascendental para el inicio del desarrollo agrícola, debido a la especialización en cultivos con el uso de variedades de alto rendimiento, la aplicación de fertilizantes, expandiendo el riego, y plaguicidas sintéticos. Los sistemas agrícolas especializados, así como la hibridación, han provocado una importante pérdida de biodiversidad, afectando la diversidad de alimentos en el futuro. En la actualidad el problema del hambre en el mundo no es la falta de alimentos suficientes, por el contrario, es la falta de poder costearlos o no disponer de medios para producirlos. Es importante



el acceso a los alimentos, la demanda efectiva de alimentos (las personas que pueden pagar por ellos) y la forma en que los alimentos se distribuyen entre los países y dentro de estos, así como en los hogares y entre hombres y mujeres (Grafton *et al.*, 2015).

El acceso a los alimentos tiene relación directa con el desarrollo agrícola, debido a la paradoja de que los agricultores y la población rural son la mayoría de las personas que padecen hambre en el mundo. En las zonas rurales en su mayoría las personas dependen directa o indirectamente de la agricultura para su subsistencia y cabe resaltar que, en los países en desarrollo en la población rural por cada cuatro personas, tres son pobres (BIRF/Banco Mundial, 2007).

### **3.6.1 Seguridad Alimentaria en sistemas de producción de alimentos con énfasis en el cultivo de la papa**

La seguridad alimentaria por concepto de la Organización de Agricultura y Alimentación (FAO) se divide en cuatro dimensiones: 1. Disponibilidad de alimentos. 2. Acceso a los alimentos. 3. Utilización de los alimentos y, 4. Estabilidad en el tiempo de las tres dimensiones anteriores.

Para la implementación del enfoque de seguridad alimentaria Devaux y colaboradores (2011) dirigen sus esfuerzos a la importancia de los sistemas de producción basados en papa y alimentos producidos de la agricultura (cereales, quinua, forrajes, legumbres, y leche). Sugieren como posibles enfoques para considerarse en la seguridad alimentaria: la diversificación, el conocimiento nutricional y la biofortificación por medio de la selección de variedades de papas nativas (germoplasma local) con altos contenidos de Zinc, Hierro, y vitamina C. Además, destacan que en la actualidad es de importancia evaluar alternativas tecnológicas que mejoren la resiliencia en los sistemas de producción y enfrentar al cambio climático por su alta influencia en los sistemas de producción de alimentos que para el caso del cultivo de la papa se afecta por heladas, sequías y por el desarrollo de plagas y enfermedades.

### **3.6.2 Vinculación de la investigación científica y tecnológica al desarrollo y a las necesidades de los productores(as).**

Las metodologías participativas sirven para incluir a las organizaciones de productores en la determinación de las demandas y estimular las innovaciones que respondan a sus necesidades. Para vincular la investigación científica y tecnológica al desarrollo de las necesidades de los hogares, haciéndolos complementarios, se utilizan las herramientas y experiencias participativas disponibles, estableciendo alianzas entre los actores. Se busca promover las herramientas para la creación de capacidades y aprendizaje colectivo con los diferentes actores para aumentar el capital social y una mejor interacción (Devaux *et al.*, 2011).

### **3.6.3 Acciones de incidencia en políticas que articulen los efectos positivos de las innovaciones con las políticas de seguridad alimentaria en la región.**

Devaux y colaboradores (2011) resaltan la necesidad de promover acciones con los actores de la región para defender políticas que articulen los efectos positivos de las innovaciones en la seguridad alimentaria, usando los resultados concretos de los programas dentro y entre los países. Así como promover políticas y acuerdos institucionales a nivel local, nacional y regional andino mediante plataformas y el fortalecimiento de capacidades.

### **3.6.4 La papa como parte importante de la seguridad alimentaria a través del aumento de los ingresos mediante el acceso al mercado.**

Los enfoques para mejorar el acceso de los agricultores de pequeña escala a mercados de alto valor ya han sido probados por el Centro Internacional de la Papa CIP — particularmente con las papas nativas— y pueden ser aplicados con otros métodos en un contexto de seguridad alimentaria. Se debe considerar mejorar la competitividad de los productores mediante la difusión de tecnologías de producción/procesamiento y creando vínculos entre las cadenas productivas y plataformas multi-actores (Devaux *et al.*, 2011).

El proyecto de Innovación para la Seguridad Alimentaria y la Soberanía en los Andes (IssAndes) basado en el uso de papas nativas y financiado por la Unión Europea que tuvo una duración de 3 años (2011-2014) realizado en 5 países de la región andina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela), es un importante referente de la utilización de la papa como parte importante de la seguridad alimentaria. El proyecto ha generado dinámicas de participación y aprovechamiento de los saberes ancestrales y las colecciones de tubérculos nativos con potencial nutricional y para el caso de Colombia ha tenido una importante acogida en el Departamento de Boyacá, uno de los más representativos en el sistema productivo de la papa (Guevara *et al.*, 2014)

La seguridad alimentaria es de gran importancia para vincular el sistema productivo de la papa; se deben generar estrategias en las diferentes etapas, como lo son el de la producción y la comercialización, se deben involucrar los actores para la innovación agrícola en la seguridad alimentaria a favor de los pobres y en respuesta a las necesidades de los grupos rurales vulnerables.

## **CAPITULO 4. METODOLOGÍA**

### **4.1. Diagnóstico del sistema productivo papa en la zona de estudio**

Para la determinación de las necesidades de intervención se realizó un sondeo inicial para priorizar las principales necesidades del sistema productivo en la zona de estudio.

#### **4.1.1 Determinación de la línea de manejo agronómico.**

En el año 2013 se realizó un primer acercamiento al sistema productivo papa y sus actores en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. En Cundinamarca: Carmen de Carupa (páramo de La Laguna Verde (complejo Guerrero), Zipaquirá (páramo de Guerrero), Bogotá D.C., localidades de Usme y Sumapaz (páramo de Sumapaz). En Boyacá: Toca (páramo de Cortadera), Turmequé (páramo de Guacheneque) y Ventaquemada (páramo de Rabanal).

Para la determinación del manejo agronómico de los agricultores en su sistema productivo papa, se incluyeron unidades de producción de tamaño mediano (3 – 10 ha)

y pequeño (> 3 ha). Se aplicaron metodologías mixtas de investigación combinando variables cuantitativas y cualitativas (Sechrest y Sidana, 1995).

#### 4.1.2 Aplicación secuencial de encuestas.

Se realizó un sondeo que correspondió entre el 5 – 8 % de los municipios presentados en el cuadro 1. La participación de cada municipio se estableció según la importancia relativa del mismo en la producción de papa. Estos datos de producción y población de agricultores se validaron con las instituciones locales presentes en cada municipio como: Alcaldías, Juntas Administradoras Locales JAL, Umata, Unidades de Desarrollo Económico o las Epsagro. Se utilizó de manera interdisciplinaria una encuesta (Anexo 1) en la cual se incluyeron principalmente unidades productoras (UP) de tamaño mediano (7 – 10 ha) y pequeño (> 3 ha). Para esto se utilizaron encuestas aplicadas a productores del cultivo de papa mediante un muestreo de tipo no probabilístico por conveniencia participando en el estudio 153 agricultores. La encuesta se aplicó mediante entrevista directa y personalizada, se efectuó principalmente en el predio del productor.

**Cuadro 1. Municipios y localidades de trabajo y encuestas aplicadas.**

Departamento	Municipio	Número de encuestas
Boyacá	Toca	31
Boyacá	Turmequé	32
Boyacá	Ventaquemada	40
Cundinamarca	Zipaquirá	14
Cundinamarca	Carmen de Carupa	15
Distrito capital	Usme	15
Distrito capital	Sumapaz	6
Total encuestas		153

Para el procesamiento y análisis estadístico de los datos cuantitativos de la encuesta se tuvieron en cuenta el enfoque y las técnicas estadísticas multivariadas propuestas por Escobar y Berdegú (1990) para la tipificación de fincas. Así se definieron grupos homogéneos de fincas productoras de papa, respecto a variables relacionadas con la

producción limpia. Primero se preseleccionaron las variables relacionadas con las preguntas realizadas, mediante los análisis de frecuencias y de asociación entre características, eliminando aquellas variables categóricas que tuvieron una frecuencia  $\geq 90\%$  que no aportaban para la definición de los grupos. Luego se aplicó el análisis de correspondencia múltiple (ACM), con el fin de contar con una expresión numérica para las variables categóricas preseleccionadas mediante la distancia chi-cuadrado, para obtener las semejanzas entre los perfiles fila o columna de las tablas de contingencia. Se derivaron las primeras dos dimensiones para cada una de las fincas estudiadas con lo que se efectuó el análisis jerárquico de agrupamiento o conglomerados considerando la distancia euclidiana y el algoritmo de agrupación de Ward. Para explicar los resultados de este agrupamiento se realizaron tablas de contingencia de las diferentes variables categóricas estudiadas respecto a los grupos definidos, para las cuales se realizó la prueba de independencia entre las dos variables consideradas. Los datos fueron organizados en hojas de Excel y para el análisis de la información se utilizó el software estadístico SAS® v.9.1.

## **4.2 Evaluación de residuos de plaguicidas y Límites Máximos de Residuos (LMRs) en muestras de papa producida en el área de estudio.**

En 2013 se tomaron 33 muestras de papa cosechada en los 3 principales Departamentos productores de papa (Cuadro 2). Cada muestra consistió en 4.0 kg de papa, acompañada de una descripción detallada del sitio de colecta y toda la información del manejo agronómico que se utilizó en la producción. Los análisis a las muestras de papa fueron llevados a cabo por el Laboratorio Fytolab mediante los métodos multi-residuales por cromatografía de gases específica GC-MS/MS y cromatografía de líquidos específica LC-MS/MS para >350 componentes. Las interpretaciones se hicieron con base en los límites guiados por el *Codex Alimentarius* (FAO, 2005), y se destaca que éstos coinciden con los Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas – LMR en alimentos para consumo humano y en piensos o forrajes (Res. 2906 de 2007 y Res. 5897 de 2018) definidos para Colombia en el cultivo de la papa (MINAGRICULTURA y MINSALUD 2007, 2018).

**Cuadro 2. Relación de muestras tomadas para análisis de Límites Máximos de Residuos.**

Departamento	Municipio	Número de muestras
Boyacá	Toca	3
Boyacá	Turmequé	3
Boyacá	Ventaquemada	4
Cundinamarca	Zipaquirá	3
Cundinamarca	Carmen de Carupa	4
Distrito capital	Usme	2
Distrito capital	Sumapaz	2
Nariño	Pupiales	4
Nariño	Iles	4
Nariño	Pasto	4
Total de muestras		33

### **4.3 Validación de un plan de Manejo Integrado de Plagas y enfermedades en el cultivo de la papa.**

Los principales problemas fitosanitarios del cultivo se priorizaron a partir del sondeo base, lo que permitió priorizar diferentes investigaciones y estudios de validación para el sistema productivo en la zona de estudio.

Se realizaron dos ensayos de validación en condiciones de agricultor en los municipios de Turmequé (Boyacá) y Carmen de Carupa (Cundinamarca) en donde se estableció un sistema de seguimiento de las plagas y enfermedades de mayor impacto económico. Se evaluaron adultos de gusano blanco (*P. vorax*) con trampas de paso, adultos de polilla guatemalteca (*T. solanivora*) mediante trampas con feromona, adultos de la mosca minadora (*L. huidobrensis*) con trampas pegajosas, adultos de pulgilla (*Epitrix* sp.) con jameos y número de plantas con claros síntomas de la gota (*P. infestans*). Cuando el umbral económico (reportado en el sistema experto de la papa por: Franco *et al.*, 2005) se superó en cada uno de los casos, se procedió a la aplicación de controles curativos; adicionalmente, se aplicaron métodos preventivos y culturales para manejo de cada problema fitosanitario. Continuamente a los ensayos de validación se obtuvieron los mismos datos de fincas de manejo convencional para contrastar los resultados. Para el

presente estudio se tuvo dos lotes de manejo integrado de plagas y dos lotes de manejo convencional, uno por cada municipio.

#### **4.3.1 Vigilancia fitosanitaria**

Se utilizaron técnicas de vigilancia y monitoreo semanales para las principales plagas y enfermedades en las fincas seleccionadas de validación de manejo integrado de plagas y manejo convencional en Turmequé y Carmen de Carupa.

#### **4.3.2 Trampas de paso.**

Se realizó la instalación de trampas de paso para adultos de gusano blanco (*P. vorax*) y tiroteador (*Naupactus* sp.) las cuales consistieron en un costal de fique rectangular de 42 cm x 31 cm que se colocó sobre el atrayente vegetal (follaje de papa) al cual se le aplicó insecticida químico para causar mortalidad en los insectos. Las trampas se dispusieron en los bordes cada 15 m de distancia y en el centro de acuerdo a la topografía y área del lote.

#### **4.3.3 Trampas con Feromona**

Se estableció el montaje de trampas con feromona para la polilla Guatemalteca (*Tecia solanivora*) las cuales consisten en recipientes plásticos de 22 cm de largo x 16 cm de diámetro con dos ventanas laterales de 8 x 16 cm con la feromona suspendida de la tapa y en el fondo agua jabonosa (Figura 1).

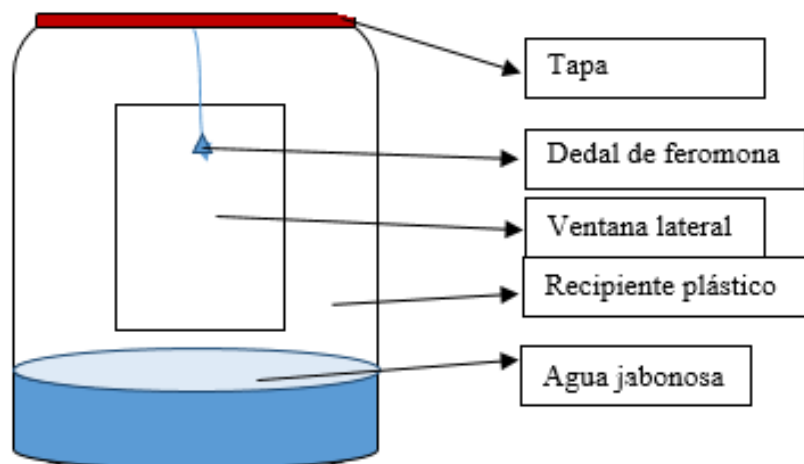


Figura 1. Diseño de la trampa con feromona para la polilla Guatemalteca (*Tecia solanivora*) en cultivo de papa.

#### 4.3.4 Trampas Pegajosas

Para la evaluación de mosca minadora (*Liriomyza* spp.) se instalaron trampas pegajosas de color amarillo las cuales consisten en cintas amarillas de 10 cm x 10 cm impregnadas con pegante bio-trap® con un soporte de madera de 1.0 m; la altura de la trampa se ajustó a lo largo del soporte, al nivel del tercio superior de la planta.

#### 4.3.5 Jameo

Como medida alternativa, especialmente al inicio del cultivo, y debido a la importancia de realizar seguimiento a las poblaciones de la pulguilla (*Epitrix* sp.) se realizaron 10 pases dobles de jama en diferentes zonas del cultivo para evaluar la presencia de adultos. Este método de seguimiento además fue útil en los momentos en que no se pudo disponer de datos de las trampas pegajosas, para poder determinar cantidad de adultos de mosca minadora o minador (*Liriomyza* sp.) y de la pulguilla (*Epitrix* sp.).

#### 4.3.6 Monitoreo de plantas sanas y con daños

Para la evaluación de la goma (*P. infestans*) se realizó un monitoreo en 5 puntos del lote en los cuales se registró la incidencia de la enfermedad del total de plantas sanas y con



daños, contabilizadas en los surcos seleccionados aleatoriamente. Este seguimiento se realizó desde la emergencia hasta la floración del cultivo.

#### **4.3.7 Lotes con Manejo convencional**

Para complementar el estudio se seleccionaron dos lotes de cultivo de papa ubicados continuamente al lote de validación en Turmequé y el de Carmen de Carupa, los cuales se caracterizaron por presentar las mismas variedades, época de siembra y con manejo del cultivo llevado a cabo directamente por el agricultor. De estos lotes se tomaron las mismas evaluaciones descritas anteriormente, así como registros de las labores y aplicaciones de agroquímicos con los respectivos costos y producción en parámetros de calidad y diámetro de tubérculo (riche ( $< 2$  cm), pareja (4,5 – 5 cm) y gruesa ( $> 5$ )).

Para la evaluación de los sistemas de manejo del cultivo se calculó la tasa de impacto ambiental, la relación en costos, calidad y producción del tubérculo al momento de la cosecha.

La Tasa de Impacto Ambiental (TIA) es un método que evalúa el impacto de tecnologías de cultivo (Taïpe *et al.*, 2008). Se calculó utilizando el indicador de Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ) desarrollado por el Programa de manejo integrado de plagas de la Universidad de Cornell (Kovach *et al.*, 1992). Este coeficiente tiene en cuenta el riesgo para el trabajador que aplica el fitosanitario, el riesgo para el consumidor y el riesgo ecológico, es decir, para el agua, las aves, los peces, las abejas, los organismos benéficos, etcétera (Marzetti *et al.*, 2015).

El EIQ es un valor adimensional (no tiene unidades) y sirve entonces para poder comparar diferentes estrategias de uso de productos fitosanitarios. Para determinar la TIA se debe tener en cuenta que cada principio activo posee un valor de EIQ (Eshenaur *et al.*, 2017) el cual debe multiplicarse por su concentración en el producto comercial, su dosis de uso y el número de aplicaciones.

Se aplicó la siguiente fórmula:

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

Donde TIA: Tasa de impacto ambiental

EIQ: Coeficiente de impacto ambiental (Kovach et al., 1992).

El EIQ se obtuvo de las tablas actualizadas generadas por la universidad de Cornell (Cornell, 2017) y para aquellas moléculas químicas que no se encontraron en las tablas de la universidad de Cornell se utilizó el modelo basado en los tres principales componentes de los sistemas de producción agrícola: i) componente de trabajadores agrícolas, ii) componente de consumo y iii) componente ecológico (Kovach et al., 1992).

La fórmula de EIQ utilizada se expresa como (Fuente: Kovach et al., 1992):

$$\{C[(DT+5)+(DT*P)]+[(C+((S+P/2)*SY)+(L)]+[(F*R)+(D*((S*P)/2*3)+(Z*P*3)+(B*P*5)]\}/3$$

Dónde: DT = toxicidad cutánea, C = toxicidad crónica, SY = sistematicidad, P = toxicidad en peces, L = potencial de lixiviación, R = superficie de pérdida del potencial, D= toxicidad en aves, S = vida media del suelo, Z= toxicidad en abeja, B = toxicidad en artrópodos, P = vida media en la planta.

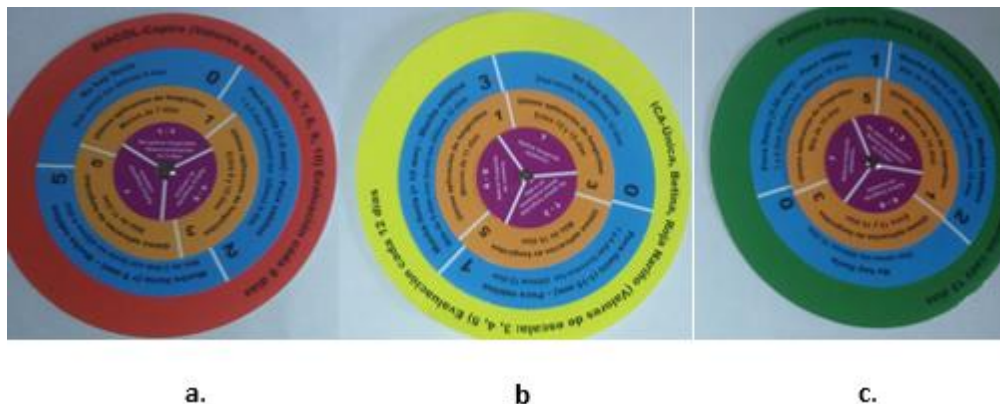
#### **4.4 Validación de la herramienta Disco CIP, para el control y prevención de la gota causada por *Phytophthora infestans*.**

En el ensayo anterior de validación de plagas y enfermedades para el manejo de gota (*P. infestans*) se requirió del seguimiento de la infección del cultivo, lo cual podría demandar bastante tiempo por parte del agricultor. Razón por la cual, en trabajo colaborativo con el Centro Internacional de la Papa, se determinó validar la herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el manejo de gota (*P. infestans*) (Discos CIP). Para tal fin, se establecieron dos ensayos de validación para el manejo del hongo en los municipios de Turmequé (Boyacá) y Mosquera (Cundinamarca).

En Cundinamarca se realizó la validación en el lote 49 del Centro de Investigación Tibaitatá en el municipio de Mosquera (4.68884° Latitud Norte, 74.20604° Longitud

Oeste). En Boyacá en el municipio de Turmequé, en la finca propiedad de Hugo Nelson Moreno, vereda Chipatá (5.27251° Latitud Norte, 73.49305° Longitud Oeste).

En la validación de la herramienta Disco CIP para el control y prevención de *P. infestans*, se evaluaron tres variedades de papa con diferentes rangos de resistencia, variedad pastusa suprema (resistente), Ica Única (moderadamente resistente y Diacol Capiro (Susceptible). Los Discos CIP fueron diseñados para reflejar esa resistencia genética y dar guía para el manejo químico de la enfermedad en campo. En la actualidad existen tres versiones de Discos CIP, que se diferencian por el color de los mismos: **a)** Disco color rojo, para el manejo de tizón *P. infestans* en variedades susceptibles; **b)** color amarillo, para el manejo de variedades con resistencia intermedia; **c)** color verde, para el manejo en variedades resistentes (Figura 2). El CIP con sedes en Perú y en Ecuador ha validado estos Discos en múltiples ocasiones y como resultado de estas validaciones ha desarrollado Discos adaptados a las condiciones propias de esos países (Pérez W., comunicación personal).



**Figura 2.** Herramienta Disco CIP para el manejo de tizón tardío de la papa (gota) *Phytophthora infestans*. a. Disco para variedades susceptibles, b. Disco para variedades moderadamente resistentes, c. Disco para variedades resistentes.

El Disco CIP consta de 4 círculos concéntricos, la primera franja (externa) muestra el color relacionado con la susceptibilidad de la variedad y el intervalo de tiempo apropiado para hacer uso del Disco. El segundo círculo de color azul corresponde a la cantidad aproximada de lluvia que ha caído en el cultivo durante el intervalo de tiempo de evaluación, dividido en tres franjas, poca lluvia, mucha lluvia – mucha neblina y, no hay lluvia. El rango de días de lluvia mostrado en cada franja es diferente para cada Disco y



cada unidad experimental. Se realizó un análisis de varianza para cada tratamiento y experimento ( $\alpha=0.05$ ). El análisis incluyó pruebas de normalidad, pruebas de igualdad de varianzas y comparación de medias (prueba de Tukey).

La unidad experimental se conformó de 10 surcos, cada uno con 45 tubérculos, sembrados a una distancia de siembra de 35 cm, aproximadamente 450 plantas por cada unidad experimental por variedad, para un total de 36 unidades experimentales correspondientes al estudio de investigación.

## **CAPITULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **5.1 Diagnóstico del sistema productivo papa en la zona y determinación de la línea de manejo agronómico.**

Las fincas estudiadas del Altiplano Cundiboyacense se ubican entre los 2,660 y los 3,250 m.s.n.m., predominando las que se encuentran por debajo de los 3,000 m.s.n.m. (59.0%) y con un 17% por encima de los 3,100 m.s.n.m. Alrededor del 50 % tienen una hectárea, o menos, cultivada con papa y algo menos del 10% tiene 4 hectáreas o más sembradas con el tubérculo. El área promedio cultivada fue de 2 ha con un coeficiente de variación del 120%, debido a valores extremos superiores; de hecho, la mediana estuvo muy por debajo con un valor de 1.2 ha.

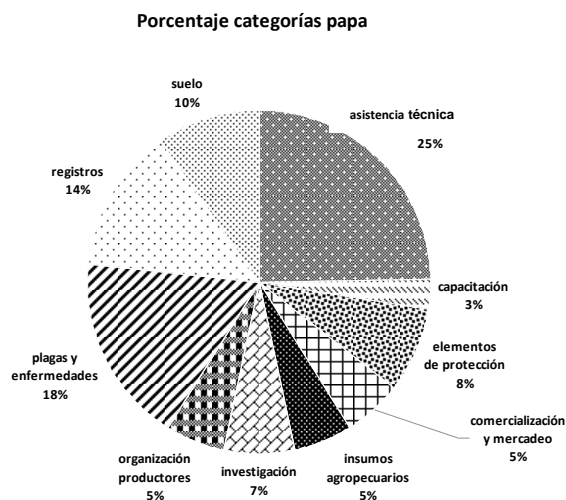
En el Cuadro 3 se relacionan las variables preseleccionadas que se incluyeron para el Análisis de Correspondencia Múltiple y a través de la generación de sus dos primeras dimensiones para el análisis de agrupamiento; con base en este último se definieron cuatro grupos de fincas, considerando un valor del 69% para el semi estadístico R cuadrado (es decir, los cuatro grupos explican casi el 70 % de la variabilidad conjunta de las fincas estudiadas) (Anexo 2).

**Cuadro 3. Variables consideradas en los análisis de correspondencia múltiple y agrupamiento jerárquico.**

<b>No.</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	P7C	TENENCIA DE LA FINCA
2	P9_1C	COMERCIALIZACIÓN EN EL LOTE

3	P9_3C	COMERCIALIZACIÓN CENTRAL MAYORISTA
4	P9_5C	AUTOCONSUMO
5	P10_2C	CONSIDERA FERTILIDAD DEL TERRENO PARA SIEMBRA
6	P10_6C	CONSIDERA CALENDARIO O ÉPOCA DEL AÑO PARA SIEMBRA
7	P11_3C	SEMILLA: PRODUCTORES LOCALES
8	P11_5C	SEMILLA: DE LA COSECHA ANTERIOR
9	P12C	TRATAMIENTO A LA SEMILLA
10	P16C	CONOCIM. RECOMEND. DE PROTECCIÓN, RECUPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELO
11	P20_3C	TIPO DE FERTILIZANTES: ORGÁNICO COMPOSTADO
12	P20_4C	TIPO DE FERTILIZANTES: ORGÁNICO NO COMPOSTADO
13	P22_1C	PRÁCTICAS DE MANEJO: CONTROL CALIDAD SEMILLA
14	P25_1C	APLICACIONES POR: REVISIÓN DEL CULTIVO Y APLIC. SEGÚN LO ENCONTRADO
15	P25_2C	APLICACIONES POR: CALENDARIO
16	P25_3C	APLICACIONES POR: PREVENTIVO SEGÚN EL CLIMA
17	P26C	VERIFICACIÓN DE REGISTRO ICA EN INSUMOS COMPRADOS
18	P27_1C	VERIFICACIÓN EN ETIQUETAS: DOSIS
19	P27_4C	VERIFICACIÓN EN ETIQUETAS: FECHA DE VENCIMIENTO
20	P28_1C	LEE LA ETIQUETA
21	P28_3C	YA CONOCE EL PRODUCTO Y NO ES NECESARIO LEER MÁS
22	P34_1C	MANEJO DE EMPAQUES: TRIPLE LAVADO
23	P34_3C	MANEJO DE EMPAQUES: SON QUEMADOS
24	P34_5C	MANEJO DE EMPAQUES: SE RECOGE PARA SU COLECTA POR ALGUNA ENTIDAD
25	P48C	VINCULACIÓN ASOCIACIONES DE PRODUCTORES DE PAPA
26	P55C	CONOCIMIENTO DE LAS BUENAS PRACTICAS AGRÍCOLAS

A nivel general se identificaron como componentes sobresalientes de gran importancia en el manejo del cultivo en orden de importancia: la asistencia técnica, el manejo de plagas y enfermedades, el uso de registros (trazabilidad), el manejo del suelo, uso de elementos de protección personal, investigación, organización de productores, insumos agropecuarios y capacitación (Figura 4).

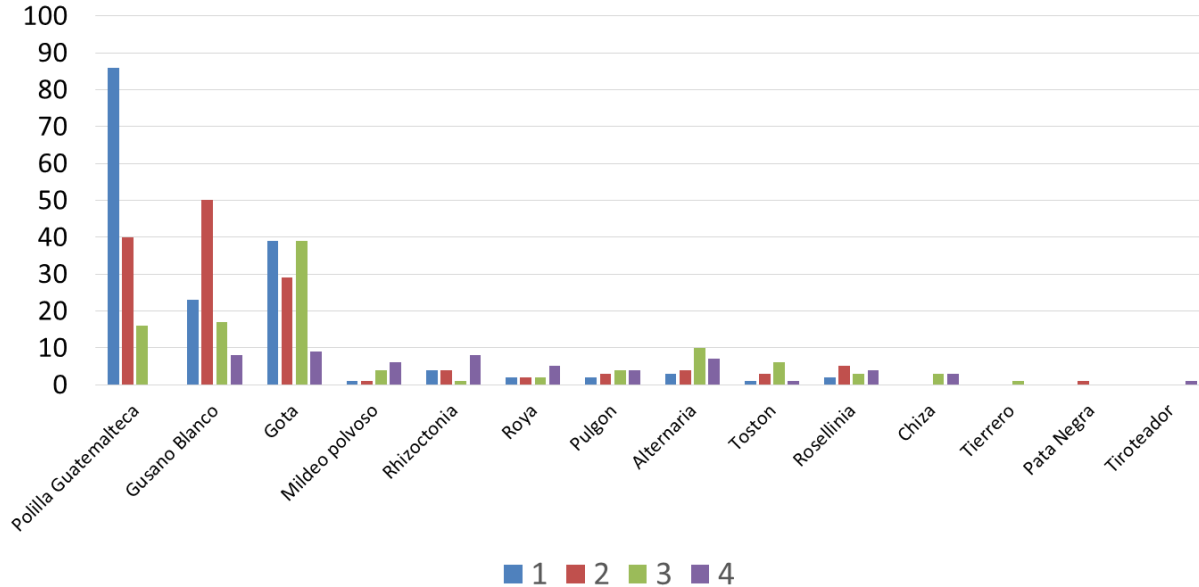


**Figura 4. Temas preponderantes en el cultivo de la papa, resultantes en Cundinamarca y Boyacá.**

El manejo de plagas y enfermedades tuvo gran importancia en la encuesta realizada en donde la polilla guatemalteca (*T. solanivora*) fue identificada como un problema por el 92.8% de los productores. El gusano blanco (*P. vorax*) fue reconocido por el 64% de los productores.

En el agrupamiento por orden de importancia de los problemas fitosanitarios del cultivo, se presentaron la polilla guatemalteca (*T. solanivora*), gusano blanco (*P. vorax*) y la gota (*P. infestans*) siendo de mayor prioridad en los grupos 1 y 2 (Figura 5). Si bien la presencia del hongo no tuvo asociación con los grupos de fincas definidos, este problema fue reportado por el 75.8% de los productores.

### Plagas y enfermedades. Orden de importancia



**Figura 5. Plagas y enfermedades en orden de importancia en los grupos según resultados analizados de la encuesta.**

En el Anexo 3 se presentan las estadísticas descriptivas del área actual establecida con cultivo de papa y de dos variables cuantitativas más; si bien, esta variable presenta altos coeficientes de variación, se aprecia que las 34 fincas del grupo 2 presentaron los mayores valores promedio con un valor de 3 ha (pero una mediana 50% menor), seguida por las 24 fincas del grupo 3 (2.17 ha), las 76 fincas del grupo 1 (1.6 ha) y las 19 fincas del grupo 4 (1.5 ha).

Por otra parte, los Departamentos (incluyendo a Bogotá DC) y la mayoría de los municipios tienen representación en los cuatro grupos, se observan ciertas relaciones marcadas ( $p < 0.01$ ). El grupo 1 está conformado básicamente por fincas de Boyacá (63.1%), no obstante, también figuran en los grupos 3 y 4 con 16.5% y 12.6% respectivamente. El grupo 2 es principalmente de Cundinamarca (62.1%) (todas las fincas de Zipaquirá pertenecen a este grupo y ninguna de Ventaquemada), aunque también este Departamento tiene presencia en el grupo 1 (19.1%); en este mismo grupo tienen presencia la mayoría de Bogotá DC (38.1%). Los grupos 3 y 4 son mixtos con mayor peso de Bogotá DC en los dos.



Para realizar la caracterización de los grupos, además de las variables consideradas en su definición y que fueron relacionadas en el Cuadro 2, se incluyeron variables adicionales a las de área del cultivo y ubicación, discutidas anteriormente; la mayoría de estas variables fueron dicotómicas, es decir evaluaban si se realizaba o no la acción o práctica consultada o se presentaba o no un evento de interés. Sin embargo, al realizar la prueba de independencia de éstas con la variable grupo, para las siguientes características no se encontró relación alguna: nivel educativo, área actual en papa (como variable categórica), calendario o época del año para siembra, presencia de gota (*P. infestans*) en el cultivo, verificación en etiquetas del periodo de carencia, seguimiento periódico de plagas, enfermedades y malezas, aplicación de productos químicos para insectos, dejar parte de la cosecha sin recoger, control fitosanitario cultural, disponibilidad de implementar BPA y conocimiento de la guía ambiental para el cultivo de la papa.

En el Anexo 4 se relacionan las tablas de contingencia de diferentes variables con los grupos conformados, para los cuales se encontraron relación entre las variables consideradas ( $p < 0.01$  o  $p < 0.05$ ).

El tratamiento a la semilla lo realiza el 81.7% de los encuestados, siendo una práctica que realizan todas las fincas del grupo 1 y el 91.7% del grupo 2; en los grupos 3 y 4 la realizan el 92 y 68.5 % de los productores, respectivamente.

El control de calidad a la semilla utilizada es realizado por el 72.5% de los productores, especialmente del grupo 1 (92.1%), seguido por los grupos 3 y 4; el grupo que implementa en menor medida esta práctica es el 2 con 38.2% de sus fincas.

Sólo alrededor del 40% de los productores verifica en la etiqueta la dosis de agroquímicos a utilizar, realizado principalmente por los del grupo 2 (79.4%); este porcentaje está por debajo del 48% para los otros tres grupos.

La verificación de la fecha de vencimiento en las etiquetas de los agroquímicos es realizada por el 76.5% de los productores, con más del 90% para los grupos 1 y 3 y alrededor del 50% para los otros dos grupos.

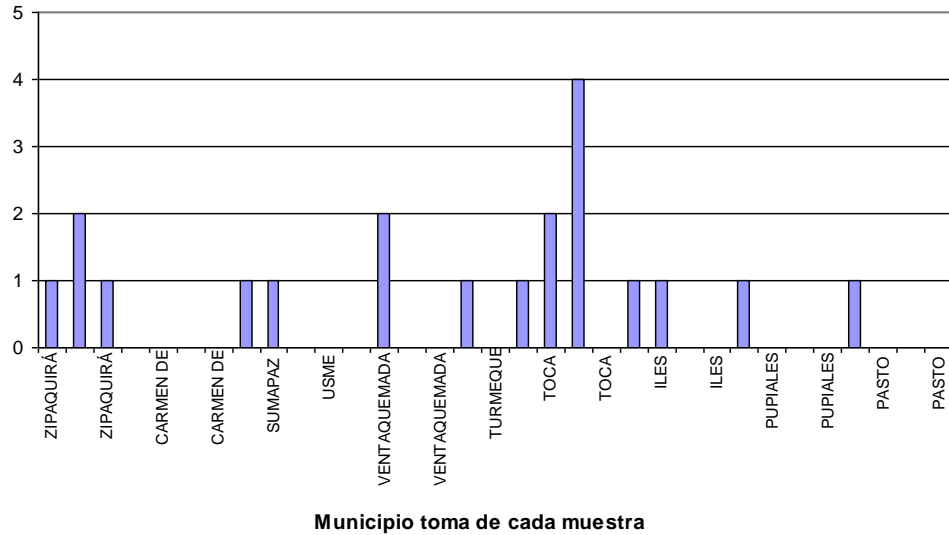
## **5.2 Determinación de plaguicidas y Límites Máximos de Residuos (LMRs) en muestras de papa producida en el área de estudio.**

De un total de 33 muestras (Anexo 5) se encontraron rastros de residuos de productos químicos en cinco de 11 muestras del departamento de Cundinamarca: municipio de Zipaquirá (4) con los productos permetrina, DDT, acefato y clorpirifos, y la localidad de Sumapaz (2) con el plaguicida clorpirifos. En Boyacá se detectaron residuos en 5 de 10 muestras: en Ventaquemada (1) con los productos químicos clorpirifos y metamidofos, en Turmequé (2) con el fungicida dimetomorf, y en el municipio de Toca (2) con los insecticidas clorpirifos y acefato. En Nariño, se detectaron residuos en 3 muestras de 12, dos con metalaxil y una con acefato (Cuadro 4). No obstante, los niveles de residuos encontrados estuvieron por debajo de los niveles de residualidad permitidos, según el Codex Alimentarius (FAO, 2005). La ocurrencia de residuos en el producto final puede ser causada por deficiente manejo de los productos durante las aplicaciones, o por no manejar adecuadamente los periodos de carencia. Cabe resaltar que en otros estudios se han encontrado residuos de pesticidas en vegetales por encima de los límites máximos (LMR), como son el caso del Carbofuran 0.01-0.39 mg/kg y clorpirifos 0.05.-0.96 mg/kg (Latif et al., 2011). En el cultivo de la papa investigadores como Dogheim *et al.* (1996), Juraske *et al.* (2011) y Randhawa *et al.* (2007) reportan la presencia de clorpirifos como principal residuo sin sobrepasar los LMRs coincidiendo con los resultados de este estudio.

**Cuadro 4. Resultados de análisis de muestras de residualidad de plaguicidas en papa en tres zonas productoras.**

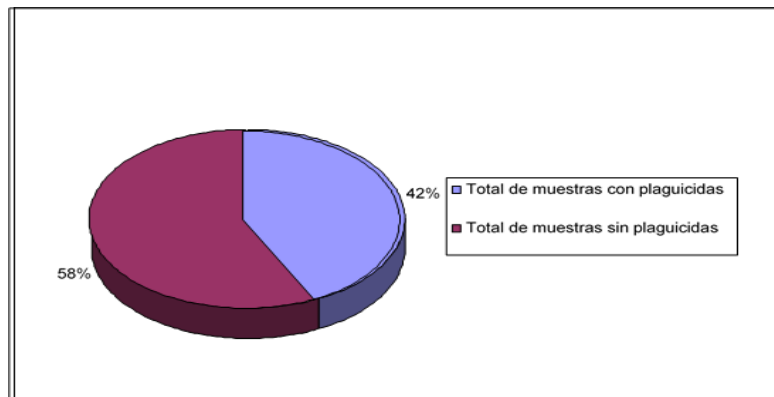
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	TIPO DE PAPA	PLAGUICIDAS ENCONTRADOS	CANTIDAD DETERMINADA (mg/kg)	LIMITE CODEX (mg/kg)
CUNDINAMARCA	Zipaquirá	Guerrero	Parda Pastusa	acefato	0.031	0.2
	Zipaquirá	Ventallarga	Criolla	permetrina	0.028	0.05
				DDT	0.013	0.2
	Zipaquirá	Guerrero	Parda Pastusa	acefato	0.031	0.2
Zipaquirá	Río Frio	Pastusa Suprema	clorpirifos	0.007	2	
DISTRITO CAPITAL	Sumapaz	Toldo	Parda Pastusa	clorpirifos	0.007	2
	Sumapaz	Vegas	Parda Pastusa	clorpirifos	0.017	2
BOYACÁ	Ventaquemada	Compromiso	Pastusa Suprema	clorpirifos	0.006	2
				metamidofos	0.015	0.05
	Turmeque	Siguineque	Diacol Capiro	dimetomorfo	0.015	0.05
	Turmeque	Joyagua	Diacol Capiro	dimetomorfo	0.017	0.05
	Toca	Tuaneca	Tuquerreña	acefato	0.072	0.2
	Toca	Centro Arriba	Tuquerreña	clorpirifos	0.027	2
				profenofos	0.01	0.05
				acefato	0.18	0.2
metamidofos				0.049	0.05	
NARIÑO	Iles	Loma de Argoti	Diacol Capiro	metalaxil	0.012	0.05
	Iles	Bolívar	Diacol Capiro	metalaxil	0.013	0.05
	Pupiales	Fuelamuequer	Pastusa Suprema	acefato	0.028	0.2
	Pasto	Buena Vista Bajo	Ica Única	clorpirifos	0.026	2

De las 33 muestras analizadas se logró observar el mayor número de plaguicidas (4) en una muestra procedente de Toca-Boyacá (Figura 6).



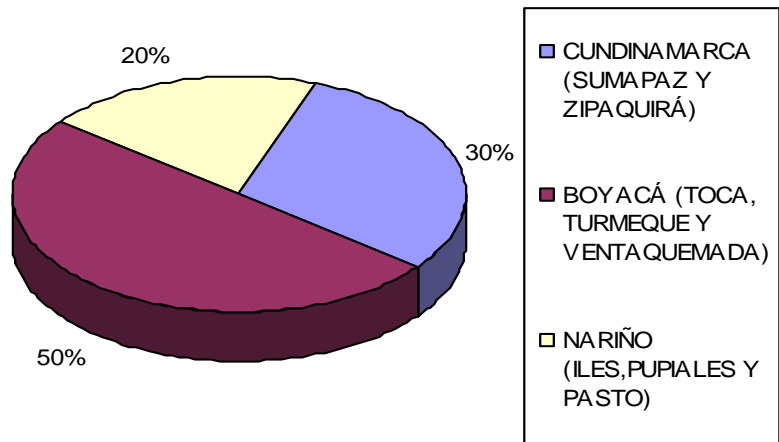
**Figura 6. Número de plaguicidas detectados por muestra en los sitios de estudio en Boyacá, Cundinamarca y Nariño.**

Se detectaron plaguicidas en 14 muestras (42.42%) sin encontrar sustancias que sobrepasaran el límite máximo de residuos (LMRs) permitido por el Codex Alimentarius establecido por la FAO (Figura 7).



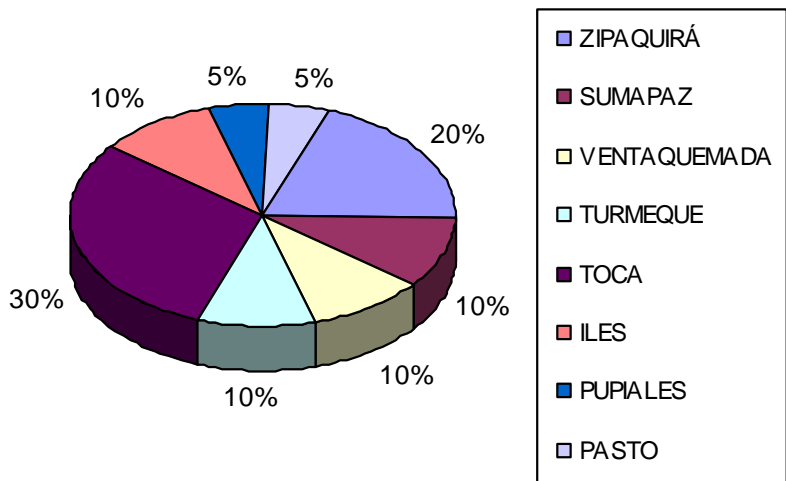
**Figura 7. Proporción de muestras con y sin plaguicidas encontrados en los sitios de estudio en Boyacá, Cundinamarca y Nariño.**

En el Departamento de Boyacá se presentó la mayor proporción de hallazgos de residuos con 50% (10 sustancias), mientras que en Cundinamarca reportó 30% (6 plaguicidas) y el menor índice se ubicó en Nariño donde fue 20% (4 plaguicidas) (Figura 8).



**Figura 8. Proporción de plaguicidas encontrados en los Departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Nariño.**

El mayor reporte en cantidad de plaguicidas fue en el municipio de Toca con 30% (6 plaguicidas) entre los que se encontró clorpirifos, acefato, metamidofos y profenofos. Seguido por el municipio de Zipaquirá con un 20% (4 plaguicidas) encontrando rastros de clorpirifos, acefato, DDT y permetrina. En los demás municipios los hallazgos son de uno o dos (5% y 10%) plaguicidas (Figura 9).

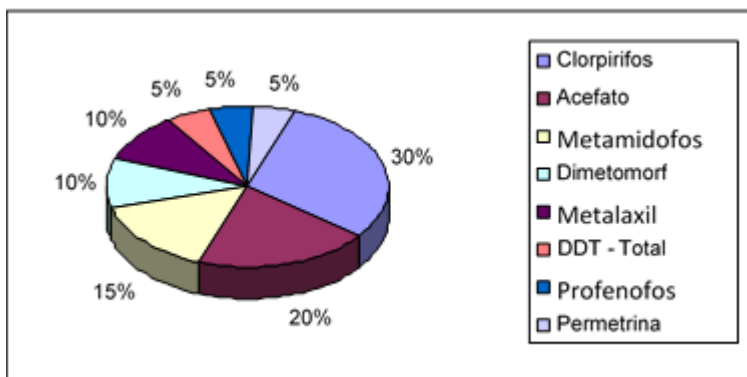


**Figura 9. Proporción de plaguicidas encontrados en los Municipios de Boyacá, Cundinamarca y Nariño.**

En las 14 muestras en las cuales se detectaron plaguicidas, se encontró en mayor proporción la presencia de clorpirifos (6 muestras), acefato (4 muestras) y metamidofos (3 muestras). Los plaguicidas dimetomorf, metalaxil, DDT, profenofos y permetrina se

presentaron en menor proporción de 1 a 2 muestras. Cabe destacar que en otros estudios el clorpirifos y el metamidofos ocupan el primer y segundo lugar de los diez pesticidas más frecuentemente detectados en programas de monitoreo brasileños en verduras y frutas (Caldas et al. 2006).

Los plaguicidas clorpirifos y acefato presentan una mayor proporción (30 y 20 % respectivamente (Figura 10), para los tres Departamentos de estudio (Cundinamarca, Boyacá y Nariño), siendo el clorpirifos el ingrediente activo de productos muy usados por los agricultores como: ARRIERO 2.5 DP, LORSBAN 2.5% y DP -LATIGO EC, utilizados desde la desinfección de la semilla.



**Figura 10. Proporción de plaguicidas encontrados en 33 muestras tomadas en Municipios de Boyacá, Cundinamarca y Nariño.**

Más del 90% de los encuestados en Boyacá y Nariño comentaron que realizan la práctica de desinfección de semillas, mientras que en Cundinamarca el dato fue inferior. Los reportes de los productos químicos usados en esta práctica son Arriero (35 reportes en Cundinamarca y Boyacá, 4 en Nariño) y el Lorsban (12 reportes en Cundinamarca y Boyacá, 29 en Nariño) los cuales tienen como ingrediente activo al clorpirifos, lo que evidencia la frecuencia en el uso de estos productos químicos. Aunque ninguna de las 33 muestras tomadas sobrepasó el límite permitido, es una alerta que estos compuestos se encuentren presentes en el tejido vegetal de los tubérculos ya que estas sustancias químicas atentan contra la salud humana cuando son consumidas debido a que son neurotóxicas y pueden ocasionar disrupción endócrina en el caso del clorpirifos y hasta efectos carcinogénicos en el caso del acefato (Caiminagua *et al.*, 2017). Cabe resaltar que investigadores como Tricker y Preussmann (1990); Zaidi *et al.* (2005); Bhanti y

Taneja (2005, 2007); Peris *et al.* (2007); Sharma *et al.* (2008) han informado que los residuos de pesticidas organoclorados (OCP), pesticidas organofosforados (OPP) y ciertos metales pesados en los alimentos en niveles que actualmente se consideran seguros afectan negativamente a la salud humana. De allí la importancia de estrategias de manejo que permitan reducir al máximo las posibles afectaciones a la salud humana y el medio ambiente.

Según los registros de venta de plaguicidas químicos de uso agrícola (enero 27 de 2018 - ICA) todos los compuestos encontrados tienen registro de venta a nivel nacional a excepción del producto químico encontrado en el Municipio de Cundinamarca (DDT) que no tiene registro de venta; asimismo, los plaguicidas metamidofos, clorpirifos, DDT y permetrina se encuentran prohibidos (o restringidos) en su uso por la Organización Mundial de la Salud (OMS). La Convención de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, adoptada en 2001, identificó específicamente 12 productos para su eliminación y entre ellos se encuentra el DDT. Adicionalmente, el producto metamidofos se encuentra actualmente en la lista CFP (Consentimiento Fundamentado Previo) del Convenio de Róterdam, donde se pretende controlar la importación no deseada de plaguicidas y productos químicos prohibidos, severamente restringidos o extremadamente peligrosos, a los países en desarrollo (Weinberg, 2009).

**Cuadro 5. Compuestos y nombres comerciales de los plaguicidas encontradas en los Departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Nariño.**

PRODUCTO QUÍMICO	NOMBRE COMERCIAL	CATEGORIA	USO ESPECIFICO
CLORPIRIFOS	LATIGO, LORSBAN	I, II	INSECTICIDA
ACEFATO	ORTHENE	III	INSECTICIDA
METAMIDOFOS	TAMARON	I	INSECTICIDA
DIMETOMORFO	FORUM	III	FUNGICIDA
METALAXIL	RIDOMIL	II	FUNGICIDA
DDT	DICLORO DIFENIL TRICLOROETANO	I	INSECTICIDA
PROFENOFOS	CURACRON	I	INSECTICIDA
PERMETRINA	PIRESTAR	III	INSECTICIDA

La presencia de las sustancias encontradas en las zonas de estudio evidencia la falta de un adecuado manejo a los agroquímicos que se aplican a los cultivos, además, la existencia de compuestos que actualmente no se deberían comercializar a los productores, es un indicativo de problemas en la venta y manejo de agroquímicos en las localidades del sistema productivo.

### 5.3 Resultados de la Validación de un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de papa en el Departamento de Boyacá.

**Seguimiento a plagas y enfermedades en cultivo de papa con manejo integrado (Finca El recuerdo).** Se realizaron los seguimientos para cada plaga, encontrándose que en los primeros 15 días después de siembra, la presencia de pulguilla (*Epitrix* sp.) superó el umbral de 10 adultos en 10 pases dobles de jama (Figura 11). Posteriormente ya no se observó presencia de adultos de pulguilla (*Epitrix* sp.) en jameos y las trampas pegajosas.

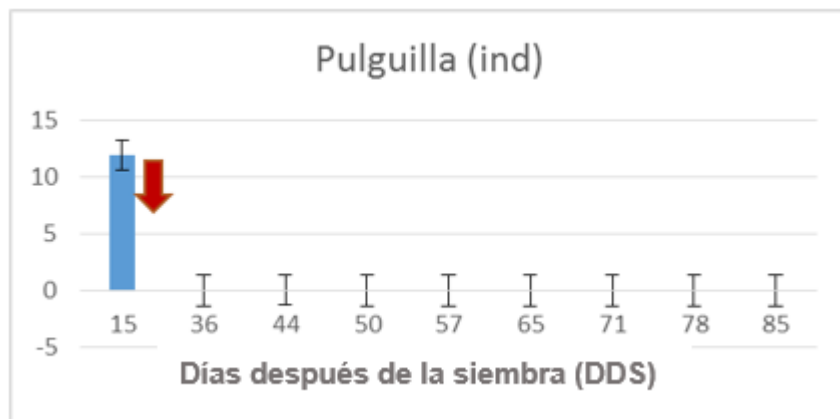


Figura 11. Adultos de pulguilla (*Epitrix* sp.) capturados en 10 pases dobles de jama (Flecha roja indica la aplicación de insecticida) ( $\bar{X} \pm DE$ ).

Los resultados del seguimiento al troteador de la papa (*Naupactus* spp.) y al gusano blanco (*P. vorax*), en ningún momento rebasaron el umbral del Sistema Experto de la Papa “SEPA” (> 15 adultos/trampa) por lo tanto no se hicieron aplicaciones de productos plaguicidas (Figura 12 y Figura 13).



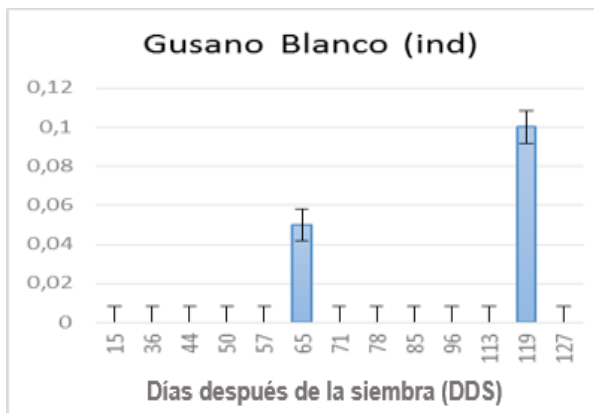


Figura 12. Adultos de gusano blanco (*P. vorax*) capturados en trampas de paso ( $\bar{X} \pm DE$ ).

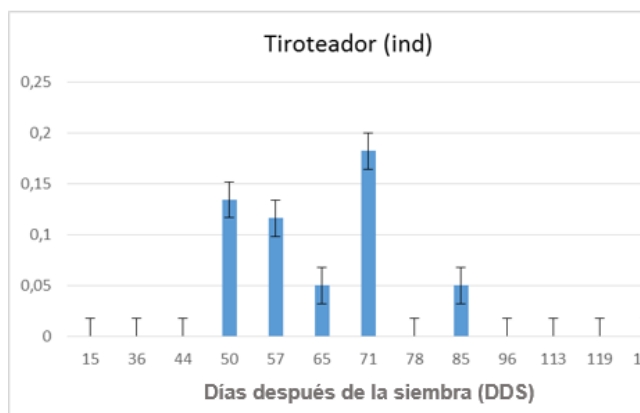


Figura 13. Adultos de tiroteador (*Naupactus* spp.) capturados en trampas de paso ( $\bar{X} \pm DE$ ).

En el caso de mosca minadora (*Liriomyza* sp.) se superó el umbral del SEPA (> 15 adultos/trampa) a los 44 días después de la siembra y en ningún otro momento se volvió a superar el umbral (Figura 14).

Las trampas con feromona registraron la presencia de adultos de la polilla guatemalteca (*T. solanivora*) superando el umbral (> 50 adultos/trampa) desde la instalación de las trampas a los 50 DDS hasta los 85 DDS; para el control de la polilla se hicieron tres aplicaciones de plaguicidas presentándose complicaciones por las altas precipitaciones y la alta incidencia de la gota (*P. infestans*) (Figura 15).

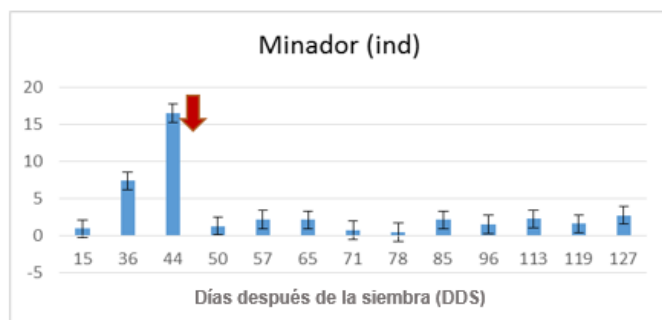


Figura 14. Adultos de mosca minadora (*Liriomyza* sp.) observados en trampas pegajosas (Flecha roja indica la aplicación de insecticida) ( $\bar{X} \pm DE$ ).

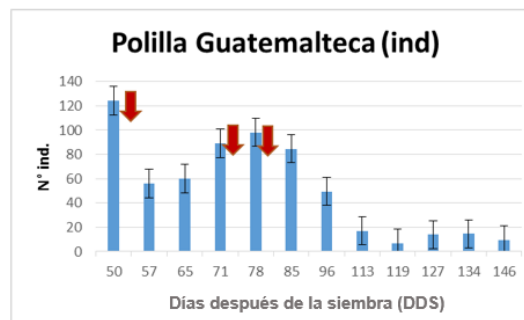
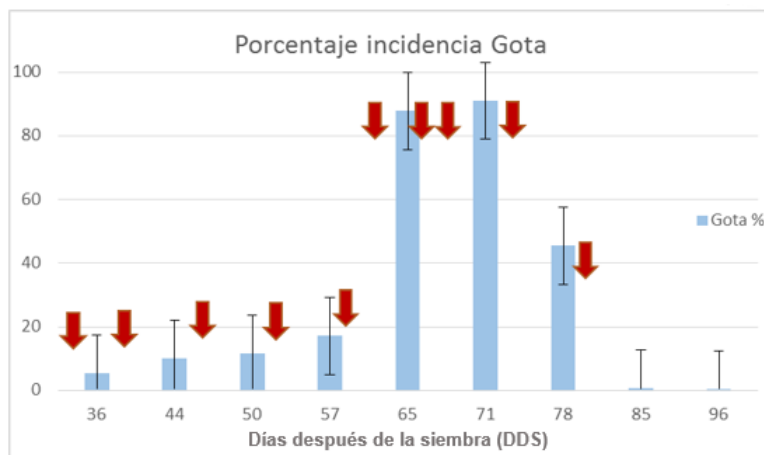


Figura 15. Adultos de polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) capturados en trampas con feromona (Flecha roja indica la aplicación de insecticida) ( $\bar{X} \pm DE$ ).

Se realizaron observaciones aleatorias en las plantas de papa que presentaron síntomas de la gota (*P. infestans*) y en las que estuvieron sanas, presentándose incidencia crítica a los 65 DDS hasta los 71 DDS obligando a la aplicación de fungicidas (Figura 16).



**Figura 16. Porcentaje de incidencia de gota (*Phytophthora infestans*) en un ciclo del cultivo de papa. (Flecha roja indica la aplicación de fungicida).**

Las altas precipitaciones contribuyeron a obtener niveles críticos de incidencia de la gota (*P. infestans*) en el cultivo, teniendo en cuenta que la variedad Diacol Capiro es susceptible al patógeno. Se realizaron un total de 10 aplicaciones de plaguicidas con base en las medidas preventivas y el umbral del SEPA (> 3% de incidencia) tal como se relaciona en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Seguimiento de incidencia de gota (*P. infestans*) y aplicaciones de fungicidas para su control.**

Fecha seguimiento	DDS	Gota % ( <i>P. infestans</i> )	Ingrediente Activo	Fecha de aplicación
			Mancozeb Aplicación preventiva.	Mayo 31
Junio 05	36	5.35	Dimetomorfo	Junio 07
Junio 13	44	10.066	Propineb + Cimoxanil	Junio 15
Junio 19	50	11.58	Fosfito monopotásico y dipotásico	Junio 20
Junio 26	57	17.15	Mancozeb + Fosetyl Aluminio	Junio 27
			Dimetomorfo	Julio 01
Julio 04	65	87.81	Fluopicolide + propamocarb y dimetomorf	Julio 05
Julio 10	71	90.98	Mancozeb+metalaxyl	Julio 15
Julio 17	78	45.39	Fluopicolide+propamocarb	Julio 22

Julio 24	85	0.71	Sin aplicación	
Agosto 04	96	0.42	Sin aplicación	

#### 5.4 Cosecha. Resultados de la Evaluación de plagas y enfermedades.

Para las variables de estado fitosanitario en cosecha mediante la prueba de t (student) no se encontraron diferencias significativas. A pesar de los resultados estadísticos, se evidenció un menor porcentaje de incidencia en la finca de manejo integrado de plagas y enfermedades "MIPE". Se estimó la cantidad de tubérculos afectados por daños de plagas y síntomas de enfermedades. El MIPE mostró porcentajes menores de afectación por plagas y enfermedades con excepción de daños por chiza (*Phyllophaga* spp.) (Coleoptera: Scarabaeidae) que fue un problema generalizado en el lote posiblemente por las condiciones del suelo (Cuadro 7).

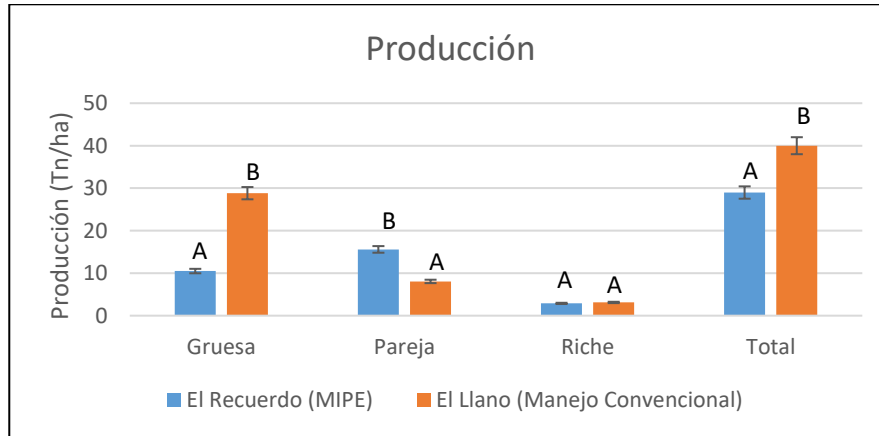
En el cultivo convencional, la afectación por la bacteria fitopatógena *Streptomyces* spp., causante de la sarna de la papa, presentó incidencia alta observándose en casi la mitad de la producción de tubérculos.

**Cuadro 7. Porcentaje de tubérculos de papa por planta, afectadas por plagas y enfermedades en lote de manejo integrado y manejo convencional.**

Porcentaje de tubérculos/planta		
	Finca El Recuerdo (MIPE) %	Finca El Llano (Convencional) %
<i>Streptomyces</i>	19.76	44.47
Chiza ( <i>Phyllophaga</i> y <i>Ancognatha</i> spp.)	20.12	0.46
Polilla Guatemalteca ( <i>Tecia solanivora</i> )	0.04	0.68
Gusano Blanco ( <i>Premnotypes vorax</i> )	0	0.02
Tiroteador ( <i>Naupactus</i> spp.)	0	0.02
<i>Rhizoctonia</i>	0.72	1.73
Bacteriosis	0	0.05

### 5.4.1 Cosecha: Producción total

La producción de los lotes se vio diferenciada presentándose una mayor producción en clasificación gruesa en la finca El Llano, con manejo convencional (Figura 17).



**Figura 17. Producción por hectárea en cultivos de papa (var. Diacol Capiro) evaluados en Turmequé, vereda Chiratá (Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre fincas, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0,05$ )).**

La producción en La finca El Recuerdo se vio afectada en gran proporción por presentar un estado de madurez precoz en el cultivo de la papa (Figura 18), se adelantó su estado de senescencia, resultante en una cosecha con un mes de anterioridad a lo previsto, por esta razón se dificultó el adecuado engrosamiento de los tubérculos. La condición que pudo haber acelerado el proceso de maduración estaría dada por la acidez presente en el suelo (pH 4.2), debido a que presenta el Aluminio intercambiable restrictivo lo cual insolubiliza el Fósforo y no lo deja absorber por la planta, según lo establecido por Matzner y colaboradores (1992). Cabe destacar que el cultivo nunca presentó coloración verde intenso (Figura 19) como habitualmente lo presentó el lote aldeaño (Figura 20).

Se realizó muestreo de la producción de papa lograda en la cosecha (Anexo 6), determinándose la distribución de la producción total a lo largo del lote. Se obtuvo mayor producción en la finca El Llano, con cultivo convencional.



**Figura 18. Senescencia temprana en el cultivo de papa en la Finca El Recuerdo.**



**Figura 19. Cultivo de papa en la finca El Recuerdo con evidencia de falta de coloración verde intenso.**



**Figura 20. Diferencia de estados fisiológicos: A. Finca El Recuerdo en senescencia. B. Finca El Llano en llenado de tubérculo próximo a entrar en senescencia.**

## **5.5 Tasa de Impacto ambiental Vs aplicaciones de plaguicidas.**

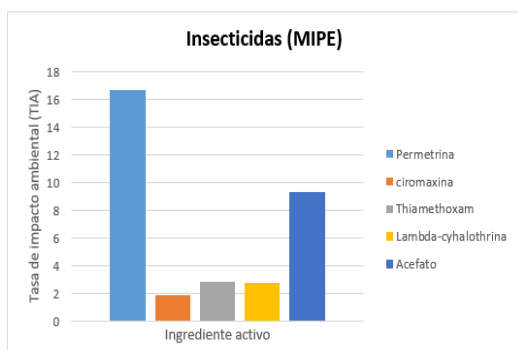
La tasa de impacto ambiental (TIA) y el número total de aplicaciones de plaguicidas mostró diferencias. En la finca El Recuerdo, el valor de la tasa de impacto ambiental TIA fue más bajo que el valor obtenido en la Finca El Llano; asimismo, se realizaron menos aplicaciones (17 en total) para las diferentes plagas a controlar en la Finca El Recuerdo, con respecto a la Finca El Llano en donde se realizó un total de 41 aplicaciones (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Total de aplicaciones y valores de Tasa de Impacto Ambiental basados en el coeficiente de impacto ambiental de Kovach *et al.* (1996).**

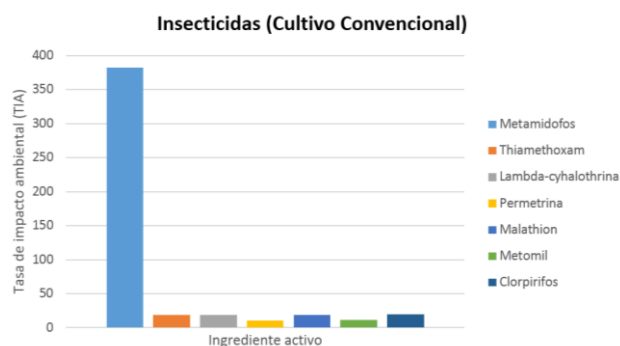
Agente a controlar	Total de Aplicaciones y Tasa de Impacto Ambiental (TIA)			
	Finca El Recuerdo (MIPE)		Finca El Llano (Convencional)	
	N° Aplicaciones	TIA	N° Aplicaciones	TIA
Gota ( <i>P. infestans</i> )	10	261.7	18	566.0
Polilla guatemalteca	3		6	
Minador	1	33.5	11	480.2
Gusano Blanco	0		3	
Pulguilla	1		2	
Malezas	2	33.8	1	27.7
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>328.9</b>	<b>41</b>	<b>1,073.9</b>

La disminución en el valor de impacto ambiental en el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) fortalece su establecimiento debido a la producción con las mínimas aplicaciones de agroquímicos en un sistema productivo de papa favoreciendo la inocuidad del producto destinado para consumo humano.

En la finca El Recuerdo se realizaron un total de 5 aplicaciones de insecticidas y para la finca El Llano se realizaron 22 aplicaciones; se encuentra una gran diferencia que repercute en el valor de la tasa de impacto ambiental TIA que para el caso de la finca El Llano estuvo altamente representado por el uso de productos con ingrediente activo metamidofos que supera el valor de TIA de 350 (Figura 21) mientras que en la finca El Recuerdo está dado por el ingrediente activo permetrina con un valor de 16.71 (Figura 22).

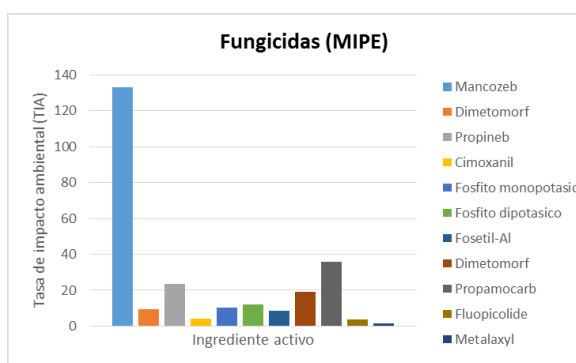


**Figura 21. Valor de tasa de impacto ambiental para insecticidas utilizados en la finca El Recuerdo.**



**Figura 22. Valor de tasa de impacto ambiental para insecticidas utilizados en finca El Llano.**

La aplicación de fungicidas para manejo de la goma (*P. infestans*) representó la mayor demanda por las condiciones climáticas de la zona. El valor de impacto ambiental en el cultivo MIPE se vio representado en mayor proporción por aplicaciones con mancozeb dando un valor de 133.22 (Figura 23). En el cultivo convencional se realizaron un total de 18 aplicaciones para el control de goma (*P. infestans*) y éstas estuvieron representadas en mayor proporción por mancozeb con un valor de 398.04 (Figura 24), una gran diferencia en comparación con el cultivo MIPE.



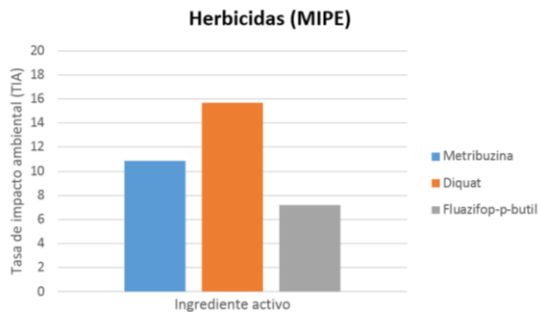
**Figura 23. Valor de tasa de impacto ambiental TIA para fungicidas utilizados en la finca El Recuerdo.**



**Figura 24. Valor de tasa de impacto ambiental TIA para fungicidas utilizados en la finca El Llano.**

Con respecto al uso de herbicidas en los cultivos, el valor de impacto ambiental no difiere en gran proporción pero a simple vista se puede observar que los valores de la utilización de paraquat, para madurar el cultivo de papa, arroja un valor alto (19.75) de impacto ambiental (Figura 25). En contraste, la utilización de diquat (Figura 26) presenta un valor menor (15.68) aunque cabe destacar que dentro del MIPE del cultivo no se contempló

esta aplicación y fue netamente responsabilidad del propietario del cultivo. La recomendación siempre fue la de cortar rama.



**Figura 25. Valor de tasa de impacto ambiental TIA para herbicidas utilizados en la finca El Recuerdo.**



**Figura 26. Valor de tasa de impacto ambiental TIA para herbicidas utilizados en la finca El Llano.**

## 5.6 Costos de producción

Los costos de producción para los dos sistemas indican que sobre el total hay una diferencia de \$ 743.5 USD siendo más costoso producir bajo el esquema convencional. Los costos directos bajo las dos tecnologías tienen un efecto positivo para la tecnología MIPE con una diferencia de \$ 1477.8 USD sobre el manejo convencional efecto contrario para los costos indirectos con una diferencia de \$ 734.2 USD en donde el valor es un efecto negativo, éste debido a la asistencia técnica (con el tiempo puede suplirse) y los costos del análisis de suelo principalmente (Cuadro 9).



**Cuadro 9. Costos de producción de las fincas evaluadas en Boyacá: Costo por hectárea y sus diferencias (+ efecto positivo y – efecto negativo).**

COSTOS	DIFERENCIAS (ha)	
	MIPE (USD)	CONVENCIONAL (USD)
Costos Directos	+ 1477.8	- 1477.8
Preparación del terreno	+ 398	- 398
Mano de obra	- 104.9	+ 104.9
Cosecha	+ 166.1	- 166.1
<b>Insumos</b>	<b>+ 1018.4</b>	<b>- 1018.4</b>
Semilla	+ 103	- 103
Fertilizantes	+ 847	- 847
Plaguicidas y trampas de seguimiento	+ 68.3	- 68.3
Costos Indirectos	- 734.3	+ 734.3
Arrendamiento Terreno	+ 129.5	- 129.5
Análisis de suelo	- 102.4	+ 102.4
Asistencia Técnica	- 761.4	+ 761.4
Costo Total	+ 743.5	- 743.5

Cabe destacar que algunos valores tienen diferencias a pesar que se tratasen de las mismas labores para los dos terrenos, esto radica principalmente en que existen diferencias entre las fincas. Solo por mencionar un caso, los productores tienen sus propios medios para la consecución de mano de obra y así mismo para negociarla. Realmente como se están comparando tecnologías de producción para lograr realizar un análisis más concluyente se debe hacer la comparación de la tecnología cambiante partiendo del principio que las demás labores no deberían fluctuar. Para este estudio la tecnología MIPE aplicada afectó directamente la cantidad de aplicaciones de plaguicidas con un efecto positivo en los costos del rubro insumos.

### **5.7 Resultados de la Validación del plan de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) en el cultivo de papa, Departamento de Cundinamarca.**

### 5.7.1 Monitoreo de plagas y enfermedades.

Se realizaron los monitoreos para cada plaga encontrándose la presencia de pulguilla (*Epitrix* sp.) en los primeros 22 y 33 días después de siembra, superando el umbral de 10 adultos en 10 pases dobles de jama (Figura 27), por lo que se procedió a la aplicación de insecticida. Posteriormente ya no se observó presencia de adultos de pulguilla en las trampas pegajosas.

El minador (*Liriomyza* sp.) superó el umbral del SEPA (> 15 adultos/trampa) únicamente en la zona sur a los 110 y 120 días después de la siembra, lo que motivó a realizar una aplicación de insecticida; posteriormente, hasta los 160 días no se volvió a superar el umbral (Figura 28).

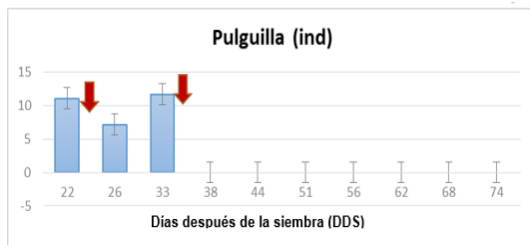


Figura 27. Adultos de pulguilla (*Epitrix* sp.) capturados en 10 pases dobles de jama (Flecha roja indica la aplicación de insecticida) ( $\bar{X} \pm DE$ ).

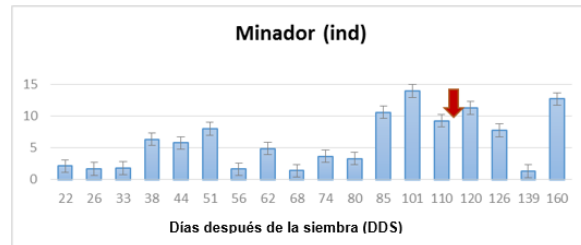


Figura 28. Adultos de minador (*Liriomyza* sp.) observados en trampas pegajosas (Flecha roja indica la aplicación de insecticida) ( $\bar{X} \pm DE$ ).

Para los casos de tiroteador (*Naupactus* spp.) y gusano blanco, en ningún momento se superó el umbral del SEPA (> 15 adultos/trampa) por lo tanto, no se hicieron aplicaciones de insecticidas (Figura 29 y Figura 30).

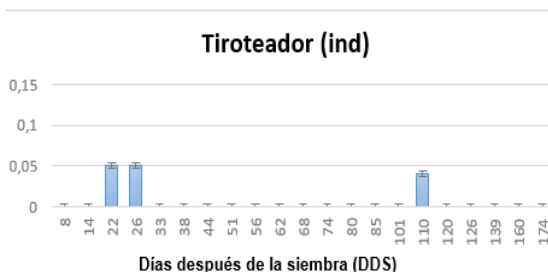


Figura 29. Adultos de tiroteador (*Naupactus* spp.) capturados en trampas de paso ( $\bar{X} \pm DE$ ).

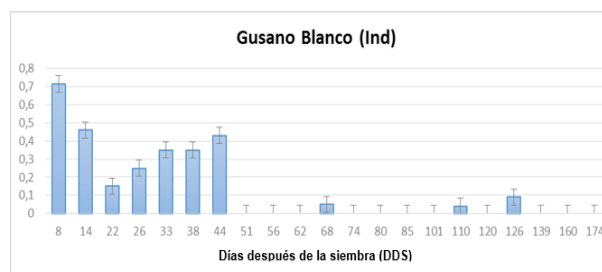


Figura 30. Adultos de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) capturados en trampas de paso ( $\bar{X} \pm DE$ ).

Las trampas con feromona registraron presencia de adultos de polilla guatemalteca (*T. solanivora*) superando el umbral (> 50 adultos/trampa) a los 160 DDS (Figura 31), cuando se realizó el corte de ramas, las aplicaciones para controlar a la plaga se hicieron en momentos en que se habían realizado cosechas en lotes aledaños y en donde se evidenció la presencia de la polilla afectando considerablemente la cosecha, a su vez se observó la presencia del hongo *Rosellinia*, razón por la cual se realizó la aplicación en drench de un fungicida, puesto que la preparación del lote se realizó con el mismo implemento.

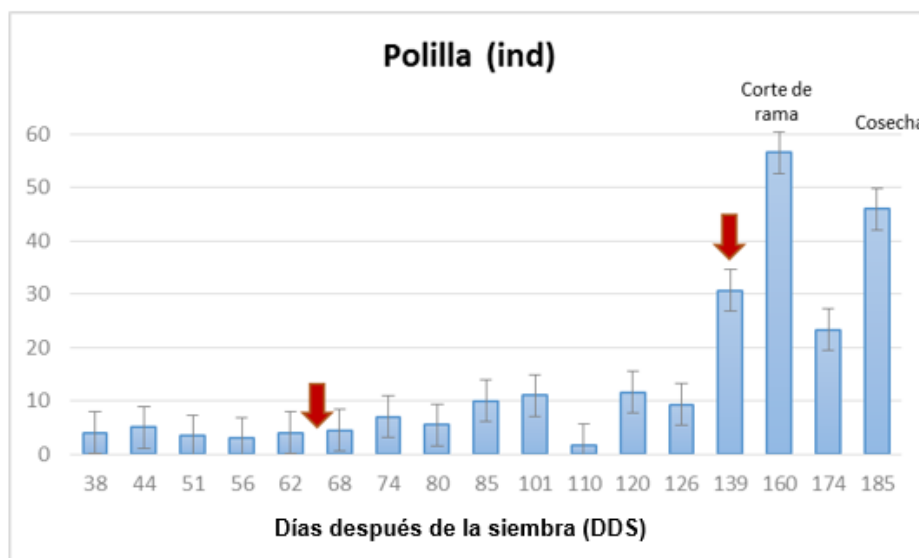


Figura 31. Adultos de polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) capturados en trampas con feromona (Flecha roja indica la aplicación de insecticida) ( $\bar{X} \pm DE$ ).

Se realizaron observaciones aleatorias de plantas que presentaran síntomas de gota (*P. infestans*) y aquellas que estuvieran sanas superándose el umbral (> 3% de incidencia) a los 56 y 68 DDS (Figura 32). Se realizaron un total de 6 aplicaciones teniendo en cuenta medidas preventivas y el umbral tal como se relaciona en el Cuadro 10.



Figura 32. Porcentaje de incidencia de gota (*Phytophthora infestans*) en un ciclo del cultivo de papa. (Flecha roja indica la aplicación de fungicida).

Cuadro 10. Seguimiento de incidencia de gota (*P. infestans*) y aplicaciones de fungicidas para su control.

Fecha seguimiento	DDS	% gota ( <i>P. infestans</i> )	Ingrediente Activo	Fecha de aplicación
Junio 25	44	1.118	Mancozeb. Aplicación preventiva.	Junio 30
Julio 03	51	1.212		
Julio 09	56	7.208	Propineb + Cimoxanil	Julio 12
Julio 16	62	2.764	Mancozeb y Fosfito monopotásico y dipotásico	Julio 19
Julio 23	68	4.146	Mancozeb+fosetyl aluminio y dimetomorf	Julio 26
Julio 30	74	1.230		
Agosto 06	80	0.367		
Agosto 12	85	0.192	Mancozeb	Agosto 15
Agosto 29	101	0		
Sept 08	110	0.062	Mancozeb	Sept 11
Sept 19	120	0		

### 5.7.2 Cosecha: Resultados de la evaluación de plagas y enfermedades.

Para las variables de estado fitosanitario en cosecha mediante la prueba de t de student no se encontraron diferencias significativas. Cabe destacar que el MIPE mostró porcentajes menores de afectación de plagas y enfermedades con excepción de afectación por *Rosellinia* que fue un problema que se trató de manejar preventivamente

puesto que la preparación del lote se realizó con implementos de otro lote en donde se confirmó la presencia del patógeno (Cuadro 11).

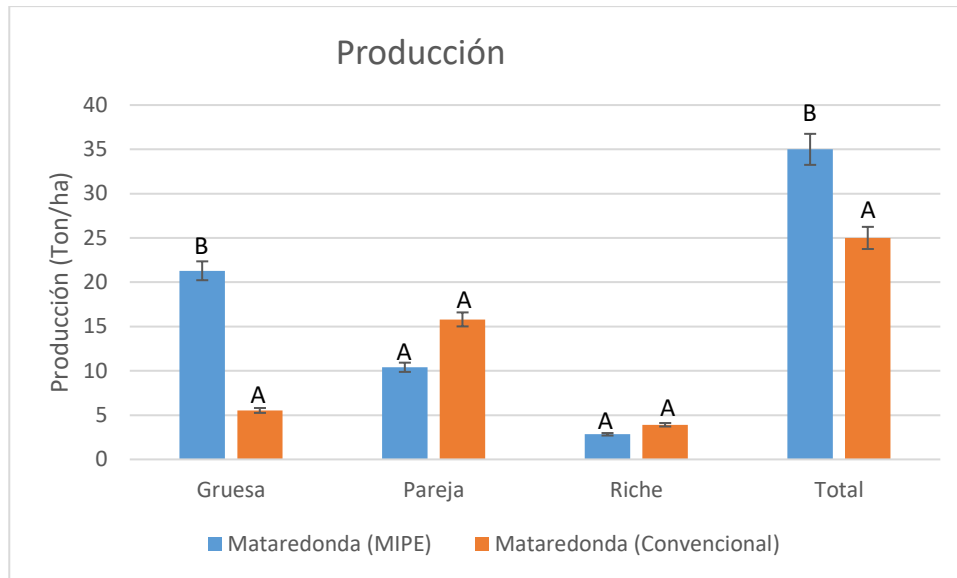
**Cuadro 11. Porcentaje de tubérculos por plantas afectadas por plagas y enfermedades en lote de manejo integrado y de manejo convencional.**

Porcentaje de tubérculos /planta		
	Finca Mataredonda (MIPE)(%)	Finca Mataredonda2 (Convencional)(%)
<i>Streptomyces</i>	40.34	86.70
Chiza ( <i>Phyllophaga</i> y <i>Ancognatha</i> spp.)	0.00	2.30
Polilla Guatemalteca ( <i>T. solanivora</i> )	1.27	3.94
Gusano Blanco ( <i>P. vorax</i> )	0.00	0.33
Tiroteador ( <i>Naupactus</i> sp.)	0.08	0.00
<i>Rhizoctonia</i>	24.49	85.06
Bacteriosis	0.34	0.00
<i>Rosellinia</i>	3.98	0.66
<i>Spongospora</i>	0.93	0.66
Gusano alambre	0.25	0.33

### 5.7.3 Cosecha: Producción total de papa

La producción de los lotes se vio diferenciada presentándose una mayor producción en clasificación gruesa en la finca con implementación de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE); los datos de producción reales por cada finca se aproximaron a la producción por hectárea (Figura 33). La clasificación de papa pareja y riche fue similar para los dos lotes.

La producción en La finca Mataredonda con implementación de MIPE mostró una buena producción con respecto al lote convencional, lo que abre brechas para seguir trabajando con el agricultor para desarrollar una tecnología sólida de manejo para el cultivo.



**Figura 33. Aproximación de la producción por hectárea en cultivos de papa evaluados en Carmen de Carupa, vereda El Mortiño (Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre fincas, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ )).**

Se realizó muestreo de la producción en cosecha, determinándose la distribución de la producción total a lo largo del lote, se presentó mayor producción en la finca Mataredonda (cultivo MIPE).

#### 5.7.4 Tasa de Impacto ambiental por aplicaciones de plaguicidas

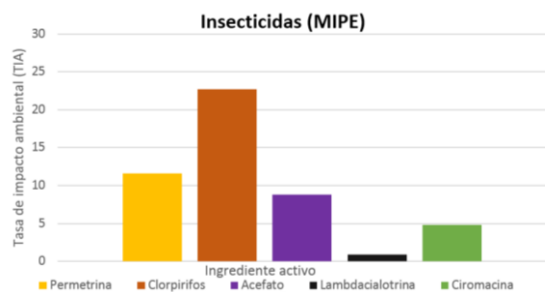
La tasa de impacto ambiental (TIA) y el número total de aplicaciones de plaguicidas mostró grandes diferencias. En la finca Mataredonda el valor de la tasa de impacto ambiental TIA es más bajo que el valor de TIA obtenido en la Finca comparativa; adicionalmente, se realizó menor número de aplicaciones para el control de las plagas, con excepción del caso de gota (*P. infestans*) (Cuadro 12).

La disminución en el valor de impacto ambiental en el manejo integrado de plagas y enfermedades fortalece su establecimiento debido a la producción con las mínimas aplicaciones de agroquímicos en un sistema productivo de papa favoreciendo la inocuidad del producto.

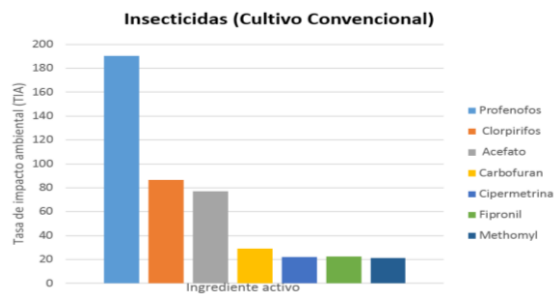
**Cuadro 12. Total de aplicaciones y valores de Tasa de impacto ambiental (TIA) basados en el coeficiente de impacto ambiental de Kovach *et al.*, 1992.**

Agente a controlar	Finca Mataredonda (MIPE)		Finca Mataredonda2 (Convencional)	
	N° Aplicaciones	TIA	N° Aplicaciones	TIA
Gota ( <i>P. infestans</i> )	6	46.11	5	244.03
Rosellinia	1	28.08	0	
Roya	1	4.28	5	36.27
Polilla guatemalteca ( <i>T. solanivora</i> )	3		6	
Minador ( <i>L. huidobrensis</i> )	1	46.99	6	1,066.61
Gusano Blanco ( <i>P. vorax</i> )	0		4	
Pulguilla ( <i>Epitrix</i> sp.)	1		1	
Malezas	1	5.38	1	20.25
Total	14	375.5	28	1,367.9

En la finca Mataredonda se realizaron 5 aplicaciones de insecticidas y en la finca comparativa fueron 17. Se encuentra una gran diferencia en el número de aplicaciones que repercute en el valor de la tasa de impacto ambiental, que para el caso de la finca comparativa estuvo altamente representado por el uso de productos con ingrediente activo profenofos con valor de TIA de 190.4 (Figura 34) mientras que en la finca Mataredonda está dado por el ingrediente activo clorpirifos con un valor de 22.7 (Figura 35).



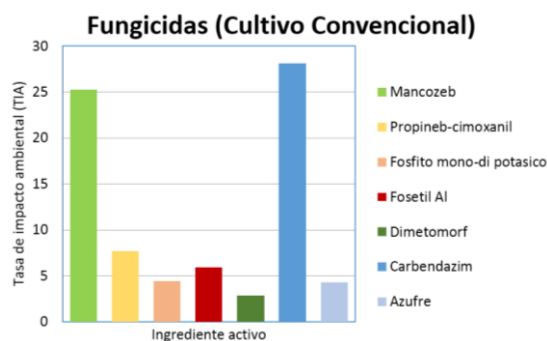
**Figura 34. Valor de tasa de impacto ambiental (TIA) para insecticidas utilizados en la finca Mataredonda.**



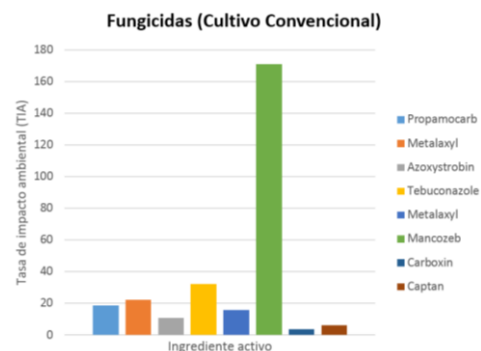
**Figura 35. Valor de tasa de impacto ambiental (TIA) para insecticidas utilizados en la finca comparativa.**

La aplicación de fungicidas para el manejo de la goma (*P. infestans*) fue mayor en el cultivo MIPE por una aplicación pero el impacto ambiental generado en el cultivo

convencional fue mayor, debido a las sobredosis y el uso excesivo de productos categorías toxicológicas altas que tienen mayores concentraciones del ingrediente activo. La roya (*Puccinia* spp.) es un problema presente en la zona, principal razón por la cual el agricultor realiza aplicaciones para su control, en este sentido para el cultivo MIPE sólo se realizó una aplicación con gran diferencia de las 5 aplicaciones realizadas en el cultivo comparación. El mayor valor de impacto ambiental para el cultivo MIPE para gota (*P. infestans*) está dado por el ingrediente activo mancozeb con un valor de 25.55 (Figura 36) y para la finca comparativa también con mancozeb, con un valor de 171.05 (Figura 37). Se presentó una diferencia muy alta en el valor de impacto ambiental TIA lo que ratifica la importancia de implementar el manejo integrado para la producción inocua de papa.



**Figura 36. Valor de tasa de impacto ambiental (TIA) para fungicidas utilizados en finca Mataredonda.**



**Figura 37. Valor de tasa de impacto ambiental (TIA) para fungicidas utilizados en la finca comparativa de Cundinamarca.**

En cuanto al uso de herbicidas en los cultivos, el valor de impacto ambiental difiere específicamente por la utilización de paraquat para madurar el cultivo de papa con un valor de 20.26 (Figura 38). En el cultivo MIPE se realizó una aplicación para controlar malezas de hoja angosta con un valor de impacto ambiental (TIA) de 5.38 y el cultivo de papa se dejó madurar cortando ramas sin ningún tipo de aplicación de herbicida o desecante.



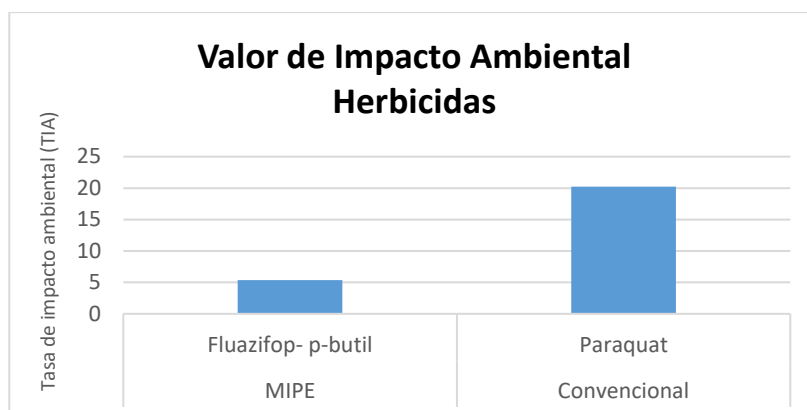


Figura 38. Valor de tasa de impacto ambiental (TIA) para herbicidas aplicados en fincas de validación en Cundinamarca.

## 5.8 Costos de producción

Los costos de producción para los dos sistemas indican que sobre el total hay una diferencia de \$ 586.7 USD siendo más costoso producir bajo el esquema MIPE (Cuadro 13). Los costos indirectos están altamente representados por la asistencia técnica lo que genera diferencia en los costos, cabe destacar que el ítem de plaguicidas y trampas tiene una diferencia positiva para la implementación MIPE de \$ 18.8 USD. Además de mencionar el valor económico, más sobresaliente es destacar la alta producción bajo el esquema MIPE y el bajo impacto ambiental generado por el mismo.

Cuadro 13. Costos de producción de papa en las fincas evaluadas en Cundinamarca: Costo por hectárea y sus diferencias (+ efecto positivo y – efecto negativo).

COSTOS	DIFERENCIAS (ha)	
	MIPE USD	CONVENCIONAL USD
<b>Costos Directos</b>	<b>- 142.8</b>	<b>+ 142.8</b>
Preparación del terreno	- 16.2	+ 16.2
Mano de obra	- 95.2	+ 95.2
Cosecha	- 290.5	+ 290.5
<b>Insumos</b>	<b>+ 259</b>	<b>- 259</b>
Semilla	+ 19.1	- 19.1
Fertilizantes	+ 221.2	- 221.2
Plaguicidas y trampas	+ 18.8	- 18.8
<b>Costos Indirectos</b>	<b>- 443.8</b>	<b>+ 443.8</b>

Arrendamiento Terreno	+ 33.4	- 33.4
Transportes	- 31.3	+ 31.3
Asistencia Técnica	-598.5	+598.5
<b>Costo Total</b>	<b>- 586.7</b>	<b>+ 586.7</b>

En la estructura de costos, algunos valores presentan diferencias, no obstante, en los dos terrenos se tenían las mismas labores, esto radica principalmente en que existen diferencias entre las fincas. Realmente como se están comparando tecnologías de producción para lograr realizar un análisis más concluyente, se debe hacer la comparación de la tecnología cambiante partiendo del principio que las demás labores no deberían fluctuar. Para este estudio, la tecnología MIPE aplicada afectó directamente la cantidad de aplicaciones de plaguicidas en el rubro de insumos, siendo positivo, y para la asistencia técnica negativo, los demás ítem tuvieron valores tanto positivos como negativos debido a factores como consecución de mano de obra, cantidad de semilla sembrada, dimensión del lote, entre otros, razón por la cual no son valores absolutos para determinar cuál sistema es económicamente el mejor.

## **5.9 Validación de la herramienta Discos CIP, para el control y prevención de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa.**

### **5.9.1 Ensayos en Boyacá (Turmequé)**

**Papa variedad Diacol Capiro.** Hacia los 66 días se presentó la aparición de la enfermedad causada por el hongo *Phytophthora infestans* en la variedad de papa Diacol Capiro. Posteriormente, se presentó irregularidad en las lluvias y se mostró también variación en la severidad de la enfermedad en el cultivo. Coincidieron los picos de precipitación con picos de severidad de la enfermedad la cual no sobrepasó el 40% en el tratamiento control (Figura 39). Las condiciones de precipitación frecuente hicieron que el tratamiento Discos CIP requiriera 14 aplicaciones durante el ciclo de cultivo. El agricultor aplicó en 13 ocasiones (Cuadro 14). La incidencia de la enfermedad en términos de rAUDPC, no presentó diferencias significativas (Figura 40). Aun así, la TIA fue favorable para el tratamiento Discos CIP con un valor de 326 en comparación con la del agricultor que fue de 658 (Figura 41).

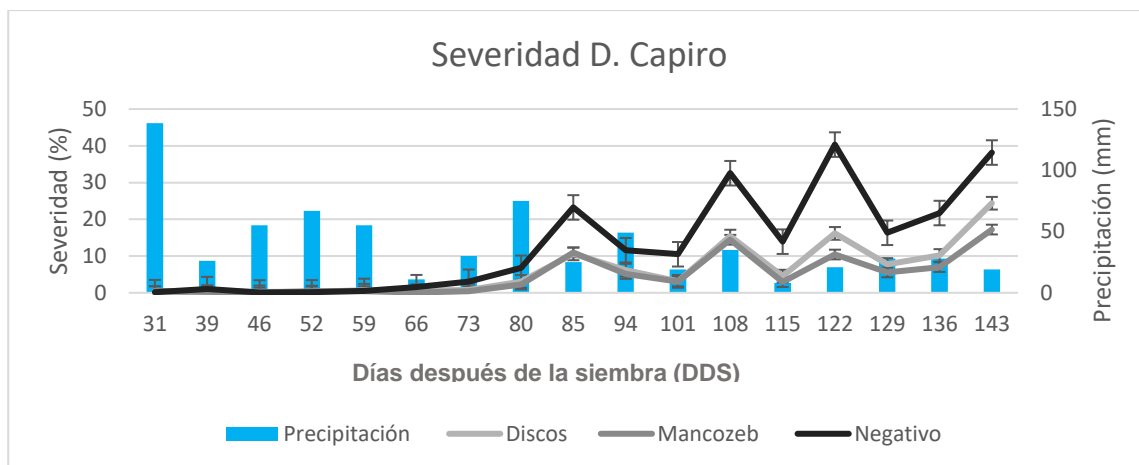


Figura 39. Severidad de gota (*P. infestans*)-Precipitaciones (junio a octubre de 2017) en cultivo de papa variedad Diacol Capiro.

Cuadro 14. Cuadro de aplicaciones realizadas en variedad Diacol Capiro, C= Fungicida de contacto; S= Fungicida sistémico.

Aplicaciones de fungicidas en papa variedad Diacol Capiro														
DDS	32	39	47	55	63	71	80	89	98	107	115	123	133	141
Discos CIP	S	S	S	S	C	S	S	S	S	S	S	S	S	S
DDS	32	38	45	53	61	70	78	87	99	106	115	124	133	
Agricultor	S	S	C	S	S	S	S	S	S	S	C	C	S	
DDS	32	39	47	55	63	71	80	89	98	107	115	123	133	141
Negativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

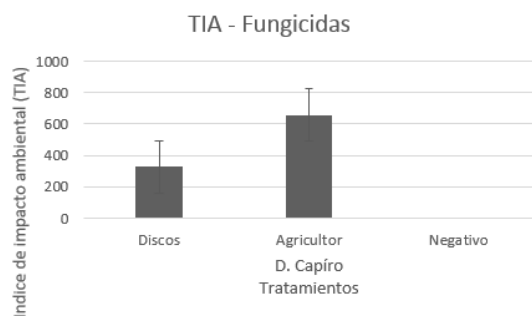


Figura 40. Valores de tasa de impacto ambiental (TIA) en tratamientos aplicados al cultivo de papa variedad Diacol Capiro.

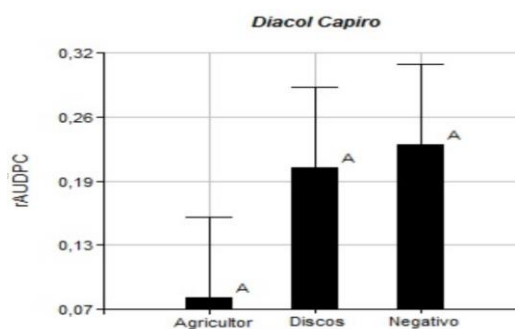
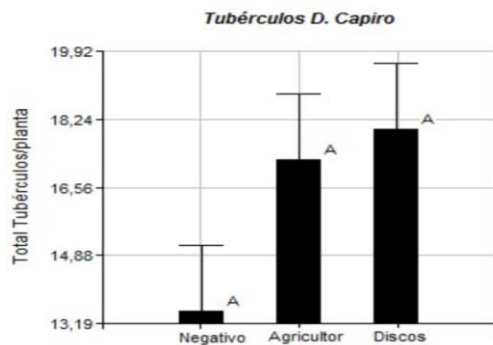
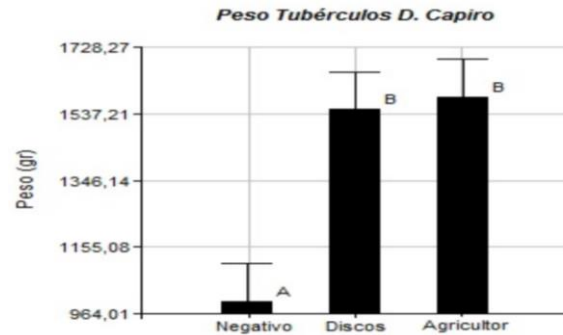


Figura 41. Área relativa bajo la curva del progreso de la enfermedad (rAUDPC) en tratamientos al cultivo de papa variedad Diacol Capiro [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ )].

La incidencia de la enfermedad no afectó el número de tubérculos cosechados (Figura 42), en contraste, el peso de tubérculos sí fue afectado por la enfermedad (Figura 43) y el peso de tubérculos fue similar entre los tratamientos Discos CIP y Agricultor.

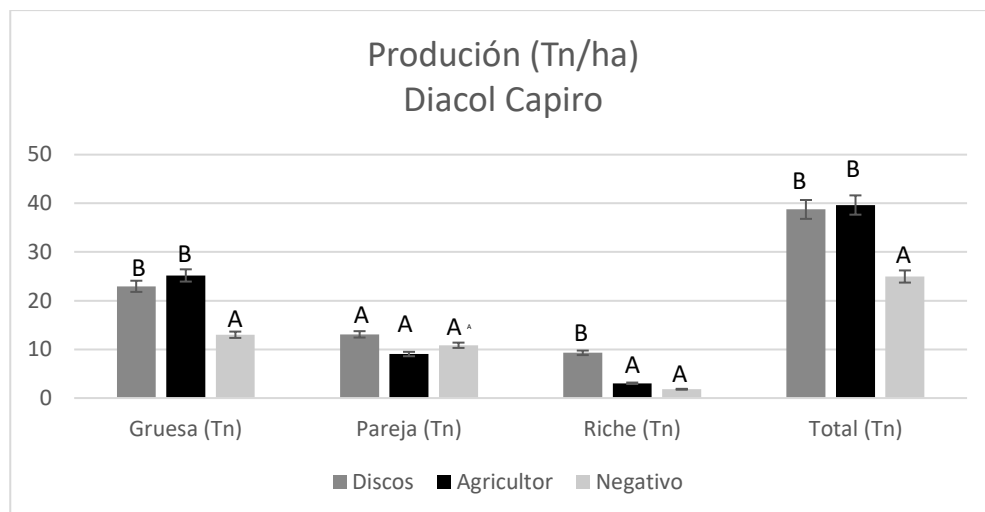


**Figura 42.** Cantidad de tubérculos/planta en tratamientos al cultivo de papa variedad Diacol Capiro. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias test de Tukey ( $\alpha=0.05$ )].



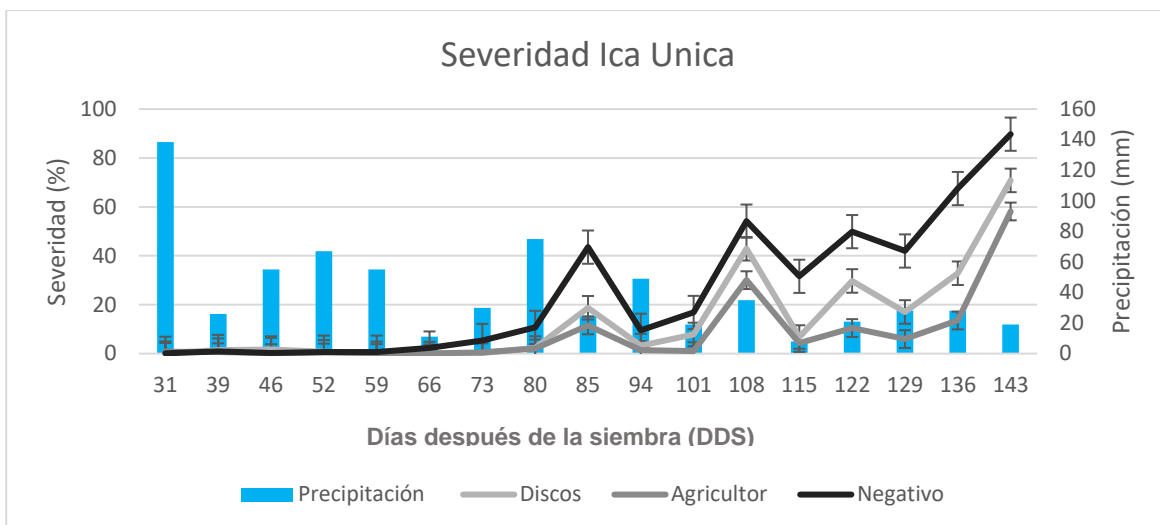
**Figura 43.** Peso de tubérculos/planta en tratamientos al cultivo de papa variedad Diacol Capiro [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ )].

Al realizar la estimación de producción por unidad de área (ha) se observó que para la papa variedad Diacol Capiro se presentaron valores cercanos a las 40 t/ha con el uso de Discos CIP y el manejo del agricultor; en el Negativo un total de 25 t/ha (Figura 44), cabe resaltar que para esta variedad el potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es superior a las 40 t/ha (Ñústez, 2011), siendo los tratamientos Discos CIP y Agricultor, los que más se acercaron a dicho valor de referencia.



**Figura 44. Aproximación de la producción por hectárea en cultivo de papa (var Diacol Capiro) con el uso de los Discos CIP en Turmequé [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha = 0,05$ )].**

**Papa variedad Ica Única.** La aparición de la enfermedad de gota de la papa (*P. infestans*) para la variedad Ica Única se dio a los 66 DDS. Aunque las lluvias fueron sostenidas, y no se presentó periodo seco, la variación en la intensidad de la precipitación se vio reflejada en una irregular aparición de los niveles de severidad de la enfermedad. La tendencia fue similar para los tres tratamientos, aunque a los 115 días después de siembra se observó la mayor diferencia aparente con el tratamiento control. Al final del ciclo, hacia los 143 DDS los niveles de severidad fueron altos en los tres tratamientos (Figura 45).

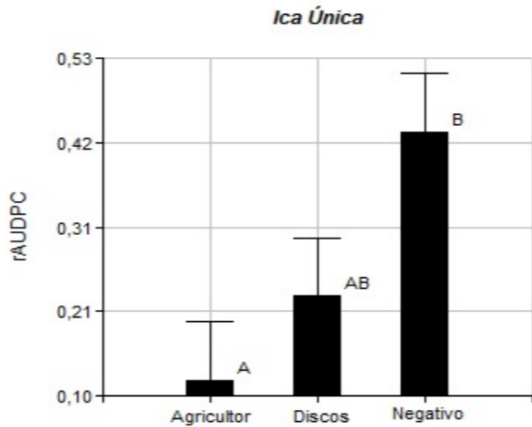


**Figura 45. Severidad de goma (*P. infestans*)-Precipitaciones (junio a octubre de 2017) en papa variedad Ica Única.**

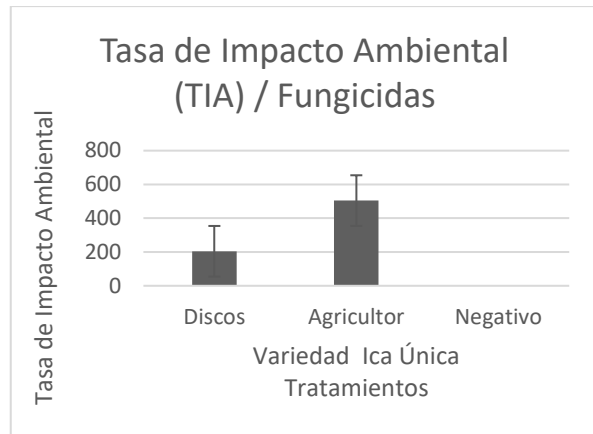
El Área relativa bajo la curva, del progreso de la enfermedad (rAUDPC) resultó más alto en el tratamiento control frente al tratamiento Agricultor, el tratamiento Discos CIP no presentó diferencias con estos tratamientos (Figura 46). El tratamiento Discos CIP requirió nueve aplicaciones y el tratamiento Agricultor, 13. Mientras que en el tratamiento Discos CIP, sólo una de las nueve aplicaciones fue con fungicida sistémico, el tratamiento Agricultor tuvo 10 aplicaciones de fungicida sistémico sobre un total de 13 aplicaciones (Cuadro 15). El tratamiento Discos CIP mostró un TIA de 204 frente al 504 del tratamiento agricultor (Figura 47).

**Cuadro 15. Cuadro de aplicaciones realizadas en papa variedad Ica Única (C= Fungicida de contacto; S= Fungicida sistémico).**

Aplicaciones de fungicidas en cultivo de papa variedad Ica Única													
<b>DDS</b>	32		44	56		71		83	95	107		120	133
<b>Discos CIP</b>	S		C	C		C		C	C	C		C	C
<b>DDS</b>	32	38	45	53	61	70	78	87	99	106	115	124	133
<b>Agricultor</b>	S	S	C	S	S	S	S	S	S	S	C	C	S
<b>DDS</b>	32	39	47	55	63	71	80	89	98	107	115	123	133
<b>Negativo</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

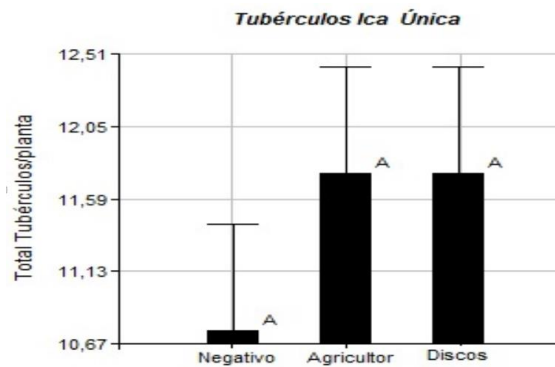


**Figura 46.** Área relativa bajo la curva del progreso de la enfermedad (rAUDPC) gota (*P. infestans*) en tratamientos en papa variedad Ica Única.

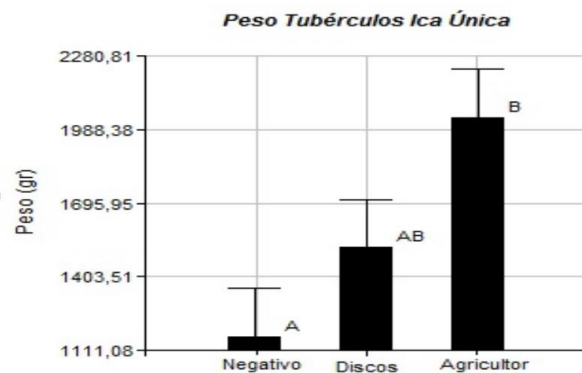


**Figura 47.** Valores de Tasa de Impacto Ambiental en tratamientos de papa variedad Ica Única.

El número total de tubérculos no se vio afectado por la enfermedad (Figura 48) y el peso de los mismos no tuvo diferencias entre el tratamiento Discos CIP y Agricultor, aunque si registró diferencias con el tratamiento control (Figura 49).



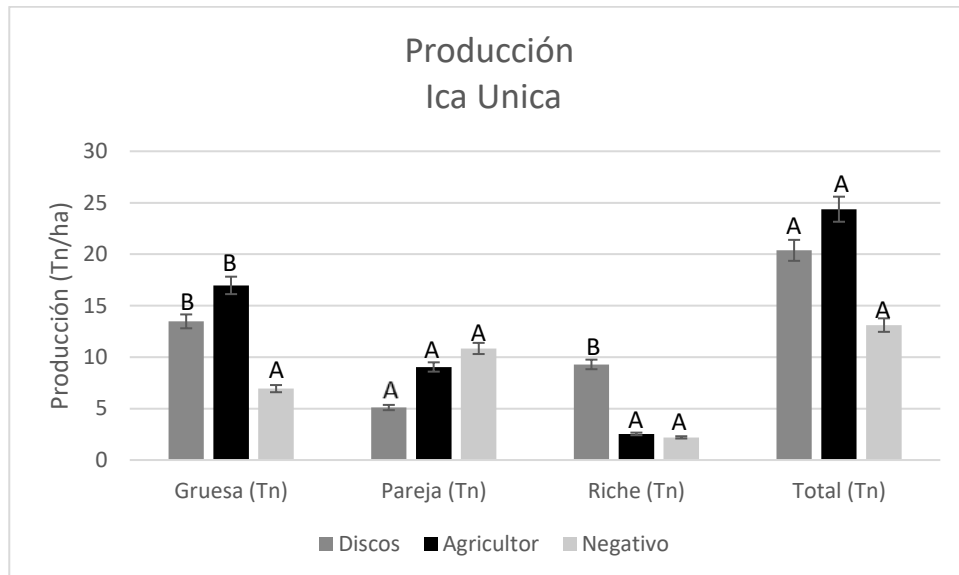
**Figura 48.** Cantidad de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Ica Única. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )].



**Figura 49.** Peso de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Ica Única. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )].

Al realizar la estimación de producción por unidad de área (ha) se observó que para la papa variedad Ica Única, en el tratamiento Agricultor se obtuvo un total de 24 t/ha, el tratamiento Discos CIP produjo un total de 20 t/ha y en el tratamiento Negativo se obtuvo

un total de 13 t/ha (Figura 50). Cabe resaltar que para esta variedad Ica Única, el potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es superior a las 40 t/ha (Ñústez, 2011). Ninguno de los tratamientos sobrepasó dicho valor.



**Figura 50. Aproximación de la producción por hectárea en cultivo de papa (var Ica Única) con el uso de los Discos CIP en Turmequé [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )].**

**Papa variedad Suprema.** La aparición de síntomas de gota (*P. infestans*) para la papa variedad Suprema se registró en valores bajos entre el día 59 y 111 después de siembra. A partir del día 108 se dieron incrementos notorios en la severidad de la enfermedad, que luego de altibajos, alcanzaron niveles altos al final del ciclo (Figura 51).



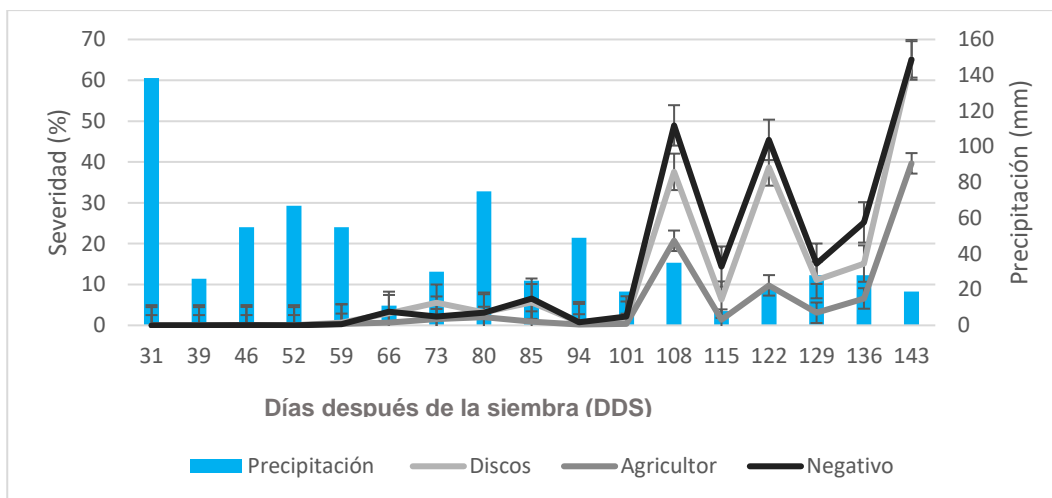


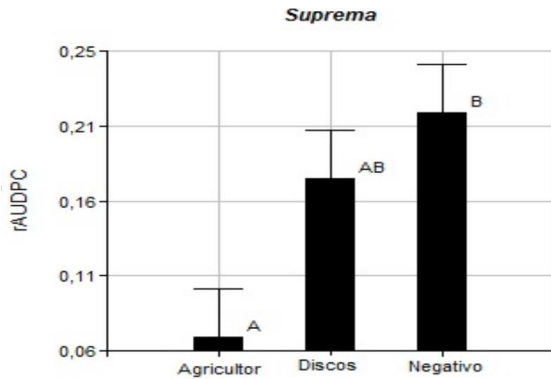
Figura 51. Severidad de goma (*P. infestans*) Vs Precipitaciones (junio a octubre de 2017) en el cultivo de papa variedad Suprema.

Siete aplicaciones (una de fungicida sistémico y seis de contacto) se realizaron usando el Disco CIP, mientras el agricultor realizó 13 aplicaciones (Cuadro 16).

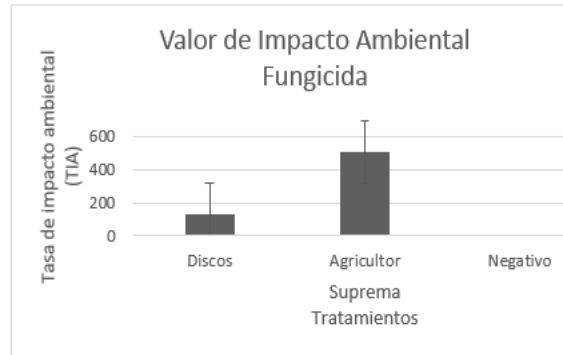
Cuadro 16. Aplicaciones de fungicidas realizadas en papa variedad Suprema (C= Fungicida de contacto; S= Fungicida sistémico).

Aplicaciones de fungicidas en papa variedad Suprema														
<b>DDS</b>	32		48		65		81		98		113	128		
<b>Discos CIP</b>	S		S		C		C		C		C	C		
<b>DDS</b>	32	38	45	53	61	70	78	87	99	106	115	124	133	
<b>Agricultor</b>	S	S	C	S	S	S	S	S	S	S	C	C	S	
<b>DDS</b>	32	39	47	55	63	71	80	89	98	107	115	123	133	141
<b>Negativo</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

El área bajo la curva sólo mostró diferencias entre el tratamiento agricultor y el control, pero este índice para el tratamiento Discos CIP no tuvo diferencias con los otros dos (Figura 52). El tratamiento con Discos CIP alcanzó una TIA de 129 mientras que el del agricultor alcanzó 504 (Figura 53).

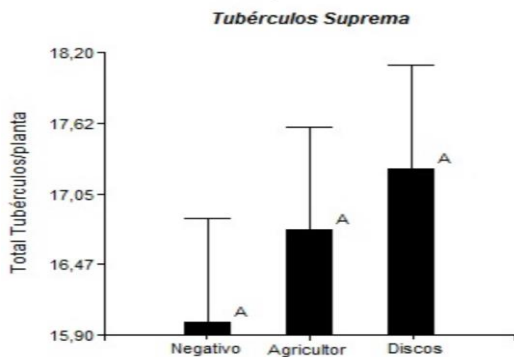


**Figura 52.** Área relativa bajo la curva del progreso de gota (*P. infestans*) (AUDPCr) en tres tratamientos en papa variedad Suprema. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0,05$ )].

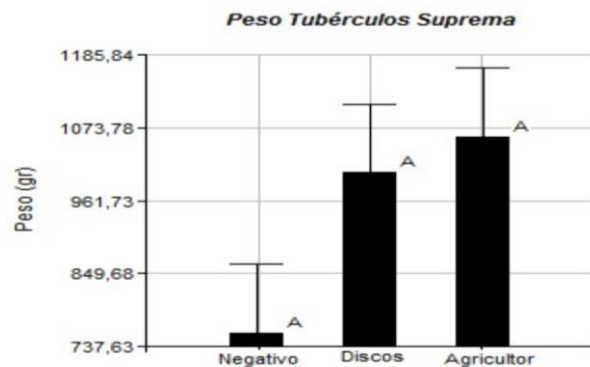


**Figura 53.** Valores de tasa de impacto ambiental TIA en tres tratamientos en papa variedad Suprema.

El número de tubérculos no fue afectado por los tratamientos frente a la gota (*P. infestans*) (Figura 54) ni en el peso de los mismos (Figura 55).



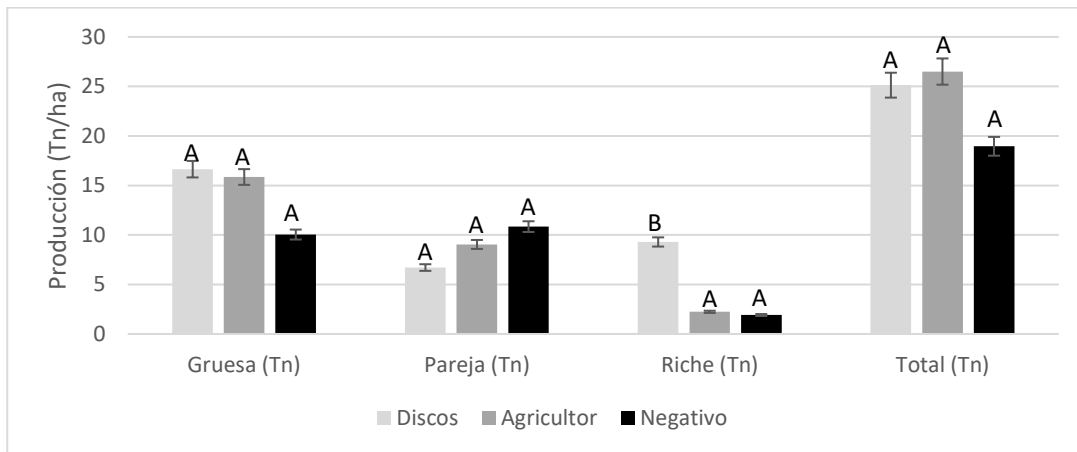
**Figura 54.** Cantidad de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Suprema. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0,05$ )].



**Figura 55.** Peso de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Suprema. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0,05$ )].

Al realizar la estimación de producción por unidad de área (ha) se observó que para la papa variedad Pastusa Suprema, en el tratamiento Discos CIP se presentó un total estimado de 25 t/ha, para el tratamiento agricultor un estimado total de 26 t/ha y en el tratamiento negativo control, un total de 19 t/ha (Figura 56), cabe resaltar que para esta variedad el potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es superior a las

45 t/ha (Ñústez, 2011). Ningún tratamiento sobrepasó el valor de rendimiento de la variedad.



**Figura 56. Aproximación de la producción por hectárea en cultivo de papa (var Pastusa Suprema) con el uso de los Discos CIP en Turmequé [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (alfa=0,05)].**

### 5.9.2 Ensayos en Cundinamarca (Mosquera)

**Cultivo de papa variedad Diacol Capiro.** La presencia de la infección de gota (*P. infestans*) en la papa variedad Diacol Capiro se evidenció para todos los tratamientos a partir de los 105 DDS, el tratamiento Negativo siempre presentó el mayor porcentaje de severidad y se evidenció a los 125 DDS un porcentaje de severidad similar con el tratamiento Mancozeb. Se observó que en los tratamientos con los Discos CIP se presentaron porcentajes de severidad más bajos que en los demás tratamientos (Figura 57).

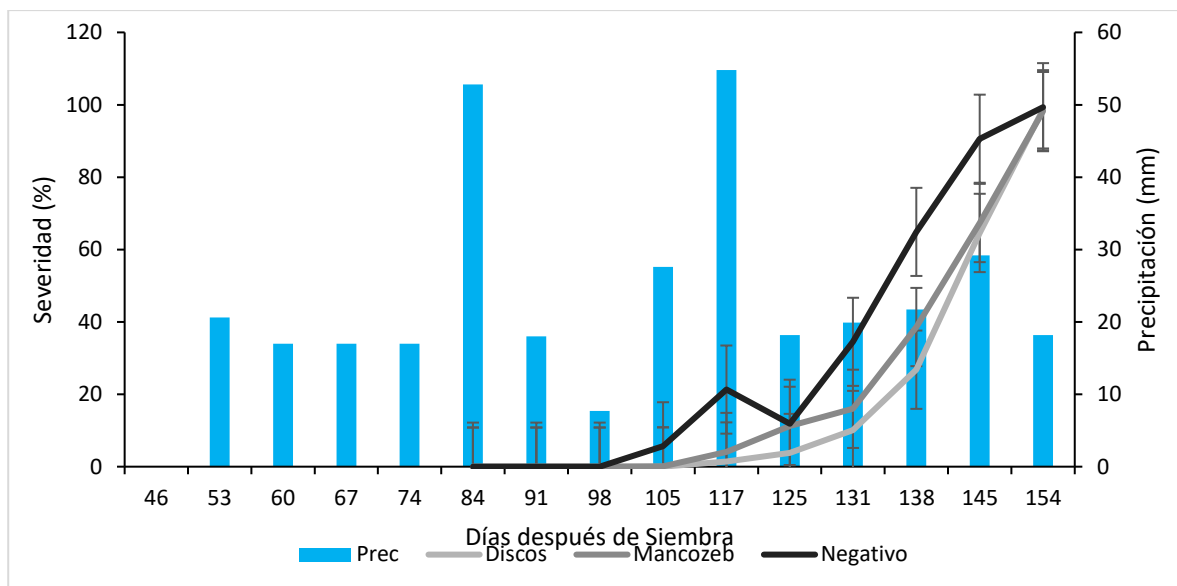


Figura 57. Severidad de gota (*P. infestans*)- Precipitaciones (junio a octubre de 2017) en papa variedad Diacol Capiro, en Cundinamarca (Mosquera).

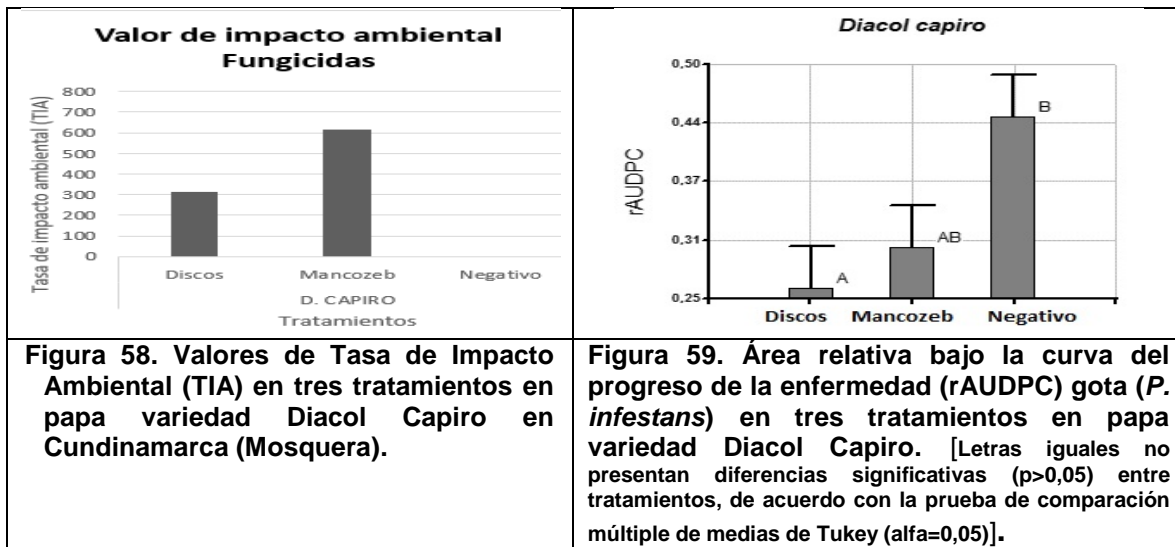
Con respecto al número de aplicaciones contra gota (*P. infestans*), se realizó la misma cantidad de aplicaciones entre el tratamiento Discos CIP y el tratamiento Mancozeb debido a la periodicidad que presentan los Discos CIP y a la periodicidad de uso del producto Mancozeb (Cuadro 17).

Cuadro 17. Aplicaciones realizadas en papa variedad Diacol Capiro (C= Fungicida de contacto; S= Fungicida sistémico) en Cundinamarca (Mosquera).

Aplicaciones de fungicidas en papa variedad Diacol Capiro															
DDS	55	62	67	74	81	88	95	102	109	116	123	130	137	144	151
Discos	S	C	S	C	C	S	C	S	C	S	S	C	C	S	S
DDS	55	62	69	76	83	90	97	104	111	118	125	131	139	146	153
Mancozeb	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
DDS	55	62	69	76	83	90	97	104	111	118	125	131	139	146	153
Negativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Cabe destacar que a pesar de que se presenta similitud entre los periodos de aplicación en los dos tratamientos, existen una notable diferencia entre las tasas de impacto ambiental presentada por los fungicidas aplicados entre los tratamientos, siendo el valor de tasa ambiental total por ciclo de cultivo menor en los Discos CIP respecto al tratamiento Mancozeb (Figura 58). Para la variable del área relativa bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (rAUDPC) causada por *P. infestans* en la papa variedad

Diacol Capiro, al realizar el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos pero no entre bloques. Como el tratamiento T3 es el control, se realizó la comparación de Discos CIP y Mancozeb con el Tratamiento Negativo (prueba de Dunnett) presentándose diferencias significativas entre estos dos tratamientos y el control. Esto fue confirmado con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) en donde se evidenciaron diferencias significativas entre Discos y Negativo (Figura 59).



Para las variables cantidad de tubérculos y peso total de tubérculos por planta en la papa variedad Diacol Capiro se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos, pero no entre bloques. Se verificó la normalidad de los datos, la ausencia de heterocedasticidad, y se realizó la comparación de los tratamientos (Tukey) encontrándose diferencias entre el tratamiento Negativo y el de Discos CIP, asimismo, entre el tratamiento Negativo y el de Mancozeb, pero no entre Mancozeb y Discos CIP (Figura 60 y Figura 61). Los resultados de la evaluación de cosecha representan la afectación por la infección de gota (*P. infestans*) sobre la producción del tubérculo, expresado en menor cantidad y peso de tubérculos por planta.

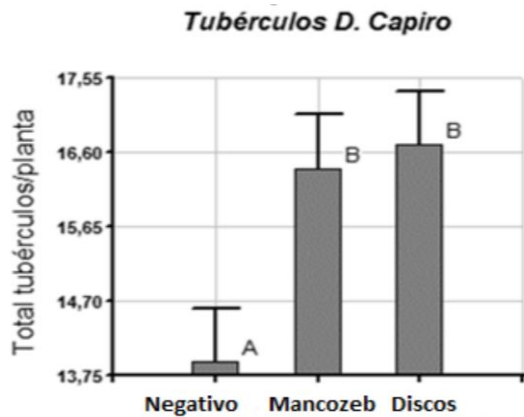


Figura 60. Cantidad de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Diacol Capiro [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ )].

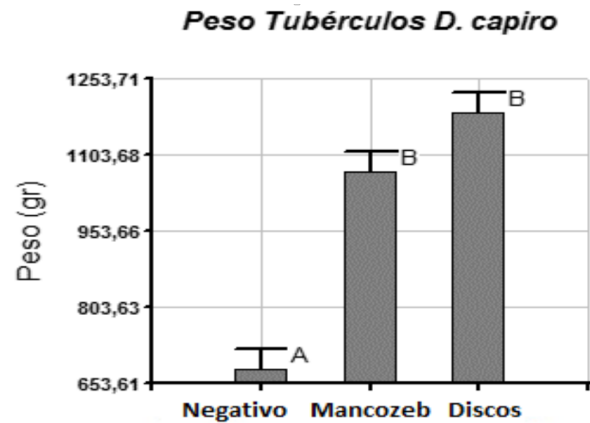


Figura 61. Peso de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Diacol Capiro. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ )].

Al realizar la estimación de producción por unidad de área (ha) se observó que para la papa variedad Diacol Capiro se presentó en el tratamiento Discos CIP un total de 39.6 t/ha, para Mancozeb un total de 35.7 t/ha y en el tratamiento Negativo un total de 22.7 t/ha (Figura 62), cabe resaltar que para esta variedad el potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es superior a las 40 t/ha (Núñez, 2011). Siendo el tratamiento Discos CIP el que más se acercó al valor de referencia.

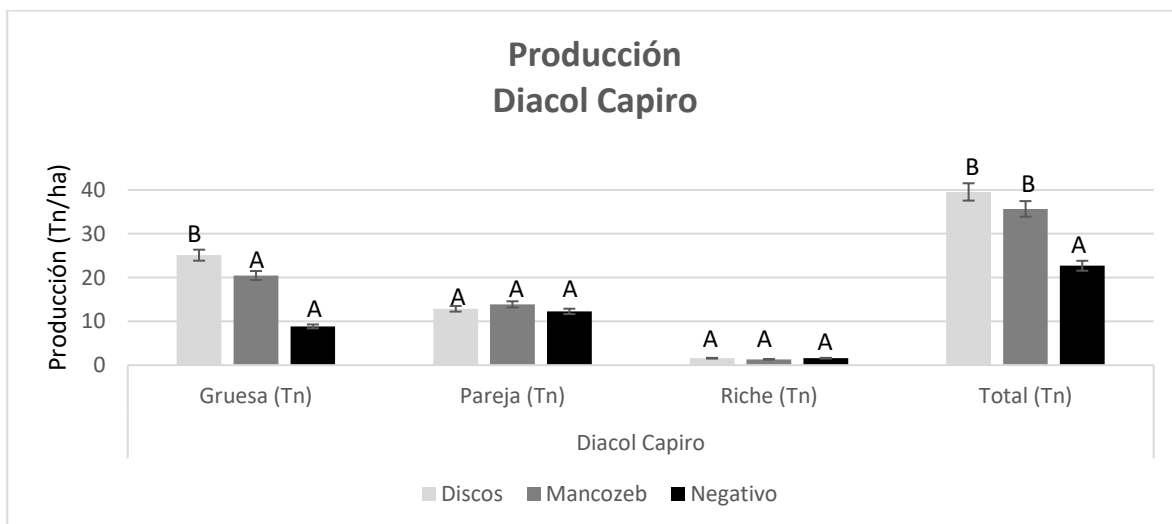
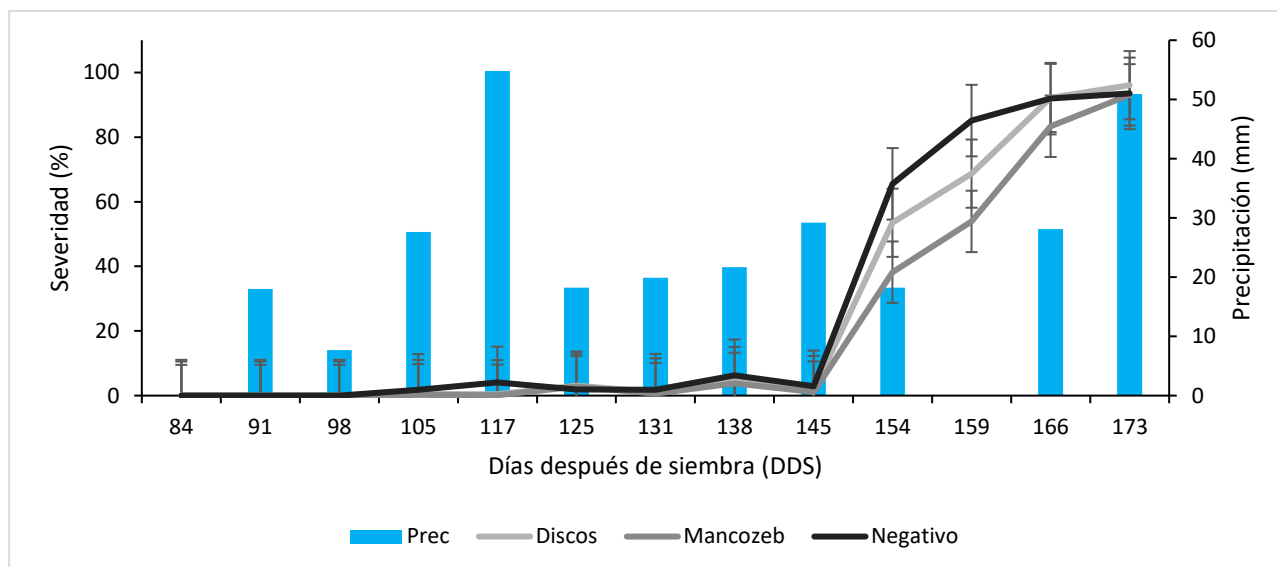


Figura 62. Estimación de Producción (Tn/ha) en tres tratamientos en papa variedad Diacol Capiro. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ )].

**Papa Variedad Ica Única.** La presencia de la infección de gota (*P. infestans*) en la papa variedad Ica Única se evidenció para todos los tratamientos a partir de los 105 DDS; el tratamiento Negativo siempre presentó el mayor porcentaje de severidad y se observó a partir los 154 DDS un porcentaje de severidad menor para el tratamiento Mancozeb con respecto a los demás tratamientos (Figura 63).



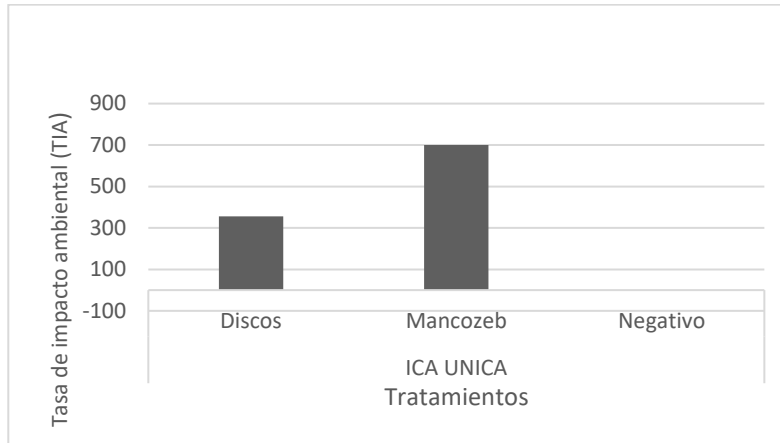
**Figura 63. Severidad de gota (*P. infestans*) Vs Precipitaciones (junio a octubre de 2017) en el cultivo de papa variedad Ica Única.**

En relación con las aplicaciones se presentó una disminución en la cantidad de aplicaciones entre los tratamientos Discos CIP y Mancozeb debido a la periodicidad que presentan los Discos CIP y a la periodicidad de uso del producto Mancozeb (Cuadro 18).

**Cuadro 18. Aplicaciones realizadas en papa variedad Ica Única (C= Fungicida de contacto; S= Fungicida sistémico).**

Aplicaciones de fungicidas en papa variedad Ica Única																	
DDS	46	55	68	77	95			104	115	124	138	147	157	166			
Discos	C	C	C	C	C			C	C	C	S	C	C	C			
DDS	48	55	62	69	76	83	90	97	104	111	118	125	131	139	146	153	160
Mancozeb	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
DDS	48	55	62	69	76	83	90	97	104	111	118	125	131	139	146	153	160
Negativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Cabe destacar que existe una notable diferencia entre las Tasas de Impacto Ambiental presentadas por los fungicidas aplicados entre los tratamientos, siendo el TIA de valor menor por ciclo de cultivo en el tratamiento Discos CIP respecto al tratamiento Mancozeb (Figura 64).



**Figura 64. Valores de tasa de impacto ambiental en tres tratamientos en papa variedad Ica Única.**

Al realizar el análisis de varianza de la variable del área relativa bajo la curva del desarrollo de la enfermedad (rAUDPC) gota (*P. infestans*) en la papa variedad Ica Única, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos pero no entre bloques. Como el tratamiento Negativo es el control, se realizó la comparación de los tratamientos Discos CIP y Mancozeb contra el control (prueba de Dunnett) presentándose diferencias significativas entre estas comparaciones, confirmándose con la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) en donde se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos Mancozeb y Negativo (Figura 65). Se puede apreciar que el manejo con Mancozeb influyó sobre la enfermedad permitiéndole un menor desarrollo respecto al control pero sin diferencias significativas con el uso del Disco CIP.

El peso total de tubérculos por planta en papa variedad Ica Única presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos, pero no entre bloques. Se verificó la normalidad de los datos, la ausencia de heterocedasticidad, y se realizó la comparación de los tratamientos (Tukey) presentándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos Negativo y Discos CIP, pero no entre Mancozeb y Discos



CIP o Negativo y Mancozeb (Figura 66). Los resultados de la evaluación de cosecha representan los efectos sobre la producción de tubérculos como consecuencia de la infección por goma (*P. infestans*) lo que produce menor peso de tubérculos por planta como se observa en el tratamiento Negativo.

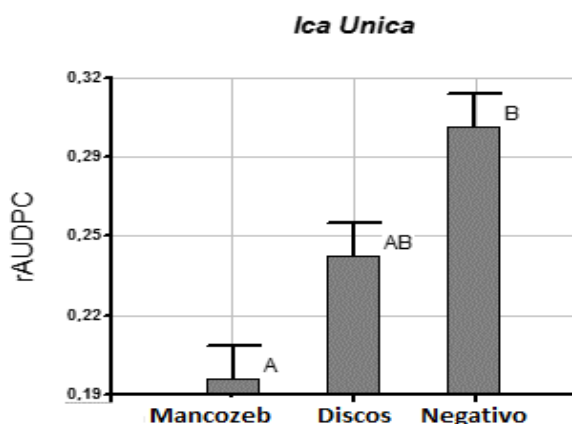


Figura 65. Área relativa bajo la curva del progreso de la enfermedad (rAUDPC) goma (*P. infestans*) en tres tratamientos en papa variedad Ica Única. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (alfa=0.05)].

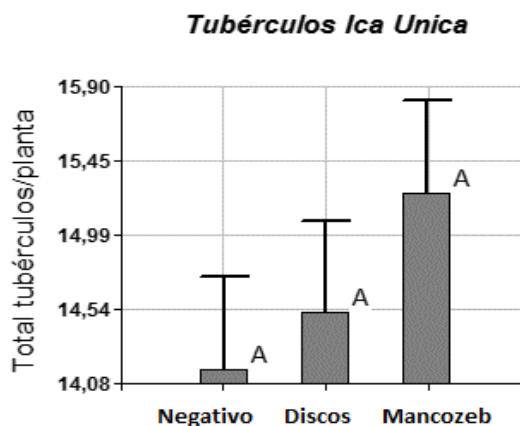
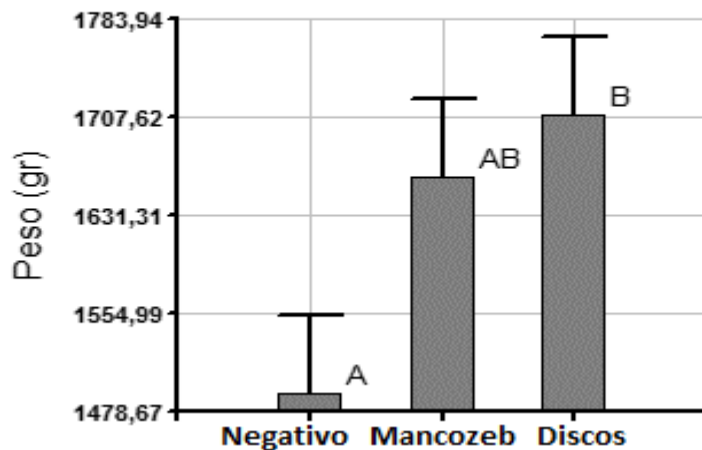


Figura 66. Cantidad de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Ica Única. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (alfa=0.05)].

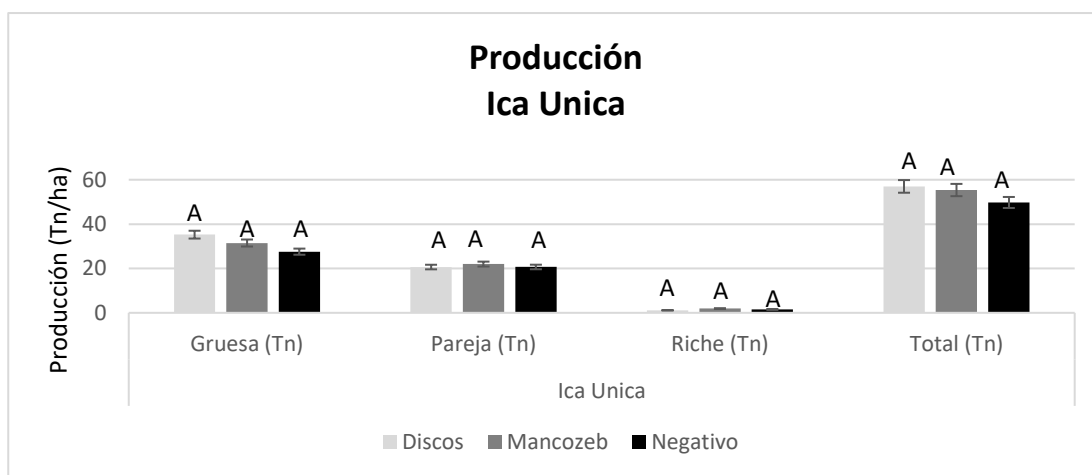
Para la variable cantidad de tubérculos por planta en la papa variedad Ica Única no se presentaron diferencias estadísticamente significativas (Figura 67).

### Peso Tubérculos Ica Única



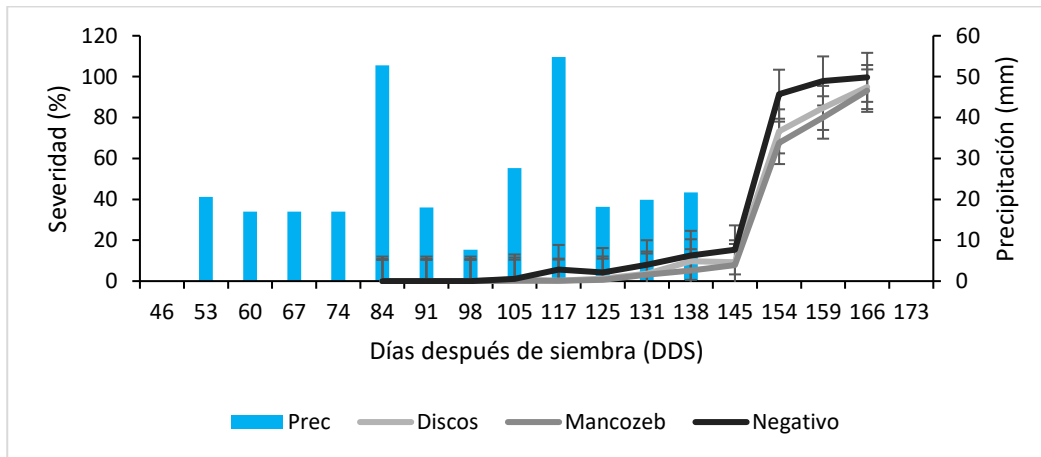
**Figura 67. Peso de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Ica Única.** [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ )].

Al realizar la estimación de producción de papa por unidad de área (ha) se observó que para la variedad Ica Única se presentó en el tratamiento Discos CIP un total de 57 t/ha, para el tratamiento Mancozeb un total de 55.4 t/ha y en el tratamiento Negativo un total de 49.8 t/ha (Figura 68); cabe resaltar que para esta variedad el potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es superior a las 40 t/ha (Ñústez, 2011). Todos los tratamientos sobrepasaron dicho valor, siendo más alto el valor del tratamiento Discos CIP.



**Figura 68. Estimación de Producción (Tn/ha) en tres tratamientos en papa variedad Ica Única.** [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ )].

**Papa variedad Pastusa Suprema.** La presencia de la infección de gota (*P. infestans*) en la papa variedad Suprema se evidenció a partir de los 105 DDS para todos los tratamientos, siendo más notoria la severidad en el tratamiento control (Negativo) a partir de los 117 DDS, este tratamiento siempre presentó el mayor porcentaje de severidad. El tratamiento Mancozeb presentó porcentajes de severidad más bajos que los demás tratamientos, siendo muy similar su comportamiento al del tratamiento con los Discos CIP (Figura 69).



**Figura 69. Severidad de gota (*P. infestans*) Vs Precipitaciones (junio a octubre de 2017) en el cultivo de papa variedad Pastusa Suprema.**

Con respecto al número de aplicaciones hechas para el control de la enfermedad, se presentó una disminución en la cantidad de aplicaciones entre los tratamientos Discos CIP y Mancozeb debido a la periodicidad que presentan los Discos CIP y a la periodicidad de uso del producto Mancozeb (Cuadro 19).

**Cuadro 19. Aplicaciones realizadas en papa variedad Pastusa Suprema (C= Fungicida de contacto; S= Fungicida sistémico).**

Aplicaciones de fungicidas Variedad Suprema																						
dds	55	62	68	76	82	90	94	97	105	111	116	118	125	127	131	138	139	146	150	153	160	161
Discos	C	-	C	-	S	-	C	-	C	-	C	-	-	C	-	C	-	-	C	-	-	C
dds	55	62	69	76	83	90	94	97	104	111		118	125		131		139	146		153	160	161
Mancozeb	C	C	C	C	C	C	-	C	C	C	-	C	C	-	C	-	C	C	-	C	C	-
dds	55	62	69	76	83	90	94	97	104	111	116	118	125	127	131	138	139	146	150	153	160	161
Negativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Cabe destacar que existe una notable diferencia en las Tasas de Impacto Ambiental TIA relacionadas con los fungicidas aplicados entre los tratamientos, siendo el valor de tasa ambiental total, por ciclo de cultivo, menor en el tratamiento Discos CIP, respecto al tratamiento Mancozeb (Figura 70).

Para la variable del área relativa bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (rAUDPC) gota (*P. infestans*) en la papa variedad Suprema, al realizar el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos, pero no entre bloques. Se realizó la comparación entre los tratamientos Discos CIP y Mancozeb contra el tratamiento Negativo (prueba de Dunnett) presentándose diferencias significativas. Estos resultados fueron confirmados con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) en donde se evidenciaron diferencias significativas entre el tratamiento Mancozeb y el tratamiento Negativo (Figura 71).

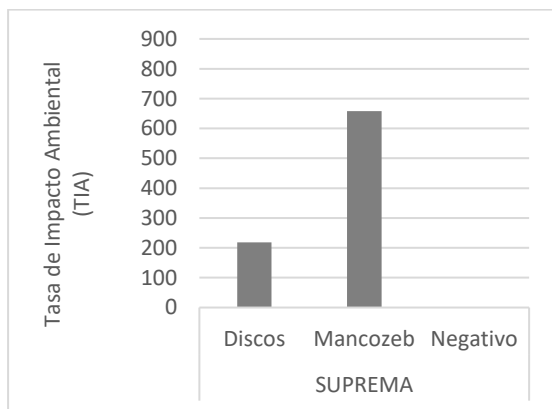


Figura 70. Valores de Tasa de Impacto Ambiental TIA en tres tratamientos en papa variedad Pastusa Suprema.

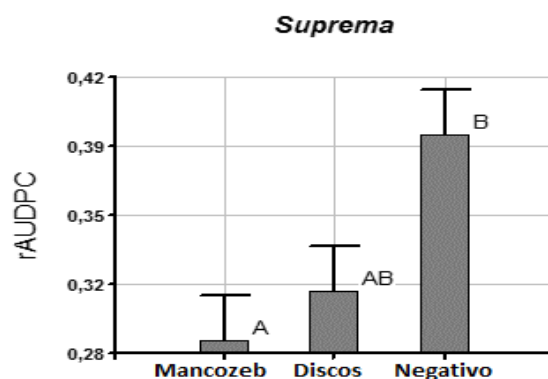
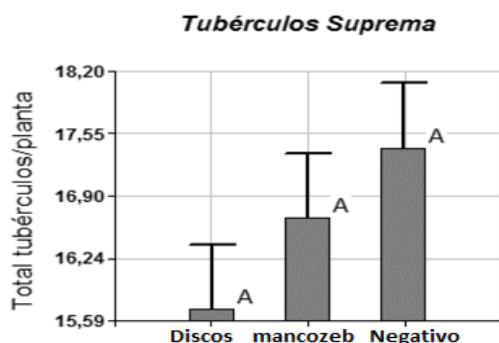


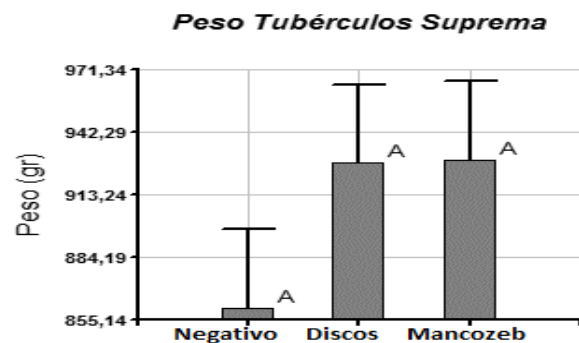
Figura 71. Área relativa bajo la curva del progreso de la enfermedad (rAUDPC) gota (*P. infestans*) en tres tratamientos en papa variedad Pastusa Suprema. [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (alfa=0.05)].

Se puede apreciar que el control positivo con Mancozeb influyó sobre la enfermedad limitando su desarrollo respecto al control pero sin diferencias significativas con el uso del Disco CIP.

Para las variables cantidad de tubérculos y peso total de tubérculos por planta en la papa variedad Pastusa Suprema no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos ni entre bloques. Se verificó la normalidad de los datos, la ausencia de heterocedasticidad, y la comparación de los tratamientos (Tukey) sin que se presentaran diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) (Figura 72 y Figura 73). Los resultados de la evaluación de cosecha no representan la afectación por la infección por gota (*P. infestans*) sobre la producción del tubérculo representado en menor cantidad y peso de tubérculos por planta, quizás debido a la tolerancia propia de la variedad, algo que en cierta medida es corroborado por los valores de producción (peso tubérculo) similares en los tratamientos Disco CIP, Mancozeb y Negativo. Cabe aclarar que aunque la cantidad promedio de tubérculos por planta cuantificada en el tratamiento Negativo tiene un valor más en alto que los otros dos, esto no se reflejó en su peso promedio, indicando una buena cantidad de tubérculos pero de baja calidad.



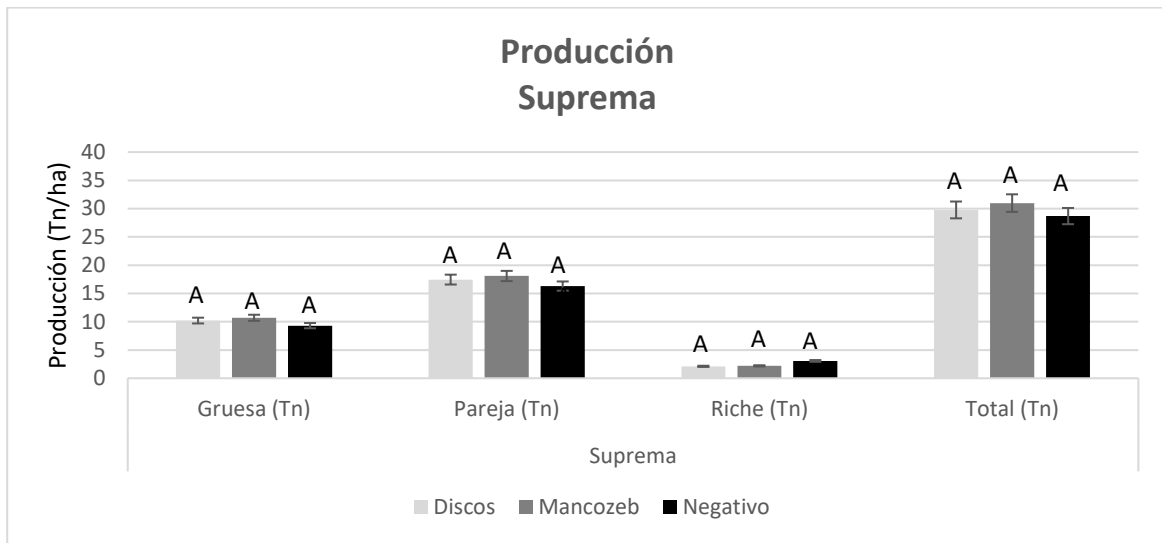
**Figura 72. Cantidad de tubérculos/planta en tres tratamientos de papa variedad Pastusa Suprema** [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (alfa=0.05)].



**Figura 73. Peso de tubérculos/planta en tres tratamientos en papa variedad Pastusa Suprema.** [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (alfa=0.05)].

Al realizar la estimación de producción por unidad de área (ha) se observó que para la papa variedad Pastusa Suprema se presentó un total estimado de 29.8 t/ha en el tratamiento Disco CIP, para el tratamiento Mancozeb un estimado total de 31 t/ha y en el tratamiento Negativo (control) un total de 28.7 t/ha (Figura 74). Cabe resaltar que para esta variedad, el potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es superior

a las 45 t/ha (Ñústez, 2011). Ningún tratamiento sobrepasó el valor de rendimiento de la variedad, siendo el tratamiento Mancozeb el del valor ligeramente más alto.



**Figura 74. Estimación de Producción (Tn/ha) en tres tratamientos en papa variedad Pastusa Suprema [Letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (alfa=0.05) ].**

## CAPITULO 6. CONCLUSIONES

Del diagnóstico del sistema productivo de papa obtenido mediante las encuestas aplicadas, se evidenció que alrededor del 50% de los productores encuestados en el Altiplano Cundiboyacense tienen  $\leq$  a una hectárea, y una población menor del 10% de productores tiene  $\geq$  4 hectáreas sembradas con el tubérculo. Adicionalmente, para la zona de estudio se identificaron como componentes de manejo importantes, la asistencia técnica, manejo de plagas y enfermedades, y el uso de registros de procesos en la finca. Con respecto al manejo de plagas y enfermedades se identificaron, en los diferentes grupos con mayor importancia en su manejo, a la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), al gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) y a la gota (*Phytophthora infestans*).

Ninguna de las muestras seleccionadas sobrepasó el nivel máximo de residuos permitidos por el Codex Alimentarius, pero se destaca que la presencia de residuos químicos de plaguicidas deja en evidencia la falta de un adecuado manejo de plaguicidas en el cultivo.

En las dos zonas con Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), Turmequé y Carmen de Carupa, se logró implementar un sistema de seguimiento y manejo de plagas y enfermedades del cultivo con resultados de menores tasas de impacto ambiental (TIA), menores costos de producción y con beneficios en la calidad fitosanitaria del tubérculo en comparación con un sistema tradicional del cultivo.

La implementación del MIPE en el cultivo de la papa en el Altiplano Cundiboyacense contribuye, de manera general, a la protección del ambiente y a la salud de los pobladores, pudiendo ser una herramienta útil para la disponibilidad y acceso del alimento con una producción sostenible e inocua.

En las dos zonas, Turmequé y Mosquera, se logró mediante el manejo de los Discos CIP reducir el desarrollo de la enfermedad de la gota (*P. infestans*) al existir diferencias con el valor de rAUDPC del testigo. El uso de los Discos CIP permitió reducir el número de aplicaciones de plaguicidas en la papa de las variedades Ica Única y Suprema en las dos zonas de estudio y para el caso de la papa variedad Diacol Capiro se logró igualar el número de aplicaciones. Los valores de impacto ambiental de los fungicidas siempre fueron más bajos con el uso de los Discos CIP en comparación con los tratamientos Agricultor y Mancozeb.

La producción de papa de la variedad Diacol Capiro se incrementó con el uso de los Discos CIP y con los tratamientos químicos establecidos en la zona (Mancozeb y Agricultor) presentando diferencias significativas con el tratamiento sin aplicaciones, lo cual indica que la enfermedad causada por la gota (*P. infestans*) afecta la producción del tubérculo en variedades susceptibles, siendo necesaria las medidas de control de la infección. En las variedades Ica Única y Suprema, moderadamente resistente y resistente, respectivamente, no se encontraron diferencias significativas en la producción obtenida, pero aun así, el tratamiento sin aplicaciones químicas siempre fue más bajo en valores de producción.

Los resultados de la evaluación de los Discos CIP indican que su uso podría proporcionar beneficios al agricultor, en términos de un menor número de aplicaciones de productos químicos, controlar la enfermedad de la gota (*P. infestans*) con un menor valor de impacto ambiental, pudiendo reducir la residualidad de los fungicidas utilizados y mejorar la inocuidad del tubérculo.

El manejo del cultivo de las variedades de papa estudiadas con el uso de los Discos CIP resulta en cosechas con rendimientos equiparables a las obtenidas mediante el manejo de la gota de la papa (*P. infestans*) estrictamente con la aplicación de productos químicos, con menores tasas de impacto ambiental, sin afectar significativamente la producción y permitiendo asegurar la disponibilidad y acceso del tubérculo bajo un manejo adecuado de la enfermedad en condiciones del agricultor.

El MIPE es una herramienta potencial para la Seguridad Alimentaria al permitir al agricultor obtener un producto inocuo, accesible y disponible para el consumo, con disminución en el uso de agroquímicos y un menor impacto ambiental y con potencial transferencia a otros cultivos básicos.

## **7. FUENTES DE CONSULTA**

- Acuña, I. (2008). Manejo integrado del tizón tardío y estrategias de control químico. Informativo N° 62 Instituto de investigaciones agropecuarias. Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura INIA REMEHUE. Recuperado de 2018 de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR35165.pdf>
- Agronet. (2018). Estadísticas de producción nacional de papa. Recuperado de: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/Indicadores.aspx>
- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000). Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México, 235.
- Arias, S., Avila, H., & Theodoracopoulos, M. (2008). *Manual de producción de papa*. Cuenta del Desafío del Milenio de Honduras. MCA-Honduras/EDA. Honduras, 47p.



- Arias, L. A., C. R. Bojaca, D. A. Ahumada, and E. Schrevens. 2014. Monitoring of pesticide residues in tomato marketed in Bogota, Colombia. *Food Control* 35:213–217.
- BIRF/Banco Mundial. (2007). World Development Report 2008, Agriculture for Development. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF)/Banco Mundial. Recuperado de: [https://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/WDR\\_00\\_book.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/WDR_00_book.pdf) ).
- Bhanti M, Taneja A (2005) Monitoring of organochlorine pesticide residues in summer and winter vegetables from Agra, India – a case study. *Environ Monit Assess* 110:341–346
- Bhanti M, Taneja A (2007) Contamination of vegetables of different seasons with organophosphorous pesticides and related health assessment in northern India. *Chemosphere* 69:63–68
- Borlaug, N. E., Narvaez, I., Aresvik, O., & Anderson, R. G. (1969). A green revolution yields a golden harvest. *Columbia Journal of World Business*, 4(5), 9-19.
- Botiva, Á., Groot, A. M., Herrera, L., & Mora, S. (1989). Colombia prehispánica. Regiones arqueológicas. *Instituto Colombiano de Antropología, Bogotá*. Editorial Universidad Nacional. Bogotá, Colombia. 318p.
- Brundtland, G. H. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común. *Comisión Brundtland, New York*. Alianza ed. Madrid, 765 p.
- Caiminagua, M. (2017). Intoxicaciones más comunes provocadas por plaguicidas utilizados en la agricultura y sus efectos tóxicos en el ser humano. Universidad Técnica de Machala. Repositorio Utmachala. Machala, Ecuador. 32 p.
- Caldas ED, Boon PE, Tressou J (2006) Probabilistic assessment of the cumulative acute exposure to organophosphorus and carbamate insecticides in the Brazilian diet. *Toxicology* 222:132–142  
Caldas ED, Boon PE, Tressou J (2006) Probabilistic assessment of the cumulative acute exposure to organophosphorus and carbamate insecticides in the Brazilian diet. *Toxicology* 222:132–142
- Carrillo, P. C., Moreno, J. D., & Franco, L. B., Fierro G, H. (2003). Manual de papa para productores. Colombia. *CORPOICA*. 101 p.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Houghton Mifflin Company, 1962. Boston, United States of America. 368 p.
- CEA. (2002). Cultivo de la Papa. Serie Agronegocios. Centro de Estudios Agropecuarios (CEA). Ed. Iberoamérica S.A de C.V. 82 p.

- Cornell. U. 2017. A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides, Table 2: List of Pesticides 2017. Integrated Pest Management Program. New York State. Recuperado de: <https://nysipm.cornell.edu/eiq/list-pesticide-active-ingredient-eiq-values>
- Crissman, C.C., Cole, D.C., Carpio, F. (1994). Pesticide use and farm worker health in Ecuadorian potato production. *American Journal of Agricultural Economics*, 76 (3): 593-597.
- DANE. (2011). Resultados Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá.
- Declaración de Río. (1992). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo (CNUMAD), 3-14 de Junio de 1992. Río de Janeiro. 116 p.
- Den Nijs, T.P.M. y S.J. Peloquin. (1977). Polyploid evolution via 2n gametes. *Amer. Potato J.* 54:377-386.
- Devaux, A.; Andrade Piedra, J.; Ordinola, M.; Velasco, C.; Hareau, G. (2011). La papa y la seguridad alimentaria en la Región Andina: Situación actual y desafíos para la innovación. In: Andrade Piedra, J.; Reinoso, J.; Ayala, S. (eds). *Memorias. 4. Congreso Ecuatoriano de la Papa. Guaranda (Ecuador) 28-30 jun 2011. Guaranda (Ecuador). Gobierno Autónomo Descentralizado del Canton Guaranda Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Universidad Estatal de Bolívar; INIAP; Consorcio de la Papa FAO; Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio; CIP.* pp. 10-14.
- Dogheim SM, El-Zarka M, Gad Alla SA, El-Saied S, Salama EY, Ayoub MM, Fahmy SM (1996) Monitoring of pesticide residues in human milk, soil, water and food samples collected from Kafr El-Zayat governorate. *J Assoc Off Anal Chem* 79:111–116
- Dreistadt, S.H., J.K. Clark and M.L. Flint. (2004). *Pests of Landscape Trees and Shrubs: An Integrated Pest Management Guide. 2nd edition, Publication 3359. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Davis. Pp 501.*
- Escobar, G. & Berdegué, J. (1990). *Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción. Grafica Andes Ltda. Santiago de Chile. 282 p.*
- Egusquiza, B. (2000). *La Papa Producción, Transformación y Comercialización. Universidad Nacional Agraria La Molina. CIMAGRAF S.R.L. Lima, Perú. 203 p.*
- Eshenaur, B; Grant, J; Kovach, J; Petzoldt, C; Degni, J. y Tette, J., 2017. Environmental Impact Quotient: “A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides.” New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. 1992 – 2017. USA. 8 p.

- Faiguenbaum, H. (1987). Producción de cultivos en Chile. Papa. Publicitaria Torrelodones. Santiago, Chile. 332 p.
- FAO. (2005). Codex Alimentarius Commission. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a0369s.pdf>
- Faostat. (2018). División de estadística. Datos de producción en toneladas del cultivo de la papa. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Fedepapa. (2016). Informe de Gestión Fondo Nacional de Fomento de la Papa 2016. Federación Colombiana de Papa (Fedepapa). Recuperado de: <http://fedepapa.com/LEY%20DE%20TRANSPARENCIA/INFORMES%20DE%20GESTION/INFORME%20DE%20GESTI%C3%93N%20FNFP%20ANUAL%202016.pdf>
- Fenoll, C. (2010). Transgénicos (Vol. 1). Editorial CSIC-CSIC Press. 157 p.
- FINAGRO. (2018). Sector papero se prepara para aumentar el consumo de papa en Colombia. Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO). Recuperado de: <https://www.finagro.com.co/noticias/sector-papero-se-prepara-para-aumentar-el-consumo-de-papa-en-colombia>
- Franco, J. (2002). El cultivo de la papa en Guatemala. Ministerio de Agricultura. 145 p.
- Franco, Q. F., A. Barreto Triana, N., & Villaneda Vivas, E. (2005). *Sistema experto de papa guía del usuario-SEPA: Guía del usuario. Módulos: suelos y MIP versión 1.0. 144* (No. Doc. 22434) CO-BAC, Bogotá AUD 453 CD ROOM).
- Guerrero, J. A. (2004). Evaluación y estudio del efecto residual de la aplicación de plaguicidas en productos de cosecha (Reporte Final). Departamento de Química. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.g77.org/pgtf/finalrpt/INT-00-K09-FinalReport.pdf>
- Grafton, R.Q., Daugbjerg, C. & Qureshi, M.E. (2015). Towards Food Security by 2050. *Food Security*, 7: 179–183.
- Ghislain, M., D. Andrade, F. Rodríguez, R.J. Hijmans y D.M. Spooner. (2006). Genetic analysis of the cultivated potato *Solanum tuberosum* L. Phureja Group using RAPDs and nuclear SSRs. *Theor. Appl. Genet.* 113:1515-1527.
- Guevara, R., Alzate, G., Devaux, A., Valero, D., & Pérez, O. (2014). Papas nativas colombianas como apoyo a la seguridad y soberanía alimentaria en zonas vulnerables de Boyacá, Colombia.

- Guzmán, Masís, J. (2008). Oferta de tecnología para el manejo del cultivo de papa. *Documento Técnico*. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0145.pdf>
- Hawkes, J.G. (1990). The potato: evolution, biodiversity and genetic resources. Belhaven Press, London. 67: 733. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/BF03044023>.
- Heitefuss, R. (1989). Crop and plant protection: the practical foundations. Ellis Horwood Ltd, Chichester. Pp 261.
- Huamán, Z. y D.M. Spooner. (2002). Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. Petota). *Amer. J. Bot.* 89, 947-965.
- Huamán, Zósimo. (1986). Botánica sistemática y morfología de la papa. Boletín de información técnica 6. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima. 22 p.
- Iwanaga, M. y S.J. Peloquin. (1982). Origin and evolution of cultivated tetraploid potatoes via 2n gametes. *Theor. Appl. Genet.* 61, 161-169.
- Johnson, D. A. (2008). Potato Health Management. Plant Health Management Series. American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota, USA. Second Edition. Pp 259.
- Juraske R, Vivas CSM, Velásquez AE, Santos GG, Moreno MBB and Gomez JD. (2011). Pesticide Uptake in Potatoes: Model and Field Experiments, *Environ. Sci. Technol.* 2011; 45:651-657.
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. (1992). A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 139:1-8.
- Latif Y, Sherazi STH and Bhangar MI. Assessment of pesticide residues in commonly used vegetables in Hyderabad, Pakistan. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2011; 74:2299-2303.
- López-Ávila A. (2003). Generación y transferencia de tecnología para el control biológico del gusano blanco *Premnotrypes vorax* y la polilla guatemalteca *Tecia solanivora*, plaga de importancia económica en el cultivo de la papa en Colombia. En: Silva A, López-Ávila A (eds.), *Memorias II taller Nacional Tecia solanivora: "Presente y futuro de la investigación en Colombia sobre polilla guatemalteca"*. Bogotá, Cevipapa, CNP, Andi, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, pp. 184-186.
- Luján, L. (1990). Como cultivar papa. *Revista Papa*. No. 1. Fedepapa. Bogotá D.C., pp. 17 – 26.

- Luckmann, W.H., & R.L. Metcalf. (1994). Pest management concept. In Introduction to Insect Pest Management. 3rd edition. A Wiley-Interscience publication. John Wiley & Son. Pp 1-34.
- Marzetti, M., Coppioli, A., & Bertolotto, M. 2015. Impacto ambiental de las malezas resistentes y tolerantes. Argentina. 10 p.
- Matzner, E. y J. Prenzel. (1992). Acid deposition in german solling area - Effects on soil solution chemistry and Al mobilization. Water, Air, Soil Pollut. 61, 221-234.
- Mendiburu, A.O. y S.J. Peloquin. 1997. Bilateral sexual polyploidization in potatoes. Euphytica 26, 573-583.
- Merrill, S.C., S.M. Walter, F.B. Peairs, and J.A. Hoeting. (2011). Spatial variability of western bean cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) pheromone trap captures in sprinkler irrigated corn in eastern Colorado. Environmental Entomology, 40(3): 654-660.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017). Cifras Sectoriales. Sistema de Información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas (SIOC). Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural (MINAGRICULTURA). Recuperado el 27 de Junio de 2018 de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/002%20-%20Cifras%20Sectoriales%20-%202017%20Abril%20Papa.pptx>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Salud y Protección Social (2007). Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas – LMR en alimentos para consumo humano y en piensos o forrajes. Resolución 2906 de 2007. República de Colombia. Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural (MINAGRICULTURA) y Ministerio de Salud y Protección Social (MINSALUD). Recuperado el 28 de marzo de 2019 de: <http://www.confia.com.co/normatividad/resolucion%202906%20de%202007%20plaguicidas%20alimentos.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Salud y Protección Social (2018). Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas – LMR en alimentos para consumo humano y en piensos o forrajes. Resolución 5897 de 2018. República de Colombia. Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural (MINAGRICULTURA) y Ministerio de Salud y Protección Social (MINSALUD). Recuperado el 28 de marzo de 2019 de: [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%205897%20de%202018.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%205897%20de%202018.pdf)
- Mitidieri, M. S., & Polack, L. A. (2012). Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento.

- Montaldo, A. (1984). Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. Serie de libros y materiales Educativos IICA, no 54. San José, Costa Rica. 676 p.
- Ñústez, C. 2011. Variedades colombianas de papa / Carlos Eduardo Ñústez López. – Bogotá : Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, 46 p.
- Organización de Naciones Unidas “ONU”. 1992. Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo. *Río de Janeiro*, 1992, vol. 14.
- Pedigo, L.P. (1996). Entomology and Pest Management. Second Edition. 1996. Prentice-Hall Pub., Englewood Cliffs, NJ. 679 p.
- Pedigo, L.P, (1996a). Umbrales Económicos y Niveles de Daño Económico. Departamento de Entomología. Universidad del Estado de Iowa, USA. 679 p
- Pérez, W. y Forbes, B. (2010). Centro Internacional de la Papa. Manejo Integrado del tizón tardío; hoja divulgativa N° 1. Recuperado de: <http://www.cipotato.org/publications/pdf/003857.pdf>
- Peris M, Micó C, Recatalá L, Sánchez R, Sánchez J (2007) Heavy metal contents in horticultural crops of a representative area of the European Mediterranean region. *Sci Total Environ* 378:42–48
- Persoons, C.J., S. Voerman, P.E. J. Verwiel, F.J. Ritter, W.J. Nooyen, and A.K. Minks. (1976). Sex-pheromone of potato tuberworm moth, *Phthorimaea operculella*: isolation, identification and field evaluation. *Entomological Experimental Applicata*. 20: 289-300.
- Pourrut, L. (1998). Los climas del Ecuador: fundamentos explicativos. Documentos de Investigación N° 4. Centro ecuatoriano de Información Geográfica y ORSTOM.
- Povolný, D. (1973). *Scrobipalopsis solvanivora* sp.n. -a new pest of potato (*Solanum tuberosum*) from Central America. *Acta Universitatis Agriculturae, Facultas Agronomica*, 21(1), 133-146.
- Pumischo, M. y Sherwood, S. (2002). El cultivo de la papa en Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) –Centro Internacional de la Papa (CIP). Quito, 231 p.
- Raman, K.V. (1988). Control of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* with sex pheromones in Perú. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 21: 85-99.
- Randhawa MA, Anjum FM, Ahmed A. and Randhawa MS. (2007). Field incurred chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol residues in fresh and processed vegetables, *Food Chemistry*. 2007;103:1016-1023.

- Roelofs, W.L., J.P. Kochansky, R.T. Carde, G.G. Kennedy, C.A. Henrick, J.N. Labovitz, and V.L. Corbin. (1975). Sex-pheromone of potato tuberworm moth, *Phthorimaea operculella*. Life Sciences, 17: 699-706.
- Rondon, S. I. (2012). Pest management strategies for potato insect pests in the Pacific Northwest of the United States. Chapter in *Insecticides-Pest Engineering*. InTech. Oregon State University, USA. 24 p.
- Salazar, C. y Betancourt, C. (2009). Evaluación de extractos de plantas para el manejo de polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) en cultivos de papa en Nariño. *Agronomía Colombiana*, 27(2): 219-226.
- Salcedo, S. y Guzmán, L. (2014). Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política. [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago, Chile. 486 p.
- Sechrest, L. y Sidana, S. (1995). Quantitative and qualitative methods: Is there an alternative? *Evaluation and Program Planning*, 18: 77-87.
- Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM (2008) Heavy metal (Cu, Zn, Cd and Pb) contamination of vegetables in urban India: a case study in Varanasi. *Environ Pollut* 154:254–263
- Spooner, D.M., J. Núñez, G. Trujillo, M. del R. Herrera, F. Guzmán y M. Ghislain. (2007). Extensive simple sequence repeat genotyping of potato landraces supports a major reevaluation of their gene pool structure and classification. *PNAS* 104(49), 19398-19403.
- Stern, V. M., R. F. Smith, R. van den Bosch, y K. S. Hagen. (1959). The integrated pest control concept. *Hilgardia* 29:81-101.
- Sukhotu, T. y K. Hosaka. 2006. Origin and evolution of Andigena potatoes revealed by chloroplast and nuclear DNA markers. *Genome* 49, 636-647.
- Taipe, A., Bastidas, G. S., Andrade-Piedra, J., & Forbes, G. 2008. Evaluación del impacto ambiental de tecnologías para la producción de papa en Ecuador. En: <http://nkxms1019hx1xmtstxk3k9sko.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Evaluacion%20del%20impacto%20ambiental.pdf>
- Torres, L., Espinel, C., Villamizar, L., Gómez, M.I., Zuluaga, M.V., López, J., Cotes, A.M., López-Ávila, A. (2004). Desarrollo de un insecticida microbiano para el control biológico del gusano blanco de la papa. Bogotá, *Boletín Técnico Corpoica*, 75 p.
- Tricker AR, Preussmann R (1990) Chemical food contaminants in the initiation of cancer. *Proc Nutr Soc* 49:133–144

- Trujillo, G. (2004). Desarrollo de marcadores SCAR y CAPS en un QTL con efecto importante sobre la resistencia al tizón tardío de la papa. Tesis de Doctorado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, EAP de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 89 p.
- Trujillo, E. y Perera, S. (2009). Polilla Guatemalteca de la Papa, Identificación y Control. Cabildo Tenerife. Boletín técnico. Recuperado de: [http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa\\_215\\_D\\_Polilla2009.pdf](http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_215_D_Polilla2009.pdf)
- Villarreal, H., Porras, P., Santa, A., Lagoeyte, J., & Muñoz, D. (2007). Costos de producción de papa en las principales zonas productoras de Colombia. Fedepapa. Bogotá, Colombia. 38 p.
- Watanabe, K. y S.J. Peloquin. (1989). Occurrence of 2n pollen and ps gene frequencies in cultivated groups and their related wild species in tuber-bearing Solanums. *Theor. Appl. Genet.* 78: 329-336.
- Werner, J.E. y S.J. Peloquin. (1991). Occurrence and mechanisms of 2n egg formation in 2x potato. *Genome*, 34: 975-982.
- Weinberg, J. (2009). Guía para las ONG sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes. Marco para las medidas de protección de la salud humana y el Medio Ambiente de los Contaminantes Orgánicos Persistentes. Red Internacional de Eliminación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (IPEN). Texcoco, Edo. de México, México. 114 p.
- Wiersema, S. (1987). Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa. Boletín de información técnica 1. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 18 p.
- Yanggen, D., Crissman, C., Espinosa, P. (2003). Los plaguicidas: impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Quito, Ediciones Abya Yala, 198 p.
- Zaidi MI, Asrar A, Mansoor A, Farooqui MA (2005) The heavy metal concentrations along roadside trees of Quetta and its effects on public health. *J Appl Sci* 5(4):708–711



## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta

La encuesta se aplica a un agricultor de papa y con referencia a un lote de cultivo en la localidad que está bajo la administración y supervisión del agricultor. En lo posible que la encuesta se haga en el sitio de cultivo para verificar preguntas sobre el terreno.

Fecha: dd/mm/aaaa	Nombre del agricultor :	Edad:	Número de cel:
Departamento	Municipio:		Vereda:
Nombre de la finca	Latitud N:		Longitud W:
Altitud (m.s.n.m)	Fecha esperada de cosecha		

No.	PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA
1	¿Quién le presta asistencia técnica al cultivo?	a. Vendedor de almacén    b. Promotor casa comercial    c. Asistente técnico contratado    d. Técnico Municipal    e. Nadie    f. Otro
2	Área de la finca (ha)	El convertir otras unidades de superficie a ha.
3	Área de la finca en bosque (ha)	Tipo (Bosque nativo, plantado, cerca viva)
4	Área actual establecida en papa. (ha)	El encuestador convertirá otras unidades de superficie a ha.
5	Lleva registros de las labores de cultivo	Totales    Parciales    Guarda recibos    ninguna
6	¿Hasta qué curso realizó del colegio (o universidad)?	
7	El predio dedicado a la siembra de papa es propio	a. Si    b. No
8	En este predio usted puede hacer obras de infraestructura, mejoras, construcciones, etc.	a. Si    b. No
9	En donde y a quien le vende la cosecha	a. En el lote    b. Plaza local o minorista    d. Central mayorista    e. Tiendas    Autoconsumos    f. Otro ¿Cuál?
10	¿Qué tuvo en cuenta para escoger este lote para sembrarlo?	a. La historia del lote y sus colindantes    b. La fertilidad del terreno    c. Elabora un plano para ubicar los lotes de siembra?    d. La topografía y drenaje e. La disponibilidad de riego    f. Calendario o época del año    h. Ninguna    g. Otra/Cual?
11	¿De dónde proviene la semilla que utiliza?	a. semilla certificada y resembrada una vez    b. Siempre semilla certificada    c. Productores locales de semilla d. Productores de semilla en mercados foráneos    e. De la cosecha anterior
12	¿Le hace algún tratamiento a la semilla que utiliza?	a. Si    Que producto le aplica    b. No
13	¿Qué variedades de papa cultiva en la finca? Inicie con el lote encuestado	
14	¿Por qué selecciona esa (s) variedad (es)?	a. Variedad adaptada al ambiente    b. Preferencia en el mercado    c. Precio y disponibilidad de la semilla d. Rendimiento    e. Suelo favorable    f. Tolerancia o resistencia a problemas fitosanitarios    g. Otra, ¿Cuál?
15	¿Con cuál (es) cultivo rota normalmente la papa?	
16	Conoce acerca de las recomendaciones de protección, recuperación y conservación del suelo	Preguntar tal como aparece el enunciado.    a. Si    b. No
17	¿De qué forma realiza la preparación del suelo?	a. Maquinaria    b. Tracción animal    c. Manual
18	Ha realizado análisis del agua para riego?	a. 6 mes    b. un año    c. más de un año    d. nunca    Si hay análisis, que se encontró
19	La fertilización del cultivo la hace teniendo en cuenta	a. Recomendación del vendedor    b. Recomendación con base en el análisis de suelos    c. Experiencia propia    d. Recomendación de otra persona
20	¿Qué tipo de fertilizante aplica?	a. Químico Compuesto    b. Químico Simple    c. Orgánico compostado (ejm. Gallinaza compostada)    d. Orgánico no compostado (gallinaza no compostada)    e. Ninguno
21	¿Cuáles son, en orden de importancia, los cuatro problemas sanitarios más limitantes?	1.    2.    3.    4.
22	En su cultivo ud realiza:	a. Control de la calidad de la semilla    b. Seguimiento periódico de plagas enfermedades y malezas    c. Aplicación de productos químicos para malezas d. Aplicación de productos químicos para insectos    e. Aplicación de productos químicos para enfermedades    f. Se deja parte de la cosecha sin recoger    g. Otro? ¿Cuál?
23	¿Qué tipos de control fitosanitarios utiliza?	a. Químicos    b. Biológico    c. Etológico (uso de trampas y cultivos trampa)    d. Cultural    e. físico
24	¿Al momento de escoger los plaguicidas qué tiene en cuenta?	a. Menor precio    b. Mayor efectividad    c. Menor Peligrosidad    d. Facilidad de aplicación    e. Disponibilidad en mercado    f. Recomendación técnica
25	Al momento de aplicar plaguicidas ¿qué tiene en cuenta?	a. Usted hace una revisión del cultivo y según lo que encuentre aplica o no.    b. Hace aplicaciones programadas según la edad del cultivo (aplicación calendario). c. Preventivo según el clima    d. otro
26	¿Usted se percata de que los insumos agrícolas que utiliza están registrados ante el ICA?	a. Si    b. No    c. Algunas veces    Si hay algún producto sin registro, cuáles.
27	¿Qué recomendaciones de la etiqueta tiene en cuenta?	a. Dosis    b. Periodos de carencia    c. Compatibilidad    d. Fecha de vencimiento e. Periodo de reentrada    f. Que esté recomendado para el cultivo la plaga que quiere controlar    g. Ninguna

28	¿Cómo conoce qué producto está aplicando y cómo lo debe manejar en forma segura y eficiente?		a. Lee la etiqueta c. Va conoce el producto y no es necesario leer más	b. Sigue la recomendación de un asistente técnico d. Sigue la recomendación del vendedor
29	¿Qué aspectos tiene en cuenta cuando fumiga?		a. Calidad del equipo d. Ubicación de la plaga/patógeno en la planta	b. Calibración descarga de la bomba e. Que no escurra el producto. c. Condiciones ambientales para la aplicación c. Es cualquier personal al que se le da la instrucción de la labor requerida
30	¿El personal que aplica los agroinsumos?		a. Tiene capacitación certificada	b. Es personal conocido de la zona que sabe manejar los insumos
31	¿Qué equipo de protección utiliza para las aplicaciones de plaguicidas?		a. Equipo completo b. Parte del equipo	c. Ninguno
31.1	Tiene ropa especial para fumigaciones.		a. Si b. No	Cada cuanto la lava
32	¿Usted o alguno de sus operarios ha sufrido alguna vez casos de intoxicación por la aplicación de agroinsumos?		a. Si b. No	Cuándo? Con cual producto b. No
33	¿Le ha practicado a ud. o al personal que trabaja en la finca exámenes de sangre, para revisar intoxicación por plaguicidas?		a. Si b. No	
34	¿Cuál es el manejo que le da a los empaques de agroquímicos?		a. Se realiza el triple lavado y perforación e. Se recogen para su colecta por alguna entidad autorizada	b. Se entierran c. Son Quemados d. Se reutilizan para uso doméstico f. Otro cuál? g. Ninguno
35	Además de la lluvia ud riega el cultivo		a. Si b. No	Sistema de riego que usa
36	En su finca existen nacimientos de agua, riachuelos o quebradas, ríos		a. Si b. No	
37	De donde obtiene el agua que emplea para el consumo humano			
38	De donde obtiene el agua que emplea para riego, consumo de los animales			
39	Cerca al cultivo se encuentra:		a. Aguas servidas o que se hayan contaminado d. Unidad Pecuaria con subproductos sin control	b. Residuos de plaguicidas o tóxicos de cultivos anteriores e. Otros cultivos bajo producción convencional c. Basureros f. otros
40	¿Cuál es la producción esperada en el lote de papa encuestado (tn)?	Escribir lo que reporte el productor pero diligenciar con el dato en ton.		
41	¿Ha realizado acuerdos de venta previa a la siembra?		a. Verbal b. Escrito	c. Ninguno
42	Tiene baño para los trabajadores cercano al lote de cultivo	Principalmente verificar por el encuestador (de observación para el encuestador)	a. Si en estado adecuado de uso	b. Si, pero en condiciones no aptas de uso c. No hay
43	¿Existe un plan de manejo de residuos líquidos y sólidos en la finca?		a. Si y está documentado b. Si pero no está documentado	c. No
44	Donde se vierte el líquido de enjuague de los equipos de aplicación de agroquímicos			
45	¿Qué unidades de manejo de residuos líquidos y sólidos tiene en su finca?		a. Unidad de compostaje de residuos de cosecha c. Tratamiento de aguas servidas	b. Barbecho para vertimiento de residuos de aplicaciones d. Pozos sépticos f. Otro ¿Cuál?
46	Tiene instalaciones para el almacenamiento de insumos		a. Separada de la vivienda (alejada de la cocina) c. Con ingreso restringido (llave y manejo exclusivo de una persona)	b. Con fertilizantes separados de plaguicidas d. Con el kit para el caso de derrames, extintor y botiquín e. Ninguna
47	¿Qué cuidados tiene con el producto cosechado?		a. Lo lleva a un sitio de acopio protegido de la intemperie c. Lo separa del piso	b. No permite su contacto con estiércol de animales d. Lo lava con agua potable e. Otra f. Ninguna
48	Pertenece a alguna asociación de productores de papa?		a. Si b. No	Cuál?
49	¿Qué beneficios tiene pertenecer a la asociación?		a. Costos bajos de insumo b. Comercialización del producto	c. Asistencia técnica d. Otra ¿Cuál?
50	¿Qué es lo más costoso en su producción de papa?		a. Mano de obra f. Agroinsumos	b. Siembra g. No sabe c. Labores culturales h. Otro ¿Cuál? d. Cosecha e. Semillas
51	¿Costo del jornal en la Zona?	Si incluye alimentación, estime su valor y adiciónelo al pago en efectivo	\$	
52	¿Qué forma de contratación hace?		a. Directa por jornales b. Por intermediarios	c. Contrato por labor d. Otra? Cuál?
53	Tiene algún tipo de certificación de producción limpia:		a. ICA 4174/NTC5400	b. Global GAP c. Ninguna d. Otra? Cuál?
54	¿Qué aspectos de su forma de cultivo considera que podrían mejorarse y por qué?		a. Fertilidad f. Mano de obra	b. Protección del cultivo g. Mecanización h. Otra c. Semilla d. Mercado e. Manejo del agua
55	Tiene conocimiento de las BPA?		Si No	
56	¿Qué tan dispuesto está para implementarlas en su cultivo? ¿Qué opina de las BPA?			
57	Conoce la guía ambiental para el cultivo de la papa		si no	La aplica si no
58	¿Que animales silvestres ha observado la vereda (aves, mamíferos, peces)?			
59	¿Que animales silvestres han desaparecido en los últimos años en la vereda?			
Para llenar después de la encuesta				
60	¿La finca visitada tiene una vocación?		a. Convencional b. Limpia	c. Orgánica
61	¿El agua de uso agrícola en la finca cuenta con el permiso de uso?		a. Si b. No	

## Anexo 2. Grupos priorizados por departamento.

DPTO (DPTO) Frecuencia Pct fila Pct col	GRUPO				Total
	1!	2!	3!	4!	
BOYACA	65 63.11 85.53	8 7.77 23.53	17 16.50 70.83	13 12.62 68.42	103
CUNDINAMARCA	7 24.14 9.71	18 62.07 57.94	3 10.34 17.50	1 3.43 5.76	29
DISTRITO CAPITAL	4 19.05 5.26	8 38.10 23.53	4 19.05 16.67	5 23.81 26.32	21
Total	76!	34!	24!	19!	153

## Anexo 3. Estadísticas generales y por grupo para las variables área de la finca (ha), área del cultivo (ha) y altura sobre el nivel del mar del predio.

GRUPO=1							
Variable	Etiqueta	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	observaciones	dc variación
P2	AREA DE LA FINCA (HA)	4.0190789	3.0000000	0.2500000	20.0000000	76	101.8581761
P4	AREA ACTUAL ESTABLECIDA EN PAPA (HA)	1.8030283	1.5000000	0.2300000	8.0000000	76	91.1785137
ASNM	ASNM	2951.00	2920.00	2750.00	3250.00	76	4.2088398

GRUPO=2							
Variable	Etiqueta	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Número de observaciones	Coefficiente de variación
P2	AREA DE LA FINCA (HA)	14.1094118	4.0000000	0.3100000	125.0000000	34	177.6006237
P4	AREA ACTUAL ESTABLECIDA EN PAPA (HA)	3.0233882	1.5000000	0.1600000	15.0000000	34	126.4451844
ASNM	ASNM	2994.82	3000.00	2665.00	3200.00	28	4.8809744

GRUPO=3							
variable	Etiqueta	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Número de observaciones	Coefficiente de variación
P2	AREA DE LA FINCA (HA)	7.0500000	3.1000000	0.3200000	60.0000000	24	178.3101359
P4	AREA ACTUAL ESTABLECIDA EN PAPA (HA)	2.1741667	1.2500000	0.0300000	12.0000000	24	117.2462687
ASNM	ASNM	2974.69	2995.00	2700.00	3200.00	16	5.2895074

GRUPO=4							
variable	Etiqueta	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Número de observaciones	Coefficiente de variación
P2	AREA DE LA FINCA (HA)	3.6715789	2.0000000	0.3000000	22.4000000	19	137.2722413
P4	AREA ACTUAL ESTABLECIDA EN PAPA (HA)	1.5155789	1.0000000	0.3800000	4.0000000	19	73.3800437
ASNM	ASNM	2946.18	2920.00	2750.00	3200.00	17	4.7091229

## ANEXO 4. TABLAS DE CONTINGENCIA DE DIVERSAS VARIABLES CON LOS GRUPOS CONFORMADOS.

P7 (TENENCIA DE LA FINCA CATEG) GRUPO (p<0.05)

Freuencia!	GRUPO				Total
Pct fila !	1!	2!	3!	4!	
Pct col !	-----!				
1 !	50 !	22 !	21 !	9 !	102
! 49.02 !	! 21.57 !	! 20.59 !	! 8.82 !		
! 65.79 !	! 64.71 !	! 87.50 !	! 47.37 !		
-----!	-----!				
2 !	26 !	12 !	3 !	10 !	51
! 50.98 !	! 23.53 !	! 5.88 !	! 19.61 !		
! 34.21 !	! 35.29 !	! 12.50 !	! 52.63 !		
-----!	-----!				
Total	76	34	24	19	153

P7C GRUPO (p<0.05)

Freuencia!	GRUPO				Total
Pct fila !	1!	2!	3!	4!	
Pct col !	-----!				
P7NPR !	26 !	12 !	3 !	10 !	51
! 50.98 !	! 23.53 !	! 5.88 !	! 19.61 !		
! 34.21 !	! 35.29 !	! 12.50 !	! 52.63 !		
-----!	-----!				
P7PRO !	50 !	22 !	21 !	9 !	102
! 49.02 !	! 21.57 !	! 20.59 !	! 8.82 !		
! 65.79 !	! 64.71 !	! 87.50 !	! 47.37 !		
-----!	-----!				
Total	76	34	24	19	153

P9\_1C (COMERCIALIZACIÓN EN EL LOTE CATEG) GRUPO (P<0.01)

Freuencia!	GRUPO				Total
Pct fila !	1!	2!	3!	4!	
Pct col !	-----!				
P9_1NO !	51 !	33 !	15 !	14 !	113
! 45.13 !	! 29.20 !	! 13.27 !	! 12.39 !		
! 67.11 !	! 97.06 !	! 62.50 !	! 73.68 !		
-----!	-----!				
P9_1SI !	25 !	1 !	9 !	5 !	40
! 62.50 !	! 2.50 !	! 22.50 !	! 12.50 !		
! 32.89 !	! 2.94 !	! 37.50 !	! 26.32 !		
-----!	-----!				
Total	76	34	24	19	153

P9\_3C (COMERCIALIZACIÓN CENTRAL MAYORISTA CATEG) GRUPO (p<0.01)

Freuencia!	GRUPO				Total
Pct fila !	1!	2!	3!	4!	
Pct col !	-----!				
P9_3NO !	45 !	7 !	13 !	6 !	71
! 63.38 !	! 9.86 !	! 18.31 !	! 8.45 !		
! 59.21 !	! 20.59 !	! 54.17 !	! 31.58 !		
-----!	-----!				
P9_3SI !	31 !	27 !	11 !	13 !	82
! 37.80 !	! 32.93 !	! 13.41 !	! 15.85 !		
! 40.79 !	! 79.41 !	! 45.83 !	! 68.42 !		
-----!	-----!				
Total	76	34	24	19	153

P9\_5C (AUTOCONSUMO CATEG) GRUPO (p<0.01)

Freuencia!	GRUPO				Total
Pct fila !	1!	2!	3!	4!	
Pct col !	-----!				
P9_5NO !	27 !	22 !	19 !	6 !	74
! 36.49 !	! 29.73 !	! 25.68 !	! 8.11 !		
! 35.53 !	! 64.71 !	! 79.17 !	! 31.58 !		
-----!	-----!				
P9_5SI !	49 !	12 !	5 !	13 !	79
! 62.03 !	! 15.19 !	! 6.33 !	! 16.46 !		
! 64.47 !	! 35.29 !	! 20.83 !	! 68.42 !		
-----!	-----!				

Total 76 34 24 19 153

P10\_2C(FERTILIDAD DEL TERRENO PARA SIEMBRA CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila !					
Pct col !	1!	2!	3!	4!	Total
-----!-----!-----!-----!-----!					
P10_2NO !	35 !	26 !	5 !	14 !	80
!	43.75 !	32.50 !	6.25 !	17.50 !	
!	46.05 !	76.47 !	20.83 !	73.68 !	
-----!-----!-----!-----!-----!					
P10_2SI !	41 !	8 !	19 !	5 !	73
!	56.16 !	10.96 !	26.03 !	6.85 !	
!	53.95 !	23.53 !	79.17 !	26.32 !	
-----!-----!-----!-----!-----!					
Total	76	34	24	19	153

P11\_3C(SEMILLA: PRODUCTORES LOCALES CATEG)  
GRUPO

Frecuencia!					
Pct fila !					
Pct col !	1!	2!	3!	4!	Total
-----!-----!-----!-----!-----!					
P11_3NO !	26 !	12 !	15 !	3 !	56
!	46.43 !	21.43 !	26.79 !	5.36 !	
!	34.21 !	35.29 !	62.50 !	15.79 !	
-----!-----!-----!-----!-----!					
P11_3SI !	50 !	22 !	9 !	16 !	97
!	51.55 !	22.68 !	9.28 !	16.49 !	
!	65.79 !	64.71 !	37.50 !	84.21 !	
-----!-----!-----!-----!-----!					
Total	76	34	24	19	153

P11\_5C(SEMILLA: DE LA COSECHA ANTERIOR CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila !					
Pct col !	1!	2!	3!	4!	Total
-----!-----!-----!-----!-----!					
P11_5NO !	37 !	29 !	6 !	11 !	83
!	44.58 !	34.94 !	7.23 !	13.25 !	
!	48.68 !	85.29 !	25.00 !	57.89 !	
-----!-----!-----!-----!-----!					
P11_5SI !	39 !	5 !	18 !	8 !	70
!	55.71 !	7.14 !	25.71 !	11.43 !	
!	51.32 !	14.71 !	75.00 !	42.11 !	
-----!-----!-----!-----!-----!					
Total	76	34	24	19	153

P12C(TRATAMIENTO A LA SEMILLA CATEG) GRUPO

Frecuencia!					
Pct fila !					
Pct col !	1!	2!	3!	4!	Total
-----!-----!-----!-----!-----!					
P12NO !	0 !	20 !	2 !	6 !	28
!	0.00 !	71.43 !	7.14 !	21.43 !	
!	0.00 !	58.82 !	8.33 !	31.58 !	
-----!-----!-----!-----!-----!					
P12SI !	76 !	14 !	22 !	13 !	125
!	60.80 !	11.20 !	17.60 !	10.40 !	
!	100.00 !	41.18 !	91.67 !	68.42 !	
-----!-----!-----!-----!-----!					
Total	76	34	24	19	153

P16C(CONOCIM. RECOMEND. DE PROTECCIÓN, RECUP. Y CONSERV. DE SUELO )  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila !					
Pct col !	1!	2!	3!	4!	Total
-----!-----!-----!-----!-----!					
P16NO !	67 !	20 !	7 !	16 !	110
!	60.91 !	18.18 !	6.36 !	14.55 !	
!	88.16 !	58.82 !	29.17 !	84.21 !	
-----!-----!-----!-----!-----!					
P16SI !	9 !	14 !	17 !	3 !	43
!	20.93 !	32.56 !	39.53 !	6.98 !	
!	11.84 !	41.18 !	70.83 !	15.79 !	
-----!-----!-----!-----!-----!					
Total	76	34	24	19	153

P20\_3C(TIPO DE FERTILIZANTES: ORGÁNICO COMPOSTADO CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Freuencia!	GRUPO				Total
Pct fila !	1!	2!	3!	4!	
Pct col !	1!	2!	3!	4!	Total
P20_3NO	32	30	9	18	89
	35.96	33.71	10.11	20.22	
	42.11	88.24	37.50	94.74	
P20_3SI	44	4	15	1	64
	68.75	6.25	23.44	1.56	
	57.89	11.76	62.50	5.26	
Total	76	34	24	19	153

P20\_4C(TIPO DE FERTILIZANTES: ORGÁNICO NO COMPOSTADO CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Freuencia!	GRUPO				Total
Pct fila !	1!	2!	3!	4!	
Pct col !	1!	2!	3!	4!	Total
P20_4NO	69	28	21	9	127
	54.33	22.05	16.54	7.09	
	90.79	82.35	87.50	47.37	
P20_4SI	7	6	3	10	26
	26.92	23.08	11.54	38.46	
	9.21	17.65	12.50	52.63	
Total	76	34	24	19	153

P21\_1C (POLILLA GUATEMALTECA) GRUPO (p<0.01)

Freuencia!	GRUPO				Total
Pct fila !	1!	2!	3!	4!	
Pct col !	1!	2!	3!	4!	Total
P21_1AL	15	5	10	10	40
	37.50	12.50	25.00	25.00	
	19.74	14.71	41.67	52.63	
P21_1MAL	48	22	8	8	86
	55.81	25.58	9.30	9.30	
	63.16	64.71	33.33	42.11	
P21_1MED	9	2	5	0	16
	56.25	12.50	31.25	0.00	
	11.84	5.88	20.83	0.00	
P21_1NR	4	5	1	1	11
	36.36	45.45	9.09	9.09	
	5.26	14.71	4.17	5.26	
Total	76	34	24	19	153

P21\_2C (GUSANO BLANCO) GRUPO (p<0.01)

Freuencia!	GRUPO				Total
Pct fila !	1!	2!	3!	4!	
Pct col !	1!	2!	3!	4!	Total
P21_2AL	28	12	8	2	50
	56.00	24.00	16.00	4.00	
	36.84	35.29	33.33	10.53	
P21_2BAJ	7	0	1	0	8
	87.50	0.00	12.50	0.00	
	9.21	0.00	4.17	0.00	
P21_2MAL	8	4	3	8	23
	34.78	17.39	13.04	34.78	
	10.53	11.76	12.50	42.11	
P21_2MED	6	1	7	3	17
	35.29	5.88	41.18	17.65	
	7.89	2.94	29.17	15.79	
P21_2NR	27	17	5	6	55
	49.09	30.91	9.09	10.91	
	35.53	50.00	20.83	31.58	
Total	76	34	24	19	153

P22\_1C(PRÁCTICAS DE MANEJO: CONTROL CALIDAD SEMILLA CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P22_1NO	6	21	6	9	42
	14.29	50.00	14.29	21.43	
	7.89	61.76	25.00	47.37	
P22_1SI	70	13	18	10	111
	63.06	11.71	16.22	9.01	
	92.11	38.24	75.00	52.63	
Total	76	34	24	19	153

P25\_1C(APLICACIONES POR: REVISIÓN DEL CULTIVO Y APLIC. SEGÚN LO ENCONTRADO)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P25_1NO	38	30	3	19	90
	42.22	33.33	3.33	21.11	
	50.00	88.24	12.50	100.00	
P25_1SI	38	4	21	0	63
	60.32	6.35	33.33	0.00	
	50.00	11.76	87.50	0.00	
Total	76	34	24	19	153

P25\_2C(APLICACIONES POR: CALENDARIO CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P25_2NO	7	8	11	1	27
	25.93	29.63	40.74	3.70	
	9.21	23.53	45.83	5.26	
P25_2SI	69	26	13	18	126
	54.76	20.63	10.32	14.29	
	90.79	76.47	54.17	94.74	
Total	76	34	24	19	153

P25\_3C(APLICACIONES POR: PREVENTIVO SEGÚN EL CLIMA CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P25_3NO	4	10	3	1	18
	22.22	55.56	16.67	5.56	
	5.26	29.41	12.50	5.26	
P25_3SI	72	24	21	18	135
	53.33	17.78	15.56	13.33	
	94.74	70.59	87.50	94.74	
Total	76	34	24	19	153

P26C(VERIFICACIÓN DE REGISTRO ICA EN INSUMOS COMPRADOS CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P26NO	24	17	2	16	59
	40.68	28.81	3.39	27.12	
	31.58	50.00	8.33	84.21	
P26SI	52	17	22	3	94
	55.32	18.09	23.40	3.19	
	68.42	50.00	91.67	15.79	
Total	76	34	24	19	153

P27\_1C(VERIFICACIÓN EN ETIQUETAS: DOSIS CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P27_1NO	59	7	16	10	92
	64.13	7.61	17.39	10.87	
	77.63	20.59	66.67	52.63	
P27_1SI	17	27	8	9	61
	27.87	44.26	13.11	14.75	
	22.37	79.41	33.33	47.37	
Total	76	34	24	19	153

P27\_4C(VERIFICACIÓN EN ETIQUETAS: FECHA DE VENCIMIENTO CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P27_4NO	7	17	2	10	36
	19.44	47.22	5.56	27.78	
	9.21	50.00	8.33	52.63	
P27_4SI	69	17	22	9	117
	58.97	14.53	18.80	7.69	
	90.79	50.00	91.67	47.37	
Total	76	34	24	19	153

P28\_1C(LEE LA ETIQUETA CATEG) GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P28_1NO	21	3	1	7	32
	65.63	9.38	3.13	21.88	
	27.63	8.82	4.17	36.84	
P28_1SI	55	31	23	12	121
	45.45	25.62	19.01	9.92	
	72.37	91.18	95.83	63.16	
Total	76	34	24	19	153

P28\_3C(YA CONOCE EL PRODUCTO Y NO ES NECESARIO LEER MÁS CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P28_3NO	20	25	13	3	61
	32.79	40.98	21.31	4.92	
	26.32	73.53	54.17	15.79	
P28_3SI	56	9	11	16	92
	60.87	9.78	11.96	17.39	
	73.68	26.47	45.83	84.21	
Total	76	34	24	19	153

P34\_1C(MANEJO DE EMPAQUES: TRIPLE LAVADO CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P34_1NO	36	26	8	17	87
	41.38	29.89	9.20	19.54	
	47.37	76.47	33.33	89.47	
P34_1SI	40	8	16	2	66
	60.61	12.12	24.24	3.03	
	52.63	23.53	66.67	10.53	
Total	76	34	24	19	153

P34\_3C(MANEJO DE EMPAQUES: SON QUEMADOS CATEG)  
GRUPO (p<0.01)

Frecuencia!					
Pct fila					Total
Pct col	1!	2!	3!	4!	Total
P34_1NO	52	28	21	4	105
	49.52	26.67	20.00	3.81	
	68.42	82.35	87.50	21.05	



	1!	2!	3!	4!	Total
P34_3SI	24	6	3	15	48
	50.00	12.50	6.25	31.25	
	31.58	17.65	12.50	78.95	
Total	76	34	24	19	153

P34\_5C(MANEJO DE EMPAQUES: SE RECOGE PARA SU COLECTA POR ALGUNA ENTIDAD CATEG)  
GRUPO (p<0.05)

	1!	2!	3!	4!	Total
P34_5NO	20	10	2	10	42
	47.62	23.81	4.76	23.81	
	26.32	29.41	8.33	52.63	
P34_5SI	56	24	22	9	111
	50.45	21.62	19.82	8.11	
	73.68	70.59	91.67	47.37	
Total	76	34	24	19	153

P48C(VINCULACIÓN ASOCIACIONES DE PRODUCTORES DE PAPA CATEG)  
GRUPO

	1!	2!	3!	4!	Total
P48NO	74	18	19	19	130
	56.92	13.85	14.62	14.62	
	97.37	52.94	79.17	100.00	
P48SI	2	16	5	0	23
	8.70	69.57	21.74	0.00	
	2.63	47.06	20.83	0.00	
Total	76	34	24	19	153

P55C(CONOCIMIENTO DE LAS BPA CATEG)- GRUPO (p<0.01)

	1!	2!	3!	4!	Total
P55NO	70	19	12	16	117
	59.83	16.24	10.26	13.68	
	92.11	55.88	50.00	84.21	
P55SI	6	15	12	3	36
	16.67	41.67	33.33	8.33	
	7.89	44.12	50.00	15.79	
Total	76	34	24	19	153

P22\_3(PRÁCTICAS DE MANEJO: APLICACIÓN PRODUCTOS QUIMICOS PARA MALEZAS)  
GRUPO (p<0.01)

	1!	2!	3!	4!	Total
NO	6	11	5	0	22
	27.27	50.00	22.73	0.00	
	7.89	32.35	20.83	0.00	
SI	70	23	19	19	131
	53.44	17.56	14.50	14.50	
	92.11	67.65	79.17	100.00	
Total	76	34	24	19	153

P22\_5(PRÁCTICAS DE MANEJO: APLICACIÓN PRODUCTOS QUIMICOS PARA ENFERMEDADES)  
GRUPO (p<0.05)

	1!	2!	3!	4!	Total
0	6	8	3	0	17
	35.29	47.06	17.65	0.00	
	8.11	25.00	13.04	0.00	
1	68	24	20	19	131
	51.91	18.32	15.27	14.50	
	91.89	75.00	86.96	100.00	

```

-----!-----!-----!-----!-----!
Total          74          32          23          19          148

```

P55 (CONOCIMIENTO DE LAS BPA) - GRUPO (p<0.01)

```

Frecuencia!
Pct fila  !
Pct col   !          1!          2!          3!          4! Total
-----!-----!-----!-----!-----!
0 !          70 !          19 !          12 !          16 !        117
!  59.83 !          16.24 !          10.26 !          13.68 !
!  92.11 !          55.88 !          50.00 !          84.21 !
-----!-----!-----!-----!-----!
1 !           6 !          15 !          12 !           3 !         36
!  16.67 !          41.67 !          33.33 !           8.33 !
!   7.89 !          44.12 !          50.00 !          15.79 !
-----!-----!-----!-----!-----!
Total       76          34          24          19          153

```

P56A\_1 (CAUSA 1 DIFICULTA DE APLICACIÓN BPA) GRUPO

```

Frecuencia !
Pct fila   !
Pct col    !          1!          2!          3!          4! Total
-----!-----!-----!-----!-----!
ALEJADO DEL PUEB !          1 !          0 !          0 !          0 !         1
LO                ! 100.00 !          0.00 !          0.00 !          0.00 !
!   1.32 !          0.00 !          0.00 !          0.00 !
-----!-----!-----!-----!-----!
APOYO EN IMPLME !          0 !          0 !          1 !          0 !         1
NTACIÓN          !  0.00 !          0.00 ! 100.00 !          0.00 !
!  0.00 !          0.00 !          4.17 !          0.00 !
-----!-----!-----!-----!-----!
CAPACITACION    !          0 !          2 !          0 !          0 !         2
!  0.00 ! 100.00 !          0.00 !          0.00 !
!  0.00 !          5.88 !          0.00 !          0.00 !
-----!-----!-----!-----!-----!
COSTOS IMPLMENT !          21 !          8 !          6 !          6 !        41
CIÓN            ! 51.22 ! 19.51 ! 14.63 ! 14.63 !
! 27.63 ! 23.53 ! 25.00 ! 31.58 !
-----!-----!-----!-----!-----!
ECONOMICAS      !          0 !          1 !          0 !          0 !         1
!  0.00 ! 100.00 !          0.00 !          0.00 !
!  0.00 !          2.94 !          0.00 !          0.00 !
-----!-----!-----!-----!-----!
EL USO DE ELLAS !          0 !          1 !          0 !          0 !         1
!  0.00 ! 100.00 !          0.00 !          0.00 !
!  0.00 !          2.94 !          0.00 !          0.00 !
-----!-----!-----!-----!-----!
FALTA ASISTENCIA !          11 !          1 !          2 !          1 !        15
TÉCNICA          ! 73.33 !  6.67 ! 13.33 !  6.67 !
! 14.47 !  2.94 !  8.33 !  5.26 !
-----!-----!-----!-----!-----!
FALTA CULTURA  !          0 !          0 !          0 !          1 !         1
!  0.00 !          0.00 !          0.00 ! 100.00 !
!  0.00 !          0.00 !          0.00 !          5.26 !
-----!-----!-----!-----!-----!
NO RESPONDE    !          43 !          21 !          15 !          11 !        90
! 47.78 ! 23.33 ! 16.67 ! 12.22 !
! 56.58 ! 61.76 ! 62.50 ! 57.89 !
-----!-----!-----!-----!-----!
Total          76          34          24          19          153

```

## Anexo 5. Resultados del Análisis de LMR en muestras de tubérculos de papa.

DEPARTAMENTO	MUESTRA No	IDENTIFICACIÓN	MUNICIPIO	VEREDA	TIPO DE PAPA	SUSTANCIA ENCONTRADA	CANTIDAD DETERMINADA (mg/kg)	LIMIT E CODE X (mg/kg)
CUNDINAMARCA	1	M10ZIGUE	ZIPAQUIRÁ	GUERRERO	PARDA PASTUSA	ACEFAAT	0.031	0.2
CUNDINAMARCA	2	M11 ZIVEN	ZIPAQUIRÁ	VENTALARGA	CRIOLLA	PERMETHRIN	0.028	0.05
						DDT - TOTAAL	0.013	0.2

CUNDINAM ARCA	3	M12 ZIRIO	ZIPAQUIRÁ	RIO FRIO	PASTUSA SUPREMA	CHLOORPYR IFOS	0.007	2
CUNDINAM ARCA	4	M15CACHE	CARMEN DE CARUPA	CHEGUA	PARDA PASTUSA			
CUNDINAM ARCA	5	M16 CATU	CARMEN DE CARUPA	TUDELA	PARDA PASTUSA			
CUNDINAM ARCA	6	M17 CAPA	CARMEN DE CARUPA	PAPAYO	PASTUSA SUPREMA			
CUNDINAM ARCA	7	M18 CAMOR	CARMEN DE CARUPA	MORTIÑO	BETINA			
DISTRITO CAPITAL	8	M19 SUMTOL	SUMAPAZ	TOLDO	PARDA PASTUSA	CHLOORPYR IFOS	0.007	2
DISTRITO CAPITAL	9	M20 SUMVE	SUMAPAZ	VEGAS	PARDA PASTUSA	CHLOORPYR IFOS	0.017	2
DISTRITO CAPITAL	10	M13 USDE	USME	DESTINO	R 12			
DISTRITO CAPITAL	11	M14 USCUR	USME	CURUBITAL	PARDA PASTUSA			
BOYACÁ	12	M1V	VENTAQUE MADA	BOQUERON	RUBI			
BOYACÁ	13	M2V	VENTAQUE MADA	COMPROMISO	PASTUSA SUPREMA	CHLOORPYR IFOS	0.006	2
						METHAMID OFOS	0.015	0.05
BOYACÁ	14	M6-VEN-MO	VENTAQUE MADA	MONTOYA	PASTUSA SUPREMA			
BOYACÁ	15	M21 VEN SAN	VENTAQUE MADA	SAN JOSE DEL GACAL	R 12			
BOYACÁ	16	M3TV	TURMEQUE	SIGUINEQUE	R 12	DIMETHOM ORF	0.015	0.05
BOYACÁ	17	M4 TU2	TURMEQUE	CHIRATA	ICA ÚNICA			
BOYACÁ	18	M5 TUJO	TURMEQUE	JOYAGUA	R 12	DIMETHOM ORF	0.017	0.05
BOYACÁ	19	M7-TOTU	TOCA	TUANECA	TUQUERR EÑA	ACEFAAT	0.072	0.2
						METHAMID OFOS	0.023	0.05
BOYACÁ	20	M8-TOCEN	TOCA	CENTRO ARRIBA	TUQUERR EÑA	CHLOORPYR IFOS	0.027	2
						PROFENOFO S	0.01	0.05
						ACEFAAT	0.18	0.2

						<b>METHAMID OFOS</b>	<b>0.049</b>	<b>0.05</b>
BOYACÁ	21	M9 TURA	TOCA	RAIBA	TUQUERR EÑA			
NARIÑO	22		ILES	LOMA DE ARGOTI	DIACOL CAPIRO	<b>METALAXIL</b>	<b>0.012</b>	<b>0.05</b>
NARIÑO	23		ILES	BOLIVAR	DIACOL CAPIRO	<b>METALAXIL</b>	<b>0.013</b>	<b>0.05</b>
NARIÑO	24		ILES					
NARIÑO	25		ILES					
NARIÑO	26		PUPIALES	FUELAMUE QUER	PASTUSA SUPREMA	<b>ACEFAAT</b>	<b>0.028</b>	<b>0.2</b>
NARIÑO	27		PUPIALES					
NARIÑO	28		PUPIALES					
NARIÑO	29		PUPIALES					
NARIÑO	30		PASTO	BUENA VISTA BAJO	ICA ÚNICA	<b>CHLOORPYR IFOS</b>	<b>0.026</b>	<b>2</b>
NARIÑO	31		PASTO					
NARIÑO	32		PASTO					
NARIÑO	33		PASTO					

## **Anexo 6. Protocolo: Evaluación de producción en el cultivo de la papa.**

En la evaluación de producción para el cultivo de papa en un lote de 2500m<sup>2</sup> de área aproximada, se realizará de la siguiente forma:

1. Tomar entre 12 y 18 puntos al azar (sitios de muestreo), espaciados entre 10 – 15 surcos y una distancia entre 15 – 20 metros por cada sitio de muestreo (Figura a), ubicados uniformemente en lote a evaluar. Teniendo en cuenta no tomar sitios en los bordes del lote (surcos iniciales o surcos finales). Cada sitio debe estar en un surco diferente del cultivo.

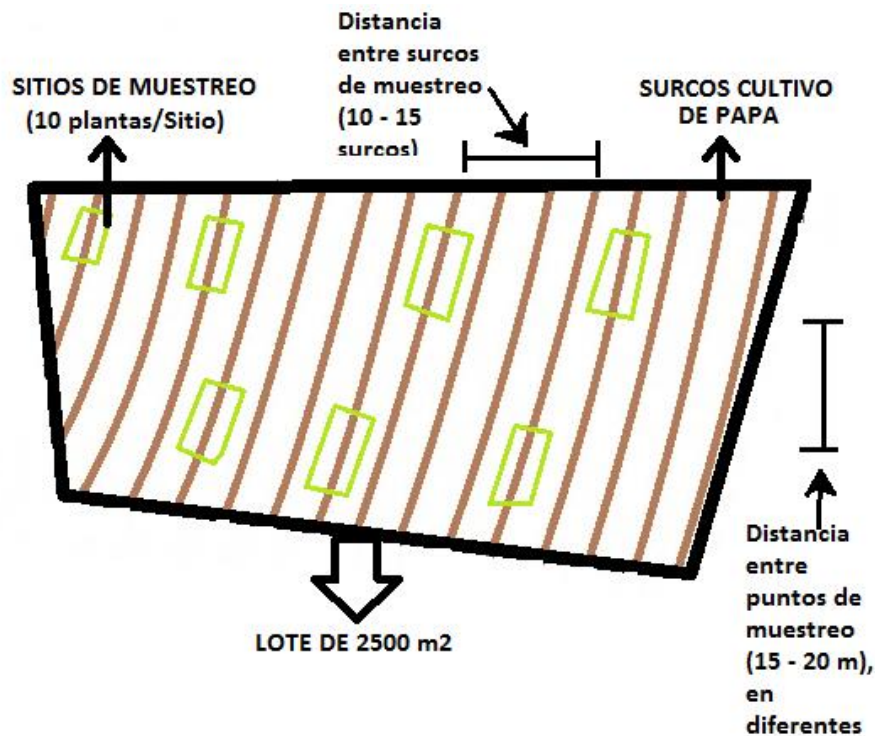


Figura a. Esquema muestreo evaluación de producción en el cultivo de la papa.

2. En cada sitio de muestreo se cosecharán 10 plantas seguidas del surco, las cuales se individualizan en el registro.
3. Por cada planta se debe limpiar muy bien los tubérculos producidos.
4. Para cada planta se registra la cantidad de tubérculos y el peso para las diferentes clasificaciones que dé el agricultor de acuerdo al mercado o la variedad (Foto 1).



Foto 1. Clasificación de papa Diacol Capiro por Agricultor del municipio de Turmequé.

