

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



**“EVALUACIÓN DE DOS COMPENSADORES DE HORAS FRIO EN  
TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD UNICA PERA EN  
EL CANTÓN MOCHA”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO.

**AUTOR:**

PALACIOS NARANJO ROGERES ESTUARDO

**TUTOR:**

Dr. Carlos Vásquez

**CEVALLOS - ECUADOR**

**2022**

**“EVALUACIÓN DE DOS COMPENSADORES DE HORAS FRIO EN TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD UNICA PERA EN EL CANTÓN MOCHA”**

Revisor por:

---

Dr. Carlos Vásquez

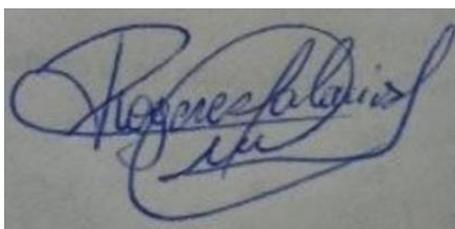
TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

	<b>FECHA</b>
..... Ing. Agr. Marco Pérez Mg. <b>PRESIDENTE DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN</b>	12/09/2022
..... Ing. Edwin Pallo Mg. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN</b>	12/09/2022
..... Ing. Walter Veloz Mg. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN</b>	12/09/2022

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

“El suscrito, PALACIOS NARANJO ROGERES ESTUARDO, portador de cédula identidad número: 180515150-1, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE DOS COMPENSADORES DE HORAS FRIO EN TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD UNICA PERA EN EL CANTÓN MOCHA” es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roger Palacios', is centered on the page. The signature is fluid and cursive, with a large initial 'R'.

---

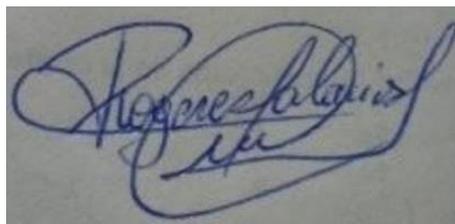
PALACIOS NARANJO ROGERES ESTUARDO

## DERECHOS DE AUTOR

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE DOS COMPENSADORES DE HORAS FRIO EN TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD UNICA PERA EN EL CANTÓN MOCHA” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, o, Médico Veterinario Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”.



---

PALACIOS NARANJO ROGERES ESTUARDO

## **Dedicatoria**

El presente proyecto de investigación va dedicado con mucho amor y cariño a mis padres: Manuel Palacios y María Naranjo, mi hermano Walter Palacios quienes me supieron apoyar en este trayecto de mi vida estudiantil, guiar para poder triunfar y lograr mis objetivos propuestos, demostrando así que no existe barreras y obstáculos cuando tenemos una meta.

Esta tesis va dedicada con mucho amor para una persona muy especial que es mi esposa la cual ha estado siempre a mi lado apoyándome en todo para seguir adelante y lograr cumplir esta meta.

También va dedicado para mi hijo que es una inspiración importante en mi vida para luchar día a día por ser un mejor padre y darle un gran ejemplo. A mi familia que me han apoyado incondicionalmente en cada escalón de mi vida, principalmente a mis tíos: Mariana, Rodrigo, Gustavo, mi abuelito Vicente los cuales no me dejaron solo en ningún momento. Principalmente va dedicada a mi abuelita (†) que en vida fue mi mejor ayuda y sustento para poder terminar la carrera.

PALACIOS NARANJO ROGERES ESTUARDO

## **Agradecimiento**

Agradezco primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta donde estoy y protegerme día tras día en todo lo que hago y me seguirá cuidando

De forma particular doy gracias al Dr. Carlos Vásquez, tutor de esta tesis, y al Ing. Agr. Olguer León que, con sus amplios conocimientos y aptitudes, aportaron en mucho para la elaboración del presente proyecto.

En general, agradezco la ayuda de todo el personal que labora en la Facultad Ciencias Agropecuarias de la U.T.A,

PALACIOS NARANJO ROGERES ESTUARDO

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	X
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1    Introducción.....	1
1.2    Antecedentes investigativos .....	2
1.3    El uso de inductores de brotación también ha sido utilizado en otros cultivos ..	4
1.4    Categorías fundamentales o marco conceptual .....	5
1.4.1    Cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) .....	5
1.4.2    Importancia del cultivo en Ecuador .....	6
1.4.3    Clasificación taxonómica.....	6
1.4.4    Características botánicas.....	7
1.4.5    Requerimientos edafo-climáticos .....	9
1.4.6    Variedades de papa en Ecuador .....	9
1.4.8    Fisiología del cultivo .....	10
1.4.9    Compensadores de horas de frío.....	11
1.4.9.1    Urea 46% .....	11
1.4.9.2    Dormex .....	12
1.4.10    Forma de Almacenamiento.....	12
1.4.11    Tubérculo-semilla.....	12
1.4.1.1    Fisiología del tubérculo-semilla.....	13
1.5    OBJETIVOS.....	14
1.5.1    Objetivo general .....	14
1.5.2    Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO II .....	15
METODOLOGÍA .....	15
2.1    Ubicación del experimento.....	15
2.2    Características del lugar .....	15
2.2.1    Clima .....	15
2.2.2    Características del suelo .....	15
2.3    Equipos y materiales.....	16
2.3.1    Material experimental.....	16

2.3.2 Productos .....	16
2.3.3 Equipos .....	16
2.3.4 Materiales de campo.....	16
2.4 Factores de estudio .....	17
2.5.2 Diseño experimental.....	18
2.5.2.1 Características del ensayo.....	18
2.5.2.2 Distribución de los tratamientos en estudio.....	19
2.6 Variable respuesta .....	19
2.6.1 Temperatura ambiental de almacenaje .....	19
2.6.2 Días de brotación.....	19
2.6.3 Pérdida de peso del tubérculo.....	20
2.6.4 Número de brotes .....	20
2.6.5 Longitud y diámetro del brote .....	20
2.7 Manejo del experimento .....	20
2.8 Procesamiento de la información .....	21
CAPITULO III .....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
3.1. Número de brotes .....	22
3.2. Longitud de brotes .....	22
3.3. Diámetro de brotes .....	23
3.4. Días a la brotación del tubérculo .....	24
3.5. Pérdida de peso del tubérculo.....	25
CAPITULO IV .....	26
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	26
4.1. Conclusiones.....	26
4.2. Recomendaciones .....	27
BIBLIOGRAFÍA.....	28
ANEXOS .....	31

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonomía de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) .....	7
Tabla 2. Factores de estudio de dos compensadores de horas frío en tubérculo de papa .....	17
Tabla 3. Tratamientos de compensadores de frío para la brotación de tubérculo de papa .....	18
Tabla 4. Variación de los parámetros de crecimiento en el tubérculo de papa tratada con dos productos compensadores de horas frío .....	<b>23</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los tratamientos .....	19
Figura 2. Días de brotación del tubérculo papa.....	24
.....	25
Figura 3. Pérdida de peso del tubérculo .....	25

## RESUMEN

### “EVALUACIÓN DE DOS COMPENSADORES DE HORAS FRIO EN TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD UNICA PERA EN EL CANTÓN MOCHA”

La presente investigación se desarrolló en la propiedad del Sr. Vicente Palacios que se encuentra ubicada en el Cantón Mocha, bajo una cubierta plástica de (6mx2m), la cual genera una temperatura media ambiental de 26 grados Celsius, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) Variedad Única Pera, para lo cual se empleó tubérculos cosechados en etapa de madurez fisiológica y se empleó sacos de 10 Kg para cada tratamiento. Los productos y dosis a empleadas fueron; Dormex 10ml– 30ml – 50ml; Urea 10 gr. – 20gr. – 30 gr. La información se registró a los 30 días de la aplicación de los tratamientos. Los resultados fueron tomados de 10 tubérculos al azar por repetición; se evaluó: número de brote, diámetro de brote, longitud de brotes, días a la brotación, pérdida de peso del tubérculo. Los resultados obtenidos fueron; el tratamiento Q2D1 evidenció mejores resultados en todas las variables de estudio como son el número, diámetro y longitud de brotes, los cuales empezaron a brotar a los 27 días de haber instalado el experimento. Con los resultados obtenidos se logró concluir que al utilizar un compensador de horas frio se logra acelerar el proceso de brotación, obteniendo tubérculo semilla en poco tiempo y con buenas características.

**Palabras clave:** Dormex, Urea, Dosis, Tubérculo. Brotes.

## ABSTRACT

The present investigation was developed in the property of Mr. Vicente Palacios, located in Canton Mocha, under a plastic cover of (6mx2m), which generates an average ambient temperature of 26 degrees Celsius, in the potato crop (*Solanum tuberosum*) Variety Unique Pear, for which tubers harvested at the stage of physiological maturity were used and 10 kg bags were used for each treatment. The products and doses used were; Dormex 10ml- 30ml - 50ml; Urea 10 gr. - 20gr. - 30 gr. The information was recorded 30 days after the application of the treatments. The results were taken from 10 tubers at random by repetition; the following were evaluated: number of sprout, sprout diameter, sprout length, days to sprouting, tuber weight loss. The results obtained were: the Q2D1 treatment showed better results in all the study variables such as number, diameter and length of shoots, which began to sprout 27 days after the experiment was installed. With the results obtained, it was possible to conclude that the use of a cold-hours compensator accelerates the sprouting process, obtaining seed tubers in a short time and with good characteristics.

Translated with [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (free version)

**Key words:** Dormex, Urea, Dose, Tuber. Sprout

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Introducción

“El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el Ecuador tiene una superficie sembrada de veinte y cinco mil novecientos veinte y cuatro hectáreas de las cuales la provincia de Tungurahua, tiene dos mil ochocientos cuarenta y dos hectáreas sembradas el cual representa el 11% de la producción nacional, el cantón Mocha tiene una producción de 80 hectáreas sembradas, obteniendo un rendimiento referencial de 20 Tm/ha, en donde las variedades más comunes son Cecilia, Única Pera, Única y Súper Chola” (INEC 2021).

Los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*), una vez alcanzado su madurez fisiológica y cosechadas, sus yemas por un tiempo determinado se encuentran en estado dormante, y se define como un período en el cual no ocurre ningún crecimiento visible de los brotes en donde las hormonas vegetales están involucradas en todas las fases de progresión del reposo (Larios Mejia, Santos Mendez, Pineda , & Hernandez, 2013).

El tubérculo de papa requiere condiciones apropiadas para romper su estado de dormancia con el desarrollo de brotes y estolones, que ocurre una vez que el tubérculo se ha separado de la planta madre, convirtiéndose en un órgano de almacenamiento y acumulación de varios solutos, hormonas, carbohidratos que luego utilizarán en su propagación que inicia con la aparición del brote, la división celular y su alargamiento; se puede decir que el reposo del tubérculo puede durar desde menos de un mes hasta varios meses, dependiendo de la variedad (Velastegui Espin, Artieda Rojas Jorje, & Mera Andrade, 2018).

El almacenamiento del tubérculo-semilla debe contar con un área de ventilación adecuada con poca humedad y la luz debe ingresar de forma indirecta para ayudar a la brotación del tubérculo. El promedio de la temperatura debe ser mayor a 20 °C y la humedad relativa un rango superior a 70%, dichas condiciones ayudan a mantener la calidad del tubérculo-semilla para que verdee y poder obtener brotes cortos y robustos (Cortez & Hurtado, 2022).

Se puede aplicar varios tipos de productos compensadores de horas frío y para suplir las horas de frío en zonas cálidas. Puede adelantar la brotación, el desarrollo vegetativo y la cosecha. Uniformiza la brotación y el desarrollo vegetativo, por lo tanto, facilita y mejora la eficiencia de las labores culturales y aplicaciones de productos fitosanitarios, considerando la diversidad climática, la época de aplicación se debe adaptar a las condiciones locales (BASF. 2018).

La urea es un fertilizante químico de origen orgánico, sólido que tiene una fuente nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de nitrógeno (N) (Manzo Sánchez, E. 2020).

Con la aplicación de los dos compensadores de horas frío, urea y dormex se quiere acelerar la brotación del tubérculo de papa variedad única para obtener semilla en menor tiempo posible bajo cubierta plástica y así poder tener un tubérculo semilla más rápido por lo cual se tendrá una siembra adelantada sacando más provecho de los terrenos de los agricultores los cuales normalmente tienen que comprar semilla hasta que obtengan los brotes adecuados para poder sembrar generando más gastos y costos de producción.

## **1.2 Antecedentes investigativos**

La etapa de brotación dura algunos meses de acuerdo con la variedad de papa, los tubérculos semillas son acopiados o almacenados a bajas temperaturas y luz difusa para inducir a la brotación. La brotación la cual se caracteriza por tener brotes cortos y fuertes deben mantener la calidad de la semilla para una siembra óptima debido a que del tubérculo-semillas se originan nuevas plantas con múltiples tallos (Yupangui, 2016).

Lagua (2013), evaluó el uso de inductores de madurez en la producción de semilla de papa; químicos (Paraquat y Ethephon) y mecánicos (corte de follaje). El rendimiento no tuvo diferencias entre los tratamientos teniendo un promedio de 32,69 t/ha. El mejor tratamiento fue utilizando Paraquat y corte de follaje presentaron un 100% de verdeamiento en lapso de 15 días en relación a los otros tratamientos que transcurrió 20 días para alcanzar el 100 del verdeamiento. El análisis económico permitió concluir que el mejor tratamiento es el corte de follaje con una relación de costo/beneficio de 1.42, debido a que se reduce el tiempo de suberización del tubérculo, menor tiempo de brotación y verdeamiento por lo que se obtiene mejores utilidades en el cultivo.

Zarabia (2020), evaluó inductores de brotación para almacenar tubérculo semilla de papa con la finalidad de obtener mayor número de brotes con los siguientes inductores de brotación: Agrostemin, Cytokin, Meristemroot y Rooting; tipos de almacenaje: sacos ralos gavetas y verdeador. Se evaluaron las siguientes variables: antes de la siembra (número, largo y diámetro del brote), después de la siembra (número de tallos verdaderos y días de emergencia). El mejor tratamiento fue M114 (sacos ralos y Rooting) se obtuvieron 2,53 unidades en número de brotes, 10,4 mm largo y 5,33 diámetro del brote, llegando a la conclusión que el almacenaje cuenta con un ambiente adecuado para inducir a la brotación del tubérculo-semilla de papa.

Mediante la investigación sobre la aplicación de tres dosis de Biol para inducir a la brotación de tubérculos de papa variedad Fripapa y tres tiempos de inmersión. El tratamiento que alcanzó los mejores resultados fue D3T3 (3 L/10 L de agua con 3 horas sumergidas), acortó los días de brotación (18,11 días), 90% de tubérculos brotados, a los 48 días (4,73 número de brotes) y a los 64 (5,19 número de brotes); mientras la longitud del brote a los 64 días fue 9,99 cm y el diámetro fue 0,45 cm, siendo el tratamiento con mayor costo de producción con \$ 7,19 por la cantidad de Biol utilizado y el tiempo de inmersión siendo el testigo el que tubo menor costo de producción (Zuñiga, 2014).

En la investigación por Velástegui et al. (2018), los tubérculos-semilla de papa pueden ser almacenados durante un largo tiempo después de ser cosechados sin perder sus valores nutricionales. Se han desarrollado tratamientos que ayudan a retrasar la aparición de brotes utilizando hormonas vegetales: ácido abscísico (ABA), ácido giberélico (A.G.3), ácido indol-3-acético (AIA), etileno y citoquininas las cuales actúan en la fase fisiológica del tubérculo-semilla durante la dormancia. Existen otros agentes externos que intervienen en la inhibición de los brotes como es el caso del Chlorpropham, aceites esenciales y taninos; la planta también elabora un compuesto para estimular la brotación.

Se evaluaron dos localidades y tres métodos de inducción de brotación (uso de estiércol, manejo de humedad, ácido giberélico PROGIBB) y un testigo, se llevó a cabo las diferentes labores culturales. Se evaluaron indicadores como: números de brotes, diámetro de brotes, porcentaje de emergencia, número de tallos por planta, altura de plantas, rendimiento por unidad experimental. Los tratamientos que mostraron mejores resultados es el uso de estiércol y PROGIBB con 4,2 y 3,1 el número de brotes respectivamente y el porcentaje de emergencia superó el 83%, llegando a la conclusión que la diferencia entre los resultados varia debió a la localidad donde se realizó el ensayo (Mamani, 2006).

### **1.3 El uso de inductores de brotación también ha sido utilizado en otros cultivos**

Se realizó una investigación utilizando tres productos químicos para la brotación en capulí (*Prunus capuli*), donde se aplicó Dormex al 1%, aceite agrícola al 4%, ZnSO<sub>4</sub> al 3%. Siendo el aceite agrícola el que mostró mejores resultados para inducir a la brotación mostrando un desarrollo de 75% en la etapa de diferenciación de meristemas, cumpliendo con el objetivo planteado por el autor inducir a una mejor brotación de un árbol ancestral que llegará a producir dos veces al año (Chisaguano, 2012).

Se realizó una investigación en tubérculos de ñame debido a que deben ser almacenados por varios meses significando una pérdida para el agricultor, el objetivo de la investigación fue evaluar reguladores de crecimiento vegetal (RCV) (thiourea, cloruro de mepiquat y etefón). Aplicados en diferentes días de cosecha (149, 179, 269 y 326) después de la siembra (DDS), dando como mejor resultado aplicando etefón (1 g/l) en los tubérculos de 179 DDS, thiourea (10 g/l) en los tubérculos de 269 DDS y el cloruro de mepiquat en los tubérculos de 326 DDS, mientras que a los 149 días ningún RCV mostro algún resultado favorable por la falta de madurez de los tejidos, teniendo como resultado final que se podrá inducir a la brotación temprana de tubérculos de ñame y así evitar los tiempos largos de almacenamiento (Sánchez et al., 2021).

## **1.4 Categorías fundamentales o marco conceptual**

### **1.4.1 Cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

El cultivo de papa actualmente se ha implementado en todo el mundo, pero este cultivo herbáceo es oriundo de las regiones Sudamericanas dado que hace aproximadamente 8000 años atrás su domesticación se dio en las zonas del altiplano andino del mismo, actualmente es considerado uno de los alimentos más importantes del mundo junto al arroz, trigo y el maíz, llegando a establecerse en la segunda posición con respecto a la superficie de siembra (Villanueva, 2017).

El nivel diploide es considerado como un eje fundamental en la diversificación y evolución de especies de papa, es así como la especie *Solanum phureja* la cual es considerada como diploide en las épocas prehispánicas se expandía a partir de la zona céntrica del Perú hasta las regiones geográficas de Colombia, Venezuela y Ecuador, la variación mediante hibridación del cultivo se dio de forma posterior (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Actualmente del género *Solanum* se conocen cerca de 2000 especies, de las cuales solo de entre 160 a 180 llegan a desarrollar tubérculos, partiendo de estas especies se considera que solo ocho se dan para el consumo, actualmente de los cultivares disponibles (5000) en las zonas andinas solo se han llegado a cultivar un número inferior a las 500 cifras que resultan preocupantes (Pumisacho & Sherwood, 2002).

#### **1.4.2 Importancia del cultivo en Ecuador**

La papa es un cultivo de gran valor e importancia en el Ecuador debido a que representa una gran fuente alimenticia y un ingreso económico importante en las familias del país, este cultivo requiere de un ambiente con altitudes que varíen entre 2700 a 3400 msnm en las zonas interandinas del país, aunque se ha llegado a comprobar que aquellos cultivos que se encuentran en localidades con alturas de entre 2900 a 3300 msnm han llegado a generar mayores rendimientos (Zarabia, 2020).

En el año 2020 la superficie cosechada fue 19,7 miles de hectáreas, los principales productores se encuentran en la Región Sierra en la provincia de Carchi (29,2%), Chimborazo (13,9%), Tungurahua (13,6%) suman el 56,7%, mientras que el resto de provincias (3%) (INEC, 2021).

#### **1.4.3 Clasificación taxonómica**

**Tabla 1.** Clasificación taxonomía de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum tuberosum</i> L.

#### 1.4.4 Características botánicas

**Brote:** es considerado como un pequeño tallo el cual se genera a través de los llamados “ojos” de los tubérculos, sus dimensiones y aspecto llegan a variar según el tipo de ambientes que se establezcan en su almacenamiento, es así que se considera que al momento de realizar la siembra podemos notar en la emergencia que cada uno de los brotes llega a generar un tallo (Villanueva, 2017).

**Raíz:** son específicamente adventicias tomando así una apariencia delgada, larga y de cierta manera ramificada, pero estas características se presentan de manera más frecuente en especies que se desarrollan en suelos mullidos, en el caso de su enraizamiento se da a niveles más superficiales del suelo (de 40 a 50 cm aproximadamente) (Zarabia, 2020).

**Fruto:** es considerado como una baya el cual se crea cuando el ovario se desarrolla, dentro del fruto podemos encontrar semillas sexuales las cuales se consideran que poseen la capacidad de generar plantas que si son bien aprovechadas llegan a otorgar una cosecha muy favorable con respecto a los temas de producción (Villanueva, 2017).

**Tallos:** se puede identificar tres tipos, de los cuales dos de ellos son subterráneos y el otro es aéreo del cual emergen y se desarrollan las hojas, para el caso del tallo principal se genera en el tubérculo-semilla a partir del brote del mismo para de allí en las yemas nodales generar los tallos secundarios, aquellas plantas que se forman de la semilla original llegan a desarrollar un único tallo principal (Romero, 2019).

**Flores:** se desarrollan en racimos terminales, estas son consideradas como bisexuales es decir albergan al androceo y gineceo del mismo modo, posee cinco pétalos en su corola (pentámera) donde su coloración varía de entre púrpura, blanca y roja dependiendo de la variedad que se trate, posee cinco sépalos en su cáliz, mediante la tonalidad de la flor de esta especie se pueden llegar a identificar el tipo de variedad con la que se trabaja (Taramuel, 2017).

**Tubérculo:** se generan en las plantas del cultivo de papa y llegan a presentar diversas formas desde ovaladas hasta incluso más alargadas según la variedad, sus ojos pueden disponerse en el tubérculo de forma más superficial o también profunda, la coloración de su parte carnosa también se presenta en una amplia diversificación, pero entre las más comunes se observan el blanco y amarillo (Bautista et al., 2010).

**Hojas:** son compuestas, las plantas adultas llegan a desarrollar pares de hojas compuestas que se distribuyen en el tallo de forma alterna que dan una apariencia frondosa, las hojas se forman por peciolo, yemas, interhojuelas y dos tipos de folíolos que son terminales y laterales, la principal función de este elemento es la de atrapar y transformar la energía lumínica en un medio alimenticio para la planta (Taramuel, 2017).

#### **1.4.5 Requerimientos edafo-climáticos**

La temperatura adecuada a la cual se debe establecer el cultivo de papa debe ser baja con respecto a las condiciones diurnas, en el caso de las temperaturas nocturnas esta no debe sobrepasar los 18° C, se considera que la producción de este cultivo se ve afectada cuando la temperatura mínima es muy elevada, por lo contrario, los niveles de producción de tubérculos, tallos y hojas son más favorables cuando se presentan temperaturas de entre 12 °C y 18 °C (Soto, 2015).

Las plantas pertenecientes al cultivo de papa por lo general no requieren de vientos excesivos sino más moderados, las plantas de papa se ven severamente afectadas en ambientes donde la velocidad del viento supere los 20 km/h dado a que influyen negativamente en la producción del cultivo (Romero, 2019).

El cultivo de papa puede llegar a desarrollarse en casi todos los tipos de suelos, aunque su predilecto son los francos como: arcillosos, arenosos y limosos que posean buena ventilación y buen drenaje, el pH óptimo para su establecimiento en el sustrato es de entre 5 a 7, el porcentaje de materia orgánica recomendable es de 3,5 %, conductividad eléctrica de 4 dS/m y una densidad aparente de 1,20 g/cm<sup>3</sup> (Romero, 2019).

El requerimiento necesario de agua en el cultivo de papas se estima de entre 400 a 800 mm basados en los medios de desarrollo y climáticos además del ciclo del cultivo, la implementación excesiva de agua es perjudicial para las plantas ya que inhiben el desarrollo de las raíces y llegan generar pudrición en los tubérculos que se destinen al consumo o semilla (Soto, 2015).

#### **1.4.6 Variedades de papa en Ecuador**

De forma general las variedades pertenecientes a la papa se dividen en dos grupos que son: las variedades mejoradas las cuales pertenecen al grupo de tubérculos que fueron

mejorados genéticamente con el fin de mejorar su resistencia y garantizar mayores rendimientos, el otro grupo la conforman las variedades nativas que son la resultante de años de selección y domesticación de los tubérculos de una forma más empírica (Romero, 2019).

En el caso del Ecuador se considera que existen cerca de 350 variedades de tubérculos de papa nativa que se muestran en diferentes tamaños, formas y tonalidades (colores) entre ellas se puede destacar las siguientes variedades: Coneja blanca y negra, Uvilla, Carrizo, Puña, Yema de huevo, Santa Rosa, Calvache, Leona negra y Chaucha roja, gran parte de estas variedades de papa se establecen en zonas que superen alturas de 3000 msnm (Romero, 2019).

#### **1.4.8 Fisiología del cultivo**

Según Romero (2019), realizó una investigación sobre la fisiología del cultivo, las cuales se detallan a continuación:

- **Dormancia de la semilla:** Este periodo se da entre 2 a 3 meses en las etapas de cosecha y obtención de brotes en el tubérculo y entre 4 a 6 meses se establece este periodo para el caso de las semillas sexuales, factores como enfermedades y daños en los tubérculos pueden limitar el reposo, mediante el uso de gibelinas en dosis recomendadas se puede llegar a inducir a la dormancia al tubérculo-semilla.
- **Fase de emergencia:** Según las condiciones climáticas y del suelo ofrecido para el cultivo puede durar de entre 15 a 30 días, su inicio se presenta al final del reposo de la semilla y se extiende hasta la etapa de formación de los tubérculos.
- **Fase vegetativa:** En este periodo se puede notar el desarrollo de las raíces y las hojas de manera sincrónica en las plantas del cultivo de papa, generalmente se extiende de 20 a 30 días, esta etapa se encuentra entre la emergencia de los tubérculos hasta el comienzo de la tuberización.
- **Fase de tuberización:** Este periodo se diferencia de los demás en que el tubérculo comienza su formación y presenta un aumento constante en sus características físicas, se presenta en un promedio de 60 a 90 días, ciertas labores

agrícolas como el uso excesivo de nitrógeno en el suelo pueden retrasar su comienzo, la calidad y tamaño del tubérculo dependen en gran manera en el porcentaje de humedad presente en el suelo.

- **Fase de madurez:** En este periodo por lo general los tubérculos son cosechados y tratados para su almacenamiento, esta etapa se establece en medio del desarrollo de las hojas y su completa senescencia en las plantas del cultivo de papa, la madurez fisiológica que puedan alcanzar los tubérculos dependerá en gran manera de las variedades con las que se trabaje, es así que se puede conocer que para variedades precoces se da a los 75 días, para las intermedias se cuentan 90 días, y en tardías un proceso que dura máximo 120 días.

#### **1.4.9 Compensadores de horas de frío**

Es necesario la acumulación de horas frío en un área determinada porque reduce el tiempo de reposo de la semilla para una brotación más temprana.

Los compensadores de horas frío cumplen un rol importante en las plantas ya que permiten en las yemas estimular las reacciones químicas las cuales no se dieron en su interior debido a la ausencia de temperaturas bajas, por lo tanto, ayudan en las yemas a estimular su brotación, uniformizan y activan la floración (Intagri S.C., 2017).

##### **1.4.9.1 Urea 46%**

La urea como compensador de horas frío de brotación desde su aplicación ayuda a estimular el crecimiento y desarrollo vegetativo de todo tipo de plantas, porque ya que el nitrógeno es una molécula presente en la clorofila y enzimas. Se considera que mundialmente la urea es una de las fuentes más importantes con respecto a la fertilización a base de nitrógeno, como característica fundamental se puede mencionar que la urea proporciona al suelo gran cantidad de nitrógeno bien aprovechada por los suelos mínimamente alcalinos o neutros debido también a que su manejo es confiable y el costo de transporte es más bajo (Morales et al., 2019).

#### **1.4.9.2 Dormex**

El Dormex al ser usado como un fitorregulador de crecimiento ayuda a sustituir la falta de horas frío en los cultivos si se coloca en el punto máximo de los recesos invernales, llegan así a romper la dormancia y también ayudan en el estímulo de la floración y brotación, tomando en cuenta el instante de la implementación del producto ayuda a acelerar la brotación e incluso de forma más uniforme (BASF, 2018).

#### **1.4.10 Forma de Almacenamiento**

El almacenamiento de tubérculo-semilla de papa en sacos ralos es considerado como un método muy eficiente ya que le permite una mayor oxigenación al tubérculo con lo que se garantiza una brotación más uniforme, además su costo de implementación es más bajo ya que se requiere de poca mano de obra y los materiales son de costo accesible, su almacenamiento debe ser adecuado, por lo que los sacos deben colocarse de pie evitando apilarlos o amontonarlos lo que permitirá evitar daños en los tubérculos. De igual manera se deben colocar sobre superficies elevadas para que exista mayor oxigenación en la semilla y de igual manera evitamos daños que se pueden presentar al estar en contacto directo con el suelo (Zarabia, 2020).

#### **1.4.11 Tubérculo-semilla**

De forma general se conoce que el tubérculo-semilla se presentan como tallos modificados que se desarrollan en las partes subterráneas del suelo, la tuberización se da después de la emergencia de 3 a 5 semana de espera, pero esto dependerá del medio en el que se desarrolle la planta, de forma más externa el tubérculo está formado por yemas, peridermisa, nudos y lenticelas (Cadena, 2010).

En el tubérculo-semilla de papa internamente se identifica el anillo vascular, la corteza, tejido medular y el parénquima vascular. Es necesario identificar la fisiología presente en la semilla de papa ya que así se podrá comprender los procesos que se efectúan

sobre el tubérculo al momento de ser cosechado hasta el punto que se dé la brotación, de cierta forma entender cuando el tubérculo-semilla está preparado para la siembra en el suelo y originar una nueva planta la cual presente similares rasgos de la variedad original (Cadena, 2010).

#### 1.4.1.1 Fisiología del tubérculo-semilla

Según lo mencionado por Torres et al. (2011), sobre la fisiología del tubérculo-semilla, se detallan los siguientes estados

- **Período de reposo:** Inicia desde la cosecha hasta que las yemas inician a brotar. Se define como el período de reposo o dormancia cuando el 80% de tubérculo-semilla han desarrollado sus brotes de unos 3 mm de largo. El lapso de tiempo de este período depende de la variedad, estado de maduración, temperatura, tamaño del tubérculo-semilla y condiciones de almacenamiento.

- **Ruptura del período de reposo:** Este proceso se realiza el consumo de energía por el metabolismo que hace tubérculo para generar brotes, este período es necesario para realizar la siembra de papas, puede ser utilizando tratamientos químicos, tratamiento térmico (calor), corte del tubérculo-semilla.

- **Estado de dominancia apical:** A temperaturas de 5° a 15 °C durante el almacenamiento, se notará que solo las yemas del brote apical iniciarán su crecimiento para lo cual se recomienda colocar en temperaturas de 15 a 20 °C con una HR del 85% para estimular los demás brotes y así aumentar el rendimiento.

- **Estado de brotación múltiple:** En esta etapa todas las papas tienen su único brote convirtiéndolo en la etapa idónea para realizar la siembra, con yemas cortas se puede realizar la siembra sin embargo si las condiciones del suelo son desfavorables se recomienda sembrar una semilla bien madura.

- **Senescencia de la semilla:** Se puede observar cuando la semilla es vieja, la cual llega a formar brotes filiformes con ramificaciones, por lo que no se recomienda la siembra debido a que produce plantas débiles por lo que se debe desechar este tipo de semillas para en un futuro evitar pérdidas económicas.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

- Evaluar dos estimulantes para la brotación de tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum*) Variedad Única Pera.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Determinar los días a la brotación del tubérculo papa (*Solanum tuberosum*) Variedad Única Pera con la aplicación de urea y dormex.
- Establecer la eficiencia de los estimulantes en la brotación del tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum*).
- Evaluar la pérdida de peso del tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum*) expuesto a los estimulantes.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 Ubicación del experimento**

La investigación se efectuó en la propiedad del señor Vicente Palacios que se encuentra ubicado en el sector de Santa Marianita del cantón Mocha, provincia de Tungurahua.

#### **2.2 Características del lugar**

El sector Santa Marianita, según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se encuentra a una altitud de 3384 msnm y coordenadas geográficas: 1°23'54" S 78°39'36" W (Mocha, 2014).

##### **2.2.1 Clima**

De acuerdo a datos establecidos obtenido del Diagnostico GAD Mocha el cantón alcanza temperaturas máximas de 18 °C mientras que la temperatura mínima puede llegar a 0 °C, generalmente la temperatura se encuentra dentro del rango de 6 a 10 °C. Una humedad relativa promedio de 80% y la precipitación anual entre los 800 a 1000 mm (Mocha, 2014).

##### **2.2.2 Características del suelo**

De acuerdo a la información obtenida del Diagnostico GAD Mocha sus suelos son húmedos y negros porque en su mayoría son páramos, las mismas que son destinadas para actividades agropecuarias por ejemplo la siembra de cultivos de papa, melloco, ocas, entre otras (Mocha, 2021).

## **2.3 Equipos y materiales**

### **2.3.1 Material experimental**

Se utilizó el tubérculo de papa (*Solanum tuberosum*) Variedad Única Pera producida en la propiedad del Sr. Vicente Palacios, se encuentra ubicada en el sector de Santa Marianita del cantón Mocha de la provincia de Tungurahua.

### **2.3.2 Productos**

- Urea 46%
- Dormex

### **2.3.3 Equipos**

- Balanza digital
- Termómetro
- Pie de rey

### **2.3.4 Materiales de campo**

- Cubierta plástica
- Recipiente de 20 litros
- Costales
- Madera
- Bandejas

## 2.4 Factores de estudio

En la **tabla 2**, se detallan los factores de estudio, donde se aplicó dos productos compensadores de horas frío en 3 dosis cada uno.

**Tabla 2.** Factores de estudio de dos compensadores de horas frío en tubérculo de papa

FACTOR	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Q	Compensadores de horas frío	Q1	Urea
		Q2	Dormex
D1	Dosis Q1	D1	10 (g/L)
		D2	20 (g/L)
		D3	30 (g/L)
D2	Dosis Q2	D1	50 (cc/L)
		D2	30 (cc/L)
		D3	10 (cc/L)

### 2.4.1 Testigo

Se manejó un testigo sin usar ningún producto.

## 2.5 Metodología de la investigación

### 2.5.1 Tratamientos

En la **tabla 3**, se describe las combinaciones resultantes de los factores de estudio.

**Tabla 3.** Tratamientos de compensadores de frío para la brotación de tubérculo de papa

TRATAMIENTO		DESCRIPCIÓN
T1	Q1D1	Urea (10 g/L)
T2	Q1D2	Urea (20 g/L)
T3	Q1D3	Urea (30 g/L)
T4	Q2D1	Dormex (50 cc/L)
T5	Q2D2	Dormex (30 cc/L)
T6	Q2D3	Dormex (10 cc/L)
T7	T	Sin producto

### 2.5.2 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de  $2 \times 3 + 1$  con 3 repeticiones. Se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% para poder realizar la comparación de medias.

#### 2.5.2.1 Características del ensayo

Número de observaciones: 3

Número de tratamientos: 7

Unidades experimentales: 21

Tamaño de la unidad experimental: 10 kg

### 2.5.2.2 Distribución de los tratamientos en estudio

<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>
Q1D1	Q2D1	Q2D2
Q1D2	Q2D2	Q2D3
Q1D3	Q2D3	Q1D3
Q2D1	T	Q2D1
Q2D2	Q1D1	Q1D1
Q2D3	Q1D2	Q1D2
T	Q1D3	T

**Figura 1.** Distribución de los tratamientos

## 2.6 Variable respuesta

Las variables fueron evaluadas desde el momento que se aplicó urea y el Dormex con sus respectivas dosis.

### 2.6.1 Temperatura ambiental de almacenaje

Para medir la temperatura de la cubierta plástica se utilizó un termómetro digital, se midió una vez a la semana durante cuatro semanas hasta la brotación del tubérculo papa en diferentes tiempos: 6:00 am, 12:00 pm, 6:00 pm y 00:00 am, registrando en la libreta de campo.

### 2.6.2 Días de brotación

Se registró el tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo, hasta notar que al menos el 50% de los tubérculos presentaron un brote.

### **2.6.3 Pérdida de peso del tubérculo**

Se utilizó una balanza para poder registrar la pérdida de peso del tubérculo a los 30 días posteriores a la implantación del ensayo pesando los 10 Kg de papa variedad única pera que se colocó al comienzo del experimento.

### **2.6.4 Número de brotes**

Se utilizaron al azar 10 tubérculos, se contó el número de brotes por tratamiento que presento cada tubérculo-semilla de papa.

### **2.6.5 Longitud y diámetro del brote**

Se utilizó un pie de rey para poder medir al azar el largo y diámetro del brote en 10 tubérculos después de los 30 días de aparición del brote y aplicación de los tratamientos.

## **2.7 Manejo del experimento**

El material experimental se adquirió de los predios del Sr. Vicente Palacios, para iniciar con el ensayo se colocaron 10 kg por tratamiento de tubérculo-semilla de papa variedad única pera, para lo cual se utilizó una balanza. Se procedió a sumergir los tubérculos durante 15 min en los baldes donde ya contiene las dosis de Urea 46%: 10 g/L, 20g/L y 30 g/L y también de Dormex: 50 cc/L, 30 cc/L y 10 cc/L. Y finalmente se procedió a dejarlos escurrir (secar) y fueron colocados en los sacos ralos con los tubérculos bajo cubierta plástica para la toma de datos.

Se tomaron los datos de temperatura ambiente con la ayuda de un termómetro una vez a la semana durante cuatro semanas en diferentes tiempos: 6:00 am, 12:00 pm, 6:00

pm y 00:00 am. Utilizando la balanza se anotó la pérdida de peso de los tubérculos a los 30 días una vez instalado el proyecto para observar las diferencias entre los tratamientos.

Se contabilizó el número de yemas que brotaron por lo que se realizó un monitoreo constante para notar la aparición de las primeras yemas de los tubérculos y proceder a tomar con la ayuda del pie de rey el diámetro y longitud de los brotes, utilizando 10 papas al azar a los 30 días.

## **2.8 Procesamiento de la información**

Una vez obtenido los datos se sometieron al análisis de varianza, previa constatación de la normalidad y homogeneidad de los datos y aquellas variables que tuvieron diferencias significativas se compararon mediante la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ), todos los tratamientos se realizaron por triplicado para lo cual se utilizó el programa Infostat.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados se observó efecto del tipo de producto sobre el número, longitud y diámetro de brotes en los tubérculos de papa (*solanum tuberosum*) variedad Única Pera **Tabla 4**

#### 3.1. Número de brotes

Con relación al número de brotes **tabla 4** se pudo observar que el tratamiento (Q2D1) tiene una media de 6,20 brotes por tubérculo lo cual le hace que sea el mejor tratamiento con mayores resultados favorables, mientras tanto los tratamientos (Q1D3), (Q2D2) y (Q2D3) son estadísticamente iguales ya que no hay una diferencia significativa porque tienen de 4 a 5 brotes por tubérculo. El que tiene un menor número de brotes fue el testigo con 3,2 brotes por tubérculo.

Barrera Rojas, C. (2007) evaluó: los factores que influyen el número de brotes el cual determinó que existen una relación directa entre el número de brotes y el peso del tubérculo semilla desde el punto de vista genético de algunas variedades y debido a que poseen poca dormancia apical.

#### 3.2. Longitud de brotes

En el análisis de la longitud de los brotes **tabla 4** se determinó que si hay diferencias significativas ya que el tratamiento (Q2D1) tiene una media de 4,57 mm de largo a diferencia de los demás resultados como es el tratamiento (Q2D2) que tiene 4,28 mm de largo de los brotes y también se observó que el tratamiento con resultados más bajos fue el testigo ya que tiene una media de 0,91 mm de largo del brote.

Taramuel, X. (2017) dice; que es conveniente que el tubérculo semilla aparezca sus yemas eficientemente tanto en longitud y número de brotes ya que en cuanto a la longitud , es ideal que alcancen de 1 a 2 cm de largo por tubérculo semilla de papa.

### 3.3. Diámetro de brotes

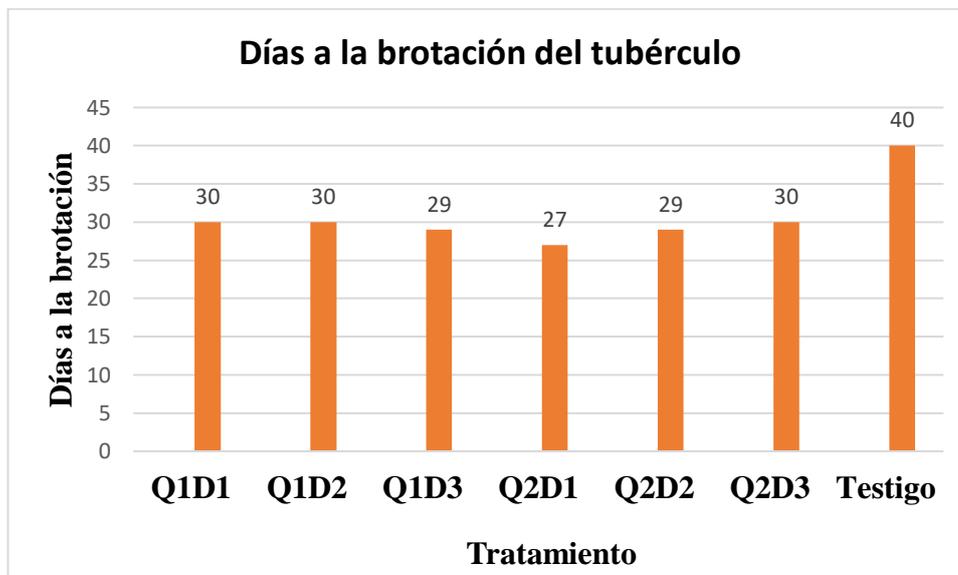
Se realizó el análisis del diámetro de los brotes en estudio **tabla 4** el cual nos dio como resultado que los tratamientos (Q2D1) y (Q2D2) son estadísticamente iguales y a la vez son los que más sobresalen de los demás tratamientos con una media de 6,68 mm de diámetro de los brotes, el tratamiento con menor rendimiento fue el testigo con una media de 0,82 mm de diámetro de los brotes.

Villa y Germán (2016) expresa que; para permitir una brotación múltiple y de gran calibre se debe almacenarla en un silo verdeador y con presencia de luz ya que esto influye directamente con el número de tallos que va a germinar al momento de sembrar, además esto ayuda que salgan tallos vigorosos y sean más resistente a heladas y sequías.

**Tabla 4.** Variación de los parámetros de crecimiento en el tubérculo de papa tratada con dos productos compensadores de horas frío

Tratamientos		Número brotes	Longitud brotes (mm)	Diámetro brotes (mm)
Urea	10	4,00± 0,471 b	3,11± 0,540 bc	4,38± 1,030 b
	20	4,00± 0,816 b	1,86± 0,581 cd	2,72± 0,725 bc
	30	4,80± 0,788 ab	2,71± 0,727 c	3,77± 0,963 b
	50	6,20± 1,316 a	4,57± 1,604 a	6,68± 1,934 a
Dormex	30	4,50±0,971 ab	4,28± 0,791 ab	6,42± 2,148 a
	10	5,00±1,414 ab	2,06± 0,904 cd	3,97± 1,441 b
Testigo	0	3,20± 1,229 b	0,91± 0,328 d	0,82± 0,329 c

### 3.4. Días a la brotación del tubérculo

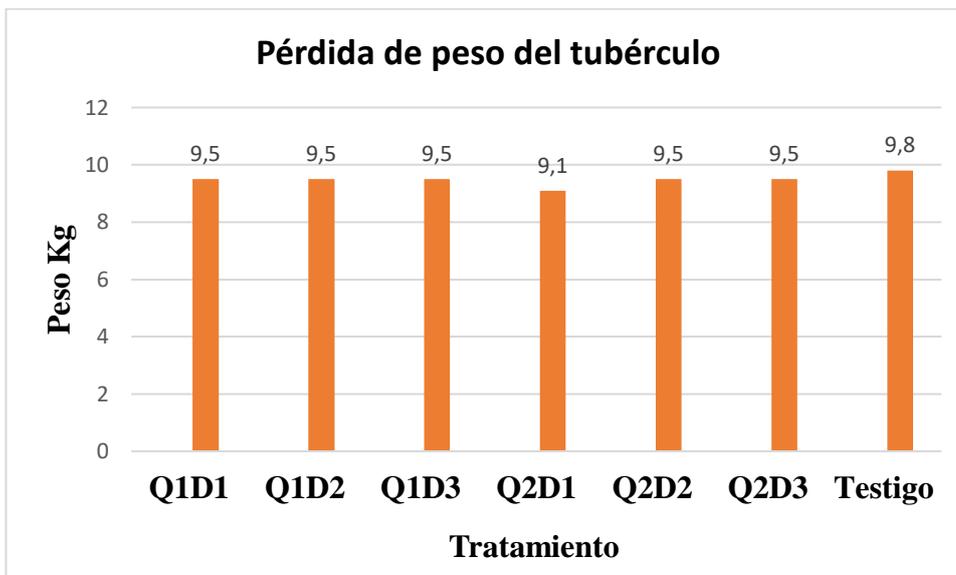


**Figura 2.** Días de brotación del tubérculo papa.

En la **figura 2** se puede observar que a pesar de no tener diferencias estadísticamente concretas si se puede observar que existe diferencias en los días de brotación en la cual el tratamiento (Q2D1) es el que primero brotó a los 27 días por lo cual es el más rápido para hacer brotar un tubérculo de papa a diferencias del testigo que brotó a los 40 días teniendo una diferencia de 13 días.

Montesdeoca, F. (2005) empleando el método de verdeamiento del tubérculo semilla se obtiene una semilla adecuada para la siembra ya que esto mejora la calidad de yemas, pues se originan brotes fuertemente adheridos al tubérculo, y ayuda a la emergencia rápida de la planta de papa (*Solanum tuberosum*) con rendimientos estables en campo, por lo tanto esto acorta el periodo vegetativo.

### 3.5. Pérdida de peso del tubérculo



**Figura 3. Pérdida de peso del tubérculo**

En la **figura 3** se puede observar que el tratamiento Q2D1 es el que más perdió peso hasta el día de la brotación a diferencia de los otros tratamientos ya que en 27 días llegó a perder 0,9 kg de peso de los 10 kg que pusimos al iniciar el proceso de evaluación de los compensadores de horas frío.

Ramírez, y Valle, (2010) exponen que al evaluar el tamaño, peso y número de brotes de diferentes variedades de papas en la serranía andina se reportaron que tubérculos semillas de 32 a 28 mm de longitud y de 32 gr de peso al momento de sembrarlas perdieron peso en un 10% ya que llegaron a pesar 26 gr en 65 días de estar bajo cubierta y en ambiente seco con humedad al 75%.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

Dentro del análisis de los dos compensadores de horas frío para inducir la brotación en tubérculo de papa se determinó que el más eficiente fue el tratamiento (Q2D1) ya que se obtuvo un tubérculo semilla uniforme con brotes y diámetro de calidad en menor tiempo de reposo del tubérculo, lo cual ayuda a tener semilla en un menor tiempo y así poder sembrar más rápido y tener beneficios económicos.

Se determinó que el mejor tratamiento fue el Q2D1 ya que se obtuvo tubérculo semilla en tan solo 27 días desde la aplicación del producto a diferencia del testigo que empezó a salir los primeros brotes a los 45 días iniciados el tratamiento, esto facilita la obtención de semilla en menor tiempo.

En el presente trabajo se determinó que el tratamiento con Q2D1 tuvo mayor eficiencia a comparación de los demás tratamientos ya que tiene un mayor número de brotes a diferencia del testigo.

El tratamiento (Q2D1) es el que tiene los mejores resultados siendo este el que se recomienda a utilizar para la obtención de material de propagación de papa ya que tiene un mayor número de brotes por ende una calidad superior.

## **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda hacer pruebas con Dormex y urea en las dosis aplicadas en un ambiente natural como son las bodegas y silos para observar si existe resultados similares a los reportados.

El tubérculo a utilizar para futuros estudios debe ser cosechado cuando haya alcanzado su madurez fisiológica, y de tamaño uniforme para reducir la variabilidad de los resultados esperados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Argenpapa. 2017. Ecuador: Tungurahua tiene alta producción de papa. s.l., s.e.:1-2.
- BASF. (2018). *Dormex®*, regulador de crecimiento para frutales y vides.  
<https://agriculture.basf.com/cl/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/productos/dormex.html>
- Barrera Rojas, C., Faro Rodriguez, H., Pozo, M., Marca, J. L., Hidalgo, O. A., Torres, H., ... & Burga, J. L. (2007). Producción de Tubérculos-Semillas de Papa Manual de Capacitación.
- Bautista, Z., León, E., & Rojas, O. (2010).  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3877/1/UPS-CT001967.pdf>.  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA.
- Cadena, B. (2010). *VALIDACIÓN DE CINCO SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO CON CUATRO VARIEDADES DE PAPA (Solanum spp) EN DOS LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS.
- Chisaguano, L. (2012). *Evaluación de la aplicación de tres productos inductores de brotación en capulí (Prunus capuli), Comunidad Quilajaló-Salcedo-Cotopaxi* [Universidad Técnica de Cotopaxi].  
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/750/1/T-UTC-0579.pdf>
- Cortez, M., & Hurtado, G. (2022). *Guía técnica: Cultivo de papa*.  
[https://www.academia.edu/33702340/Guia\\_Papa](https://www.academia.edu/33702340/Guia_Papa)
- INEC. (2021). *Boletín Técnico Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2020*. 10–11. [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)
- Intagri S.C. (2017). *Los Compensadores de Horas Frío en Frutales* | Intagri S.C.  
<https://www.intagri.com/articulos/frutales/los-compensadores-de-horas-frio-en-frutales>
- Lagua, L. (2013). *Evaluación de tres tipos de inducción a la madurez en la producción de semilla de papa (Solanum tuberosum L.) var. fripapa en la ESPOCH, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo-CONPAPA* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].  
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2987/1/13T0777%20.pdf>
- Mamani, G. (2006). *Evaluación de cinco métodos para inducir a la brotación en papa de la variedad Waych´a (Solanum tuberosum L. ssp. Andigena) en dos localidades de la provincia de Loayza* [Universidad Mayor de San Andrés].  
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9869/T-1003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Manzo Sánchez, E. A. (2020). *Análisis de la eficiencia agronómica del nitrógeno en los cultivos forrajeros en el Ecuador* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020).
- Montesdeoca, F. (2005). Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. *Quito. PNRT-INIAP-Proyecto Fortipapa*.
- Morales, E., Rubí-Arriaga, López-Sandoval, J., Martínez-Campos, Á., & Morales-Rosales, E. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8), 1879.
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador - Google Libros* (1st ed.). Abya Yala.
- Ramírez, P., & del Valle, Y. (2010). *Evaluación de la pérdida de peso inicio de brotación y características de los brotes en tubérculos de 7 materiales de papa Solanum tuberosum L* (Doctoral dissertation, Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario" Rafael Rangel").
- Rodríguez, L., & Moreno, L. (2010). Factores y mecanismos relacionados con la dormancia en tubérculos de papa. *Agronomía Colombiana*, 28(2), 189–197. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v28n2/v28n2a08.pdf>
- Romero, C. (2019). “*RENDIMIENTO DE SEMILLA PRE BÁSICA DE PAPA (Solanum tuberosum) VARIEDAD CHAUCHA ROJA, PROVENIENTE DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AEROPÓNICO.*” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Sánchez, D., Luna, L., Regino, S., & Cadena, J. (2021). Inducción de la brotación en tubérculos de ñame (*Dioscorea rotundata* Poir) con la aplicación de reguladores de crecimiento. *Terra Latinoamericana*, 39(1), 1–12. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.855>
- Soto, N. (2015). *El Cultivo de la Papa*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
- Taramuel, X. (2017). “*EVALUACIÓN DEL PESO DEL TUBÉRCULO Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA REGISTRADA DE PAPA (Solanum tuberosum L.) VARIEDAD ‘SUPERCHOLA’ EN LA GRANJA YUYUCOCHA, IBARRA.*” UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Torres, L., Montesdeoca, F., & Andrade, J. (2011). *Manejo del tubérculo-semilla – Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador*. <https://cipotato.org/papaenecuador/manejo-del-tuberculo-semilla/#1507937546226-eae0bea6-0780>
- Velástegui, G., Artieda, J., Mera, R., López, C., Pazmiño, N., & Espinoza, J. (2018). Inhibición de la brotación del tubérculo de papa: una revisión de los métodos empleados. *J. Selva Andina Biosph*, 6(2).

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592018000200004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592018000200004&script=sci_arttext)

- Villa, C., & Germán, W. (2016). *Producción de Semilla de papa (Solanum tuberosum.) usando métodos de multiplicación acelerada, en el Centro Experimental San Francisco Cantón Huaca, Provincia Carchi* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI).
- Villanueva, R. (2017). *MANUAL DEL CULTIVO DE PAPA para pequeños productores en la sierra norte del Perú* (1st ed.). GRAFIKOZ Publicidad Eficaz.
- Yupangui, L. (2016). *Validación de los parámetros de control internos de calidad en la producción de tubérculo-semilla, en la variedad Iniap-Libertad*.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8051/1/T-UCE-0004-29.pdf>
- Zarabia, L. (2020a). “*EVALUACIÓN DE INDUCTORES DE BROTAÇÃO EN TIPOS DE ALMACENAJE DE SEMILLA DE PAPA INIAP-SUPREMA.*” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Zarabia, L. (2020b). *Evaluación de inductores de brotación en tipos de almacenajes de semilla de papa Iniap-Suprema* [Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31193/1/Tesis-242%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20647%20Soraya%20Zarabia.pdf>
- Zuñiga, A. (2014). *Aplicación de dosis de biol para la brotación de tubérculos de papa (Solanum tuberosum L.) var. Fripapa* [Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8681/1/Tesis-91%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20309.pdf>

## ANEXOS

**Anexo 1.** Aplicación de los compensadores de horas frio en la variedad de papa Única Pera en 10kg.



**Anexo 2.** Colocación de costales de los tubérculos de papa de 10kg bajo una cubierta de plástico



### Anexo 3. Revisión de la temperatura



### Anexo 4. Verificación brotes, longitud y diámetro de 10 papas al azar

#### Testigo



Q1D1



Q1D2



Q1D3



Q2D1



Q2D2



Q2D3



## Anexo 5. Análisis de resultados en Infostat

### ADEVA

Statistix 10,0

6/7/2022; 9:01:04

#### Factorial AOV Table for Numero

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	62,067	31,0333	26,05	0,0000
Dosis	2	5,267	2,6333	2,21	0,1162
Tratamien*Dosis	4	14,267	3,5667	2,99	0,0234
Error	81	96,500	1,1914		
Total	89	178,100			

Grand Mean 4,2333

CV 25,78

#### Factorial AOV Table for Longitud

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	113,164	56,5821	92,53	0,0000
Dosis	2	14,130	7,0648	11,55	0,0000
Tratamien*Dosis	4	31,729	7,9323	12,97	0,0000
Error	81	49,530	0,6115		
Total	89	208,553			

Grand Mean 2,3689

CV 33,01

#### Factorial AOV Table for Diametro

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	358,467	179,233	121,47	0,0000
Dosis	2	18,521	9,260	6,28	0,0029
Tratamien*Dosis	4	40,294	10,073	6,83	0,0001
Error	81	119,514	1,475		
Total	89	536,796			

Grand Mean 3,3778

CV 35,96

### Prueba de medias

Statistix 10,0

6/7/2022; 9:01:44

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Numero for Tratamien

**Tratamien Mean Homogeneous Groups**

2	5,2333	A
1	4,2667	B
0	3,2000	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,2818

Critical Q Value 4,248 Critical Value for Comparison 0,8466

All 3 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Numero for Dosis****Dosis Mean Homogeneous Groups**

1	4,4667	A
3	4,3333	A
2	3,9000	A

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,2818

Critical Q Value 4,248 Critical Value for Comparison 0,8466

There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Numero for Tratamien\*Dosis****Tratamien Dosis Mean Homogeneous Groups**

2	1	6,2000	A
2	3	5,0000	AB
1	3	4,8000	AB
2	2	4,5000	AB
1	1	4,0000	B
1	2	4,0000	B
0	1	3,2000	B
0	2	3,2000	B
0	3	3,2000	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,4881

Critical Q Value 5,287 Critical Value for Comparison 1,8250

There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Longitud for Tratamien****Tratamien Mean Homogeneous Groups**

2	3,6367	A
1	2,5600	B
0	0,9100	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,2019

Critical Q Value 4,248 Critical Value for Comparison 0,6065

All 3 means are significantly different from one another.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Longitud for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	2,8633	A
2	2,3500	AB
3	1,8933	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,2019  
 Critical Q Value 4,248 Critical Value for Comparison 0,6065  
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Longitud for Tratamien\*Dosis

Tratamien	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	1	4,5700	A
2	2	4,2800	AB
1	1	3,1100	BC
1	3	2,7100	C
2	3	2,0600	CD
1	2	1,8600	CD
0	1	0,9100	D
0	2	0,9100	D
0	3	0,9100	D

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,3497  
 Critical Q Value 5,287 Critical Value for Comparison 1,3074  
 There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diametro for Tratamien

Tratamien	Mean	Homogeneous Groups
2	5,6900	A
1	3,6233	B
0	0,8200	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,3136  
 Critical Q Value 4,248 Critical Value for Comparison 0,9421  
 All 3 means are significantly different from one another.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diametro for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	3,9600	A
2	3,3200	AB
3	2,8533	B

Alpha	0,01	Standard Error for Comparison	0,3136
Critical Q Value	4,248	Critical Value for Comparison	0,9421

There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diametro for Tratamien\*Dosis**

<b>Tratamien Dosis</b>	<b>Mean</b>	<b>Homogeneous Groups</b>
2 1	6,6800	A
2 2	6,4200	A
1 1	4,3800	B
2 3	3,9700	B
1 3	3,7700	B
1 2	2,7200	BC
0 1	0,8200	C
0 2	0,8200	C
0 3	0,8200	C

Alpha	0,01	Standard Error for Comparison	0,5432
Critical Q Value	5,287	Critical Value for Comparison	2,0309

There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Resumen de estadísticos**

Statistix 10,0

6/7/2022; 9:03:13

**Breakdown for Numero**

<b>Variable</b>	<b>Level</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>
Dosis	1	3,2000	1,2293
Dosis	2	3,2000	1,2293
Dosis	3	3,2000	1,2293
Tratamien	0	3,2000	1,1861
Dosis	1	4,0000	0,4714
Dosis	2	4,0000	0,8165
Dosis	3	4,8000	0,7888
Tratamien	1	4,2667	0,7849
Dosis	1	6,2000	1,3166
Dosis	2	4,5000	0,9718
Dosis	3	5,0000	1,4142
Tratamien	2	5,2333	1,4065
Overall		4,2333	1,4146

Cases Included 90 Missing Cases 0

**Breakdown for Longitud**

<b>Variable</b>	<b>Level</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>
-----------------	--------------	-------------	-----------

Dosis	1	0,9100	0,3281
Dosis	2	0,9100	0,3281
Dosis	3	0,9100	0,3281
Tratamien	0	0,9100	0,3166
Dosis	1	3,1100	0,5405
Dosis	2	1,8600	0,5816
Dosis	3	2,7100	0,7279
Tratamien	1	2,5600	0,8007
Dosis	1	4,5700	1,6049
Dosis	2	4,2800	0,7913
Dosis	3	2,0600	0,9046
Tratamien	2	3,6367	1,5962
Overall		2,3689	1,5308

Cases Included 90 Missing Cases 0

### Breakdown for Diametro

Variable	Level	Mean	SD
Dosis	1	0,8200	0,3293
Dosis	2	0,8200	0,3293
Dosis	3	0,8200	0,3293
Tratamien	0	0,8200	0,3178
Dosis	1	4,3800	1,0304
Dosis	2	2,7200	0,7254
Dosis	3	3,7700	0,9638
Tratamien	1	3,6233	1,1258
Dosis	1	6,6800	1,9344
Dosis	2	6,4200	2,1488
Dosis	3	3,9700	1,4415
Tratamien	2	5,6900	2,1865
Overall		3,3778	2,4559

Cases Included 90 Missing Cases 0