



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y  
DEL AMBIENTE**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PLANTAS MUTANTES CON  
RESISTENCIA A TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) EN VARIEDAD  
SUPERCHOLA (*Solanum andigena*) A NIVEL DE CAMPO OBTENIDAS  
MEDIANTE RADIACIONES IONIZANTES GAMMA. EN MEJÍA,  
PROVINCIA DE PICHINCHA.**

**Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo,  
otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de  
Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela  
de Ingeniería Agronómica.**

**AUTOR: ROBERTO DANIEL LÓPEZ VACA**

**DIRECTOR: ING. BOLÍVAR ESPÍN C.**

**GUARANDA – ECUADOR**

**2011**

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PLANTAS MUTANTES CON RESISTENCIA A TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) EN VARIEDAD SUPERCHOLA (*Solanum andigena*) A NIVEL DE CAMPO OBTENIDAS MEDIANTE RADIACIONES IONIZANTES GAMMA EN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA.

REVISADO POR:

.....  
ING. BOLÍVAR ESPÍN C.  
DIRECTOR DE TESIS

.....  
ING. CARLOS MONAR B. M. Sc.  
BIOMETRISTA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN DE TESIS

.....  
ING. NELSON MONAR G. M. Sc.  
ÁREA TÉCNICA

.....  
ING. ARACELI LUCIO Q. Ph. D.  
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

## DEDICATORIA

A Dios que siempre tiene trazado nuestro camino que con su forma de guiarnos que aun que a veces no entendemos nos lleva siempre a la verdad, la felicidad y el triunfo.

A mis padres, Rosario y Roberto que siempre apoyan mis decisiones con amor incondicional y que con sus ejemplos de vida en todos sus actos, permiten desarrollarme de una forma honesta y noble.

A mi hermana por su fortaleza y guía para ir juntos de la mano para conseguir lo que nos proponemos

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más profundo agradecimiento a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, a todo el personal administrativo y maestros por el conocimiento impartido. De una manera muy especial a los Ingenieros Carlos Monar, Bolívar Espín, Sonia Fierro, Araceli Lucio, Nelson Monar, Sonia Salazar, Adolfo ballesteros, Danilo Monteros, que siempre estuvieron para guiarme, dar un consejo y ayuda sincera en todo el tiempo que permanecí en la Universidad.

Un agradecimiento sincero al INIAP a la Estación Experimental Santa Catalina a través de Programa Nacional de Raíces y Tubérculos por las facilidades obtenida en especial al líder del programa Ing. Iván Reinoso que gracias a su apoyo y comprensión se logró realizar la presente investigación.

Al personal técnico del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos en especial a los Ingenieros Elizabeth Yáñez, Xavier Cuesta por su valioso apoyo y dirección en la realización de esta investigación, al personal administrativo a Patricia Segovia, Efrén Carrera por su forma tan especial de ser y su apoyo incondicional al personal de campo Sra. Rebeca, Sra. Graciela por su valiosa colaboración y a todos mis compañeros y amigos tesisistas.

A mi familia por su nobleza en la comprensión apoyo fortaleza y amor verdadero, en los momentos difíciles y ser capaces de alcanzar todas las metas que nos hemos propuesto, ustedes son mi regalo de Dios.

A mis amigos Diego (búfalo), Magaly (maga), Alex (chino), Wladimir (payaso), Cristian (gato), Jhon (elegido), Alex (vender), ya que con sus consejos, risas, insultos y apoyo llegaron a ser una parte importante de mi vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
I. Introducción.....	1
II Revisión de Literatura.....	5
2. Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) .....	5
2.1. Generalidades del cultivo .....	5
2.1.1. Origen.....	6
2.1.2. Clasificación Taxonómica.....	6
2.1.2.1. <u>Solanum andigenum</u> .....	7
2.1.3. Características Botánicas.....	7
2.1.3.1. Características generales de la planta .....	7
2.1.3.2. Raíz.....	8
2.1.3.3. Estolones.....	9
2.1.3.4. Tallo.....	9
2.1.3.5. Hojas.....	10
2.1.3.6. Flores.....	10
2.1.3.7. Fruto.....	11
2.1.3.8. Tubérculo.....	11
2.1.3.9. Brote.....	12
2.1.3.9. Factores edafoclimáticos.....	12
2.1.4. Variedades.....	13
2.1.4.1. Principales Variedades.....	13
2.1.4.2. Variedades mejoradas y nativas de mayor preferencia por zonas.....	13
2.1.5.1. Variedad en estudio.....	13
2.1.5.2. Origen y desarrollo de la variedad Superchola.....	13
2.1.5.3. Pedigrí de variedad Superchola.....	14
2.1.5.4. Descripción morfológica.....	14
2.1.5.5. Manejo agronómico.....	15

2.1.5.6. Plagas y Enfermedades del cultivo.....	18
2.2. Tizón Tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> ).....	18
2.2.1. Generalidades.....	18
2.2.2. Origen.....	20
2.2.3. Agente causal.....	21
2.2.4. Clasificación.....	22
2.2.5. Etiología de la enfermedad.....	22
2.2.6. Sintomatología.....	22
2.2.6.1. Hojas.....	22
2.2.6.2. Tallos y pecíolos.....	23
2.2.6.3. Tubérculos.....	23
2.2.6.4. Forma de reproducción.....	23
2.2.6.5. Epidemiología.....	24
2.2.6.6. Ciclo de vida de la enfermedad.....	25
2.2.6.7. Estrategias de control.....	26
2.2.6.7.1. Presiembra.....	26
2.2.6.7.2. Labores del cultivo.....	28
2.2.6.7.3. Cosecha.....	29
2.2.6.7.4. Control químico.....	30
2.2.6.7.4. Resistencia a funguicidas.....	31
2.2.6.7.5. Estrategias de manejo contra resistencia.....	32
2.2.6.7.6. Control genético.....	32
2.3. Mejoramiento de plantas en papa.....	34
2.3.1. Estrategias de mejoramiento en papa.....	36
2.3.1.1. Cruzas intervarietales.....	36
2.3.1.2. Cruzas interespecíficas.....	37
2.3.1.3. Mejoramiento a nivel diploide.....	37
2.3.1.4. Uso de semilla sexual y heterosis.....	37

2.3.1.5. Uso de mutágenos físicos.....	38
2.3.1.6. Mutación inducida.....	38
2.3.1.7. Condiciones que debe reunir un agente mutagénico.....	39
2.3.2. Técnicas <i>in vitro</i> como herramientas en el mejoramiento por mutaciones.....	39
2.3.2.1. Tipos de variaciones <i>in vitro</i> .....	40
2.3.2.2. Utilización de ex plantas y medios <i>in vitro</i> en el mejoramiento por mutaciones.....	41
2.3.2.3. Uso de la radiación <i>in vitro</i> . ....	41
2.3.3. Mutaciones y mutagénesis en plantas.....	44
2.3.3.1. Fundamentos de fisiología y genética de mutaciones de plantas .....	44
2.3.3.2. Efectos biológicos de los agentes mutágenos.....	46
2.3.3.3. Mutantes Sólidos y Quimerismo.....	49
2.3.3.4. Mutaciones espontáneas e inducidas.....	52
2.3.3.4.1. Mutaciones espontáneas.....	52
2.3.3.4.2. Mutaciones inducidas.....	53
2.3.3.5. Mutaciones nucleares y extracelulares.....	54
2.3.3.5.1. Nucleares.....	54
2.3.3.5.2. Mutaciones puntuales .....	54
2.3.3.5.3. Mutaciones génicas.....	55
2.3.3.6. Mutaciones estructurales.....	55
2.3.4. Selección y búsqueda efectiva de variación.....	56
2.3.4.1. Principales objetivos en el mejoramiento de plantas.....	56
2.3.4.2. Selección <i>in vitro</i> de mutantes.....	57
2.3.5. Determinación del efecto de la mutación por marcadores moleculares..	59

2.4. Radiación.....	61
2.4.1. Dosis.....	62
2.4.2. Factores que intervienen en la eficacia del agente.....	63
2.4.3. Aplicación.....	64
2.4.4. Mutaciones inducidas y agentes mutágenos.....	65
2.4.5. Riegos de la mutación inducida.....	66
2.4.6. Efectos biológicos de las radiaciones Gamma: Co-60.....	67
2.4.7. Efectos de las radiaciones.....	69
2.4.7.1. Acción de las radiaciones gamma.....	70
2.4.8. Inactivadores de radiación.....	70
III. Materiales y Método .....	71
3.1. Metodología.....	71
3.1.1. Características del sitio experimental.....	71
3.1.2. Características Agroclimáticas .....	71
3.1.3. Características Físicas del suelo.....	72
3.1.4. Materiales de campo.....	72
3.1.5. Materiales de oficina.....	72
3.1.6. Materiales de laboratorio.....	73
3.1.7. Materiales en invernadero.....	73
3.2 Métodos.....	73
3.2.1. Factores en estudio.....	73
3.2.2. Diseño experimental.....	73
3.2.3. Análisis estadístico.....	74
3.2.3.1. Número de tratamientos.....	74
3.2.3.2. Número de observaciones.....	74
3.2.3.3. Características de la unidad experimental.....	74
3.2.3.4. Análisis de Varianza (ADEVA).....	75
3.2.3.5. Análisis Funcional.....	75



3.2.4. Métodos de evaluación y datos a tomados.....	75
3.2.4.2. Severidad de Tizón Tardío.....	76
3.2.5.3. Variables de rendimiento.....	77
3.2.6. Manejo del experimento.....	77
3.2.7. Actividades en la localidad.....	78
3.2.7.1. Preparación del terreno.....	78
3.2.7.2. Trasplante.....	79
3.2.7.3. Fertilización.....	79
3.2.7.4. Control de malezas.....	79
3.2.7.5. Durante el cultivo.....	80
3.2.7.6. Control mecánico.....	80
3.2.7.7. Control químico.....	80
3.2.7.8. Control de plagas.....	80
3.2.7.9. Control de enfermedades.....	81
3.2.7.10. Labores culturales.....	82
3.2.7.11. Cosecha.....	82
IV Resultados y Discusión.....	83
4.1. Variables agronómicas.....	83
4.1.2 Porcentaje de prendimiento.....	83
4.2. Variable de Resistencia.....	87
4.2.1. Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC.....	87
4.3. Variables de Rendimiento.....	97
4.3.1. Rendimiento.....	101
V. Conclusiones y Recomendaciones.....	104
5.1. Conclusiones.....	104
5.2. Recomendaciones.....	106
VI Resumen y Summary.....	107
6.1. Resumen.....	107
6.2. SUMMARY.....	109
VII Bibliografía.....	111
ANEXOS	

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pag.
1	Características agronòmicas de papa variedad Superchola.	15
2	Ubicación geográfica y política de la localidad.	71
3	Características Agroclimáticas de la localidad.	71
4	Características Físicas del suelo de la localidad.	72
5	Esquema del análisis de varianza (ADEVA).	75
6	Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento de cada mutantes/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en variedad Superchola ( <i>Solanum andigena</i> ) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía Provincia de Pichincha 2010.	83
7	Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento de cada mutantes/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en variedad Superchola ( <i>Solanum andigena</i> ) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma en Mejía, Provincia de Pichincha 2010.	84
8	Análisis de varianza para el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC) de cada mutantes/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en variedad Superchola ( <i>Solanum andigena</i> ) a nivel de campo radiaciones	87
		X

- 9 Prueba de Tukey al 5% para el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC) de cada mutantes/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum andigena*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010. **88**
- 10 Análisis para el rendimiento de cada mutantes/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum andigena*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010. **97**
- 11 Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de cada mutante variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum andigena*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía Provincia de Pichincha 2010. **98**
- 12 Mejores mutantes y variedades para el Prendimiento, AUDPC y Rendimiento en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, provincia de Pichincha 2010. **103**

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

### Gráfico

- 1** Porcentaje de prendimiento de los principales mutantes/variedad **86**  
en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010
  
- 2** Desarrollo de la enfermedad de Tizón Tardío para los principales **89**  
mutantes/variedades en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.
  
- 3** Rangos y número de mutantes/variedad por rango de Área Bajo **90**  
La Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC) en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma en Mejía, Provincia de Pichincha 2010.
  
- 4** Área Bajo la Curva del Progreso de la enfermedad (AUDPC) de **91**  
cada mutantes/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum andigena*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma en Mejía, Provincia de Pichincha 2010.

- 5 Rangos y Número de mutantes/variedades por rango de Rendimiento en la evaluación y selección de plantas Mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010. **101**
- 6 Rendimiento de los principales mutantes/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum andigena*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010. **102**

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo N°

- 1 Ubicación del ensayo en la Estación Experimental Santa Catalina
- 2 Mapa del ensayo en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma en Mejía, provincia de Pichincha 2010.
- 3 Instalación, seguimiento y evaluación del ensayo
- 4 Forma de evaluación
- 5 Progreso de la enfermedad
- 6 Datos de precipitación
- 7 Datos de temperatura
- 8 Datos de humedad relativa
- 9 Glosario

## I. INTRODUCCIÓN

La papa representa el cuarto alimento básico del mundo, después del maíz, el trigo y el arroz, con una producción de más de 325 millones de toneladas en el 2009. El cultivo es considerado decisivo para la seguridad alimentaria de millones de personas del mundo en desarrollo. (FAO. 2009). Teniendo en consideración que las superficie de papa sembrada a nivel mundial son de 19`327.731 hectáreas y en el Ecuador fueron de 55.250 hectáreas, la provincia de Pichincha aporta con el 11% la provincia de Bolívar con el 6% de la producción total del país. (INIAP. 2009)

El Ecuador reporta rendimientos entre 5 y 10 t/ha entre el año 2000 y 2007. (MAGAP. 2008)

Los bajos rendimientos no se pueden atribuir a condiciones pobres de crecimiento para el cultivo (suelos pobres, bajas temperatura, exceptuando estrés de agua) puesto que estudios de simulación realizados demuestran que la producción potencial podría acercarse a las 100 t/ha como lo llegan alcanzar países desarrollados y señala a los factores bióticos principalmente al “Tizón Tardío” (*Phytophthora infestans*) como causantes del bajo rendimiento. Un estudio para determinar pérdidas por tizón tardío realizado en 1995, estableció en la mayoría de los casos, campos con niveles altos de severidad (90%) al momento de la floración, manifestaron una reducción de rendimiento, puesto que inclusive niveles bajos de severidad (10%) al momento de la floración son difíciles de controlar con fungicidas sistémicos por lo que frecuentemente se observan campos infectados que posteriormente llegan a abandonarse, debido a esto todos los fungicidas aplicados son para controlar esa enfermedad y manifiesta que recientes encuestas realizadas en Ecuador determinaron que los agricultores gastan cerca de \$150/ha para controlar el tizón tardío, este valor puede llegar a triplicarse. (Forbes, G. 2008).

*Phytophthora infestans* ataca a las hojas, tallos y tubérculos, pudiendo devastar un campo de papa en pocos días, produciendo pérdidas de hasta el 100% de la cosecha, es más severo entre los 2800 y los 3400 msnm, con temperaturas

bajas entre 12 a 18°C y humedad relativa de 90%. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

El método más utilizado para controlar el tizón tardío es la aplicación de fungicidas, en algunos casos hasta 15-20 fumigaciones por ciclo. El alto costo, los riesgos para la salud y el ambiente hacen de este un método ineficaz, ya que la mayoría de variedades de papa cultivadas en el Ecuador como son Chola, Superchola e I-Gabriela presentan susceptibilidad a esta enfermedad. Para la obtención de nuevas variedades de papa con resistencia al tizón tardío el INIAP, a través del PNRT rubro Papa desarrolló un programa de mejoramiento genético con lo cual se introdujeron genes de resistencia al tizón tardío siendo el mejoramiento genético a través de la obtención de nuevas variedades resistentes la mejor opción para controlar al tizón tardío en papa ya que estas necesitan únicamente de 2-3 aplicaciones. (Cuesta, X., et. al. 2005) La estrategia del mejoramiento genético del cultivo de papa para obtener resistencia duradera ha promovido el estudio de parientes silvestres como son Solanum tuberosum sub especie andigena y Solanum phureja y de otras especies cultivadas, obteniéndose hasta el presente importantes avances de resistencia a Phytophthora infestans. (Coca, M., Tolin, I., Montealegre, N. 2006)

Los métodos de mejoramiento varían según los requerimientos y demanda de las características particulares del cultivo donde se enfocan en rendimiento, resistencias y calidad teniendo en consideración los seis métodos de mejoramiento como es la selección clonal, selección por pedigrí, cruzamientos-hibridación, retrocruzas, uso de la biotecnología y mejoramiento participativo. Dentro del método de la biotecnología tenemos la fusión de protoplastos, doble haploide, inducción de mutaciones, transformación y selección asistida. (Cuesta, X. 2010)

La mutación inducida ayuda al mejoramiento dando lugar a la introducción de variedades de muchos cultivos, la base de datos, sobre variedades mutantes de la FAO/OIEA, contienen 2300 variedades distribuidas oficialmente. La aplicación de la mutación inducida al mejoramiento de cultivos, ha contribuido a mejorar la productividad en la agricultura y la producción de alimentos. Recientemente se ha observado un resurgimiento de las técnicas de mutación, que han trascendido



de su utilización directa, en el mejoramiento, para ser aplicadas, en el descubrimiento de genes y la genética de reversión. (Greenfacts. 2005). La inducción de mutaciones, ofrece la posibilidad de inducir características deseadas, que no existen en la naturaleza. (Novak, F., Brunner, H. 1992)

La cooperación técnica que recibe Ecuador por la OIEA (Organización Internacional de Energía Atómica) se destina a la capacitación, desarrollo y apoyo a la tecnología nuclear; relacionada a mutaciones inducidas en la agricultura con la ayuda de radiación. (Ministerio de Relaciones Exteriores. 2007). En la búsqueda de mejorar o cambiar una característica se ha utilizado la mutagénesis, por lo que se implementó en variedades de papa de importancia local e institucional del Ecuador como son Superchola e I-Fripapa. La investigación genera mutantes mediante la irradiación dirigida para la obtención de clones que tengan características de resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*), al utilizar mutagénesis inducida se seleccionó la dosis adecuada de radiación que provoque una mutación puntual sobre un explante (proveniente de ápices y yemas *in vitro*), el cual tiene la capacidad de generar el mayor número de mutantes sólidos. (Duque, J., et al. 2009)

Es indispensable la incorporación de tecnología en el manejo y desarrollo del cultivo de papa, en especial en el control al principal limitante biótico que es el "Tizón Tardío" (*Phytophthora infestans*). Por esta razón el INIAP por medio del Programa Nacional de Raíces y tubérculos rubro Papa con el apoyo de la Universidad Estatal de Bolívar en la búsqueda de una alternativa para combatir el tizón tardío realizaron la presente investigación, que está destinada a dar el siguiente paso, para la evaluación y selección de un grupo de papas mutadas de variedad Superchola bajo condiciones óptimas del ambiente, susceptibilidad e incidencia de la enfermedad.

Dentro de la presente investigación se llegó a plantear los tres objetivos que se detallan a continuación:

- Evaluar y seleccionar plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en la variedad Superchola, obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma, en condiciones de campo.

- Determinar si las plántulas mutantes a investigar presentan resistencia a *Phytophthora infestans*, en condiciones de campo.
- Determinar cuál de las accesiones utilizadas en la investigación presenta mayor resistencia a *Phytophthora infestans*.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2. Papa (*Solanum tuberosum L.*)

#### 2.1. Generalidades del cultivo

El Ecuador cuenta con un potencial productivo agropecuario, dada su diversidad de regiones, microclimas y culturas distribuidas a lo largo del territorio que alcanza 256.379 Km<sup>2</sup>. Por años el Ecuador ha mantenido un modelo de crecimiento basado en el aprovechamiento de la ventaja comparativa que le permite contar con la posibilidad de producir durante todo el año una gran variedad de productos, entre estos, la papa que le hacen autosuficiente en el abastecimiento de alimentos. Sin embargo, los cambios climáticos y recurrentes de desastres naturales complica el escenario para el cultivo por el incremento en costos de producción a consecuencia del costo de insumos, el precio de la mano de obra que limitan la decisión de siembra por parte del pequeño agricultor. (OFIAGRO 2008).

En el Ecuador, un total de 0,4% del territorio de uso agropecuario se dedica a la producción de papa, lo que corresponde a 49 719 ha, 75,6% de esta superficie se encuentra en manos de pequeños productores con extensiones de tierra de entre 1 y 5 ha, 11,9% en productores que poseen de 5 a 10 ha, 10,7% en productores que poseen de 10 a 50 ha y tan solo el 1,8% del total de ha de cultivo están en manos de grandes productores de más de 50 ha (OFIAGRO 2008).

El cultivo de papa ocupa el 5,2% de la población económicamente activa (PEA) agrícola y 0,4% de la PEA total, la producción nacional es suficiente para abastecer la demanda interna. Sin embargo, en algunas ocasiones se recurre a las importaciones del tubérculo como fue en el 2006 que fue traída desde Bélgica, más la realidad es que Ecuador autoabastece y que por el momento no tiene oportunidad de competir en el mercado internacional, aunque estratégicamente debe priorizar abastecer el mercado doméstico y defenderlo (OFIAGRO 2008).

La producción de papa en la región sierra se encuentra dividida en tres zonas: Zona Norte donde se encuentra el 25% de producción nacional con la participación de las provincias de Carchi e Imbabura; Zona centro con Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, que aportan con el 63% y, Zona sur con las Provincias de Azuay y Cañar, que concentran el 25 % de la producción nacional de papa. En el 3% restante la producción nacional de papa participan las provincias de Loja, Galápagos y provincias del oriente (OFIAGRO, 2008)

### **2.1.1. Origen**

El origen y domesticación de la papa se determinó por el último estudio, sobre la diversidad a nivel del ADN de varios materiales silvestres y cultivados en los Andes. Llegó a la conclusión de que el apareamiento ocurrió en un solo sitio, hace unos 7000 años, en lo que hoy es el territorio peruano, al norte del Lago Titicaca. Siendo este estudio una corroboración de otros y efectuados por el Centro Internacional de la Papa. (Spooner, D. 2005)

Existe evidencia arqueológica que prueba que varias culturas antiguas, como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica, cultivaron la papa. Aparentemente la evolución de las especies de papa cultivada se originó a partir del nivel diploide (dos pares de cromosomas). La diversificación posterior del cultivo ocurrió a través de la hibridación intra e interespecífica. De aproximadamente 2.000 especies conocidas dentro del género *Solanum*, entre 160 y 180 forman tubérculos; pero de éstos, sólo ocho son especies comestibles cultivadas. Existen cerca de 5.000 cultivares de papa, de los cuales hoy en día se cultivan en los Andes menos de 500. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

### **2.1.2. Clasificación Taxonómica**

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae

Género: Solanum  
Subgénero: Potatoe  
Sección: Petota  
Serie: Tuberosa  
Especie: tuberosum  
Nombre binomial: Solanum tuberosum o Solanum andigena  
(Wikipedia, F. 2008) y (Espín, B. 2007)

#### **2.1.2.1. Solanum andigenum**

El cultivo presenta un amplio rango de adaptación en la región andina extendiéndose desde Venezuela hasta el norte de Argentina; desde los 2000 msnm hasta los 4000 msnm (Albornoz, G. 1974); el período vegetativo de Solanum andigena es de 5 a 7 meses y presenta buenos rendimientos bajo condiciones del medio 12 Horas (Huamán, Z. 1984). Solanum andigena tiene alrededor de 2500 genotipos. (Popenoe, H., King, S., et, al. 1989)

Las plantas generalmente son altas y muy vigorosas, las hojas son numerosas y muy diseccionadas e insertada en el tallo en ángulo agudo. (Albornoz. G. 1974). Los pecíolos son delgados en la parte apical y permiten apreciar la base del cáliz. Las flores al igual que los frutos son abundantes cuando es llevada a fotoperíodo largo. (Hawkes, J. 1982)

Los tubérculos son numerosos, de tamaño mediano a pequeño, formas alargadas, ojos de profundidad media a superficiales y con un largo período de dormancia bajo condiciones de fotoperíodo largo, presentan pigmentos que van desde el amarillo hasta el negro. (Popenoe, H., King, S., et, al. 1989)

El número cromosómico es  $2n = 4X = 48$ . (Estrada. N. 1984)

#### **2.1.3. Características Botánicas**

##### **2.1.3.1. Características generales de la planta**

La papa es una planta dicotiledónea, herbácea anual que pertenece a la familia de las solanáceas. Se encuentra conformada por las siguientes partes: Raíz, tallo, hojas, flor, frutos.

La papa es una planta herbácea anual que alcanza una altura de un metro; al crecer las hojas compuestas producen almidón, el cual se desplaza hacia la parte final de los tallos subterráneos, también llamados estolones. Estos tallos sufren en consecuencia un engrosamiento y así se producen unos cuantos tubérculos cerca de la superficie del suelo. El número de tubérculos que llegan a madurar depende de la disponibilidad de humedad y nutrientes del suelo. (Thomas, G. 2008)

El hábito de crecimiento cambia entre las especies y dentro de cada especie. Cuando todas, o casi todas, las hojas se encuentran cerca de la base o en la base de tallos cortos, y están cerca del suelo, tiene hábito de crecimiento arrosado o semiarrosado. Las especies *S. x juzepczukü*, *S. x curtilobum* y *S. x ajanhuiri*, que resisten a las heladas, se caracterizan por tener esos hábitos de crecimiento. Entre las demás especies se pueden encontrar los siguientes hábitos de crecimiento: rastro (tallos que crecen horizontalmente sobre el suelo), decumbente (tallos que se arrastran pero que levantan el ápice), semierecto y erecto. (Huamán, Z. 1986)

El tubérculo puede tener formas y tamaños distintos, al terminar el período de crecimiento, las hojas y tallos de la planta se marchitan y los tubérculos se desprenden de los estolones. A partir de este momento, los tubérculos funcionan como depósito de nutrientes que permite a la planta subsistir en el frío y posteriormente reverdecer y reproducirse. Cada tubérculo tiene de 2 hasta 10 brotes laterales, distribuidos en espiral en toda la superficie. De estos brotan las nuevas plantas, cuando las condiciones vuelven a ser favorables. (Thomas, G. 2008)

### **2.1.3.2. Raíz**

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, forman raíces adventicias primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones. En comparación con otros cultivos, la papa tiene un sistema radicular débil. Por eso se necesita un suelo de muy buenas condiciones para el

cultivo de la papa. El tipo de sistema radicular varía de delicado y superficial a fibroso y profundo. Las hojas aisladas, tallos y otras partes de la planta pueden formar raíces, especialmente cuando han sido sometidos a tratamientos con hormonas. Esta habilidad de las diferentes partes de la planta de papa para formar raíces es aprovechada en las técnicas de multiplicación rápida. (Huamán, Z. 1986)

El sistema radical es fibroso, ramificado y extendido más bien superficialmente, pudiendo penetrar hasta 0,8 m de profundidad. Las plantas originadas a partir de tubérculos, por provenir de yemas y no de semillas, carecen de radícula; sus raíces, que son de carácter adventicio, se originan a partir de yemas subterráneas. Estas raíces se ubican en la porción de los tallos comprendida entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo; por esta razón, el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal que permita una adecuada formación de raíces y de rizomas. A partir de los primeros estados de desarrollo y hasta el momento en que comienza la formación de tubérculos, las raíces presentan un rápido crecimiento. (Faiguenbaum M, H., Zunino, 2005)

#### **2.1.3.3. Estolones**

Son tallos que crecen horizontalmente por debajo del suelo, a partir de yemas de la parte subterráneas de los tallos. La longitud de los estolones, es uno de los caracteres varietales importantes. Los estolones largos son comunes en papas silvestres. En el mejoramiento de la papa, se tiene como objetivo obtener estolones cortos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo con follaje normal. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

#### **2.1.3.4. Tallo**

Los tallos aéreos son de color verde ramificados y el corte transversal es hueco y triangular, la parte más baja del tallo es redonda y sólida considerándolo como tallo principal al que nace directamente desde el tubérculo o semilla madre. Los tallos son herbáceos, aunque en etapas avanzadas del desarrollo, la parte inferior puede ser relativamente leñosa. (Arce F. 2002)

La papa posee tallos aéreos y subterráneos (estolones y tubérculos) las plantas

provenientes de semilla verdadera tiene un tallo principal mientras que los tallos provenientes de tubérculos– semilla producen varios tallos. (Huamán, Z. 2001)

Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002). Están recubiertos por vellos muy suaves, la altura y fortaleza varían según la variedad, pudiendo alcanzar hasta 80 a 90 cm desde la base de la raíz hasta el ápice. (Guzmán, J. 1983)

#### **2.1.3.5 Hojas**

Las hojas son compuestas, con 7 a 9 folíolos (imparipinnadas), cuyo tamaño aumenta conforme se va alejando del nudo de la inserción posee folíolos primarios, secundarios y hasta terciarios de forma lanceolada. (Huamán, Z. 1994) Se disponen en forma espiralada en los tallos, son bifaciales, ambas epidermis están compuestas por células de paredes sinuosas en vista superficial. Considerado la especie. (Faiguenbaum H., Zunino, P. 2005)

La nerviación de las hojas es reticulada, con una densidad mayor en los nervios y en los bordes del limbo. Las hojas están compuestas por pequeños pelos de diversas tipos los cuales también se encuentran presentes en las demás partes de la planta. (Agroancash. 2008)

#### **2.1.3.6. Flores**

Las flores son pentámeras y sus colores son diversos variando desde blanco, amarillo, rojo y púrpura. Las flores poseen estilo y estigma simples y el ovario bilocular. (Arce, F. 2002)

Diversos factores climáticos, especialmente el fotoperíodo y la temperatura estimulan la floración. Las flores de la papa nacen en racimos y que por lo regular son terminales. Cada flor contiene órgano masculino (androceo) y femenino (gineceo), pero comúnmente son de color blanco, amarillo, rojo, púrpura. Muchas variedades dejan caer las flores después de la fecundación. La autopolinización se realiza en forma natural. En los tetraploides la polinización cruzada es relativamente rara. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)



### **2.1.3.7. Fruto**

El fruto de la papa es una baya pequeña y carnosa que contiene las semillas sexuales. La baya es de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo. Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas. (Arse, F. 2002)

Cultivos comerciales de papa pueden ser obtenidos a partir de híbridos provenientes de semilla sexual, pero la semilla sexual se usa generalmente con propósitos de mejoramiento. En la actualidad, los mejoradores esperan uniformizar la progenie con el fin de obtener una papa con características determinadas. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002).

### **2.1.3.8. Tubérculo**

Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. La formación de tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces. El tejido vascular de los tallos, estolones y tubérculos toma inicialmente la forma de haces bicolaterales, con grupos de células floemáticas de pared delgada en la parte externa del xilema (floema externo) y hacia el centro en la parte interna del xilema (floema interno). (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

A medida que el estolón se alarga, el parénquima se desarrolla, separando los haces vasculares de tal forma que el anillo vascular se extiende. Mientras el tubérculo está en crecimiento, nuevos grupos de floema, incluyendo tubos cribosos, células acompañantes y elementos del parénquima conductor, se sintetizan los hidratos de carbono se almacenan dentro de las células del parénquima de reserva, de la médula y la corteza en forma de gránulos de almidón con detalles característicos. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002).

A veces se desarrollan tubérculos aéreos en la inserción de las hojas del tallo, esto ocurre cuando la parte aérea continúa produciendo reservas y ha sido bloqueado el transporte de productos de asimilación a los tubérculos; este

bloqueo puede ser causado por daños mecánicos o e ataque de hongos como *Rhizotonia solani* en la parte más baja del tallo. (Arce, F. 2002)

#### **2.1.3.9. Brote**

El brote es el tallo que se origina en el ojo del tubérculo, el tamaño y apariencia del brote varía según las condiciones en las que se ha almacenado el tubérculo, cuando se siembra el tubérculo los brotes aceleran el crecimiento y al salir a la superficie del suelo se convierten en tallos, no es deseable la presencia de brotes cuando el tubérculo se comercializa para el consumo, pero es deseable la presencia de brote cuando el se comercializa para semilla. (Egúsqiza, B 2000)

#### **2.1.3.9. Factores edafoclimáticos**

##### **a) Luz**

La luz interviene por su efecto fotoperiódico en la inducción de la tuberización y por su intensidad en la actividad fotosintética. Los fotoperiodos cortos son más favorables a la tuberización y los largos al crecimiento, por tanto la inducción a la tuberización, el crecimiento y el desarrollo del follaje tendrá influencia sobre el rendimiento, además de su importancia en la actividad fotosintética es favorable a la floración y fructificación. (Arse, F. 2002)

##### **b) Temperatura**

Las temperaturas bajas tienen una influencia desfavorable sobre el crecimiento de las plantas puesto que favorecer la inducción de la tuberización, las temperaturas altas tienen un efecto contrario. Existe un umbral de temperaturas para las plantas de papa, su cero de vegetación se sitúa entre + 5 °C y 7 °C y su temperatura óptima de tuberización en los alrededores de + 18 °C, las temperaturas elevadas excesivas 29 °C perturban la tuberización y provocan el rebrote, los tubérculos tienden a helarse a temperaturas inferiores de -2 °C. (Arse, F. 2002)

## **2.1.4. Variedades**

### **2.1.4.1. Principales Variedades**

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a través del Programa Nacional de Raíces y tubérculos Rubro Papa (PNRT-papa), ha generado y difundido algunas variedades tales como: I-Catalina, I-Cecilia, Gabriela, Esperanza, María, Margarita, Rosita, I- Fripapa, Santa Isabel y Soledad. Estas variedades están destinadas a satisfacer las necesidades de los usuarios de las diferentes zonas agroecológicas del Callejón Interandino (Herrera, M., *et, al.* 1999)

### **2.1.4.2. Variedades mejoradas y nativas de mayor preferencia por zonas:**

La zona norte: Superchola, Gabriela, Fripapa, Rosita, Roja, Esperanza y Capiro. La zona centro: Gabriela, Rosita, Esperanza, María, Margarita, Uvilla, Leona Blanca y Santa Isabel. La Zona Sur: Bolona, Esperanza, Gabriela, Soledad Cañari y Jubaleña (Herrera, M. *et, al.* 1999).

### **2.1.5.1. Variedad en estudio**

La variedad de papa en estudio es Superchola mutada

### **2.1.5.2. Origen y desarrollo de la variedad Superchola**

Fue seleccionada a partir de cruzamientos entre rosita x curipamba negra en 1968 y se obtuvo como descendencia a Curicana (papa roja, en forma de plancha, con ojos blancos), a lo que posteriormente se realiza una nueva cruce entre Curicana x *Solanum phureja* dando un híbrido que este a su vez se cruza con otra papa llamada chola, de esta descendencia se seleccionó a 3 de los mejores genotipos, que tuvieron características parecidas a chola, de estos tres clones se recombinaron entre sí, y el mejor de esta descendencia dio origen a la variedad Superchola, que posee características superiores en cuanto a calidad, rendimiento y tolerancia a enfermedades que a variedad chola. (INIAP. s.f.)

### 2.1.5.3. Pedigrí de variedad Superchola

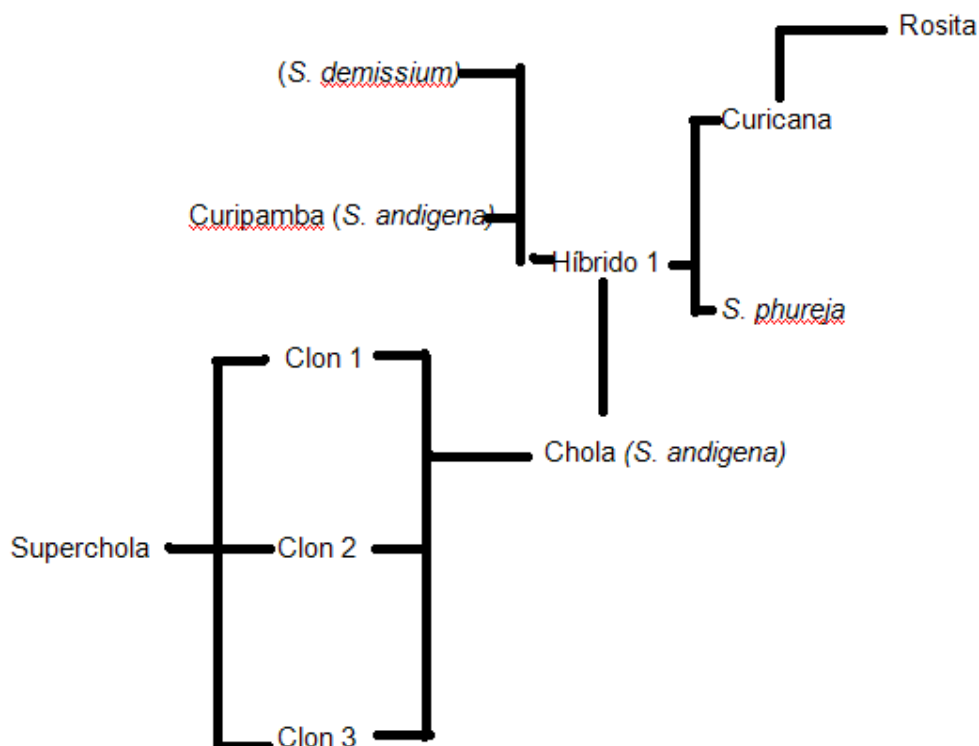


Figura 01 Pedigrí de la variedad Superchola.

En el año de 1993 el INIAP comienza el trabajo de limpieza de virus; en 1994 fue entregada la variedad libre de virus al departamento de producción de semillas para iniciar el proceso de multiplicación de semilla prebásica, básica y registrada, la mismo que fue entregada a los agricultores en 1995. (INIAP. s.f.)

### 2.1.5.4. Descripción morfológica

**a) Planta.-** Crecimiento desarrollado con numerosos tallos pubescentes , hojas de tamaño mediano color verde oscuro, los nudos no son sobresalientes y el tallo principal presenta alas rectas y onduladas, floración moderada y sus flores caen por falta de fecundación, bajo porcentaje de frutos, sus tubérculos son medianos en forma elíptica a ovalada piel rosada con crema alrededor de los ojos, con pulpa amarilla, rendimientos altos. (INIAP. s.f.)

**b) Hojas.-** Con tres pares de folíolos primarios con un folíolo terminal y tres pares de folíolos secundarios de color verde intenso. Presenta además cinco pares de folíolos terciarios o interhojuelos. (INIAP. s.f.)

**c) Flores.-** Hermafroditas de color morado con blanco presente en el acumen, haz y envés de los pétalos, sus anteras son amarillas y su cáliz verde con manchas púrpuras en la base. Su floración es moderada, usualmente llevadas arriba del follaje con un largo pedúnculo. (INIAP. s.f.)

**d) Tubérculos.-** Forma elíptica ovalada, con ojos superficiales, piel rosada y lisa, con un color crema alrededor de los ojos superficiales, pulpa amarilla pálida, sin pigmentación. (INIAP. s.f.)

**e) Fruto.-** Son bayas de color verde con puntos blancos. escasa fructificación. (INIAP. s.f.)

#### **f) Características agronómicas.**

Cuadro 1.- Características agronómicas de papa variedad Superchola

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>PROMEDIO</b>
Zonas de adaptación	2750 a 2950 msnm
Días a la floración	120 días
Días a la cosecha	190 días tardía
Hábito de crecimiento	Semirecta
Rendimiento estimado con agricultores	32.69 Tm/ha

Fuente: Datos obtenidos de observaciones del Sr. Bastidas, Técnicos del programa de papa y Dpto. de producción de semillas-INIAP en lotes de los agricultores.

#### **2.1.5.5. Manejo agronómico**

##### **a) Preparación del terreno**

Las principales labores convencionales de preparación de suelo en el país son: arada y rastrada, la arada consiste en la roturación de la capa superficial a fin de aflojar el suelo, incorporar los residuos vegetales y controlar malezas. La rastra involucra pases cruzados del campo para desmenuzar los terrones del suelo, a fin de obtener una cama superficial suelta. Se debe realizar las labores de rastra a una profundidad de 10 a 15 cm para establecer condiciones favorables para la

germinación y crecimiento del cultivo. Es aconsejable esperar 15 a 30 días entre aradas, a fin de permitir una adecuada descomposición de los residuos vegetales incorporados en cada labor. (Pumisacho, M.2002)

## **b) Fertilización**

La producción del cultivo va a estar regido de acuerdo a la existencia de nutrientes del suelo. La planta de papa toma del suelo macro y micro nutrientes, para conocer la cantidad de elementos que necesita el cultivo se debe realizar un análisis de suelo para conocer que cantidad de fertilizantes se debe aplicar, para la absorción de dichos nutrientes se debe tener condiciones óptimas de humedad del suelo, El nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K) y el azufre (S) resultan ser los nutrientes más importantes porque son utilizados por el cultivo de papa en grandes cantidades y que para suplir la falta de estos nutrientes se utilizan fertilizantes químicos que contienen estos elementos. (Pumisacho. M. y Velásquez, 2009)

El nitrógeno se aplicará de forma fraccionada: la primera mitad se colocará en conjunto con el fósforo y potasio al momento del trasplante, el restante se aplicará al medio porque (40 o 50 días después de la siembra), Se recomienda aplicar a chorro continuo al fondo del surco y cubrir con una capa delgada de tierra. (Valverde, F., J. Córdova, J. 1998)

Se debe depositar el fertilizante a chorro continuo al fondo del surco, tapando el fertilizante con una capa ligera de tierra para evitar que entre en contacto con la semilla y se quemen los brotes. (Pumisacho. y Velásquez, 2009)

## **c) Siembra**

El distanciamiento de la siembra del tubérculo semilla de papa es la longitud de de separación entre surcos y entre semilla donde va a depender del tipo de semilla a utilizarse entre surcos el mínimo es de 0.50 m a un máximo de 1.20 m y la distancia entre semilla es de 0,15 m como mínimo y de 0,40 m como máximo, con la cantidad de 2 a 3 por golpe. (Egúsquiza, B. 2000)

#### **d) Rascadillo**

Consiste en remover la tierra alrededor de la planta y tapar el fertilizante químico aplicado. Se puede realizar de forma manual con yunta o con ayuda de un tractor; la principal función es de darle aireación a la planta y controlar las malezas esta labor se realiza aproximadamente a los 45 días después de la siembra, cuando el cultivo ha alcanzado la emergencia total y las plantas tienen de 8 a 10 cm de alto. (Pumisacho y Velásquez, 2009)

#### **e) Medio aporque**

Se realiza aproximadamente a los 60 días y consiste en acumular la tierra a la base de la planta. Al no cubrir los estolones en su totalidad con tierra dará lugar al crecimiento de ramas laterales, lo que disminuye la producción de cultivo. Su función es dar la aireación al cultivo, eliminar malezas y cubrir estolones. (Pumisacho y Velásquez, 2009)

#### **f) Aporque**

Consiste en elevar los camellones de los surcos trasladando tierra al cuello de la planta de papa, se lo realiza fundamentalmente para alejar la zona subterránea de la planta de infección de parásitos y de otras condiciones que reducen la producción y causan daño a los tubérculos disminuyendo su calidad. (Egúsquiza, B. 2000)

Se debe realizar a los 90 días para variedades tardías, en esta edad la planta está cercana a la floración, tiene como función eliminar malezas, dar aireación a la planta, cubrir en forma definitiva los estolones. (Pumisacho y Velásquez, 2009)

#### **g) Riego**

En el cultivo de papa es una actividad de significativa importancia para la productividad, existiendo una relación positiva y directa entre la cantidad de agua que dispone la planta y el rendimiento comercial. (Egúsquiza, B. 2000)

### **2.1.5.6. Plagas y Enfermedades del cultivo**

#### **a) Plagas**

Las plagas más importantes tenemos: Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), Polilla (*Tecia solanívora*, *Symechistrema tangolias*, *Pthorimea operculella*), Nematodo del quiste (*Globodera pallida*). (Cuesta, X. 2010)

Para el control integrado de estas plagas, se realizan reducciones de las poblaciones de adultos a la siembra y se complementa mediante la aplicación de insecticidas según un monitoreo previo (CIP 1996)

#### **b) Enfermedades**

La enfermedades más importante tenemos: Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), Pudrición blanda (*Pectobacterium* spp), Roya (*Puccinia pittieriana*), Costra negra (*Rhizoctonia solani*), virus del mosaico rugoso PVY. (Cuesta, X. 2010)

### **2.2. Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*)**

#### **2.2.1. Generalidades**

El Tizón Tardío de la papa causado por *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary es una de las enfermedades de la papa más devastadora a nivel mundial. En 1845 causó en Irlanda la destrucción total de campos de papa, que eran la principal fuente de alimentación de ese país, produciendo la muerte de miles de personas y la migración de muchos sobrevivientes a otros lugares de Europa y USA. Desde esa fecha hasta la actualidad se han realizado numerosos estudios sobre la etiología, epidemiología y control de la enfermedad, los cuales se han incrementado aun más desde el hallazgo del tipo A2 En Europa en 1984, y el desarrollo de técnicas bioquímicas y moleculares que permitieron mejorar los estudios de la genética de poblaciones del patógeno. Estos estudios permitieron conocer los peligros para la producción en papa que ocurrían después de los procesos de variación genética del patógeno, principalmente debido a la aparición de variantes con mayor resistencia a los fungicidas sistémicos, mayor



virulencia y mayor aptitud parasítica, así como la presencia de oósporos como fruto de la reproducción sexual del patógeno en nuevas zonas agrícolas. (Pérez, W., Forbes, G. CIP. 2008)

#### **a) *Phytophthora infestans* en el Ecuador**

Varios cambios han ocurrido en la población de *P. infestans* en Ecuador, cambios estrechamente relacionados con las recientes migraciones del hongo desde su probable centro de origen y dan lugar a profundas modificaciones de los genotipos y de patogenicidad de este hongo en todo el mundo. (Andrade, H. Cuesta, X. Oyarzún, P 2000)

La presencia de dichos cambios se relaciona en el Ecuador con los siguientes indicadores:

- Aparición de nuevos genotipos de hongo acompañado de un aumento drástico en los factores de virulencia.
- Aparición de una importante fracción de la población del hongo con resistencia al fungicida Metalaxil.
- Sustitución de la población de *P. infestans* que causaba tradicionalmente epifitas de papa por una población nueva.
- Severas epidemias observadas en los últimos años en cultivares de papa relativamente resistentes. (Andrade, Cuesta, X. 2000)

En 1993 se estableció, el ingreso al país, de una nueva población de *P. infestans* renovó el interés por estudiar este hongo fitopatógeno desde entonces, la estructura poblacional del hongo ha sido objeto de varios estudios. Se examinaron las relaciones epidemiológicas posibles en los ataques a tomate (*Solanum esculentum*) y a papa, dos cultivos bien difundidos en el país. Basados en marcadores genéticos, la agresividad en los dos hospederos y tipo de apareamiento se hicieron evidentes, así como las diferencias entre sí. Todos los aislamientos obtenidos de epidemias de papas en 1995, correspondieron al genotipo denominado EC-1, típico de las poblaciones de *P. infestans*

encontrados en Ecuador y Colombia. En 1999, se realizó una colección de *P. infestans* en 100 parcelas de papa a lo largo de la sierra Ecuatoriana todos estos aislamientos encontrados fueron EC-1 (Oyarzun. et al., 2001)

Actualmente, se utilizan estrategias para el control de la enfermedad basadas en la generación de nuevas variedades de papa resistente al tizón tardío (*P. infestans*) como es el clon 97-1-8, la variedad I-Estela y el clon 98-2-44 además con aplicaciones de fungicida protectantes como son fitopron y mancozeb, ridomil, han contribuido a resolver los problemas provocados por el patógeno. (Sierra, E. 2008)

### **2.2.2. Origen**

El “Tizón Tardío” ha sido la enfermedad más importante del cultivo de papa durante un siglo y medio. Se cree que *Phytophthora infestans* comenzó como un enfermedad local de parientes silvestres de la papa en el valle de Toluca, en la zona central de México. (Fry, W., et al. 1993)

Los estudios del grupo de Neiderhauser en los años 1950's registraron la reproducción sexual en la zonas altas del centro de México, al descubrir una nueva forma de patógeno que la denominaron A2, la cual se podía aparear con la forma A1 originalmente conocida. Hacia los años 1980's se reporto la forma A2 en Suiza y posteriormente en varios países de Europa y otros continentes, posiblemente introducidas desde México en un cargamento de 25000 toneladas de papa en 1976 y presentándose de las dos formas de A1 y A2 en igual frecuencia. (Fry, W., Goodwin, B. 1995)

Los genes de resistencia específicos a razas son más frecuentes en el centro de México que en los Andes de Sudamérica, ejemplo que se presenta en *Solanum demissum*. Ecuador está conformada por el 95% por un solo linaje clonal EC-1 para el cultivo de papa, reconocido por marcadores moleculares como isoenzimas glucosa fosfato isomerasa (Gpi 90/100) y Peptidasa (Pep 96/100) y con un apareamiento A1 y una dactiloscopia del ADN nuclear no reportada. (Forbes, G., et al. 1997)

Las fuentes de resistencia al “Tizón Tardío” fueron desconocidas por los mejoradores hasta 1910 cuando Soloman cruzó *Solanum demissum* con variedades cultivadas, luego Reddick en 1920 mencionó que estas características están en la misma especie como en *Solanum bulbocastanum*, *S. cardiophyllum*, *S. oxyscarpum*, *S. stolonifera*, *S. hougasii*, *S. polyadenium*, *S. berthautii*, *S. microdontum*, *S. sparsapilum*, han sido reportados con resistencia vertical al patógeno. En experimentos de Toluca en 1996, *S. isopetatum* fue tan resistente como *S. demissum* (7% de infección) mientras *S. bulbocastanum* tuvo el 12 | 15% de daño por tizón tardío. La mayoría de variedades de México con resistencia a la enfermedad con antecedentes de *S. tuberosum*, *S. demissum*, y *S. andigenum* fueron obtenidas a través del modo tradicional de cruzamientos directos. Aun que no muy bien aceptados para mercados frescos, todas ellas son tardías y no tienen calidad suficiente para la industria. Sin embargo algunos materiales de México han estado siendo adaptados en muchos países en desarrollo con los mismos o diferentes nombres. (Lozoya, H. 1996)

Antes de la década de los 80's, las poblaciones de *Phytophthora infestans* se habían reproducido sexualmente por 150 años, acumulando mutaciones deletéreas en la población y disminuyendo su adaptabilidad, esto ha permitido que los individuos con reproducción asexual hayan sido desplazados fácilmente por la nueva población (Fry, W., Goodwin, B. 1997). Actualmente, el hongo se ha convertido en un adversario más poderoso. presenta variantes más agresivas que las originales con mayor diversidad genética, causa epidemias más severas y en etapas más tempranas, desarrolla a fungicidas más efectivos, (Fry, W., Goodwin, B. 1995)

### **2.2.3. Agente causal**

*Phytophthora infestans* (Mont. ) de Bary

Phyto = Planta

Phthora = Destructor

(Agrios, G. 2002)

#### 2.2.4. Clasificación

Clasificación científica de *Phytophthora infestans*

Reino: Cromista  
División: Heterokontophyta  
Clase: Oomycete  
Orden: Pythiales  
Familia: Pythiaceae  
Género: *Phytophthora*  
Especie: *Phytophthora infestans*  
Nombre: *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary  
(Agris, G. 2002) (Orellana, H. 2005)

#### 2.2.5. Etiología de la enfermedad

El micelio es cenocítico, es decir que no posee septas o tabique se separen el micelio, los esporangios son ovoides, elipsoidales a limoliformes ahusados en la base, con un pedicelo menor a 3 mm y semipapilados. Su tamaño varia de 36 x 22 um a 29 x 19 um los esporangios son de crecimiento continuo con un pequeño hinchamiento justo debajo del esporangioforo. (Pérez, W., Forbes, G. 2008)

#### 2.2.6. Sintomatología

Debido a que la enfermedad ataca a todas las partes de la planta posee varias formas de identificación de sus síntomas así:

##### 2.2.6.1. Hojas

Presenta manchas de color marrón claro a oscuro de apariencia húmeda de forma irregular, algunas veces rodeadas por un halo amarillento, que no están limitadas por las nervaduras de las hojas, estos síntomas se presentan inicialmente en los bordes y puntas de las hojas. Bajo condiciones de alta humedad se forman en el envés de la hoja unas vellosidades blanquecinas que constituyen las estructuras del patógeno (esporangiosforos y esporangios). Las lesiones se expanden rápidamente y se tornan de marrón oscuro, se necrosan y

causan la muerte del tejido. En campo las plantas atacadas severamente presentan un olor característico debido a la rápida descomposición del tejido foliar. (Torres, H 2002)

#### **2.2.6.2. Tallos y pecíolos**

Las lesiones son necróticas alargadas de 5 a 10 cm de longitud, de color marrón a negro generalmente ubicadas desde el tercio medio a la parte superior de la planta, cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro del tallo, estos se quiebran fácilmente al paso de las personas, equipos mecánicos o fuertes vientos. En condiciones de alta humedad hay esporulación sobre estas lesiones no profusa como en las hojas. (Pérez, W., Forbes, G. 2008)

#### **2.2.6.3. Tubérculos**

Los tubérculos afectados presentan áreas irregulares ligeramente hundidas la piel toma un coloración marrón rojiza, al corte transversal se puede observar unas prolongaciones delgadas que van desde la superficie externa hacia la médula a manera de clavijas en estado avanzados se nota una apariencia granular de color castaño oscuro a parduzco, en estas condiciones puede producirse una pudrición secundaria causada por otros hongos como *Fusarium spp.* y bacterias *Erwinia spp.* provocando la desintegración del tubérculo y haciendo difícil el diagnóstico. En el Ecuador no se presenta *Phytophthora infestans* en los tubérculos. (Torres, H. 2002)

#### **2.2.6.4. Forma de reproducción**

*Phytophthora infestans* es heterotálica con dos tipos de apareamientos A1 y A2. Estos tipos de compatibilidad difieren en la producción y respuesta hormonal, más que en el dimorfismo sexual. Se propuso que las hormonas A1 y A2 respectivamente, estimulan el tipo de apareamiento opuesto para formar oósporas. En *Phytophthora infestans* los aislamientos de cada tipo son bisexuales y auto incompatibles, por lo que se reporta diferentes grados de "masculinidad" y "femenidad" dentro de este patógeno. Así, aislamientos fuertemente masculinos formarán más anteridios que oogonios y los que son fuertemente femeninos formarán más oogonios que anteridios, mientras que

algunos aislamientos presentan tendencias equilibradas. (Pérez, W., Forbes, G. 2008)

#### **2.2.6.5. Epidemiología**

La sobrevivencia del patógeno ocurre en forma de micelio en tubérculos de plantas voluntarias es decir tubérculos en semilla o de tubérculos desechados cerca a campos de cultivos, los esporangios también pueden sobrevivir varios días e incluso semanas en suelo húmedo, sin embargo no sobreviven temperaturas de congelación. Los brotes desarrollado a partir de los tubérculos infectados constituyen el inóculo inicial, el micelio crece a través del tallo y llega a la superficie del suelo, cuando el micelio alcanza las partes aéreas de las planta, se forman los esporangios y estos son dispersados por el viento o por salpicaduras a las plantas vecinas. Los esporangios son producidos durante las noches húmedas y en la mañana son dispersados hacia las hojas para iniciar el ciclo. (Pérez, W., Forbes, G. 2008)

El tubo germinativo de los esporangios o de las zoosporas forman apresorios y mediante la hifa infectiva penetran principalmente por la célula adyacentes a las células oclusivas del estoma. También pueden penetrar la pared pericrinal de las células epidermales y formar un micelio intercelular, al cabo de unos cuatro días en condiciones óptimas de temperatura moderadas y de alta humedad después de haberse producido la infección, emergen nuevos esporangiosforos a través de los estomas y producen numerosos esporangios que infectan nuevas plantas, en un sol campaña de cultivo pueden producirse varias generaciones asexuales de patógeno. En condiciones de humedad, los esporangios que se encuentran en las hojas y tallos son lavados y arrastrados hacia el suelo, donde pueden producirse zoosporas e infectar a tubérculos que se encuentran cerca a la superficie del suelo. La infección se realiza a través de heridas o lenticelas, una vez dentro de las células del tubérculo se forman los haustorios, de la misma manera que en las hojas y utilizan el contenido de las células como alimento. Pueden producir infección durante la cosecha, cuando los tubérculos son expuestos a follaje contaminado o a esporas presentes todavía en el suelo por infecciones secundarias de otros organismos, se producen infecciones bajo condiciones de almacenamiento inadecuado, o el micelio sobrevive hasta la próxima campaña en los tubérculos semilla. (Torres, H. 2002)

#### **2.2.6.6. Ciclo de vida de la enfermedad**

##### **a) Asexual**

En agua libre y con bajas temperatura, los esporangios germinan indirectamente produciendo alrededor de 8-12 zoosporas uninucleadas y biflajeladas, las zoosporas se forman dentro de los esporangios y son liberados cuando se rompe la pared esporangial y el nivel de su papila, la cual permitan a las zoosporas nadar libremente. Las zoosporas tienen dos flajelos diferentes, uno de los dos es largo y en forma de látigo, en tanto que el otro es corto y ornamentado, con dos filas de pelos en el extremo. Las zoosporas se enquistan sobre superficies sólidas, es decir se detienen, adquieren una forma redondeada y forman un pared celular, luego en presencia de humedad pueden desarrollar un tubo germinativo y penetrar a las hojas por os estomas o formar apresorios, de tl manera que la hifa de penetración ingresa directamente a través de la cutícula. Una vez dentro de la planta el desarrollo intracelularmente formando haustorios dentro de las células. Ocasionalmente se forman haustorios en forma extracelular. Cuando la temperatura es mayor a 15 C, los esporangios pueden germinar directamente, formando un tubo germinativo que penetra la epidermis de la hoja e infecta al hospedante. (Pérez, W., Forbes, G. 2008)

##### **b) Sexual.**

Los gametangios se forman en dos hifas separadas por lo que *Phytophthora infestans* es heterotálico. Así, ambos tipos de apareamiento A1 y A2, deben estar presentes para que ocurra la reproducción sexual. La unión de los gametos ocurre cuando el oogonio atraviesa el anteridio y ocurre la plasmogamia. Esto conduce a fertilización y al desarrollo de una oóspora con paredes celulares gruesas. La oóspora es fuerte y puede sobrevivir en los rastros. Bajo condiciones favorables, la oóspora produce un tubo germinativo que forma un esporangio apical, el cual puede liberar zoosporas o formar nuevamente un tubo germinativo, los cales sirven como inóculo primario. (Torres, H. 2002)

### **2.2.6.7. Estrategias de control**

El manejo integrado es el empleo de diferentes métodos de control de las enfermedades, se realiza con la finalidad de disminuir o evitar las pérdidas que ocasionan de tal manera que el agricultor logre un máximo de rentabilidad, además de evitar los daños a la salud humana y al medio ambiente. Por eso es necesario tener el conocimiento de los diferentes métodos de control, que no se excluyen entre sí. Los principales componentes del manejo del tizón tardío comprenden controles tales como: Genético, Químico, Cultural y Biológico. (Pérez, W., Forbes, G. 2008)

La clave del manejo consiste en vigilar constantemente lo que ocurre en el cultivo, en monitorear las condiciones epidemiológicas en la región y actuar a tiempo. Entre las alternativas generales de manejo están el uso de variedades resistentes, el uso racional de fungicidas y medidas agronómicas de carácter preventivo durante diferentes fases de cultivo: Presiembra, durante el cultivo, la cosecha y almacenamiento. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

#### **2.2.6.7.1. Presiembra**

##### **a) Sanidad**

Eliminar toda fuente de inóculo para retardar lo más posible el inicio de la enfermedades, el productor Ecuatoriano no tiene influencia en las múltiples fuentes de inóculo externo de su finca, como son plantas silvestres infectadas, campos con diferentes estados vegetativos y diferentes niveles de infección y el abandono de cultivos enfermos sin matar el follaje. Por eso, la sanidad, si bien es muy importante probablemente no tiene mayor influencia en el inicio de una epidemia, pero en el país se recomienda nunca abandonar un campo infectado por *Phytophthora infestans* ya que puede transformarse en un foco de inóculo para las parcelas vecinas, en el caso de una infección severa el follaje deberá ser destruido. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)



### **b) Rotación de cultivo**

Como *Phytophthora infestans* se propaga principalmente por el viento y las esporas pueden viajar decenas de km la rotación de cultivo tiene poca influencia en el control de esta enfermedad. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

### **c) Labranza**

La mayoría de variantes de labranza no afecta al tizón tardío no afecta al tizón sin embargo, En Carchi los agricultores comentan que el tizón es menos problemático bajo el sistema tradicional de wachu rozado. (Chaverria, C. 1997)

### **d) Fertilización**

Se recomienda una fertilización balanceada que permita el desarrollo de los mecanismos naturales de defensa de la planta, un alto uso de nitrógeno favorece el crecimiento vegetativo y facilita la infección del patógeno, así contribuyendo al aumentar la severidad de la enfermedad. (Potash and Phosphate Institute, 1997)

### **e) Incorporación de materia orgánica**

Tiene pocos efectos en el manejo a *Phytophthora infestans* excepto por los efectos positivos de una fertilización balanceada. La activación de edafón por fertilización orgánica es conocida por su efecto sobre la infección de tubérculos. (Perez, S., Velasquez, J. 1997)

### **f) Tratamiento de semilla (físico, químico, biológico)**

Las Epidemias inducidas por infección de semillas al parecer tienen un importancia secundaria en el Ecuador. Sin embargo, se recomienda siempre usar semilla sana para evitar focos extras de infección en el campo. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

### **g) Ubicación del campo**

La severidad del tizón depende mucho de una temperatura moderada. Por eso, los campos ubicados en zonas altas con temperatura promedio menores de 8 °C (aquellos por encima de los 3400 msnm tienen menos problemas con esta enfermedad. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

### **h) Resistencia**

El uso de variedades resistentes representa una de las prácticas más efectivas en el manejo del Tizón Tardío. Es importante anotar que el nivel que expresa la resistencia depende de factores ambientales, como la intensidad de luz, la temperatura o factores nutricionales. Por tanto, una variedad puede ser muy resistente en un ambiente, mientras en otro necesita más protección. Muchas de las variedades comerciales tienen resistencia diferencial, válida a momento de su liberación pero susceptible a ser sobre llevada por el patógeno. El tipo de resistencia de las variedades recientemente liberadas no han sido establecido con precisión. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

### **i) Precocidad**

Una de las tácticas más populares para evitar un uso mayor de fungicidas es el uso de variedades precoces. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

#### **2.2.6.7.2. Labores del cultivo**

El frecuente monitoreo de la condición del cultivo representa la clave del manejo de *Phytophthora infestans*. No se han puesto a punto, ni validando sistemas de alerta para tizón en el país, pero actualmente se hacen avances significativos en estas áreas. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

Existe una amplia gama de fungicidas que son efectivos contra Tizón, estos productos deben ser aplicados en las dosis recomendadas, sin mezcla, a menos que lo recomiende la empresa química. Todos los fungicidas sistémicos recomendados para el control se complementan con un fungicida protector en proporciones adecuadas. Ningún fungicida es curativo los sistémicos solo

detienen el avance de la infección, incluso eliminan el patógeno pero el tejido infectado muere. se genera investigación con el fin de generar productos que afecten la resistencia de la planta o favorezcan el antagonismo, pero su disponibilidad comercial es aún escasa. En el caso de variedades resistentes, no se debe dejar que la epidemia alcance más del 0.5% antes de invertir; es decir, cuando se encuentra un par de manchas en pocas plantas en un radio de 10 metros o no más de dos lesiones por diez. m de hilera. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

Si son variedades susceptibles se debe proceder de la siguiente manera:

Si hay lluvia o neblina, iniciar con una aplicación cuando el cultivo haya alcanzado un 80% de emergencia y en la mayoría de las plántulas tenga de 8 a 10 cm de altura. De ser necesario proteger cada 5 a 8 días. Usar un sistémico si el protector no ha podido detener el avance de la epidemia en forma significativa. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

No usar fungicidas sistémicos más de tres veces en la estación, se debe alternar el ingrediente activo. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

### **2.2.6.7.3. Cosecha**

Si existe una epidemia en la fase final del cultivo, es importante destruir el follaje para evitar el foco de infección, sobre todo e los tubérculos al momento de la cosecha. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

Enterrar o destruir las pilas de tubérculos rechazados. Para evitar focos de inóculo, las pilas no deben permanecer en los bordes del campo o del camino. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

Si guarda papa para semilla, además de hacer una selección rigurosa al momento de la cosecha, desinfectar y guardar en silos verdeadores. Es una buena práctica, antes de desinfectar, exponer los tubérculos al sol durante dos o tres días. (Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002)

Si se ha guardado papa, inspeccionar el lote almacenado por lo menos una vez

cada 15 días y descascar los tubérculos afectados. (Pumisacho. M., Sherwood, S. 2002)

#### **2.2.6.7.4. Control químico**

Involucra la utilización de productos químicos capaces de prevenir la infección o realizar algún tipo de control posterior, los productos utilizados para controlar el tizón tardío son clasificados como de contacto, sistémicos y traslaminares. Un gran número de estos productos son usados para el control del tizón tardío. (INIAP. s.f.)

##### **a) De contacto**

Actúan sobre la superficie de la planta y evitan a germinación y la penetración del patógeno disminuyendo las fuentes iniciales de la enfermedad, son conocidos como fungicidas protectantes, residuales o de contacto, entre los más importantes se encuentran cúpricos y los ditiocarbamatos, solo protegen la zona donde se coloca el fungicida, las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno, los principales fungicidas de contacto utilizados son Mancozeb, Zineb, maneb (Sierra, E. 2008)

##### **b) Sistémicos**

Estos productos son absorbidos a través del follaje o las raíces, la traslocación se realiza en forma ascendente, por vía interna a través del xilema y del floema, tienen la capacidad de proteger las hojas producidas después de la aplicación, inhiben varias etapas específicas del metabolismo del patógeno. Con estos productos su uso continuo ha generado la aparición de cepas resistentes a estos fungicidas. (INIAP. s.f.)

Las Phenylamidas, su modo de acción es la interferencia de la síntesis de ARN por inhibición de la enzima r-ARN polimerasa en los sitios afectados por el hongo, presentan traslación acropétala (hacia arriba y hacia abajo de los tallos) y poseen alta persistencia lo cual permite largos intervalos de aplicación. Sierra, E. 2008)

el Cimoxanil se caracteriza por tener una sistema local o translocación translaminar. Su modo de acción no ha sido bien aclarado, aunque estudios sobre *Botrytis cinerea* mostraron una acción sobre la síntesis del ácido ribonucleico (ARN), la persistencia del Cymoxanil en la planta es muy corta (más o menos 3 días) especialmente con temperaturas altas, esta limitación hace que se lo utilice como un fungicida protectante residual , a fin de incrementar su eficiencia se lo comercializa en mezcla con fungicidas protectantes son de uso común para el control del “Lancha” y han tenido un marcado impacto sobre prácticas de manejo, pues permiten altos niveles de control de la enfermedad. (Sierra, E. 2008)

### **c) Traslaminares**

Son productos capaces de moverse a través de las hojas, pero n de hoja en hoja, por lo que las hojas producidas después de la aspersion del producto no estarán protegidas contra el patógeno. (INIAP. s.f.)

#### **2.2.6.7.4. Resistencia a fungicidas**

La resistencia a fungicidas significa una menor sensibilidad que la normal a dichos productos en una población de patógeno. Esta resistencia es el producto de mutaciones estables y heredables. La resistencia al ingrediente activo metalaxyl es uno de los ejemplos más claros y que ha sido reportada dentro de la población de *Phytophthora infestans* a escala mundial, constituyéndose en un factor limitante en el uso de este fungicida. La disminución temporal de la sensibilidad a un determinado fungicida vendría a ser una adaptación del patógeno, sin embargo por no ser heredable puede ser revertida por cambios en la estrategia del control químico. (Pérez, W., Forbes, G. 2008)

Se han reportado dos tipos de resistencia en los fungicidas: riesgo inherente al fungicida y riesgo inherente al patógeno. Las características químicas de acuerdo al ingrediente activo y su modo de acción frente al patógeno son los elementos determinantes del riesgo inherente al fungicida. Existe por lo tanto fungicidas de alto, medio y bajo riesgo inherente al patógeno. La presión de selección de aislamientos resistentes de patógeno a n determinado fungicida en extensas áreas de cultivo está relacionada al riesgo inherente al patógeno de

alto, medio y bajo riego de generar problemas de resistencia. La combinación de ambos tipos de riesgos nos indicará el verdadero riesgo de que aparezca una verdadera resistencia a los fungicidas en especial de *Phytophthora infestans* a metalaxyl, metalaxyl-M, furadaxyl, oxadaxyl, etc. pero no a otros como dimetamorf, iprovalicarb, cimoxanil etc. Por ello el Comité de Acción para la Resistencia a Fungicidas FRAC por sus siglas en inglés a clasificado a *Phytophthora infestans* como un patógeno de alto riesgo para fungicidas del tipo fenilamidas y sólo como un patógeno de riesgo medio para fungicidas con otros modos de acción. (Pérez, W., Forbes, G. 2008)

#### **2.2.6.7.5. Estrategias de manejo contra resistencia**

Limitar el número de aplicaciones de un fungicida de alto riesgo

Mezclar un fungicida de alto riesgo con otro de bajo riesgo para asegurarse que las esporas no sobrevivan.

Alternar las aplicaciones de fungicidas de alto riesgo con otros de bajo riesgo incluyendo el uso de fungicidas con diferente modo de acción.

Implementar otras prácticas de manejo integrado diferentes a la de los componentes químicos para impedir el desarrollo de la enfermedad. (Oyarzún, P., Forbes G. 2001)

#### **2.2.6.7.6. Control genético**

Para impedir el desarrollo para la enfermedad debido a sus características intrínsecas. La susceptibilidad del hospedante implica su incapacidad para defenderse del ataque del patógeno. Existen dos formas de expresión de resistencia de la planta de papa contra *Phytophthora infestans*, la primera se caracteriza por desencadenar una respuesta de hipersensibilidad (HR) en forma de pequeñas lesiones necróticas y se denomina resistencia específica, resistencia vertical, resistencia cualitativa, resistencia no estable o resistencia completa. está gobernada por genes R con un efecto mayor que interactúan con los genes de avirulencia (Avr) del patógeno, la mayoría de genes conocidos a la fecha de resistencia provienen principalmente de *S.demissum*.

Recientemente se han detectado dos nuevos genes procedentes de *S. berthaultii* y se han clonado unos genes de *S. bulbocastanum*. lo que sugiere que el germoplasma de *Solanum spp.* tiene más genes mayores esta resistencia es específica para cada raza, su herencia es de tipo cualitativo y en el pasado no han tenido mucha duración. El segundo tipo de resistencia está gobernado por genes menores de efecto aditivo y se denomina resistencia general, cuantitativa, poligénica, no específica, parcial, horizontal o de campo. Su herencia es de tipo cuantitativo y al ser gobernada por muchos genes es más estable y efectiva, teóricamente contra todas las razas del patógeno, algunos autores tienen la hipótesis que existe algún grado de especificidad de para los dos tipos de resistencia, además se ha identificado adaptación para mayor agresividad del patógeno en genotipos del hospedante con resistencia general. La integración de resistencia genética y el control químico permiten reducir el uso de fungicidas, reducir el costo de producción y reducir daños en la salud humana y el medio ambiente, El Centro Internacional de la Papa CIP actualmente cuenta con materiales mejorados con resistencia horizontal a tizón tardío, altos rendimientos, precoces y de buena calidad culinaria. Estos clones están disponibles para programas nacionales de papa, que son los encargados de la liberación de variedades después de cumplir con los procedimientos estipulados por cada ministerio de agricultura. (Pérez, W., Forbes, G. 2008)

La mejora genética de las plantas cultivadas en procura de incrementar la producción ha sido practicada por el ser humano, desde hace varios años. Para ello el hombre ha empleado cruzamientos con el fin de incrementar la variabilidad genética, paso inicial en el proceso de mejoramiento. De esta manera la hibridación entre especies diferentes permitió aumentar de modo significativo la productividad de diversos cultivos; sin embargo, hay cultivos donde esta estrategia no resultó exitosa a causa de la esterilidad sexual o la incompatibilidad. (Polci y Frieddrich, 2007)

La transferencia de genes, entre especies vegetales, ha desempeñado una importante función en el mejoramiento de cultivos, y a permitido transferir características útiles, como la resistencia a enfermedades de especies silvestres y variedades nativas a variedades comerciales. (Polci y Frieddrich, 2007)

El uso en conjunto de métodos clásicos y otros más recientes de manipulación

genética contribuye al mejoramiento de los cultivos, actualmente estos métodos se basan en el ADN recombinante y la utilización de radiaciones ionizantes gamma. (Camadro, 2000)

El INIAP, en el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos trabaja con clones para el control del tizón tardío como estos son el 98-2-11, 97-1-10, 98-11-6, 99-38-5 (Tello, C. 2008)

### **2.3. Mejoramiento de plantas en papa**

La humanidad depende, directa o indirectamente de las plantas, ya que la gran mayoría de sus alimentos son vegetales o se derivan la mayoría de las fibras textiles, fármacos, combustibles, lubricantes y materiales de construcción. Además, algunas plantas desempeñan funciones de ornato. Considerada la gran importancia de las plantas, no sorprende que el hombre se haya preocupado desde hace miles de años por obtener tipos de plantas superiores para satisfacer sus necesidades. Sin embargo, estos intentos se sistematizaron recientemente con el desarrollo de la genética. La ciencia y la tecnología nos ha permitido desafiar las previsiones pesimistas de Malthus y seguir alimentando a una población humana en continua expansión, aunque el ritmo de crecimiento se redujo en la última generación, pero la humanidad continúa aumentando, somos 6000 millones hoy, seremos 8000 millones pronto y quizás 10000 millones para el 2050, pero hay un fenómeno preocupante, a medida que la población humana sigue creciendo el número de plantas cultivables del que depende nuestra subsistencia disminuye. (Vernooy, R. 2003)

Nadie sabe cómo empezó la agricultura entre 8000 y 10000 años atrás, es decir como nuestros antepasados comenzaron a identificar, manipular ciertas plantas y criaturas silvestres para alimentarse, lo que sabemos es que la agricultura representó un cambio radical en la evolución de la humanidad que condujo a los sistemas y estructuras sociales a las que llamamos civilizaciones , a través del tiempo, la experimentación de los agricultores permitió la domesticación de una gran gama cada vez más amplia de plantas capaces de satisfacer las necesidades, el resultado fue miles de variedades de plantas diferentes y genéticamente únicas, cultivadas en los sistemas agrícolas, sin embargo hoy la



Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estima en la actualidad que de casi un cuarto de millón de variedades de plantas disponibles solo se están utilizando unas 7000, es decir menos del 3%, solo doce de ellas proveen el alimento a tres cuartos de la humanidad que son los denominados megacultivos los principales son: El maíz, arroz, trigo, papa, sorgo, etc. denominados así a plantas de alto rendimiento y a los insumos, desarrollados por científicos en centros internacionales de investigación alrededor del mundo, siendo el cimiento de la revolución verde que por su producción han brindando el alimento a millones de personas. (Vernooy, R. 2003)

Por las vías de mejoramiento la mayoría de las veces toma demasiado tiempo, dependiendo de la especie de planta que puede llegar a tomar hasta 12 años para desarrollar, evaluar y liberar un nueva variedad de cultivo de acuerdo a los requerimientos internacionales, las cuales especifican que cualquier nueva variedad debe cumplir al menos tres criterios: Debe ser genéticamente distintas de todas las otras variedades, toda la población debe ser genéticamente uniforme y debe ser genéticamente estable. (National Research Council & Institute of Biomedicine. 2004)

Aún cuando el género *Solanum* ofrece una gran riqueza fitogenética, distribuida en más de 10.000 km de norte a sur por toda la América, el material usado en mejoramiento de la especie a nivel mundial ha sido escaso, lo que ha sido indicado por innumerables mejoradores, que señalan que el “pool” genético básico se ha reutilizado intensamente. Desde la introducción de la papa a Europa (alrededor de 1550) todas las variedades generadas por más de 250 años parecen haberse derivado de dos introducciones. Sin embargo, por causa de la gran epidemia de *Phytophthora infestans*, que pudrió las producciones de papa de toda Europa, ocurrida entre 1846 – 1850, diversos investigadores europeos buscaron el centro de origen de esta especie para llevar “nueva sangre” a las alicaídas variedades europeas, y de esta manera ampliar esta base genética. Múltiples colectas, evaluaciones, uso de nuevas metodologías de mejoramiento han permitido hacer uso de especies silvestres y algunas cultivadas, y conseguir que hoy en día se cuente con un Catálogo Mundial de más de 4.200 cultivares, además de las más de 5.000 variedades nativas que se

tienen en los países latinoamericanos. Nuevos desafíos, que ayuden a producciones en condiciones subóptimas o bien con menores usos de agua y agroquímicos permitirá dar solución a una población mundial con problemas productivos. Por otro lado el calentamiento global, la escasez de la energía y el alto precio de los fertilizantes deben estar en la mira del mejoramiento futuro, como también generar alimentos saludables. La inmensa riqueza evaluada que hoy cuentan bancos genéticos, permitirá dar respuesta a estos múltiples desafíos a través del mejoramiento convencional y no convencional. (Contreras, A. 2008)

### **2.3.1. Estrategias de mejoramiento en papa**

El mejoramiento genético de la papa ha empleado metodologías que van desde la simple selección visual, hasta el aprovechamiento del germoplasma presente en las especies silvestres filogenéticas relacionadas con las especies cultivadas, además por medio de cruza intervarietales se han obtenido un alto número de recombinaciones (Hernández. M., Sosa. R. 1998). Así mismo se han incursionado en técnicas como el uso de dihaploides, el cultivo de tejidos, la hibridación somática y el empleo de agentes mutagénicos. Los objetivos del mejoramiento genético en papa en el país se orientan al desarrollo de variedades precoces, resistentes tizón tardío, como altos rendimientos y una alta calidad comercial y culinaria. (Pumisacho, M., Sherwood. S. 2002)

El mejoramiento genético involucra las siguientes rutas

#### **2.3.1.1. Cruzas intervarietales**

Por medio de la técnica de emasculación (eliminación de anteras de la planta progenitora productora de semillas para prevenir la autopolinización) y la polinización, se efectúan los cruzamientos entre progenitores previamente seleccionados. El producto es un conjunto de materiales con distintas características fenotípicas y genotípicas. (Pumisacho, M., Sherwood. S. 2002)

### **2.3.1.2. Cruzas interespecíficas**

La transferencia de germoplasma presente en especies silvestres, filogenéticamente relacionadas con la papa común, está limitada por los diferentes niveles de ploidía entre las especies silvestres y las variedades comerciales (Hernández y Sosa 1998). El rescate de embriones y la fusión de protoplastos son dos formas posibles de eliminar las barreras de compatibilidad sexual a nivel de gametofitos de plantas. (Mujica, A., et al. 2003)

### **2.3.1.3. Mejoramiento a Nivel diploide**

Es posible obtener plantas haploides y dihaploides por vía androgénica (mediante el cultivo de microsporas y/o anteras) y ovogenética (cultivo de células haploides del saco embrionario).

Las Células haploides provenientes de microsporas llegan a regenerar plantas haploides y mediante la duplicación de sus cromosomas espontáneamente o por medio de la colchicina, pueden dar origen a plantas dihaploides que son homocigóticas para todos sus genes. (Mujica, A., et al., 2003)

La aparición de los dihaploides y monohaploides en papa, ha permitido la elaboración de esquemas para el mejoramiento genético de este cultivo, tanto al nivel diploide como haploide (Hernández. M., Sosa. R. 1998)

### **2.3.1.4. Uso de semilla sexual y heterosis**

La explotación del cultivo mediante el uso de semilla sexual y no a través del tubérculo, ocupa un primer lugar en varios países. Por otra parte la obtención de semilla híbrida a partir de líneas puras, permite concebir la explotación de la heterosis (superioridad individual de plantas, que se obtiene por el cruce entre progenitores menos relacionados entre sí por encima de los representantes promedio de la población de su procedencia). (Malagamba, P. 1996)

### **2.3.1.5. Uso de mutágenos físicos**

La comercialización de mutantes aparecidos espontáneamente en plantaciones de papa, hace pensar que el uso de mutágenos en el mejoramiento genético de la papa puede permitir la obtención de nuevas variedades con un ahorro de espacio temporal. Uno de los principales problemas que afronta el mejoramiento genético de la papa mediante el uso de mutágenos físicos, es la presencia de quimeras en el material seleccionado. (Alhoowalia, B. 1998)

### **2.3.1.6. Mutación inducida**

Las mutaciones inducidas por radiación son generalmente peligrosas por eso se debe tener demasiado cuidado al manejar ya que cualquier dosis de radiación sobre una célula germinal aun que sea pequeña tiene como resultado cierto riesgo genético, la frecuencia de mutaciones inducidas por radiación es directamente proporcional a la dosis, por tanto una extrapolación lineal de los datos obtenidos con dosis altas proporciona una estimación válida de los efectos con dosis bajas, los efectos de la prostración y del fraccionamiento radiológico, la mayoría de las mutaciones inducidas por radiación son recesivas, por tanto requiere que los genes mutantes estén presentes para que se manifieste el rasgo deseado como consecuencia ciertas mutaciones pueden no expresarse durante varias generaciones por tanto se debe de realizar una estabilización de variedad para ver la expresión y mantenimiento la mutación. (Bushong, S. 2010)

La mejora se basa en la existencia de variación entre los seres vivos, variación que a su vez, se basa en la aparición continua de mutaciones de todo tipo, la mutación es un cambio en el mensaje hereditario, la mutación natural es la base de la selección natural y por consiguiente de la evolución y de la selección artificial. La mutación inducida debe considerarse un complemento para incrementar la cantidad natural existente, en particular cuando no se encuentre lo que se desea. No debe considerar a la mutación inducida como un método de mejora más que cuando la variación existente no baste para nuestros propósitos. (Cubero, J. 2002)

### **2.3.1.7. Condiciones que debe reunir un agente mutagénico**

Debe ser lo suficientemente efectivo sobre el material hereditario para causar cambios en su estructura, al mismo tiempo, inocuo para el hombre, esto es evidentemente imposible, pero es la razón de que se intente siempre aplicar un agente poco tóxico para el operario. La capacidad mutagénica se mide por la dosis letal media DL50. La frecuencia natural de mutación oscila entre  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  en plantas donde las frecuencias se dan por gen y por frecuencia; con mutagénesis artificial se puede conseguir una tasa tan alta como se desee, pero existe el riesgo de causar tantas mutaciones en el organismo que esta pierda total capacidad de vivir por tanto se debe manejar una cantidad adecuada de DL50 para un cultivo en específico. (Cubero, J. 2002)

### **2.3.2. Técnicas *in vitro* como herramientas en el mejoramiento por mutaciones**

La biotecnología vegetal en los últimos años aporta con herramientas de primera mano en el mejoramiento de las plantas, permitiendo una domesticación más rápida y dirigida, rompiendo barreras físicas, bioquímicas y genéticas que interrumpen el buen funcionamiento de las hibridaciones normales por la vía sexual para la transferencia de genes, por medio del rescate de embriones, fusión de protoplastos, etc. (Gutiérrez, A., et al. 2003)

El cultivo *in vitro* presenta aspectos y aplicaciones prácticas muy variadas como ciclos de selección más corta, multiplicación vegetativa más rápida y creación de nuevas formas lo que contribuyen al desarrollo de tecnología, pero siempre ha desempeñado un papel importante en el mejoramiento genético de las plantas cultivadas, en realidad es el único método que permite reproducir individuos excepcionales obtenidas al azar de las combinaciones genéticas o de mutaciones, cuya fiel reproducción no puede realizarse por la vía sexual por diferentes razones como barreras biológicas, tiempo de depuración genética que es muy larga y costosa. (Dublin, P. s.f.)

Cuando se aplica mutagénesis, la disponibilidad de grandes poblaciones es uno de los principales requisitos para obtener una alta variabilidad (se requieren de

5000 a 10000 plántulas) ya que la aparición de mutantes sólidos (homohistogénicos) o de quimeras periclinales (quimeras estables) se da en porcentajes reunidos que oscilan entre 10 y 17 % en papa (Sonnino. I., 1986 y Murilo & Mendoza, 1998). es ahí donde las técnicas *in vitro* proveen el mecanismo para obtener dichas poblaciones en poco tiempo, las cuales pueden ser inicialmente irradiadas *in vitro* para la inducción de variabilidad, multiplicadas y cultivadas para luego ser seleccionadas en busca del rasgo o del carácter deseado. (FAO/IAEA. 2001)

### **2.3.2.1. Tipos de variaciones *in vitro*.**

#### **a) Variación somaclonal**

Variación fenotípica de las plantas regenerada en cultivo de tejidos que presentan gran frecuencia de caracteres heredables, importante fuente de variabilidad para programas de mejoramiento genético. Es nociva a la conservación *in vitro* debido a la descaracterización de la accesión. (Henríquez, P. 2002)

La regeneración de plantas mediante el desarrollo de las técnicas de tejidos vegetales *in vitro*, a partir de células somáticas debe concluir en la producción de clones fenotípica y genéticamente igual al material que originalmente se derivan. Sin embargo en muchos casos una producción de plantas regeneradas exhiben una variabilidad genética importante, a estos cambios se los han definido como variaciones somaclonales. (Hernández, I., Rodríguez, M. 2004)

#### **b) Cambios Epigenéticos**

El término fue acuñado en 1953 para referirse al estudio de las interacciones entre genes y el entorno que producen los organismos. Las variaciones epigenéticas controlan la actividad de los genes, si es alta la concentración de una sustancia mutagénica la actividad será alta El código epigenético está constituido por un sistema de moléculas unidas al ADN o a las histonas un

código de las histonas es el que gobierna la expresión de los genes pues sus colas proteicas (las de las histonas) catalizan una gran variedad de adiciones químicas, como los acetilos que amplifican genes vecinos. (Harten, V. 1998)

### **2.3.2.2. Utilización de ex plantas y medios *in vitro* en el mejoramiento por mutaciones**

#### **a) Ciclos de multiplicación de las generaciones mutantes.**

Para referirse a las generaciones mutantes de plantas propagadas tanto vegetativamente como por semilla durante la reunión organizada por la División de la FAO/IAEA en Viena en 1991 se estableció una nomenclatura apropiada para nombrar a las generaciones de las plantas sometidas a tratamientos mutagénicos.

En el caso específico de las plantas propagadas vegetativamente, si se toma una yema como material inicial para el tratamiento mutagénico, este explante mientras no sea tratado con algún agente mutágeno se denomina MVo, y corresponde a la generación mutante inicial no mutada, después del tratamiento el explante toma el nombre de MV1 correspondiente a la primera generación mutante, una vez que la plántula ha crecido mantendrá la misma nomenclatura. A partir de esta plántula desarrollada, se seleccionarán brotes o yemas, estos nuevos explantes representan la generación mutante MV2 y así sucesivamente. (Harten, V. 1998)

### **2.3.2.3. Uso de la radiación *in vitro*.**

#### **a) Dosis y Unidades**

El uso de agentes mutagénicos en cultivos *in vitro* tiende a aumentar la tasa de mutación por encima de la variación somaclonal observada que cuando solo se utiliza cultivo de tejidos.

Para provocar mutaciones se utilizan rayos de reducidísima longitud de onda con el fin de influir sobre un solo gen sin afectar el resto de los genes de un cromosoma. El choque de estas radiaciones con los átomos expulsa electrones de las órbitas atómicas, transformándolos en iones; este proceso de ionización hace a la molécula inestable y sujeta a frecuentes transformaciones. (Valiente, R. 2007)

Los rayos gamma al momento son los agentes mutagénicos utilizados más favorables, se originan de un núcleo atómico y pueden ser emitidos por núcleos inestables que corresponden a la radiación electromagnética de más baja longitud de onda, por lo tanto representan la radiación electromagnética con el nivel de energía más lo. Usualmente es obtenida por desintegración de radioisótopos cesio-137 (edad de vida media 33 años) o cobalto 60 (edad media de vida 5.3 años). (Harden, V. 1998)

#### **b) Radiosensibilidad.**

La radiosensibilidad es “la medida relativa que da la indicación de cantidad de los efectos reconocibles de radiación en el objeto irradiado (planta, parte de la planta, diferentes estados de desarrollo dentro de la mitosis o meiosis, estados de siembra jóvenes versus plantas adultas o funciones moleculares específicas)”. (Harten, V, 1998)

Las células que se dividen activamente, son más sensitivas a la radiación que aquellas que no están en división y por lo tanto solo toleran cerca del 10% de la dosis de radiación. Además varios estudios sobre el nivel de ploidía, indican que un incremento en el tamaño del genoma (mayor nivel de ploidía) en especies de plantas dentro de un género da como resultado una radiosensibilidad mayor, en plantas propagadas vegetativamente. (Harten, V. 1998)



La radiosensibilidad puede ser medida seleccionando una variable, por ejemplo un cierto porcentaje de sobrevivencia en un grupo de plantas sometidas a tratamiento mutagénico, determinado así una dosis de radiación que nos brinda a su vez información sobre el daño a nivel biológico. Esto se lo realiza comúnmente por medio del cálculo de la dosis letal media. (Harten, V. 1998)

La dosis letal media (DL50) es “la dosis a la cual el 50% de los materiales vegetales irradiados (semillas, plantas, partes de plantas o tejidos, granos de polen, células en división *in vitro*) mueren como resultado del tratamiento”. (Harten, V. 1998)

Muchos investigadores actualmente prefieren tasas de sobrevivencia más elevadas que las de la DL50 por ejemplo la DL30, la cual resulta en un número mayor de plantas regeneradas pero también en una frecuencia de mutación total más baja. (Walther, F., Sauer, A. 1985)

Entre las principales variables que brindan información para la determinación de la dosis de radiación *in vitro* se mencionan:

- **Altura de planta y largo de raíz.-** Proporcionan un parámetro de gran interés para la determinación de la dosis de mutación. La dosis adecuada debe reducir en la fase de plantula del 30-40% de la altura (Rodríguez, C. et, al. 1995)
- **Número de raíces.-** Es un de los mejores índices para evaluar la sensibilidad y determinar la dosis a ser usada.
- **Peso de la planta.-** Proporciona un parámetro de gran interés para la determinación de la dosis de mutación (Gustaffson, 1940, citado por Pérez, J. 1998). La dosis adecuada debe reducir en la fase de plántula 40-60% del peso.

### **2.3.3. Mutaciones y mutagénesis en plantas**

#### **2.3.3.1. Fundamentos de fisiología y genética de mutaciones en plantas**

El ADN consiste en dos cadenas de polinucleótidos que forman una doble hélice. Las unidades de cada cadena son nucleótidos que poseen diferentes bases nitrogenadas pero con un azúcar y un grupo fosfato idéntico, las bases nitrogenadas son complementarias de dos en dos, se unen por un puente de hidrógeno formando lo que se conoce como pares de bases (pb), así la adenina (A) que une con la timina (T) y a guanina (G) con la citosina (C). Las bases A y G tienen estructura similar y pertenecen a las purinas y las bases C y T similares entre ellas son pirimidinas. (Lewis, B. 2001)

La secuencia de los nucleótidos en el ADN determinan las propiedades de cualquier célula u organismo, debido a que es la que va a codificar la serie de aminoácidos del polipéptido. Una combinación de tres nucleótidos (triplete o codón) provee el código para el ensamblaje de un aminoácido particular y a su vez una proteína viene determinada por su secuencia primaria de aminoácidos. (Lewis, B. 2001)

Los genes son la base estructural de la materia viva, los cuales transmiten la información hereditaria de una generación a otra. Cada célula eucariota está constituida por un arreglo lineal de genes (segmentos de ADN). Existen genes estructurales, los cuales poseen secuencias de aminoácidos que contienen toda la información necesaria para la génesis de proteínas requeridas por la célula para funciones estructurales y enzimáticas que finalmente van a determinar su fenotipo. Junto a la serie de genes que codifican proteínas, el ADN también tiene secuencias cuya función es la de ser reconocidas por moléculas reguladoras (Normalmente proteínas); en estos casos la función del ADN está determinada directamente por su secuencia y no a través de ningún código intermediario. (Lewis, B. 2001)

Una mutación es un cambio permanente en la secuencia de nucleótidos del

genoma que surge repentinamente en un individuo y que se transmite a la descendencia, esto es siguiendo las leyes de la herencia. A su vez la aleación de la molécula de ADN será expresada fenotípicamente, (Harten, V. 1998)

Se conoce que el genoma de un plante eucariota presenta de 10000 – 100000 genes en que lo podrían teóricamente ocurrir una enorme cantidad de mutaciones, pero por otro lado no todos los cambios perduran y por otro puede suceder que no todos los cambios permanente dentro de los genes son reconocibles o no todos los cambios reconocibles son heredables, esto a causa de que en el fenotipo contribuyen el idiotipo (ADN nuclear y extracelular) y el ambiente. (Harten, V. 1998)

En el mejoramiento de plantas, la expresión idiotipo es usada para indicar la suma total del ADN nuclear y extracelular dentro de la planta. La expresión genotipo se refiere la suma total de la información genética (genes) en los cromosomas, fenotipo es una expresión particular de un gen o más generalmente a las propiedades observadas de un organismo como resultado de interacción de un genotipo y su medio ambiente. (Harten, V. 1998)

Así que par las plantas se prefiere una definición más desarrollada: La mutación es “cualquier cambio heredable en la constitución del idiotipo del tejido esporofítico o gametofítico de la planta, no causa por recombinación genética normal o segregación”. (Harten, V. 1998)

Pese a que existen mecanismos bioquímicos y ambientales que dificultan la generación de mutaciones, la opción de los científicos evolutivos persiste en que las mutaciones proveen el material crudo sobre el cual otros factores de evolución actúan y por lo tanto todas las nuevas especies en última instancia sufren de mutaciones. (Harten. V. 1998)

La mutagénesis, proceso de ocurrencia de mutaciones a nivel molecular, seguido de la recombinación de genes y cromosomas y de la selección natural, es la fuerza fundamental de la evolución Así que conocimiento que la evolución

avanza en pequeños pasos, cuando nos encontramos en un programa de mejoramiento, en la mayoría de los casos se requiere trabajo adicional antes de que en una planta pueda ser útil agronómicamente. (Harten, V. 1998)

### **2.3.3.2. Efectos biológicos de los agentes mutágenos**

Las radiaciones ionizantes, así como la radiación UV inducen un amplio espectro de eventos físicos y químicos en el ADN y ARN de eucariotas y procariotas. En el caso de los rayos x y gamma la opción general expresa que al menos al inicio los efectos físicos (seguidos de reacciones químicas) juegan un rol principal. (Harden, V. 1998)

Para los mejoradores un entendimiento básico de los varios eventos que suceden entre el momento en que la energía entra al sistema biológico (planta) hasta la etapa del efecto biológico definitivo es suficiente. Existen diferentes estados de desarrollo del daño por radiación. (Harden, V. 1998)

#### **a) Estado Físico**

Cuando la radiación pasa a través del tejido de una planta, podría ocurrir una interacción con las moléculas de ADN así como con otras moléculas presentes en el sistema. (Harden, V. 1998)

#### **b) Estado Químico**

Inicia con la formación de moléculas activadas llamadas radicales (OH<sup>-</sup> y H<sup>+</sup>). Este estado termina cuando la estabilidad química se restablece. Se debe hacer una distinción entre la acción directa causada por radicales macromoleculares (refiriéndose a las moléculas biológicas importantes) y la acción indirecta como resultado de la actividad de los llamados radicales libres, los cuales operan en el sistema acuoso. (Micke, A. 1991)

### **c) Estado bioquímico**

Tarda varios minutos, durante este tiempo varios procesos (enzimáticos) de reparación de moléculas pueden ocurrir:

La reparación del ADN toma lugar a través de muchas rutas bioquímicas, de manera natural tales procesos están sujetos a errores y consecuentemente, también pueden conducir a una mala reparación del ADN dañado. Bajo condiciones normales (sin tratamiento mutagénico) los errores en la replicación del ADN pueden tener una probabilidad de cerca de uno por diez genes replicados, pero se reduce a por  $10^{-8}$  a  $10^{-9}$  debido a la reparación post-replicación. (Micke, A. 1991)

Los procesos de reparación del daño ocasionado por radiación puede dar como resultado una reparación libre de errores, una reparación defectuosa, o incluso el daño puede ser irreparable, el cual resulta en la pérdida de partes del ADN dañado. (Harten, Van. 1998)

Las ruptura de una cadena simple de ADN (producida por un agente mutagénico se cree que resulta en algunos casos solo en la pérdida de función de una célula. Usualmente tales rompimientos pueden ser reparados rápidamente y relativamente el ADN queda libre de errores por procesos de reparación enzimáticos. La ocurrencia de rompimientos de doble cadena tiene efectos más serios y la reparación es mucho más complicada y se presentan procesos de reparación defectuosa que con frecuencia no solo guían a mutaciones sino también a la pérdida de la capacidad reproductiva de la célula. (Harten, V. 1998)

### **d) Estado biológico, bioquímico o metabólico**

Durante este período, los efectos del tratamiento por radiación comienzan a manifestarse a nivel celular y puede tardar de unos cuantos minutos a muchas horas, días o incluso mese. Las células no dañadas o reparadas impecablemente se desarrollarán en células totalmente normales, mientras que

en las células no reparadas o con reparación defectuosa, morirán o sobrevivirán como células que acarrean mutaciones génicas o diferentes tipos de daños cromosómicos. (Harten, V. 1998)

### **e) Competición y estado físico darwiniano (*Fitness darwinian*)**

La competición puede ocurrir entre plantas mutadas y no mutadas a nivel de poblaciones o dentro de las plantas a nivel de zonas, tejidos o células mutados y no mutados. En este contexto se debe presentar principal atención al concepto de estado físico (*fitness*). La expresión estado físico puede definirse como “el valor selectivo de la entidad (una célula, un tejido, un genotipo, un locus) en comparación con otra entidad”. (Harten, V. 1998)

En el estado físico darwiniano (*fitness darwinian*), indica la probabilidad relativa de sobrevivencia y la tasa de reproducción de una célula, por ejemplo (Suzuki, D. *et, al.* 1989). Por ello queda claro que el buen estado de una célula o una planta mutada, es decisivo en determinar si la mutación sobrevivirá. Por ejemplo en el caso de una planta con mutaciones útiles que se presenten drásticamente dañada, esta tendrá menor competitividad, por tanto pocas posibilidades de sobrevivir. (Harten, V. 1998)

Los mejoradores que constantemente utilizan como herramientas las mutaciones, tratan de apartar en un estado temprano las plantas que podrían contener mutaciones útiles, pero a causa de su pobre estado físico, probablemente se perderán cuando la selección natural prevalezca. (Harten, V. 1998)

El concepto de selección diplóntica (competición entre células genéticamente diferentes en el tejido somático durante el desarrollo) fuertemente analizado por Gaul (1957), se sostenía en que las tasas más elevadas de mutaciones se espera que se presenten cuando no existe competición intercelular o cuando esta es todavía limitada. Luego Balkema (1971) llegó a la conclusión de que el comportamiento de las aberraciones cromosómicas en las células en división no

proporciona la evidencia suficiente de selección diplóptica. Harten. apoya la opinión de Balkema de que las diferencias genotípicas entre células en competición no son tan importantes como se creía.

### **5.3.3.3. Mutantes Sólidos y Quimerismo**

Las mutaciones en principio son eventos unicelulares (al menos en el caso de las mutaciones génicas) y conciernen únicamente a uno de los cromosomas homólogos y por ende, solo a uno de los dos alelos (o más) presentes. A consecuencia del origen unicelular de las mutaciones, la formación de quimeras es un fenómeno muy común después de un evento de mutación que ha sido inducido sobre un tejido multicelular. Una planta quimera consiste de dos o más tejidos somáticos diferentes genéticamente (Harten, V. 1998)

A las quimeras se las puede considerar como mosaicos genéticos. Esto significa que dentro de una misma planta existen células con diferentes constitución genética, lo cual se debe a una serie de cambios producidos en el ADN nuclear de ciertos tipos celulares durante el desarrollo. Entonces es en este punto donde se hace necesario separar los sectores mutados de los no mutados, ya que solamente unas cuantas células, aún en un tejido organizado como el meristemo (conjunto de pocas células indiferenciadas que se dividen activamente) están involucrados en dar origen a un brote. (Harten, Van. 1998) Si estos tejidos (constituidos por células mutadas) se utilizan como explantes y sus células son inducidas a dividirse y rediferenciarse. (Cardone, S. et, al. 2004)

En plantas superiores (angiospermas), el meristemo apical del tallo (shoot apical meristem- SAM) está constituido por un grupo de células iniciales; en este complejo inicial las células pueden dividirse pericinal y anticlinalmente (paralela o perpendicularmente en la superficie). En estas plantas, el SAM se disponen en tres capas de células indiferenciadas (L-1, L-2 y L-3) llamadas capas histogénicas (primarias) o germinales, donde en las capas epidérmicas y subepidérmica (L-1 y L-2) predominan las divisiones anticlinales y la capa más interna (L-3) se divide en todas direcciones produciendo así la masa principal del meristemo apical (corpus) (Medforf, J. 1992)

Una quimera sectorial es una planta que presenta un desarrollo dividido sectorialmente, estos sectores mutados se refieren a un área o sección transversal (un arco de una circunferencia) que incluye a las tres capas histogénicas y todos los tejidos de la planta desde la epidermis al centro. (Baur, E. 1909)

En las quimeras mericlinales, el área mutada se restringe a solo una parte de la capa histogénica. (Jorgensen & Crane, 1927 citado por Harten, van 1998); en el caso de una mutación visible en la capa L-1, esta no representa una situación estable y se requieren uno o dos ciclos de programación vegetativa para transformarlas en quimeras periclinales. (Harten, V. 1998)

La mayoría de los mutantes inducidos que se obtienen son quimeras periclinales, en los cuales se asume que solo la capa L-1 difiere genéticamente del cultivar original (Langton. 1980 citado por Harten, van, 1998), pero cabe mencionar que los rearrreglos entre las diferentes capas histogénicas o tejidos derivados de ellos pueden resultar en patrones de quimerismo más complicados. (Harten, V. 1998).

Una planta mutante sólida o histogénica es una planta con todas sus células somáticas de todas las capas histogénicas mutadas, esto ocurre únicamente cuando toda la planta proviene de una sola célula mutada. (Harten, V. 1998)

A partir de una quimera inicial mericlinal o una quimera inicial sectorial se puede obtener un mutante sólido o una quimera periclinal, esta situación puede ser observada en la segunda generación (MV2) o en la tercera generación (MV3). Promoviendo el crecimiento de los brotes de la primera generación (MV1) y la propagación de sus yemas axilares en las siguientes micropropagaciones. (Donini, B., et, al. 1990)



### **a) Prevención del quimerismo en el mejoramiento de papa**

Algunos autores mencionan una baja frecuencia de mutación y un espectro de mutación limitado en papa, ambos son explicados por una densa selección intrasómica (competición en tejidos meristemáticos entre células afectadas letal y subletalmente por un lado y células no afectadas por otro lado, para ventaja de las últimas) que se supone opera especialmente en plantas propagadas vegetativamente. (Nayar, 1969) Según este último punto ocurre que al usar órganos multicelulares de papa (Brotos de ápices) para inducir mutaciones y dado que las mutaciones son principalmente eventos unicelulares, la probabilidad de alcanzar células mutadas en la siguiente generación es muy pequeña.

Otras opciones atribuyen que la selección intrasomática es de limitada importancia y que los ejemplos de selección diplóntica (competición entre tejidos mutado y no mutado en la generación tratada) puede ser explicada por ejemplo por el desarrollo ontogénico normal de la planta o por radiosensibilidad diferencial. (Balkema, G. 1971)

Sea cual sea el caso la inducción de mutaciones artificiales en papa en su mayoría guía a estructuras quiméricas. El número de mutaciones registrada depende del número de características estudiadas, la dosis de irradiación aplicada y la tasa de dosificación. (Asseyeva. T., Blagovidova. M. 1935).

En papa, el quimerismo es principalmente guiado tanto por quimeras mericlinales o periclinales. En muchos casos, especialmente cuando están inmersas características no visibles, este quimerismo parece no ser observado y puede causar sorpresas. Las mutaciones visibles son más fáciles de observar y tanto las plantas puras mutadas o las plantas originales pueden ser obtenidas por separación vegetativa. Las mutaciones son así transferidas a la siguiente generación vegetativa cuando las yemas axilares se desarrollan o cuando se induce la formación de yemas adventicias. (Balkema, G. 1971)

Para disminuir el quimerismo en papa se puede tomar en cuenta las siguientes consideraciones. (Balkema, G. 1971):

- Producir yemas adventicias por escisión de ojos de tubérculos o de explantes de tejido diferenciado, para así provocar un evento unicelular.
- Usar altas dosis de irradiación, así la regeneración puede venir de una o solo unas cuantas células del ápice (brote) irradiado, las otras se inactivan temporalmente o son muertas.
- Buscar partes de la planta en un estadio ontogénicamente joven al tiempo de irradiar la muestra.
- Escoger los brotes adventicios que se desarrollan después, ya que estos producen más mutaciones.
- Disminuir el tiempo entre escisión e irradiación, así la frecuencia de mutantes uniformes crece.

#### **2.3.3.4. Mutaciones espontáneas e inducidas**

##### **2.3.3.4.1. Mutaciones espontáneas**

Estas mutaciones ocurren sin la intervención intencional humana. Usualmente aparecen con una baja frecuencia, durante una generación no más de  $10^{-5}$  y  $10^{-8}$  por gen o por locus, pero ocasionalmente resultan en cultivares de considerable importancia económica. Tomando en cuenta que una sola célula de una planta puede contener más de 100 000 genes (o billones de pares de bases), se pueden imaginar que, aún con tan bajas frecuencias de mutaciones espontáneas, y aún para especies de tan corto tiempo de vida, cada planta individual o aún cada célula de la planta puede acarrear una o más mutaciones

espontáneas adquiridas durante su vida. (Harten, V. 1998)

Las mutaciones espontáneas pueden ser el resultado de eventos dentro de las células (factores endógenos o intracelulares) o causadas por factores externos (exogénicos). Las causas más comunes de mutaciones espontáneas son: errores en la replicación del ADN, recombinación y reparación, deleciones espontáneas, la acción de transposones (elementos genéticos móviles que pueden moverse dentro de un genoma de un lugar a otro), daño del ADN por partículas cósmicas o radiación ultravioletas, shocks de temperatura, geomagnetismo, radioactividad y cambios químicos en plantas y partes de plantas causados por envejecimiento u otro tipo de estrés. (Harten, V. 1998)

#### **2.3.3.4.2. Mutaciones inducidas**

La inducción de mutantes específicos con caracteres deseados en un tiempo y lugar específicos y en un genotipo seleccionado, son las metas de aplicar este tipo de metodologías, para así acelerar los programas de mejoramiento. (Harten, V. 1998)

Se ha encontrado que las mutaciones inducidas pueden ocurrir en una frecuencia de  $10^3$  veces mayor a las mutaciones espontáneas, pero una variación considerable en las frecuencias puede verse dependiendo del rasgo a explotar. (Harten, V. 1998)

A su vez, es difícil distinguir entre mutaciones que surgen como resultado de agentes exógenos o efectos endógenos en la planta. No todos los agentes exógenos a los cuales las plantas son sometidas son administrados con la intención de hacerlo. Por otro lado, la acción de agentes endógenos puede no ser reconocida como tal. Más aún las mutaciones que han estado presentes pero inobservadas por un largo período pueden hacerse visibles por alguna razón, por ejemplo por un cambio morfológico en una parte de la planta, y entonces crear la impresión de un evento mutagénico reciente. Finalmente, muchos de los daños producidos en el ADN pueden ser efectivamente reparados

(aunque no siempre perfectamente), gracias a que varios sistemas han sido detectados. (Harten, V. 1998)

### **2.3.3.5. Mutaciones nucleares y extracelulares**

#### **2.3.3.5.1. Nucleares**

Existen varios criterios de clasificación para mutaciones en sistemas biológicos, sin embargo para este caso se han considerado dos categorías, las mutaciones que pueden darse en el ADN nuclear y aquellas que se presentan en el ADN extracelular (cloroplastos y mitocondrias). La primera categoría es de principal interés en el mejoramiento por mutaciones, y que en ella se incluyen las mutaciones puntuales que son el principal objetivo en la mayoría de programas de mejoramiento. (Haren, V. 1998)

Las mutaciones nucleares incluyen mutaciones genómicas (poliploidia, haploidia); cambio en el número de cromosomas individuales (aneuploidia); cambios estructurales dentro del cromosoma y mutaciones a nivel de genes.

#### **2.3.3.5.2. Mutaciones puntuales**

Existen varios criterios de clasificación para mutaciones en sistemas biológicos, sin embargo para este caso se han considerado dos categorías, las mutaciones que pueden darse en el ADN nuclear y aquellas que se presentan en el ADN extracelular (cloroplastos y mitocondrias). La primera categoría es de principal interés en el mejoramiento por mutaciones, ya que en ella se incluyen las mutaciones puntuales que son el principal objetivo en la mayoría de programas de mejoramiento. (Harten, Van. 1998)

Las mutaciones nucleares incluyen mutaciones genómicas (poliploidia, haploidia); cambio en el número de cromosomas individuales (aneuploidia); cambios estructurales dentro de los cromosomas y mutaciones a nivel de genes.

### **2.3.3.5.3. Mutaciones génicas**

Una mutación de un gen es todo cambio heredable dentro de los límites de un gen. El término mutación puntual se refiere a un tamaño limitado de la mutación mientras que mutación génica se relaciona con su función. (Harten, Van. 1998)

Una mutación génica puede ser el resultado de alteraciones de la secuencia del ADN de un gen, así los tenemos adiciones o deleciones de uno o más pares de bases, o sustituciones de un par de bases por otro, así tenemos:

- Mutaciones de desfase en el marco de lectura. (Frameshift mutations)
- Transiciones y transversiones.

### **2.3.3.6. Mutaciones estructurales**

Son cambios en la estructura interna de los cromosomas que se originan como resultado de ruptura de segmentos en un cromosoma. Al igual que en las mutaciones genéticas, estas pueden producirse de forma espontánea o ser inducidas. El tipo de mutación que se presente depende de los cromosomas implicados en tales roturas, del sitio en el que se producen y de cómo se reúnen los fragmentos. (Harten, V. 1998)

Se pueden observar cuatro tipos de mutaciones estructurales en células eucariotas:

- a) Las que suponen pérdida o duplicación de segmentos o partes de cromosoma.
  - Deleción cromosómica.
  - Duplicación de cromosomas.
- b) Las que suponen variaciones en la distribución de los segmentos de los cromosomas.

- Inversiones.
- Translocaciones.

#### c) Cambios en el número de cromosomas

- Aneuploidias.
- Euploidias.
- Monoploidia o haploidia.
- Poliploidia.
- Mutaciones extracelulares.

### **2.3.4. Selección y búsqueda efectiva de variación**

#### **2.3.4.1. Principales objetivos en el mejoramiento de plantas**

Los objetivos que persiguen los mejoradores científicos, como consecuencia de la mutagénesis inducida son: (1) reducción de altura o enanismo (2) mutaciones clorofílicas, (3) resistencia a enfermedades controladas por un gen recesivo, (4) insensibilidad al fotoperíodo y (5) precocidad. (Lapade, A. *et, al.*, 2002)

Desde el punto de vista agronómico y comercial se mencionan el incremento en la producción de comida, fiabilidad y rendimiento; mejor sabor y valor nutricional; y reducir las pérdidas producidas a causa de estrés biótico y abiótico, tales como hongos y bacterias. Se mencionan algunos de los objetivos más importantes. (Harten, Van. 1998)

- Precocidad.
- Rendimiento.
- Resistencia a patógenos y pestes y tolerancia a factores de estrés abiótico.

#### 2.3.4.2. Selección *in vitro* de mutantes

El paso esencial en el mejoramiento de plantas *in vitro* así como en el mejoramiento tradicional, es el proceso de selección de fenotipos nobles y potencialmente útiles provenientes de grandes poblaciones de individuos (en su mayoría no deseados), lo cual es factible realizarlo a nivel de plantas. (Ingram, D., MacDonald, M. 1986)

La selección de rasgos agronómicamente importantes *in vitro* es muy atractiva en aquellos casos donde es posible seleccionar celular o plantas individuales para cualquier rasgo deseado, pero esto no siempre ocurre. Aunque generalmente es el fenotipo el que va a ser seleccionado, la complejidad de la genética del rasgo influencia en los métodos a ser usados. (Chaleff, R. 1983)

En mayor problema en la selección de mutantes es el manejo y búsqueda que se realiza en grandes poblaciones. Cuando la expresión fenotípica de un rasgo es distinta, la búsqueda es efectiva y comparativamente simple. Cuando no, se utilizan en primer lugar técnicas de búsqueda en masa menos efectivas pero rápidas y baratas, y luego se realizará una búsqueda más precisa y podrá ser repetida por varias generaciones. Algunos ejemplos de objetivos en los que se aplican métodos de selección en masa que están disponibles y pueden ser considerados para selección son: precocidad, proteínas, baja estatura, calidad de grano, ácidos grasos o resistencia a enfermedades. (Kranz, A. 1984)

Para cultivos propagados vegetativamente un punto importante a considerar antes de la selección es para el rasgo buscado se requiere mutantes sólidos o quimeras mericlinales, estas últimas más fáciles de obtener. Es importante también mencionar que para más rasgos, más genes están involucrados y que la observación directa de una mutación inducida en tales circunstancias puede ser mucho más difícil o incluso imposible. (Harten, Van. 1998)

Algunas ventajas de la evaluación y selección *in vitro*. (Nicks & Lindhout, 1998) pueden ser:

- Muchos individuos pueden ser evaluados en espacios muy pequeños.
- La selección se realiza bajo condiciones extremadamente controladas y estandarizadas. De haber agente selectivo, este puede ser añadido en forma muy homogénea en el medio nutritivo.
- Si el cultivo de tejido está basado en explantes de un cultivo comercial, los regenerantes ya poseen un valor agronómico excelente.
- Una vez que se conozca un procedimiento adecuado para el cultivo y regeneración de las plántulas irradiadas, tres pasos son necesarios. (Novak, J. 1991)
- El desarrollo de una curva dosis respuesta para la sobrevivencia, así como de curvas dosis-respuesta a partir de datos obtenidos del crecimiento *in vitro* usando por ejemplo peso seco, volumen, número de células o eficiencia. Esto permite la determinación de un tratamiento mutagénico óptimo.
- Establecer un método apropiado por el cual el quimerismo sea reducido o eliminado.
- Desarrollar una búsqueda *in vitro* para mutantes deseados. De otro modo se tendrá que tomar en cuenta que demasiadas plantas deben ser regeneradas y entonces debe procederse a una búsqueda en cambio o en invernadero. Para esto, se debe desarrollar también test apropiados para la búsqueda y verificación de los rasgos.
- Para facilitar el manejo de un gran número de plántulas *in vitro*, es importante desarrollar una estrategia de búsqueda preliminar, basada en el uso de metabolitos o de agentes selectivos para la búsqueda de los



rasgos de interés, como tolerancia a la salinidad, tolerancia a herbicidas, tolerancia a patotoxinas, y adaptación a la temperatura, etc. (Ingram, D., MacDonald, M. 1986)

- La selección para las variantes resistentes a tizón tardío *Phytophthora infestans* fueron seleccionados aplicando esporas del hongo en suspensión y descartando a aquella que presentaron necrosis de las hojas y muerte de la planta en campo. (Gosal, S., et al.1998)
- Es necesario considerar que hay rasgos que presentan cierta dificultad ante el método de selección escogido por varios problemas como por ejemplo la falta de un conocimiento adecuado de la bioquímica y la genética del rasgo a ser mejorado. Otro problema se presenta al correlacionar la expresión *in vitro* del carácter con la expresión del mismo carácter en una planta en condiciones normales, esto se relaciona con la naturaleza anormal del metabolismo de las plantas cultivadas *in vitro* como ya se ha mencionado anteriormente al hablar de variación somaclonal. (Ingram, D., MacDonald, M. 1986)
- Los nuevos mutantes obtenidos deben ser probados por muchos años y bajo diferentes condiciones con el fin de evaluar la estabilidad de los rasgos mejorados y el comportamiento del nuevo cultivo mutante antes de que sea comercializado. (Harten, Van. 1998)

### **2.3.5. Determinación del efecto de la mutación por marcadores moleculares**

Marcadores moleculares como RFLO (Restriction Fragment Length Polymorphisms), RAPD (Randomly amplified polymorphic DNA) y AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) han sido ampliamente utilizados en los últimos años como herramientas útiles para la detección de polimorfismos en diversas poblaciones de individuos, esto gracias a la evolución en la ingeniería de detección molecular y a la automatización de los análisis de ADN que

permiten procesar rápidamente grandes números de muestras. (Ferreira, M., Grappapaglia, D. 1998)

Dentro de las grandes utilidades de los marcadores moleculares en el mejoramiento genético se encuentran la construcción de mapas genéticos. En estos mapas donde se han integrado marcadores para genes cualitativos, se han obtenido marcadores para resistencia monogénica a virus, nematodos, *Phytophthora infestans*, etc. Por otra parte se pueden también integrar marcadores para caracteres cuantitativos (análisis QTL). Estudios realizados en patata incluyen análisis de QTL para resistencia a *Phytophthora infestans*, para *Globodera pallida*, para la producción y sus parámetros, por el contenido en azúcares y almidón. Estos marcadores permiten la “selección asistida por marcadores” (MAS) en la mejora genética. Se pueden observar QTLs esparcidos por todo el genoma. Algunos coinciden en diferentes años, mientras que otros reflejan interacción genotipo medioambiente. (Azpitarte, E. 2000)

La técnica AFLP descrita, se considera un método relativamente barato, fácil, rápido y fiable para generar cientos de marcadores genéticos informativos (Ulrich, G et, a./ 1999). Desde su desarrollo la técnica ha sido utilizada de forma creciente para diversas finalidades como “fingerprinting”, mapeamiento genético localizado (“Bulk Segregant Analisis”) y construcción de mapas genéticos. (Ulrich, G., et, al. 1999)

La característica clave de la técnica AFLP-PCR es la capacidad para la búsqueda simultánea de muchas regiones diferentes de ADN distribuidas aleatoriamente a lo largo del genoma. De esta manera estos permiten una alta resolución de genotipaje. (Ulrich, G. et, al. 1999)

Los marcadores AFLP tienen un gran poder de detección de variabilidad genética ya que exploran simultáneamente el polimorfismo de presencia y ausencia de sitios de restricción, como en el ensayo RFLP y la existencia o no de amplificación a partir de secuencias arbitrarias tal como en el ensayo RAPD, con esto se consigue una flexibilidad significativa en la obtención de marcadores polimorfismo. ( Ferreira, M., Grappapaglia, D. 1998)

El análisis mediante AFLP consiste de cuatro etapas. En la primera etapa el ADN genómico total del individuo es cortado con dos enzimas de restricción. En la segunda etapa, se incorporan los adaptadores específicos a los extremos de los fragmentos genómicos generados por la digestión enzimática. En la tercera etapa, una fracción de los fragmentos generados es amplificada selectivamente vía PCR (Polymerase Chain Reaction) utilizando “primers” específicamente diseñados para reconocer las secuencias en los adaptadores. En la cuarta y última etapa, la subpoblación de fragmentos amplificados es separada en geles de alta resolución. ( Ferreira. M., Grappapaglia. D. 1998)

Muchos estudios comprueban que los AFLP son una poderosa técnica de marcadores moleculares de ADN para la detección de polimorfismos especialmente en los casos de niveles extremadamente bajos de polimorfismos. (Tignon, M., *et al.*, 1998, Li *et al.*, 2000., Muzher, B., *et al.* 2007)

#### **2.4. Radiación**

Las más utilizadas y más efectivas son los rayos X y Y habiéndose utilizado también los  $\alpha$ ,  $\beta$ , gamma, neutrones, protones, etc, las unidades que se utilizan que se manejan son roentgen (R) y el rad, la primera es la unidad de exposición: cantidad de radiación que produce una unidad electrostática de carga eléctrica por  $\text{cm}^3$  de aire. El rad (radiation absorbed dose) es la unidad de radiación absorbida: es la radiación que produce una absorción de energía de  $10^{-2}$  Julios por Kg de material tratado. Ambas unidades son equivalentes siendo más fácil trabajar con el rad pues es más fácil medir la absorción que la emisión de energía. (Cubero, J. 2002)

Las radiaciones ionizantes producen daño directo (roturas físicas en la cadena de ADN, a veces con la eliminación de segmentos) o indirecto a través de los iones producidos en el medio (Cubero, J. 2002)

### **2.4.1. Dosis**

La dosis en rad, se pueden medir en muchas formas: mediante emulsiones fotográficas especiales con polímeros que se vuelven opacos con la radiación, en cámaras de ionización, por la conversión de sulfato ferroso en férrico, por calorimetría, etc. Para la aplicación de radiación ionizante, los aparatos vienen ya calibrados; sólo accidentalmente puede surgir un problema de tener que recalibrarlos, y esto es algo que deben hacer los especialistas. Las radiaciones pueden aplicarse en dosis crónicas (de intensidad baja pero durante mucho tiempo) o agudas (lo contrario). Para dosis medias vale la relación clásica entre intensidad y tiempo ( $I \times t = \text{constante}$ ), pero para dosis extremas; la radiación crónica causa su efecto a través de los iones producidos en el medio celular o de pequeñas roturas que permiten medir la rotura del ADN y del cromosoma, pero la aguda ocasiona grandes efectos traumáticos en el material hereditario que no admiten recomposición. Como indicación general, una dosis crónica puede ser de 100 rad al día y na aguda de 100 rad por segundo la determinación de la dosis y de su aplicación a de darse teniendo en cuenta el material de que se trate. (Cubero, J. 2002)

#### **a) Ley de kirchoff**

Establece que la efectividad con la que un cuerpo absorbe radiación de una determinada longitud de onda. Los cultivos y suelos varían considerablemente en su capacidad de absorción y refractan onda corta (OC) pero todos tienen emisión en onda larga (OL) de 0,95; por lo tanto, también absorberán toda la radiación de onda larga que reciban. La absorbicidad y reflectancia del aire en onda larga también obedecerá a la ley de Kirchoff pero suceden en bandas espectrales complejas y no pueden generalizarse fácilmente. (Loomis, R., Connor, D. 2002)

## b) Ley del coseno

La densidad de flujo radiante de una superficie depende de su disposición e relación con la fuente de radiación. Una superficie como la de una hoja situada perpendicularmente a los rayos del sol (formando un ángulo recto con ellos) recibe la máxima radiación por unidad de superficie. Si la superficie esta inclinada respecto a los rayos, la energía se distribuye sobre una mayor área y la densidad del flujo radiante es menor. La densidad del flujo radiante de esta superficie mayor ( $I$ ) se puede calcular por la ley del coseno.

$$I = I_0 \cos \theta$$

Donde  $I_0$  es la densidad de flujo radiante normal al haz y que  $\theta$  es el ángulo de incidencia formando entre la normal a la superficie inclinada y los rayos, esta ley puede expresarse en función del ángulo de inclinación de la superficie.  $I = I_0 \sin (90 - \theta)$ . Cuando el haz de radiación queda fuera del plano normal a la superficie, se necesitan 2 ángulos, uno para la incidencia y otro para el azimut  $A$  para definir la geometría tridimensional  $I = I_0 \cos \theta \cos A$ . (Loomis, R., Connor, D. 2002)

### 2.4.2. Factores que intervienen en la eficacia del agente

En primer lugar, el tipo de radiación, tiene distinta eficacia biológica relativa (que es la relación entre dosis absorbidas de distinto tipo de radiación para producir el mismo efecto biológico); los neutrones son pocos eficaces y aún menos los alfa. En lo que respecta a la longitud de onda, existe independencia entre ella por una parte y la intensidad y forma de aplicación por otra, I menos en un amplio margen (de  $10^{-2}$  a 2 nm aproximadamente). La relación entre la dosis y la proporción de mutaciones obtenidas es lineal para intervalos muy amplios. (Cubéro, J. 2002)

Más importantes son las características del material, ya que el tipo de radiación a aplicar viene frecuentemente obligado por las circunstancias entre ellas son:

-El tipo de tejido: Su constitución, edad, etc. a mayor actividad mayor sensibilidad a la radiación y al contrario los meristemas serán muy sensibles, troncos y órganos de sostén resistentes

-El ciclo de división: a mayor actividad mitótica, mayor sensibilidad: los tejidos de semilla en germinación (pero no seca), los ápices vegetativos, etc.

-El número de cromosomas: a mayor número menor sensibilidad.

-El volumen nuclear: a mayor, mayor sensibilidad; de nuevo los poliploides lo son como en general son las especies con muchos cromosomas

-El genotipo: Hay genes específicos para la reparación del daño

Y entre los factores externos tenemos

-Temperatura: Mayor sensibilidad entre 15 y 16 °C.

-El contenido de agua: con un 4% Se da la máxima resistencia (por eso se debe utilizar semilla seca).

-El oxígeno: a mayor proporción se potencian los efectos (por el papel en el transporte de electrones tras la ionización). (Cubero, J. 2002)

### **2.4.3. Aplicación**

Se precisan instalaciones especiales y con reglamentación asimismo especial. Lo aparatos irradiadores (de longitud de onda mayores a 0,1 nm) ó rayos X, son los únicos fácilmente colocables, lo que elimina la necesidad de protección y medidas adecuadas, los de rayos  $\gamma$  requieren de instalaciones grandes,

costosas y ecológicamente controvertidas, con gran aparato de protección y de seguridad en los aparatos y mecanismos. Se suelen usar como fuente de mutación el Co 60 o de Cs 137 y los haces de neutrones, partículas  $\alpha$ ,  $\beta$ , gamma, etc. requieren instalaciones aun más específicas, se depende en realidad de instalaciones preparadas para la investigación en Física. Por todo ello además de por la eficacia relativa se han preferido siempre los X ó  $\gamma$ . (Cubero, J. 2002)

Las dosis utilizadas en la práctica son muy variables en función de la especie y de todos los factores mencionados en el aparato anterior, sin que se puedan dar reglas generales, valgan el ejemplo. Para papa en la parte aérea se recomienda de 3 a 4 Kilorad (Krad), para la semilla verdadera de papa se recomienda de 30 a 40 Krad. (Cubero, J 2002)

Para la realización de los mutantes de papa de variedad superchola que son el objeto de estudio de esta tesis fue en yemas apicales de 35 Gray (Gy) y para yemas axilares de 30 Gy donde un Gy equivale a un Krad. (Villavicencio, M. 2010)

#### **2.4.4. Mutaciones inducidas y agentes mutágenos**

Las técnicas de mutación inducidas por radiación se han utilizado con éxito y ha beneficiado más y más la mejora genética de los cultivos mayores y esta habilidad tiene un gran potencial para reforzar el uso de especies subutilizadas y abandonadas. Los esfuerzos de FAO/IAEA en la mejora genética de estas especies juegan un papel estratégico complementando el trabajo de esta promocionándose mundialmente. (IAEA, 2003)

El mejoramiento genético de cultivos subutilizados y abandonados a través de la irradiación y técnicas relacionadas comenzaron en 1998 con un objetivo global para mejorar la seguridad alimentaria, reforzar el equilibrio nutritivo y promover la agricultura sustentable. (IAEA 2003)

Los principales tipos de radiación son los siguientes:

-Rayos X

-Radiación Gamma: Cesio 137 y Cobalto 60 (Co-60)

-Radiación ultravioleta: Tiene limitada capacidad de penetración en los tejidos por lo que su uso en experimentos biológicos está restringido al tratamiento de esporas o graos de polen.

-Radiación Beta: Las partículas Beta, electrones, producen un efecto similar aquellos rayos X o Gamma, pero con más baja capacidad de penetración.

-Neutrones: Tienen un amplio rango de energía y son obtenidos de la fisión nuclear en un reactor nuclear con  $^{235}\text{U}$ . Los neutrones han mostrado ser muy efectivos en la inducción de mutaciones en plantas.

-Partículas de aceleradores: Protones, deuterones, partículas alfa. Se ha utilizado básicamente para estudios fundamentales en la determinación de los efectos radiobiológicos.

#### **2.4.5. Riegos de la mutación inducida**

Entre los métodos de conservación de alimentos o de mejorarlos se incluye la irradiación cuya implantación se lo lleva acabo de una manera muy lenta a pesar de los esfuerzos de la FAO y la OMS, entre otras cosas porque sus instalaciones resultan muy costosas y requerimientos legales muy exigentes y al recelo de la opinión pública, y esto se debe a una asociación errónea con la radioactividad incluso cuando se emplea el término ionización por miedos y razones emocionales y carentes de fundamento real. (Gutierrez, J. 2005)



Según OMS, la característica más importante a regularizar en lo referente a seguridad alimentaria, el nivel de energía aplicada para evitar la posible formación de una radioactividad inducida en el alimento irradiado sabiendo que se tiene límites en las dosis aplicadas que no por bajas o moderadas resultan insuficientes para eliminar parásitos e inhibir la germinación o maduración natural de los productos vegetales. (Gutierrez, J. 2005)

En la práctica, un alimento debe tener la consideración de irradiado cuando haya sido tratado con radiaciones ionizantes, mientras que solo será calificado de radioactivo cuando contenga radioisótopos entre sus componentes químicos. Como la radiación ionizante no se retiene, los alimentos irradiados contienen la misma cantidad de radioactividad que cualquier otro alimento, por tanto la radioactividad inducida por esta tecnología carece de significación ya que nunca supera los límites considerados como normales en cualquier alimento convencional y carece de consecuencias negativas para la salud, lo que si el alimento puede durar mas tiempo que un alimento no irradiado. (Gutierrez, J. 2005)

Ningún estudio toxicológico llevado a cabo con alimentos irradiados ha detectado que estos provoquen efectos adversos ya que investigaciones por expertos de Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), Organización Mundial de la Salud (OMS) y La Organización para la Cooperación Económica para el Desarrollo (OCED) dictaminaron que cualquier tipo de alimento puede ser irradiado hasta una dosis máxima de 10 Kilo Gray sin que por ello presente peligro para la salud humana, en donde esta tecnología ha sido propuesta como método alternativo al empleo de aquellos conservadores químicos de alimentos que son de riesgo toxico así como para la resistencia a ciertas enfermedades. (Gutierrez, J. 2005)

#### **2.4.6. Efectos biológicos de las radiaciones Gamma: Co-60**

La radiación electromagnética emitida por el núcleo atómico excitado durante el proceso de excitación a un estado menor de energía. La radiación gamma tiene energías entre diez a la menos quince y diez a la menos diez Julios

correspondientes a un rango de longitud de onda entre diez a la menos diez y diez a la menos catorce, una fuente de radiación gamma es el cobalto 60. (Oxford. 1998)

La radiación electromagnética al interactuar con la materia, sea esta viviente o inanimada, produce en ella fenómenos de excitación o ionización de los átomos que la constituyen, a través de la degradación total o parcial de su energía. Se presume que la mayoría de los efectos biológicos de la radiación se deben a la inducción de cambios químicos dentro de los organismos, como consecuencia de la ionización de sus átomos constituyentes. (Vaca, 1985)

El efecto de la radiación sobre organismos vivos, al igual que sobre la materia inanimada, pueden dividirse en efectos directos e indirectos. Los efectos directos se deben a una ionización en cadena de una sección del material vivo. Los efectos indirectos por la radiación en el material vivo o en el medio ambiente que lo rodea. La presencia de sustanciales cantidades de agua es normal en tejidos vivos. En consecuencia, el efecto indirecto de la radiación tiene un papel muy importante dentro de efecto biológico total de la radiación. (Vaca, 1985)

Los efectos de la radiación sobre organismos vivos, requiere de un cierto tiempo para su manifestación, el mismo que está en relación directa con la dosis de radiación impartida, la distribución de la dosis en el organismo irradiado y de la presencia o ausencia de moléculas químicas tales como O<sub>2</sub>, que incrementa el efecto de la radiación. Así la cadena de reacciones químicas que imparten el daño a las moléculas biológicas críticas (biomoléculas) puede tomar tan poco tiempo como de diez a la menos seis segundos. Sin embargo, la expresión final del daño biológico causado puede tomar horas, días y aún en ciertos casos decenas de años. (Vaca 1985)

El daño inducido por la radiación sobre entes biológicos se asocia principalmente por un deterioro de las reacciones metabólicas propias de un organismo, un aspecto fundamental de los organismos vivos es su capacidad en mayor o menor grado, de reparar el daño causado por la radiación. Esta capacidad está condicionada por varios factores, los cuales quizás el más importante es la dosis

total absorbida. Una dosis de irradiación suficientemente alta suprimiría todos los mecanismos de reparación al daño biológico. (Vaca, 1985)

Los efectos biológicos de la radiación, así como la eficiencia de las mismas, están en relación con el contenido de agua, el genotipo del individuo, la temperatura a la germinación, la edad de los tejidos, el estado de división celular, el número y tamaño de los cromosomas, el tiempo de radiación y la presencia de determinados productos, en el caso de radio-sensibilidad, la correlación en cuanto a la resistencia ante la radiación es inversamente proporcional con el tamaño. Así tenemos que los virus más diminutos entre vivos son los organismos más radio-resistentes. Algunos de ellos sobreviven a dosis hasta de 100 kGy (10 rad) que, el hombre a aproximadamente el otro extremo del rango de complejidad biológica, sufre la muerte con dosis tan bajas como 5 Gy (500 rad). (Vaca, 1985)

Cuando los tejidos vivos reciben las emisiones de la radiación ionizante, y sea de fuentes externas o bien de depósitos internos de radioisótopos, cierta cantidad de energía es absorbida, la cantidad energética retenida es pequeña si se la compara con aquella liberada en forma de calor durante los procesos metabólicos, sin embargo, sus características cualitativas son muy diferentes a pesar de que se localizan físicamente en áreas muy restringidas. En realidad, las radiaciones tienen efectos locales y generales e especial relevancia (Guevara, et al. 2005)

#### **2.4.7. Efectos de las radiaciones**

La cantidad recibida de rayos gamma influye directamente sobre el genoma celular. En este sentido se han descrito diversas clases de mecanismos por los cuales se pueden explicar los daños de las células. Tal vez lo más importante se refieren a aquellos daños relacionados con mutaciones cromosómicas y mutaciones genéticas, las cuales son capaces de incluir individual o colectivamente, incluso cambios de tipo neoplástico, los cuales y considerando su ubicuidad, pueden afectar prácticamente toda la fisiología subcelular, las células más susceptibles a efectos de radiación son aquellas que proliferan

rápidamente. Durante os procesos de división celular os efectos de la radiación son más conspicuos. Se advierte que los tejidos inmaduros y por ende menos diferenciados, son mucho más susceptibles que aquellos que han alcanzado un elevado grado de maduración (Guevara et al. 2005)

#### **2.4.7.1. Acción de las radiaciones gamma**

El efecto que puede tener las radiaciones gamma tienen efectos en diferentes partes como son:

- Radiaciones gamma moleculares
- Radiaciones gamma sobre enzimas
- Radiaciones gamma sobre ácidos nucleicos
- Radiaciones gamma sobre cromosomas
- Radiaciones gamma de alteración de cromosomas numéricos
- Radiación gamma de alteraciones cromosómicas estructurales

(Vaca, 1985)

#### **2.4.8. Inactivadores de radiación**

Normalmente la radiación deja de hacer su efecto inmediatamente cuando se retira de la fuente de radiación pero se puede utilizar al bicarbonato de sodio como un agente inactivador de radiación en un tiempo de 48 a 72 horas.

(Tulmann, A. 2010)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Metodología

##### 3.1.1. Características del sitio experimental

**Cuadro 2.** Ubicación geográfica y política de la localidad

<b>Ubicación geográfica y política de la localidad</b>	
<b>Provincia:</b>	Pichincha
<b>Cantón:</b>	Mejía
<b>Parroquia:</b>	Cutuglahua
<b>Lugar:</b>	Estación Experimental Santa Catalina del INIAP
<b>Altitud:</b>	3050 msnm
<b>Longitud:</b>	78° 33' 15" W
<b>Latitud:</b>	00° 22' 4" S

————— Fuente: Estación Agrometeorológica del INIAP-EESC 2010 —————

##### 3.1.2. Características Agroclimáticas

**Cuadro 3.** Características Agroclimáticas de la localidad

<b>CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS DE LA LOCALIDAD</b>	
<b>Precipitación promedio anual (mm.):</b>	1427 mm
<b>Temperatura promedio anual :</b>	11.7 °C
<b>Heliofania horas luz promedio anual:</b>	1348.9 horas/día
<b>Humedad relativa:</b>	82%
<b>Temperatura máxima promedio anual:</b>	22.3 °C
<b>Temperatura mínima promedio anual:</b>	6.7 °C
<b>Nubosidad promedio anual:</b>	6/8
<b>Velocidad promedio del viento</b>	60 Km/hora

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2007.

Sigagro 2009

### 3.1.3. Características Físicas del suelo

**Cuadro 4.** Características Físicas del suelo de la localidad

<b>Características Física</b>	<b>del suelo de la localidad</b>
<b>Textura:</b>	Franco
<b>Topografía:</b>	plano
<b>Drenaje:</b>	Bueno
<b>pH:</b>	5.5

Fuentes: Proyecto PRSA –INAMHI, 2006

### 3.1.4. Materiales de campo

- Flexómetro.
- Fertilizantes.
- Azadón.
- Rastrillo.
- Estacas.
- Pionas.
- Rótulos.
- Alambre.
- Libro de campo.
- Alicates.
- Martillos.

### 3.1.5. Materiales de oficina

- Computador.
- Hojas para impresión.
- Carpetas.
- Cámara fotográfica.
- Lápiz.
- Marcadores.

### **3.1.6. Materiales de laboratorio**

- Agua destilada.
- Bisturí.
- Guantes.
- Alcohol.
- Material de vidrio.
- Tubos de ensayo.
- Papel toalla.

### **3.1.7. Materiales en invernadero**

- Macetas plásticas.
- Manguera.
- Bandejas.
- Semilleros.
- Turba.
- Arena.
- Tierra negra.
- Etiquetas plásticas.
- Bomba de mochila.
- Paja plástica.
- Vasos plásticos.

## **3.2 MÉTODOS**

### **3.2.1. Factores en estudio**

Plantas mutantes de papa variedad Superchola que presentaron resistencia a Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en condiciones de laboratorio.

### **3.2.2. Diseño experimental**

Para la evaluación se utilizó un diseño de Látices parcialmente balanceados (DLPB) (11X11)

### **3.2.3. Análisis estadístico**

#### **3.2.3.1. Número de tratamientos**

Los tratamientos fueron:

- 1.- Plantas de papa mutantes de variedad Superchola.
- 2.- Plantas de papa de variedad Superchola control.
- 3.- Plantas de papa de variedad INIAP-Fripapa.
- 4.- Plantas de papa de variedad INIAP-Gabriela.
- 5.- Plantas de papa de variedad Uvilla.
- 6.- Plantas de papa de variedad INIAP-Santa Catalina.

#### **3.2.3.2. Número de observaciones**

Para la toma de datos se realizaron tres observaciones por tratamiento es decir se tomó cada una de las plantas que están en la parcela y luego se sacó un promedio para la obtención del dato por parcela y se las tomó cada 8 días desde que la enfermedad se presentó.

#### **3.2.3.3. Características de la unidad experimental**

##### **Densidad de siembra**

Entre plantas:	0.3 m
Entre parcelas:	0.6 m
Entre surcos:	1.2 m
Entre repetición:	1.0 m
Número de repeticiones:	3
Número de surcos por repetición:	11
Número de parcelas por surco :	11
Número de parcelas por repetición:	121
Número de plantas por parcela :	3
Número de plantas por surco:	33
Número de plantas por repetición:	363
Número de plantas por cada mutante:	9



Número total de plantas :	1089
Área total del ensayo:	1103.52 m <sup>2</sup>
Área total neta del ensayo:	680.16 m <sup>2</sup>
Área de parcela neta:	1.2 m <sup>2</sup>

### 3.2.3.4. Análisis de Varianza (ADEVA)

**Cuadro 5.** Esquema del análisis de varianza (ADEVA).

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	
Total ( t x r ) - 1	362	
Repetición ( r - 1)	2	
Tratamiento ( t - 1)	120	
Bloque ajustado k ( t - 1)	10	
Bloque a ( t + k ( t ) )		132
Error intrabloque	230	

### 3.2.3.5. Análisis Funcional

Se aplicó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos en las variables que presentaron significación estadística.

### 3.2.4. Métodos de evaluación y datos tomados

#### 3.2.4.1. Variables agronómicas

- **Porcentaje de prendimiento**

Se contabilizó el número de plantas prendidas del total en la parcela neta, a los 30 días después del transplante y se expresó en porcentaje (%).

### 3.2.4.2. Severidad de Tizón Tardío

- **Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)**
- **Severidad de tizón tardío:** Las lecturas se iniciaron desde el inicio de los primeros síntomas. Cada ocho días se evaluó la severidad del Tizón Tardío en la unidad experimental, mediante una apreciación visual se registró el porcentaje de área foliar afectada, es decir la cantidad de follaje (hojas y tallos) que presentaron lesiones de la enfermedad comparada frente a la totalidad de la planta. Se realizaron las lecturas en las primeras horas de la mañana y siempre haciendo la misma persona a la misma hora. (INIAP/PNRT-Papa. 2006)

Finalmente la severidad se expresó en valores de área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC) para cada tratamiento, estos valores de AUDPC se calculó con las lecturas obtenidas en un ciclo de evaluación, utilizando la siguiente fórmula:

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

**En donde:**

**AUDPC**

**L =** Lectura (expresada en porcentaje)

**L<sub>n</sub> =** Última lectura

**L<sub>n-1</sub> =** Penúltima lectura

**t =** Tiempo entre lecturas

**Nota:** Fórmula utilizada siempre y cuando el tiempo entre lecturas sea el mismo, o también se puede utilizar el promedio entre lecturas, el audpc no posee unidad. (INIAP/PNRT-Papa. 2006)

### 3.2.5.3. Variables de rendimiento

- **Rendimiento por planta**

Se registró el peso de la producción total de la parcela neta en Kg y se dividió para el número de plantas cosechadas. (INIAP/PNRT-Papa. 2006)

### 3.2.6. Manejo del experimento

- Se Obtuvo el material élite de papas mutantes variedad Superchola provenientes del laboratorio de Biotecnología del INIAP, que son plantas in Vitro entregadas en magentas que contienen aproximadamente 20 plantas cada una.
- Se realizó un trasplante a vasos plásticos que contienen un sustrato proporcional de 3:1:1 siendo así 3 partes de turba. 1 parte de arena de río y 1 parte de tierra negra esterilizada.
- Se hizo riegos frecuentes con la cantidad de 20 mm de agua pasando 4 días, saltando una vez el riego fueron fertilizadas con stimufol (20-5-10), siendo la aplicación de 4 veces. Con una dosis de 1 g/l de agua.
- Se Trasplantó luego de 4 semanas cuando las plantas alcanzaron una altura de crecimiento de 10 cm, se colocaron en macetas que contienen un sustrato ya mencionado.
- Las plantas tuvieron un desarrollo óptimo para poder realizar el corte apical y posteriormente esquejes de cada una de ellas.
- Obtener 20 esquejes por cada planta y escoger los 9 mejores esquejes que estén desarrollados ya que se pusieron 3 esquejes por cada parcela.
- Se Colocaron los esquejes en las bandeja con el mismo sustrato proporción 3:1:1 pero este sustrato esta esterilizado.

- Cuando las plantas alcanzaron 10 cm de altura se realizó un trasplante a vasos llenos con el sustrato antes mencionado con una combinación 3:1:1 esterilizado.
- Debió esperarse nuevamente un período de adaptación hasta que llegaron a 10 cm de altura. El tiempo debió ser de una semana fuera del invernadero hasta poder llevar al sitio donde fueron evaluadas.
- Se colocó dispositivos de medición para humedad y temperatura en la localidad para tomar datos semanalmente y saber las condiciones ambientales en las que se encuentra el cultivo.
- Para la evaluación se puso testigos para la enfermedad que son las variedades resistente a tizón tardío como Santa Catalina e INIAP-Fripapa. Las variedades susceptibles a tizón tardío la variedad I-Gabriela, Uvilla y Superchola sin mutar, que fueron obtenidos por esquejes en la misma fecha al realizar los esquejes de las plantas mutantes.

### **3.2.7. Actividades en el campo**

En la localidad en donde fueron evaluadas las plantas mutantes , se realizaron las siguientes actividades:

#### **3.2.7.1. Preparación del terreno**

Las principales labores convencionales de preparación de suelo en el país son: arada y rastrada, la arada consiste en la roturación de la capa superficial a fin de aflojar el suelo e incorporar los residuos vegetales y controlar malezas. La rastra involucra pases cruzados del campo para desmenuzar los terrones del suelo, a fin de obtener una cama superficial suelta donde se realiza las labores de rastra a una profundidad de 10 a 15 cm para establecer condiciones favorables para la germinación y crecimiento del cultivo. Es aconsejable esperar 15 a 30 días entre aradas, a fin de permitir una adecuada descomposición de los residuos vegetales incorporados en cada labor. (Pumisacho, M.2002)

### **3.2.7.2. Trasplante**

Se trasplantó en surcos dispuestos en curvas de nivel de acuerdo a la topografía del terreno, en los cuales se colocaron a una distancia de 0.3 m entre plantas y 1.2 m entre surcos. La plántula fue colocada en el fondo del surco y se tapó con una cantidad de tierra adecuada, cubriéndola lo suficiente y taconeándola, dejando en la superficie un máximo de 5 hojas fuera. Posteriormente se las cubrieron con vasos plásticos transparentes por 8 días como un proceso de adaptación.

### **3.2.7.3. Fertilización**

La producción del cultivo va regido de acuerdo a la existencia de nutrientes del suelo. La planta de papa toma del suelo macro y micro nutrientes. Para conocer la cantidad que necesita el cultivo de elementos es necesario realizar un análisis de suelo para conocer qué cantidad de fertilizantes se debe aplicar, para la absorción de dichos nutrientes se debe tener condiciones óptimas de humedad del suelo, El nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K) y el azufre (S) resultan ser los nutrientes más importantes porque son utilizados por el cultivo de papa en grandes cantidades y que para suplir la falta de estos nutrientes se utilizan fertilizantes químicos que contienen estos elementos. (Pumisacho y Velásquez, 2009)

Para la determinación de la cantidad y tipo de fertilizantes a aplicarse se consideró los resultados del análisis químico de suelo y la recomendación para el cultivo. En la siembra se aplicó Fertipapa siembra (13-32-11-3-4), con una dosis de 15 kg en la parcela de estudio y a los 40 días se aplicó Fertipapa aporque (15-17-19-3-4), con una dosis de 15 kg en la parcela de estudio. Se recomienda aplicar a chorro continuo al fondo del surco y cubrir con una capa delgada de tierra. (Valverde, F., J. Córdova, J. 1998)

### **3.2.7.4. Control de malezas**

La competencia entre malezas y el cultivo de papa puede hacer que el cultivo se debilite, teniendo retardos en el crecimiento y disminuyendo el rendimiento o la calidad de la cosecha. Se debe utilizar varios métodos, tales como los culturales

(rotación de cultivo), los mecánicos (deshierbas y aporques) y, en casos severos, los químicos (herbicidas), para evitar una mayor incidencia de malezas, es necesario poner en práctica las siguientes medidas: Limpiar herramientas y maquinaria, utilizar herbicidas como glifosato (amplio espectro) o específicos como amino (para hoja ancha) y fluazafop-butil (para hoja angosta). Se recomienda esperar 90 días después de la aplicación de los herbicidas para empezar con las labores de preparación del suelo (Paucar, B. 1999). También se puede realizar con la aplicación de Metribuzin 50cc en 20 litros de agua 8 días después de la siembra según las recomendaciones dadas por el INIAP. (INIAP/PNRT-Papa. 2006)

#### **3.2.7.5. Durante el cultivo**

Para evitar la competencia de malezas durante el crecimiento y desarrollo del cultivo se recomienda:

#### **3.2.7.6. Control mecánico**

Retape a los 21 días.

Rascadillo a los 30 o 40 días en variedades tardías.

Medio aporque a los 60 a 80 días en variedades tardías.

Aporque a los 90 días con variedades tardías.

Estas labores se realiza con azadón.

#### **3.2.7.7. Control químico**

Si realizó el control con herbicida y se utilizó metribuzina (Sencor PM 70% y al 35%) en una dosis de 0.6 a 1.2 Kg/ha, respectivamente, en pre y post emergencia. El herbicida recomendado tiene acción prolongada y no estropea al cultivo y a la vez mantiene al terreno limpio de malezas; metribuzina controla las malezas por un lapso de 95 días después de la aplicación del producto) y facilita las labores de medio aporque y aporque. (García, J. 1998)

#### **3.2.7.8. Control de plagas**

Las plagas inséctiles pueden causar pérdidas considerables tanto en

rendimiento como en la calidad de la papa. Para realizar un manejo efectivo de las plagas que atacan a la papa, es preciso identificarlas y conocer las alternativas de manejo integrado.

**Gusano Blanco (*Premnotripes vorax*):** Control etológico, colocando trampas con plantas cebo; control químico, aplicando 2.5 cc de Profenofos o Acefato (2.0 g/l). Para el uso exclusivo en las trampas se pueden emplear carbaryl (3 g/l) la efectividad del insecticida en las trampas y plantas cebo dura alrededor de 15 días. Se recomienda cambiar las ramas de las trampas y volver aplicar el insecticida en las plantas cebo. (Gallegos, P., Avalos, G. 1997)

**Pulguilla (*Epitrix spp*):** Se encuentra presente en casi todas las regiones productoras de papa del país. La pulguilla prolifera en épocas de sequía. Solo se recomienda la aplicación de los insecticidas en infestaciones severas durante los primeros 60 días del cultivo si se encuentra pulguilla. El control se realiza con la aplicación de aplicación de Profenofos, Acefato y Clorpirifos a los 60 dds. en dosis de 1.5 g/l dos aplicaciones. (INIAP/PNRT-Papa 2006)

### 3.2.7.9. Control de enfermedades

El control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), se realizó de acuerdo a las recomendaciones del PNRT-Papa, realizando aplicaciones con Dimetomorf + Mancozeb 1.5 litros/ha. La frecuencia de aplicación depende de las condiciones climáticas y de la incidencia de la enfermedad. (Crissman, C. 2002)

Se realizó 3 aplicaciones a las plantas que fueron de la siguiente manera:

- 1.- La primera aplicación se realizó en invernadero un día antes de sacar las plantas fuera del invernadero para poder realizar la fase de adaptación.
- 2.- La segunda aplicación se realizó a los 15 días cuando se hizo el transplante a campo.
- 3.- La tercera aplicación se realizó a los 15 días después del transplante.

Se hicieron estas aplicaciones para proteger a las plantas para que no estén infectadas hasta que tengan un desarrollo óptimo y una cantidad buena de follaje. Después del desarrollo vegetativo no se aplicó más producto para poder realizar la evaluación de tolerancia o resistencia tizón tardío.

#### **3.2.7.10. Labores culturales**

Se realizó el rascadillo manualmente, cuando las plantas tuvieron de 10 a 15 cm de altura. Esta labor permitió la aireación del suelo. El medio aporque se realizó de forma manual 30 días después del trasplante y dependiendo del desarrollo vegetativo de las plantas (en este momento se efectuó la fertilización complementaria con nitrógeno). Se realizó el aporque después de la siembra a los 45 días del desarrollo de los mutantes de papa.

#### **3.2.7.11. Cosecha**

Se realizó la cosecha con azadones en donde se recogieron los tubérculos de cada planta y se los colocó en una malla individual para determinar el número de tubérculos de cada una de las plantas y posteriormente pesar los tubérculos y calcular el rendimiento.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Variables agronómicas

#### 4.1.2 Porcentaje de Prendimiento (PP)

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento de cada mutante/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios
		Prendimiento (PP)
Total	362	
Repetición	2	1.98 ns
Tratamientos	120	0.97**
Bloque ajustado	10	1.1*
Bloque a	132	1**
Error intrabloque	230	
CV = %	15.12	

ns = No significativo

\* = Significativo al 5%

\*\* = Significativo al 1%

**Cuadro 7.** Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento de cada mutante/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.

N°	Tratamiento	Promedio	Rango	N°	Tratamiento	Promedio	Rango
1	m117	55,7	3a	62	<b>Superchola 102</b>	100	3 c
2	m85	66,7	3ab	63	m90	100	3 c
3	m94	77,7	3abc	64	m86	100	3 c
4	m39	77,7	3abc	65	<b>Uvilla 84</b>	100	3 c
5	m93	77,7	3abc	66	m101	100	3 c
6	m49	77,7	3abc	67	m114	100	3 c
7	m10	77,7	3abc	68	m95	100	3 c
8	m81	77,7	3abc	69	m69	100	3 c
9	m41	77,7	3abc	70	m20	100	3 c
10	m43	77,7	3abc	71	m19	100	3 c
11	m44	77,7	3abc	72	m18	100	3 c
12	m58	89	3 bc	73	m17	100	3 c
13	m115	89	3 bc	74	m15	100	3 c
14	m53	89	3 bc	75	m26	100	3 c
15	m38	89	3 bc	76	m24	100	3 c
16	m82	89	3 bc	77	m23	100	3 c
17	m57	89	3 bc	78	m22	100	3 c
18	m89	89	3 bc	79	m21	100	3 c
19	m71	89	3 bc	80	m8	100	3 c
20	m112	89	3 bc	81	m70	100	3 c
21	m67	89	3 bc	82	m41	100	3 c
22	m16	89	3bc	83	m31	100	3 c
23	m113	89	3 bc	84	m20	100	3 c
24	m5	89	3 bc	85	m14	100	3 c
25	m52	89	3 bc	86	m13	100	3 c
26	m51	89	3 bc	87	m11	100	3 c
27	m80	89	3 bc	88	m100	100	3 c
28	m6	89	3 bc	89	m9	100	3 c
29	m79	89	3 bc	90	m119	100	3 c
30	m47	89	3 bc	91	m55	100	3 c
31	<b>Fripapa 78</b>	89	3 bc	92	m54	100	3 c
32	m109	89	3 bc	93	m48	100	3 c
33	m50	89	3 bc	94	m42	100	3 c
34	m45	89	3 bc	95	m68	100	3 c
35	m46	89	3 bc	96	m66	100	3 c
36	m91	89	3 bc	97	m65	100	3 c
37	m25	89	3 bc	98	m116	100	3 c
38	m88	89	3 bc	99	<b>Catalina 118</b>	100	3 c
39	m60	89	3 bc	100	m33	100	3 c
40	m77	89	3 bc	101	m30	100	3 c
41	m92	89	3 bc	102	m29	100	3 c
42	m7	89	3 bc	103	m28	100	3 c
43	m83	89	3 bc	104	m27	100	3 c
44	m63	89	3 bc	105	m40	100	3 c
45	m56	89	3 bc	106	m37	100	3 c
46	m31	89	3 bc	107	m36	100	3 c
47	m120	89	3 bc	108	m35	100	3 c
48	m121	100	3 c	109	m34	100	3 c
49	m32	100	3 c	110	m110	100	3 c
50	m75	100	3 c	111	m62	100	3 c
51	m74	100	3 c	112	m61	100	3 c
52	m73	100	3 c	113	m59	100	3 c
53	m72	100	3 c	114	m12	100	3 c
54	m70	100	3 c	115	m1	100	3 c
55	m76	100	3 c	116	m64	100	3 c
56	m105	100	3 c	117	m106	100	3 c
57	m104	100	3 c	118	<b>Gabriela 99</b>	100	3 c
58	m103	100	3 c	119	m98	100	3 c
59	m108	100	3 c	120	m97	100	3 c
60	m107	100	3 c	121	m96	100	3 c
61	m111	100	3 c				

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Promedio General: 94.43%

El análisis de varianza para el Prendimiento, cuadro 6, se observan diferencias altamente significativas para tratamientos también para el bloque ajustado, así como para el bloque "a" y no significativo para las repeticiones. El coeficiente de variación fue de 15,12% y un promedio general de 94,33 % de prendimiento.

El buen porcentaje de prendimiento y el bajo coeficiente de variación existente en esta variable se debe a condiciones óptimas de las plantas como es la de sanidad, calidad, buen manejo en las fases de invernadero, fase de adaptación para el transplante y el manejo realizado en campo, teniendo la consideración de tener un buen tamaño de planta así como un buen volumen de raíz y con unas buenas condiciones ambientales de temperatura promedio en el mes de marzo de 13.56 °C con una precipitación de 114.2 mm y una humedad relativa de 82.6 %.

La prueba de Tukey al 5%, cuadro 7, para el prendimiento dando como resultado cinco rangos de significación, que son explicados de la siguiente manera:

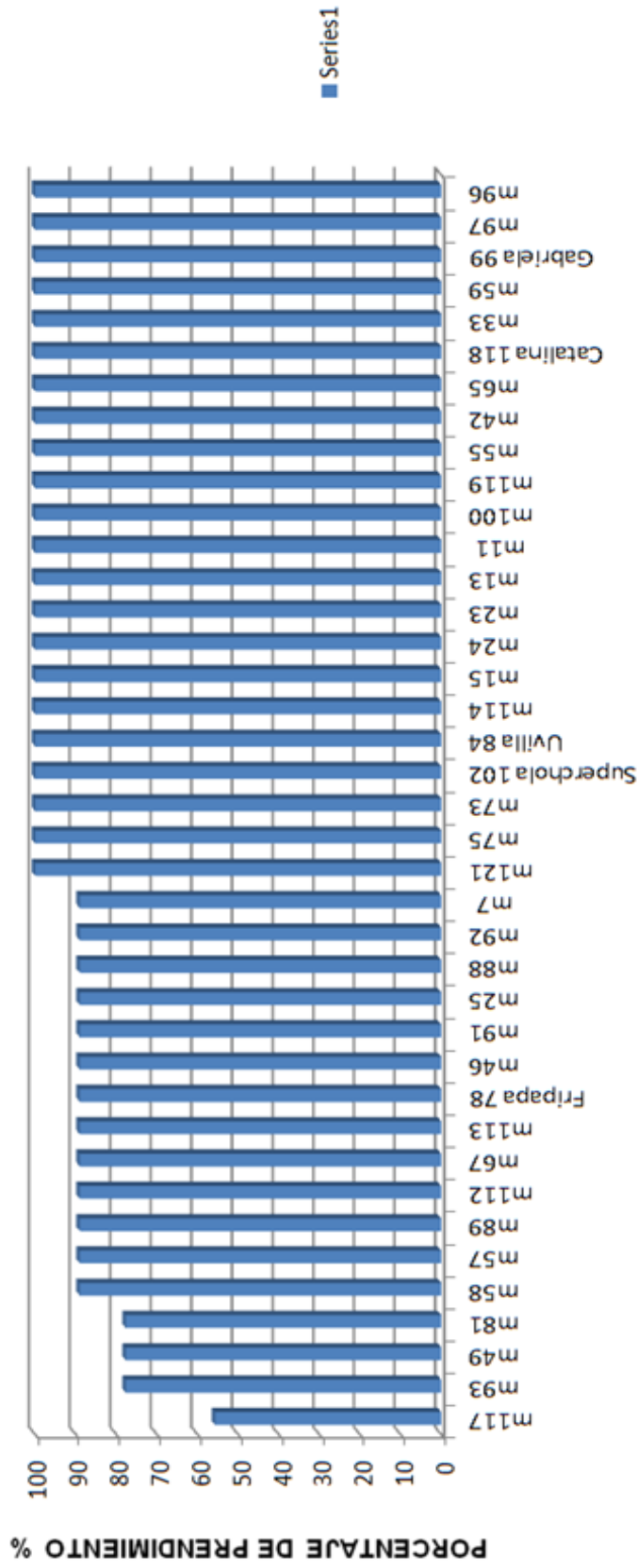
En el primer rango se ubicó el mutantes m-117 que tiene un 55,7 % de porcentaje de de prendimiento

En el segundo rango se ubicó el mutante m-85 que tiene un 66,7% de porcentaje de prendimiento

En el tercer rango se ubicó a nueve mutantes con un porcentaje de prendimiento del 77,7 % tenemos algunos como m-49, el m-81 y el m-93,

En el cuarto rango tenemos a treinta y cinco mutantes conjuntamente con la variedad INIAP-Fripapa con un porcentaje de prendimiento del 89 % nombrando algunos de los mutantes como el m-7, m.25, m-46, m-57, m-58, m-67, el m-88, el m-89, m-91, m-92, m-57, m-112, m-113,.

En el quinto rango con un porcentaje de prendimiento del 100% tenemos a las variedades I-Catalina, I-Gabriela, I-Uvilla, Superchola y setenta mutantes entre los cuales tenemos el m-11, m-13, m-15, m-24, m-23, m-33, m-42, m-55, m-59, m-65, m,73, m-75, m-96, m-97, m-100, m-114, m-119, m-121.



### MUTANTES / VARIETADES

**Gráfico 1.** Porcentaje de prendimiento de los principales mutantes/variedades en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp.*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.

## 4.2. VARIABLE DE RESISTENCIA

### 4.2.1. ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (AUDPC)

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC) de cada mutante/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios
		AUDPC
Total	362	
Repetición	2	5.82 ns
Tratamientos	120	2.51**
Bloque ajustado	10	2.01**
Bloque a	132	2.52**
Error intrabloque	230	
CV = %	15.92	

ns = No significativo

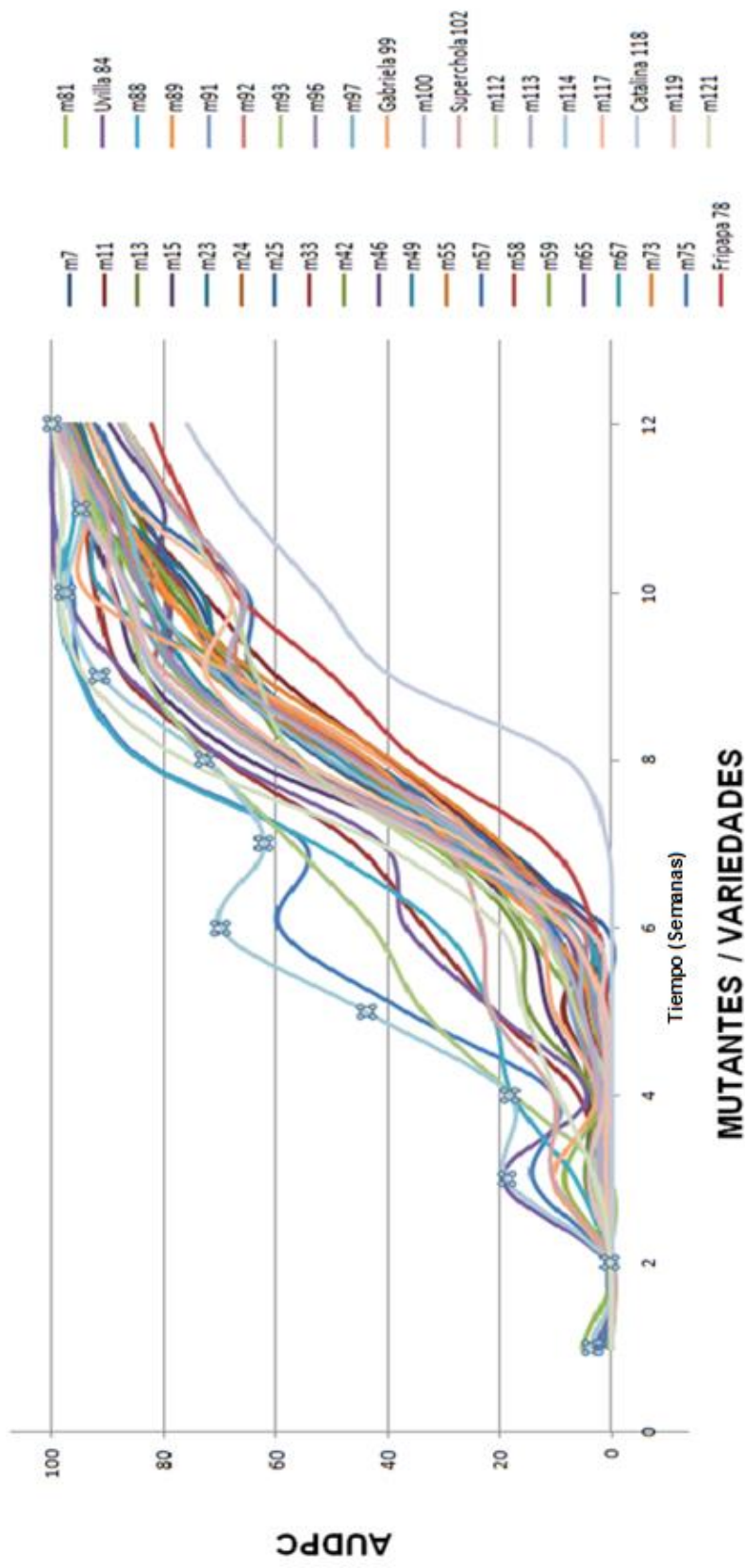
\*\* = Significativo al 1%

**Cuadro 9.** Prueba de Tukey al 5% para el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC) de cada mutante/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.

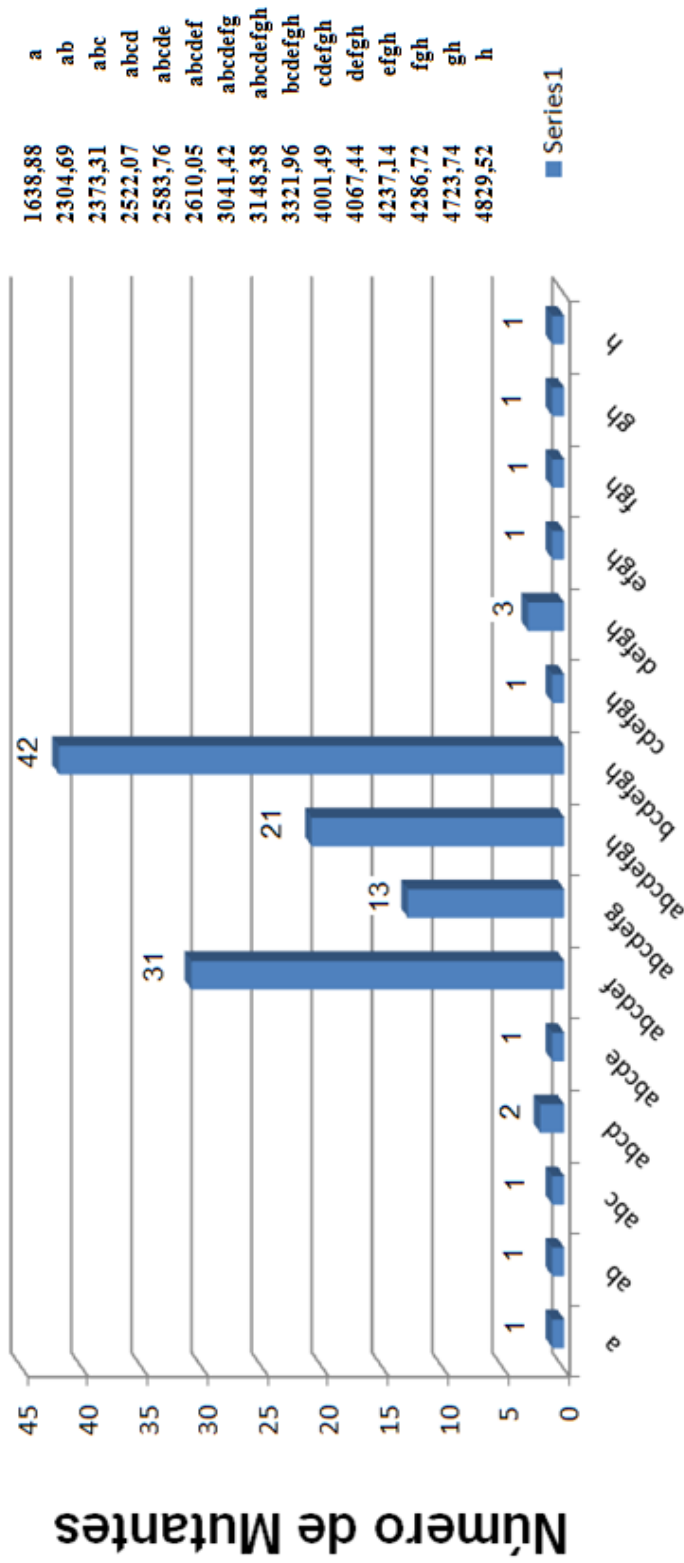
N	Tratamiento	Promedio	Rango	N	Tratamiento	Promedio	Rango
1	<b>Catalina 118</b>	<b>1638,88</b>	<b>3a</b>	62	m26	3248,74	3abcdefgh
2	<b>Fripapa 78</b>	<b>2304,69</b>	<b>3ab</b>	63	m66	3252	3abcdefgh
3	m67	2373,31	3abc	64	m45	3260,23	3abcdefgh
4	m92	2522,07	3abcd	65	m64	3263,34	3abcdefgh
5	m39	2536,24	3abcd	66	m44	3263,46	3abcdefgh
6	m57	2583,76	3abcde	67	m37	3275,5	3abcdefgh
7	m113	2610,05	3abcdef	68	m36	3286,74	3abcdefgh
8	m25	2626,14	3abcdef	69	m34	3298,76	3abcdefgh
9	m8	2661,35	3abcdef	70	m2	3299,64	3abcdefgh
10	m58	2692	3abcdef	71	m72	3304,09	3abcdefgh
11	m117	2709,69	3abcdef	72	m119	3321,96	3 bcdefgh
12	m77	2716,6	3abcdef	73	m21	3326,85	3 bcdefgh
13	m112	2723,96	3abcdef	74	m24	3335,11	3 bcdefgh
14	m89	2736,12	3abcdef	75	m42	3349,73	3 bcdefgh
15	m112	2757,3	3abcdef	76	m61	3363,1	3 bcdefgh
16	m49	2757,3	3abcdef	77	m14	3364,03	3 bcdefgh
17	m13	2778,92	3abcdef	78	m20	3375,94	3 bcdefgh
18	m111	2790,44	3abcdef	79	m27	3380,96	3 bcdefgh
19	m43	2798,96	3abcdef	80	m101	3382,33	3 bcdefgh
20	m55	2806,7	3abcdef	81	m90	3393,5	3 bcdefgh
21	m120	2809,37	3abcdef	82	m50	3400,01	3 bcdefgh
22	m73	2814,27	3abcdef	83	m116	3401,96	3 bcdefgh
23	m7	2830,67	3abcdef	84	m70	3404,18	3 bcdefgh
24	m100	2885,27	3abcdef	85	m1	3436,73	3 bcdefgh
25	m82	2889,57	3abcdef	86	m74	3443,41	3 bcdefgh
26	m83	2915,43	3abcdef	87	m35	3450,19	3 bcdefgh
27	m46	2933,25	3abcdef	88	m51	3466,42	3 bcdefgh
28	m23	2939,61	3abcdef	89	m104	3479,71	3 bcdefgh
29	m100	2942,65	3abcdef	90	m80	3501,92	3 bcdefgh
30	m94	296357	3abcdef	91	m17	3508,03	3 bcdefgh
31	m22	2985,89	3abcdef	92	m56	3510,17	3 bcdefgh
32	m79	2992,32	3abcdef	93	m53	3531,11	3 bcdefgh
33	m97	3000,48	3abcdef	94	m48	3568,36	3 bcdefgh
34	m59	3022,15	3abcdef	95	m15	3569,84	3 bcdefgh
35	m71	3024,59	3abcdef	96	m98	3631,96	3 bcdefgh
36	m55	3032,32	3abcdef	97	m105	3642,09	3 bcdefgh
37	m29	3036,12	3abcdef	98	m40	3654,79	3 bcdefgh
38	m91	3041,42	3abcdefg	99	m19	3703,32	3 bcdefgh
39	m87	3049,65	3abcdefg	100	m85	3712	3 bcdefgh
40	m54	3061,45	3abcdefg	101	m109	3716,49	3 bcdefgh
41	m39	3074,96	3abcdefg	102	<b>Superchola 102</b>	<b>3716,86</b>	<b>3 bcdefgh</b>
42	m32	3084,74	3abcdefg	103	m6	3717,94	3 bcdefgh
43	m63	3086,54	3abcdefg	104	m28	3731,48	3 bcdefgh
44	m107	3089,55	3abcdefg	105	m95	3749,01	3 bcdefgh
45	m52	3097,66	3abcdefg	106	m68	3761,29	3 bcdefgh
46	m103	3110,44	3abcdefg	107	m106	3762,99	3 bcdefgh
47	m110	3113,4	3abcdefg	108	m76	3778,66	3 bcdefgh
48	m16	3117,79	3abcdefg	109	m18	3780,87	3 bcdefgh
49	m86	3132,67	3abcdefg	110	m31	3837,26	3 bcdefgh
50	m41	3141,97	3abcdefg	111	m60	389986	3 bcdefgh
51	m81	3148,38	3abcdefgh	112	m115	3965,68	3 bcdefgh
52	m47	3148,99	3abcdefgh	113	m69	3972,43	3 bcdefgh
53	m96	3171,58	3abcdefgh	114	m33	4001,49	3 cdefgh
54	m41	3176,69	3abcdefgh	115	m121	4067,44	3 defgh
55	m38	3178,65	3abcdefgh	116	m108	4103,35	3 defgh
56	m65	3200,22	3abcdefgh	117	m88	4154,72	3 defgh
57	m30	3200,61	3abcdefgh	118	<b>Uvilla 84</b>	4237,14	3 efg
58	m62	3201,52	3abcdefgh	119	m93	4286,72	3 fgh
59	m12	3226,16	3abcdefgh	120	m114	4723,74	3 gh
60	m9	3229,18	3abcdefgh	121	m75	4829,52	3 h
<b>61</b>	<b>Gabriela 99</b>	<b>3235,66</b>	<b>3abcdefgh</b>				

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Promedio General: 3264.89 % AUDPC



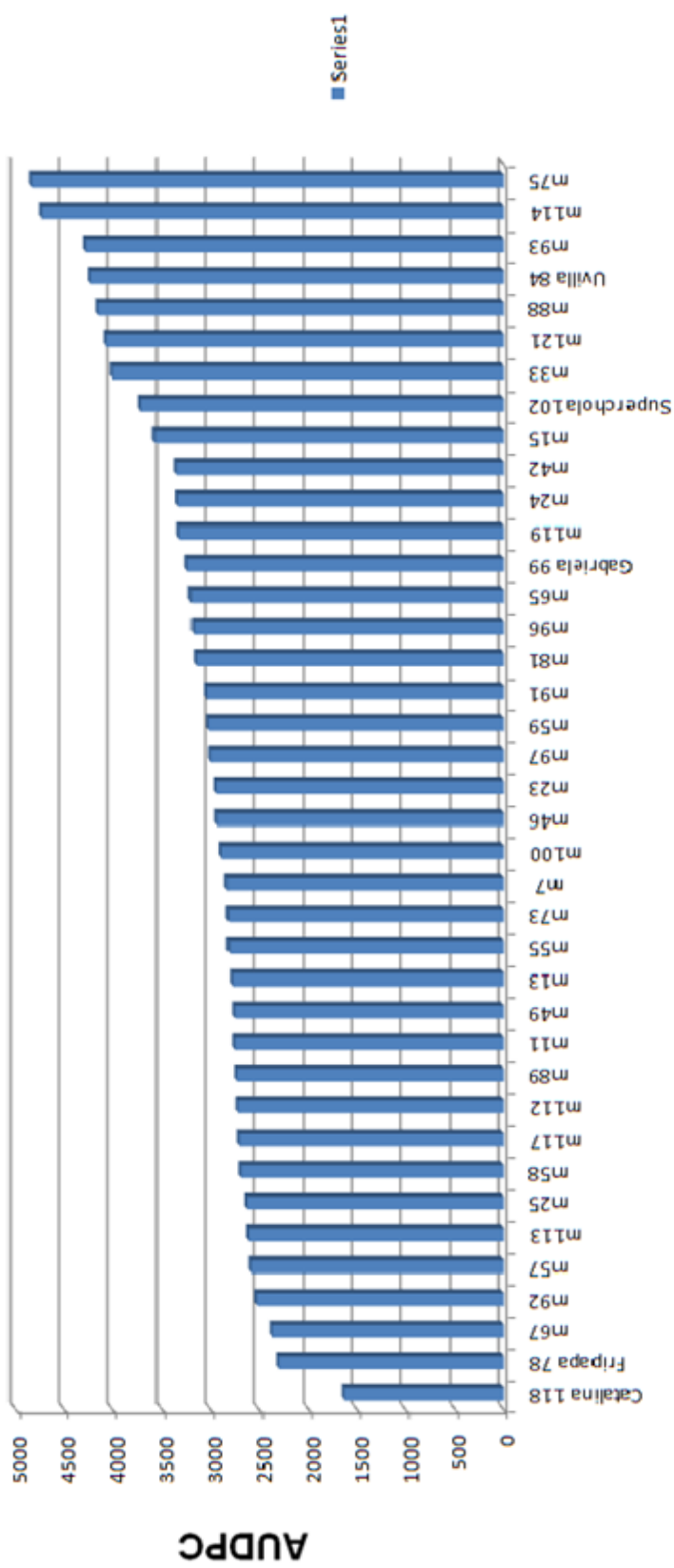
**Gráfico 2.** Proceso de desarrollo de la enfermedad de Tizón Tardío para los principales mutantes/variedades en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, provincia de Pichincha 2010.



**Rangos** (Tukey al 5 %)

**Gráfico 3.** Rangos y Número de mutantes/variedades por rango de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC) en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.





## MUTANTES / VARIEDADES

**Gráfico 4.** Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC) de cada mutantes/variedades en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.

El análisis de varianza para el AUDPC, cuadro 8, se observan diferencias altamente significativas para tratamientos también para el bloque ajustado, así como para el bloque "a" y no significativo para las repeticiones. El coeficiente de variación fue de 15.92% y un promedio general de 3264,89 de valor de AUDPC.

El coeficiente de variación es bajo debido a que la mutación se realizó para tener plantas con resistencia al tizón tardío, al observar el cuadro 9 se mira el valor de AUDPC que es el que mide la resistencia, y se aprecia que son pocos los mutantes que tienen un AUDPC mayor a la variedad Superchola es decir que la mutación fue efectiva para encontrar la resistencia ya que 101 mutantes presentan menor AUDPC que Superchola.

La prueba de Tukey al 5%, cuadro 9, para el AUDPC estableció 15 rangos de significación que son explicados de la siguiente manera:

En el primer rango se ubicó la variedad I-Catalina con un AUDPC de 1638,88.

En el segundo rango se encuentra la variedad I-Fripapa con un AUDPC de 2304,69.

Estas dos variedades presentaron los niveles más altos de resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) comprobando un resultado esperado ya que estas dos variedades presentan resistencia a la enfermedad y que por esta razón fueron utilizadas como testigos resistentes para la presente investigación, con el fin de comprobar con la mutación aplicada a las plantas de Superchola.

En el tercer rango se encuentra el primer mutante que es el m-67 con un AUDPC de 2373,31 siendo el más resistente de todos los mutantes.

En el cuarto rango encontramos a dos mutantes el m-92 con un AUDPC de 2522,07 y m-39 con un AUDPC de 2536,24.

En el quinto rango está el mutante m-57 con un AUDPC de 2583,76.

En el sexto rango se encuentran 31 mutantes, el mutante m-113 con un AUDPC

de 2610,05 que es el más bajo para este rango, el mutante m-25 con un AUDPC de 2626,14, el mutante m-58 con un AUDPC de 2692, el mutante 117 con un AUDPC de 2709,69, el mutante m-112 con un AUDPC de 2723,96, el mutante m-89 con un AUDPC de 2736,12, el m-11 con un AUDPC de 2757,3, el mutante m-49 con un AUDPC de 2757,3, el mutante m-13 con un AUDPC de 2778,92, el mutante m-55 con un AUDPC de 2806,7, el mutante m-73 con un AUDPC de 2814,27, el mutante m-7 con un AUDPC de 2830,67, el mutante m-100 con un AUDPC de 2885,27, el mutante m-46 con un AUDPC de 2933,25, el mutante m-23 con un AUDPC de 2939,61, el mutante m-97 con un AUDPC de 3000,48, el mutante m-59 con un AUDPC de 3022,15 y el mutante m-29 con un AUDPC de 3036,12 que es el más alto para este rango.

En el séptimo rango se encuentran 13 mutantes, donde, el mutante m-91 con un AUDPC de 3041,42 que es el más bajo para este rango y el mutante m-41 con un AUDPC de 3141,97 que es el más alto para este rango de significación.

Se puede considerar que los cuarenta y ocho mutantes que se encuentran desde el tercero hasta el séptimo rango de significación son los moderadamente resistentes al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) ya que todos se encontraron en rangos de significación más bajos que las variedades utilizadas como testigos susceptibles y están en rangos más altos que las variedades testigos considerados como resistentes.

En el octavo rango se encuentran 20 mutantes y una variedad susceptible, el mutante m-81 con un AUDPC de 3148,38 siendo el más bajo para este rango, el mutante m-96 con un AUDPC de 3171,58, el mutante m-65 con un AUDPC de 3200,22, INIAP-Gabriela con un AUDPC de 3235,66, y el mutante m-72 con un AUDPC de 3304,09 que es el más alto para este rango de significación.

Como podemos observar en este rango de significación se presenta el primer testigo susceptible al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) que es la variedad INIAP-Gabriela con lo que se considera a los mutantes que están en este rango como susceptibles al tizón tardío. Debemos tener en consideración que 10 de los mutantes presentan el AUDPC menor que la variedad I-Gabriela y los otros 10 restantes presentan el AUDPC mayor.

En el noveno rango se encuentran el mutante m-119 con un AUDPC de 3321,96, el mutante m-24 con un AUDPC de 3335,11, el mutante m-42 con un AUDPC de 3349,73, el mutante m-15 con un AUDPC de 3569,84, la variedad Superchola con un AUDPC de 3716,86 y al mutante m-69 con un AUDPC de 3972.43 que es el más alto; es decir más susceptible al tizón tardío.

En este rango de significación se presentan cuarenta y un mutantes y el segundo testigo susceptible al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) que es la variedad Superchola, con lo que se considera a los mutantes que están en este rango como susceptibles al tizón tardío. Debemos tener en consideración que 30 de los mutantes presentan el AUDPC menor que la variedad Superchola y los otros 11 restantes presentan el AUDPC mayor.

En el décimo rango se encuentra el mutante m-33 con un AUDPC de 4001,49, desde este rango se encuentran mutantes más susceptibles que la variedad Superchola al tizón tardío.

En el rango décimo primero se encuentra el mutante m-121 con un AUDPC de 4067,44 y el mutante m-88 con un AUDPC de 4154,72.

En el rango décimo segundo rango de significación encontramos al último testigo de susceptibilidad al tizón tardío que es la variedad Uvilla con un AUDPC de 4237,12, esta al ser muy susceptible al tizón tardío se la tomó en consideración para poder verificar y comparar hasta qué punto puede llegar la enfermedad a atacar a las mutantes.

En el rango décimo tercero encontramos a los mutantes m-93 con un AUDPC de 4286,72.

El en rango décimo cuarto encontramos al mutantes m-114 con un AUDPC de 4723,74.

En el rango décimo quinto encontramos al mutante m-75 con un AUDPC de 4829,52 siendo este más susceptible de todos los mutantes.

Desde el décimo hasta el décimo quinto rango de significación son los de

mayor susceptibilidad donde encontramos a los últimos quince mutantes con AUDPC más elevados y al último de los testigos de susceptibilidad que es la variedad Iniap-Uvilla con un AUDPC de 4237,14, y encontramos a 4 mutantes en rangos con AUDPC más altos.

El gráfico 2 del AUDPC presenta claramente la curva del progreso de la enfermedad del tizón tardío así como las curvas se ajustan de forma perfecta a todos los mutantes y variedades testigos, presentándose de acuerdo a las condiciones del ambiente, es decir precipitación, temperatura y de humedad relativa que es como el patógeno va a tener el ambiente perfecto para poder realizar su infección a la planta y de cómo va progresando en el tiempo.

Las precipitaciones observadas en los meses Marzo a junio fueron constantes y ascendentes en los 4 meses siendo los meses de abril y junio los más elevadas en precipitaciones como podemos observar en el anexo 6.

La temperatura en los meses de Marzo a junio fue estable como podemos apreciar en el anexo 7 principalmente en las temperaturas máximas que es cuando el patógeno es más efectivo.

La Humedad relativa en los meses de marzo a junio fue alta como podemos apreciar en el anexo 8 del más del 80 % en todos los meses el cual es perfecta para que el patógeno pueda ser muy efectivo.

En cuanto al genotipo de los mutantes se puede decir, que la irradiación con rayos gamma y fuente de cobalto 60 para obtener la resistencia al tizón tardío fue efectiva ya que los de los 116 mutantes, 101 presentan más resistencia o un AUDPC menor que la variedad principal testigo que es Superchola, claro está que también existieron mutantes con genes que presentaron susceptibilidad o AUDPC muy elevados, claro está que en campo se presentaron los tipos de razas existentes de *Phytophthora infestans* de la zona, presentando los mutantes la resistencia a la plaga.

El coeficiente de variación es bajo debido a que la mutación se realizó para tener plantas con resistencia al tizón tardío, al observar el cuadro 9 se mira el valor de AUDPC que es el que mide la resistencia, y se aprecia que son pocos los

mutantes que tienen un AUDPC mayor a la variedad Superchola es decir que la mutación fue efectiva para encontrar la resistencia ya que 101 mutantes presentas menor AUDPC que Superchola

### 4.3. Rendimiento

**Cuadro 10.** Análisis para el rendimiento de cada mutante/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios
		Rendimiento
Total	362	
Repetición	2	38.96 ns
Tratamientos	120	2.1 **
Bloque ajustado	10	4.59 **
Bloque a	132	2.84 **
Error intrabloque	230	
CV = %	45.6	

ns = No significativo

\*\* = Significativo al 1%

**Cuadro 11.** Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de cada mutante/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, provincia de Pichincha 2010.

N	Tratamiento	Promedio	Rango	N	Tratamiento	Promedio	Rango
1	m24	0,2	3a	62	m104	0,6	3abc
2	m69	0,2	3a	63	m62	0,62	3abc
3	m37	0,22	3a	64	m2	0,62	3abc
4	m115	0,23	3a	65	m43	0,62	3abc
5	m88	0,25	3ab	66	m54	0,63	3abc
6	m121	0,26	3ab	67	m106	0,63	3abc
7	m117	0,27	3ab	68	m20	0,63	3abc
8	m18	0,27	3ab	69	m98	0,63	3abc
9	m81	0,27	3ab	70	m63	0,63	3abc
10	m15	0,28	3abc	71	m83	0,65	3abc
11	m109	0,28	3abc	72	m120	0,65	3abc
12	m57	0,3	3abc	73	m21	0,67	3abc
<b>13</b>	<b>Gabriela 99</b>	<b>0,3</b>	<b>3abc</b>	74	m33	0,67	3abc
14	m38	0,3	3abc	75	m72	0,68	3abc
15	m52	0,32	3abc	76	m101	0,68	3abc
16	m19	0,32	3abc	77	m66	0,7	3abc
17	m90	0,32	3abc	78	m35	0,7	3abc
18	m114	0,33	3abc	79	m67	0,7	3abc
19	m60	0,33	3abc	80	m23	0,7	3abc
20	m108	0,35	3abc	<b>81</b>	<b>Fripapa 78</b>	<b>0,72</b>	<b>3abc</b>
21	m100	0,37	3abc	82	m1	0,72	3abc
22	m17	0,37	3abc	83	m86	0,72	3abc
23	m85	0,37	3abc	84	m87	0,72	3abc
24	m116	0,38	3abc	85	m74	0,72	3abc
25	m29	0,38	3abc	86	m100	0,72	3abc
26	m71	0,38	3abc	87	m11	0,72	3abc
27	m68	0,38	3abc	88	m110	0,73	3abc
28	m5	0,39	3abc	89	m92	0,73	3abc
<b>29</b>	<b>Uvilla 84</b>	<b>0,4</b>	<b>3abc</b>	90	m61	0,73	3abc
30	m77	0,4	3abc	91	m73	0,75	3abc
31	m14	0,4	3abc	92	m95	0,75	3abc
32	m28	0,41	3abc	93	m93	0,77	3abc
33	m30	0,42	3abc	94	m91	0,77	3abc
34	m3	0,45	3abc	95	m46	0,77	3abc
35	m8	0,45	3abc	96	m48	0,78	3abc
36	m94	0,45	3abc	97	m64	0,78	3abc
37	m75	0,47	3abc	98	m56	0,78	3abc
38	m12	0,47	3abc	99	m26	0,78	3abc
39	m76	0,47	3abc	100	m96	0,79	3abc
40	m36	0,47	3abc	101	m7	0,8	3abc
41	m9	0,47	3abc	102	m97	0,8	3abc
42	m79	0,49	3abc	103	m59	0,8	3abc
43	m107	0,5	3abc	104	m13	0,81	3abc
44	m22	0,5	3abc	105	m112	0,82	3abc
45	m119	0,5	3abc	106	m25	0,82	3abc
46	m16	0,5	3abc	107	m58	0,82	3abc
47	m105	0,52	3abc	108	m51	0,85	3abc
48	m80	0,52	3abc	<b>109</b>	<b>Superchola 102</b>	<b>0,85</b>	<b>3abc</b>
49	m70	0,52	3abc	110	m47	0,9	3abc
50	m27	0,53	3abc	111	m31	0,9	3abc
51	m53	0,53	3abc	112	m40	0,97	3abc
52	m111	0,55	3abc	113	m45	0,98	3abc
53	m104	0,56	3abc	114	m113	1	3abc
54	m4	0,57	3abc	115	m39	1,02	3abc
55	m32	0,57	3abc	116	m55	1,03	3abc
56	m41	0,58	3abc	117	m89	1,05	3abc
57	m6	0,58	3abc	<b>118</b>	<b>Catalina 118</b>	<b>1,09</b>	<b>3 bc</b>
58	m82	0,6	3abc	119	m49	1,12	3 bc
59	m34	0,6	3abc	120	m65	1,15	3 c
60	m44	0,6	3abc	121	m42	1,15	3 c
61	m50	0,6	3abc				

Promedio 0.59 Kg /planta

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%



El análisis de varianza para el rendimiento cuadro 10, se observan diferencias altamente significativas para tratamientos también para el bloque ajustado, así como para el bloque a y no significativo para las repeticiones. El coeficiente de variación fue de 45,6 % y un promedio general de 0.59 kg/planta de rendimiento

La prueba de Tukey al 5%, cuadro11, para el Rendimiento estableció cinco rangos de significación, en el primer rango se ubicó a 4 mutantes, el mutante m-24 con un rendimiento de 0,2 kg/planta, y el m-115 con un rendimiento de 0,23 kg/planta que es el más alto para este rango.

El segundo rango de significación tenemos a 5 mutante, el mutante m-88 con un rendimiento de 0.25 kg/planta el más bajo para este rango con el mutante m-121 con un rendimiento de 0.26 Kg/planta, el m-117 con un rendimiento de 0.27 kg/planta, y al mutante m-81 con un rendimiento de 0.27 kg/planta que es el más alto de este rango de significación

El rendimiento de todos los mutantes de este rango es bajo en comparación al promedio que es de 0,59 kg/planta.

En el tercer rango de significación tenemos a 4 variedades y a 104 mutantes, el mutante m-15 con un rendimiento de 0,28 kg/planta, el más bajo para este rango, el mutante m-57 con un rendimiento de 0,3 kg/planta, tenemos a un testigo que es la variedad I-Gabriela con un rendimiento 0,3 kg/planta, el mutante m-114 con un rendimiento de 0,33 kg/planta, encontramos a otro testigo que es la variedad Uvilla con un rendimiento de 0,4 kg/planta, con el mutante m-75 con un rendimiento de 0,47 kg/planta, el m-119 con un rendimiento de 0,5 kg/planta, el m-33 con un rendimiento de 0,67 kg/planta, el m-67 con un rendimiento de 0,7 kg/planta, el m-23 con un rendimiento de 0,7 kg/planta, encontramos a otro testigo la variedad I-Fripapa con un rendimiento de 0,72 kg/planta, el m-100 con un rendimiento de 0,72 kg/planta, el m-11 con un rendimiento de 0,72 kg/planta, el m-92 con un rendimiento de 0,73 kg/planta, el m-73 con un rendimiento de 0,75 kg/planta, el m-91 con un rendimiento de 0,77 kg/planta, el m-93 con un rendimiento de 0,77 kg/planta, el m-46 con un rendimiento de 0,77 kg/planta, el m-96 con un rendimiento de 0,79 kg/planta, el

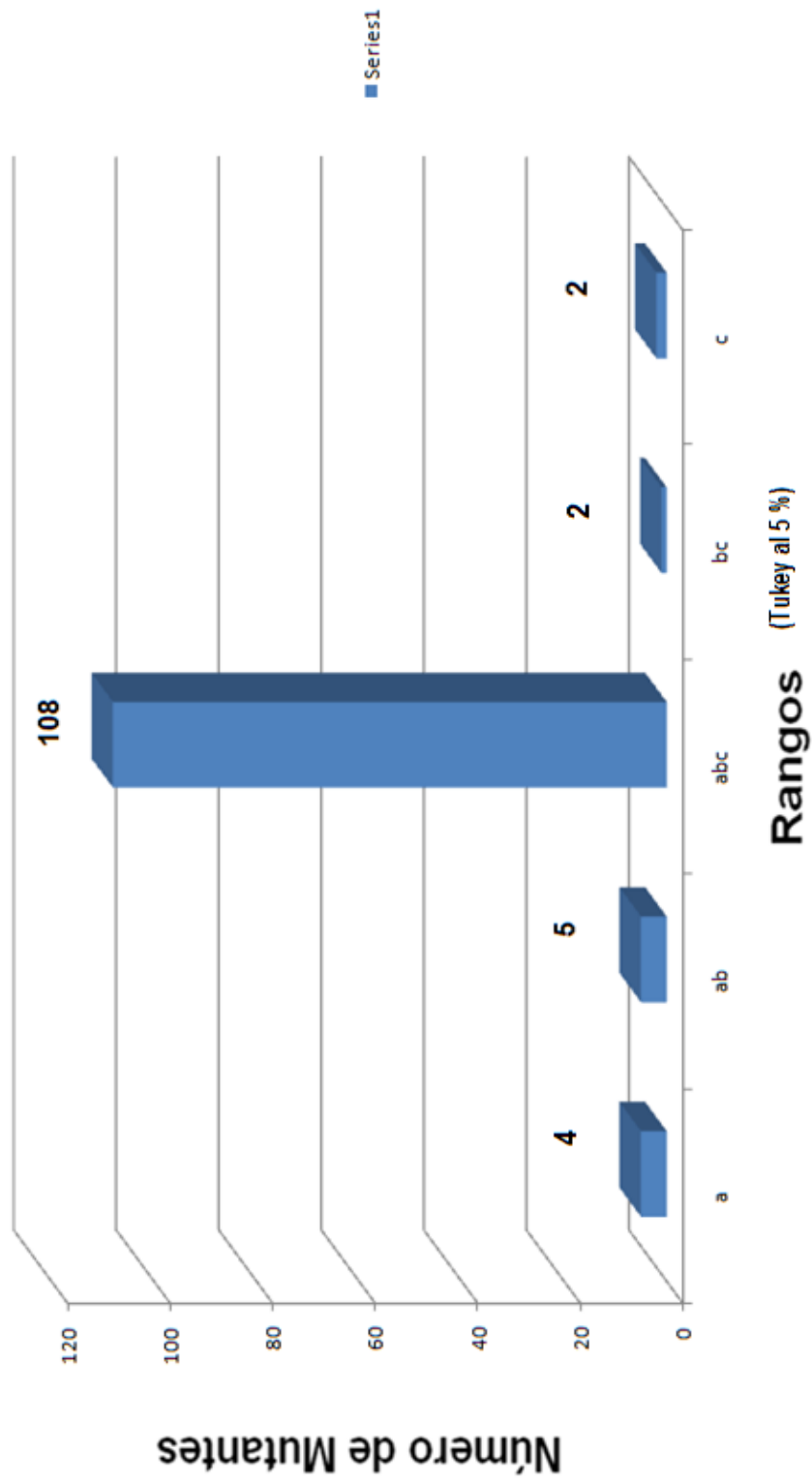
m-7 con un rendimiento de 0,8 kg/planta, el m-97 con un rendimiento de 0,8 kg/planta, el m-57 con un rendimiento de 0,8 kg/planta, el m-13 con un rendimiento de 0,81 kg/planta, el m-112 con un rendimiento de 0,82 kg/planta, el m-25 con un rendimiento de 0,82 kg/planta, el m-58 con un rendimiento de 0,82 kg/planta, encontramos a un testigo que es la variedad Superchola con un rendimiento de 0,85 kg/planta, el m-113 con un rendimiento de 1 kg/planta y el m-89 con un rendimiento de 1,05 kg/planta siendo este el más alto

En este rango de significación están casi todos los mutantes analizados 55 tienen un rendimiento menor al promedio y 61 de los mutantes presentaron un rendimiento mayor que el promedio general pero es interesante observar a los testigos que son I-Gabriela con un rendimiento de 0,3 kg/planta, al testigo I-Uvilla con un rendimiento de 0,4 kg/planta, que son de rendimiento bajo y se ve que la enfermedad les afectó en su productividad confirmando así que el ataque de la enfermedad afecta en la productividad en comparación con el promedio que se obtuvo en esta investigación, tenemos al testigo I-Fripapa con un rendimiento de 0,72 kg/planta que es más alto que el promedio general. El testigo Superchola con un rendimiento de 0,85 kg/planta que es el rendimiento más alto de los testigos por que quizás influyó que al momento de realizar el trabajo en campo se utilizó tubérculo semilla y no plantas in-vitro como el resto del cultivo y mutantes. Esta variedad presentó pocos tubérculos/planta pero de tamaño grande en comparación al resto que presentaron mayor número de tubérculos/planta pero de tamaño pequeño

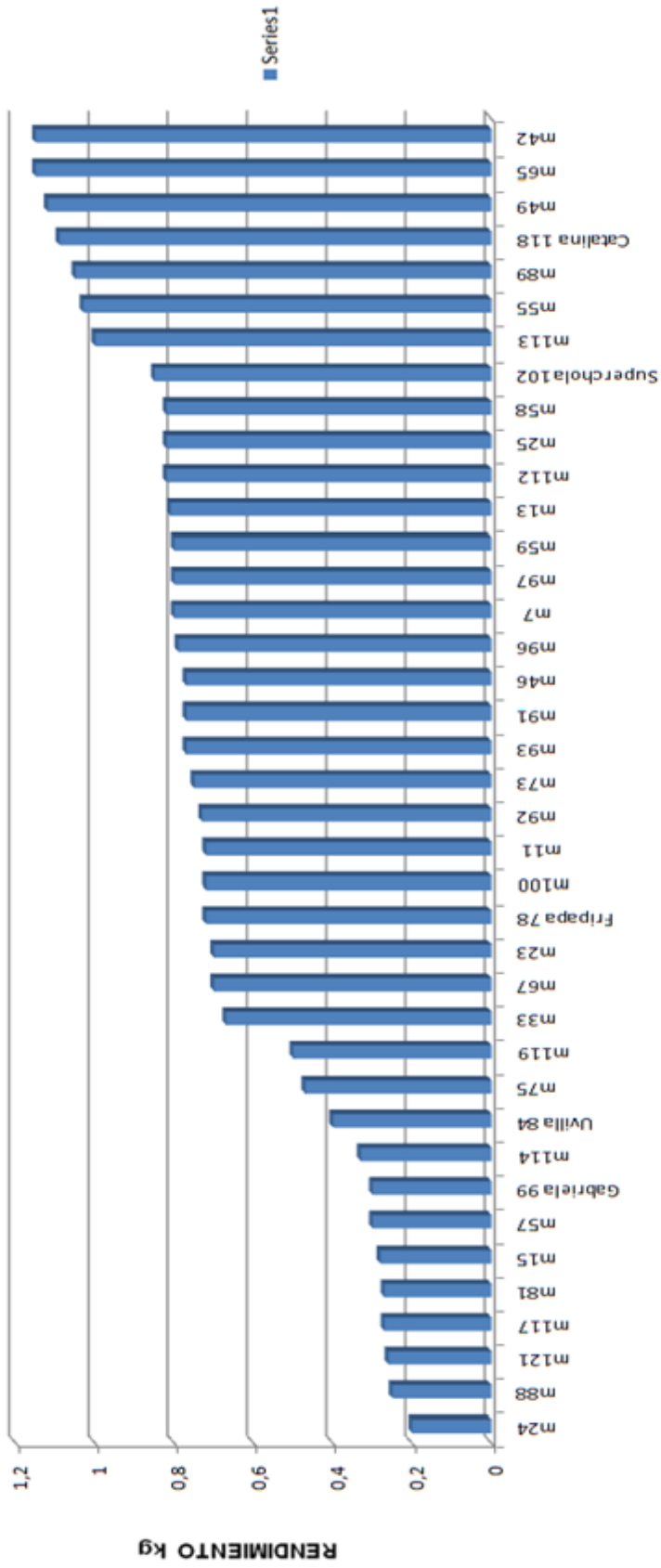
En el cuarto rango encontramos a la variedad I-Catalina con un rendimiento de 1,09 kg/planta y al mutante m-49 con un rendimiento de 1,12 Kg/planta

En el quinto rango encontramos a los mutante m-42 y m-65 con un rendimiento de 1,15 kg/planta.

En el cuarto y quinto rango de significación están 3 mutantes con un rendimiento que van desde 1,12 kg a 1,15 kg/planta que es casi el doble del promedio general, mismos que además presentaron valores promedios altos de rendimiento y lecturas intermedias de AUDPC.



**Gráfico 5.** Rangos y Número de mutantes/variedades por rango de Rendimiento en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.



### MUTANTES / VARIEDADES

**Gráfico 6.** Rendimiento de los principales mutantes/variedad en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, Provincia de Pichincha 2010.

**Cuadro 12.** Mejores mutantes y variedades para el Prendimiento, AUDPC y Rendimiento en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma. En Mejía, provincia de Pichincha 2010.

MUTANTE	AUDPC	RENDIMIENTO kg/planta	PRENDIMIENTO %
I-Catalina	1638,88	1,09	100
I-Fripapa	2304,69	0,72	89
m-67	2373,31	0,70	89
m-92	2522,07	0,73	89
m-113	2610,05	1,00	89
m-25	2626,14	0,82	89
m-58	2692,00	0,82	89
m-112	2723,96	0,82	89
m-89	2736,12	1,05	89
m-11	2757,30	0,72	100
m-49	2757,30	1,12	77,7
m-13	2778,92	0,81	100
m-55	2806,70	1,03	100
m-73	2814,27	0,75	100
m-7	2830,67	0,80	89
m-100	2885,27	0,72	100
m-46	2933,25	0,77	89
m-23	2939,61	0,70	100
m-97	3000,48	0,80	100
m-59	3022,15	0,80	100
I-Gabriela 99	3235,66	0,3	100
Superchola 102	3716,86	0,85	100
I-Uvilla	4237,14	0,40	100
Promedio	3264,89	0,59	94,43
CV %	15,92	45,60	15,12

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Las variedades que presentaron el mejor porcentaje de prendimiento fueron I-Catalina, I-Gabriela, Uvilla, Superchola así como también setenta mutantes fue el 100 % de prendimiento, mientras que la variedad I-Fripapa y treinta y cinco mutantes tuvieron el 89% de prendimiento, nueve mutantes tuvieron 77,7% de prendimiento y tan sólo 2 mutantes tuvieron prendimiento más bajos el mutante m-85 con el 66,7 % de prendimiento y el m-117 con el 55,7% de prendimiento con un coeficiente de variación de 15,12%.
- Las variedades que presentaron los niveles bajos de AUDPC fueron Santa Catalina que presentó un AUDPC de 1638,88 e I-Fripapa con un AUDPC de 2304,69, comprobando los resultado de cultivos resistentes al tizón tardío (*Phytophthora infestans*). El mutante con mayor resistencia fue el m-67 con un AUDPC de 2373,31, mientras que la variedad I-Gabriela con un AUDPC de 3235,66, La variedad Superchola con un AUDPC de 3716,86, la variedad Uvilla fue la más susceptible de los testigos con un AUDPC de 4237,14 y el mutante más susceptible fue el m-75 con un AUDPC de 4829,52.
- El mutante con el rendimiento más bajo fue m-24 con un rendimiento de 0.2 kg/planta, la variedad I-Gabriela con 0.3 kg/planta, la variedad I-Uvilla con 0.4 kg/planta, la variedad I-Fripapa con 0.72 kg/planta y la variedad Superchola con 0.85 kg/planta así como sesenta y un mutantes tuvieron un rendimiento mayor del promedio que fue 0.59 kg/planta, y la variedad que presento el mayor rendimiento fue Santa Catalina con 1.09 Kg/planta y el que mayor rendimiento presentó fue el mutante m-42 con 1.15 kg/planta.
- Los mejores mutantes con un buen prendimiento, niveles bajos de AUDPC y buen rendimiento fueron 18, siendo los mutantes m-67; m-92; m-113; m-25; m-58; m-112; m-89; m-11; m-49; m-13; m-55; m-73; m-7; m-100; m-46; m-23; m-97; m-59. (Cuadro 12 para descripción).

- La radiación inducida a la variedad Superchola con rayos gamma y fuente de Cobalto 60, fue benéfica ya que se encontró un número de mutantes con un buen prendimiento, AUDPC menor y buen rendimiento en comparación a las variedades susceptibles testigos al tizón tardío como I-Gabriela y Superchola sin la aplicación de radiación gamma con fuente de cobalto 60.

## 5.2. Recomendaciones

- Se debe trabajar con los mutantes que presentaron los valores promedios más altos de prendimiento, menor AUDPC y rendimiento, por lo menos un ciclo más para así poder comprobar de la resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*).
- Sembrar los mutantes para establecer el verdadero rendimiento y calidad que pueden llegar a tener.
- Realizar por lo menos un ciclo de cultivo con la aplicación de fungicidas para medir la posible reducción de producto y la eficacia de los mutantes.
- Trabajar con los mutantes que presentaron los promedios altos de prendimiento y rendimiento y menor AUDPC en otras zonas agroecológicas de importancia del cultivo y de alta incidencia y severidad de tizón tardío como e las provincias del Carchi con el cultivar de Superchola.



## VI RESUMEN Y SUMMARY

### 6.1. Resumen

La presente investigación se realizó en el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP en la Estación Experimental Santa Catalina en la Provincia de Pichincha en el Cantón Mejía con una precipitación anual de 1427mm, humedad relativa del 85 %, temperatura promedio anual es de 11,7 °C, con una heliofania de 1348,9 horas/año.

El ensayo tuvo como objetivo evaluar y seleccionar plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en la variedad Superchola, obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma, en condiciones de campo. El factor en estudio fueron 150 Plantas mutantes de papa variedad Superchola que presentaron resistencia a Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en condiciones de laboratorio y se utilizó como testigos a cinco variedades, dos con resistencia al tizón tardío la variedad Santa Catalina, INIAP-Fripapa y tres variedades susceptibles al tizón tardío como son INIAP-Gabriela, Uvilla y Superchola.

El diseño utilizado fue el de látices parcialmente balanceados 11 x 11 con tres repeticiones. Las variables en estudio fueron el porcentaje de prendimiento, la severidad al tizón tardío, y el rendimiento, cuyos valores fueron analizados estadísticamente encontrándose diferencias altamente significativas en los tratamientos, bloque ajustado y bloque para tres variables y no significativas en las repeticiones para tres variables en estudio. Para la evaluación a la resistencia al tizón tardío para los 121 tratamientos se realizó las lecturas semanales determinando el porcentaje de infección y con los datos obtenidos se calculó el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC), el que presentó el menor AUDPC fue la variedad Santa-Catalina con de 1638,88, el mutante con mayor resistencia fue el m-67 con un AUDPC de 2373,31 mientras que el más susceptible al tizón tardío fue el mutante m-75 con un AUDPC de 4829,52. Para la variable de rendimiento se contaron el número de tubérculos y se registro el peso y promediando para el número de plantas de cada tratamiento teniendo al de menor rendimiento fue el m-24 con 0,2 Kg/planta y el de mayor rendimiento fue el mutante m-42 con 1,15 Kg/planta.

Como resultado de esta investigación se seleccionaron 18 mutantes con una buena resistencia y niveles bajos de AUDPC, alto preclivamiento y rendimiento siendo estos los mutantes: m-67; m-92; m-113; m-25; m-58; m-112; m-89; m-11; m-49; m-13; m-55; m-73; m-7; m-100; m-46; m-23; m-97; m-59. Como podemos apreciar en el anexo 12

## 6.2. SUMMARY

This investigation was realized in the Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP from Ecuador, at the Experimental Station Santa Catalina, Pichincha Province, Mejía Canton with an annual precipitation of 1427mm, 85 % relative humidity, 11,7 °C, and heliofania of 1348,9 per year.

The principal objective of this research was select mutant plants with resistance to the “tizón tardío” (*Phytophthora infestans*) in the variety Superchola. This variant was obtained with gamma ionizing radiations in land conditions. 150 mutant plants of the variety Superchola were the factor of study, these plants presented resistance to the “Tizón Tardío” (*Phytophthora infestans*) in laboratory conditions; five varieties were used like witness in this way: Two with resistance to the “tizón tardío” Santa Catalina variety and INIAP-Fripapa, and three varieties susceptible to the tizón tardío such as INIAP-Gabriela, Uvilla y Superchola.

The design used was “lattices” partially balanced 11 x 11 in three repetitions. The variables studied were infection percentage, harshness to the tizón tardío, and performance; these values were analyzed statistically and it has been found meaningful differences in the treatments, tight block and block to three variables non meaningful in the repetitions for three variables in study. For the evaluation to the resistance to the tizón tardío were realized weekly readings to the 121 treatments establishing the infection percentage; with these results were calculated the Area Under Disease Progress (AUDPC), (Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad). The Santa Catalina variety presented the lower (AUDPC) with 1638,88, the mutant with the best resistance was m-67 with AUDPC of 2373,31 and the mutant m-75 was the most susceptible with AUDPC of 4829,52. For performance variable has been counted the number of tubers, then were registered their weight and the average was the number of plants of each treatment; the less

performance was m-24 with 0,2 Kg/plant but the best performance was the mutant m-42 with 1,15 Kg/plant.

As results of this research has been selected 18 mutants with good resistance and lower levels of AUDPC, high apprehension and performance, these are : m-67; m-92; m-113; m-25; m-58; m-112; m-89; m-11; m-49; m-13; m-55; m-73; m-7; m-100; m-46; m-23; m-97; m-59.  
(See attached 12)

## VII BIBLIOGRAFÍA

- 1.- AGRIOS, G. 2002 Fitopatología. 2ed. México, MX. Limusa p 278
- 2.- AGROANCASH, 2008 Plan regional por el AIP consultado el 29 de junio 2009 disponible en:  
<http://www.agroancash.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/botanica.html>
- 3.- AHLQOWALIA, B.S. 1997 Improvement of Horticultural Plants Through *in vitro* Culture and Induced Mutations. ISHS Acta Horticulture 447, 545-550. III International Symposium on *In vitro* Culture and Horticultural Breeding. Jerusalén-Israel.
- 4.- ALBORNOZ, G. 1974. Origen – Importancia – Morfología y taxonomía de la papa. Primer curso nacional sobre la tecnología del cultivo de la papa. Septiembre 9-20. Quito-Ecuador. 6-7 p
- 5.- ANDRADE, H., CUESTA, X. y OYARZÚN, P. 2000 . Mejoramiento participativo en Ecuador aplicado el incremento de la severidad de *Phytophthora infestans* en el INIAP. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, y Programa Nacional de Raíces y Tubérculos. Pp 1-8
- 6.- ARSE F. 2002 El cultivo de la patata. España. Editorial Mundi-Prensa Madrid Pp. 42
- 7.- ASSEYEVA, T. & BLAGOVIDOVA, M., 1935. Artificial mutations in the potato. Bull. Appl. Bot, Genet. PI Breed. (Leningrad). Ser. A. 15, 81-85.
- 8.- AZPITARTE, E. 2000. Aplicación de Biotecnología la Mejora Genética de la patata. *NEIKER*- Instituto Vasco de investigación y Desarrollo Agrario. In: J. Pascualeña & E.Ritter (Eds). Libro de Actas del Congreso

Iberoamericano de Desarrollo en Patata. Julio, vitoria-Gastéis, España.

- 9.- BALKEMA, G. H. 1971 Chimerism and diplontic selection. Thesis, Wageningen, Netherlands. A. Balkema, Rotterdam-Kaapstad, traducido por Roberto López y Mónica López
- 10.- BAUR, E. 1909 das Wesen und die erblichkeitverhältnisse der varietales albomarginatae. Von *Pelargonium zonale*. Zeits. Ind. Abst. Vet. Lehre 1, 330-351
- 11.- BUSHONG, S. 2010. Manual de radiología para técnicos, Física, Biología y protección radiológica. editorial Elsevier. Barcelona España Pp 565
- 12.- CAMANDRO, E. 2000. Mejoramiento genético de hortalizas, Buenos aires, Argentina, consultado el 5 de agosto 2010 disponible en: <http://www.metasearch.com>
- 13.- CARDONE, S. OLMOS, S. y ECHENIQUE, V. 2004. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Parte III: Métodos para generar variabilidad. (Capítulo 1) Ediciones INTA. P. 81-96
- 14.- CHALEFF, R. S. 1983. Isolation of agronomically useful mutants from plant cell cultures Science, 219, 676-82. traducido por Roberto López y Mónica López
- 15.-CHAVERRIA, C. 1997. Avances de la investigación en labranza de conservación. Libro Técnico N° 1. Centro Nacional de Investigación para Producción Sostenible, INIFAP, México, Pp. 288.
- 16.-COCA, M., TOLIN, I., MONTEALEGRE, N. 2006 Resistencia a *Phytophthora* infestans Monte de Bary de variedades de papas *phurejas* (*Solanum phureja Juzepczuk et Bukasov*) y de especies de papas silvestres, La Paz, Bolivia N° 151 Pp 43-48

- 17.- CONTRERAS, M. 2 008 Uso de Especies Silvestres y Cultivadas en el Mejoramiento de la Papa. *Agro sur*. [online]. vol.36, no.3 [citado 17 Diciembre 2009], p.115-129. Disponible en:<[http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S030488022008000300001&lng=es&nrm=iso](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S030488022008000300001&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0304-8802.
- 18.- CRISSMAN, C., Espinoza, C. 2002. Impactos de usos de plaguicidas en la producción, salud y medioambiente en Carchi: Un compendio de investigaciones y respuestas multidisciplinarias. Quito, Ecuador; CIP.
- 19.- CUESTA, X., CARRERA, E., RIVADENEIRA, J., REINOSO, I. 2005. Situación Actual del mejoramiento genético de papa en el Ecuador. *Revista Raíces Productivas* No 52.
- 20.- CUESTA, X. 2010 Recursos Genéticos de la Papa y Fitomejoramiento INIAP
- 21.- CUBERO, J. 2002. Introducción a la Mejora Genética Vegetal. Editorial mundi-prensa Madrid España. Pp 331. 350
- 22.- DONINI, B., MANNINO, P., ANCORA, G. & SONNINO, A. 1990 Mutation breeding programmers for the genetic improvement of vegetatively propagated plants in Italy. Dipartiment Agrobiote technologie, Centro Ricerchie Energia Casaccia, Comitato Nazionale per la Ricrcra e per lo Sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative (ENEA). International Symposium on the Contribution Breeding to crop. Improvement. P. 237-251 Vienna (Australia)
- 23.- DUBLIN, P. s.f. Multiplicación vegetativa. Centre de Coopération International Agronomique pour le Développement (CIRAD), Montpellier Cedex, Francia.
- 24.- DUQUE, J., BENÍTEZ, J., RIVADENEIRA. J., Y MORILLO, E. 2009

Mutagénesis inducida en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) INIAP-Fripapa y Superchola, para la búsqueda de variabilidad en mutantes precoces seleccionados *in vitro*. INIAP Departamento Nacional de Biotecnología y Programa Nacional de Raíces y Tubérculos EESC

- 25.- EGÚZQUIZA, B. 2000 La Papa Producción Transformación Comercialización. Proyecto papa andina CIP COSUDE Bolivia - Ecuador – Perú Pp. 19
- 26.- ESPIN, B. 2007. Implementación de sistema de abastecimiento de semilla de papa, variedad I-Fripapa y Superchola para las plataformas de las provincias de Tungurahua y Chimborazo. Presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de recursos naturales. Pp. 5, 6, 7. Riobamba-Ecuador.
- 27.- ESTRADA, N. 1984. Taxonomía genética y mejoramiento de la papa In: Manual sobre manejo de germoplasma de papa Centro Internacional de la papa. Lima-Perú Pp. 28.
- 28.- FAO (Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación) 2009. Tesoro enterrado: La Papa. Consultado el 18-09-2009 disponible en: [www.fao.org/AG/esp/revista/0611sp1.htm](http://www.fao.org/AG/esp/revista/0611sp1.htm)
- 29.- FAO/IAEA. 2001 In vitro techniques for selection of radiation induced mutations adapted to adverse environmental conditions. Proceeding of a final Research Coordination Meeting organized by the join FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and Held in Shangai, China, 17-21 August1998. 96p.
- 30.- FAIGUENBAUM. M., ZUNINO, P. 2005 Biología de Cultivos Anuales Papa Sistemas Radiculares Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile



- 31.- FORBES, G 2009 La Ecología del Tizón Tardío en Papa y las Implicaciones para su Manejo. Consultado el 17-08-2009 disponible:  
[http://research.cip.cgiar.org/typo3/web/fileadmin/icmtoolbox/ICMToolbox/Files/CorrectPuembo\\_2000-2.doc](http://research.cip.cgiar.org/typo3/web/fileadmin/icmtoolbox/ICMToolbox/Files/CorrectPuembo_2000-2.doc)
- 32.- FRY. W., GOODWIN. B. 1995 Recent migrations of *Phytophthora infestans*. Dublin. IE. Boole Press Ltd. Dublin. *Journal BioScience* 47(1). p. 89-95
- 33.- GAUL, H. 1957 Die verschiedemem Bezugssysteme der Mutationshaufigkeit bei Pflanzen angewendet auf Dosis-Effektkurven. *Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung*, 38, 63-76
- 34.- GUEVARA, J., LOAYZA, O. y LARREA, R. 2005. Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes. Pp. 51-59
- 35.- GOSAL, S. S. DAS, A., GOPAL. J., MINOCHA, J. L., CHOPRA, H.R. DHALIWAL, H.S. 1998 *In vitro* induction of variability through radiation for late blight resistance and heat tolerance in potato. In: Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture: *In vitro* techniques for selection of radiation induced mutations adapted to adverse environmental conditions, Shangai, China, 1998. P. 7-13.
- 36.- GREENFACTS, 2005. Consenso Científico sobre los Cultivos Transgénicos y OMG Consultado el 21-07-2009 disponible en:  
<http://www.greenfacts.org/es/omg/3-cultivos-modificados-geneticamente/1-biotecnologia-agricola.htm>
- 37.- GUSTAFFSON A. 1940. The mutation System of chlorophyll apparatus. *Kungl. Sallsk, Handl. N.F.* 51 (11). 1-11
- 38.- GUTIERREZ, A., SANTACRUZ, F., et al 2003 Mejoramiento Genético Vegetal *in vitro* E-Gnosis, año/ vl. 1. Universidad de Guadalajara. *Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.* ISSN (versión en línea): 1655-5745 Guadalajara México.

- 39.- GUTIERRES, J. 2005. Calidad de vida, alimentos y salud humana: Fundamentos científicos. Editorial Santos días. España. Pp. 200-209
- 40.- GUZMÁN, J. 1983. La papa. Editores Espasanole S.R.L. Pp. 45.
- 41.- HARTEN, A. VAN, M, 1998 Mutation breeding: Theory and Practical Applications. United Kingdom: Cambridge University Press. p 323.
- 42.- HAWKES, J. 1982 Biosystematics of the potato crop scientific basics for improvement. New York-USA Pp. 46-68
- 43.- HENRIQUEZ, P. 2002 Glosario de términos útiles para el manejo de recursos fitogenéticos San Salvador, El Salvador.  
<http://books.google.com.ec/books?id=5nuA-PxYUL4C&printsec=frontcover#v=onepage&q=&f=true>
- 44.- HERNANDEZ, I., RODRIGUEZ, M., et, al. 2004. Evidencias moleculares de variaciones somaclonales de caña de azúcar somaclonales resistentes consultado el 28-dic-2009  
<http://www.cnic.edu.cu/revista%20CENIC/revistaCB/files/CB-2005-2-085-089.pdf>
- 45.- HERNANDEZ M., SOSA, R. 1998. Uso de mutágenos en el mejoramiento de la papa *Solanum tuberosum* Revista Latinoamericana de la papa. 1 (1), 104-119
- 46.- HERRERA, M; HATHMAN, C; CHÁVEZ, G. 1999. Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Programa Nacional de Raíces y Tubérculos. Edición Técnica: Pedro J. Oyarzún, Héctor Andrade B. Pp.54, 55. Quito- Ecuador
- 47.- HUAMAN, Z. 1984 Botánica sistemática, identificación, distribución y

evolución de la papa cultivada en : Manual sobre manejo de germoplasma de papa. Lima – Perú. 39 p.

- 48.- \_\_\_\_\_ . 1986. Botánica sistemática y morfología de la papa. Boletín de Información Técnica 6 CIP Lima-Perú. Consultado el 28 de junio del 2009 disponible en <http://www.cipotato.org/library/pdfdocs/TIBes20915.pdf>.
- 49.- \_\_\_\_\_ .1994. Botánica sistemática y Morfológica de la papa en compendio de información técnica. Serie, Manual (8) Lima- Perú Pp5-23
- 50.- \_\_\_\_\_ 2001.- Semilleros Comunales de papas nativas del Perú. Revista agronoticias. No 251. Lima-Perú Pp. 30.
- 51.- IAEA 2003. Note on genetic variability in quantitative character of cowpea in the M2 generation, Indian Journal of Agricultural Science, 52, Maharashtra, India. Pp.22-23
- 52.- INGRAM, D. S. & MACDONALD. M, 1986. In vitro selection of mutants. In: Nuclear Techniques and in vitro ulre for Plant Improvement. Vienna, Austria. IAEA. p. 21-258
- 53.- INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. s.f. Información técnica de variedad de papa Superchola Quito. s.p.
- 54.- \_\_\_\_\_ 2010. I Congreso Internacional de la Papa.
- 55.- JORGENSEN, C. A., & CRANE, M. B. 1927. Formation and morphology of Solanum chimeras. Journal of Genetics, 18 247-73.
- 56.- KRANZ, A. 1984 Experience with in vitro Mutant Selection on Intact plants.

IAEA Panel Proceed. Ser. STI/PUB/, 145.p

- 57.- LANGTON, F.A. 1980 Chimeral structure and carotenoid inheritance in *Chrysanthemum mortifolium* (Ramat). *Euphytica*, 29, 807-812
- 58.- LAPADE, A.G., VELUZ, A.M.S., MARBELLA, L. J., BARRIDA, A. C. & RAMA, M. G. 2002. Status of mutation breeding in vegetative propagated crops in the Philippines. Philippine Nuclear Research Institute. FNCA Workshop on Mutation Breeding. August 20-23 Beijing, China.
- 59.- LEWIS, B. 2001. Genes IV Oxford University Press and Cell Press. ISBN:84-7101-341-X (Marban, S.L.-Edición en Español) p. 990.
- 60.- LOOMIS, R., CONNOR, D. 2002. Ecología de cultivos, Productividad y manejo en sistemas agrarios. Editorial Mundi prensa. Madrid España. Pp. 145.
- 61.- LOZOYA. H. 1996. Mejoramiento tradicional de la papa. Tucson, AZ. North American Potato Late Bligh Workshop. p 43
- 62.- MALAGAMBA, P. 1996. Manual de Producción de Papa con semilla Sexual. Cip- international Potato Center. Capacity Strengthening Department. Pp. 20-35 Disponible en:  
[http://www.cipotato.org/csd/Materials/Manual\\_Production.asp](http://www.cipotato.org/csd/Materials/Manual_Production.asp)
- 63.- MEDFORD, J. (1992). Vegetative Apical Meristems. American Society of Plant Physiologists. Review article. Department of Biology, 506 Wartik Laboratory, The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania 16802. *The Plant Cell* 4, 1029-1039
- 64.- McKE, A. 1991. Induced mutations for crop improvement. Gamma Field Symposia No. 30 Inst. Of Radiation Breeding, NIAR, MAFF, Japan. Pp. 1-21

- 65.-MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES COMERCIO E INTEGRACIÓN 2007. El Ecuador fue elegido como miembro de la junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica – OIEA- en Viena consultado el 28-08-2009 disponible: <http://www.mmrree.gov.ec/mre/documentos/novedades/boletines/ano2007/septiembre/bol805.htm>
- 66.- MUJICA, A. JACOBSEN, S. IZQUIERDO, J. Y ROCA, W. 2003. Potencialidades de los cultivos Andinos menos estudiados para su adecuado aprovechamiento mediante la biotecnología. Revista Centro Internacional de la Papa ¡2, 155-158.
- 67.- MUZHER, B., YOUNIS, R., EL-HALABI, O. ISMAIL. O., 2007. Genetic Identification of Some Syrian Local Apple (*Malus sp.*) Cultivars Using Molecular Markers. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. Genetics Department, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt. 3(6): 704-713.
- 68.- NATIONAL RESEARCH COUNCIL & INSTITUTE OF BIOMEDICINE 2004. Safety of Genetically Engineered Foods: Approaches to Assessing Unintended Health Effects. The National academies Press. Washington, D.C. Disponible en: [www.nap.edu](http://www.nap.edu)
- 69.- NICKS, R. E. & LINDHOUT, W. H. 1998 Curso sobre: Mejoramiento para Resistencia contra enfermedades y plagas. Wageningen Agricultural University, The Netherlands. Quito, EC. P. 136
- 70.- NOVAK, F., Y BRUNNER, H. 1992. Fitotecnia: tecnología de mutación inducida para el mejoramiento de los cultivos. Boletín del OIEA, 4
- 71.- OFIAGRO, 2008. Diagnóstico de la situación actual de la cadena agroalimentarias de la papa en el Ecuador. Pp. 3 - 26
- 72.- ORELLANA, H. 2005 Microbiología vegetal Quito Universidad Central del

Ecuador p. 40

- 73.- OXFORD 1998. Diccionario de Física Oxford. Editorial complutense. Madrid-España. Pp. 433
- 74.- OYARZUN, P., FORBES, G. 2001. *Phytophthora infestans* su actividad y particularidades en el Ecuador. Perfil de País. consultado el 8 de octubre del 2010 disponible en:  
<http://www.Phytophtorainfestans%2C+sintomas+de+la+enfermedad>.
- 75.- PÉREZ, W., FORBES, G. 2008 Manual Técnico del Tizón Tardío de la Papa. Edición CIP 2008 Pp. 55 Quito-Ecuador
- 76.- PÉREZ, S. VELASQUEZ, J. 1997. Avances de la Investigación en la labranza de conservación. Libro Técnico N° Centro Nacional de Investigación para la Producción Sostenible, INIFAP, México. Pp. 288
- 77.- POLCIL, P., FRIEDRICH, P. 2007. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal. consultado el 5 /10/ 2010 disponible en:  
<http://www.metasearch.com/www2search.cgi?p=hidridaci%F3N+som%E1tica&l=20&s=o>
- 78.- POPENOE, H, KING, S, LEON, J., Kalinowski, L. 1989 Lost crop of the Incas. Washington D.C.-USA Pp.93-98
- 79.- POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE. 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Quito.
- 80.- PUMISACHO, M., SHERWOOD, S. 2002. El cultivo de la papa en Ecuador. Edición INIAP-CIP. Pp. . Quito-Ecuador
- 81.- PUMISACHO, M., VELÁSQUEZ, J. 2009 Manual del cultivo de la papa para pequeños productores. INIAP-COSUDE. Quito-Ecuador Pp. 33-37.
- 82.- RODRIGUEZ, C., PEREZ, J., FUCHS, A. 1998 Mejora de plantas. Ed Félix Varela.

- 83.-SIERRA, E. 2008. Caracterización de Clones Seleccionados de Papa (*Solanum tuberosum*) y Evaluación de Cinco Fungicidas para el Control de Lancha (*Phytophthora infestans*) San Pedro de Huaca-Carchi.
- 84.- SONNINO, A., ANCORA, G., LOCARDI, C. 1986 In vitro Mutation Breeding of potato. Use of propagation of microcutting (Proceedings of an international symposium). International Atomic Energy Agency IEA, Vienna, p. 386.
- 85.- SPOONER, D. 2005 Universidad de Wisconsin en corroboración con el CIP 1. Consultado el 20-05-09 disponible en:  
<http://www.cipotato.org/pressroom/pressreleases/2005-10-esp.asp>
- 86.- SUZUKI, D.T., GRIFFITHS, A.J.F., MILLER, J.H., & LEWONTIN, R.C. 1989 An Introduction to Genetic Analysis, 4th edn. New York: W. H. Freeman and Company.
- 87.- THOMAS, G. 2008. Año internacional de la papa. Consultado el 8 de Enero del 2009. Disponible en: <http://potato2008.org>
- 88.- TIGNON, M. KETTMANN, R., WATILLON, B., 1998. AFLP: Use for the Identification of Apple cultivars and Mutants. In: Acta Horticulture 521: XXV International Horticultural Congress, Part II: Application of Biotechnology and Molecular Biology and Breeding- Gene Expression and Molecular Breeding, Genome Analysis. traducido por Roberto López y Mónica López
- 89.- TORRES, H., 2002. Manual de las enfermedades más importantes de la papa. CIP. Lima-Perú. Pp. 5-13
- 90.- TULMANN, A. 2010. Curso "Inducción de Mutaciones en el Mejoramiento Genético de Plantas"

- 91.- ULRICH, G, MULLER & LAREESA, L. 1999. AFLP Genotyping and fingerprinting Elsevier Science Ltd. *TREE* vol.14, no. 10 October 1999. P. 389-394.
- 92.- VALIENTE, R. 2007 Aplicaciones clínicas de la Biofísica III. Radiaciones, Medicina nuclear e Imagenología. Casos clínico y problemario. Universidad del Norte. Ediciones Uninorte. Colombia.
- 93.-VERNOOY, R. 2003. Semillas Generosas Mejoramiento Participativo de plantas. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Consultado el 30 de octubre 2009. Disponible en:  
[http://books.google.com.ec/books?id=JnBWUUh78DxEC&printsec=frontcover&dq=mejoramiento+de+plantas&lr=lang\\_es&ei=JPTqSuKIJKCMYgTnXNibAQ#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=JnBWUUh78DxEC&printsec=frontcover&dq=mejoramiento+de+plantas&lr=lang_es&ei=JPTqSuKIJKCMYgTnXNibAQ#v=onepage&q=&f=false)
- 94.- VILLAVICENCIO, M. 2010. Generación de mutantes de papa (*Solanum tuberosum*) de la variedad Superchola con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*), mediante exposición a radiaciones ionizantes gamma, con fuente de Co-60. Escuela Politécnica Nacional. previa obtención al título de grado.
- 95.- VOS. P., HOGERS R, BLEEKER M., REIJANS M., VAN DE LEE T., HORNES, M.,FRIJTERS, A., POT, J., Peleman F., Kuiper M., Zabeau, M. 1995 AFLP a new technique dor DNA fingerprinting. *Nucl Acid Res* 23, 4407-4414.
- 96.- WALTHER, F. & SAUER, A. (1985 Analysis of Radiosensitivity – A basic requirement for *in vitro* somatic mutagenesis. I *Prumus avium L.* *Acta Horticulture*, 169, 97-104.
- 97.- WIKIPEDIA, F. 2008. La enciclopedia Libre. Consultado el 8 de Enero del 2009. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Patata>







Lectura 1  
Fecha:

Nº	R III			SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3								
1	1	0,01	0,01	1,02	0,34	62	1	0,1	0,01	1,11	0,37
2	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	63	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
3	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	64	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
4	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07	65	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07
5	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	66	0,1	0,1	0,01	0,21	0,07
6	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07	67	m	1	1	2	1
7	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	68	0,1	0,1	20	20,2	6,73
8	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	69	1	0,1	0,1	1,2	0,4
9	5	1	0,1	6,1	2,03	70	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
10	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	71	1	0,01	0,01	1,02	0,34
11	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	72	0,1	0,1	1	1,2	0,4
12	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	73	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
13	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	74	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
14	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	75	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
15	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	76	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
16	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07	77	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
17	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	fripapa 78	0	0	0	0	0
18	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	79	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
19	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04	80	m	0,01	0,01	0,02	0,01
20	0,1	1	0,1	1,2	0,4	81	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07
21	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	82	1	0,01	m	1,01	0,51
22	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	83	m	0	m	0	0
23	0,1	0,01	1	1,11	0,37	uvilla 84	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
24	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	85	m	1	1	2	1
25	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	86	1	1	0,1	2,1	0,7
26	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	87	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
27	0,01	0	1	1,01	0,34	88	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
28	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	89	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
29	0,1	1	0,1	1,2	0,4	90	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
30	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	91	0,1	0,1	0,01	0,21	0,07
31	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	92	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
32	1	0,1	0,1	1,2	0,4	93	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
33	0,01	0,01	1	1,02	0,34	94	0,01	m	m	0,01	0,01
34	0	0	0,01	0,01	0,0	95	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
35	m	0,01	0,01	0,02	0,01	96	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
36	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	97	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
37	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	98	0,01	0,1	0,1	0,21	0,07
38	0,1	m	0,1	0,2	0,1	gabriela 99	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
39	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	100	0,01	m	0,01	0,02	0,01
40	1	0,01	0,01	1,02	0,34	101	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
41	0,01	1	0,1	1,11	0,37	Superchola 102	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
42	0,01	0,1	5	5,11	1,7	103	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04
43	1	0,1	0,01	1,11	0,37	104	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04
44	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	105	0,1	1	0,1	1,2	0,4
45	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	106	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
46	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	107	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04
47	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	108	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
48	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	109	1	0,1	1	2,1	0,7
49	0,01	0,01	m	0,02	0,01	110	0,01	0,01	m	0,02	0,01
50	0,01	0,01	m	0,02	0,01	111	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
51	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	112	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
52	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	113	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
53	0,01	m	0,01	0,02	0,01	114	0,01	0,01	1	1,02	0,34
54	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	115	m	0	m	0	0
55	0,1	0,1	m	0,2	0,1	116	0,01	0	0	0,01	0
56	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	117	0,01	0,01	m	0,02	0,01
57	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	catalina118	0	0	0	0	0
58	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	119	0,1	1	0,1	1,2	0,4
59	0	0,01	0,01	0,02	0,01	120	0,01	0,01	m	0,02	0,01
60	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	121	1	0,1	0,1	1,2	0,4
61	1	50	1	52	17,33						

Lectura 2  
Fecha:

R I						R II						R III											
Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
1	1	0,1	0,1	1,2	0,4	62	0,1	1	0,1	1,2	0,4	1	5	5	5	15	5	62	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04
2	0	0	0,01	0,01	0,0	63	0,01	m	1	1,01	0,51	2	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04	63	m	0,01	0,01	0,02	0,01
3	5	0,1	0,01	5,11	1,7	64	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	3	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	64	0,1	1	0,1	1,2	0,4
4	0,01	0,1	1	1,11	0,37	65	0,1	0,1	1	1,2	0,4	4	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	65	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07
5	0,1	m	1	1,1	0,55	66	0,1	1	0,1	1,2	0,4	5	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	66	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
6	0,01	1	1	2,01	0,67	67	0,1	m	0,1	0,2	0,1	6	0,01	m	0,01	0,02	0,01	67	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
7	1	1	1	3	1	68	1	1	1	3	1	7	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	68	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04
8	1	0,01	0,01	1,02	0,34	69	0,1	0,1	5	5,2	1,73	8	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	69	0,01	0,01	1	1,02	0,34
9	5	1	0,1	6,1	2,03	70	1	0,1	1	2,1	0,7	9	1	0,1	0,01	1,11	0,37	70	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
10	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	71	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	10	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	71	0,01	0,01	m	0,02	0,01
11	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	72	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04	11	1	1	0,01	2,01	0,67	72	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
12	0,1	0,01	1	1,11	0,37	73	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04	12	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	73	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
13	0,1	1	1	2,1	0,7	74	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	13	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	74	0	0	0	0	0
14	0,01	0,01	5	5,02	1,67	75	1	1	10	12	4	14	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	75	0,01	5	0,01	5,02	1,67
15	0,1	1	0,1	1,2	0,4	76	0,1	0,1	0,01	0,21	0,07	15	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04	76	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
16	0,1	1	5	6,1	2,03	77	0,01	m	0,1	0,11	0,06	16	0,01	0,01	m	0,02	0,01	77	0,1	0,01	1	1,11	0,37
17	0,1	0,1	1	1,2	0,4	fripapa 78	m	0	0	0	0	17	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	fripapa 78	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
18	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	79	m	0,01	1	1,01	0,51	18	0,01	m	0,01	0,02	0,01	79	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
19	1	1	1	3	1	80	0	0	0	0	0	19	1	0,01	1	2,01	0,67	80	0,01	0,01	1	1,02	0,34
20	1	0,01	0,01	1,02	0,34	81	1	20	m	21	10,5	20	0,01	m	0,01	0,02	0,01	81	0,01	0,01	m	0,02	0,01
21	1	0,1	0,1	1,2	0,4	82	0	10	1	11	3,67	21	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	82	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04
22	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	83	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07	22	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	83	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
23	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	uvilla 84	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	23	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	uvilla 84	10	5	1	16	5,33
24	0,1	1	5	6,1	2,03	85	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	24	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	85	m	0,01	m	0,01	0,01
25	0,01	0,01	1	1,02	0,34	86	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	25	0,01	0,01	m	0,02	0,01	86	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
26	5	1	0,1	6,1	2,03	87	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	26	1	0,01	0,01	1,02	0,34	87	0,1	m	0,01	0,11	0,06
27	1	0,1	0,1	1,2	0,4	88	0,01	0,01	m	0,02	0,01	27	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	88	0,1	0,1	0,01	0,21	0,07
28	1	0,01	0,1	1,11	0,37	89	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	28	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	89	0,01	m	0,01	0,02	0,01
29	0,01	0,01	m	0,02	0,01	90	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04	29	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	90	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
30	0,01	m	1	1,01	0,51	91	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	30	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	91	0,01	0,01	m	0,02	0,01
31	0,01	1	0,1	1,1	0,37	92	m	0,01	0,1	0,11	0,06	31	0,01	0,01	m	0,02	0,01	92	1	0,01	0,1	1,11	0,37
32	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	93	1	1	1	3	1	32	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	93	0,01	m	m	0,01	0,01
33	1	0,1	0,01	1,11	0,37	94	1	1	1	3	1	33	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	94	0,01	0,01	1	1,02	0,34
34	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	95	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	34	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	95	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
35	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	96	1	0,01	1	2,01	0,67	35	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	96	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
36	0,01	0,01	1	1,02	0,34	97	1	1	1	3	1	36	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	97	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
37	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	98	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	37	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	98	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
38	0,1	0,1	1	1,2	0,4	gabriela 99	1	1	1	3	1	38	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	gabriela99	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
39	m	0,01	m	0,01	0,01	100	0,01	0,01	m	0,02	0,01	39	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	100	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
40	1	1	1	3	1	101	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	40	0,01	0,01	m	0,02	0,01	101	0,01	0,1	0,1	0,21	0,07
41	m	1	m	1	1	Superchola 102	0,01	5	0,01	5,02	1,67	41	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	Superchola 102	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
42	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	103	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	42	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	103	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
43	m	0,1	0,1	0,2	0,1	104	5	0,01	0,01	5,02	1,67	43	m	0,01	m	0,01	0,01	104	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
44	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	105	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	44	m	0,01	m	0,01	0,01	105	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
45	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	106	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	45	0,01	0,01	m	0,02	0,01	106	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04
46	0,1	0,1	m	0,2	0,1	107	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	46	0,1	0,01	1	1,11	0,37	107	0,01	1	0,01	1,02	0,34
47	0,1	0,1	m	0,2	0,1	108	1	1	0,01	2,01	0,67	47	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07	108	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04
48	1	0,1	0,1	1,2	0,4	109	0,01	m	0,01	0,02	0,01	48	0,1	1	1	2,1	0,7	109	0,01	1	0,01	1,02	0,34
49	0,1	0,1	5	5,2	1,73	110	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	49	m	1	m	1	1	110	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
50	0,01	0,1	m	0,11	0,06	111	1	m	0,01	1,01	0,51	50	0,1	m	0,1	0,2	0,1	111	5	0,01	0,01	5,02	1,67
51	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	112	m	0	0	0	0	51	0,01	m	0,1	0,11	0,06	112	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
52	m	0,01	0,01	0,02	0,01	113	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	52	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	113	0,01	m	0,01	0,02	0,01
53	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	114	1	1	15	17	5,67	53	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	114	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04
54	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	115	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	54	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	115	m	0,01	0,01	0,02	0,01
55	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	116	0,01	1	0,01	1,02	0,34	55	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	116	0,1	1	0,1	1,2	0,4
56	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	117	m	0,01	m	0,01	0,01	56	0,01	0,01	m	0,02	0,01	117	1	0,01	m	1,01	0,51
57	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	catalina118	0	0	0	0	0	57	0,01	m	0,01	0,02	0,01	catalina118	0	0	0	0	0
58	1	1	m	2	1	119	1	1	1	3	1	58	0,1	0,1	1	1,2	0,4	119	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
59	0,1	1	0,1	1,2	0,4	120	0,01	5	0,01	5,02	1,67	59	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	120	0	5	0,1	5,1	1,7
60	0,1	0,1	1	1,2	0,4	121	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	60	0	0	m	0	0	121	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
61	0,1	0,1	1	1,2	0,4							61	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01						

Lectura 2  
Fecha:

Nº	R III					Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO						
1	10	0,1	0,1	10,2	3,4	62	1	0,1	0,01	1,11	0,37
2	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	63	5	10	0,1	15,1	5,03
3	1	0,1	0,1	1,2	0,4	64	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04
4	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	65	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04
5	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	66	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
6	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	67	m	1	0,01	1,01	0,51
7	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07	68	1	1	0,1	2,1	0,7
8	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	69	5	1	0,1	6,1	2,03
9	1	1	0,1	2,1	0,7	70	0,01	0,1	0,1	0,21	0,07
10	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	71	1	0,1	0,01	1,11	0,37
11	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	72	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
12	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	73	0,01	1	0,01	1,02	0,34
13	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04	74	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
14	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	75	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
15	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	76	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04
16	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	77	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
17	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	fripapa 78	0	0	0	0	0
18	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	79	1	0,1	0,01	1,11	0,37
19	1	1	0,1	2,1	0,7	80	m	1	0,01	1,01	0,51
20	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	81	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
21	50	m	0,1	50,1	25,05	82	m	0,01	m	0,01	0,01
22	0,1	0,1	1	1,2	0,4	83	m	0	m	0	0
23	1	1	1	3	1	uvilla 84	1	1	0,1	2,1	0,7
24	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04	85	m	0,01	0,1	0,11	0,06
25	1	0,01	0,01	1,02	0,34	86	1	1	1	3	1
26	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	87	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04
27	0,01	0,01	5	5,02	1,67	88	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
28	0,01	0,1	0,1	0,21	0,07	89	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
29	0,01	1	0,01	1,02	0,34	90	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04
30	0,01	0,01	1	1,02	0,34	91	1	1	0,1	2,1	0,7
31	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	92	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
32	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	93	0,1	0,1	1	1,2	0,4
33	0,1	0,1	0,01	0,21	0,07	94	0,01	m	m	0,01	0,01
34	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	95	1	0,1	1	2,1	0,7
35	m	0,1	0,01	0,11	0,06	96	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
36	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04	97	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
37	0,01	0,01	m	0,02	0,01	98	0,01	5	0,01	5,02	1,67
38	0,01	m	0,01	0,02	0,01	gabriela 99	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
39	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	100	0,01	m	0,01	0,02	0,01
40	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	101	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
41	0,1	0,01	1	1,11	0,37	Superchola 102	0,01	0,1	0,1	0,21	0,07
42	0,01	0,01	1	1,02	0,34	103	0,01	0,1	0,1	0,21	0,07
43	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04	104	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
44	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04	105	0,01	1	0,01	1,02	0,34
45	0,01	0	0,01	0,02	0,01	106	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
46	1	1	0,1	2,1	0,7	107	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04
47	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	108	5	0,1	1	6,1	2,03
48	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	109	0,01	0,01	0,1	0,12	0,04
49	1	1	m	2	1	110	m	0	10	10	5
50	1	0,01	m	1,01	0,51	111	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07
51	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	112	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
52	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	113	0,01	0,1	0,01	0,12	0,04
53	0,1	m	0,01	0,11	0,06	114	0,01	0,01	1	1,02	0,34
54	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	115	m	0	m	0	0
55	0,1	0,01	m	0,11	0,06	116	0,01	1	0,01	1,02	0,34
56	0,01	0,01	1	1,02	0,34	117	0,01	0,01	m	0,02	0,01
57	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	catalina118	0	0	0	0	0
58	1	0,01	0,01	1,02	0,34	119	0,01	0,1	0,1	0,21	0,07
59	0,1	0,01	0,1	0,21	0,07	120	0,01	0,01	m	0,02	0,01
60	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	121	1	0,01	0,1	1,11	0,37
61	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01						

# Lectura 3

Fecha:

R I						R II						R III											
Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	62	1	5	5	11	3,67	62	1	1	1	3	1	62	1	1	1	3	1
2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	63	1	m	1	2	1	63	10	m	1	11	5,5	63	10	m	1	11	5,5
3	1	0,1	0,1	1,2	0,4	64	1	1	1	3	1	64	5	5	5	15	5	64	5	5	5	15	5
4	1	1	1	3	1	65	1	1	5	7	2,33	65	1	1	1	3	1	65	1	1	1	3	1
5	1	m	1	2	1	66	1	1	1	3	1	66	1	5	1	7	2,33	66	1	5	1	7	2,33
6	1	5	1	7	2,33	67	5	m	1	6	3	67	1	m	5	6	3	67	1	m	5	6	3
7	1	1	0,1	2,1	0,7	68	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	7	20	5	1	26	8,67	68	5	10	1	16	5,33
8	1	5	1	7	2,33	69	15	5	1	21	7	8	1	1	m	2	1	69	1	5	1	7	2,33
9	1	0,1	0,1	1,2	0,4	70	1	5	1	7	2,33	9	15	1	1	17	5,67	70	1	1	1	3	1
10	1	0,1	0,1	1,2	0,4	71	5	10	1	16	5,33	10	1	1	1	3	1	71	m	m	5	5	5
11	0,1	0,01	0,01	0,12	0,04	72	1	1	1	3	1	11	1	1	1	3	1	72	1	1	1	3	1
12	1	1	5	7	2,33	73	1	1	1	3	1	12	m	1	1	2	1	73	1	1	1	3	1
13	1	1	1	3	1	74	1	1	1	3	1	13	5	m	10	15	7,5	74	5	5	5	15	5
14	5	5	5	15	5	75	20	30	30	80	26,67	14	1	1	1	3	1	75	5	25	15	45	15
15	1	20	1	22	7,33	76	20	15	10	45	15	15	1	1	1	3	1	76	1	1	1	3	1
16	1	1	10	12	4	77	5	m	5	10	5	16	1	1	m	2	1	77	1	m	1	2	1
17	0,1	1	1	2,1	0,7	fripapa 78	m	5	5	10	5	17	1	15	1	17	5,67	fripapa 78	m	1	1	2	1
18	5	5	1	11	3,67	79	m	1	5	6	3	18	1	1	1	3	1	79	m	1	1	2	1
19	1	5	5	11	3,67	80	5	10	40	55	18,33	19	60	1	1	62	20,67	80	1	1	10	12	4
20	1	5	5	11	3,67	81	1	10	m	11	5,5	20	1	1	1	3	1	81	m	15	m	15	15
21	1	0,1	25	26,1	8,7	82	m	10	1	11	5,5	21	5	5	5	15	5	82	1	1	1	3	1
22	5	1	1	7	2,33	83	1	1	5	7	2,33	22	1	1	1	3	1	83	1	1	1	3	1
23	1	0,1	0,1	1,2	0,4	uvilla 84	15	25	25	65	21,67	23	1	1	1	3	1	uvilla 84	25	10	50	85	28,33
24	0,1	1	m	1,1	0,55	85	1	5	1	7	2,33	24	1	1	10	12	4	85	1	1	1	3	1
25	0,1	0,1	1	1,2	0,4	86	10	5	1	16	5,33	25	1	1	m	2	1	86	1	1	1	3	1
26	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	87	5	1	1	7	2,33	26	1	1	1	3	1	87	1	1	1	3	1
27	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	88	15	20	m	35	17,5	27	1	1	1	3	1	88	1	1	m	2	1
28	0,1	0,1	1	1,2	0,4	89	1	0,1	0,1	1,2	0,4	28	1	1	1	3	1	89	1	m	1	2	1
29	0,1	0,1	m	0,2	0,1	90	1	0,1	0,1	1,2	0,4	29	1	1	m	2	1	90	1	1	1	3	1
30	0,01	m	0,01	0,02	0,01	91	1	0,1	1	2,1	0,7	30	1	m	1	2	1	91	m	1	1	2	1
31	1	1	0,1	2,1	0,7	92	m	0,1	1	1,1	0,55	31	1	1	1	3	1	92	m	5	1	6	3
32	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	93	1	1	0,1	2,1	0,7	32	1	1	1	3	1	93	10	m	m	10	0
33	1	0,1	0,1	1,2	0,4	94	m	5	1	6	3	33	1	1	1	3	1	94	10	10	10	30	10
34	1	1	1	3	1	95	1	10	1	12	4	34	1	1	1	3	1	95	1	5	5	11	3,67
35	5	1	1	7	2,33	96	5	1	1	7	2,33	35	1	1	1	3	1	96	1	1	1	3	1
36	1	1	1	3	1	97	1	1	1	3	1	36	1	1	1	3	1	97	1	1	1	3	1
37	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	98	m	0,1	0,1	0,2	0,1	37	1	5	1	7	2,33	98	1	5	1	7	2,33
38	5	5	5	15	5	gabriela99	25	10	10	45	15	38	1	1	1	3	1	gabriela99	15	10	10	35	11,67
39	m	5	m	5	5	100	m	1	m	1	0,5	39	m	1	m	1	1	100	1	1	m	2	1
40	5	5	5	15	5	101	10	0,1	5	15,1	5,03	40	1	1	m	2	1	101	1	5	1	7	2,33
41	m	5	m	5	5	Superchola 102	10	50	20	80	26,67	41	m	5	m	5	5	Superchola 102	1	1	1	3	1
42	0,1	0,1	1	1,2	0,4	103	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	42	1	1	1	3	1	103	1	1	1	3	1
43	m	1	1	2	1	104	10	5	0,1	15,1	5,03	43	m	1	1	2	1	104	5	5	5	15	5
44	0,1	0,1	1	1,2	0,4	105	1	1	0,1	2,1	0,7	44	1	1	1	3	1	105	1	1	1	3	1
45	0	0,1	0,1	0,2	0,07	106	10	5	0,1	15,1	5,03	45	1	1	1	3	1	106	1	1	1	3	1
46	1	1	m	2	1	107	5	1	1	7	2,33	46	1	1	m	2	1	107	1	1	1	3	1
47	1	1	m	2	1	108	1	10	5	16	5,33	47	1	1	m	2	1	108	10	10	1	21	7
48	1	1	1	3	1	109	1	m	1	2	1	48	1	1	1	3	1	109	5	m	30	35	17,5
49	1	1	1	3	1	110	1	0,1	0,1	1,2	0,4	49	m	1	m	1	0,5	110	1	1	1	3	1
50	1	1	m	2	1	111	0,1	m	0,1	0,2	0,1	50	5	25	m	30	15	111	1	5	1	7	2,33
51	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	112	m	5	5	10	5	51	5	5	1	11	3,67	112	m	1	1	2	1
52	m	1	1	2	1	113	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	52	m	1	1	2	1	113	5	m	5	10	5
53	1	5	1	7	2,33	114	35	30	40	105	35	53	5	5	1	11	3,67	114	25	15	m	40	20
54	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	115	1	0,1	1	2,1	0,7	54	1	1	1	3	1	115	m	1	1	2	1
55	1	1	1	3	1	116	1	5	1	7	2,33	55	1	1	10	12	4	116	1	1	1	3	1
56	0,1	0,1	1	1,2	0,4	117	m	1	m	1	1	56	1	1	m	2	1	117	m	1	m	1	1
57	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	catalina118	0,01	0,01	0	0,02	0,01	57	10	m	10	20	10	catalina118	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
58	0,1	0,1	m	0,2	0,1	119	5	1	5	11	3,67	58	1	1	m	2	1	119	1	1	5	7	2,33
59	5	1	1	7	2,33	120	1	1	1	3	1	59	1	1	1	3	1	120	1	1	1	3	1
60	5	5	5	15	5	121	1	5	1	7	2,33	60	0,1	0,1	1	1,2	0,4	121	1	1	1	3	1
61	1	1	5	7	2,33							61	15	5	1	21	7						

Lectura 3  
Fecha:

R III											
Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
1	20	5	1	26	8,67	62	10	15	15	40	13,33
2	15	5	40	60	20	63	5	10	0,1	15,1	5,03
3	1	1	1	3	1	64	1	1	1	3	1
4	5	1	5	11	3,67	65	1	1	1	3	1
5	m	15	m	15	15	66	15	5	1	21	7
6	0,1	0,1	1	1,2	0,4	67	m	1	5	6	3
7	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	68	0,1	1	10	11,1	3,7
8	1	5	1	7	2,33	69	25	20	5	50	16,67
9	10	10	10	30	10	70	5	15	1	21	7
10	1	5	1	7	2,33	71	15	5	1	21	7
11	5	5	10	20	6,67	72	5	5	5	15	5
12	5	1	1	7	2,33	73	1	1	1	3	1
13	1	1	1	3	1	74	1	1	5	7	2,33
14	0,1	1	1	2,1	0,7	75	1	1	1	3	1
15	5	1	5	11	3,67	76	1	1	1	3	1
16	1	1	1	3	1	77	0,1	1	1	2,1	0,7
17	1	1	1	3	1	fripapa 78	1	0,1	0,1	1,2	0,4
18	1	0	1	2	0,67	79	1	1	1	3	1
19	5	5	5	15	5	80	m	5	1	6	3
20	1	1	35	37	12,33	81	5	5	5	15	5
21	5	m	1	6	3	82	m	1	m	1	1
22	1	0,1	1	2,1	0,7	83	m	1	m	1	1
23	5	1	1	7	2,33	uvilla 84	5	5	15	25	8,33
24	5	15	1	21	7	85	m	1	1	2	1
25	1	1	1	3	1	86	0,1	0,1	1	1,2	0,4
26	5	5	1	11	3,67	87	10	10	10	30	10
27	1	10	5	16	5,33	88	1	1	1	3	1
28	25	5	1	31	10,33	89	5	1	1	7	2,33
29	1	1	1	3	1	90	15	5	1	21	7
30	1	1	1	3	1	91	1	1	1	3	1
31	1	5	1	7	2,33	92	5	1	5	11	3,67
32	1	1	1	3	1	93	1	1	1	3	1
33	5	5	5	15	5	94	10	m	m	10	10
34	5	1	1	7	2,33	95	1	1	m	2	1
35	m	10	10	20	10	96	1	1	1	3	1
36	1	5	1	7	2,33	97	1	5	5	11	3,67
37	1	m	5	6	3	98	1	5	1	7	2,33
38	0	m	1	0,5	0,3	gabriela 99	0,01	1	10	11,01	3,67
39	1	1	1	3	1	100	1	m	1	2	1
40	5	5	5	15	5	101	5	1	1	7	2,33
41	5	10	5	20	6,67	Superchola 102	1	5	5	11	3,67
42	1	5	30	36	12	103	15	1	10	26	8,67
43	1	1	1	3	1	104	1	5	1	7	2,33
44	1	5	1	7	2,33	105	15	10	1	26	8,67
45	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	106	1	1	1	3	1
46	5	1	1	7	2,33	107	1	1	1	3	1
47	1	1	1	3	1	108	20	40	10	70	23,33
48	10	5	1	16	5,33	109	15	5	5	25	8,33
49	1	1	m	2	1	110	m	5	1	6	3
50	5	1	m	6	3	111	10	m	10	20	10
51	5	5	5	15	5	112	1	5	1	7	2,33
52	10	5	1	16	5,33	113	1	1	1	3	1
53	m	m	10	10	5	114	1	1	1	3	1
54	1	1	1	3	1	115	m	40	m	40	40
55	1	1	m	2	1	116	1	5	1	7	2,33
56	1	5	5	11	3,67	117	1	1	m	2	1
57	1	1	1	3	1	catalina118	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
58	1	1	5	7	2,33	119	1	5	10	16	5,33
59	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	120	1	1	m	2	1
60	10	1	1	12	4	121	10	5	1	16	5,33
61	0,1	1	1	2,1	0,7						





Lectura 4  
Fecha:

Nº	R III			SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3								
1	1	1	50	52	17,33	62	1	1	1	3	1
2	5	5	25	35	11,67	63	10	5	10	25	8,33
3	1	1	1	3	1	64	5	1	1	7	2,33
4	1	1	1	3	1	65	1	1	1	3	1
5	m	5	m	5	5	66	1	1	1	3	1
6	1	1	5	7	2,33	67	m	1	1	2	1
7	1	1	1	3	1	68	1	1	30	32	10,67
8	1	5	1	7	2,33	69	15	5	5	25	8,33
9	1	0	5	6	2	70	10	10	10	30	10
10	1	5	1	7	2,33	71	5	5	1	11	3,67
11	1	1	1	3	1	72	1	1	1	3	1
12	1	10	1	12	4	73	1	1	5	7	2,33
13	1	1	1	3	1	74	1	1	1	3	1
14	1	1	1	3	1	75	5	10	5	20	6,67
15	10	5	1	16	5,33	76	1	1	5	7	2,33
16	1	1	1	3	1	77	1	1	1	3	1
17	1	1	1	3	1	<b>fripapa 78</b>	1	1	1	3	1
18	1	35	1	37	12,33	79	1	1	1	3	1
19	5	10	1	16	5,33	80	m	1	1	2	1
20	5	1	40	46	15,33	81	1	1	1	3	1
21	1	m	1	2	1	82	m	5	m	5	5
22	1	1	1	3	1	83	m	1	m	1	1
23	1	1	1	3	1	<b>uvilla 84</b>	5	10	1	16	5,33
24	1	1	1	3	1	85	m	40	0,1	40,1	20,05
25	1	1	1	3	1	86	1	1	1	3	1
26	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	87	5	1	1	7	2,33
27	1	0,1	0,1	1,2	0,4	88	30	1	5	36	12
28	1	5	1	7	2,33	89	1	1	1	3	1
29	1	1	1	3	1	90	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
30	1	1	1	3	1	91	1	5	10	16	5,33
31	1	1	5	7	2,33	92	1	1	1	3	1
32	1	5	1	7	2,33	93	5	1	1	7	2,33
33	1	1	1	3	1	94	1	m	m	1	1
34	10	5	1	16	5,33	95	5	5	m	10	5
35	m	5	10	15	7,5	96	1	1	1	3	1
36	0,1	1	1	2,1	0,7	97	1	1	5	7	2,33
37	1	m	1	2	1	98	5	5	5	15	5
38	1	m	1	2	1	<b>gabriela 99</b>	1	1	1	3	1
39	1	1	1	3	1	100	1	m	1	2	1
40	5	1	5	11	3,67	101	5	5	5	15	5
41	5	5	5	15	5	<b>Superchola 102</b>	5	5	5	15	5
42	1	1	10	12	4	103	5	1	5	11	3,67
43	5	1	1	7	2,33	104	1	1	1	3	1
44	0,1	0,1	1	1,2	0,4	105	1	1	1	3	1
45	1	5	1	7	2,33	106	10	1	5	16	5,33
46	1	5	1	7	2,33	107	1	1	1	3	1
47	1	1	1	3	1	108	1	10	1	12	4
48	5	5	1	11	3,67	109	10	40	25	75	25
49	1	1	m	2	1	110	m	1	1	2	1
50	40	10	m	50	25	111	1	m	1	2	1
51	1	0,1	0,1	1,2	0,4	112	1	1	1	3	1
52	15	1	1	17	5,67	113	5	1	1	7	2,33
53	m	m	50	50	50	114	1	5	1	7	2,33
54	1	1	5	7	2,33	115	m	70	m	70	70
55	1	5	m	6	3	116	1	1	1	3	1
56	1	1	1	3	1	117	1	1	m	2	1
57	1	1	1	3	1	<b>catalina118</b>	0,01	0,1	0,1	0,21	0,07
58	1	1	1	3	1	119	1	1	5	7	2,33
59	1	5	5	11	3,67	120	1	5	m	6	3
60	1	1	35	37	12,33	121	5	60	1	66	22
61	1	25	0,1	26,1	8,7						

# Lectura 5

## Fecha:

R I						R II						R III											
Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
1	1	1	1	3	1	62	5	5	5	15	5	1	20	15	10	45	15	62	1	1	1	3	1
2	20	5	5	30	10	63	5	m	10	15	7,5	2	1	15	5	21	7	63	15	m	10	25	12,5
3	5	1	1	7	2,33	64	5	1	1	7	2,33	3	10	1	10	21	7	64	5	5	5	15	5
4	5	1	5	11	3,67	65	5	5	20	30	10	4	5	45	10	60	20	65	1	5	1	7	2,33
5	1	m	1	2	1	66	5	5	5	15	5	5	35	m	10	45	22,5	66	1	1	1	3	1
6	10	5	5	20	6,67	67	1	m	1	2	1	6	5	90	5	100	33,33	67	1	m	1	2	1
7	5	1	1	7	2,33	68	1	1	5	7	2,33	7	1	1	1	3	1	68	5	60	65	130	43,33
8	5	10	5	20	6,67	69	1	1	100	102	34	8	5	5	m	10	5	69	5	1	1	7	2,33
9	5	1	5	11	3,67	70	1	1	1	3	1	9	5	5	1	11	3,67	70	1	1	1	3	1
10	1	1	1	3	1	71	1	1	1	3	1	10	1	1	1	3	1	71	m	m	5	5	5
11	1	1	1	3	1	72	1	1	1	3	1	11	50	10	5	65	21,67	72	1	60	1	62	20,67
12	1	1	5	7	2,33	73	1	1	1	3	1	12	m	1	1	2	1	73	1	1	1	3	1
13	15	10	10	35	11,67	74	5	5	10	20	6,67	13	1	m	5	6	3	74	40	50	10	100	33,33
14	20	15	1	36	12	75	25	20	15	60	20	14	5	1	5	11	3,67	75	35	45	35	115	38,33
15	5	80	5	90	30	76	5	10	10	25	8,33	15	1	1	1	3	1	76	5	1	1	7	2,33
16	15	20	40	75	25	77	1	m	1	2	1	16	1	5	m	6	3	77	5	m	1	6	3
17	5	10	5	20	6,67	fripapa 78	m	1	1	2	1	17	50	5	5	60	20	fripapa 78	m	1	1	2	1
18	5	10	10	25	8,33	79	m	1	1	2	1	18	1	60	1	62	20,67	79	m	1	5	6	3
19	5	5	15	25	8,33	80	1	60	100	161	53,67	19	90	5	50	145	48,33	80	1	15	15	31	10,33
20	10	15	10	35	11,67	81	15	1	m	16	8	20	1	1	1	3	1	81	m	1	m	1	1
21	5	5	60	70	23,33	82	m	1	5	6	3	21	1	1	1	3	1	82	5	5	5	15	5
22	5	1	1	7	2,33	83	5	15	10	30	10	22	1	1	1	3	1	83	5	5	5	15	5
23	1	1	1	3	1	uvilla 84	15	1	1	17	5,67	23	5	1	1	7	2,33	uvilla 84	20	20	25	65	21,67
24	1	5	m	6	3	85	5	10	75	90	30	24	5	10	5	20	6,67	85	70	1	55	126	42
25	1	1	1	3	1	86	10	5	5	20	6,67	25	1	1	m	2	1	86	1	1	1	3	1
26	5	60	40	105	35	87	1	5	5	11	3,67	26	5	5	5	15	5	87	50	1	5	56	18,67
27	5	1	1	7	2,33	88	15	10	m	25	12,5	27	1	35	1	37	12,33	88	40	10	m	50	25
28	5	10	25	40	13,33	89	5	5	5	15	5	28	10	45	15	70	23,33	89	1	m	1	2	1
29	10	15	m	25	12,5	90	1	5	1	7	2,33	29	1	1	m	2	1	90	10	15	15	40	13,33
30	1	m	30	31	15,5	91	5	5	1	11	3,67	30	60	m	60	120	60	91	m	1	1	2	1
31	10	15	60	85	28,33	92	m	1	5	6	3	31	45	15	55	115	38,33	92	m	5	5	10	5
32	10	5	10	25	8,33	93	100	10	10	120	40	32	1	1	1	3	1	93	60	m	m	60	60
33	5	25	70	100	33,33	94	m	1	5	6	3	33	1	5	75	81	27	94	1	1	1	3	1
34	10	1	10	21	7	95	5	5	5	15	5	34	5	5	5	15	5	95	10	25	25	60	20
35	15	5	1	21	7	96	5	5	5	15	5	35	10	5	55	70	23,33	96	5	1	1	7	2,33
36	5	10	5	20	6,67	97	1	1	1	3	1	36	1	1	1	3	1	97	1	1	5	7	2,33
37	5	10	50	65	21,67	98	60	5	10	75	25	37	1	1	5	7	2,33	98	1	5	5	11	3,67
38	15	10	5	30	10	gabriela99	10	10	5	25	8,33	38	15	5	1	21	7	gabriela99	15	10	10	35	11,67
39	m	10	m	10	10	100	m	5	m	5	5	39	m	5	m	5	5	100	5	5	m	10	5
40	60	10	50	120	40	101	1	5	5	11	3,67	40	5	15	m	20	10	101	80	75	10	165	55
41	m	10	m	10	10	sc 102	5	80	20	105	35	41	m	1	m	1	1	Superchola 102	10	25	10	45	15
42	5	5	10	20	6,67	103	1	1	1	3	1	42	1	5	1	7	2,33	103	1	1	1	3	1
43	m	5	5	10	5	104	1	5	1	7	2,33	43	m	15	15	30	15	104	15	10	60	85	28,33
44	10	10	5	25	8,33	105	5	5	10	20	6,67	44	45	1	1	47	15,67	105	80	45	10	135	45
45	1	1	5	7	2,33	106	10	10	1	21	7	45	1	5	5	11	3,67	106	5	75	5	85	28,33
46	1	15	m	16	8	107	1	1	1	3	1	46	5	5	m	10	5	107	1	1	5	7	2,33
47	5	10	m	15	7,5	108	5	5	5	15	5	47	1	5	m	6	3	108	1	50	1	52	17,33
48	10	10	5	25	8,33	109	1	m	1	2	1	48	5	75	5	85	28,33	109	20	m	15	35	17,5
49	1	5	5	11	3,67	110	40	1	1	42	14	49	m	5	m	5	5	110	1	1	5	7	2,33
50	10	5	m	15	7,5	111	1	m	1	2	1	50	1	5	m	6	3	111	1	1	1	3	1
51	5	10	5	20	6,67	112	m	1	1	2	1	51	60	5	1	66	22	112	m	1	1	2	1
52	m	1	1	2	1	113	1	1	1	3	1	52	m	1	1	2	1	113	10	m	10	20	10
53	10	15	10	35	11,67	114	5	80	90	175	58,33	53	5	5	5	15	5	114	25	70	m	95	47,5
54	10	1	1	12	4	115	1	1	1	3	1	54	1	1	1	3	1	115	m	1	5	6	3
55	5	5	5	15	5	116	5	1	10	16	5,33	55	1	1	5	7	2,33	116	35	10	15	60	20
56	1	1	5	7	2,33	117	m	1	m	1	1	56	10	50	m	60	30	117	m	1	m	1	1
57	40	1	1	42	14	catalina118	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	57	1	m	1	2	1	catalina118	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
58	5	5	m	10	5	119	1	5	1	7	2,33	58	10	1	m	11	5,5	119	1	1	1	3	1
59	5	10	5	20	6,67	120	1	1	1	3	1	59	5	1	5	11	3,67	120	1	1	1	3	1
60	1	1	1	3	1	121	60	10	5	75	25	60	50	1	30	81	27	121	5	5	15	25	8,33
61	1	1	35	37	12,33							61	20	1	1	22	7,33						

Lectura 5-+++++  
 33333333333333+66+++++6

Fecha:

Nº	R III			SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3								
1	1	1	80	82	27,33	62	1	5	1	7	2,33
2	1	5	10	16	5,33	63	1	45	1	47	15,67
3	1	1	1	3	1	64	1	1	1	3	1
4	75	1	1	77	25,67	65	1	1	5	7	2,33
5	m	1	m	1	1	66	1	1	5	7	2,33
6	5	1	10	16	5,33	67	m	1	1	2	1
7	1	1	1	3	1	68	1	30	30	61	20,33
8	1	1	1	3	1	69	5	5	1	11	3,67
9	5	15	1	21	7	70	10	25	5	40	13,33
10	1	1	1	3	1	71	1	5	5	11	3,67
11	1	5	5	11	3,67	72	10	15	10	35	11,67
12	50	1	1	52	17,33	73	1	1	1	3	1
13	1	1	5	7	2,33	74	1	1	1	3	1
14	1	1	1	3	1	75	25	75	55	155	51,67
15	5	1	1	7	2,33	76	1	1	5	7	2,33
16	1	1	1	3	1	77	1	1	1	3	1
17	5	1	1	7	2,33	fripapa 78	1	1	1	3	1
18	1	10	1	12	4	79	1	1	1	3	1
19	1	1	5	7	2,33	80	m	1	1	2	1
20	10	5	1	16	5,33	81	1	1	1	3	1
21	5	m	5	10	5	82	m	1	m	1	1
22	1	1	1	3	1	83	m	5	m	5	5
23	1	5	1	7	2,33	uvilla 84	15	20	70	105	35
24	10	5	5	20	6,67	85	m	60	40	100	50
25	1	5	1	7	2,33	86	1	1	1	3	1
26	1	1	1	3	1	87	1	5	1	7	2,33
27	5	1	15	21	7	88	75	5	1	81	27
28	10	15	5	30	10	89	1	1	1	3	1
29	1	1	1	3	1	90	10	5	5	20	6,67
30	1	1	1	3	1	91	25	15	10	50	16,67
31	1	1	1	3	1	92	15	15	1	31	10,33
32	1	1	1	3	1	93	1	1	1	3	1
33	1	1	5	7	2,33	94	1	m	m	1	1
34	10	1	1	12	4	95	1	10	m	11	5,5
35	m	1	10	11	5,5	96	1	1	1	3	1
36	1	10	1	12	4	97	1	1	1	3	1
37	1	m	1	2	1	98	1	1	5	7	2,33
38	1	m	10	11	5,5	gabriela 99	10	10	10	30	10
39	5	5	1	11	3,67	100	1	m	10	11	5,5
40	15	10	10	35	11,67	101	1	1	1	3	1
41	1	1	1	3	1	Superchoia 102	20	15	10	45	15
42	5	10	90	105	35	103	10	1	1	12	4
43	1	5	15	21	7	104	5	1	1	7	2,33
44	1	1	1	3	1	105	1	1	1	3	1
45	10	10	20	40	13,33	106	5	15	1	21	7
46	1	1	1	3	1	107	1	1	1	3	1
47	65	10	20	95	31,67	108	25	10	10	45	15
48	1	1	1	3	1	109	25	75	10	110	36,67
49	5	5	m	10	5	110	m	80	30	110	55
50	85	25	m	110	55	111	5	m	10	15	7,5
51	1	1	1	3	1	112	1	1	50	52	17,33
52	25	5	45	75	25	113	5	5	1	11	3,67
53	m	m	90	90	90	114	1	1	75	77	25,67
54	1	1	1	3	1	115	m	100	m	100	100
55	1	1	m	2	1	116	5	5	5	15	5
56	1	5	10	16	5,33	117	1	1	m	2	1
57	1	1	1	3	1	catalina118	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
58	1	5	1	7	2,33	119	5	1	1	7	2,33
59	10	5	5	20	6,67	120	1	1	m	2	1
60	10	35	10	55	18,33	121	1	30	10	41	13,67
61	25	55	10	90	30						

# Lectura 6

Fecha:

R I						R II											
Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
1	1	1	1	3	1	62	15	20	10	45	15	1	20	10	5	35	11,67
2	25	5	1	31	10,33	63	5	m	5	10	5	2	10	20	15	45	15
3	15	5	1	21	7	64	1	1	1	3	1	3	20	40	10	70	23,33
4	5	1	1	7	2,33	65	5	5	15	25	8,33	4	20	100	40	160	53,33
5	20	m	1	21	10,5	66	5	1	1	7	2,33	5	30	m	10	40	20
6	15	5	5	25	8,33	67	1	m	1	2	1	6	25	100	10	135	45
7	5	1	1	7	2,33	68	1	1	1	3	1	7	5	15	10	30	10
8	1	1	1	3	1	69	5	5	100	110	36,67	8	10	15	m	25	12,5
9	5	1	5	11	3,67	70	5	5	1	11	3,67	9	5	5	5	15	5
10	1	1	1	3	1	71	1	1	1	3	1	10	5	5	5	15	5
11	1	1	1	3	1	72	1	1	1	3	1	11	10	10	5	25	8,33
12	1	1	1	3	1	73	1	1	1	3	1	12	m	10	10	20	10
13	20	1	5	26	8,67	74	1	5	5	11	3,67	13	5	m	15	20	10
14	15	15	1	31	10,33	75	60	60	30	150	50	14	40	15	5	60	20
15	5	90	5	100	33,33	76	10	5	10	25	8,33	15	1	1	1	3	1
16	5	1	30	36	12	77	1	m	1	2	1	16	1	1	m	2	1
17	1	5	1	7	2,33	fripapa 78	m	1	1	2	1	17	15	15	10	40	13,33
18	1	5	5	11	3,67	79	m	1	1	2	1	18	10	10	15	35	11,67
19	1	5	25	31	10,33	80	1	40	100	141	47	19	60	10	25	95	31,67
20	1	5	5	11	3,67	81	10	1	m	11	5,5	20	5	5	5	15	5
21	1	5	60	66	22	82	m	1	1	2	1	21	50	1	50	101	33,67
22	5	1	1	7	2,33	83	5	15	5	25	8,33	22	5	5	5	15	5
23	1	1	1	3	1	uvilla 84	5	5	10	20	6,67	23	10	10	15	35	11,67
24	10	15	m	25	12,5	85	5	5	70	80	26,67	24	10	20	25	55	18,33
25	1	1	1	3	1	86	10	5	5	20	6,67	25	1	1	m	2	1
26	5	50	30	85	28,33	87	1	5	1	7	2,33	26	5	10	10	25	8,33
27	40	5	5	50	16,67	88	5	10	m	15	7,5	27	5	10	10	25	8,33
28	20	10	15	45	15	89	5	5	5	15	5	28	15	15	20	50	16,67
29	5	15	m	20	10	90	5	10	5	20	6,67	29	10	15	m	25	12,5
30	15	m	15	30	15	91	5	15	5	25	8,33	30	60	m	10	70	35
31	5	10	60	75	25	92	m	1	5	6	3	31	60	10	60	130	43,33
32	5	5	15	25	8,33	93	100	1	1	102	34	32	5	10	5	20	6,67
33	10	15	70	95	31,67	94	m	5	5	10	5	33	15	5	100	120	40
34	1	10	25	36	12	95	10	10	15	35	11,67	34	1	5	1	7	2,33
35	10	15	1	26	8,67	96	1	1	15	17	5,67	35	10	10	100	120	40
36	5	15	10	30	10	97	1	5	1	7	2,33	36	5	5	5	15	5
37	5	5	60	70	23,33	98	100	10	10	120	40	37	10	5	25	40	13,33
38	20	25	5	50	16,67	gabriela99	10	15	15	40	13,33	38	10	40	10	60	20
39	m	5	m	5	5	100	m	1	m	1	1	39	m	5	m	5	5
40	100	10	25	135	45	101	15	5	5	25	8,33	40	1	1	m	2	1
41	m	10	m	10	10	Superchola 102	10	95	10	115	38,33	41	m	25	m	25	25
42	1	5	10	16	5,33	103	1	1	1	3	1	42	5	5	5	15	5
43	m	5	5	10	5	104	1	5	5	11	3,67	43	m	25	10	35	17,5
44	10	10	5	25	8,33	105	1	5	1	7	2,33	44	100	5	5	110	36,67
45	1	5	5	11	3,67	106	10	10	10	30	10	45	5	5	5	15	5
46	1	1	m	2	1	107	5	5	5	15	5	46	5	5	m	10	5
47	10	15	m	25	12,5	108	10	1	5	16	5,33	47	10	15	m	25	12,5
48	20	20	15	55	18,33	109	10	m	5	15	7,5	48	5	100	5	110	36,67
49	5	5	5	15	5	110	80	1	1	82	27,33	49	m	5	m	5	5
50	1	10	m	11	5,5	111	5	m	1	6	3	50	5	5	m	10	5
51	10	10	10	30	10	112	m	1	1	2	1	51	75	1	10	86	28,67
52	m	5	1	6	3	113	1	5	1	7	2,33	52	m	5	10	15	7,5
53	5	5	5	15	5	114	80	90	100	270	90	53	15	10	15	40	13,33
54	10	5	5	20	6,67	115	5	5	5	15	5	54	10	15	5	30	10
55	5	5	5	15	5	116	10	1	5	16	5,33	55	10	10	10	30	10
56	1	1	5	7	2,33	117	m	5	m	5	5	56	5	100	m	105	52,5
57	40	1	5	46	15,33	catalina118	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	57	10	m	10	20	10
58	5	1	m	6	3	119	1	5	1	7	2,33	58	15	5	m	20	10
59	10	10	5	25	8,33	120	1	1	1	3	1	59	5	25	30	60	20
60	1	5	5	11	3,67	121	60	30	30	120	40	60	40	60	40	140	46,67
61	5	5	1	11	3,67							61	20	1	60	81	27
62	1	1	1	3	1	62	1	1	1	3	1	62	1	1	1	3	1
63	20	m	10	30	15	63	20	m	10	30	15	63	20	m	10	30	15
64	25	25	25	75	25	64	25	25	25	75	25	64	25	25	25	75	25
65	20	10	1	31	10,33	65	20	10	1	31	10,33	65	20	10	1	31	10,33
66	1	5	1	7	2,33	66	1	5	1	7	2,33	66	1	5	1	7	2,33
67	15	m	5	20	10	67	15	m	5	20	10	67	15	m	5	20	10
68	60	60	65	185	61,67	68	60	60	65	185	61,67	68	60	60	65	185	61,67
69	35	25	10	70	23,33	69	35	25	10	70	23,33	69	35	25	10	70	23,33
70	5	5	5	15	5	70	5	5	5	15	5	70	5	5	5	15	5
71	m	m	5	5	5	71	m	m	5	5	5	71	m	m	5	5	5
72	5	100	5	110	36,67	72	5	100	5	110	36,67	72	5	100	5	110	36,67
73	10	15	10	35	11,67	73	10	15	10	35	11,67	73	10	15	10	35	11,67
74	40	100	25	165	55	74	40	100	25	165	55	74	40	100	25	165	55
75	15	75	65	155	51,67	75	15	75	65	155	51,67	75	15	75	65	155	51,67
76	15	10	10	35	11,67	76	15	10	10	35	11,67	76	15	10	10	35	11,67
77	10	m	15	25	12,5	77	10	m	15	25	12,5	77	10	m	15	25	12,5
fripapa 78	m	1	5	6	3	fripapa 78	m	1	5	6	3	fripapa 78	m	1	5	6	3
79	m	5	5	10	5	79	m	5	5	10	5	79	m	5	5	10	5
80	5	10	10	25	8,33	80	5	10	10	25	8,33	80	5	10	10	25	8,33
81	m	20	m	20	10	81	m	20	m	20	10	81	m	20	m	20	10
82	1	5	10	16	5,33	82	1	5	10	16	5,33	82	1	5	10	16	5,33
83	10	20	5	35	11,67	83	10	20	5	35	11,67	83	10	20	5	35	11,67
uvilla 84	40	50	60	150	50	uvilla 84	40	50	60	150	50	uvilla 84	40	50	60	150	50
85	75	10	15	100	33,33	85	75	10	15	100	33,33	85	75	10	15	100	33,33
86	1	1	1	3	1	86	1	1	1	3	1	86	1	1	1	3	1
87	5	5	15	25	8,33	87	5	5	15	25	8,33	87	5	5	15	25	8,33
88	100	15	m	115	57,5	88	100	15	m	115	57,5	88	100	15	m	115	57,5
89	25	m	25	50	25	89	25	m	25	50	25	89	25	m	25	50	25
90	20	5	5	30	10	90	20	5	5	30	10	90	20	5	5	30	10
91	m	5	5	10	5	91	m	5	5	10	5	91	m	5	5	10	5
92	m	5	1	6	3	92	m	5	1	6	3	92	m	5	1	6	3
93	90	m	m	90	90	93	90	m	m	90	90	93	90	m	m	90	90
94	1	5	5	11	3,67	94	1	5	5	11	3,67	94	1	5	5	11	3,67
95	40	30	30	100	33,33	95											

# Lectura 6

Fecha:

R III															
Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO				
1	10	1	100	111	37	62	1	10	10	21	7				
2	10	10	30	50	16,67	63	10	50	10	70	23,33				
3	5	1	1	7	2,33	64	5	5	5	15	5				
4	10	5	5	20	6,67	65	10	10	5	25	8,33				
5	m	10	m	10	10	66	5	5	5	15	5				
6	5	5	10	20	6,67	67	m	5	5	10	5				
7	1	1	1	3	1	68	5	25	40	70	23,33				
8	5	5	1	11	3,67	69	1	15	5	21	7				
9	10	40	30	80	26,67	70	25	80	75	180	60				
10	1	1	1	3	1	71	15	10	5	30	10				
11	5	5	5	15	5	72	20	30	30	80	26,67				
12	100	10	10	120	40	73	10	10	10	30	10				
13	5	5	10	20	6,67	74	5	5	5	15	5				
14	1	1	1	3	1	75	90	80	60	230	76,67				
15	15	5	15	35	11,67	76	5	10	10	25	8,33				
16	10	10	20	40	13,33	77	5	5	15	25	8,33				
17	1	1	1	3	1	<b>fripapa 78</b>					5	5			
18	5	100	5	110	36,67	79	10	5	10	25	8,33				
19	5	5	20	30	10	80	m	10	15	25	12,5				
20	10	5	10	25	8,33	81	15	10	5	30	10				
21	10	m	5	15	7,5	82	m	5	m	5	5				
22	5	5	10	20	6,67	83	m	5	m	5	5				
23	10	20	10	40	13,33	<b>uvilla 84</b>					25	35	100	160	53,33
24	1	1	1	3	1	85	m	60	40	100	50				
25	1	1	1	3	1	86	1	1	1	3	1				
26	1	1	1	3	1	87	10	5	10	25	8,33				
27	5	10	50	65	21,67	88	20	30	30	80	26,67				
28	15	25	15	55	18,33	89	5	5	5	15	5				
29	25	5	5	35	11,67	90	5	5	5	15	5				
30	1	20	10	31	10,33	91	15	20	25	60	20				
31	10	15	5	30	10	92	15	10	5	30	10				
32	5	1	1	7	2,33	93	1	10	1	12	4				
33	60	10	15	85	28,33	94	5	m	m	5	5				
34	5	1	1	7	2,33	95	10	5	m	15	7,5				
35	m	5	15	20	10	96	10	5	5	20	6,67				
36	10	25	20	55	18,33	97	5	5	10	20	6,67				
37	10	m	15	25	12,5	98	10	20	40	70	23,33				
38	1	m	10	11	5,5	<b>gabriela 99</b>					20	15	10	45	15
39	5	1	1	7	2,33	100	30	m	5	35	17,5				
40	10	15	25	50	16,67	101	10	10	20	40	13,33				
41	1	5	5	11	3,67	<b>Superchola 102</b>					25	20	5	50	16,67
42	10	10	100	120	40	103	30	5	20	55	18,33				
43	1	5	10	16	5,33	104	20	10	15	45	15				
44	5	1	1	7	2,33	105	15	10	5	30	10				
45	10	15	20	45	15	106	10	60	15	85	28,33				
46	1	5	5	11	3,67	107	1	1	1	3	1				
47	15	20	35	70	23,33	108	25	5	10	40	13,33				
48	10	5	5	20	6,67	109	25	80	15	120	40				
49	5	5	m	10	5	110	10	80	40	130	43,33				
50	95	50	m	145	72,5	111	25	m	25	50	25				
51	5	5	5	15	5	112	1	1	100	102	34				
52	40	20	60	120	40	113	10	10	10	30	10				
53	m	m	50	50	50	114	5	10	90	105	35				
54	1	5	25	31	10,33	115	m	100	m	100	100				
55	10	5	m	15	7,5	116	1	25	15	41	13,67				
56	1	5	10	16	5,33	117	5	5	m	10	5				
57	5	5	5	15	5	<b>catalina118</b>					0,1	0,1	0,3	0,1	
58	10	15	5	30	10	119	5	5	5	15	5				
59	15	20	20	55	18,33	120	5	50	m	55	27,5				
60	40	20	60	120	40	121	1	15	30	46	15,33				
61	25	100	55	180	60										



# Lectura 7

Fecha:

Nº	R III			SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3								
1	50	45	100	195	65	62	30	30	30	90	30
2	35	25	60	120	40	63	35	45	30	110	36,67
3	40	30	30	100	33,33	64	30	30	30	90	30
4	30	30	30	90	30	65	25	30	35	90	30
5	m	35	m	35	35	66	35	30	30	95	31,67
6	30	30	30	90	30	67	m	40	40	80	40
7	25	25	25	75	25	68	40	35	30	105	35
8	20	20	25	65	21,67	69	35	30	30	95	31,67
9	30	25	20	75	25	70	30	30	30	90	30
10	30	30	25	85	28,33	71	35	35	35	105	35
11	20	25	25	70	23,33	72	40	50	40	130	43,33
12	100	35	20	155	51,67	73	25	30	25	80	26,67
13	25	30	40	95	31,67	74	35	30	30	95	31,67
14	25	25	35	85	28,33	75	40	45	40	125	41,67
15	25	30	35	90	30	76	35	30	35	100	33,33
16	35	25	25	85	28,33	77	25	25	30	80	26,67
17	45	40	40	125	41,67	fripapa 78	10	10	10	30	10
18	40	100	20	160	53,33	79	70	40	40	150	50
19	30	30	30	90	30	80	m	35	35	70	35
20	20	20	30	70	23,33	81	20	25	25	70	23,33
21	30	m	25	55	27,5	82	m	30	m	30	30
22	35	35	25	95	31,67	83	m	20	m	20	20
23	40	40	45	125	41,67	uvilla 84	40	45	100	185	61,67
24	45	35	35	115	38,33	85	m	40	40	80	40
25	35	30	45	110	36,67	86	35	35	30	100	33,33
26	20	20	25	65	21,67	87	25	30	25	80	26,67
27	30	60	45	135	45	88	60	40	40	140	46,67
28	35	30	30	95	31,67	89	40	35	35	110	36,67
29	30	30	30	90	30	90	40	40	30	110	36,67
30	25	25	25	75	25	91	25	30	35	90	30
31	30	35	30	95	31,67	92	35	30	25	90	30
32	25	30	25	80	26,67	93	25	25	30	80	26,67
33	35	40	45	120	40	94	30	m	m	30	30
34	30	30	20	80	26,67	95	35	35	m	70	35
35	m	40	30	70	35	96	35	30	30	95	31,67
36	40	45	40	125	41,67	97	25	30	35	90	30
37	35	m	35	70	35	98	35	35	35	105	35
38	35	m	35	70	35	gabriela 99	30	25	20	75	25
39	25	25	25	75	25	100	35	m	30	65	32,5
40	45	40	45	130	43,33	101	35	25	30	90	30
41	40	40	45	125	41,67	Superchola 102	40	35	30	105	35
42	30	30	100	160	53,33	103	30	25	35	90	30
43	20	25	30	75	25	104	40	30	30	100	33,33
44	30	30	30	90	30	105	30	20	20	70	23,33
45	40	45	45	130	43,33	106	35	40	25	100	33,33
46	30	35	45	110	36,67	107	25	20	55	100	33,33
47	35	30	35	100	33,33	108	30	35	30	95	31,67
48	35	40	40	115	38,33	109	40	35	30	105	35
49	35	35	m	70	35	110	m	30	35	65	32,5
50	95	30	m	125	62,5	111	30	m	30	60	30
51	35	35	30	100	33,33	112	25	25	100	150	50
52	30	35	30	95	31,67	113	30	30	30	90	30
53	m	m	30	30	30	114	30	30	40	100	33,33
54	35	40	40	115	38,33	115	m	100	m	100	100
55	35	35	m	70	35	116	30	35	35	100	33,33
56	25	25	25	75	25	117	45	30	m	75	37,5
57	20	20	20	60	20	catalina118	1	1	1	3	1
58	25	20	25	70	23,33	119	35	30	30	95	31,67
59	40	25	25	90	30	120	35	30	m	65	32,5
60	40	35	60	135	45	121	40	40	35	115	38,33
61	35	100	45	180	60						





# Lectura 8

Fecha:

Nº	R III					Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO						
1	70	65	100	235	78,33	62	55	55	55	165	55
2	55	55	100	210	70	63	55	55	55	165	55
3	80	55	55	190	63,33	64	60	60	60	180	60
4	55	55	60	170	56,67	65	55	55	55	165	55
5	m	65	m	65	65	66	60	65	60	185	61,67
6	65	65	65	195	65	67	m	60	60	120	60
7	55	55	55	165	55	68	60	60	70	190	63,33
8	45	45	55	145	48,33	69	70	65	65	200	66,67
9	55	55	45	155	51,67	70	75	75	75	225	75
10	60	60	55	175	58,33	71	70	70	60	200	66,67
11	40	45	45	130	43,33	72	80	95	70	245	81,67
12	100	60	60	220	73,33	73	50	55	55	160	53,33
13	45	70	50	165	55	74	55	60	50	165	55
14	55	55	55	165	55	75	80	80	80	240	80
15	60	65	65	190	63,33	76	70	65	70	205	68,33
16	55	65	45	165	55	77	45	45	45	135	45
17	65	55	55	175	58,33	fripapa 78	30	30	30	90	30
18	100	100	50	250	83,33	79	100	50	60	210	70
19	60	50	80	190	63,33	80	m	50	50	100	50
20	60	60	60	180	60	81	45	40	45	130	43,33
21	55	m	55	110	55	82	m	55	m	55	55
22	55	55	55	165	55	83	m	55	m	55	55
23	50	50	40	140	46,67	uvilla 84	55	60	100	215	71,67
24	60	60	60	180	60	85	m	65	55	120	60
25	60	50	45	155	51,67	86	60	60	60	180	60
26	45	45	45	135	45	87	55	50	50	155	51,67
27	40	100	100	240	80	88	100	70	70	240	80
28	55	70	65	190	63,33	89	50	55	50	155	51,67
29	65	65	60	190	63,33	90	70	70	60	200	66,67
30	60	60	60	180	60	91	60	60	55	175	58,33
31	70	65	70	205	68,33	92	55	40	45	140	46,67
32	55	65	60	180	60	93	55	55	60	170	56,67
33	70	55	65	190	63,33	94	60	m	m	60	60
34	60	70	50	180	60	95	70	70	m	140	70
35	m	80	70	150	75	96	55	55	55	165	55
36	70	70	70	210	70	97	55	60	65	180	60
37	55	m	55	110	55	98	55	70	70	195	65
38	50	m	55	105	52,5	gabriela 99	35	50	35	120	40
39	45	45	45	135	45	100	75	m	60	135	67,5
40	65	60	65	190	63,33	101	70	55	55	180	60
41	55	60	75	190	63,33	Superchola 102	65	65	65	195	65
42	55	55	100	210	70	103	50	55	70	175	58,33
43	40	40	55	135	45	104	75	60	70	205	68,33
44	45	45	45	135	45	105	60	55	50	165	55
45	55	60	55	170	56,67	106	60	70	50	180	60
46	65	65	70	200	66,67	107	50	40	55	145	48,33
47	65	45	45	155	51,67	108	70	70	60	200	66,67
48	60	65	60	185	61,67	109	80	75	65	220	73,33
49	55	55	55	165	55	110	m	55	65	120	60
50	100	45	m	145	72,5	111	55	m	55	110	55
51	70	70	75	215	71,67	112	45	45	100	190	63,33
52	70	70	70	210	70	113	50	50	50	150	50
53	m	m	60	60	60	114	60	65	70	195	65
54	60	70	70	200	66,67	115	m	100	m	100	100
55	55	55	m	110	55	116	60	70	70	200	66,67
56	45	55	55	155	51,67	117	100	55	m	155	77,5
57	40	40	40	120	40	catalina118	10	10	10	30	10
58	45	45	45	135	45	119	55	65	65	185	61,67
59	55	40	40	135	45	120	55	60	m	115	57,5
60	100	100	55	255	85	121	80	80	80	240	80
61	80	100	55	235	78,33						

# Lectura 9

Fecha:

Nº	R I					Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO						
1	25	65	45	135	45	62	65	65	75	205	68,33
2	60	50	70	180	60	63	70	m	70	140	70
3	65	50	50	165	55	64	70	70	70	210	70
4	45	55	40	140	46,67	65	70	80	100	250	83,33
5	70	m	75	145	72,5	66	75	70	70	215	71,67
6	70	75	80	225	75	67	50	m	50	100	50
7	50	50	50	150	50	68	60	65	75	200	66,67
8	50	45	50	145	48,33	69	80	80	100	260	86,67
9	65	40	60	165	55	70	60	65	65	190	63,33
10	50	45	45	140	46,67	71	65	65	65	195	65
11	45	50	45	140	46,67	72	65	60	60	185	61,67
12	70	70	70	210	70	73	60	60	60	180	60
13	50	50	50	150	50	74	75	50	55	180	60
14	100	70	60	230	76,67	75	100	100	100	300	100
15	65	100	65	230	76,67	76	100	100	100	300	100
16	75	80	90	245	81,67	77	65	m	65	130	65
17	80	80	65	225	75	fripapa 78	m	50	50	100	50
18	100	85	65	250	83,33	79	m	70	65	135	67,5
19	60	80	60	200	66,67	80	55	100	100	255	85
20	75	75	70	220	73,33	81	75	90	m	165	82,5
21	65	70	90	225	75	82	m	65	65	130	65
22	60	45	40	145	48,33	83	70	70	70	210	70
23	65	50	50	165	55	uvilla 84	90	90	90	270	90
24	70	75	m	145	72,5	85	65	70	90	225	75
25	100	40	45	185	61,67	86	65	65	70	200	66,67
26	60	50	30	140	46,67	87	65	70	65	200	66,67
27	55	50	55	160	53,33	88	90	100	m	190	95
28	95	95	95	285	95	89	55	55	55	165	55
29	65	60	m	125	62,5	90	70	70	70	210	70
30	60	m	65	125	62,5	91	70	75	75	220	73,33
31	90	90	90	270	90	92	m	60	60	120	60
32	75	60	60	195	65	93	100	60	60	220	73,33
33	100	100	100	300	100	94	m	65	65	130	65
34	80	65	65	210	70	95	80	100	85	265	88,33
35	80	70	65	215	71,67	96	70	75	75	220	73,33
36	85	85	75	245	81,67	97	65	65	65	195	65
37	90	80	100	270	90	98	100	70	70	240	90
38	90	75	90	255	85	gabriela99	60	60	60	180	60
39	m	45	m	45	22,5	100	m	70	m	70	70
40	100	100	85	285	95	101	75	60	70	205	68,33
41	m	70	m	70	70	Superchola 102	75	75	75	225	75
42	60	5	70	135	45	103	65	65	65	195	65
43	75	60	75	210	70	104	65	65	65	195	65
44	70	65	70	205	68,33	105	70	70	70	210	70
45	75	60	65	200	66,67	106	85	85	85	255	85
46	70	70	70	210	70	107	80	70	70	220	73,33
47	75	75	m	150	75	108	80	90	90	260	86,67
48	70	70	70	210	70	109	75	m	80	155	77,5
49	75	75	75	225	75	110	65	65	65	195	65
50	75	75	75	225	75	111	80	m	70	150	75
51	70	70	70	210	70	112	m	65	60	125	62,5
52	m	70	70	140	70	113	65	65	60	190	63,33
53	70	70	80	220	73,33	114	80	90	100	270	90
54	75	75	75	225	75	115	70	85	85	240	80
55	60	60	60	180	60	116	75	65	65	205	68,33
56	60	65	60	185	61,67	117	m	65	m	65	65
57	60	65	60	185	61,67	catalina118	30	30	30	90	30
58	60	65	m	125	62,5	119	70	65	75	210	70
59	60	65	65	190	63,33	120	65	65	65	195	65
60	60	60	60	180	60	121	100	90	75	265	88,33
61	65	65	60	190	63,33						

Nº	R II					Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO						
1	100	80	85	265	88,33	62	70	85	85	240	80
2	75	75	90	240	80	63	70	m	70	140	70
3	75	80	70	225	75	64	80	75	90	245	81,67
4	65	100	70	235	78,33	65	75	70	75	220	73,33
5	85	m	85	170	85	66	90	85	80	255	85
6	85	100	85	270	90	67	75	m	75	150	75
7	75	75	75	225	75	68	65	100	75	240	80
8	75	80	m	155	77,5	69	80	90	90	260	86,67
9	95	95	95	285	95	70	85	85	85	255	85
10	75	75	85	235	78,33	71	m	m	m	95	95
11	70	70	70	210	70	72	60	100	55	215	71,67
12	m	85	85	170	85	73	55	55	55	165	55
13	75	m	75	150	75	74	100	100	75	275	91,67
14	80	80	100	260	86,67	75	80	85	90	255	85
15	90	90	90	270	90	76	90	90	90	270	90
16	90	95	m	185	92,5	77	65	m	65	130	65
17	100	70	70	240	80	fripapa 78	m	50	50	100	50
18	70	100	70	240	80	79	m	75	75	150	75
19	100	75	80	255	85	80	75	75	75	225	75
20	80	85	75	240	80	81	m	90	m	90	90
21	75	75	75	225	75	82	75	75	75	225	75
22	75	75	75	225	75	83	65	70	85	220	73,33
23	75	90	90	255	85	uvilla 84	85	85	85	255	85
24	85	90	95	270	90	85	75	75	70	220	73,33
25	75	75	m	150	75	86	70	85	75	230	76,67
26	85	80	85	250	83,33	87	75	75	75	225	75
27	85	70	100	255	85	88	100	95	m	195	97,5
28	85	85	85	255	85	89	75	m	75	150	75
29	80	90	95	265	88,33	90	95	95	95	285	95
30	90	90	90	270	90	91	m	75	75	150	75
31	70	70	100	240	80	92	m	65	75	140	70
32	75	65	65	205	68,33	93	100	m	m	100	100
33	70	65	100	235	78,33	94	80	80	90	250	83,33
34	80	80	80	240	80	95	90	90	85	265	88,33
35	80	85	100	265	88,33	96	80	80	80	240	80
36	75	75	75	225	75	97	70	60	70	200	66,67
37	75	90	70	235	78,33	98	75	65	70	210	70
38	90	90	90	270	90	gabriela99	75	75	75	225	75
39	m	75	m	75	75	100	90	85	m	175	87,5
40	90	90	m	180	90	101	85	80	80	245	81,67
41	m	75	m	75	75	Superchola 102	80	80	70	230	76,67
42	75	75	75	225	75	103	60	65	80	205	68,33
43	m	70	70	140	46,67	104	90	90	95	275	91,67
44	100	75	75	250	83,33	105	100	90	85	275	91,67
45	80	80	80	240	80	106	95	95	95	285	95
46	55	55	m	110	55	107	85	80	75	240	80
47	75	80	m	155	77,5	108	100	100	100	300	100
48	70	100	100	270	90	109	90	m	90	180	90
49	m	75	m	75	75	110	70	70	70	210	70
50	85	85	m	170	85	111	75	85	85	245	81,67
51	70	70	70	210	70	112	m	75	80	155	51,67
52	m	55	60	115	57,5	113	75	m	65	140	70
53	85	80	75	240	80	114	100	100	m	200	100
54	70	70	75	215	71,67	115	m	90	80	170	85
55	75	80	80	235	78,33	116	95	95	90	280	93,33
56	75	100	m	175	87,5	117	m	65	m	65	65
57	70	m	70	140	70	catalina118	40	40	35	115	38,33
58	70	75	m	145	72,5	119	90	90	90	270	90
59	75	70	75	220	73,33	120	100	70	75	245	81,67
60	100	100	100	300	100	121	95	95	95	285	95
61	70	70	70	210	70						

# Lectura 8

Fecha:

R III											
Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
1	90	85	100	275	91,67	62	75	75	75	225	75
2	75	75	100	250	83,33	63	75	75	75	225	75
3	80	75	75	230	76,67	64	80	80	80	240	80
4	75	75	80	230	76,67	65	75	75	75	225	75
5	m	85	m	85	85	66	80	85	80	245	81,67
6	85	85	85	255	85	67	m	80	80	160	80
7	75	75	75	225	75	68	80	80	90	250	83,33
8	65	65	75	205	68,33	69	90	85	85	260	86,67
9	75	75	65	215	71,67	70	95	95	95	285	95
10	80	80	75	235	78,33	71	90	90	80	260	86,67
11	60	65	65	190	63,33	72	100	95	90	285	95
12	100	80	80	260	86,67	73	70	75	75	220	73,33
13	65	90	50	205	68,33	74	55	80	70	205	68,33
14	75	75	75	225	75	75	100	100	100	300	100
15	80	85	85	250	83,33	76	90	95	95	275	91,67
16	75	85	65	225	75	77	65	65	65	195	65
17	85	75	75	235	78,33	fripapa 78	50	50	50	150	50
18	100	100	50	250	83,33	79	100	70	80	250	83,33
19	80	70	100	250	83,33	80	m	70	70	140	70
20	80	80	80	240	80	81	55	60	65	180	60
21	75	m	75	150	75	82	m	75	m	75	75
22	75	75	75	225	75	83	m	75	m	75	75
23	70	70	60	200	66,67	uvilla 84	75	80	100	255	85
24	80	80	80	240	80	85	m	75	80	155	77,5
25	80	70	65	215	71,67	86	80	80	80	240	80
26	65	65	65	195	65	87	75	70	70	215	71,67
27	60	100	100	260	86,67	88	100	90	90	280	93,33
28	75	80	85	240	80	89	70	75	70	215	71,67
29	85	85	80	250	83,33	90	90	90	80	260	86,67
30	80	80	80	240	80	91	80	80	85	245	81,67
31	90	85	90	265	88,33	92	75	65	65	205	68,33
32	75	85	80	240	80	93	75	75	80	230	76,67
33	90	75	85	250	83,33	94	80	m	m	80	80
34	80	90	70	240	80	95	90	90	m	180	90
35	m	100	90	190	95	96	75	75	75	225	75
36	90	90	90	270	90	97	75	80	85	240	80
37	75	m	75	150	75	98	75	90	90	255	85
38	70	m	75	145	72,5	gabriela 99	55	70	75	200	66,67
39	65	65	65	195	65	100	95	m	80	175	87,5
40	85	80	85	250	83,33	101	90	75	75	240	80
41	75	80	95	250	83,33	Superchola 102	85	85	85	255	85
42	75	75	100	250	83,33	103	70	75	90	235	78,33
43	60	60	75	195	65	104	75	80	90	245	81,67
44	65	65	65	195	65	105	80	75	70	225	75
45	75	80	75	230	76,67	106	80	90	70	240	80
46	85	85	90	260	86,67	107	70	60	75	205	68,33
47	85	65	65	215	71,67	108	90	90	80	260	86,67
48	80	85	80	245	81,67	109	100	95	85	280	93,33
49	75	75	m	150	75	110	m	75	85	160	80
50	100	65	m	165	82,5	111	75	m	75	150	75
51	90	90	95	275	91,67	112	65	65	100	230	76,67
52	90	90	90	270	90	113	70	70	70	210	70
53	m	m	75	75	75	114	80	85	90	255	85
54	80	90	90	260	86,67	115	m	100	m	100	100
55	75	75	75	225	75	116	80	80	90	250	83,33
56	65	75	75	215	71,67	117	100	75	m	175	87,5
57	60	60	60	180	60	catalina118	50	50	50	150	50
58	65	65	70	200	66,67	119	75	85	85	245	81,67
59	65	60	60	185	61,67	120	75	80	80	235	78,33
60	100	100	75	275	91,67	121	100	100	100	300	100
61	70	100	75	245	81,67						

# Lectura 10

Fecha:

R I						R II												
Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	
1	50	60	50	160	53,33	62	90	95	95	280	93,33	62	75	80	85	240	80	
2	60	50	60	170	56,67	63	80	m	80	160	80	63	75	m	80	155	77,5	
3	90	75	50	215	71,67	64	100	80	80	260	86,67	64	80	85	90	255	85	
4	60	65	60	185	61,67	65	85	80	85	250	83,33	65	80	85	85	250	83,33	
5	85	m	90	175	87,5	66	85	95	95	275	91,67	66	85	85	85	255	85	
6	100	90	90	280	93,33	67	95	m	90	185	92,5	67	100	m	100	200	100	
7	75	60	70	205	68,33	68	80	65	100	245	81,67	68	80	100	70	250	83,33	
8	65	85	70	220	73,33	69	100	100	100	300	100	69	80	100	70	250	83,33	
9	90	85	80	255	85	70	75	65	60	200	66,67	70	85	100	90	275	91,67	
10	75	75	80	230	76,67	71	65	50	55	170	56,67	9	75	75	75	225	75	
11	75	75	75	225	75	72	40	55	60	155	51,67	10	m	m	100	100	50	
12	90	85	90	265	88,33	73	85	80	80	245	81,67	11	70	100	75	245	81,67	
13	65	65	75	205	68,33	74	55	50	55	160	53,33	12	70	85	85	250	83,33	
14	100	90	80	270	90	75	100	100	100	300	100	73	80	85	85	250	83,33	
15	60	100	75	235	78,33	76	100	100	100	300	100	74	100	100	80	280	93,33	
16	95	95	90	280	93,33	77	65	m	85	150	75	75	90	90	90	270	90	
17	100	85	75	260	86,67	fripapa 78	m	60	55	115	57,5	15	95	95	m	190	95	
18	100	90	85	275	91,67	79	m	65	75	140	70	16	95	95	m	190	95	
19	60	85	80	225	75	80	95	100	100	295	98,33	17	100	85	85	270	90	
20	85	90	85	260	86,67	81	85	95	m	180	90	18	90	100	90	280	93,33	
21	85	85	100	270	90	82	m	60	80	140	70	19	100	85	90	275	91,67	
22	85	85	85	255	85	83	80	80	80	240	80	20	100	85	85	270	90	
23	70	65	75	210	70	85	80	80	80	240	80	21	85	70	80	235	78,33	
24	85	90	80	255	85	86	85	95	95	285	95	22	80	90	85	255	85	
25	100	55	70	225	75	87	75	70	75	220	73,33	23	70	80	90	240	80	
26	95	95	95	285	95	88	65	80	80	225	75	24	90	95	95	280	93,33	
27	70	80	75	225	75	89	95	100	m	195	97,5	25	90	85	m	175	87,5	
28	95	95	95	285	95	90	65	70	80	215	71,67	26	85	85	85	255	85	
29	65	75	m	140	70	91	85	80	75	240	80	27	85	75	100	260	86,67	
30	80	m	85	165	82,5	92	80	80	80	240	80	28	85	100	100	285	95	
31	95	95	95	285	95	93	m	55	55	110	55	29	70	85	m	155	77,5	
32	85	100	80	265	88,33	94	100	70	75	245	81,67	30	85	m	85	170	85	
33	100	100	100	300	100	95	m	65	75	140	70	31	75	85	100	260	86,67	
34	95	95	95	285	95	96	90	100	85	275	91,67	32	85	85	85	255	85	
35	85	85	85	255	85	97	85	80	80	245	81,67	33	85	75	100	260	86,67	
36	85	80	80	245	81,67	98	60	70	75	205	68,33	34	90	90	90	270	90	
37	90	90	100	280	93,33	gabriela99	100	70	85	255	85	35	85	80	100	265	88,33	
38	85	85	85	255	85	100	90	95	90	275	91,67	36	70	75	70	215	71,67	
39	m	75	m	75	75	101	m	85	m	85	85	37	85	80	100	265	88,33	
40	100	100	95	295	98,33	Superchola 102	101	80	60	85	225	75	38	85	90	95	270	90
41	m	90	m	90	90	103	90	90	95	275	91,67	39	m	90	m	90	90	
42	85	90	90	265	88,33	104	65	75	85	225	75	40	85	85	m	170	85	
43	m	85	80	165	82,5	105	95	80	80	255	85	41	m	85	m	85	85	
44	95	95	95	285	95	106	75	95	85	255	85	42	85	80	85	250	83,33	
45	95	85	90	270	90	107	95	95	95	285	95	43	m	75	85	160	80	
46	85	90	90	265	88,33	108	80	75	80	235	78,33	44	100	80	80	260	86,67	
47	90	90	m	180	90	109	85	90	95	270	90	45	85	80	100	265	88,33	
48	90	85	80	255	85	110	80	m	85	170	85	46	65	65	75	205	68,33	
49	90	85	80	255	85	111	90	80	75	245	81,67	47	85	90	m	175	87,5	
50	85	90	m	175	87,5	112	75	m	70	145	72,5	48	85	100	85	270	90	
51	85	85	85	255	85	113	m	50	50	100	50	49	m	85	m	85	85	
52	m	85	90	175	87,5	114	50	55	50	155	51,67	50	80	80	m	160	80	
53	90	90	90	270	90	115	95	100	100	295	98,33	51	90	90	90	270	90	
54	85	80	85	250	83,33	116	75	85	85	245	81,67	52	m	75	85	160	80	
55	80	80	80	240	80	117	85	85	80	250	83,33	53	90	85	90	265	88,33	
56	100	85	85	270	90	catalina118	m	70	m	70	70	54	75	65	75	215	71,67	
57	75	55	70	200	66,67	119	50	50	50	150	50	55	90	85	90	255	85	
58	85	80	m	165	82,5	120	75	80	85	240	80	56	95	100	m	195	97,5	
59	100	85	80	265	88,33	121	70	65	70	205	68,33	57	60	m	65	125	62,5	
60	85	75	80	240	80	122	100	100	100	300	100	58	80	90	m	170	85	
61	75	80	85	240	80	123	100	100	100	300	100	59	80	60	60	200	66,67	
												60	100	100	100	300	100	
												61	50	50	50	150	50	

# Lectura 10

Fecha:

Nº	R III			SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3								
1	80	60	100	240	80	62	80	85	85	250	83,33
2	80	90	100	270	90	63	90	90	90	270	90
3	80	80	85	245	81,67	64	90	90	90	270	90
4	80	85	75	240	80	65	70	65	85	220	73,33
5	m	80	m	80	80	66	85	90	90	265	88,33
6	85	85	90	260	86,67	67	m	80	80	160	80
7	75	75	90	240	80	68	90	95	95	280	93,33
8	100	70	85	255	85	69	90	95	95	280	93,33
9	85	80	75	240	80	70	100	100	100	300	100
10	85	85	75	245	81,67	71	85	85	85	255	85
11	70	65	70	205	68,33	72	100	95	95	290	96,67
12	100	85	85	270	90	73	65	85	80	230	76,67
13	80	100	75	255	85	74	75	90	85	250	83,33
14	85	85	80	250	83,33	75	100	100	100	300	100
15	95	95	90	280	93,33	76	95	95	95	285	95
16	95	85	75	255	85	77	80	75	70	225	75
17	85	70	100	255	85	fripapa 78	70	65	80	215	71,67
18	100	100	80	280	93,33	79	100	95	95	290	96,67
19	95	95	100	290	96,67	80	m	65	70	135	67,5
20	95	85	95	275	91,67	81	75	75	80	230	76,67
21	90	m	80	170	85	82	m	70	m	70	70
22	80	90	90	260	86,67	83	m	75	m	75	75
23	75	70	65	210	70	uvilla 84	100	100	100	300	100
24	85	8	85	178	59,33	85	m	100	65	165	82,5
25	80	70	50	200	66,67	86	80	90	95	265	88,33
26	80	85	80	245	81,67	87	85	80	85	250	83,33
27	80	100	100	280	93,33	88	100	100	95	295	98,33
28	95	95	95	285	95	89	85	85	85	255	85
29	100	95	95	290	96,67	90	80	80	75	235	78,33
30	85	85	85	255	85	91	90	85	90	265	88,33
31	95	85	95	275	91,67	92	85	75	70	230	76,67
32	82	90	85	257	85,67	93	75	75	85	235	78,33
33	95	90	85	270	90	94	80	m	m	80	80
34	85	85	80	250	83,33	95	90	90	90	270	90
35	m	100	95	195	97,5	96	85	85	80	250	83,33
36	95	90	90	275	91,67	97	80	90	100	270	90
37	95	m	95	190	95	98	95	95	95	285	95
38	75	m	80	155	77,5	gabriela 99	100	100	100	300	100
39	70	75	80	225	75	100	95	m	80	175	87,5
40	90	90	90	270	90	101	80	80	80	240	80
41	85	90	95	270	90	Superchola 102	95	90	90	275	91,67
42	80	80	100	260	86,67	103	90	90	90	270	90
43	75	85	100	260	86,67	104	90	95	95	280	93,33
44	75	70	85	230	76,67	105	65	65	50	180	60
45	80	80	85	245	81,67	106	95	100	90	285	95
46	90	90	90	270	90	107	85	75	85	245	81,67
47	90	80	85	255	85	108	95	95	95	285	95
48	85	85	85	255	85	109	100	95	95	290	96,67
49	80	80	m	160	80	110	m	80	95	175	87,5
50	100	85	m	185	92,5	111	85	m	85	170	85
51	95	85	70	250	83,33	112	60	55	100	215	71,67
52	90	95	90	275	91,67	113	85	85	80	250	83,33
53	m	m	75	75	75	114	95	95	95	285	95
54	85	75	90	250	83,33	115	m	100	m	100	100
55	80	85	m	165	82,5	116	75	90	95	260	86,67
56	80	85	85	250	83,33	117	100	65	m	165	55
57	60	65	75	200	66,67	catalina118	55	60	55	170	56,67
58	60	65	60	185	61,67	119	85	85	85	255	85
59	80	75	75	230	76,67	120	75	75	m	150	75
60	100	100	90	290	96,67	121	100	100	100	300	100
61	85	100	75	260	86,67						

# Lectura 11

Fecha:

R I						R II											
Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
1	85	95	80	260	86,67	62	95	95	95	285	95	1	100	95	90	285	95
2	95	95	95	285	95	63	90	m	85	175	87,5	2	90	90	90	270	90
3	95	90	75	260	86,67	64	100	90	90	280	93,33	3	90	100	85	275	91,67
4	75	85	85	245	81,67	65	95	90	100	285	95	4	90	100	95	285	95
5	95	m	95	190	95	66	95	95	90	280	93,33	5	90	m	90	180	90
6	100	90	90	280	93,33	67	100	m	100	200	100	6	95	100	95	290	96,67
7	85	85	85	255	85	68	80	100	100	280	93,33	7	100	85	80	265	88,33
8	80	95	90	265	88,33	69	100	100	100	300	100	8	100	85	m	185	92,5
9	95	90	95	280	93,33	70	90	80	90	260	86,67	9	95	95	95	285	95
10	90	90	90	270	90	71	80	80	85	245	81,67	10	95	95	90	280	93,33
11	85	85	85	255	85	72	70	70	100	240	80	11	95	95	90	280	93,33
12	95	90	95	280	93,33	73	90	90	90	270	90	12	m	90	90	180	90
13	80	80	80	240	80	74	80	75	80	235	78,33	13	80	m	100	180	90
14	100	95	95	290	96,67	75	100	100	100	300	100	14	100	85	100	285	95
15	80	100	95	275	91,67	76	100	100	100	300	100	15	100	95	90	285	95
16	95	95	95	285	95	77	85	m	90	175	87,5	16	100	95	m	195	97,5
17	100	95	95	290	96,67	fripapa 78	m	65	70	135	67,5	17	100	90	95	285	95
18	100	95	95	290	96,67	79	m	100	80	180	90	18	100	100	95	295	98,33
19	90	90	100	280	93,33	80	95	100	100	295	98,33	19	100	90	95	285	95
20	95	95	100	290	96,67	81	95	95	m	190	95	20	95	95	100	290	96,67
21	90	90	100	280	93,33	82	m	100	85	185	92,5	21	95	75	90	260	86,67
22	90	90	90	270	90	83	90	90	90	270	90	22	85	95	95	275	91,67
23	85	90	95	270	90	uvilla 84	100	100	100	300	100	23	75	100	85	260	86,67
24	95	95	m	190	95	85	85	95	100	280	93,33	24	100	100	90	290	96,67
25	100	80	80	260	86,67	86	80	85	85	250	83,33	25	85	85	m	170	85
26	95	95	95	285	95	87	80	85	85	250	83,33	26	90	90	90	270	90
27	85	85	85	255	85	88	80	100	m	180	90	27	95	90	100	285	95
28	95	95	90	280	93,33	89	80	85	90	255	85	28	95	100	100	295	98,33
29	95	90	m	185	92,5	90	90	90	90	270	90	29	90	90	m	180	90
30	90	m	90	180	90	91	90	90	90	270	90	30	85	m	85	170	85
31	95	95	95	285	95	92	m	60	75	135	67,5	31	85	95	100	280	93,33
32	90	90	90	270	90	93	100	80	85	265	88,33	32	95	95	95	285	95
33	100	100	100	300	100	94	m	85	85	170	85	33	85	85	100	270	90
34	95	95	95	285	95	95	90	100	90	280	93,33	34	100	100	100	300	100
35	95	90	95	280	93,33	96	85	90	95	270	90	35	85	95	100	280	93,33
36	95	95	95	285	95	97	65	75	95	235	78,33	36	80	65	75	220	73,33
37	95	95	95	285	95	98	100	90	90	280	93,33	37	90	95	100	285	95
38	95	95	95	285	95	gabriela99	90	95	95	280	93,33	38	90	100	95	285	95
39	95	85	95	275	91,67	100	m	100	m	100	100	39	m	85	m	85	85
40	100	100	95	295	98,33	101	85	70	80	235	78,33	40	90	90	m	180	90
41	m	95	m	95	95	Superchola 102	90	90	90	270	90	41	m	90	m	90	90
42	90	90	90	270	90	103	70	90	90	250	83,33	42	90	85	85	260	86,67
43	m	95	95	190	95	104	95	85	90	270	90	43	m	100	85	185	92,5
44	90	95	95	280	93,33	105	85	95	90	270	90	44	100	85	85	270	90
45	95	90	95	280	93,33	106	95	90	95	280	93,33	45	90	90	100	280	93,33
46	95	95	m	190	95	107	95	85	90	270	90	46	50	50	m	100	50
47	95	95	m	190	95	108	90	90	95	275	91,67	47	90	100	m	190	95
48	95	95	95	285	95	109	90	m	95	185	92,5	48	85	100	85	270	90
49	95	95	95	285	95	110	90	85	80	255	85	49	m	95	m	95	95
50	95	95	m	190	95	111	85	m	75	160	53,33	50	90	90	m	180	90
51	95	95	95	285	95	112	m	65	65	130	65	51	95	95	100	290	96,67
52	m	95	95	190	95	113	65	65	65	195	65	52	m	85	85	170	85
53	95	95	95	285	95	114	95	100	100	295	98,33	53	95	95	95	285	95
54	95	95	95	285	95	115	75	85	90	250	83,33	54	70	70	85	225	75
55	95	95	85	275	91,67	116	90	85	85	260	86,67	55	85	90	95	270	90
56	100	90	95	285	95	117	m	80	m	80	80	56	90	100	m	190	95
57	85	85	85	255	85	catalina118	65	65	65	195	65	57	85	m	75	160	80
58	95	95	m	190	95	119	90	90	90	270	90	58	85	95	m	180	90
59	100	95	95	290	96,67	120	70	60	80	210	70	59	85	80	85	250	83,33
60	95	95	95	285	95	121	100	100	100	300	100	60	100	100	100	300	100
61	85	85	85	255	85							61	60	65	65	190	63,33

# Lectura 11

Fecha:

Nº	R III					Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO							
1	85	70	100	255	85	62	100	90	90	280	93,33	
2	90	85	100	275	91,67	63	95	100	90	285	95	
3	95	90	100	285	95	64	85	95	100	280	93,33	
4	85	90	80	255	85	65	85	85	90	260	86,67	
5	m	100	m	100	100	66	90	90	90	270	90	
6	100	90	90	280	93,33	67	m	90	80	170	85	
7	100	85	95	280	93,33	68	95	95	95	285	95	
8	100	75	90	265	88,33	69	95	90	100	285	95	
9	90	90	90	270	90	70	100	100	100	300	100	
10	95	95	85	275	91,67	71	90	95	100	285	95	
11	80	80	75	235	78,33	72	100	95	95	290	96,67	
12	100	100	90	290	96,67	73	85	90	90	265	88,33	
13	90	90	80	260	86,67	74	80	85	85	250	83,33	
14	90	90	90	270	90	75	100	100	100	300	100	
15	95	95	100	290	96,67	76	95	100	100	295	98,33	
16	95	90	85	270	90	77	85	85	80	250	83,33	
17	95	90	100	285	95	<b>fripapa 78</b>					80	80
18	100	100	90	290	96,67	79	100	85	85	270	90	
19	100	95	100	295	98,33	80	m	85	85	170	85	
20	90	90	90	270	90	81	85	85	90	260	86,67	
21	95	m	90	185	92,5	82	m	95	m	95	95	
22	90	90	100	280	93,33	83	m	85	m	85	85	
23	90	90	85	265	88,33	<b>uvilla 84</b>					100	100
24	90	90	90	270	90	85	m	100	100	200	100	
25	90	80	75	245	81,67	86	90	100	100	290	96,67	
26	85	85	85	255	85	87	85	90	90	265	88,33	
27	95	100	100	295	98,33	88	100	100	95	295	98,33	
28	100	95	90	285	95	89	85	85	85	255	85	
29	95	95	90	280	93,33	90	90	85	80	255	85	
30	90	90	90	270	90	91	85	90	90	265	88,33	
31	100	90	90	280	93,33	92	90	85	70	245	81,67	
32	85	100	90	275	91,67	93	85	85	100	270	90	
33	90	100	90	280	93,33	94	95	m	m	95	95	
34	95	95	90	280	93,33	95	90	100	m	190	95	
35	m	100	100	200	100	96	90	95	90	275	91,67	
36	95	95	95	285	95	97	85	90	100	275	91,67	
37	90	m	100	190	95	98	85	90	100	275	91,67	
38	70	m	80	150	75	<b>gabriela 99</b>					100	100
39	80	80	80	240	80	100	95	m	80	175	87,5	
40	95	90	100	285	95	101	95	95	95	285	95	
41	90	95	100	285	95	<b>Superchola 102</b>					85	90
42	85	85	100	270	90	103	95	95	95	285	95	
43	85	90	100	275	91,67	104	90	95	95	280	93,33	
44	85	85	65	235	78,33	105	90	90	85	265	88,33	
45	90	100	90	280	93,33	106	95	100	90	285	95	
46	100	90	95	285	95	107	85	75	85	245	81,67	
47	90	90	90	270	90	108	90	95	85	270	90	
48	95	95	90	280	93,33	109	100	100	100	300	100	
49	90	85	m	175	87,5	110	m	85	100	185	92,5	
50	100	95	m	195	97,5	111	80	m	90	170	85	
51	100	90	75	265	88,33	112	70	70	100	240	80	
52	95	100	100	295	98,33	113	85	85	85	255	85	
53	m	m	85	85	85	114	95	95	70	260	86,67	
54	90	90	90	270	90	115	m	100	m	100	100	
55	85	85	m	170	85	116	80	90	95	265	88,33	
56	85	90	90	265	88,33	117	100	70	m	170	85	
57	75	80	100	255	85	<b>catalina118</b>					70	200
58	80	85	80	245	81,67	119	95	95	95	285	95	
59	90	85	85	260	86,67	120	75	75	m	150	75	
60	100	100	95	295	98,33	121	100	100	100	300	100	
61	85	100	100	285	95							

# Lectura 12

Fecha:

R I						R II											
Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
1	95	100	90	285	95	62	100	100	100	300	100	1	100	100	100	300	100
2	100	100	100	300	100	63	100	m	90	190	95	2	100	100	100	300	100
3	100	100	85	285	95	64	100	100	95	295	98,33	3	100	100	95	295	98,33
4	85	95	95	275	91,67	65	100	95	100	295	98,33	4	100	100	100	300	100
5	100	m	100	200	100	66	100	100	95	295	98,33	5	100	m	100	200	100
6	100	100	100	300	100	67	100	m	100	200	100	6	100	100	100	300	100
7	95	95	95	285	95	68	90	100	100	290	96,67	7	100	95	90	285	95
8	90	100	100	290	96,67	69	100	100	100	300	100	8	100	95	m	195	97,5
9	100	100	100	300	100	70	100	90	95	285	95	9	100	100	95	295	98,33
10	100	100	100	300	100	71	90	90	95	275	91,67	10	100	100	90	290	96,67
11	95	95	95	285	95	72	80	75	100	255	85	11	100	100	90	290	96,67
12	100	100	100	300	100	73	100	100	90	290	96,67	12	m	100	100	200	100
13	90	90	90	270	90	74	90	85	90	265	88,33	13	90	m	100	190	95
14	100	100	100	300	100	75	100	100	100	300	100	14	100	95	100	295	98,33
15	90	100	100	290	96,67	76	100	100	100	300	100	15	100	100	100	300	100
16	100	100	100	300	100	77	90	m	95	185	92,5	16	100	100	m	200	100
17	100	100	100	300	100	fripapa 78	m	75	80	155	77,5	17	100	100	100	300	100
18	100	100	100	300	100	79	m	100	90	190	95	18	100	100	100	300	100
19	100	100	100	300	100	80	100	100	100	300	100	19	100	100	100	300	100
20	100	100	100	300	100	81	100	100	m	200	100	20	100	100	100	300	100
21	100	100	100	300	100	82	m	100	95	195	97,5	21	100	85	100	285	95
22	100	100	100	300	100	83	100	95	100	295	98,33	22	95	100	100	295	98,33
23	95	90	95	280	93,33	uvilla 84	100	100	100	300	100	23	85	100	95	280	93,33
24	95	100	m	195	97,5	85	95	100	100	295	98,33	24	100	100	100	300	100
25	100	90	90	280	93,33	86	90	95	90	275	91,67	25	95	95	m	190	95
26	100	100	100	300	100	87	85	90	90	265	88,33	26	100	100	100	300	100
27	95	95	95	285	95	88	90	100	m	190	95	27	100	100	100	300	100
28	100	100	100	300	100	89	90	85	90	265	88,33	28	100	100	100	300	100
29	100	100	m	200	100	90	95	100	90	285	95	29	100	100	m	200	100
30	100	m	100	200	100	91	100	100	100	300	100	30	100	m	100	200	100
31	100	100	100	300	100	92	m	75	80	155	77,5	31	95	100	100	295	98,33
32	100	100	100	300	100	93	100	90	95	285	95	32	95	100	100	295	98,33
33	100	100	100	300	100	94	m	95	95	190	95	33	85	85	100	270	90
34	100	100	100	300	100	95	100	100	100	300	100	34	100	100	100	300	100
35	100	100	100	300	100	96	95	90	100	285	95	35	85	95	100	280	93,33
36	100	100	100	300	100	97	75	80	100	255	85	36	90	75	85	250	83,33
37	100	100	100	300	100	98	100	100	95	295	98,33	37	100	100	100	300	100
38	100	100	100	300	100	gabriela99	95	100	100	295	98,33	38	90	100	95	285	95
39	100	95	100	295	98,33	100	m	100	m	100	100	39	m	95	m	95	95
40	100	100	100	300	100	101	95	80	90	265	88,33	40	100	100	m	200	100
41	m	100	m	100	100	Superchola 102	100	100	100	300	100	41	m	100	m	100	100
42	100	100	100	300	100	103	80	95	100	275	91,67	42	100	95	95	290	96,67
43	m	100	100	200	100	104	100	95	100	295	98,33	43	m	100	95	195	97,5
44	100	100	100	300	100	105	90	100	100	290	96,67	44	100	95	95	290	96,67
45	100	100	100	300	100	106	100	100	100	300	100	45	100	100	100	300	100
46	100	100	m	200	100	107	100	95	100	295	98,33	46	70	70	m	140	70
47	100	100	m	200	100	108	100	100	100	300	100	47	100	100	m	200	100
48	100	100	100	300	100	109	100	m	100	200	100	48	95	100	9	204	68
49	100	100	100	300	100	110	100	95	90	285	95	49	m	100	m	100	100
50	100	100	m	200	100	111	95	m	85	180	60	50	100	100	m	200	100
51	100	100	100	300	100	112	m	75	75	150	75	51	100	100	100	300	100
52	m	100	100	200	100	113	75	74	75	224	74,67	52	m	95	95	190	95
53	100	100	100	300	100	114	100	100	100	300	100	53	100	100	100	300	100
54	100	100	100	300	100	115	85	95	100	280	93,33	54	80	80	95	255	85
55	100	100	95	295	98,33	116	100	95	95	290	96,67	55	95	100	100	295	98,33
56	100	100	100	300	100	117	m	90	m	90	90	56	100	100	m	200	100
57	95	95	95	285	95	catalina118	75	75	75	225	75	57	95	m	85	180	90
58	100	100	m	200	100	119	100	100	100	300	100	58	95	100	m	195	97,5
59	100	100	100	300	100	120	80	70	90	240	80	59	95	90	95	280	93,33
60	100	100	100	300	100	121	100	100	100	300	100	60	100	100	100	300	100
61	95	95	90	280	93,33							61	70	75	70	215	71,67



# Lectura 12

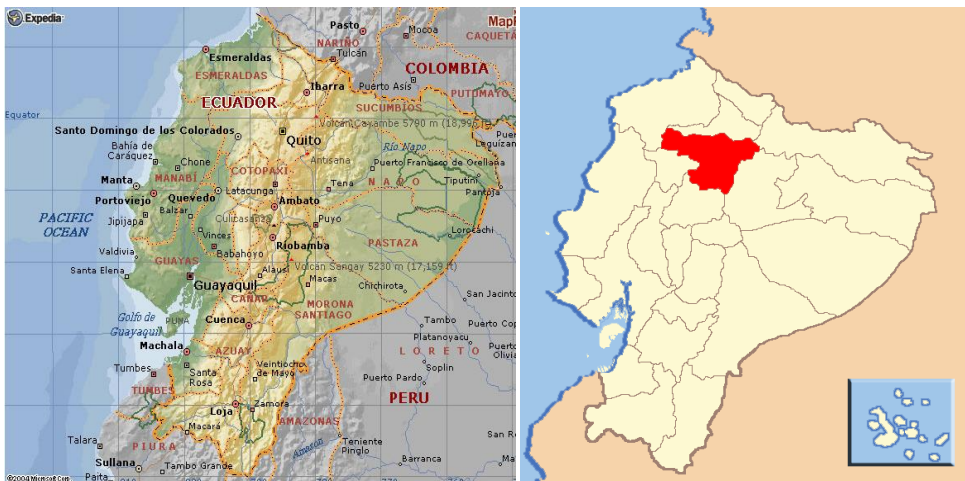
Fecha:

Nº	R III			SUMATORIA	PROMEDIO	Nº	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	SUMATORIA	PROMEDIO
	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3								
1	95	80	100	275	91,67	62	100	100	100	300	100
2	100	95	100	295	98,33	63	100	100	100	300	100
3	100	100	100	300	100	64	95	100	100	295	98,33
4	95	100	90	285	95	65	95	95	100	290	96,67
5	m	100	m	100	100	66	100	100	100	300	100
6	100	100	100	300	100	67	m	100	90	190	95
7	100	95	100	295	98,33	68	100	100	100	300	100
8	100	85	100	285	95	69	100	100	100	300	100
9	100	100	100	300	100	70	100	100	100	300	100
10	100	100	95	295	98,33	71	100	100	100	300	100
11	90	90	85	265	88,33	72	100	100	100	300	100
12	100	100	100	300	100	73	95	100	100	295	98,33
13	100	100	90	290	96,67	74	90	95	95	280	93,33
14	100	100	100	300	100	75	100	100	100	300	100
15	100	100	100	300	100	76	100	100	100	300	100
16	100	100	95	295	98,33	77	95	95	90	280	93,33
17	100	100	100	300	100	fripapa 78	90	90	90	270	90
18	100	100	100	300	100	79	100	95	95	290	96,67
19	100	100	100	300	100	80	m	95	95	190	95
20	100	100	100	300	100	81	95	95	100	290	96,67
21	100	m	100	200	100	82	m	100	m	100	100
22	100	100	100	300	100	83	m	95	m	95	95
23	100	100	95	295	98,33	uvilla 84	100	100	100	300	100
24	100	100	100	300	100	85	m	100	100	200	100
25	100	90	85	275	91,67	86	100	100	100	300	100
26	100	96	95	291	97	87	95	100	100	295	98,33
27	100	100	100	300	100	88	100	100	100	300	100
28	100	100	100	300	100	89	95	95	95	285	95
29	100	100	100	300	100	90	100	95	90	285	95
30	100	100	100	300	100	91	95	100	100	295	98,33
31	100	100	100	300	100	92	100	95	80	275	91,67
32	95	100	100	295	98,33	93	95	95	100	290	96,67
33	100	100	100	300	100	94	100	m	m	100	100
34	100	100	100	300	100	95	100	100	m	200	100
35	m	100	100	200	100	96	100	100	100	300	100
36	100	100	100	300	100	97	95	100	100	295	98,33
37	100	m	100	200	100	98	95	100	100	295	98,33
38	80	m	90	170	85	gabriela 99	100	100	100	300	100
39	90	90	90	270	90	100	100	m	90	190	95
40	100	100	100	300	100	101	100	100	100	300	100
41	100	100	100	300	100	sc 102	95	100	100	295	98,33
42	95	95	100	290	96,67	103	100	100	100	300	100
43	95	100	100	295	98,33	104	100	100	100	300	100
44	95	95	75	265	88,33	105	100	100	95	295	98,33
45	100	100	100	300	100	106	100	100	100	300	100
46	100	100	100	300	100	107	95	85	95	275	91,67
47	100	100	100	300	100	108	100	100	95	295	98,33
48	100	100	100	300	100	109	100	100	100	300	100
49	100	100	m	200	100	110	m	95	100	195	97,5
50	100	100	m	200	100	111	90	m	100	190	95
51	100	100	85	285	95	112	80	80	100	260	86,67
52	100	100	100	300	100	113	95	95	95	285	95
53	m	m	100	100	100	114	100	100	100	300	100
54	100	100	100	300	100	115	m	100	m	100	100
55	95	95	m	190	95	116	90	100	100	290	96,67
56	95	100	100	295	98,33	117	100	80	m	180	90
57	85	90	100	275	91,67	catalina118	80	70	80	230	76,67
58	90	95	90	275	91,67	119	100	100	100	300	100
59	100	95	95	290	96,67	120	95	95	m	190	95
60	100	100	95	295	98,33	121	100	100	100	300	100
61	100	100	100	300	100						



**ANEXOS**

# ANEXO I. UBICACIÓN DEL ENSAYO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA



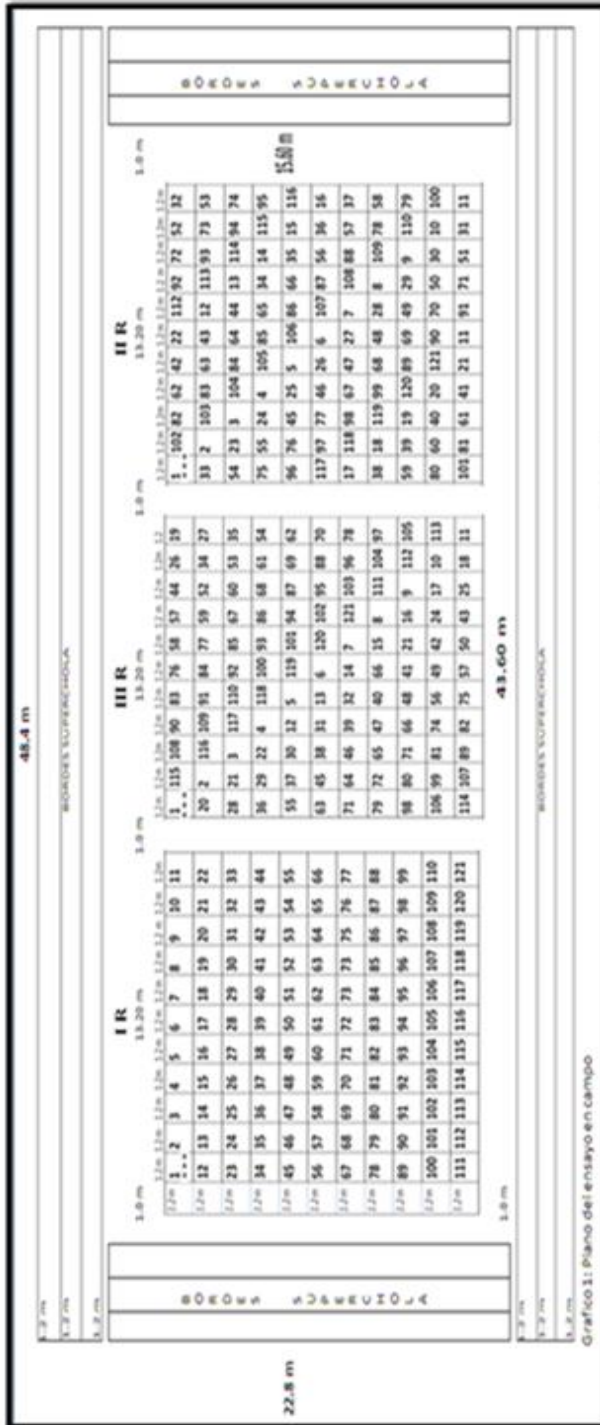
Provincia Pichincha y Cantón Mejía



Cantón Mejía

**ANEXO II.** Mapa del ensayo en la evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en variedad Superchola (*Solanum spp*) a nivel de campo obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma en Mejía, provincia de Pichincha 2010.

**PLANO DEL ENSAYO EN CAMPO**



**Características de la unidad experimental**

**Densidad de siembra**

Entre plantas:	0.3 m	Número de plantas por parcela:	3
Entre parcelas:	0.6 m	Número de plantas por surco:	33
Entre surcos:	1.2 m	Número de plantas por repetición:	363
Entre repeticiones:	1.0 m	Número de plantas por celda mutante:	9
Número de repeticiones:	3	Número total de plantas:	1089
Número de surcos por repetición:	11	Área total del ensayo:	1103.62 m <sup>2</sup>
Número de parcelas por surco:	11	Área total media del ensayo:	680.16 m <sup>2</sup>
Número de parcelas por repetición:	121	Área de parcela media:	1.2 m <sup>2</sup>

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Total (t,r)-1	362
Repetición (r-1)	2
Tratamiento (t-1)	120
Bloque ajustado k (t-1)	10
Bloque a (t+k (t))	132
Error intrabloque	230

**Características de la unidad experimental**

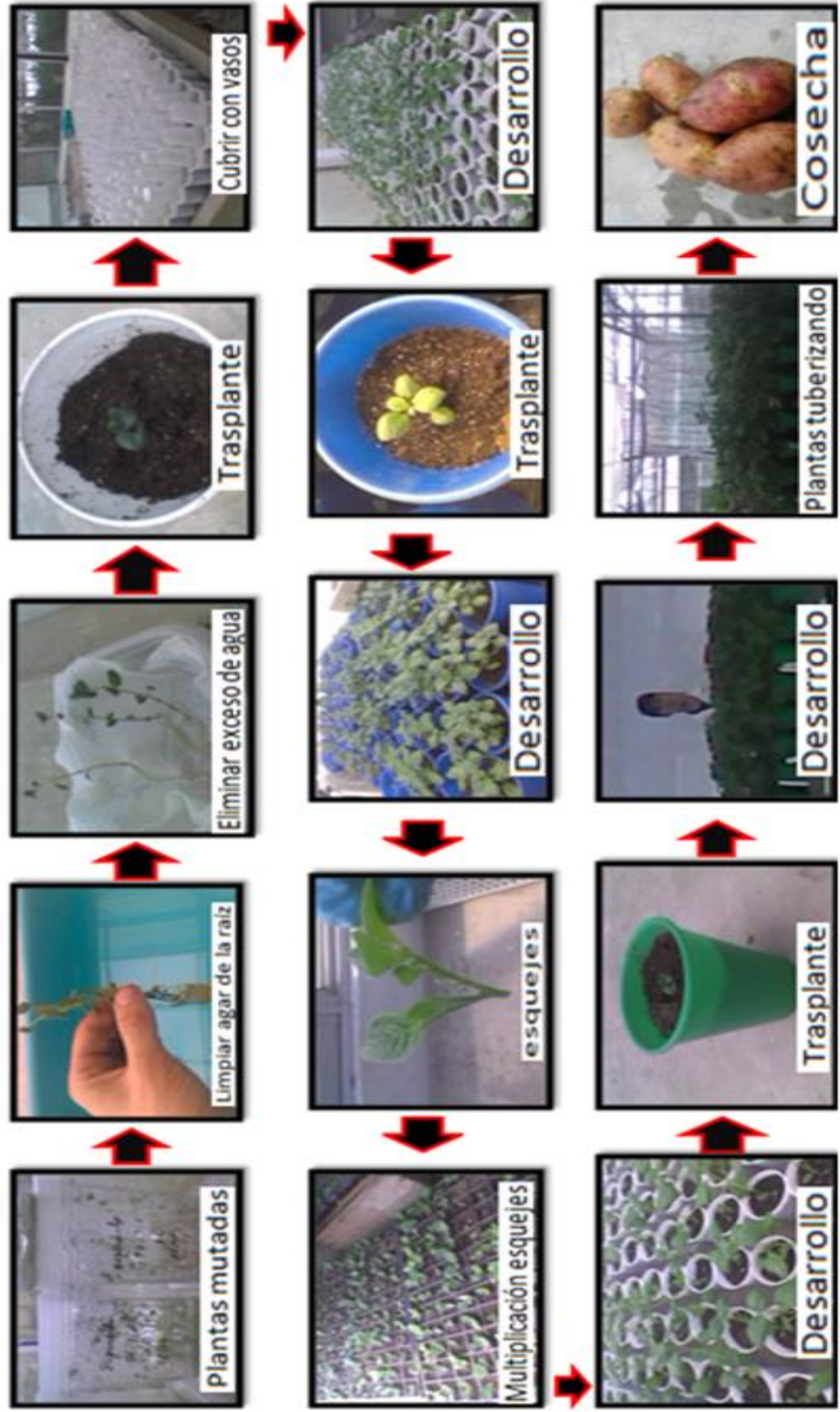
**Densidad de siembra**

Entre plantas:	0.3 m	Número de plantas por parcela:	3
Entre parcelas:	0.6 m	Número de plantas por surco:	33
Entre surcos:	1.2 m	Número de plantas por repetición:	363
Entre repeticiones:	1.0 m	Número de plantas por celda mutante:	9
Número de repeticiones:	3	Número total de plantas:	1089
Número de surcos por repetición:	11	Área total del ensayo:	1103.62 m <sup>2</sup>
Número de parcelas por surco:	11	Área total media del ensayo:	680.16 m <sup>2</sup>
Número de parcelas por repetición:	121	Área de parcela media:	1.2 m <sup>2</sup>

Anexo III. Instalación, seguimiento y evaluación del ensayo

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PLANTAS MUTANTES CON RESISTENCIA AL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) EN VARIEDAD DE PAPA SUPERCHOLA (*Solanum spp*) A NIVEL DE CAMPO OBTENIDAS MEDIANTE RADIACIONES GAMMA EN MEJÍA PROVINCIA DE PICHINCHA.

Fase de Laboratorio e Invernadero.



**EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PLANTAS MUTANTES CON RESISTENCIA AL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) EN VARIEDAD DE PAPA SUPERCHOLA (*Solanum spp*) A NIVEL DE CAMPO OBTENIDAS MEDIANTE RADIACIONES GAMMA EN MEJÍA PROVINCIA DE PICHINCHA.**

**Fase de Invernadero y Campo.**



Anexo IV. Forma de evaluación

ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD  
(AUDPC)



**AUDPC** =  $[L1 + 2(L2+L3+.....+Ln-1) + Ln] \times t/2$

En donde:

**AUDPC** Lectura (expresada en porcentaje)  
**L =** Última lectura  
**Ln =** Penúltima lectura  
**Ln-1 =** Tiempo entre lecturas  
**t =**

**Nota:** Fórmula utilizada siempre y cuando el tiempo entre lecturas sea el mismo, o también se puede utilizar el promedio entre lecturas.

$$= \sum X / 3 = \bar{X}$$

$$1 + 5 + 15 = 21$$

$$21 / 3 = 7 \%$$



Toma de datos



Anexo V. Progreso de desarrollo de la enfermedad

# SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO



## Anexo VI. Datos de Precipitación

<b>Marzo 2010</b>				
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>	<b>Total</b>
<b>Precipitación mm</b>	39,2	12,4	44,7	103,3

<b>Abril 2010</b>				
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>	<b>Total</b>
<b>Precipitación mm</b>	11,6	45,5	57,1	114,2

<b>Mayo 2010</b>				
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>	<b>Total</b>
<b>Precipitación mm</b>	134,7	76,1	78,4	189,2

<b>Junio 2010</b>				
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>	<b>Total</b>
<b>Precipitación mm</b>	140.6	101.2	120.1	361.9

<b>Julio 2010</b>				
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>	<b>Total</b>
<b>Precipitación mm</b>	125.1	90.3	105.1	320

Datos obtenidos en la Estación Agrometeorológica del INIAP – Santa Catalina 2010.

**Anexo VII. Datos de Temperatura.**

<b>Marzo 2010</b>			
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>
<b>Max °C</b>	19,6	19,1	21
<b>Med °C</b>	13,4	13	14,3
<b>Mínima °C</b>	7,2	7,8	8,2
<b>Abril 2010</b>			
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>
<b>Max °C</b>	18,7	18,3	18,1
<b>Med °C</b>	12,7	12,6	12,7
<b>Mínima °C</b>	8	7,2	7,3
<b>Mayo 2010</b>			
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>
<b>Max °C</b>	18,1	20,8	18,5
<b>Med °C</b>	12,1	13,9	12,4
<b>Mínima °C</b>	8,2	7,1	7,4
<b>Junio 2010</b>			
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>
<b>Max °C</b>	19	19,4	19,2
<b>Med °C</b>	13	13,2	13,1
<b>Mínima °C</b>	9	7,3	7,3
<b>Julio 2010</b>			
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>
<b>Max °C</b>	19,8	19,7	15,4
<b>Med °C</b>	13,8	13,8	10,4
<b>Mínima °C</b>	8,6	6,9	6,3

Datos obtenidos en la Estación Agrometeorológica del INIAP – Santa Catalina 2010.

### **Anexo VIII. Datos de Humedad Relativa**

<b>Marzo 2010</b>			
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>
<b>HR %</b>	78	81	89

<b>Abril 2010</b>			
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>
<b>HR %</b>	87	85	83

<b>Mayo 2010</b>			
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>
<b>HR %</b>	86	77	79

<b>Junio 2010</b>			
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>
<b>HR %</b>	82	79	80

<b>Julio 2010</b>			
<b>Días</b>	<b>1-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-31</b>
<b>HR%</b>	77	76	63

Datos obtenidos en la Estación Agrometeorológica del INIAP – Santa Catalina 2010.

## **Anexo X . Glosario de Términos Técnicos**

**ADN recombinante.-** ADN recombinante describe una gran variedad de técnicas que los biólogos moleculares utilizan para manipular las moléculas de ADN. El proceso consiste en tomar una molécula de ADN de un organismo, sea un virus, una planta o una bacteria y llevarla al laboratorio para manipularla y ponerla de nuevo dentro de otro organismo. Esto se puede hacer para estudiar la expresión de un gen e incluso en algunos casos, para tratar una enfermedad genética humana.

**Antracnosis.-** La enfermedad causada por acérvulos formación de hongos (Melanconiales orden) y se caracteriza por lesiones hundidas y la necrosis

**Asco.-** Célula especializada, característica de ascomicetes, en la que dos núcleos haploides se fusionan para producir un cigoto que inmediatamente se divide por meiosis; cuando está maduro el asco, contiene ascoporas.

**Ascocarpo.-** Estructura pluricelular de los ascomicetos, tapizada interiormente por células espe-cializadas denominadas ascos, en las que se produce la fusión nuclear y la meiosis. Pueden ser abiertos o cerrados.

**Ascogonio.-** Oogonio o gametangio femenino de los ascomicetes.

**Ascospora.** Espora producida en el interior del asco.

**AUDPC.-** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad siglas en inglés, se calculará con las lecturas obtenidas en un ciclo de evaluación.

**Clorosis.-** Pérdida o deficiencia en el grado de desarrollo de la clorofila. Dícese del síntoma que presenta una planta cuando presenta deficiencia de determinados nutrientes, habitualmente caracterizada por un amarilleamiento en las hojas.

**Cobalto 60.-** Es una fuente o agente de mutación que permite generar cambios en las estructuras del adn

**Código genético (ACTG).-** El ADN es un lenguaje. Es el lenguaje que le dice a la célula cómo hacer todas las proteínas que la célula necesita para llevar a cabo su función normal. Este lenguaje se construye con cuatro letras, A,C,G y T, que representan las cuatro bases que conforman las cadenas de ADN. El código genético es la forma en que la célula lee estas cuatro letras básicas, las convierte en palabras o codones e interpreta esos codones para elaborar las proteínas específicas. Todos los codones constan de tres letras y especifican qué aminoácido se necesita durante la elaboración de una proteína. Por ejemplo, el codón TTT quiere decir fenilalanina, mientras que el codón TTA

quiere decir leucina y GTA quiere decir valina. Cada uno de los veinte aminoácidos tiene su propio juego de letras, lo cual constituye el código genético para todos esos aminoácidos.

**Cuello de botella genético.-** Una reducción temporal en el tamaño de la población de la que proceden las generaciones futuras

**Delección.-** Existen muchos tipos de mutaciones que pueden ocasionar enfermedades genéticas. Una de ellas es la delección, que consiste en la pérdida de un fragmento del genoma, bien sea por exposición a mutágenos químicos o radioactivos o simplemente por un error durante la división celular. Como resultado, un cromosoma pierde un fragmento de ADN. A menudo, si la delección incluye un gen o algún fragmento del ADN requerido para el funcionamiento normal de la célula va a carecer de la función de ese gen y se presenta una situación anormal. Básicamente así es como una delección produce una enfermedad.

**La diversidad genética.-** A measure of the total number and frequency of alleles within a population. Una medida de la cantidad total y la frecuencia de los alelos en una población.

**Emergencia.-** Protuberancia que nace en la superficie de un órgano vegetal que consiste no sólo en células epidérmicas o fragmentos de ellas, sino también de células procedentes de los tejidos subyacentes que origina la formación de hojas, espinas etc.

**Epidemiología.-** The study of the development of disease in populations. El estudio de la evolución de la enfermedad en las poblaciones.

**Equilibrio de Hardy-Weinberg.-** Después de una generación de apareamiento al azar, el único lugar frecuencias genotípicas en una población puede ser representado como un binomio (con dos alelos) o multinomial (con múltiples alelos) en función de las frecuencias alélicas para ese lugar.

**Estolón.-** Tallo que crece horizontalmente a lo largo de la superficie del suelo y que puede formar raíces adventicias, como por ejemplo en las plantas de fresa.

**Floema.-** El tejido responsable en grado máximo del transporte de sustancias asimiladas en las plantas vasculares; consta principalmente de tubos cribosos, células parenquimáticas, fibras y esclereidas.

**fungicida de contacto.-** un fungicida que permanece en la superficie donde se aplica, sin actividad después de la infección (ver fungicida sistémico)

**Gameto.-** Célula reproductiva haploide, los gametos se fusionan por parejas formando cigotos, los cuales son diploides.

**Gen.-** En términos generales se habla de un conjunto de información que lleva consigo una instrucción en particular que generalmente codifica una proteína. El ADN que conforma los genes, almacena la información genética en el núcleo. Existen fragmentos de ADN que no codifican una proteína. Codifican otras moléculas como el ARN estructural y a esos también los debemos denominar genes. Además, se presentan situaciones en las que un fragmento de ADN es capaz de codificar más de una proteína. Entonces, ¿se debe hablar de un gen o de varios? En esas situaciones tendemos a confundirnos un poco con la terminología. Pero en general, se puede decir que un gen es un fragmento de ADN, que puede tener 100 pares de bases o hasta dos millones de pares de bases, como en el caso del gen de la distrofia muscular, el cual codifica una proteína en particular que tiene a su vez una función particular.

**Genotipo.-** Constitución genética, latente o expresada, de un organismo, a diferencia del fenotipo; suma total de todos los genes presentes en un individuo. Conjunto de los genes de un individuo incluida su composición alélica.

**Genoma.-** Conjunto de los genes de un individuo o una especie, contenido de un juego haploide de cromosoma.

**Hifa.-** Filamento tubular simple de hongos, oomicetes y quitridiomicetes; el conjunto de hifas constituye el micelio.

**Marcadores moleculares.-** Gen que se introduce con el ADN recombinante que confiere resistencia a algún antibiótico, o a alguna droga, letal para el tejido no transformado, normalmente por codificar una enzima que modifica dicha droga, y que permite seleccionar los individuos transformados de los que no lo han sido.

**Mutación.-** Un cambio en el ADN en un lugar particular en un organismo. Esto puede incluir mutaciones puntuales, así como cambios en los cromosomas.

**Mutágeno.-** Agente que aumenta la velocidad de mutación.

**Mutante.-** Gen que ha mutado u organismo que lleva un gen que ha sufrido una mutación.

**Necrosis.-** Manchas de tejido muerto de coloración oscura, pardusca, a veces casi negra, características de la deficiencia grave de algún bioelemento. Son muy habituales, por ejemplo, en las deficiencias prolongadas de macroelementos (fósforo, potasio, etc.), así como en los estados tóxicos (p. ej., de oligoelementos, como la toxicidad de boro).

**Meristemo secundario**. Meristemo localizado en partes adultas de raíces, tallos y hojas que permite el crecimiento en espesor del vegetal. En Gimnospermas y Dicotiledóneas.

**Patogénico.**- Causante de una enfermedad.

**Patógeno.**- Organismo que causa una enfermedad.

**pH.**- Símbolo que representa la concentración relativa de iones hidrógeno en una disolución; los valores del pH oscilan de 0 a 14, y a menos valor, mayor acidez, o sea un mayor número de iones hidrógeno; pH 7 es neutro, menos de 7 ácido y más de 7 es alcalino

**Población.**- Cualquier grupo de individuos, usualmente de una sola especie, que ocupa un área determinada en un mismo momento.

**Radiación adaptativa.**- Evolución a partir de un tipo de organismo que da lugar a formas divergentes, cada una de ellas especializada en una forma de vida diferente.

**Radiación rayos gamma.**- Técnica de radiación inducida que sirve para generar mutaciones con una energía entre  $10^{-15}$  y  $10^{-10}$  Julios que producen excitación o ionización de átomos produciendo efectos de cambios moleculares enzimáticos, ac. Nucleicos, cromosómicos.

**Resistencia.**- Capacidad de la planta para minimizar el impacto de factores de estrés en el ambiente, bien mediante la presencia de mecanismos de tolerancia o mediante la evitación del estrés.

**Tubérculo.**- Tallo subterráneo corto, carnoso e hinchado, como el de una patata.

**Tuberización.**- Transformación de ciertas partes del vegetal en órganos de reserva.

**Polimorfismo.**- Un polimorfismo es un sitio a lo largo de la secuencia del ADN donde distintas personas pueden tener secuencias diferentes. Puede tratarse de la sustitución de una simple letra, digamos que donde yo tenga una G usted tiene una T. O puede ser más complicado y donde hay una secuencia repetida, yo tenga veinte copias y usted 18. En resumen, es un sitio en el ADN donde hay una variación común entre individuos. Los cambios poco frecuentes en general no se llaman polimorfismos. Tienen que presentarse en una frecuencia de al menos uno por ciento para llenar el requisito de esta definición.

**Quimera.**- Planta u órgano compuesto por dos o más genéticamente diferentes tejidos

**Resistencia.**- La capacidad de una planta para superar, en todo o en alguna medida, el efecto de un agente patógeno.

**RFLP.**- Polimorfismo de los fragmentos de restricción (RFLP) es un tipo codominantes de marcador genético molecular basado en las diferencias en los



patrones de la digestión de la enzima de restricción entre los individuos.

**La selección natural.-** La supervivencia diferencial y reproducción en la naturaleza que favorece a los individuos que están mejor adaptados a su medio ambiente, o la eliminación de los individuos menos aptos.