



## MÉTODO UTILIZADO EN LA EVALUACIÓN AGRONÓMICA EN SEIS GENOTIPOS DE PAPA (*SOLANUM SPP.*) CON TOLERANCIA AL DÉFICIT HÍDRICO

**Peña Murillo Robinson Fabricio**<sup>1</sup>  
robinson.pena@epoch.edu.ec

**León Ruiz Juan Eduardo**<sup>2</sup>  
[jleon@epoch.edu.ec](mailto:jleon@epoch.edu.ec)

**Román Robalino Daniel Arturo**<sup>3</sup>  
[danielromanr@yahoo.es](mailto:danielromanr@yahoo.es)

**Cevallos Rodríguez Jorge Patricio**<sup>4</sup>  
[jorge.cevallos@epoch.edu.ec](mailto:jorge.cevallos@epoch.edu.ec)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Peña Murillo Robinson Fabricio, León Ruiz Juan Eduardo, Román Robalino Daniel Arturo y Cevallos Rodríguez Jorge Patricio (2019): "Método utilizado en la evaluación agronómica en seis genotipos de papa (*Solanum spp.*) con tolerancia al déficit hídrico", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (febrero 2019). En línea

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/02/evaluacion-agronomica-papa.html>

### Resumen

El presente estudio de investigación planea una metodología para la evaluación agronómica de seis genotipos de papa (*Solanum Spp*) con tolerancia al déficit hídrico, en el recinto Macaji, en la localidad de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la provincia de Chimborazo. Se utilizó un diseño de parcela dividida en donde la parcela grande fue el factor riego (con riego y sin riego) y los genotipos fueron las parcelas pequeñas, el experimento tuvo tres repeticiones por tratamiento. Entre los genotipos utilizados se trabajó con tres variables INIAP- Natividad y Superchola y tres clones 98-02-06, 10-10-97 y 07-29-11. El factor riego fue evaluado mediante dos

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo de la Escuela Superior Politécnica Chimborazo en el año 2014 y Magister Scientiac en Recursos Hídricos en la Universidad Nacional Agraria La Molina de Perú en el año 2018

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo de la Escuela Superior Politécnica Chimborazo en el año 1987, Master en agricultura sustentable en la Universidad Técnica de Ambato en el año 2003 y Doctoris Philosophiae PhD. en recursos hídricos en la Universidad Nacional Agraria La Molina de Perú en el año 2016

<sup>3</sup> Ingeniero Agrónomo de la Escuela Superior Politécnica Chimborazo en el año 1997, Master en agricultura sustentable en la Escuela Superior Politécnica Chimborazo en el año 2009 y Especialista en gestión de desarrollo local y regional de la Escuela Superior Politécnica Chimborazo en 2012

<sup>4</sup> Ingeniero Agrónomo de la Escuela Superior Politécnica Chimborazo en el año 1985 y Master en gestión ambiental en la Universidad Nacional de Chimborazo en el año 2007

métodos 1 en condiciones óptimas durante todo el ciclo de cultivo (con riego) y el 2 con una suspensión en la etapa fenológica de floración por un periodo de 20 días (sin riego) instalándose en dichos métodos un sistema de riego por goteo para evaluar la capacidad de recuperación de las plantas después del déficit hídrico. La que ha sido tomada una parte de la investigación macro y en un segundo artículo se expondría los resultados obtenidos con la metodología expuesta, tomando en cuenta que el agua es un de los factores imprescindibles para las plantas se desarrollen y si esta falta constituye una de las principales fuentes de estrés por lo que se debe tomar en cuenta la contaminación ambiental que actualmente se está produciendo en el mundo.

**Palabras claves:** evaluación agronómica, déficit hídrico, parcela, genotipos

### **Abstracts**

This research study plans a methodology for the agronomic evaluation of six potato genotypes (*Solanun Spp*) with tolerance to water deficit, in the Macaji enclosure, in the location of the Polytechnic Superior School of Chimborazo in the province of Chimborazo. A split plot design was used where the large plot was the irrigation factor (with irrigation and without irrigation) and the genotypes were the small plots, the experiment had three repetitions per treatment. Among the genotypes used, three variables were used: INIAP-Natividad and Superchola and three clones 98-02-06, 10-10-97 and 07-29-11. The irrigation factor was evaluated by two methods 1 under optimal conditions throughout the crop cycle (with irrigation) and 2 with a suspension in the phenological stage of flowering for a period of 20 days (without irrigation) installing a system in these methods of drip irrigation to evaluate the recovery capacity of plants after water deficit. The one that has been taken a part of the macro research and in a second article would expose the results obtained with the exposed methodology, Taking into account that water is one of the essential factors for the plants to be developed and if this lack constitutes one of the main sources of stress so it must take into account the environmental pollution that is currently occurring a climate change.

**Keywords:** agronomic evaluation, water deficit, plot, genotypes

## **1. INTRODUCCIÓN**

El déficit hídrico, particularmente esta presente el verano, hay que añadir una notable fluctuación interanual en los regímenes de temperaturas y lluvias, lo cual magnifica el efecto del estrés hídrico al ser poco o nada predecible cuando, con qué intensidad y bajo qué temperaturas tendrá lugar la sequía. (Rodo & Comin, 2001)

El déficit hídrico en plantas afecta a la mayor parte de sus funciones vitales de hecho, entre un 80-90% del peso fresco en especies herbáceas es agua, y su déficit afecta tanto a la morfología o estructura, como a su fisiología y metabolismo (Aguirreolea & Sanchez, 2008). A nivel estructura el estrés por sequía puede causar varias alteraciones a nivel de planta entera, de órganos y células, como cambios en la distribución de las raíces en el suelo, disminuciones en el número de hojas y/o su área foliar, aumentos en la masa foliar por unidad de área

El conocimiento de los mecanismos de resistencia al estrés permite comprender los procesos evolutivos implicados en la adaptación de las plantas al ambiente mediterráneo y predecir hasta cierto punto la respuesta vegetal al incremento de la adversidad asociada al cambio global. Además, pueden ser aplicados para mejorar las características de las plantas que van a ser empleadas en proyectos de restauración ecológica, tanto en su fase de cultivo como en la selección de variedades que se ajusten a unos requerimientos ambientales determinados o, simplemente, para mejorar la productividad de una especie (Kozlowski, kramer, & pallardy, 1991)

Sin embargo, las largas esperas y las restricciones en el suministro de agua no resultan

novedosas en muchos otros lugares que no reciben tanta atención mediática, pero que hacen igualmente patente la necesidad de gestionar de manera más justa y racional las reservas de agua de la Tierra.

La agricultura es el sector económico en el que la escasez de agua tiene más relevancia. En la actualidad, la agricultura es responsable del 70% de las extracciones de agua dulce y de más del 90% de su uso consuntivo. Bajo la presión conjunta del crecimiento de la población y de los cambios en la dieta, el consumo de alimentos está aumentando en casi todas las regiones del mundo. Se espera que para el año 2050 sea necesario producir 1 billón de toneladas de cereal y 200 millones de toneladas de carne más al año para poder satisfacer la creciente demanda de alimentos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2013).

Inforesources, 2008. Cita a "Stott *et al.*, (2004) mencionan que tanto los productores como los investigadores dan cuenta de un aumento del estrés hídrico, de cambios en la distribución e intensidad de las lluvias, de granizadas y heladas, fenómenos; extremos producto del cambio climático"

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de la ONU [IPCC], 2018, menciona que el cambio climático es un cambio en el estado promedio del clima, a lo largo del tiempo, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos debido a la variabilidad natural o consecuencia de la actividad humana.

Estudios realizados por Altieri & Nicholls, 2009, señalan que los principales efectos directos del cambio climático sobre los cultivos, serían principalmente la duración de los ciclos, alteraciones fisiológicas por exposición a temperaturas fuera del umbral permitido, deficiencias hídricas y respuestas a nuevas concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico.

La planta al estar sometida a un desequilibrio hídrico, lo contrarresta con el cierre de las estomas, evitando así la pérdida de agua desde el interior de la célula del mesófilo y con ello la disminución del transporte y translocación de nutrientes, dando como resultado la reducción de la fotosíntesis y el crecimiento; pero si el factor estresante continua por un largo tiempo, llegará a un estado de agotamiento con la muerte de la planta (Hanson & Hitze, 1982) (Kramer, 1983)

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca [MAGAP], 2006, reporta que los efectos del cambio climático ya se evidencian en el país, es el caso de la Provincia de Chimborazo donde las épocas definidas de lluvia han desaparecido, siendo menor la disponibilidad de agua y la escasa precipitación entre los años 2002 y 2003 afectaron a los cultivos, provocando pérdidas en el rendimiento entre el 20 y 30%.

Por lo mencionado, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP a través del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos Rubro Papa (PNRT- Papa) y la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, Escuela de Ingeniería Agronómica, han iniciado actividades en campo para la selección de genotipos con tolerancia a la sequía en la sierra central ecuatoriana, tal es el caso de Bonilla en el año 2009, el cual se desarrolló en tres localidades (Tiazo Bajo, Pusniag y Santa Lucía) de la provincia de Chimborazo dando como resultado que genotipos: INIAP – PAN, Brenda (CIP), R2 (CIP), 97 – 1 – 10, 99 – 38 – 5, 99 – 78 – 5, 04 – 12 – 1, 99 – 66 – 4, 99 – 99 – 2, 04 – 24 – 1, 97 – 1 – 8, 99 – 32 – 1 fueron considerados como tolerantes a la sequía (Bonilla, 2009).

Además, en el año 2012, se evaluaron dieciséis genotipos en dos localidades (Tunshi Alto y Macají ESPOCH) de la provincia de Chimborazo determinándose como tolerantes: INIAP – Estelay clones 10 – 10 – 97, 07 – 29 – 11 (Jaramillo, 2012)

## 2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de desarrollar tecnologías de producción que se adapten a los efectos adversos del cambio climático obligan a identificar genotipos de papa (*Solanum spp.*) con tolerancia al déficit hídrico para que los agricultores de zonas con reducida precipitación, puedan disponer de alimento, diversifiquen la producción y además obtengan ingresos por la venta del tubérculo, siendo el caso de las zonas de la Provincia de Chimborazo donde las épocas de lluvias ya no son definidas y además sitios considerados como productores de papa ya no obtienen la rentabilidad deseada, dando lugar a que la calidad de vida de los agricultores disminuya, ocasionando un abandono de las tierras.

## 3. MATERIALES Y EQUIPOS

### 3.1 Equipo y materiales

**Material Biológico:** Tubérculos semilla de variedades mejoradas (3) y clones promisorios (3).

**Materiales y equipos de campo:** Fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herramientas de labranza, bomba de mochila, balanza, flexómetro, cámara fotográfica, GPS, estacas, piola, letreros, etiquetas, mallas, fundas, medidor de clorofila, tensiómetros, bloques de yeso, estación meteorológica, botellas.

## 4. METODOLOGÍA

Para evaluar los genotipos de papa (*Solanum spp.*) con características de tolerancia al déficit hídrico, se realizaron dos manejos: el uno en condiciones favorables para el desarrollo de cultivo "Con Riego" y el segundo con un aporte hídrico reducido en el estado fenológico de floración "Sin Riego"; instalándose en dichos métodos un sistema de riego por goteo para evaluar la capacidad de recuperación de las plantas después del déficit hídrico.

Además, la aportación de agua fue mínima permitiendo a los genotipos de papa (*Solanum spp.*) cumplir su ciclo fenológico, para ello se realizó un calendario de riego, con los siguientes parámetros de evaluación:

### 4.1 Medición de agua en el suelo

**Contenido gravimétrico de agua en el suelo "Porcentaje de humedad":** El porcentaje de humedad se determinó tomando una muestra representativa de cada manejo (Con Riego y Sin Riego) a una profundidad de 0 - 15, 15 - 30 y 30 - 45 cm., en forma diaria y luego aplicando la fórmula (Ekanayake, 1994) (Enciso, 2005) .

$$\text{Humedad del Suelo (\%)} = \frac{P.S.H. - P.S.S.}{P.S.S.} * 100$$

Dónde:

*P.S.H. = Peso suelo húmedo, pesado inmediatamente tomada la muestra de suelo.*

*P.S.S. = Peso suelo seco, muestra de suelo pesada después de colocarla en la estufa (105°C) durante 24 horas.*

**Tabla 1** Porcentajes de humedad para los diferentes tipos de suelos

Textura	Cc	Pmp	Hd
Arenoso	9%	2%	7%
Franco arenoso	14%	4%	10%
Franco	34%	12%	22%
Arcilloso	38%	34%	

**Fuente:** Giardini, (2004). CC = Capacidad de campo, PMP = Punto de marchitez permanente, HD = Humedad disponible

#### 4.2 Potencial métrico del suelo

**Tensiómetros:** Los tensiómetros se colocaron en el centro de los dos manejos (Con riego y Sin riego), en el lomo del surco, a una profundidad de 15, 30, 45 y 60 cm, la lectura se la realizó en la mañana ya que el movimiento de agua en el suelo y hacia la planta es insignificante existiendo un estado de equilibrio, y la interpretación de las lecturas de acuerdo a la **Anexo 1** (Ekanayake, 1994) (Fuente, 2006)

**Tabla 2** .Referencia de tensión de la humedad en el suelo marcada en tensiómetros

Tipo de suelo	Porcentaje	(centibares)
Franco	20	40
	25	50
	35	60
	50	90 – 100
Franco arenoso	20	30 – 35
	35	40 – 45
	40	50
	50	70 – 80
Arena franca	25	20 – 25
	35	30 – 35
	50	50

**Fuente:** (León, 2012)

**Bloques de yeso:** Los bloques de yeso (sensores) se colocaron a una profundidad de 15, 30 y 45 cm cuyas lecturas se hicieron con el medidor de humedad y la interpretación de las lecturas de acuerdo a la **Anexo 2** (Delmhorst, 1999).

#### 4.3 Evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto)

La (Eto) es una cantidad que depende exclusivamente de las condiciones del medio ambiente se la determinó con la siguiente fórmula:

$$Eto = Ev * Kp$$

Dónde:

*Eto* = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

*Ev* = Evaporación (mm)

$K_p$  = Datos climáticos: humedad relativa (HR %), velocidad del viento (m/s), barlovento.

La evaporación se la registró en forma diaria con la ayuda del tanque de evaporación clase A y tanque casero. En el Caso de  $K_p$  los datos climáticos como la Humedad relativa (HR) lo determinamos con la estación meteorológica portátil, la velocidad del viento con el anemómetro, estos valores lo interpolamos en el **Anexo 3** obteniendo el valor de  $K_p$  (León & Trezza , 1998)

#### 4.4 Evapotranspiración del cultivo (Etc)

Para el cálculo de la (Etc) se basó en la siguiente ecuación:

$$Etc = Kc * Eto$$

Dónde:

$Etc$  = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

$Eto$  = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

$Kc$  = Coeficiente del cultivo (adimensional)

El  $Kc$  lo determinamos mediante la fórmula de Hargraves que es  $0,01335 + 0,04099 x (Etapa\ del\ cultivo) - 0,0004 x (Etapa\ del\ cultivo)^2$  para lo cual se necesitó conocer la duración del ciclo de cultivo de papa desde la siembra a cosecha, cuyo valor fue tomando como referencia utilizando los datos de Jaramillo (2012).

Para la determinación de la precipitación se utilizó el pluviómetro y un pluviómetro casero, ayudado de una probeta para la medición respectiva León y Trezza, 1998.

### 5. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

**5.1 Ubicación:** La presente investigación se realizó en el Campus Macají, de la localidad Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, sus características son las siguientes:

**Tabla 3** ubicación del sitio experimental.

Ubicación geográfica:	
Latitud:	1°39'18,82" S
Longitud:	78°40'39.99"O
Altitud:	2.821 m.s.n.m.
Condiciones climáticas:	
Temperatura:	13,5 °C
Precipitación:	350 mm/año
Humedad relativa:	59,6 %

Elaborado por: Equipo de investigación, 2018.

**5.2 Características del suelo:** Los resultados del análisis físico – químico de suelo.

NUTRIENTE	UNIDAD	VALOR	INTERPRETACIÓN
Nitrógeno	Ppm	29,00	Bajo
Fósforo	ppm	31,00	Alto
Potasio	meq/100ml	0,28	Medio
Calcio	meq/100ml	8,40	Alto
Magnesio	meq/100ml	4,00	Alto

Materia orgánica	%	1,20	Bajo
pH		7,70	Ligeramente alcalino
Textura			Franco Arenoso

**Tabla 4**  
Contenido de nutrientes según el

análisis de suelo en Macají.

Fuente: INIAP, (2018).

**5.3 Clasificación Ecológica:** Según Holdrige (1982), la localidad se encuentra en el rango de estepa espinosa Montano Bajo (eeMB).

## 6. ESPECIFICACIONES DEL EXPERIMENTO

**6.1 Diseño experimental:** Se utilizó el diseño de parcela dividida en donde la parcela grande fue el factor riego (Con riego y Sin riego) y las parcelas pequeñas fueron los genotipos, el ensayo tuvo tres repeticiones.

**6.2 Especificación de la parcela experimental:** Las características de las parcelas experimentales se detallan a continuación, las mismas que se distribuyeron al azar en cada repetición y su disposición en el campo se presenta en el **Anexo 4**

**Tabla 5** Característica de la parcela experimental.

CARACTERISTICAS	
Número de unidades experimentales	36
Numero de tratamientos	12
Numero de repeticiones	3
Área total de experimento	492 m <sup>2</sup>
Largo del ensayo	24 m
Ancho del ensayo	18 m
Distancia entre repeticiones	0,5 m
Número de caminos	5
Características de la parcela experimental.	
Número de tubérculos / parcela	40
Número de surcos.	4
Ancho de la parcela	3 m
Largo de la parcela	4 m
Distancia entre surcos.	1 m
Distancia entre plantas.	0,3 m
Número de plantas evaluadas.	16
Área neta de parcela.	4,8 m <sup>2</sup>
Área total de la parcela	12 m <sup>2</sup>
Forma de parcela	Rectangular

**Elaborado por:** Equipo de investigación, 2018.

### 6.3 Factores en estudio

**Factor A (Riego):** CR: Con Riego y SR: Sin Riego

**Factor B (Variedades y clones promisorios de papa (*Solanum spp.*):** Seis genotipos (clones y variedades) de papa (*Solanum spp.*) del PNRT – INIAP

**Tabla 6** Genotipo y nombre de estudio realizado.

GENOTIPO	NOMBRE
G1	Estela (Variedad testigo tolerante)
G2	Natividad (Variedad testigo)
G3	Superchola (Variedad testigo susceptible)
G4	*10 – 10 – 97 ( <i>Bolona x (CHS625 x S. pausissectum)</i> )
G5	* 07 – 29 – 11 ( <i>ASO861 x HSO213</i> )
G6	* 98 – 02 – 06 ( <i>INIAP Gabriela x INIAP Margarita</i> )

\* Codificación del PNRT – papa (Los dos primeros dígitos representan el año cuando se seleccionó el clon, los siguientes dígitos representan la familia y el último representa el número del segregante).

Elaborado por: Equipo de investigación, 2018.

### 6.4 Tratamientos

**Tabla 7** Los tratamientos resultaron de la combinación de los factores en estudio:

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	CRG1	Con Riego + INIAP Estela
T2	CRG2	Con Riego + INIAP Natividad
T3	CRG3	Con Riego + Superchola
T4	CRG4	Con Riego + 10 – 10 – 97
T5	CRG5	Con Riego + 07 – 29 – 11
T6	CRG6	Con Riego + 98 – 02 – 06
T7	SRG1	Sin Riego + INIAP Estela
T8	SRG2	Sin Riego + INIAP Natividad
T9	SRG3	Sin Riego + Superchola
T10	SRG4	Sin Riego + 10 – 10 – 97
T11	SRG5	Sin Riego + 07 – 29 – 11
T12	SRG6	Sin Riego + 98 – 02 – 06

Elaborado por: Equipo de investigación, 2018.

### 6.5 Esquema del análisis estadístico

**Tabla 8.** Esquema de análisis de varianza.

FUENTES DE VARIACIÓN	FÓRMULA	GRADOS DE LIBERTAD
Repeticiones	$r - 1$	2
A (Riego)	$a - 1$	1
Error A	$(a - 1) * (r - 1)$	2
B (Genotipos)	$b - 1$	5
Interacción AxB	$(a - 1) * (b - 1)$	5
Error B	$a(b - 1) * (r - 1)$	20
Total	$(a * b * r) - 1$	35

Elaborado por: Equipo de investigación, 2018.



## 6.6 Análisis Funcional

Para los factores e interacciones con significancia estadística se utilizó la prueba de significación de Tukey al 5%.

## 7. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN.

**7.1 Porcentaje de emergencia:** Se contabilizó el número de plantas emergidas y se relacionó con el número de tubérculos sembrados en la parcela y se expresó en porcentaje.

**7.2 Altura de planta:** La altura se midió a partir del cuello hasta el ápice del tallo en seis plantas tomadas al azar de la parcela neta, a los 45, 75, 105 días después de la siembra.

**7.3 Cobertura del suelo:** Se realizó la estimación visual de las plantas de la parcela neta de cada uno de los tratamientos a los 75 días después de la siembra, para lo cual se utilizó la escala 1 a 3, como se presenta a continuación:

**Tabla 9.** Escala para determinar la cobertura de suelo de los genotipos de papa (*Solanum spp.*) sometidos al déficit hídrico en Macají.

VALOR	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Regular	El follaje no cubre entre plantas ni entre surcos.
2	Bueno	El follaje cubre entre plantas.
3	Muy Bueno	El follaje cubre plantas y surcos.

**Fuente:** (Cuesta, 2008).

**7.4 Vigor de la planta:** El vigor se evaluó a los 75 días después de la siembra, considerando aspectos generales de las plantas como: sanidad, cobertura de suelo, altura y frondosidad de planta. Para calificar esta variable se utilizó la escala de 1 a 3.

**Tabla 10.** Escala para determinar el vigor de seis genotipos de papa (*Solanum spp.*) con tolerancia al déficit hídrico en Macají.

VALOR	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Poco vigor	La planta presenta poca frondosidad y no cubre el surco.
2	Medio	La planta presenta media frondosidad y cubre la mitad del surco.
3	Vigorosa	La planta presenta frondosidad y cubre el surco.

**Fuente:** (Cuesta, 2008).

**7.5 Tuberización:** Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela neta, presentaron estolones con hinchamiento en su extremo. Los valores se expresaron en días después de la siembra (dds).

**7.6 Floración:** Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela neta presentaron flores abiertas. Los valores se expresaron en días después de la siembra (dds).

**7.7 Senescencia:** Se contó el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de la parcela neta presentaron el 50% de follaje café. Para la medición de esta variable se utilizó la escala presentada en la siguiente tabla, los valores se expresaron en días después de la siembra (dds).

**Tabla 11.** Escala para determinar los días a la senescencia

VALOR	DESCRIPCIÓN.
1	Plantas verdes.
2	Hojas superiores con los primeros signos de amarillamiento.
3	Hojas amarillentas.
4	25% de tejido foliar café.
5	50% de tejido foliar café.
6	Más del 75% del tejido foliar café.
7	Plantas muertas.

**Fuente:** (Cuesta, 2008).

**7.8 Potencial de recuperación.** Al momento en que los genotipos iniciaron el período de floración se evaluó el potencial de recuperación es decir en “condiciones normales”, luego se cortó el suministro de agua y se evaluó la marchitez de la planta a partir del día 20 de déficit hídrico, inmediatamente existió la restitución de agua a los genotipos y se evaluó su recuperación 24 horas después del riego.

**Tabla 12.** Escala usada para registrar plantas con síntomas de marchitez y el potencial de recuperación después de un severo estrés hídrico.

Registro de marchitamiento y recuperación	Porcentaje estimado de área foliar turgente	Descripción de los síntomas
9	> 95	Todas las hojas turgentes.
8	80	
7	70	Hojas inferiores marchitas
6	60	
5	50	Medio inferior de la planta marchita.
4	40	
3	30	Hojas altas todavía turgentes
2	20	
1	5	Planta completamente marchita
0	0	Hojas señalan necrosis

**Fuente:** Beekmay Bouma,(1986).

**7.9 Contenido de clorofila.** Se midió el contenido de clorofila de las hojas con la ayuda de un medidor MINOLTA SPAD-502, cuando empezó la floración en condiciones normales, luego en condiciones de déficit hídrico y posterior al riego para determinar la recuperación de los genotipos y la cantidad de clorofila de cada tratamiento.

**7.10 Contenido relativo de agua (WRC).** El contenido relativo de agua (WRC) se determinó cuando empezó la floración en condiciones normales, luego en condiciones de déficit hídrico y posterior al riego. Para su evaluación se tomó una muestra (hoja) al azar de cada planta y se determinó el peso fresco, luego se sometió a una inmersión prolongada (aproximadamente de 12 horas) en agua destilada, y se obtuvo el peso turgente. Se colocó la muestra al horno por 48 horas a 65°C hasta alcanzar un peso constante y se determinó el peso seco, finalmente se aplicó la

formula señalada a continuación (Smart & Bingham , 1974)

$$WRC (\%) = \frac{Pf - Ps}{PT - Ps} * 100$$

Dónde:

*Pf = Peso fresco de la muestra de hojas.*

*PT = peso turgente de la muestra de la hoja.*

*PS = Peso seco de la muestra de hojas.*

**7.11 Materia seca** Se extrajo una planta completa representativa por tratamiento para registrar el peso seco de cada órgano, hojas, tallos, tubérculos y raíz.

El proceso de preparación para el pesado en fresco se realizó de forma rápida y bajo sombra para evitar la pérdida de peso del material vegetal (Peso fresco), luego se separó por órgano, hojas, tallos, tubérculos y raíz, registrando su peso fresco total (PFT) de hoja, tallo y tubérculo, por separado.

Posterior se colocó en bolsas de papel y se etiquetó, colocándolas en la estufa a 100 °C durante 24 horas o hasta obtener peso constante, obtenido el peso seco de la muestra (PSM).

Para estimar el peso seco total de cada órgano (PST), se usó la fórmula ( Bonierbale, De Haan, & Forbes , 2007):

$$PST = \frac{(PFT * PSM)}{PFM}$$

Dónde:

*PST = Peso seco total*

*PFT = Peso fresco total*

*PSM = Peso seco de la muestra*

*PFM = Peso fresco de la muestra*

Finalmente, para conocer el porcentaje de materia seca ( Bonierbale, De Haan, & Forbes , 2007) , se aplicó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Materia Seca} = \frac{\text{Peso materia seca}}{\text{Peso materia húmeda}} \times 100$$

## 8. RENDIMIENTOS Y SUS COMPONENTES.

**8.1 Plantas cosechadas:** Se contabilizó el número de plantas cosechadas dentro de la parcela neta.

**Número de tubérculos por planta:** Se tomó 6 plantas de la parcela neta al azar, de las cuales se contabilizó el número de tubérculos por planta y se realizó un promedio como dato final.

**Rendimiento por planta:** El rendimiento se calculó en base al peso total de los tubérculos a la cosecha de la parcela neta, dividida para el número de plantas cosechadas, el promedio se expresó en Kg/planta.

**Rendimiento por tamaño del tubérculo:** Para la determinación del rendimiento por tamaño del tubérculo se clasificó los tubérculos cosechados de la parcela total en tres categorías: papa comercial de primera (peso mayor a 60 g), papa para "semilla" de segunda (peso entre 30 a 60 g.) y papa de desecho (peso menor a 30 g). Los resultados se expresarán en Kg/categoría.

**Rendimiento total:** Se determinó cosechando la parcela neta de las tres repeticiones, la misma que se sumó y se sacó un promedio, el resultado se expresó en kg/parcela.

**Porcentaje de materia seca del tubérculo :**Para la determinación de la materia seca se realizó con la metodología propuesta por (Bonierbale, 2010) la misma que señala picar 5 tubérculos (un total de 500 g aproximadamente) en cubos pequeños de 1 o 2 cm, mezclar bien y tomar sub muestras de 200 g cada una que correspondan a todas la partes de los tubérculos, y registrar los datos como peso fresco de la muestra; colocamos la muestra en una bolsa de papel o un recipiente abierto y ponemos en una estufa a 80°C por 72 horas controlando el peso de las muestras a intervalos regulares hasta que tengan peso constante y se registra.

Se aplicó la siguiente fórmula para conocer el porcentaje de materia seca:

$$\% \text{ Materia Seca} = \frac{\text{Peso materia seca}}{\text{Peso materia húmeda}} \times 100$$

**8.2 Selección de los genotipos:** La selección de genotipos se la realizó por medio de la tabulación y análisis de datos tomados en las unidades experimentales, teniendo en consideración la capacidad de recuperación de los genotipos luego de someterlos a estrés hídrico, el contenido de clorofila y rendimiento. Comparando los genotipos del ensayo con déficit hídrico, con el ensayo que presenta condiciones favorables de humedad.

## 9. MANEJO AGRONÓMICO DEL ENSAYO.

Las labores se realizaron de acuerdo a las sugerencias del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, rubro papa del INIAP.

### 9.1 Labores pre – culturales

**Análisis de suelo:** Las muestras de suelo se tomó en zig – zag y a una profundidad de 0-20cm en cada lote del ensayo las mismas que se remitieron al laboratorio de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP para su análisis físico – químico **Anexo 5**.

**Preparación del suelo:** La preparación del suelo se lo llevó a cabo con la ayuda de un tractor realizando un pase de arado y dos de rastra a una profundidad de 0,4 m, y el surcado se lo realizó a una distancia aproximada de un 1 metro.

**Siembra:** La siembra se realizó utilizando semilla del programa de mejoramiento de papa del INIAP colocando un tubérculo a una distancia de 0,3 m y una profundidad de 0,1 – 0,12 m.

### 9.2 Trampeo.

**Trampa para gusano blanco (*Premnotrypes vorax*):** Se colocó trampas antes de la siembra para monitorear la población de insectos adultos de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) de la papa, mismas que se realizó con follaje fresco de papa, al que se aplicó un insecticida “profenofos” (Curacrón) y cubierto con un cartón, esta metodología se la realizó por 2 veces detallada por (Gallego, Avalos, & Castillo, 1997)

**Trampas cromáticas:** Se instalaron botellas de color amarillo a las que se abrió orificios en su parte media y se los llenó con agua y aceite con el propósito de que los insectos plaga al verse atraídos estos no puedan salir y así disminuir su población (Suquilanda, 2011).

**Prevención de heladas:** Se colocaron botellas hasta las  $\frac{3}{4}$  con agua, luego se las ubicó en cada tratamiento en el lomo de los surcos enterradas las  $\frac{3}{4}$  partes; el agua dentro de las botellas mantiene una temperatura promedio de 3°C, que acumularon calor en las horas del día, para

suavizar la baja temperatura en el ambiente revisadas por (Aguirrez, 1996).

### 9.3 Fertilización

**Edáfica:** Se realizó en base del análisis de suelo, la cantidad de fertilizante se dividió en dos partes: la primera se colocó a la siembra aplicando un fertilizante 13N – 32P – 11K – 3Mg – 4S (fertipapa siembra), un total de 0,72 Kg/unidad experimental al fondo de surco y la segunda se incorporó al aporque 15N - 17P - 19K - 3Mg - 4S - 0,3B (fertipapa aporque) colocando 0,8 Kg/unidad experimental.

**Foliar:** Se realizó aplicaciones foliares:

- Nutrit-ha que es compuesto a base de 3%N-2%P-2%K-2%Mg + microelementos quelatizados en ácidos orgánicos. Dosis de 10 cc/lt
- Bioplus compuesto a base de ácidos húmicos, tritofano + microelementos. Dosis de 10 cc/lt

### 9.4 Labores culturales

**Control de malezas:** El control de malezas se realizó aproximadamente a los 30 días después de la siembra, aplicándose un herbicida selectivo “Metribuzina” (Abax 480) en dosis de 426 cc/ha.

**Aporque:** Con la finalidad de eliminar malezas, aflojar el suelo y estimular la tuberización de los genotipos se realizó esta labor.

**Control de plagas y enfermedades:** Para el control de plagas no se realizó ninguna aplicación ya que con el trampeo no se encontró ningún insecto plaga que afecte al cultivo.

Las enfermedades presentes fueron “*Phytophthora infestans*” misma que para su control se realizó aplicaciones de:

**Tabla 13** Ingredientes activos

Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Dosis/ha
Propineb + Cimoxanil	Fitoraz 76 PM	1,5 Kg
Dimetomorf + Mancozeb	Coraza	1,8 Kg
Fosetirl – Al	Fosetil Aluminio 80 Wp	3 Kg

También hubo la presencia de Cenicilla “*Oidium sp*” misma que se realizó una aplicación de Myclobutanil (Letal) a una dosis de 76,3 g/ha

Cosecha: Se la realizó en forma manual cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica.

## 10. DISCUSIÓN

En el artículo realizado por Morena, 2009, concluye con el análisis de diferentes aproximaciones metodológicas, han permitido la caracterización progresiva de genes individuales y la identificación de vías asociadas con la señalización inter e intracelular inducida por el estrés por déficit hídrico. Aún faltan muchos de los componentes involucrados en las respuestas al déficit hídrico, en los últimos años se ha avanzado notablemente en el conocimiento de las bases moleculares de estas respuestas en las plantas. La caracterización de estos genes y vías permite tener una mejor comprensión de los mecanismos bioquímicos y fisiológicos involucrados en la tolerancia al estrés que han desarrollado muchas plantas a lo largo de su proceso evolutivo.

Mientras que en la investigación de el “Estrés Hídrico en Cítricos (Citrus spp.): Una revisión” habla que los cítricos son esas plantas más adaptables a estos cambios climático provocando lo que es el déficit hídrico analizando las condiciones tropicales que está expuesta los cultivos cítricos, en un

régimen de lluvias monomodal, (Garzón, 2012) afirma que el uso de riego luego de una época seca de dos meses mejora la calidad del fruto aumentando su diámetro ecuatorial y el número de frutos por árbol. Sin embargo, otras características como el índice de madurez y cantidad de jugo no se ven afectadas.

En otro estudio se expone la gravedad de los cambios como es “Efecto del déficit hídrico sobre el ciclo productivo de la palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela” presentó un déficit hídrico de 450 mm anuales, concentrados entre enero y mayo, que afectó el ciclo productivo de la palma aceitera. Se identificaron tres épocas críticas en las cuales el déficit hídrico influye negativamente sobre la producción, que corresponden a etapas de formación del fruto claramente definidas: llenado de frutos, estado de flecha central y diferenciación sexual de inflorescencias. La práctica de riego representa una alternativa para atenuar los efectos adversos del déficit hídrico, dirigido a estabilizar las fluctuaciones de la producción, lograr un incremento en la productividad y planificar de manera más confiable el funcionamiento de la planta extractora (Barrios , Mark, Fariñas, & Salaza, 2011)

El que nuevos trabajos eco fisiológicos revelen nuevos patrones, modificaciones y excepciones a las estrategias hídricas uno de estos casos de las especies leñosas mediterráneas y a los paradigmas establecidos sobre la eficiencia de estas especies en el uso del agua revela que nuestro conocimiento es aún limitado y posiblemente insuficiente para satisfacer la urgente necesidad de predicciones y recomendaciones precisas para la gestión de los ecosistemas mediterráneos en un mundo cambiante donde la sequía jugará un papel cada vez más determinante (Khurana, Pandey, Paul, & Minhas, 2003)

En los últimos años la contaminación ambiental, está afectando al planeta en todo sentido y la industrialización de los productos, la sobrepoblación, a generado un cambio climático y los principales afectados son los cultivos de los agricultores.

## 11. CONCLUSIONES

La aplicación de métodos sobre el déficit hídrico en los cultivos siempre a sido temas de investigación ya que en estos tiempos debido al cambio climáticos y los procesos de desertificación que están ocurriendo actualmente afectan a los cultivos, debido a esto; está investigando busca cultivos en este caso las papa se han o no favorables con este cambio, aportando con una nueva forma de cultivar plantas en condiciones de déficit hídrico. Siendo este un sistema complejo que involucra cambio como: fisiológicos, morfológicos, bioquímicos de la planta y ambientales.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirreolea, & Sanchez. (2008). *El agua en la planta.Movimiento del agua en el sistema suelo-planta- atmosfera*. En fundamentos de fisiología vegetal.
- Aguirrez. (1996). Manual de prácticas agroecológicas de los andes ecuatorianos.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA revista de agroecología*, 14,, 5-8.
- Barrios , Mark, Fariñas, & Salaza. (2011). Efecto del déficit hídrico sobre el ciclo productivo de la palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. *Agronomía Tropical*, , 61(3-4), 267-274.
- Bonierbale. (2010). *xperiencias de la biofortificación de la papa en el Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP, Perú)*.
- Bonierbale, De Haan, & Forbes . (2007). Procedures for standard evaluation trials of advanced potato clones. An International Cooperators' Guide. International Potato Center (CIP), Lima - Perú.

- Bonilla. (2009). Evaluación y selección agronómica de cuarenta genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L) para tolerancia a estrés hídrico en tres localidades de la provincia de Chimborazo. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Tesis para otorgado para el grado de Ingeniería. Ecuador.*
- Cuesta. (2008). Guía para el manejo y toma de datos de ensayos de mejoramiento de papa. INIAP – PNRT – papa. Quito - Ecuador.
- Delmhorst. (1999). Manual de funcionamiento de los bloques de modelo KS–D1.
- Ekanayake. (1994). CIP Research 30, studying drought stress and irrigation requirements of potatoes. Lima - Perú.
- Enciso. (2005). Sensores de Humedad del Riego para eficientizar el riego.
- Fuente. (2006). Programación de riego con tensiómetros. Obtenido de <http://www.tensiometrosuelo/agua.html>. Culiacan México 22 – 28 pp.
- Gallego, P., Avalos, G., & Castillo, C. (1997). El Gusano Blanco (*Premnotrypes vorax*) en el Ecuador: Comportamiento y Control. INIAP. Quito. Ecuador. 35 p.
- Garzón. (2012). Evaluación de la influencia del déficit hídrico en el crecimiento y desarrollo de la naranja “valencia” (*Citrus sinensis* O) en el piedemonte llanero de Colombia. *tesis de maestría*, Universidad Nacional de Colombia (Bogota).
- Hanson, A., & Hitze, W. (1982). Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. *Annual Review of Plant Physiology*, 10 – 22 pp.
- Inforesources. (2008). *Potatoes and Climate Change. FOCUS No 1/08; 16 pp.* Obtenido de [http://www.inforesources.ch/pdf/focus08\\_1\\_e.pdf](http://www.inforesources.ch/pdf/focus08_1_e.pdf)
- Jaramillo. (2012). Evaluación y selección de dieciséis genotipos de papa (*solanum* spp.) con tolerancia al déficit hídrico en dos localidades de la provincia de Chimborazo. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Tesis para otorgar el grado de Ingeniero. Ecuador.*
- Khurana, Pandey, Paul, & Minhas. (2003). *The Potato: Production and Utilization in Sub-Tropics.* Mehta Publishers. New Delhi.
- Kozlowski, kramer, & pallardy. (1991). *The physiological ecology of woody plants.* Academic Press. Toronto .
- Kramer, P. (1983). Water stress and plant growth. . New York 55p.
- León. (2012). *Riegos y drenajes. Primera Edición. Editorial E – COPYCENTER.*
- León, J., & Trezza , R. (1998). Determinación de evapotranspiración del cultivo y Kc.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca [ MAGAP ]. (2006). Boletines agros climáticos mensuales: 2001-2006.
- Morena, L. (2009). Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. *Una revisión. Agronomía Colombiana,, 27(2), 179-191.*
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *Afrontar la escasez de agua Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria.* ROMA.
- Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de la ONU [IPCC]. (2018). *El IPCC inicia las discusiones sobre el calentamiento global de 1,5 grados.* Obtenido de <https://unfccc.int/es/news/el-ipcc-inicia-las-discusiones-sobre-el-calentamiento-global-de-15-grad>

Rodo, & Comin. (2001). *Fluctuaciones del clima mediterráneo: conexiones globales y consecuencias regionales*. Granada.

Smart, & Bingham . (1974). Rapid Estimates of Relative Water Content. Plant.

Suquilanda. (2011). La producción orgánica de papa. Ed. EDIFARM. Quito, Ecuador.

Vélez-Sánchez, Intrigliolo, & Castel . (2011). Programación de riego en base a sensores de medida del estado hídrico del suelo y de las plantas. *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*, ; 14(2): 65-73.

### 13. ANEXOS

#### Anexo 1

Tabla de Interpretación de las lecturas de los tensiómetros

LECTURA Centibares	ESTADO	EXPLICACIÓN / ACCIÓN
0	Saturado	Estado de saturación para cualquier tipo de suelo, si la lectura persiste indica problemas de drenaje fuerte y aireación pobre.
5-10	Exceso	Exceso de humedad para el desarrollo de la planta, es indicador de que el drenaje continúa.
10-20	Capacidad de Campo	Indica capacidad de campo para la mayoría de los suelos, aportaciones extra de agua se perderán por percolación con el consiguiente lavado de nutrientes.
20-30	Rango de inicio del riego	Buen nivel de agua disponible y aireación en suelos de textura fina y media, no se requiere riego.
30-40		Indica el riego para suelos de arena fina, y para la mayoría de los suelos bajo régimen de riego por goteo.
40-60		Indica el inicio del riego para la mayoría de los suelos. Suelos francos inician entre 40-50 cbars.
70	Seco	Inicia el rango de estrés, pero es probable que aún no sufra daño el cultivo.
80		Lecturas mayores son posibles pero la columna de agua del aparato puede romper entre los 80-85 cbars, dependiendo de la altura del instrumento con respecto al nivel del mar.

**Fuente:** Fuente, (2006) y (Ekanayake, 1994)

#### Anexo 2

Tabla de la Interpretación de lecturas de los bloques de yeso

Tipo de suelo	No riego necesario	Riego para ser aplicado	Zona de peligro, insuficiente humedad del suelo
<b>Fino</b>	80 – 100 (92 - 10 cb)	60 – 80 (173 - 92 cb)	Bajo 60 (173 cb)
<b>Medio</b>	88 – 100 (65 - 10 cb)	70 – 88 (125 - 65 cb)	Bajo 70 (125 cb)
<b>Grueso</b>	90 – 100 (58 - 10 cb)	80 – 90 (92 - 58 cb)	Bajo 80 (92 cb)

Fuente: DELMHORST, (1999). cb = centibare y su posterior lectura



Tabla Lectura del contador vs tensión de humedad del suelo y resistencia eléctrica

Lectura del contador KS-D1	Tensión de humedad del suelo (BARES)	Resistencia eléctrica (OHMS)
99,0	0,1	60
98,0	0,2	130
96,0	0,3	260
94,0	0,4	370
91,5	0,5	540
89,0	0,6	750
87,0	0,7	860
84,5	0,8	1100
80,5	0,9	1400
77,5	1,0	1700
63,0	1,5	3400
59,0	1,8	4000
53,0	2,0	5000
43,0	3,0	7200
37,0	4,0	9000
32,0	5,0	10700
28,0	6,0	12500
21,0	8,0	16540
15,0	10,0	21130
10,0	12,0	26270
4,0	15,0	35000

Fuente (Delmhorst, 1999)

### Anexo 3

Tabla de coeficientes del tanque evaporímetro (Kp) para el tanque Clase A para diversas localidades y ambientes de los tanques y varios valores de velocidad media de viento y de humedad relativa

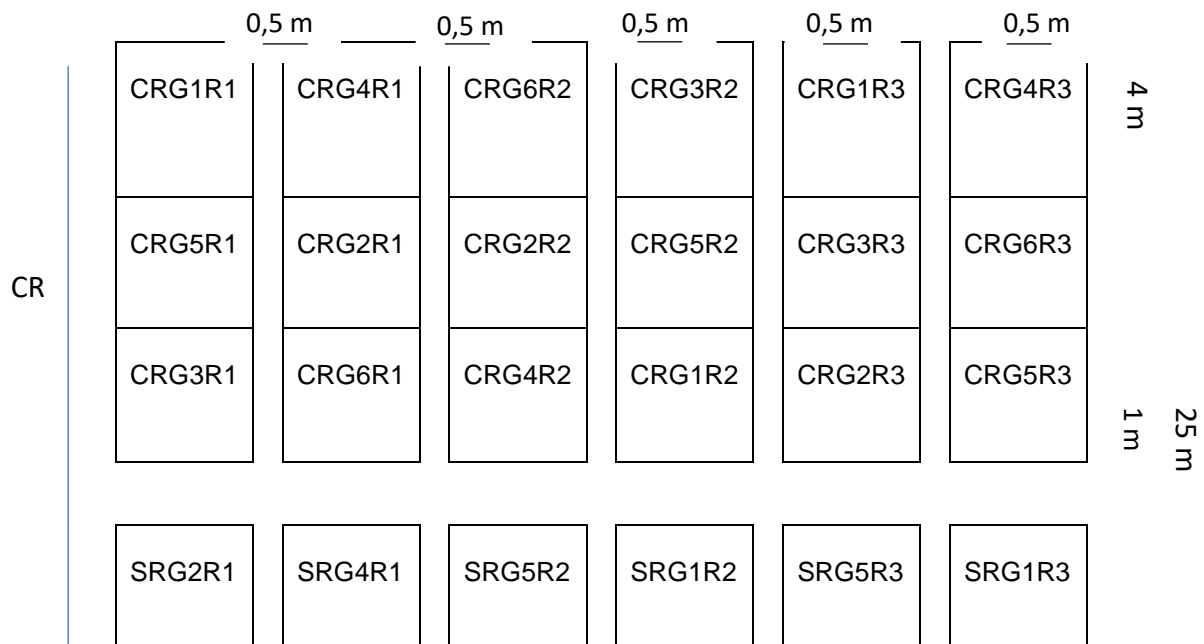
Tanque Clase A	Caso A: Tanque situado en una superficie cultivada			Caso B: Tanque situado en suelo desnudo				
		Baja < 40	Media 40 – 70	Alta > 70		Baja < 40	Media 40 – 70	Alta > 70
HR media								
Velocidad viento (m/s)	Distancia del cultivo a barlovento (m)				Distancia del cultivo a barlovento (m)			
Baja <2	1	0,55	0,65	0,75	1	0,7	0,8	0,85
	10	0,65	,75	0,85	10	0,6	0,7	0,8
	100	0,7	0,8	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,5	0,6	0,7
Moderada 2 – 5	1	0,5	0,6	0,65	1	0,65	0,75	0,8

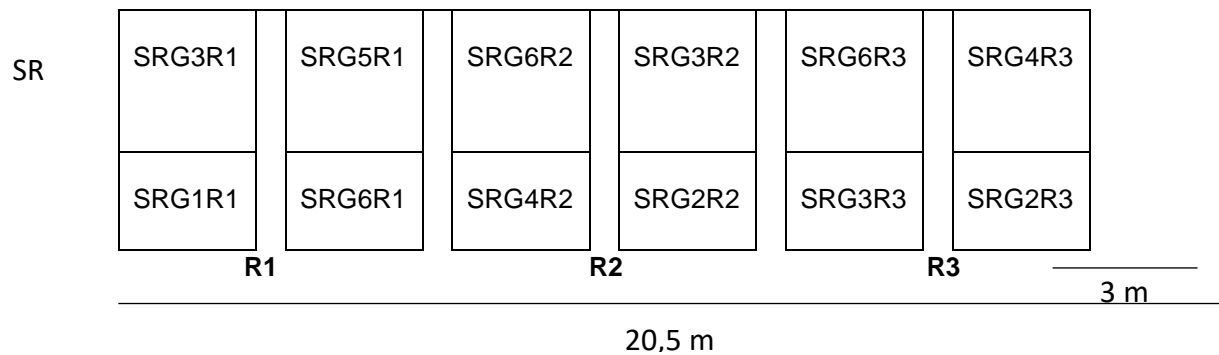
	10	0,6	0,7	0,75	10	0,55	0,65	0,7
	100	0,65	0,75	0,8	100	0,5	0,6	0,65
	1000	0,7	0,8	0,8	1000	0,45	0,55	0,6
Alta 5 – 8	1	0,45	0,5	0,6	1	0,6	0,65	0,7
	10	0,55	0,6	0,65	10	0,5	0,55	0,65
	100	0,6	0,65	0,7	100	0,45	0,5	0,6
	1000	0,65	0,7	0,75	1000	0,4	0,45	0,55
Muy alta >8	1	0,4	0,45	0,5	1	0,5	0,6	0,65
	10	0,45	0,55	0,6	10	0,45	0,5	0,55
	100	0,5	0,6	0,65	100	0,4	0,45	0,5
	1000	0,55	0,6	0,65	1000	0,35	0,4	0,45

Fuente: FAO, (2006).

#### Anexo 4

Esquema de la distribución de los tratamientos en estudio para la evaluación agronómica de seis genotipos de papa (*Solanum spp*) con tolerancia al déficit hídrico en Macaji.





**CR:** Con Riego

**SR:** Sin Riego

**G:** Genotipo

**R:** Repetición

## Anexo 5

Análisis de suelo para la evaluación agronómica de seis genotipos de papa (*Solanum spp.*) con tolerancia al déficit hídrico en Macají, Provincia de Chimborazo, 2018.

 <b>INIAP</b> INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito-Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : ROBIN PEÑA Dirección : RIOBAMBA Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : CAMPUS MACAJI Provincia : CHIMBORAZO Cantón : RIOBAMBA Parroquia : LICAN Ubicación : ING. JORGE RIVADENEIRA	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : PAPA Fecha de Muestreo : 21/03/2013 Fecha de Ingreso : 26/03/2013 Fecha de Salida : 09/04/2013
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH <sub>4</sub>	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
46370	LOTE 1 CR	7,48 PN	33,00 M	20,00 M	8,70 B	0,35 M	7,70 M	2,90 A	0,3 B	5,8 A	31,0 M	7,5 M	0,70 B
46371	LOTE 2 SR	7,70 LAI	29,00 B	31,00 A	12,00 M	0,28 M	8,40 A	4,00 A	0,5 B	6,3 A	29,0 M	7,8 M	0,80 B

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

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

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : ROBIN PEÑA Dirección : RIOBAMBA Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : CAMPUS MACAJI Provincia : CHIMBORAZO Cantón : RIOBAMBA Parroquia : LICAN Ubicación : ING. JORGE RIVADENEIRA	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : PAPA Fecha de Muestreo : 21/03/2013 Fecha de Ingreso : 26/03/2013 Fecha de Salida : 08/04/2013
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	%	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
46370					1,20 B	2,66	8,29	30,29	10,95						
46371					1,20 B	2,10	14,29	44,29	12,68						

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = May Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Pasta Saturada
M.O. = Dicromato de Pétson
Al+H = Titulación NaOH

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA