



**CRIA**

Programa Consorcios

Regionales de Investigación  
Agropecuaria



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala



**CRIA Occidente**

**Agrocadena de la papa**

“Efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L)”



**Nehemías Juan Rivera Méndez**

**Osman Estuardo Cifuentes**

**Narcy Denisse Pérez Velásquez**

**San Marcos, noviembre de 2018**



**CRIA**

*Programa Consorcios*

*Regionales de Investigación*

*Agropecuaria*



**CRIA Occidente**

**Agrocadena de la papa**

“Efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L)”

**Nehemías Juan Rivera Méndez**

**Osman Estuardo Cifuentes**

**Narcy Denisse Pérez Velásquez**

**San Marcos, noviembre de 2018**



Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de ésta publicación es responsabilidad de sus autores y de la institución a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

# ÍNDICE

TITULO .....	1
I. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.3 HIPÓTESIS .....	5
1.4 OBJETIVOS.....	5
II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	6
2.1.1 Rylski, I. Rappaport, W. Y Pratt Hk (1973).....	6
2.1.2 Dezzgo, D. (1990).....	8
2.1.3 Zúñiga Moreno (2014) .....	9
2.1.4 Rol del Etileno en la maduración de los frutos (2014) .....	9
2.1.5 López, 2014 .....	11
2.2 CATEGORIAS FUNDAMENTALES .....	11
2.2.1 Fitohormonas.....	11
2.2.3 Clasificación taxonómica de la papa.....	16
2.2.4 Situación actual del cultivo de papa en Guatemala.....	16
2.2.5 Características de la variedad Loman.....	16
2.2.6 Fisiología del Tubérculo-Semilla de Papa.....	17
2.2.7 Frutos climatéricos.....	20
2.2.8 Ethrel:.....	21
2.2.9 Sistemas de Almacenamiento de Papa.....	21
III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
3.1.1 Enfoque .....	22
3.1.2 Modalidad .....	22
3.1.3 Tipo de investigación.....	22
3.2 UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	22
3.2.1 Labor Ovalle Quetzaltenango. ....	22
3.2.2 Aldea Santa Lucia Ixcamal, San Marcos, San Marcos. ....	23
3.3 FACTOR EN ESTUDIO .....	24

3.3.1	Dosis de productos generadores de etileno.....	24
3.3.2	Tiempo de inmersión.....	24
3.3.3	Testigo .....	24
3.4	<b>DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	24
3.4.1	Modelo Matemático del diseño experimental .....	24
3.5	<b>TRATAMIENTOS</b> .....	25
3.6	<b>CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO</b> .....	25
3.6.1	Esquema de la disposición del ensayo .....	26
3.7	<b>VARIABLES DE LA INVESTIGACION</b> .....	26
3.7.1	Independientes.....	26
3.7.2	Dependientes.....	26
3.8	<b>VARIABLES DE RESPUESTA</b> .....	26
3.8.1	Días al inicio de la brotación .....	26
3.8.2	Porcentaje de la brotación.....	26
3.8.3	Número de brotes por tubérculo.....	26
3.8.4	Longitud del brote.....	27
3.9	<b>ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b> .....	27
3.9.2	Infostat:.....	27
3.10	<b>MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	27
3.10.1	Adquisición de tubérculos: .....	27
3.10.2	Manejo Agronómico Del Cultivo De Papa.....	28
3.10.3	Implementación de la Investigación .....	28
3.10.4	Tamaño de la unidad Experimental .....	28
3.10.5	Selección de material vegetal para unidad experimental .....	29
3.10.6	Aplicación de los productos generadores de etileno.....	29
3.10.7	Establecimiento de los tratamientos y repeticiones.....	29
IV.	<b>RESULTADOS</b> .....	30
4.1	<b>COSTO DE PRODUCCIÓN EN EL “EFECTO DEL ETILENO GENERADO POR FRUTOS CLIMATERICOS EN LA ESTIMULACION DE LA BROTAACION DEL TUBERCULO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum L.</i>)”</b> .....	68
4.2	<b>SÍNTESIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN “EFECTO DEL ETILENO GENERADO POR FRUTOS CLIMATÉRICOS EN LA ESTIMULACIÓN DE LA BROTAACIÓN DEL TUBÉRCULO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum L.</i>), DE LA VARIEDAD LOMAN GRANDE EN LA LOCALIDAD DE ICTA QUETZALTENANGO”</b> . .....	72

**4.3 SÍNTESIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN “EFECTO DEL ETILENO GENERADO POR FRUTOS CLIMATÉRICOS EN LA ESTIMULACIÓN DE LA BROTACIÓN DEL TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*), DE LA VARIEDAD LOMAN, EN LA LOCALIDAD DE IXCAMAL SAN MARCOS”.** .....74

**V. CONCLUSIONES** .....76

**VI. RECOMENDACIONES**.....77

**VII. BIBLIOGRAFÍA** .....78

**ANEXOS** .....80

**INDICE DE TABLAS**

TABLA 1. Tratamientos ..... 25

## Lista de siglas y acrónimos

<b>ANDEVA</b>	Análisis de Varianza
<b>CRIA</b>	Consortio Regional de Investigación Agropecuaria
<b>CUSAM</b>	Centro Universitario de San Marcos
<b>DBA</b>	Diseño de Bloques al Azar
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>IAOAS</b>	Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible
<b>IICA</b>	Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura
<b>INCAP</b>	Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
<b>MAGA</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
<b>MIP</b>	Manejo Integrado de Plagas
<b>PPM</b>	Partes por millón
<b>USAC</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala
<b>USDA</b>	United States Department of Agriculture / Departamento de Agricultura de los Estados Unidos



## TITULO

### ***EFFECTO DEL ETILENO GENERADO POR FRUTOS CLIMATERICOS EN LA ESTIMULACION DE LA BROTAION DEL TUBERCULO DE PAPA (Solanum tuberosum L.)***

Ing. Nehemías Juan Rivera  
Ing. Osman Estuardo Cifuentes  
Narcy Denisse Pérez Velásquez

## RESUMEN EJECUTIVO

La oferta de semilla de papa por parte de las organizaciones productoras de semilla es estacional, no es constante ni permanente a lo largo del año, ya que no se cuenta con tecnología apropiada para ofertar semilla de buena calidad para los distintos ciclos de producción de la papa en Guatemala. Por lo que se realizará el presente estudio en donde se efectuará la aplicación de los productos generadores de etileno en la fase de almacenamiento a las muestras seleccionadas de papa.

Los frutos climatéricos generadores de etileno evaluados fueron siete: Manzana (*Malus communis*), Banano (*Musa paradisiaca*), Aguacate (*Persea americana*), Melocotón (*Prunus pérsica*), Pera (*Pyrus communis*), Tomate (*Solanum lycopersicum*), Kiwi (*Actinidia deliciosa*), un testigo relativo (producto químico Sales Ethrel), y un testigo absoluto. En una bolsa con sonda se colocaron cada muestra, conteniendo 20 tubérculos (4 lbs) y 4 unidades del tratamiento de los frutos climatéricos (1lb), en el caso del producto químico los tubérculos fueron sumergidos en una solución ethrel realizando el cálculo correspondiente, colocando las bolsas herméticas en bodega de almacenamiento con luz difusa y dejándolas por 15 días con el objeto que dichos productos generaran su propio gas etileno.

Posteriormente se colocaron los tratamientos en cajas germinadoras de semilla, iniciando la toma de datos al momento del comienzo de la emergencia de brotes. El objetivo general de la investigación fue: Acelerar el periodo de brotación del tubérculo-semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), variedad loman utilizando productos generadores de etileno, identificando cuál de los productos generadores de etileno aceleró la brotación del tubérculo-semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), determinando que producto generador de etileno proporcione mayor cantidad de brotes en el tubérculo-semilla, estableciendo el producto que presento el mayor beneficio económico.

## I. INTRODUCCIÓN

La papa, (*Solanum tuberosum L.*), es un cultivo de importancia en la alimentación humana; ocupa el cuarto lugar entre los principales cultivos alimenticios en el mundo.<sup>(6)</sup> Estudios realizados por Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP-, indican que el 77.9% de la población guatemalteca consume regularmente este vegetal, siendo en la región del altiplano occidental donde el consumo es mayor, con un valor aproximado promedio de 29 gr/día.

En el altiplano occidental de Guatemala cada vez es mayor el número de agricultores dedicados a la producción de papa que se integra al mercado de productos agrícolas, se estima que son 55,000 entre medianos y pequeños productores. La creciente participación se debe a las oportunidades que este cultivo ofrece, cuyos beneficios económicos se traducen para los agricultores en ingresos, empleo y opciones de inversión.<sup>(7)</sup>

Los tubérculos-semilla de papa presentan cambios fisiológicos entre el inicio de almacenaje y preparación para la plantación, en el caso de la semilla, pueden incidir en sus características de calidad. La edad fisiológica, por otro lado, se refiere principalmente al proceso de desarrollo de los brotes.<sup>(10)</sup> La madurez desde el punto de vista del desarrollo vegetal, comprende procesos hormonales, enzimáticos, anatómicos y biofísicos, que en conjunto, van a determinar la calidad del producto utilizado, la brotación de las yemas y las características de la nueva generación de plantas, cuando se requiere dejar el tubérculo como semilla.<sup>(8)</sup>

En el ICTA se han evaluado varios sistemas para la producción y mejora de semilla, sin embargo los costos de producción para la utilización de estas técnicas se han incrementado.<sup>(5)</sup>

El reto actual de los propagadores de plantas está en la disminución de los costos, obtención en diferente época del año abasteciendo a los agricultores. Para lo cual es necesario hacer uso de métodos que puedan contribuir en la mejora y aceleración de brote múltiple del tubérculo-semilla de papa, siendo este el estado ideal para sembrar el tubérculo-Semilla.<sup>(14)</sup>

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar el efecto del etileno proveniente de fuentes alternativas (frutos climatéricos) sobre la brotación múltiple de tubérculo semilla, considerando lo descrito por R. Gane y colaboradores en 1934 respecto a esta hormona vegetal identificando químicamente al etileno como un producto natural del metabolismo vegetal, y debido a su dramático efecto en las plantas fue clasificado como una hormona. En 1935, Crocker propuso que el etileno era la hormona vegetal responsable de la maduración de los frutos, quiebre de la dormancia en semillas y yemas.<sup>(1)</sup> Basado en este método se evaluaron varios frutos climatéricos generadores de etileno, para la aceleración de brotes en el tubérculo-semilla. A los datos obtenidos se le aplicó el análisis estadístico (ANDEVA), prueba de medias a través de análisis de DGC, determinando los mejores tratamientos de acuerdo a los objetivos establecidos para el estudio, así como la realización del presupuesto económico parcial en el que se determinara el costo de producción para dicha investigación.

La investigación se llevó a cabo en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-Labor Ovalle, del municipio de Olinstepeque del departamento de Quetzaltenango, y en cantón los Pérez aldea Santa Lucía Ixcamal del municipio de San Marcos departamento de San Marcos. Finalizando la investigación con el informe final dando a conocer los resultados, conclusiones y recomendaciones de la misma las cuales fueron válidas únicamente para el área de estudio.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La papa es uno de los rubros importantes de los sistemas de producción del país, así como constituye una fuente importante de alimentación e ingresos para la familia campesina.

En Guatemala se cultiva en un total de ocho de los veintidós departamentos. En promedio la superficie cosechada fluctúa alrededor de 21,070 ha la que origina una producción total promedio de 11, 576,900 quintales anual.<sup>(16)</sup>

El Altiplano Occidental de Guatemala, es una región que ofrece ventajas comparativas para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*). El insumo más importante en este cultivo es la semilla, la cual debe tener una condición básica para obtener niveles de productividad elevados.<sup>(14)</sup>

A nivel nacional la producción de semilla certificada es producida por grupos semilleristas, actores que proporcionan la semilla-tubérculo debidamente certificada, un insumo estratégico para garantizar la sanidad, pureza y calidad en las plantaciones comerciales.

En Guatemala existen diversos microclimas y unidades de riego que permiten la producción de papa en diversas épocas del año,<sup>(12)</sup> Debido a esto uno de los principales problemas que afronta el eslabón semilleristas es que se demanda poca semilla certificada. A veces la oferta de semilla certificada, no coincide con la del inicio de producción, esto debido a la falta de técnicas para acelerar o retardar el brote de la semilla certificada, pues normalmente si no se vende se pierde, lo cual incrementa el precio de venta.<sup>(16)</sup>

Por lo que existen métodos para acelerar la brotación, siendo estos el uso de químicos, los cuales han mostrado alguna potencialidad. Los más eficientes y exitosos son Rindite, 2 cloroetanol, clorhidrin etileno, disulfito de carbón, ácido giberélico, Tiourea, benziladenina y otras citokininas. Las variedades de papa reaccionan en forma diferente a la aplicación de los tratamientos químicos, cuyos efectos dependen de su duración, variedad, estado de latencia, temperatura y concentración del producto aplicado. De acuerdo con resultados de investigación, el uso del ácido giberélico en dosis de 5 ppm, el uso de concentraciones más elevadas aumenta la rapidez y la uniformidad de la brotación, sin embargo produce brotes ramificados y etiolados. Otro producto es el 2-cloroetanol al 1%, por la rapidez en inducir brotación y la producción de brotes vigorosos y sanos; sin embargo su manejo es complicado. La alternativa de someter a los tubérculos a diferentes regímenes de temperatura cada 12 horas también puede inducir la brotación, pero es posible que se generen problemas de pudrición.<sup>(10)</sup>

Por ello surgió el siguiente cuestionamiento **¿Cómo establecer procesos para acelerar la brotación del tubérculo - semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), de la variedad loman?** Esta investigación nace como respuesta a la urgencia de establecer procesos que ayuden a acelerar el estado de brotación, momento en el cual todos los ojos tienen su respectivo brote siendo el estado ideal para sembrar el tubérculo.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Para cualquier proceso de producción la semilla es el insumo más importante. La condición básica para obtener niveles de productividad elevados es lograr que el tubérculo- semilla alcance su estado de brotación más adecuado al momento de la siembra. <sup>(14)</sup>

Los tubérculos-semilla de papa presentan naturalmente el fenómeno de latencia o dormancia, el cual consiste en el letargo del tubérculo después de cosechado, dependiendo de las variedades usadas y las condiciones climáticas a que se exponga, hay casos en que la brotación o la emergencia de brotes dura de 1 a 6 meses después de cosechado el tubérculo.<sup>(8)</sup> Sin embargo, en programas de producción de semilla y cuando se trata con exigencias de surtir de papa al mercado y las siembras son calendarizadas, es necesario, romper el periodo de reposo y lograr que los tubérculos-semillas emitan con prontitud los brotes. <sup>(10)</sup>

En vista de lo antes expuesto, cualquier investigación que se haga con el objeto de acelerar la brotación de los tubérculos, representa un avance tecnológico hacia el eslabón semillerista.

El etileno, es llamado la hormona del crecimiento y desarrollo, que es responsable en buena parte de la maduración. Crocker propuso que el etileno era la hormona vegetal responsable de la maduración de los frutos, quiebre de la dormancia en semillas y yemas. <sup>(1)</sup>

En esta investigación se consideró evaluar frutos climaterios generadores de etileno, los que desempeñaron sus funciones en la aceleración de brotación del tubérculo- semilla de papa. <sup>(3)</sup>

Dentro de la búsqueda para la evaluación se consideraron algunos vegetales superiores o productos climatéricos (aguacate, banano, melocotón, pera, tomate, manzana y kiwi) ya que muestran una máxima producción de etileno entre 1.0- 100.00 microlitro de etileno / Kilogramo / hora, en el que el etileno es producido en forma natural y se encuentra en estado gaseoso proponiendo con esto producir alimentos que establezcan un equilibrio ecológico (9) siendo estos frutos materiales disponibles en el país, y Ethrel (Testigo relativo): producto químico regulador de crecimiento, que libera etileno dentro de los tejidos vegetales poco después de la aplicación, es adquirido en casas comerciales que distribuyen este producto. <sup>(19)</sup>

Al no hacer dicha investigación podría permanecer inalterables los procesos deficientes relativos al manejo del tubérculo semilla, especialmente en lo relacionado a la brotación con sus implicaciones sobre la oferta de semilla.

La investigación se realizó en dos localidades del Occidente de Guatemala con el objeto de presentar la cantidad aproximada de variación que existen entre ambas localidades ya que el margen de error mostro con precisión los resultados de la evaluación, resultados que fueron medidos a través del diseño de investigación el cual fue analizado de forma estadística y económica.

Los resultados positivos de la investigación ofrecen al agricultor alternativas económicas, efectivas y accesibles para para mejorar la calidad de la semilla utilizada.

### 1.3 HIPÓTESIS

#### **General:**

Los frutos climatéricos generadores de etileno utilizados como fuentes podrán estimular el periodo de brotación múltiple del tubérculo-semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), de la variedad loman.

#### **Específicas:**

**Ha.1:** Al menos uno de los frutos climatéricos generadores de etileno acelerara la brotación múltiple en el tubérculo- semilla de papa.

**Ha.2:** Al menos uno de los frutos climatéricos generadores de etileno proporcionara una mayor cantidad y calidad de brotes en el tubérculo- semilla de papa.

**Ha.3:** La implementación de frutos climatéricos generadores de etileno en la aceleración de la brotación múltiple será económicamente favorable.

### 1.4 OBJETIVOS

#### **General:**

Estimular el periodo de brotación múltiple del tubérculo-semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), variedad loman utilizando como fuentes frutos climatéricos generadores de etileno.

#### **Específicos:**

1. Identificar cuál de los frutos generadores de etileno acelera la brotación múltiple del tubérculo- semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*),
2. Determinar que fruto climatérico generador de etileno proporciona mayor cantidad y calidad de brotes en el tubérculo- semilla de papa.
3. Establecer el fruto climatérico generador de etileno que presente el mayor beneficio económico.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

#### 2.1.1 Rylski, I. Rappaport, W. Y Pratt Hk (1973)

Efectos duales del etileno sobre la latencia de la papa y el crecimiento del brote: Los tubérculos de papa dormidos (*Solanum tuberosum L.*) de dos cultivares se trataron con diversas concentraciones de gas etileno para varios períodos de exposición. Como ha sido demostrado por otros, el etileno causó un aumento rápido pero transitorio en la respiración que parecía ser independiente de cualquier efecto sobre inactividad. Todas las concentraciones ensayadas causaron un brote acelerado, 2 micro litros por litro son los más efectivos.

El etileno ejerce un doble efecto sobre los tubérculos de la papa: acorta Duración del reposo, pero inhibe el alargamiento de los brotes con tratamiento prolongado. Al comparar estos resultados con los trabajos sobre semillas, bulbos y cormos sugiere que el etileno debe y tiene un papel significativo pero todavía inexplicable en el descanso e inactividad. Sin embargo, dado que el tratamiento de etileno más eficaz no fue igual a la respuesta provocada por el tratamiento con etileno Clorhidrina, otros factores también deben contribuir a la terminación de descanso.

Los trabajos más antiguos sobre la papa presentan conflictos, y ha habido poca aclaración en trabajo reciente. La terminación de la latencia en las patatas recién cosechadas es un importante problema práctico, al que mucha atención ha sido dada, y muchos tratamientos químicos han sido probados.

**Rosa** fue la primera en probar etileno; Concentraciones de 10, 200 y 1000 ppm, se aplicaron durante 28 días dando sustancial aumentos en el puesto obtenido 1 mes después de la siembra.

**Vacha y Harvey** los tratamientos de etileno con 1000,  $\mu\text{l/l}$  a 20 °C durante 6 días dieron brotación temprana y crecimiento más rápido con algunos cultivares de papa.

**Rosa** informó de nuevas pruebas con etileno, utilizando tratamientos de 455 y 2500,  $\mu\text{l} / \text{l}$  durante 2, 3 ó 4 semanas a 22 °C. Los tratamientos de 2 y 3 semanas inhibieron el brote, mientras que un tratamiento de 4 semanas (Sin diferencias entre las concentraciones fue observado).

**Denny** informó que ciertos derivados químicos de Etileno (incluyendo etilenclorhidrina, dicloruro de etileno, y tricloroetileno) fueron particularmente eficaces en la estimulación de brotación de tubérculos recién cosechados, estos productos químicos no deben confundirse con etileno en la evaluación de sus funciones fisiológicas.

Otras obras describen el etileno como un inhibidor de la papa. Durante los estudios sobre el efecto del etileno sobre el metabolismo de la papa, **Huelin** había notado efectos sobre los brotes, y cuando **Elmer** informó que las emanaciones de las manzanas maduras y las peras causaron la inhibición del brote y brotes anormales, **Huelin** se dio cuenta de que los frutos maduros debían producir etileno Gas, la explicación de las observaciones de **Elmer**.

**Barker** introdujo Etileno en pilas de almacenamiento de campo a escala comercial; etileno reducido inicialmente, pero el efecto parecía disminuir ya que el almacenamiento se prolongó. Por otro lado, cuando **Furlong** tomaron patatas viejas de una pila de campo y las almacenaron a 7 °C en una atmósfera de aproximadamente 100, d / l de etileno durante varios meses adicionales, el rebrote fue retardado.

## **Materiales y Métodos:**

En un experimento, los tubérculos de patata (*Solanum tuberosum* L. cv. Russet Burbank) se cosecharon en Tulelake, California, 110 Días después de la siembra y se limpio con un cepillo suave. Triplicando muestras, con un promedio de 2,8 kg de peso y consistiendo de 19 seleccionados se colocaron en cámaras de metal de 25 litros, que se ventilaron continuamente con aproximadamente 10 litros de aire / hora.

Todas las operaciones se realizaron en habitaciones controladas a 20 °C. La humedad relativa en las cámaras era de 68 a 72 %. Después de 3 días de almacenamiento (durante el cual la tasa de respiración se estabilizó),

Los tubérculos se trataron durante 72 h con etileno o etileno Clorhidrina. El etileno, en concentraciones de 0, 0.02, 0.2, 2.0 y 20,  $\mu\text{L} / \text{l}$ , se suministró continuamente en una corriente de gas de un cilindro de presión a través de una válvula reductora y Caudalímetros capilares. Las concentraciones finales del gas se verificaron con cromatografía de gases de ionización de llama.

La respiración se determinó midiendo la concentración de dióxido de carbono en el efluente de la muestra usando el colorimétrico Método de Claypool y Keefer (7). Para los tratamientos de clorhidrina de etileno, el flujo de aire a través de los contenedores de muestra fue interrumpido. El producto químico (0,6 ml / l) se colocó pequeño plato en cada recipiente, y los recipientes fueron sellados durante 72 h. El flujo de aire regular se restableció después de que el etileno Clorhidrina.

En otro experimento, los tubérculos de papa "White RoEe" misma región. Después de la cosecha los tubérculos fueron lavados y se secó al aire. Los procedimientos de manipulación posteriores fueron similares a los del primer experimento; 10 tubérculos de aproximadamente 2,3 Kg por muestra.

Se ensayó, así como una concentración de 2  $\mu\text{L} / \text{l}$  de etileno 0, 8, 24 y 72 h. Además, el efecto de una se determinó el tratamiento con etileno durante 40 días.

El crecimiento de los brotes se determinó con "Russet Burbank" los tubérculos de papa que se habían almacenado durante 5 meses a 4 se transfirieron a 20°C para promover el brote.

Tubérculos, con brotes de 20 a 25 mm de longitud, se trataron en frascos herméticos con 2 y 20  $\mu\text{L} / \text{l}$  de etileno durante 3 y 14 días.

Elongación del brote se midió en un promedio de 15 a 20 tubérculos (1 brote Medido por tubérculo) en cuatro repeticiones por tratamiento. La longitud del brote y el peso fresco se midieron después de 14 días de tratamiento cuando se terminó el experimento.

## **Discusión**

El tratamiento con etileno dio lugar a un rápido aumento de la actividad con picos que esencialmente coincidieron en todas concentraciones e independientemente de la duración de la exposición.

El tiempo de aparición de los brotes estuvo relacionado con la concentración del gas; todas las concentraciones de etileno probadas, el brote acelerado, y 2,  $\mu\text{L} / \text{l}$  fue más eficaz. La tasa de respiración de las patatas durante el tratamiento con clorhidrina de etileno no se determinó, pero tras la transferencia al aire la respiración fue mayor en comparación con los tubérculos tratados con etileno, reflejando la lesión inducida por este producto químico. El máximo efectos del etileno sobre la actividad respiratoria y sobre la exposición al gas.

La exposición al gas etileno durante 40 días estimuló la respiración, pero inhibió el brote, la respiración y la tasa de control de los tubérculos se mantuvieron bajas en todos estos

experimentos, por lo que parece que los efectos del etileno sobre el brote y la respiración son independientes.

Es de interés, en este sentido, que Burton informó que la tasa de respiración de los tubérculos cae durante el período de almacenamiento y aumenta sólo después de que el brote comienza. Por lo tanto, a pesar de la respuesta respiratoria, es poco probable que la interrupción del período de descanso esté en la respiración.

De los resultados experimentales, está claro que el brote es promovido por exposiciones cortas (hasta 72 horas) al etileno sobre el tubérculo.

Por otro lado, la exposición al gas inhibe la elongación del brote cuando los brotes ya alargados se tratan durante tan poco como 72 horas con concentraciones tan bajas como 2, ul / l. Por lo tanto, es posible que los tratamientos a corto plazo del etileno terminan el resto, pero que las exposiciones a largo plazo al etileno inhiben el alargamiento de la yema, aunque el resto está roto. Esta especulación es apoyada por la observación de que los tubérculos brotaron rápidamente cuando se transfirieron desde tratamientos continuos de etileno hasta aire. Se puede concluir, por lo tanto, que el etileno ejerce un doble efecto sobre los tubérculos; Acorta considerablemente la duración del descanso, mientras que inhibe el alargamiento de los brotes.

La importancia de estos resultados para la comprensión de la regulación del período de descanso no está clara. Burton informó la aparición de volátiles que reprimieron el brote de papas en almacén. En vista de la naturaleza de los efectos del etileno aquí, y de las muy bajas concentraciones de etileno detectado (menos de 0,1, ul / l) en los tubérculos de patata hasta el momento, el etileno no puede considerarse un inhibidor endógeno de la brotación.

Por otra parte, si el etileno es un factor responsable del acortamiento de la latencia, una mayor producción de etileno que al inicio de la brotación podría esperarse. Este aumento aún no se ha detectado en las patatas. Es evidente, sin embargo, que si los cultivares que probamos produjeran incluso 2 ul / l de etileno, esto por sí solo no podría explicar el potencial máximo de brotación obtenido por etilen-clorhidrina. Considerando que se obtiene el efecto del etileno sobre la latencia de las patatas por concentraciones relativamente bajas del gas (tan bajo como 0,0241/l) y exposiciones cortas (8 h), no detectar un cambio en la producción de etileno no excluye la posibilidad de que el etileno juega un papel importante en la regulación de la latencia.<sup>(18)</sup>

### **2.1.2 Dezzgo, D. (1990).**

Efecto del ácido giberélico sobre la brotación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosam. L.*) para "semilla". Estudio el efecto del activol (ácido giberélico) sobre la brotación de tres variedades de papa para "semilla" (Atzimba, Granola y Andínita) en dos condiciones climáticas (Tabay y Santo Domingo). Se evaluaron tres concentraciones del producto ( 2 gr, 5 gr y 8 gr) en dos tiempos de inmersión (5 min y 10 min). A nivel de campo solo se evaluó la variedad Granola tratada en las dos condiciones climáticas y sembrando solo Tabay. Los resultados obtenidos muestran que con el uso del activol (ácido giberélico) a cualquiera de las concentraciones (2 gr, 5 gr y 8 gr) la brotación fue a los cinco días, en las variedades tratadas en las dos condiciones climáticas donde se efectuaron los ensayos. Por otra parte con el equivalente de 2 gr de activol (ácido giberélico) las variedades tratadas presentan un buen número de brotes por tubérculo y buena longitud del



brote al momento de ser llevados al campo. Esto se traduce en una ganancia de tiempo de hasta dos meses, lo que posibilita la realización de hasta tres ciclos del cultivo al año. A nivel de campo se constató que los componentes del rendimiento no fueron afectados por el tratamiento del Activol (ácido giberélico) en la variedad Granola. Yauli, G.E. (1994) Incidencia de dosis de la fitohormona Cerone para la brotación y producción de tubérculos de papa en el Cantón Cevallos. Tesis Ing Agr. Tungurahua, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 93p. Menciona que para incrementar la producción de brotes vigorosos en la brotación de tubérculo de papa, usar cerone en dosis de 0.5 cc/l, 1.0 cc/l, por cuanto fueron los mejores resultados.<sup>(20)</sup>

### **2.1.3 Zúñiga Moreno (2014)**

Aplicación de dosis de Biol para la brotación de tubérculos de papa (*Solanum Tuberosum* L.) Var. Friepapa. Evaluó la influencia de tres dosis de Biol (1 l/10 l D1, 2 l/10 l D2 y 3 l/10 l D3) y tres tiempos de inmersión (1 hora T1, 2 horas T2 y 3 horas T3), en la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Friepapa; además de, efectuar el análisis de costos de cada uno de los tratamientos.

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial de 3 x 3 + 1, con tres repeticiones. El total de tratamientos fueron 10 (nueve que recibieron aplicación de biol y un testigo que no recibió aplicación). Se efectuó el análisis de variancia, de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factores en estudio e interacción. Polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para los factores dosis de biol y tiempo de inmersión. El análisis económico de los tratamientos, se efectuó mediante el análisis de costos de producción de cada tratamiento.

Con la aplicación de biol en la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), se alcanzaron los mejores resultados, consiguiéndose acortar los días al inicio de la brotación (18,11 días), los más altos porcentajes de tubérculos brotados (90,00%); mayor número de brotes por tubérculo a los 48 días (4,73 brotes) y a los 64 días (5,19 brotes), con mayor longitud del brote a los 48 días (9,02 cm) y a los 64 días (9,99 cm) y mejor diámetro del brote a los 64 días (0,45 cm). El sumergir los tubérculos de papa semilla por el lapso de tiempo de tres horas (T3), fue el tratamiento que mejores resultados reportó, lográndose acortar los días al inicio de la brotación (20,00 días), se obtuvo mayor porcentaje de tubérculos brotados (82,22%), con mejor número de brotes por tubérculo a los 64 días (5,06 brotes) y mejor diámetro del brote a los 64 días (0,40 cm).

Del análisis de costos se concluye que, el mayor costo de producción correspondió al tratamiento D3T3 (3 l/10 l de agua, 3 horas), con \$ 7,19; causado básicamente por la mayor cantidad de biol utilizado y por el mayor tiempo de inmersión; mientras que el menor costo fue del tratamiento testigo con \$ 5,58, cuyo menor precio se debe a la ausencia de aplicación de biol.<sup>(21)</sup>

### **2.1.4 Rol del Etileno en la maduración de los frutos (2014)**

Evaluación de etileno con plátano: Esta investigación considera la posibilidad de explorar el rol que tiene el gas etileno en la maduración de la fruta. El etileno es la hormona vegetal responsable de la maduración en muchas frutas, como manzanas, peras y tomates. El etileno es conocido también como la "hormona de la muerte" por su capacidad para crear

una amplia gama de daños a los cultivos de invernadero, así como por la descomposición de los productos en el almacén.

El etileno ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ), ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ), es un compuesto químico que produce la fruta antes de madurar siendo fundamental para que la esta pueda ser consumida. Su presencia determina el momento de la maduración, por lo que el control de su producción será clave para su conservación.

Actualmente se sabe que el etileno se produce en todos los tejidos vegetales como una respuesta al "stress". En consecuencia, el daño físico de las frutas también acelerará el proceso de maduración, y en algunas frutas esto puedes ser un iniciador de este proceso. De este modo la ventilación es también de gran importancia para prevenir la fermentación y no estropear la fruta.

La evaluación trata, sobre cómo el gas etileno madura la fruta dentro de la bolsa plástica, para eso se usa fruta madura en uno de los tratamientos y gas etileno comercial en otro.

El objetivo de la evaluación es conocer la función del etileno en el proceso fisiológico, maduración y comparar los resultados con el uso de envoltorio plástico usando etileno comercial y fruta madura.

Para esta evaluación se responden las preguntas: ¿en cuál de los tratamientos pruebas, la fruta madurará más rápido? O ¿en cuál de los tratamientos observaremos una mejor maduración? Tomando en cuenta el hecho de que la maduración de la fruta produce gas etileno, que queda atrapado en el envoltorio de la misma. Aunque este gas ayuda a que la fruta madure de forma natural, una acumulación del mismo puede hacer que la fruta madure demasiado y se descomponga.

#### Materiales e insumos

- Ocho (8) plátanos verdes de un mismo racimo (mano), adquiridos en el mercado de Puente Piedra, Lima, escogiéndose de los camiones que recién llegaban de provincias norteñas.
- 3 bolsas plásticas transparentes de polietileno.
- Sellador de bolsa o una pita para amarrar bien la bolsa.
- Etileno comercial Etherl.

#### Tratamientos:

**Tratamiento 1(T1)** Cuatro (4) plátanos juntos en un determinado lugar (sin bolsa, al aire libre) sin moverlos durante el tiempo que duró de prueba.

**Tratamiento 2(T2)** Dos (2) plátanos (verdes) dentro de una de las bolsas plásticas selladas.

**Tratamiento 3(T3)** Tres (3) plátanos en otra bolsa pero esta vez, uno de estos plátanos estuvo maduro. Es decir un plátano maduro y dos verdes. Nuevamente se selló bien la bolsa.

**Tratamiento 4(T4)** Por último se colocó dos plátanos en una bolsa. Pero estos plátanos recibieron antes un tratamiento adicional que es remojarlos por 15 segundos en una solución de etileno comercial, para esto se preparó una jarra con 3 litros de agua a la que se agregó 12 mililitros de etileno Etherl. Posteriormente se dejó orear unos 5 minutos antes de meterlos a la bolsa y sellarlas.

Los tratamientos fueron rotulados colocando el nombre del mismo y la fecha de inicio de la prueba. Estos fueron colocados en una mesa la cual no fue movida hasta por 7 días lo que permitió realizar las observaciones de los plátanos anotándose los principales acontecimientos.

Con bases a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

Los tratamientos 1 y 4 presentaron una adecuada maduración con olor, textura que hace posible el consumo del plátano posterior a la prueba, en cambio los tratamientos 2 y 3, resultaron inadecuados para consumo además la fruta se observó totalmente estropeada.

Se necesita oxígeno para la síntesis de etileno por lo que una cantidad normal de oxígeno garantiza una maduración adecuada, mientras que la falta de oxígeno ocasiona inhibición de la síntesis de etileno y por tanto retraso de la maduración, esto se observó en los tratamientos 2 y 3, presentándose una fruta estropeada.

La maduración resulta proporcional a la cantidad de etileno y el intercambio gaseoso, por lo cual el tratamiento 1 y el tratamiento 4 presentaron una buena maduración. <sup>(9)</sup>

### **2.1.5 López, 2014**

Aplicación de Hidrazida maleica en Papa (*Solanum Tuberosum L Cv. Spunta*) y Sus Efectos Sobre el Rendimiento, la Brotación y el Nivel de Residuos en los Tubérculos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las aplicaciones de hidrazida maleica, un conocido inhibidor de la brotación en papa, sobre el rendimiento y sus componentes, la brotación y el nivel de residuos en los tubérculos destinados al consumo. Las experiencias se llevaron a cabo en la localidad de Piquillín, provincia de Córdoba, Argentina

Las aplicaciones de HM (sal potásica 36%, Vendaval HM) se realizaron con una pulverizadora comercial a una dosis de 10 l/ha, con un volumen de agua de 400 l/ha. Las aplicaciones de HM no produjeron diferencias en el rendimiento ni en el número de tubérculos/m<sup>2</sup> para las distintas fracciones, en tanto que si bien la brotación de los tubérculos tratados se produjo sólo 5 días después de los testigos, el ritmo de crecimiento de los brotes fue significativamente menor. A los 114 días de la muerte del follaje los tubérculos tratados presentaban brotes < 10 mm y los testigos > 60 mm. Durante la postcosecha el nivel de residuos en los tubérculos tratados estuvo siempre por debajo del nivel de tolerancia de 50 ppm, aceptado por el Codex Alimentario FAO. Los residuos fluctuaron entre 10.35-18.57 ppm hasta 4 meses después de la muerte del follaje. Los resultados indican que, a la dosis y momento indicados, las aplicaciones de HM no disminuyen el rendimiento y permiten extender el período de comercialización de los tubérculos sin que el nivel de residuos supere las tolerancias exigidas. <sup>(11)</sup>

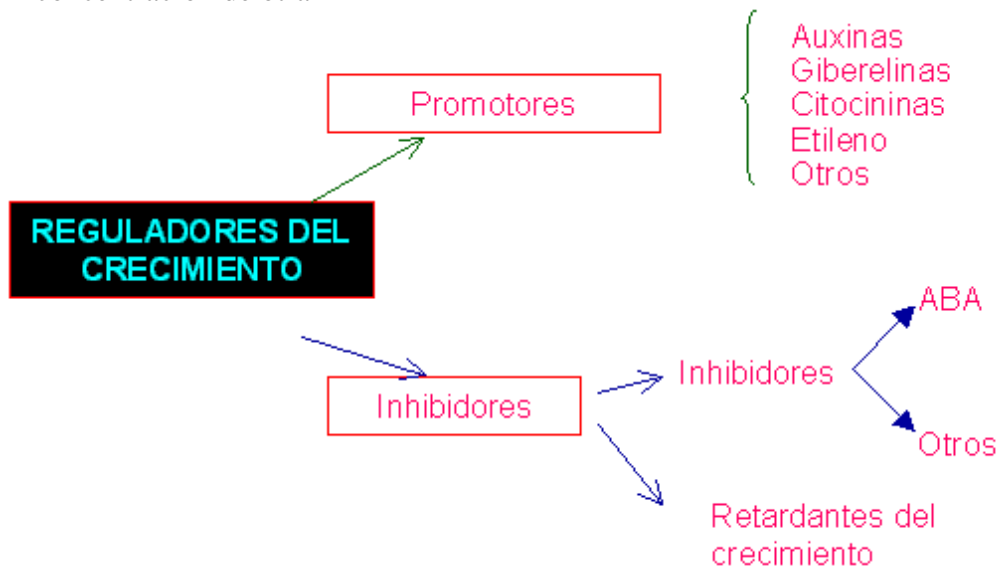
## **2.2 CATEGORIAS FUNDAMENTALES**

### **2.2.1 Fitohormonas**

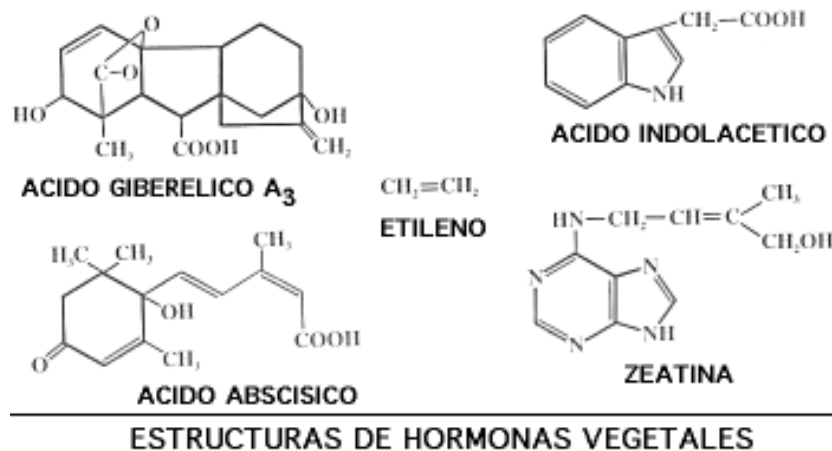
Azcon-Bieto.J and Talón, M. (2000), indican que el desarrollo normal de una planta depende de la interacción de factores externos: luz, nutrientes, agua y temperatura, entre otros, e internos: hormonas. Las hormonas se han definido como compuestos naturales que poseen la propiedad de regular procesos fisiológicos en concentraciones muy por debajo de la de otros compuestos (nutrientes, vitaminas) y que en dosis más altas los afectarían.

Regulan procesos de correlación, es decir que, recibido el estímulo en un órgano, lo amplifican, traducen y generan una respuesta en otra parte de la planta. Interactúan entre ellas por distintos mecanismos:

- Sinergismo: la acción de una determinada sustancia se ve favorecida por la presencia de otra.
- Antagonismo: la presencia de una sustancia evita la acción de otra.
- Balance cuantitativo: la acción de una determinada sustancia depende de la concentración de otra



También recalcan que las fitohormonas pueden promover o inhibir determinados procesos, dentro de las que promueven una respuesta existen 4 grupos principales de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe fuertes propiedades de regulación del crecimiento en plantas. Se incluyen grupos principales: auxinas, giberelinas, citocininas y etileno. Los mismos autores, señalan que dentro de las que inhiben: el ácido abscísico, los inhibidores, morfactinas y retardantes del crecimiento, Cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta.



Y manifiestan que cada fitohormona ha sido implicada en un arreglo relativamente diverso de papeles fisiológicos dentro de las plantas y secciones cortadas de éstas, el mecanismo preciso a través del cual funcionan no es aún conocido.

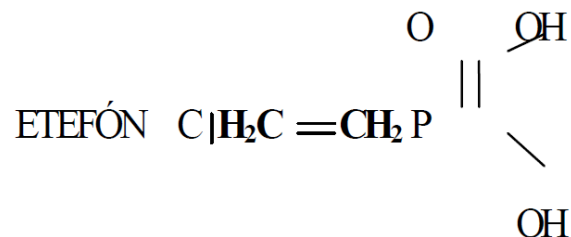
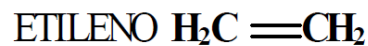
### 2.2.1.1 Historia

Además citan que los diferentes grupos hormonales fueron descubiertos o caracterizados en:

HORMONAS	AÑO DEL DESCUBRIMIENTO	AÑO DE CARACTERIZACIÓN
AUXINAS	1920	
GIBERELINAS	1935	(1950)
CITOCININAS	1913	(1966)
ETILENO	1901	(1966)
ACIDO ABSCISICO	1963	(1968)
INHIBIDORES	1928	
MORFACTINAS	1958	(1970)
RETARDANTES DEL CRECIMIENTO	1949	
ACIDO JASMONICO	1990	
POLIAMINAS	1971	

### 2.2.1.2 Etileno

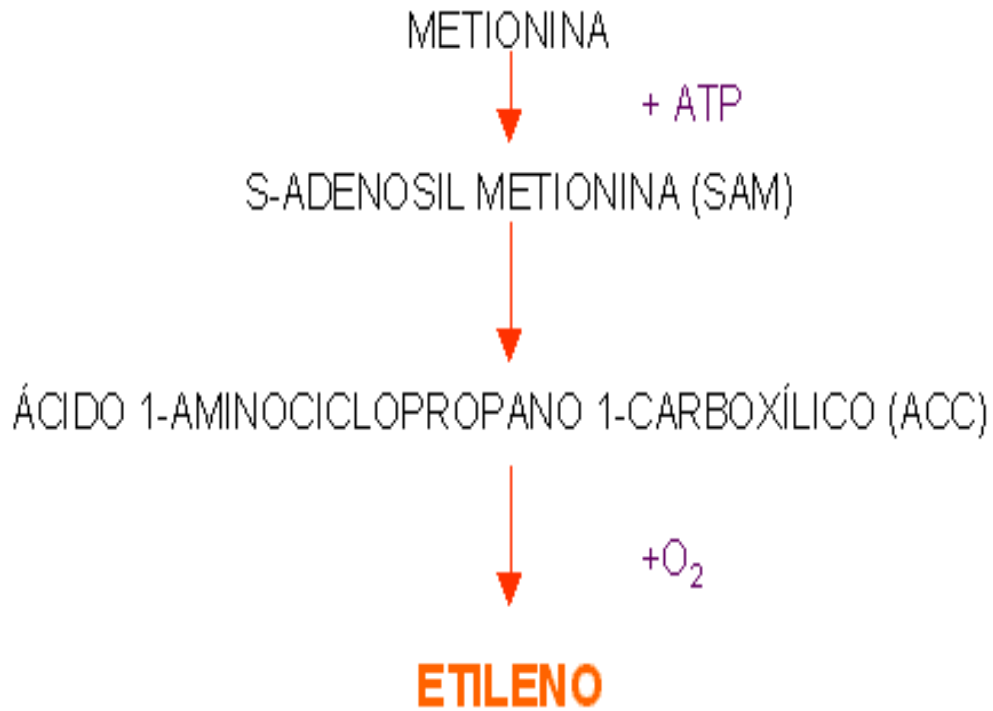
Salisbury., F. B. and Ross, C. W. (1994), dice que el etileno, es una de las hormonas de estructura más simple, gaseoso, al ser un hidrocarburo, es muy diferente a otras hormonas vegetales naturales. Aunque se ha sabido desde principios de siglo que el etileno provoca respuestas tales como geotropismo y abscisión, no fue sino hasta los años 1960s que se empezó a aceptar como una hormona vegetal.



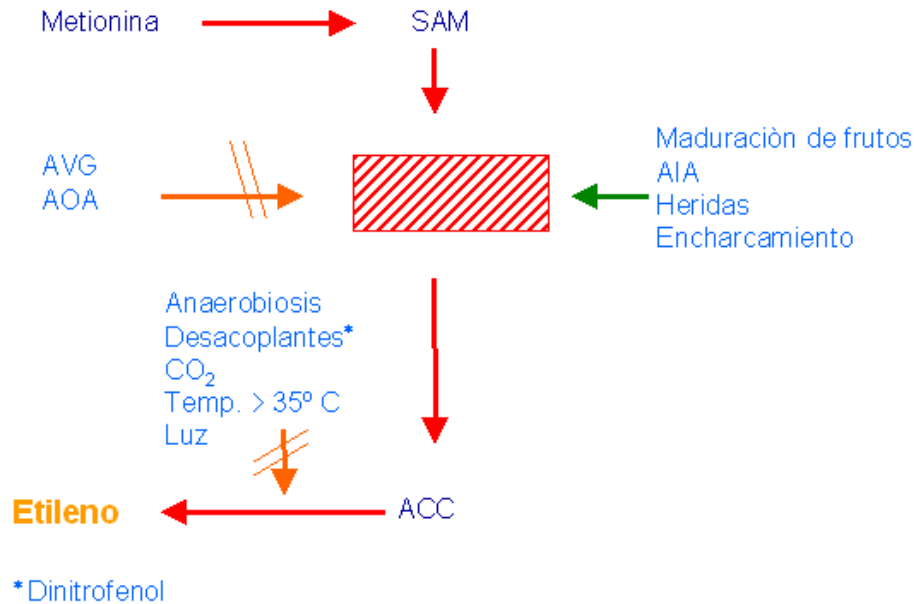
### Biosíntesis

Y también afirman que el etileno, deriva de los C3 y C4 de la metionina, que pasa, con gasto de ATP, a S-adenosilmetionina (SAM), por acción de una enzima pasa a ácido aminociclopropano- 1 carboxílico (ACC) y por oxidación de este y por la acc oxidasa se forma etileno.

Una característica de esta hormona es que posee acción autocatalítica, esto se debe a que la presencia de etileno activa la acción del gen que codifica la enzima que pasa de ACC a etileno.



Factores que afectan la biosíntesis de etileno



Mencionan también que el etileno parece ser producido esencialmente por todas las partes vivas de las plantas superiores, y la tasa varía con el órgano y tejidos específicos y su estado de crecimiento y desarrollo. Las tasas de síntesis varían desde rangos muy bajos (0.04-0.05  $\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{hr}$ ) en blueberries (*Vaccinium* sp.) a extremadamente elevadas (3.400  $\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{hr}$ ) en flores devanecientes de orquídeas Vanda.<sup>(20)</sup>

Modo de acción: Ellos recalcan además que su acción se da principalmente porque: -Se une a receptores del tipo proteico que reconocen moléculas pequeñas de doble ligadura -Debe ser una meta proteína que contiene CU o Zn -Los receptores son principalmente dos (ETR y ERS) uno formado por dos elementos: un sensor y otro de respuesta (ETR) y otro con solo el elemento sensor (ERS) -Actúan en la traducción y amplificación de la señal de la hormona, al unirse el etileno a sus receptores, se desencadenan las reacciones que llevan a la respuesta al etileno. 2.2.1.5.3. Efectos Fisiológicos También mencionan que interviene en;

- La maduración de frutos
- Senescencia de órganos
- Epinastia
- Tipomorfogénesis o perturbación mecánica
- Hipertrofias
- Exudación de resinas, latex y gomas
- Promoción o inhibición de los cultivos de callos *in vitro*
- Inhibición de la embriogénesis somática
- Apertura del gancho plumular
- Inducción de raíces
- Inhibición del crecimiento longitudinal
- Incremento del diámetro caulinar.<sup>(20)</sup>

Antagonistas: Los mismos autores afirman que el CO<sub>2</sub>, compite por el sitio de unión del etileno con el receptor. Por eso se utiliza para la conservación de frutas.

Ag+ Interfiere la unión del etileno con su receptor. Se lo utiliza para la conservación de flores

2,5 norbornadienocis buteno Inhibe la acción del etileno de manera competitiva por unirse al mismo receptor.

- Aplicaciones en la Agricultura.

Sostienen además que el etileno en la agricultura interviene en; -Maduración de frutos climatéricos -Evitar vuelco en cereales -Provocar abscisión de órganos y frutos -Estimula la germinación -Inducción de floración -Incremento del flujo de latex, gomas y resinas -Inhibición de la nodulación inducida por *Rizhobium*, de la tuberización y bulbificación -Promoción de la floración femenina en Cucurbitáceas.<sup>(20)</sup>

Ethrel, (nombre comercial) o ethephon (nombre genérico), es una sustancia productora de etileno. Es el ácido 2-cloroetilfosfonico (Cl-CH<sub>2</sub>- CH<sub>2</sub>-PO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>), el cual se descompone rápidamente en agua con pH neutro o alcalino formando etileno, un ion cloruro. ClH-PO<sub>3</sub> (10).<sup>(19)</sup>

### 2.2.2 Origen del cultivo de la papa, *Solanum* sp.

EL cultivo de la papa se originó en la cordillera andina, donde esta planta evolucionó y se cruzó con otras plantas silvestres del mismo género, presentando una gran variabilidad.<sup>(20)</sup>

### 2.2.3 Clasificación taxonómica de la papa

Reino: Vegetal  
División: Magnoliophyta  
Clase: Magnoliopsidae  
Subclase: Asteridae  
Orden: Solanales  
Familia: Solanaceae  
Género: *Solanum*  
Especie: *Solanum tuberosum* L.<sup>(14)</sup>

### 2.2.4 Situación actual del cultivo de papa en Guatemala.

En Guatemala, el cultivo de papa se realiza con temperaturas templadas, preferentemente menores de 20 °C. En este tipo de clima la papa se desarrolla adecuadamente y se obtiene la mejor productividad, hay poca dificultad con plagas y enfermedades y los tubérculos se desarrollan bien fisiológicamente. Se cuenta con la ventaja que Guatemala posee 17 microclimas que permiten cultivar papa a lo largo de todo el año. El ciclo del cultivo en Guatemala, oscila entre los 70 – 100 días. Según diferentes estudios, la calidad de la papa queda definida por su forma y tamaño uniforme y sin defectos físicos, limpieza (libre de enfermedades y virus) y textura.<sup>(12)</sup>

### 2.2.5 Características de la variedad Loman.

Planta con tallos y hojas e color verde oscuro. Su altura de planta varía desde 20-30 cm. (3,500 msnm) a 60-65 cm. (2,300 msnm). En condiciones de campo no produce flores o



algunas veces pocas. La forma del tubérculo puede variar de oblongo alargado ha alargado. La pulpa y piel es de color crema, susceptible a tizón tardío. Su ciclo vegetativo varia de 80-90 días (2,390 msnm) a 120 días (3,500 msnm). A 2300 msnm presenta 18.8% de sólidos y 13.2% de almidón, su ciclo fisiológico varia de los 90 a 120 días.

De acuerdo a su uso, se caracteriza por ser excelente para papas hervidas y purés; de regular a buena para papalina y enlatadas. Presenta una textura serosa. Los rendimientos pueden variar de 15 t/h (3,500 msnm) a 20-30 t/ha (2,390 msnm).<sup>(5)</sup>

### **2.2.6 Fisiología del Tubérculo-Semilla de Papa**

Es importante conocer sobre la fisiología de la semilla de papa, para entender el proceso de cambio que sufre el tubérculo recién cosechado hasta cuando ha germinado y muestra brotes múltiples y vigorosos; es decir, saber cuándo el tubérculo-semilla está listo para ser depositado en el suelo y reproducir una nueva planta de papa, con características idénticas a la variedad de la cual procede.

En la etapa de formación del tubérculo-semilla, de papa se identifican los siguientes estados:

- Estado de Latencia o reposo del tubérculo.

Es un estado del tubérculo en el cual éste no brota a pesar de que existan condiciones favorables para el desarrollo inicial y el crecimiento de los brotes. Parece estar asociada con un balance hormonal, relacionado con la disminución en la concentración de ácido abscísico y aumento de ácido giberélico.<sup>(10)</sup>

Durante su desarrollo fisiológico, un tubérculo de papa puede permanecer en reposo por varios meses, estado en el que no ocurre ningún crecimiento observable de los brotes, ni siquiera cuando los tubérculos son puestos bajo condiciones ideales para el crecimiento de éstos: oscuridad, 15 a 20 °C y cerca de 90% de humedad relativa. La duración e intensidad de la latencia son diferentes en cada variedad y puede estar determinada por las condiciones ambientales a través del crecimiento de la planta madre y por la temperatura durante el almacenamiento del tubérculo semilla. Además de ello, las heridas, daños, cortes o peladuras del peridermo pueden acortar el tiempo de latencia.<sup>(10)</sup>

El período de reposo termina cuando los brotes comienzan a crecer, considerándose el término cuando el 50 % de los tubérculos tienen brotes mayores de 2 milímetros de longitud (Reust).

Existen dos definiciones comunes del período de reposo:

-Reposo total: período comprendido desde el inicio de la tuberización hasta el término del reposo.

-Reposo de postcosecha: período existente desde la cosecha hasta el fin del reposo.

Si bien, el concepto de reposo total es más exacto aunque más difícil de determinar, el reposo de postcosecha es comúnmente utilizado para fines prácticos. La duración del período de reposo determinará la fecha desiembrá.<sup>(10)</sup>

Es arriesgado sembrar tubérculos en reposo, debido a que las plantas de papa podrían emerger en forma desuniforme y con un solo tallo, o los tubérculos podrían pudrirse en el suelo antes de emerger, lo cual conduce al fracaso en el cultivo.<sup>(10)</sup>

Ruptura del período de reposo. Es una práctica necesaria cuando se siembran lotes de papa en sucesión semanal, quincenal o mensual. La finalización de este período puede ser inducida mediante tratamientos químicos, térmicos o el corte del tubérculo-semilla. <sup>(20)</sup>

- Estado de brotación apical

Es común que únicamente el ojo del brote apical inicie el crecimiento, sin que los demás muestren desarrollo. Un tubérculo con un solo brote normalmente produce una planta con solo uno o dos tallos principales, lo que ocasiona rendimientos bajos. Si el tubérculo-semilla se encuentra en este estado se recomienda eliminar el brote para permitir la brotación múltiple. <sup>(20)</sup>

- Estado de brotación múltiple

Es el momento en el cual todos los ojos tienen su respectivo brote. Este es el estado ideal para sembrar el tubérculo y depende de la variedad, condiciones de madurez de los tubérculos y ambiente de almacenamiento. (14)

En muchos casos basta con desarrollar brotes cortos (0,2 a 0,5 cm). Sin embargo, si las condiciones del suelo al momento de la siembra son desfavorables es importante desarrollar brotes más largos (1,5 a 2,5 cm). <sup>(20)</sup>

- Estado de envejecimiento

Se trata de la semilla que ha pasado un tiempo muy largo, aparece arrugado y flácido por la pérdida de agua y de nutrientes. <sup>(14)</sup>

La capacidad de emergencia de estos tubérculos-semilla está prácticamente agotada. Se producen plantas débiles y poco resistentes a factores climáticos adversos como sequías, granizadas y heladas. En algunas variedades bajo ciertas condiciones de estrés (siembra profunda en épocas lluviosas), los brotes filiformes provocan la formación de tubérculos alrededor de las yemas, un fenómeno conocido como patatitas, las mismas que son débiles, pequeñas y no útiles. <sup>(20)</sup>

### **2.2.6.1 Factores que afectan la duración del período de reposo.**

- Variedad de papa.

El reposo del tubérculo puede durar desde menos de un mes hasta varios meses, dependiendo de la variedad. La duración del período de reposo no está relacionada con la duración del período vegetativo de una variedad. Por ejemplo, una variedad precoz no necesariamente tiene un período de reposo corto. <sup>(10)</sup>

- Condiciones de crecimiento.

Las condiciones en las cuales se producen los tubérculos-semillas afectan la duración del período de dormancia, por ejemplo, las temperaturas altas, el bajo contenido de humedad y la baja fertilidad de un suelo durante el crecimiento del tubérculo, aceleran el desarrollo fisiológico y la reducción en el período de dormancia. <sup>(3)</sup>

- Temperatura de almacenamiento.

Las temperaturas altas en el almacenamiento, aceleran el proceso de envejecimiento fisiológico del tubérculo y por consiguiente reducen el período de dormancia. Entre 3° C y 25 °C la relación entre la temperatura y la dormancia es inversamente proporcional. <sup>(3)</sup>

- Daños en el tubérculo.

Los daños causados en la cosecha y manipulación o por enfermedades y pestes, reducen el período de reposo. El corte de los tubérculos-semilla también da lugar a un brotamiento más temprano. <sup>(10)</sup>

- Grado de madurez del tubérculo a la cosecha.

Los tubérculos inmaduros tienen usualmente un reposo postcosecha más largo que aquellos maduros. <sup>(10)</sup> Tamaño del tubérculo-semilla: el tamaño es un factor que influye en la duración del período de dormancia. Los tubérculos pequeños tienen un período más prolongado que los más grandes. Además, los tubérculos pequeños presentan una pérdida de peso más acelerado, porque la superficie por unidad de peso es significativamente mayor. Este efecto de los tubérculos pequeños con relación a los más grandes, es independiente del ambiente de almacenamiento. <sup>(10)</sup>

- Regulación hormonal de la dormancia.

Las hormonas vegetales están implicadas en cada aspecto del desarrollo de la planta desde la germinación a la senescencia. La dormancia en el tubérculo de papa no es una excepción a esta regla. <sup>(3)</sup>

#### **2.2.6.2 Tratamientos para romper el período de reposo del tubérculo semilla**

- Tratamiento químico.

Se puede utilizar ácido giberélico en una dosis de 1 ppm en solución, en la que se deben sumergir los tubérculos-semillas por una hora. Después de permanecer los tubérculos-semillas en esta solución se extienden en un lugar sombreado y se dejan secar. Tratamiento térmico. Calor, los tubérculos semilla se colocan en un cuarto oscuro entre 18° a 25°C hasta que se produzca el brotación. <sup>(15)</sup>

- Golpe de frío y calor.

Se colocan los tubérculos-semillas en una cámara fría a 4°C por dos a cuatro semanas y luego se transfieren a un ambiente entre 18° a 25°C para inducir al brotación. Ambos tratamientos dan buenos resultados con variedades precoces (Malagamba, 1999). <sup>(13)</sup>

- El corte del tubérculo-semilla.

Acelera el envejecimiento fisiológico del tubérculo-semilla, reduciendo así el período de reposo. Para realizar el corte se requiere alta humedad (más del 85%), suficiente suministro de oxígeno y temperaturas entre 12° a 20°C. Bajo estas circunstancias se asegura la formación rápida de una capa corchosa de protección (suberización). Los tubérculos-semilla cortados pueden almacenarse en canastos llenos hasta la mitad o en jabas (cajas) de madera. Si las condiciones del suelo son favorables (suelo húmedo y temperaturas entre 8° a 10°C) se puede realizar el corte inmediatamente antes de la siembra. Así, las superficies

cortadas sanarán rápidamente en el suelo. Si las condiciones del suelo son desfavorables, el corte debe realizarse de cinco a ocho días antes de la siembra. Se debe cortar el tubérculo longitudinalmente en dos y si sus partes siguen siendo aún muy grandes se debe volver a cortarlo longitudinalmente. Las partes del tubérculo-semilla no deben ser muy pequeñas; el tamaño mínimo es de 30 g y debe tener por lo menos de dos a tres ojos. El INIAP hasta 1986 recomendaba esta actividad para el ahorro de tubérculo-semilla (se cortaba los tubérculos-semillas mayores a 90 g) <sup>(15)</sup>

### **2.2.7 Frutos climatéricos**

Son aquellos frutos que muestran un incremento de la maduración como consecuencia de la actuación del etileno. Estos frutos muestran un incremento de su actividad respiratoria antes de la fase de maduración denominada climaterio, y muestran una máxima producción de etileno justo antes de que se incremente esta actividad respiratoria. Estos frutos son capaces de madurar después de haber sido cortados y el inicio de la maduración puede adelantarse mediante la aplicación exógena de etileno. Ejemplos: manzana, palta, plátano, chirimoya, higo, melón, melocotón, pera, tomate, sandía. <sup>(9)</sup>

#### **2.2.7.1 Madurez del fruto**

La madurez es un proceso irreversible que ocurre en los frutos y en algunos vegetales. La madurez es un proceso fisiológico y bioquímico, que está bajo control genético y hormonal, es un proceso que está acompañado por múltiples cambios a nivel celular, más que por un aumento de tamaño. La etapa de maduración requiere de la síntesis de nuevas proteínas y ARNm, así como de nuevos pigmentos y componentes de sabor; procesos que requieren de energía y esqueletos carbonados, los cuales son proporcionados mediante el proceso de la respiración.

De acuerdo con el patrón respiratorio y la síntesis de etileno en una etapa temprana de la madurez, los frutos han sido clasificados en climatéricos y no climatéricos. Por lo cual se define como Climaterio el periodo en el desarrollo de ciertos frutos durante el cual tiene lugar una serie de cambios bioquímicos iniciados por la producción de etileno (hormona natural de la maduración) que señala el cambio del crecimiento al envejecimiento, en el que implica un aumento en la respiración y conduce de forma irreversible a la maduración del fruto. Todos los frutos liberan etileno pero lo que marca la diferencia es su forma de liberarlo. <sup>(9)</sup>

#### **2.2.7.2 Climaterio**

Periodo en el desarrollo de ciertos frutos durante el cual tiene lugar una serie de cambios bioquímicos iniciados por la producción autocatalítica de etileno (hormona natural de la maduración), que señala el cambio de crecimiento a envejecimiento, implica un aumento en la respiración y conduce de forma irreversible a la maduración del fruto. Todos los frutos liberan etileno, lo que marca la diferencia entre frutos climatéricos y no climatéricos es la forma de liberarlo. <sup>(2)</sup>

### **2.2.7.3 ¿Debido a que tiene lugar el aumento respiratorio antes de la maduración de frutos climatéricos?**

Presencia de sustratos respiratorios: fructosa-6-fosfato formada a partir del metabolismo del almidón -Mayor disponibilidad de ADP -Cambios metabólicos debidos a alteraciones en las estructuras subcelulares (membranas celulares): las células de los frutos son cada vez más permeables durante la maduración. De esta forma pueden ponerse en contacto enzimas y sustratos que antes estaban separados por una membrana con permeabilidad selectiva. - Aumento de la actividad de la piruvatodescarboxilasa. Realizan descarboxilaciones no oxidativas, por eso se produce un gran aumento del cociente respiratorio. Esta piruvatodescarboxilasa provoca el aumento del CO<sub>2</sub> liberado en la quema de azúcares, disminuyendo por tanto la cantidad de azúcares en el fruto (propio de la maduración). En este momento en el que el fruto comienza a producir más CO<sub>2</sub> que el O<sub>2</sub> consumido se detiene el crecimiento vegetativo, lo que conlleva al envejecimiento o maduración de los frutos. <sup>(2)</sup>

### **2.2.8 Ethrel:**

Es un fitoregulator que se formula como solución líquida, contiene 480 gr de ingrediente activo (ethephon) por litro. El ethephon tiene la característica de un ácido fuerte, siendo completamente soluble en agua. <sup>(14)</sup>

### **2.2.9 Sistemas de Almacenamiento de Papa.**

Para lograr un ambiente adecuado a la conservación de los tubérculos de papa se han diseñado diferentes sistemas de almacenamiento, los que van desde los más sencillos y rústicos hasta los más complejos y sofisticados con ambiente o atmósfera controlada. Los factores que hay que considerar y que permiten elegir el sistema más apropiado de almacenamiento son muchos y variados. Entre los factores principales destacan: condiciones climáticas del lugar, la cantidad de tubérculos a almacenar y duración del período de almacenamiento, el objetivo de uso de los tubérculos y los recursos financieros disponibles. <sup>(11)</sup>

#### **2.2.9.1 Almacenamiento en bandejas o estantes:**

Este sistema es empleado principalmente en la "prebrotación de los tubérculos semillas con luz difusa" antes de su plantación a fin de acortar el ciclo de desarrollo, ya sea con el objetivo de producción de tubérculos- semillas más sanos o en la producción de papa temprana o primor. La prebrotación de los tubérculos con luz difusa permite una emergencia más rápida y también una aceleración del ciclo de desarrollo del cultivo, acortándolo en alrededor de 2 semanas en comparación con el cultivo tradicional. Los brotes emitidos por tubérculos guardados en la oscuridad son largos y etiolados. Por el contrario, los brotes formados por tubérculos expuestos a luz indirecta son cortos, gruesos y vigorosos lo que permite una emergencia rápida después de su plantación. Además, tubérculos prebrotados producen tallos y raíces más vigorosos resistentes a las enfermedades y el cultivo logra un mayor rendimiento y calidad de la producción. <sup>(11)</sup>

## III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1.1 Enfoque

El enfoque de la investigación es cuantitativo, pues determinara los días posteriores de la aplicación de los productos generadores de etileno la emergencia de los brotes, como los números de brotes obtenidos en los tuberculos por cada tratamiento.

#### 3.1.2 Modalidad

La modalidad es de tipo mixto, debido a que el trabajo se realizara tanto documentado bibliográficamente como la ejecución de la investigación en forma práctica, en el campo.

#### 3.1.3 Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental ya que trata de establecer el producto generador de etileno que acortara la brotación de las yemas del tubérculo de papa.

El método utilizado como base para la presente investigación será el **Método científico** en el que se realiza un estudio sistemático de la investigación, incluyendo técnicas de observación, reglas para razonamiento y la predicción, entre otros.

El método científico está basado en los preceptos de falsabilidad (indica que cualquier proposición de la ciencia debe resultar susceptible a ser falsada) y reproducibilidad (un experimento tiene que poder repetirse en lugares indistintos y por un sujeto cualquiera)

Nunca toma referencias a las certezas absolutas, todo lo contrario. Se desarrolla y funciona a partir de la observable.

Gracias a él se pueden realizar leyes que nos permitan a los seres humanos el conocer de manera correcta no solo lo que es el pasado sino también el futuro. Y es que dándole determinados valores, sabremos que le va a suceder a una variable.

### 3.2 UBICACIÓN DEL ENSAYO

#### 3.2.1 Labor Ovalle Quetzaltenango.

##### 3.2.1.1 Ubicación geográfica.

La estación experimental “Labor Ovalle” del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), se encuentra ubicada en el municipio de Olintepeque, Departamento de Quetzaltenango a 203.5 Km. de la ciudad Capital, a 3.5 km. del departamento de Quetzaltenango y a 2 km. de la cabecera municipal de Olintepeque. Se encuentra localizada en las coordenadas siguientes: Latitud Norte: 14° 52’16” y Longitud Oeste: 91°30’52”

### 3.2.1.2 Clima

**Altitud:** Según la estación meteorológica Labor Ovalle, la estación experimental, se encuentra a una Altura de 2,454 metros sobre el nivel del mar, factor de vital importancia en el clima, teniendo predominancia de viento y baja temperatura en la época seca del año principalmente en los meses de noviembre y diciembre.

**Temperatura:** La temperatura de la región varía dependiendo de la época del año, presentando una temperatura máxima de 22.2 °C, una temperatura media de 15.1 °C y una temperatura mínima de 6.8 °C.

**Precipitación Pluvial:** La precipitación pluvial anual registrada varía de 2000 a 2500 mm distribuidos generalmente en los meses de abril a octubre.

**Humedad relativa:** El rango de la humedad relativa que se encuentra en la región de la estación experimental “Labor Ovalle”, es de 70 a 75%.

**Vientos:** El viento se presenta en dirección de norte a este con una velocidad promedio de 9.5 kilómetros / hora, siendo de moderados a fuertes.

### 3.2.2 Aldea Santa Lucia Ixcamal, San Marcos, San Marcos.

#### 3.2.2.1 Ubicación geográfica.

La aldea Santa Lucia Ixcamal se encuentra ubicado en el municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos, se encuentra a una distancia de 267 Kilómetros de la ciudad Capital y a 17 kilómetros del departamento de San Marcos. Se encuentra localizada en la coordenada Micro-región norte del municipio de San Marcos.

#### 3.2.2.2 Clima

**Altitud:** 2,398 metros sobre el nivel del mar, ubicado en la latitud norte de 14° 57' 40"; y longitud este 91° 47' 44".

**Temperatura:** La temperatura de la región varía dependiendo de la época del año, presentando una temperatura máxima de 20.0 °C, una temperatura media de 15.1 °C y una temperatura mínima de 6.0 °C.

**Precipitación Pluvial:** La precipitación pluvial anual registrada varía de 1026.5 mm distribuidos generalmente en los meses de abril a octubre.

**Humedad relativa:** El rango de la humedad relativa que se encuentra en la región de Santa Lucia Ixcamal”, es de 80 a 85%.

**Vientos:** El viento se presenta en dirección de norte a este con una velocidad promedio de 9.9 kilómetros / hora, siendo de moderados a fuertes.

### 3.3 FACTOR EN ESTUDIO

#### 3.3.1 Dosis de productos generadores de etileno

Fruto	Variedad	No.Tratamiento
1 lb de Manzana ( <i>Malus communis</i> )	Criolla	T1
1 lb de Banano ( <i>Musa paradisiaca</i> )	Williams	T2
1 lb de Aguacate ( <i>Persea americana</i> )	Has	T3
1 lb de Melocotón ( <i>Prunus pérsica</i> )	Salcaja	T4
1 lb de Pera ( <i>Pyrus communis</i> )	Bosc	T5
1 lb de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	Tolimán	T6
1 lb de Kiwi ( <i>Actinidia deliciosa</i> )	Abbott	T7
Ethrel 400 ml/100L		TR1
Ethrel 500 ml/100L		TR2

#### 3.3.2 Tiempo de inmersión

15 días	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7
10 minutos	TR1
	TR2

#### 3.3.3 Testigo

Teniendo dos testigos:

- Producto químico Ethrel 480 g/l (Testigo relativo)
- Tubérculo (no recibirá ninguna aplicación) (Testigo absoluto)

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar DBCA.

Este diseño se utiliza cuando se tiene condiciones uniformes u homogéneas, como laboratorios e invernaderos. Permite flexibilidad en cuanto a número de tratamientos y repeticiones a utilizar, si se pierden unidades experimentales, no complica el análisis estadístico, nos da el máximo número de grados de libertad para el error. Su principal desventaja es cuando el número de unidades es muy grande es difícil encontrar condiciones homogéneas.

#### 3.4.1 Modelo Matemático del diseño experimental

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$



$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

**Donde:**

**Y<sub>ij</sub>**=variable de respuesta.

**U**= promedio general.

**T<sub>i</sub>**= efecto del i-ésimo tratamiento.

**B<sub>j</sub>**= Efecto del j-esimo bloque

**E<sub>ij</sub>**= error experimental asociado a la i-jésima unidad experimental.

### 3.5 TRATAMIENTOS

Los tratamientos son nueve como se detalla en el cuadro 1.

**TABLA 1. Tratamientos**

No.	Tratamiento	Dosis	Rango ( $\mu\text{L}$ de $\text{C}_2\text{H}_4/\text{Kg}^*\text{hr}$ ) Microlitro de etileno / Kilogramo por hora
1	T1	1 lb de Manzana ( <i>Malus communis</i> )	10.0-100.0
2	T2	1 lb de Banano ( <i>Musa paradisiaca</i> )	1.0-10.0
3	T3	1 lb de Aguacate ( <i>Persea americana</i> )	1.0-10.0
4	T4	1 lb de Melocotón ( <i>Prunus pérsica</i> )	10.0-100.0
5	T5	1 lb de Pera ( <i>Pyrus communis</i> )	10.0-100.0
6	T6	1 lb de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	1.0-10.0
7	T7	1 lb de Kiwi ( <i>Actinidia deliciosa</i> )	1.0-10.0
8	TR1	Ethrel 400 ml/100L	
9	TR2	Ethrel 500 ml/100L	
10	TA	Tubérculo sin aplicación	

### 3.6 CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Cada unidad experimental consto de una bolsa con sonda, misma que albergo 20 tubérculos de papa 4 lbs mas una libra de tratamiento).

Número total de tratamientos:	40
Número de tubérculos en el ensayo:	800
Número total de bolsas:	40
Número de tubérculos por bolsa:	20 (4 lbs)
Numero de cajas germinadoras:	40
Número de tubérculos por bandeja:	20 (4 lbs)
Separación entre caja	0,05m

### 3.6.1 Esquema de la disposición del ensayo

I	II	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1 T2	2 TR <sub>2</sub>	3 T3	4 T5	5 T1	6 T4	7 T1	8 T5	9 T7	10 T2
11 TR <sub>1</sub>	12 T4	13 T1	14 T7	15 T3	16 T1	17 T2	18 TA	19 T3	20 TR <sub>2</sub>
21 TA	22 T2	23 TR <sub>1</sub>	24 TA	25 T4	26 TR <sub>2</sub>	27 T7	28 T6	29 TR <sub>1</sub>	30 T4
31 T6	32 T3	33 TA	34 T6	35 T7	36 T5	37 TR <sub>1</sub>	38 T5	39 T6	40 TR <sub>2</sub>

## 3.7 VARIABLES DE LA INVESTIGACION

### 3.7.1 Independientes

- Frutos Climatéricos generadores de etileno.
- Variedad.

### 3.7.2 Dependientes

- Días a brotación (cuando el 50% tenga un brote de 2 mm) Resust (1986)
- Porcentaje de la brotación.
- Número de brotes (1,2,3 meses brotes mayores de 2 mm)
- Longitud y diámetro de brotes (a 1,2,3 meses)

## 3.8 VARIABLES DE RESPUESTA

### 3.8.1 Días al inicio de la brotación

Se contabilizaron los días transcurridos desde el inicio del ensayo, hasta cuando el 50% de los tubérculos presentaron al menos un brote. Resust (1986)

### 3.8.2 Porcentaje de la brotación

Este dato se tomó al séptimo y catorceavo día de los 20 tubérculos de cada tratamiento y repetición, calculando el tanto por ciento de la brotación.

### 3.8.3 Número de brotes por tubérculo

Se contaron el número de brotes por tubérculo al 1,2 y 3 mes, registrando únicamente los tubérculos que estén bien definidos en cada bandeja.

### **3.8.4 Longitud del brote**

Con la ayuda de una vernier se midió la longitud de los brotes mayores de 2mm de cada tratamiento y repetición, al 1, 2 y 3 mes, desde la base hasta el extremo terminal del brote.

## **3.9 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **3.9.1 Análisis estadístico:**

Las distintas variables fueron evaluadas por medio de análisis de varianza utilizando el programa estadístico Infostat, determinando las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, seguidamente se procediendo a realizar una prueba de separación de medias, por medio de la prueba DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves), al 5% de probabilidad de error, utilizando el mismo programa estadístico.

### **3.9.2 Infostat:**

Es un software para análisis estadístico de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows. Cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado. Una de sus fortalezas es la sencillez de su interfaz combinada con capacidades profesionales para el análisis estadístico y el manejo de datos.

### **3.9.3 Análisis Económico:**

Este es un presupuesto parcial el que se efectuó tomando en cuenta los gastos directos e indirectos, relacionados con el proceso, en cuanto a la movilización de los factores de producción tierra, trabajo, el equipo de producción, manejo, jornales y tratamientos según el fruto climatérico que se utilice (Costo de tratamientos) que componen los elementos fundamentales del costo de producción. Determinando la rentabilidad del mismo.

## **3.10 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.10.1 Adquisición de tubérculos:**

Para efectos de la presente investigación se sembraron 300 metros cuadrados de papa de la variedad Loman para obtener al momento de la cosecha las muestras que serían tratadas. (ICTA) Seleccionando aquella semilla que muestre buenas características agronómicas y genéticas y que visualmente no muestre ningún síntoma de enfermedades o daño provocado por insectos o por causas mecánicas.

#### **Materiales:**

- Lote para producción (300 m)
- Material vegetativo de papa
- Machete
- Azadón

### 3.10.2 Manejo Agronómico Del Cultivo De Papa

**Preparación del terreno:** La preparación del suelo empezó por la selección de un terreno apropiado, que no sea pedregoso, mal drenado y arcilloso, pues estos suelos forman terrones. La preparación del terreno en el cultivo de papa, es muy importante para la formación de tubérculos, debe realizar un picado profundo de 20 a 30 cm, eliminando al máximo los terrones del suelo, este picado debe hacerlo con azadón, la preparación adecuada del suelo, ayuda a una mejor emergencia de la planta, desarrollo radicular y asimilación de nutrientes y agua.

**Preparación de la semilla:** Para la siembra de la papa, se usaron tubérculos que tenían como mínimo dos brotes, un peso entre 20 a 80 gramos. El tubérculo no debe presentar brotes ahilados.

#### **Siembra:**

- Los surcos se trazaron a una distancia de 90 cm entre si y una profundidad entre 15 y 20 cm.
- Los tubérculos-semilla se colocaron a una distancia de 30 centímetros entre sí.

**Control de malezas:** El control de malezas puede hacerse eficientemente mediante dos limpiezas con azadón.

- La primera se realizó entre los 20 y los 30 días de la siembra. Consistió principalmente de un raspado con azadón.
- La segunda limpia se realizó a los 35 o 40 días de la siembra y se aprovechó para realizar una calza alta. Con la misma se eliminaron las malezas, se evitó que los tubérculos salieran a la superficie, se expusieran a los rayos del sol y se volvieran de color verde.

**Fertilización:** La práctica de la fertilización consistió en aplicar al suelo los nutrientes necesarios para la producción.

**Cosecha:** La cosecha es una etapa del proceso de producción que requiere cuidado especial para mantener la calidad del producto.

- Los tubérculos se cosecharon en completo estado de madurez.
- Trasladándolo seguidamente a la bodega de almacenamiento.

### 3.10.3 Implementación de la Investigación

El ensayo se realizó en el interior de una bodega de almacenamiento con paredes de maya, techo de teja, piso de tierra, sin foco.

### 3.10.4 Tamaño de la unidad Experimental

Se utilizaron 20 tubérculos de papa variedad Loman, para conocer el efecto de los tratamientos de etileno, evaluando la brotación múltiple en el tubérculo- semilla.

### **3.10.5 Selección de material vegetal para unidad experimental**

Se procedió a seleccionar 800 tubérculos, de la variedad Loman que no presentaran daños provocados por plagas y enfermedades con un peso promedio de 40 gramos y 65 mm de longitud, después se colocaron en bandejas en el almacenamiento (durante la cual la tasa de respiración se estabilizará).

### **3.10.6 Aplicación de los productos generadores de etileno**

#### **3.10.6.1 Frutos climatéricos**

- En una bolsa con sonda (considerando niveles de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, etileno y la posibilidad de crear condiciones de cámara húmeda) se colocaron cada muestra, que contenían 4 libras (20 tubérculos) por una libra del tratamiento los cuales estaban en el proceso de maduración, maduración de consumo y senescencia, procesos en la que los frutos climatéricos alcanzan la mayor generación de etileno manteniéndose a un mismo nivel (Ver anexo IV y V) evaluando estos de manera visual en el color del fruto, ya que el color es uno de los indicadores de madurez en los mismos. (Ver anexo IV, VI, VII)
- Las bolsas se colocaron en la bodega de almacenamiento con luz difusa y se dejaron por 15 días.

#### **3.10.6.2 Producto Químico**

- Sumergido durante 10 minutos los tubérculos en una solución de ETHREL.

### **3.10.7 Establecimiento de los tratamientos y repeticiones**

Posterior a la aplicación de los productos generadores se realizó la implantación de los tratamientos con sus respectivas repeticiones a las bandejas germinadoras en el almacenamiento, mismas que evitaron la acumulación de humedad y permitieron la libre circulación de aire, en las cuales además se llevó a cabo el proceso de la brotación de los tubérculos de la papa.

## IV. RESULTADOS

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**LOCALIDAD: INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS –ICTA-  
VARIABLE: DÍAS AL INICIO DE LA BROTAÇÃO**

**Cuadro 1. Análisis de varianza para días al inicio de la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	54.47	9	6.05	7.40	<0.0001
Tratamiento	54.47	9	6.05	7.40	<0.0001
Error	24.53	30	0.82		
Total	79.00	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

En el cuadro 1 se observa el ANDEVA realizado a los días al inicio de la brotación, se puede observar el valor  $p < 0.0001$  es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 y por tanto implica que existió diferencia altamente significativa entre los tratamientos, por lo que se acepta la hipótesis general y la hipótesis 1 y se establece que los frutos climatéricos generadores de etileno utilizados como fuentes logaron estimular el periodo de brotación múltiple del tubérculo- semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), de la variedad loman.

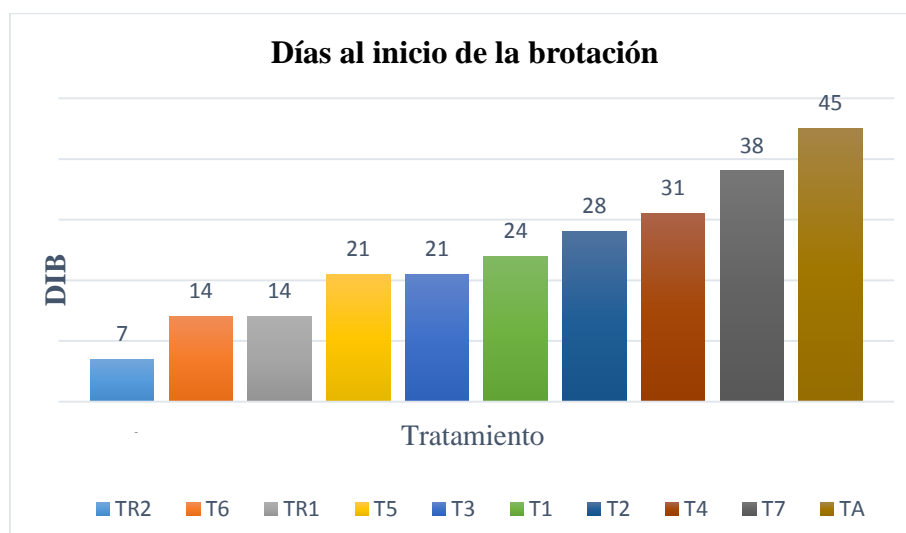
**Cuadro 2. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de días al inicio de la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
<b>TR2</b>	2.74	4	0.45	A
<b>T6</b>	3.66	4	0.45	A
<b>TR1</b>	3.66	4	0.45	A
<b>T5</b>	4.57	4	0.45	B
<b>T3</b>	4.57	4	0.45	B
<b>T1</b>	4.96	4	0.45	B
<b>T2</b>	5.25	4	0.45	B
<b>T4</b>	5.63	4	0.45	B
<b>T7</b>	6.22	4	0.45	C
<b>TA</b>	6.72	4	0.45	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 1. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de días al inicio de la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

En el cuadro 2 y la gráfica 1 se presenta el análisis de discriminación de medias por el método DGC en el que se puede observar 3 grupos, el grupo A que estadísticamente es superior corresponde a los tratamientos: TR2 (Ethrel 500 ml/100L), T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*), TR1 (Ethrel 400 ml/100L), el grupo B formado por T5 Pera (*Pyrus communis*), T3 Aguacate (*Persea americana*), T1 Manzana (*Malus communis*), T2 Banano (*Musa paradisiaca*), T4 Melocotón (*Prunus pérsica*) y el grupo C T7 Kiwi (*Actinidia deliciosa*), TA (Tubérculo sin aplicación), por lo que a través de los resultados obtenidos se considera que para la variedad de papa Loman el fruto climatérico generador de etileno que logro estimular el periodo de brotación múltiple del tubérculo-semilla fue el tomate (*Solanum lycopersicum*).

## VARIABLE: LONGITUD DE BROTES

**Cuadro 3. Análisis de varianza para longitud de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23.99	12	2.00	9.13	<0.0001
Repetición	3.07	3	1.02	4.68	0.0093
Tratamiento	20.91	9	2.32	10.61	<0.0001
Error	5.91	27	0.22		
Total	29.90	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

En el cuadro 3 se presenta el ANDEVA para la variable longitud de brotes, realizado al primer mes, en el que se puede observar que en la columna del valor  $p < 0.0001$  es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 por lo que se determina que estadísticamente es altamente significativa, es decir que en el caso de la variedad de papa Loman existe al menos un fruto climatérico que estimula la brotación del tubérculo.

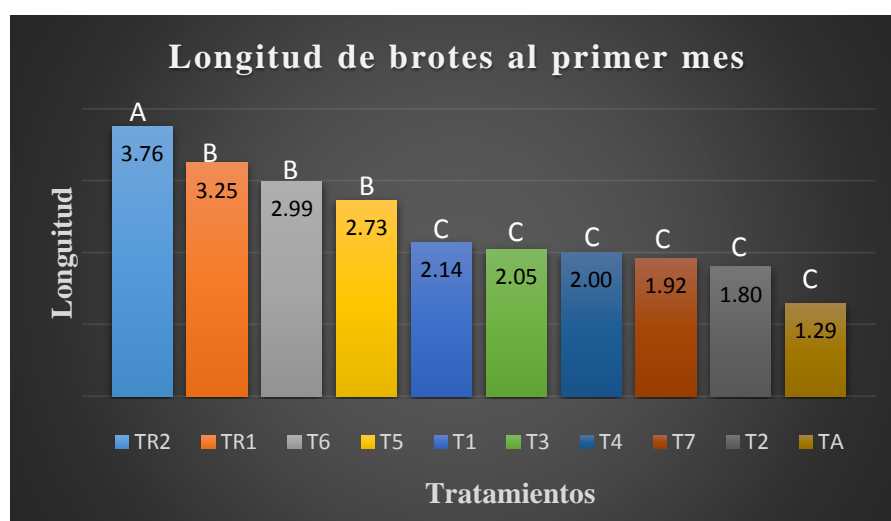
**Cuadro 4. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de longitud de brotes al primer mes en la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	3.76	4	0.23	A
TR1	3.25	4	0.23	B
T6	2.99	4	0.23	B
T5	2.72	4	0.23	B
T1	2.14	4	0.23	C
T3	2.05	4	0.23	C
T4	2.00	4	0.23	C
T7	1.92	4	0.23	C
T2	1.80	4	0.23	C
TA	1.29	4	0.23	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 2. Análisis de varianza para longitud de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.



De acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable longitud de brotes, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 4 y grafica 2, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L es estadísticamente superior al primer mes en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)

**Cuadro 5. Análisis de varianza para longitud de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18.51	12	1.54	3.43	0.0038
Repetición	5.80	3	1.93	4.30	0.0133
Tratamiento	12.72	9	1.41	3.14	0.0101
Error	12.14	27	0.45		
Total	30.65	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

De acuerdo al cuadro 5 el análisis de varianza, efectuado a la variable longitud de brotes de papa, dado al segundo mes el cuadro indica que existió diferencia estadística significativa en lo relacionado con los tratamientos ya que presenta en la columna de probabilidad 0.0101, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, por tal razón se realizó la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

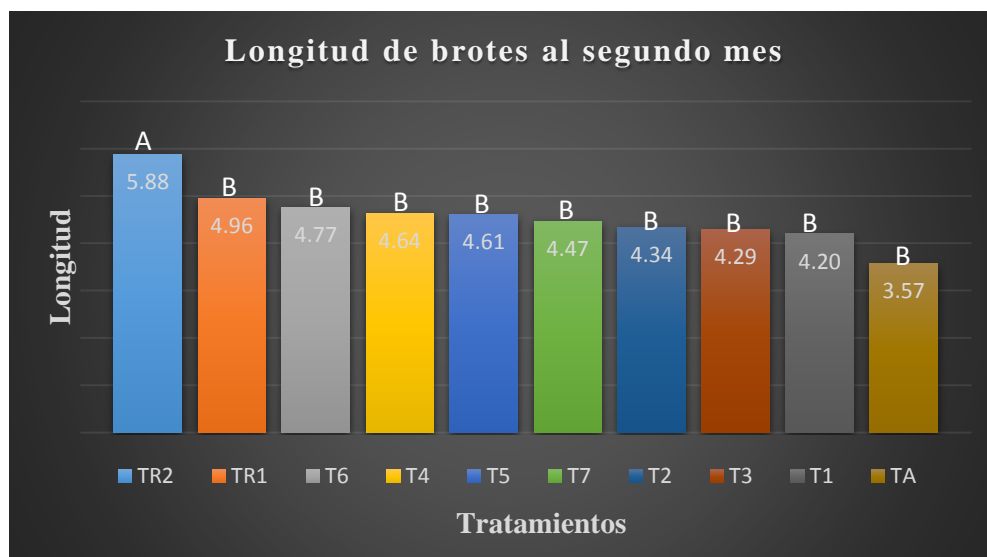
**Cuadro 6. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de longitud de brotes al segundo mes en la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
<b>TR2</b>	5.88	4	0.34	A
<b>TR1</b>	4.96	4	0.34	B
<b>T6</b>	4.77	4	0.34	B
<b>T4</b>	4.64	4	0.34	B
<b>T5</b>	4.61	4	0.34	B
<b>T7</b>	4.47	4	0.34	B
<b>T2</b>	4.34	4	0.34	B
<b>T3</b>	4.29	4	0.34	B
<b>T1</b>	4.20	4	0.34	B
<b>TA</b>	3.57	4	0.34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 3. Análisis de varianza para longitud de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

En el cuadro 6 y grafica 3 de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable longitud de brotes, realizando la prueba de discriminación de medias por el método DGC, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L al segundo mes es estadísticamente superior en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

**Cuadro 7. Análisis de varianza para longitud de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	35.85	12	2.99	7.07	<0.0001
Repetición	11.78	3	3.93	9.29	0.0002
Tratamiento	24.08	9	2.68	6.33	0.0001
Error	11.41	27	0.42		
Total	47.26	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

En el cuadro 7 se observa el análisis de varianza, efectuado a la variable longitud de brotes de papa, dado al tercer mes el cuadro indica que existió diferencia estadística altamente significativa en lo relacionado con los tratamientos presentando en la columna de probabilidad 0.0001, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una

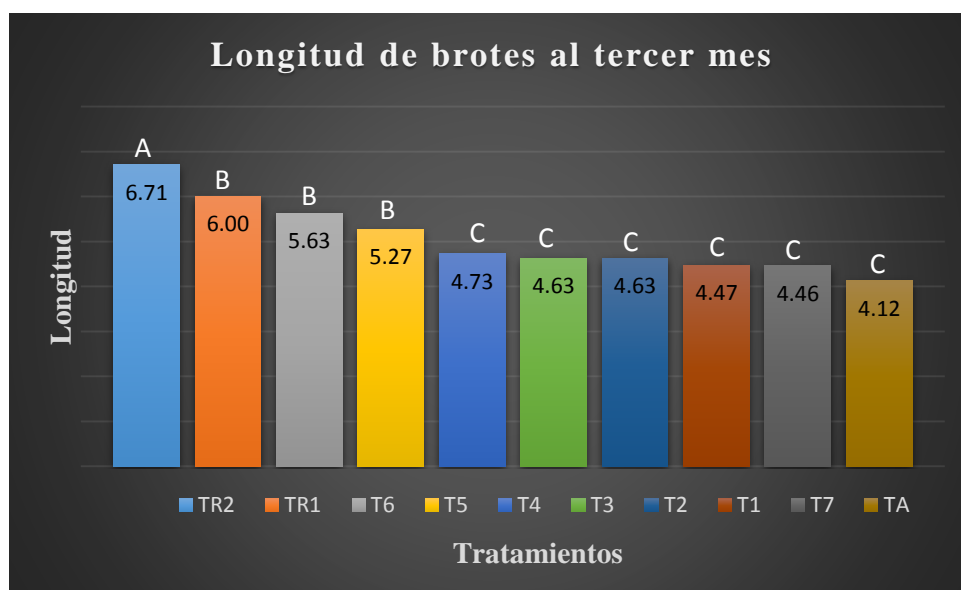
diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, realizando la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

**Cuadro 8. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de longitud de brotes al tercer mes en la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	6.71	4	0.33	A
TR1	6.00	4	0.33	B
T5	5.63	4	0.33	B
T6	5.27	4	0.33	B
T4	4.73	4	0.33	C
T3	4.63	4	0.33	C
T2	4.63	4	0.33	C
T1	4.47	4	0.33	C
T7	4.46	4	0.33	C
TA	4.12	4	0.33	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )  
 Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 4. Análisis de varianza para longitud de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

El efecto causado por el etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), para la variable longitud de brotes de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró que existe diferencia estadística, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 8 y grafica 4, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L es estadísticamente superior al tercer mes.

## VARIABLE: DIÁMETRO DE BROTES

**Cuadro 9. Análisis de varianza para diámetro de brotes a los siete días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.55	12	0.21	2.68	0.0161
Repetición	1.06	3	0.35	4.44	0.0116
Tratamiento	1.50	9	0.17	2.10	0.0658
Error	2.14	27	0.08		
<b>Total</b>	<b>4.69</b>	<b>39</b>			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

El análisis de varianza, efectuado a la variable diámetro de brotes de papa, dado a los siete días el cuadro 9 indica que no existió diferencia estadística en lo relacionado con los tratamientos ya que presenta en la columna de probabilidad 0.0658, es decir que no existe ningún tratamiento que presente una diferencia.

**Cuadro 10. Análisis de varianza para diámetro de brotes a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.76	12	0.23	2.56	0.0209
Repetición	1.65	3	0.55	6.13	0.0026
Tratamiento	1.11	9	0.12	1.37	0.2511
Error	2.43	27	0.09		
<b>Total</b>	<b>5.19</b>	<b>39</b>			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

El análisis de varianza, efectuado a la variable diámetro de brotes de papa, dado los catorce días el cuadro 10 indica que no existió diferencia estadística en lo relacionado con los tratamientos en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para diámetro de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.22	12	0.60	4.68	0.0004
Repetición	2.44	3	0.81	6.34	0.0022
Tratamiento	4.78	9	0.53	4.15	0.0019
Error	3.46	27	0.13		
Total	10.68	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

En el cuadro 3 se presenta el ANDEVA para la variable diámetro de brotes, realizado al primer mes, en el que se puede observar que en la columna del valor  $p < 0.0019$  es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 por lo que se determina que estadísticamente es altamente significativa, es decir que en el caso de la variedad de papa Loman existe al menos un fruto climatérico que proporciona al primer mes una mayor calidad de brotes.

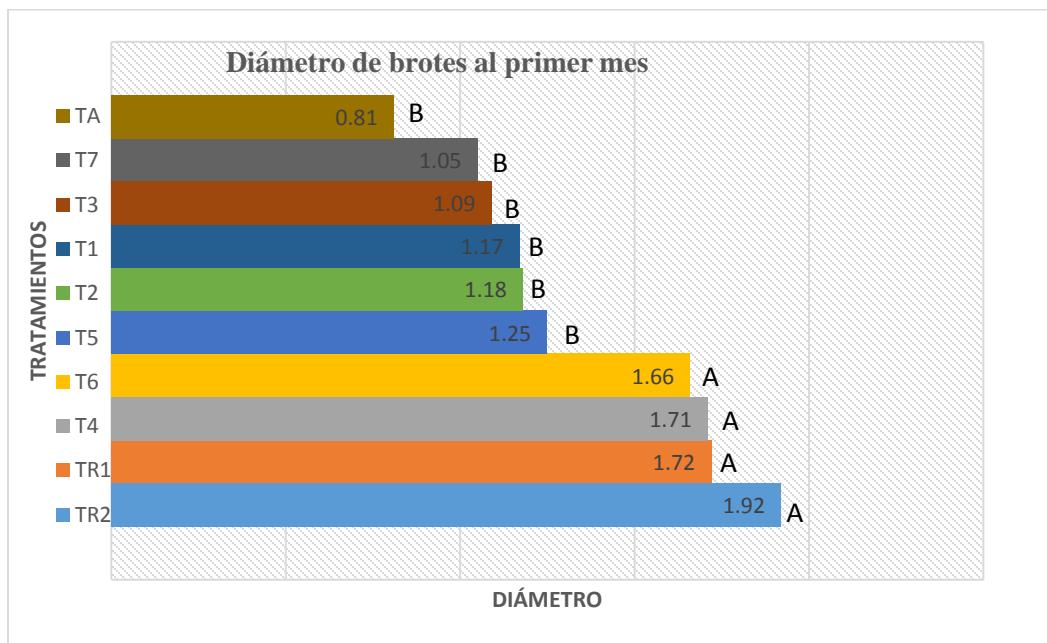
**Cuadro 12. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de diámetro de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	1.92	4	0.18	A
TR1	1.72	4	0.18	A
T4	1.71	4	0.18	A
T6	1.66	4	0.18	A
T5	1.25	4	0.18	B
T2	1.18	4	0.18	B
T1	1.17	4	0.18	B
T3	1.09	4	0.18	B
T7	1.05	4	0.18	B
TA	0.81	4	0.18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 5. Análisis de varianza para diámetro de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

En el cuadro 12 y la gráfica 5 se presentan los resultados del análisis de discriminación de medias (0.05) en el cual se puede observar la formación de dos grupos. El primer grupo y superior estadísticamente al resto de los tratamientos en cuanto al etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo a la variable diámetro de brotes está formado por los tratamientos Ethrel 500 ml/100L, Ethrel 400 ml/100L, Melocotón (*Prunus pérsica*), Tomate (*Solanum lycopersicum*) El segundo grupo está conformado por los tratamientos, Pera (*Pyrus communis*), Banano (*Musa paradisiaca*), Manzana (*Malus communis*), Aguacate (*Persea americana*), Kiwi (*Actinidia deliciosa*) y tubérculo sin aplicación.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para diámetro de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.07	12	0.34	3.78	0.0020
Repetición	1.12	3	0.37	4.17	0.0150
Tratamiento	2.95	9	0.33	3.65	0.0043
Error	2.42	27	0.09		
Total	6.49	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

De acuerdo al cuadro 13 el análisis de varianza, efectuado a la variable diámetro de brotes de papa, dado al segundo mes el cuadro indica que existió diferencia estadística significativa en lo relacionado con los tratamientos ya que presenta en la columna de probabilidad 0.0043, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, por tal razón se realizó la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

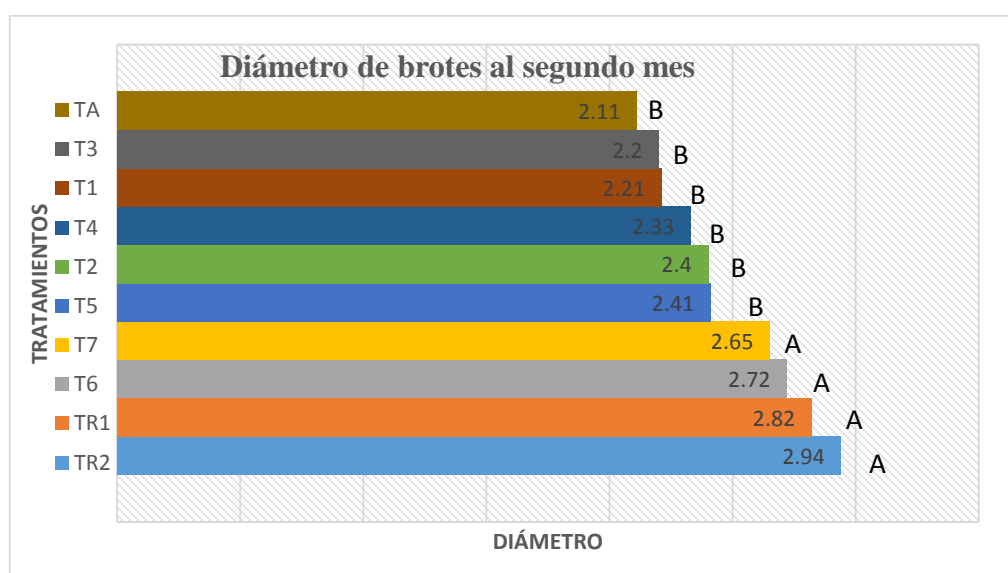
**Cuadro 14. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de diámetro de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	2.94	4	0.15	A
TR1	2.82	4	0.15	A
T6	2.72	4	0.15	A
T7	2.65	4	0.15	A
T5	2.41	4	0.15	B
T2	2.40	4	0.15	B
T4	2.33	4	0.15	B
T1	2.21	4	0.15	B
T3	2.20	4	0.15	B
TA	2.11	4	0.15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 6. Análisis de varianza para diámetro de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

El efecto causado por el etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), para la variable diámetro de brotes de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró que existe diferencia estadística, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 14 y grafica 6, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L, TR1 Ethrel 400 ml/100L, T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*) y T7 Kiwi (*Actinidia deliciosa*) son estadísticamente superiores al segundo mes.

**Cuadro 15. Análisis de varianza para diámetro de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.72	12	0.64	1.53	0.1731
Repetición	0.78	3	0.26	0.62	0.6061
Tratamiento	6.93	9	0.77	1.84	0.1075
Error	11.33	27	0.42		
Total	19.05	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

El análisis de varianza, efectuado a la variable diámetro de brotes de papa, dado al tercer mes el cuadro 15 indica que no existió diferencia estadística en lo relacionado con los tratamientos en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman.

#### VARIABLE: NÚMERO DE BROTES

**Cuadro 16. Análisis de varianza para número de brotes a los siete días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.69	12	1.06	10.68	<0.0001
Repetición	3.37	3	1.12	11.35	0.0001
Tratamiento	9.32	9	1.04	10.45	<0.0001
Error	2.67	27	0.10		
Total	15.36	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

En el cuadro 16 se observa el ANDEVA realizado a la variable número de brotes, se puede observar el valor  $p < 0.0001$  es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 y por tanto implica que existió diferencia altamente significativa entre los tratamientos, teniendo al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, por tal razón se realizó la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.



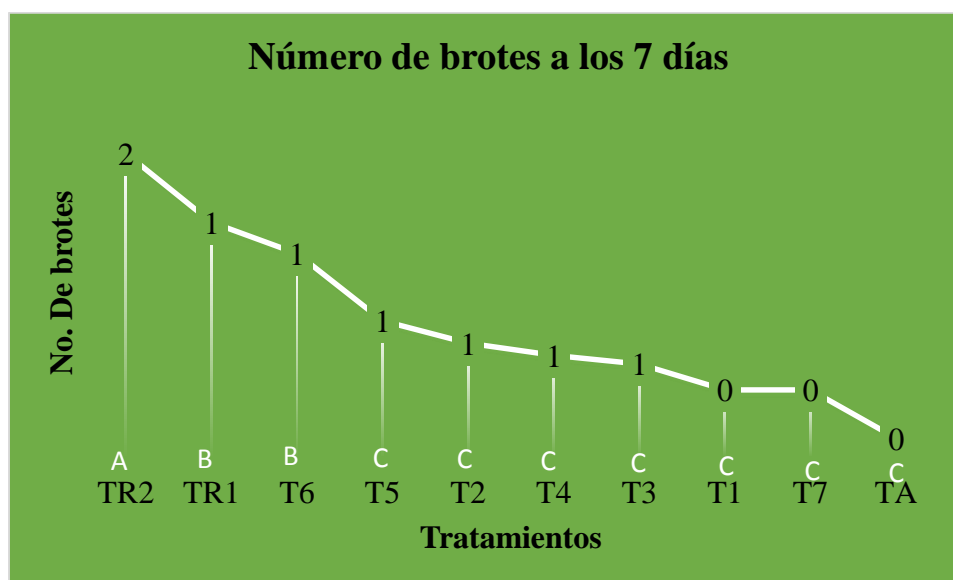
**Cuadro 17. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de número de brotes a los siete días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	1.75	4	0.16	A
TR1	1.35	4	0.16	B
T6	1.17	4	0.16	B
T5	0.78	4	0.16	C
T2	0.65	4	0.16	C
T4	0.58	4	0.16	C
T3	0.53	4	0.16	C
T1	0.38	4	0.16	C
T7	0.38	4	0.16	C
TA	0.10	4	0.16	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 7. Análisis de varianza para número de brotes a los siete días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

El efecto causado por el etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), para la variable número de brotes de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró que existe diferencia estadística, realizando la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 17 y grafica 7, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L es estadísticamente superior a los 7 días.

**Cuadro 18. Análisis de varianza para número de brotes a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23.57	12	1.96	7.20	<0.0001
Repetición	17.93	3	5.98	21.90	<0.0001
Tratamiento	5.64	9	0.63	2.30	0.0460
Error	7.37	27	0.27		
Total	30.94	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

En el cuadro 18 se presenta el ANDEVA para la variable número de brotes, realizado a los catorce días, en el que se puede observar que en la columna del valor  $p=0.0460$  es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 por lo que se determina que estadísticamente es significativa, realizando la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

**Cuadro 19. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de número de brotes a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	2.63	4	0.26	A
TR1	2.08	4	0.26	B
T6	1.95	4	0.26	B
T3	1.85	4	0.26	B
T7	1.68	4	0.26	B
T4	1.65	4	0.26	B
T2	1.58	4	0.26	B
T1	1.40	4	0.26	B
TA	1.35	4	0.26	B
T5	1.35	4	0.26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 8. Análisis de varianza para número de brotes a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

De acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable número de brotes, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 19 y grafica 8, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L es estadísticamente superior a los catorce días en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

**Cuadro 20. Análisis de varianza para número de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33.54	12	2.79	9.05	<0.0001
Repetición	26.23	3	8.74	28.30	<0.0001
Tratamiento	7.31	9	0.81	2.63	0.0251
Error	8.34	27	0.31		
Total	41.88	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

En el cuadro 20 se observa el análisis de varianza, efectuado a la variable número de brotes de papa, dado al primer mes el cuadro indica que existió diferencia estadística altamente significativa en lo relacionado con los tratamientos presentando en la columna de probabilidad 0.0251, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, realizando la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

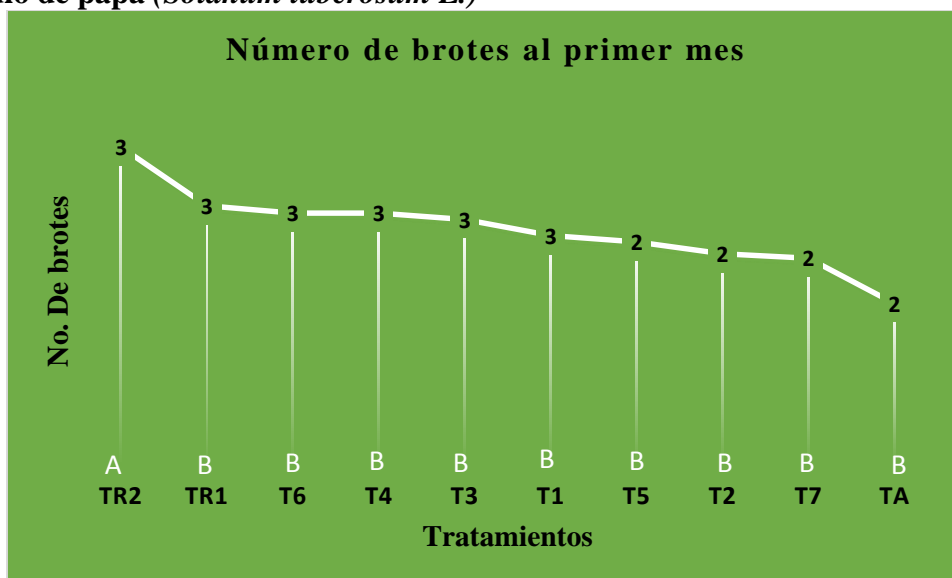
**Cuadro 21. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de número de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	3.48	4	0.28	A
TR1	2.83	4	0.28	B
T6	2.75	4	0.28	B
T4	2.75	4	0.28	B
T3	2.68	4	0.28	B
T1	2.50	4	0.28	B
T5	2.45	4	0.28	B
T2	2.30	4	0.28	B
T7	2.25	4	0.28	B
TA	1.75	4	0.28	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 9. Análisis de varianza para número de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

En el cuadro 21 y grafica 9 de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable número de brotes, realizando la prueba de discriminación de medias por el método DGC, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L al primer mes es estadísticamente superior en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)

**Cuadro 22. Análisis de varianza para número de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33.08	12	2.76	6.04	0.0001
Repetición	4.46	3	1.49	3.25	0.0371
Tratamiento	28.63	9	3.18	6.96	<0.0001
Error	12.33	27	0.46		
<b>Total</b>	<b>45.41</b>	<b>39</b>			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

En el cuadro 22 se observa el análisis de varianza, efectuado a la variable número de brotes de papa, dado al segundo mes el cuadro indica que existió diferencia estadística altamente significativa en lo relacionado con los tratamientos presentando en la columna de probabilidad 0.0001, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, realizando la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

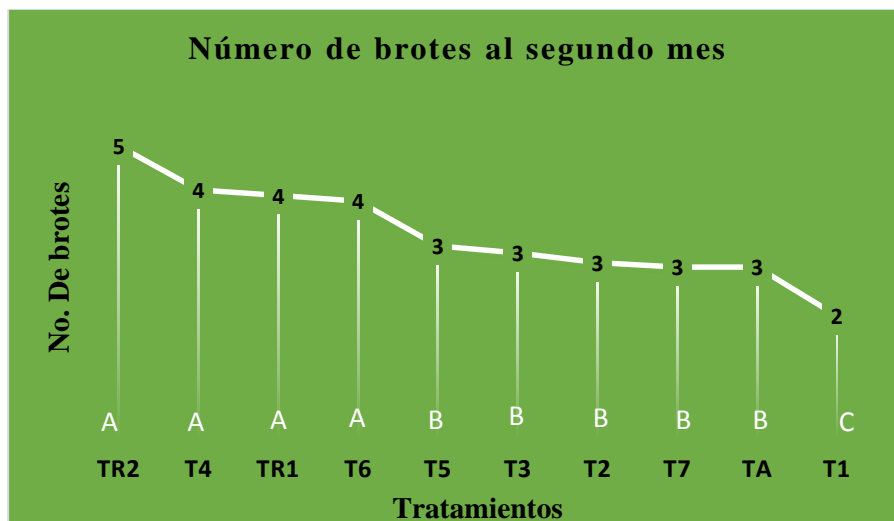
**Cuadro 23. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de número de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
<b>TR2</b>	5.16	4	0.34	A
<b>T4</b>	4.38	4	0.34	A
<b>TR1</b>	4.28	4	0.34	A
<b>T6</b>	4.18	4	0.34	A
<b>T5</b>	3.38	4	0.34	B
<b>T3</b>	3.25	4	0.34	B
<b>T2</b>	3.08	4	0.34	B
<b>T7</b>	3.00	4	0.34	B
<b>TA</b>	3.00	4	0.34	B
<b>T1</b>	2.13	4	0.34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 10. Análisis de varianza para número de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

El efecto causado por el etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), para la variable longitud de brotes de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró que existe diferencia estadística, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 23 y grafica 10, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L, T4 Melocotón (*Prunus pérsica*), TR1 y T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*), son estadísticamente superiores al segundo mes.

**Cuadro 24. Análisis de varianza para número de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	32.42	12	2.70	4.58	0.0005
Repetición	9.94	3	3.31	5.62	0.0040
Tratamiento	22.47	9	2.50	4.23	0.0017
Error	15.93	27	0.59		
Total	48.35	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

En el cuadro 24 se observa el análisis de varianza, efectuado a la variable número de brotes de papa, dado al tercer mes el cuadro indica que existió diferencia estadística altamente significativa en lo relacionado con los tratamientos presentando en la columna de probabilidad 0.0017, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una

diferencia con respecto a los demás en la cantidad de los brotes de papa de la variedad Loman, realizando la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC

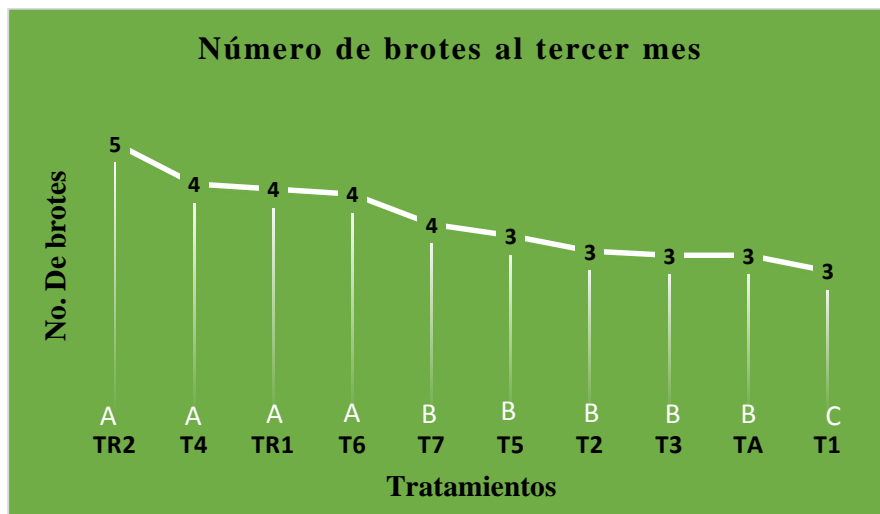
**Cuadro 25. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de número de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	N	E.E	DGC
TR2	5.20	4	0.38	A
T4	4.50	4	0.38	A
TR1	4.45	4	0.38	A
T6	4.30	4	0.38	A
T7	3.60	4	0.38	B
T5	3.38	4	0.38	B
T2	3.08	4	0.38	B
T3	3.00	4	0.38	B
TA	3.00	4	0.38	B
T1	2.70	4	0.38	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

**Grafica 11. Análisis de varianza para número de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

El efecto causado por el etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), para la variable número de brotes de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró que existe diferencia estadística, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 25 y grafica 11, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L, T4 Melocotón

(*Prunus pérsica*), TR1 y T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*), son estadísticamente superiores al tercer mes.

## VARIABLE: PORCENTAJE DE BROTAÇÃO

**Cuadro 26. Análisis de varianza para porcentaje de brotación a los siete días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13030.00	12	1085.83	2.98	0.0090
Repetición	3827.50	3	1275.83	3.50	0.0290
Tratamiento	9202.50	9	1022.50	2.80	0.0184
Error	9847.50	27	364.72		
Total	22877.50	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

De acuerdo al cuadro 26 el análisis de varianza, efectuado a la variable porcentaje de brotación de papa, dado a los siete días el cuadro indica que existió diferencia estadística significativa en lo relacionado con los tratamientos ya que presenta en la columna de probabilidad 0.0184, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás.

**Cuadro 27. Análisis de discriminación de medias por el método DGC porcentaje de brotación a los siete días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
<b>TR2</b>	60.00	4	9.55	A
<b>TR1</b>	42.50	4	9.55	B
<b>T6</b>	35.00	4	9.55	B
<b>T4</b>	35.00	4	9.55	B
<b>T5</b>	32.50	4	9.55	B
<b>T7</b>	30.00	4	9.55	B
<b>T1</b>	22.50	4	9.55	B
<b>T3</b>	17.50	4	9.55	B
<b>T2</b>	15.00	4	9.55	B
<b>TA</b>	2.50	4	9.55	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

De acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable porcentaje de brotación, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 27, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L es estadísticamente superior a los siete días en el



efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)

**Cuadro 28. Análisis de varianza para porcentaje de brotación a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17660.00	12	1471.67	5.78	0.0001
Repetición	8347.50	3	2782.50	10.92	0.0001
Tratamiento	9312.50	9	1034.72	4.06	0.0022
Error	6877.50	27	254.72		
Total	24537.50	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

En el cuadro 28 se presenta el ANDEVA para la variable porcentaje de brotes, realizado al primer mes, en el que se puede observar que en la columna del valor  $p=0.0022$  es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 por lo que se determina que estadísticamente es altamente significativa.

**Cuadro 29. Análisis de discriminación de medias por el método DGC porcentaje de brotación a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
<b>TR2</b>	72.50	4	7.98	A
<b>TR1</b>	60.00	4	7.98	B
<b>T6</b>	55.00	4	7.98	B
<b>T5</b>	55.00	4	7.98	B
<b>T3</b>	50.00	4	7.98	B
<b>T4</b>	45.00	4	7.98	B
<b>T7</b>	40.00	4	7.98	B
<b>T1</b>	37.50	4	7.98	B
<b>T2</b>	32.50	4	7.98	B
<b>TA</b>	15.00	4	7.98	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

El efecto causado por el etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), para la variable porcentaje de brotación de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró que existe diferencia estadística altamente significativa, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 29, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L es estadísticamente superior a los 14 días.

**LOCALIDAD: ALDEA SANTA LUCIA IXCAMAL SAN MARCOS**  
**VARIABLE: DÍAS AL INICIO DE LA BROTAÇÃO**

**Cuadro 30. Análisis de varianza para días al inicio de la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	45.18	9	5.02	11.30	<0.0001
Tratamiento	45.18	9	5.02	11.30	<0.0001
Error	13.32	30	0.44		
<b>Total</b>	<b>58.50</b>	<b>39</b>			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018.

En el cuadro 30 se observa el ANDEVA realizado a los días al inicio de la brotación, se puede observar el valor  $p < 0.0001$  es menor al nivel de significancia de la prueba 0.05 y por tanto implica que existió diferencia altamente significativa entre los tratamientos, por lo que se acepta la hipótesis general y la hipótesis 1 y se establece que los frutos climatéricos generadores de etileno utilizados como fuentes logaron estimular el periodo de brotación múltiple del tubérculo- semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), de la variedad loman.

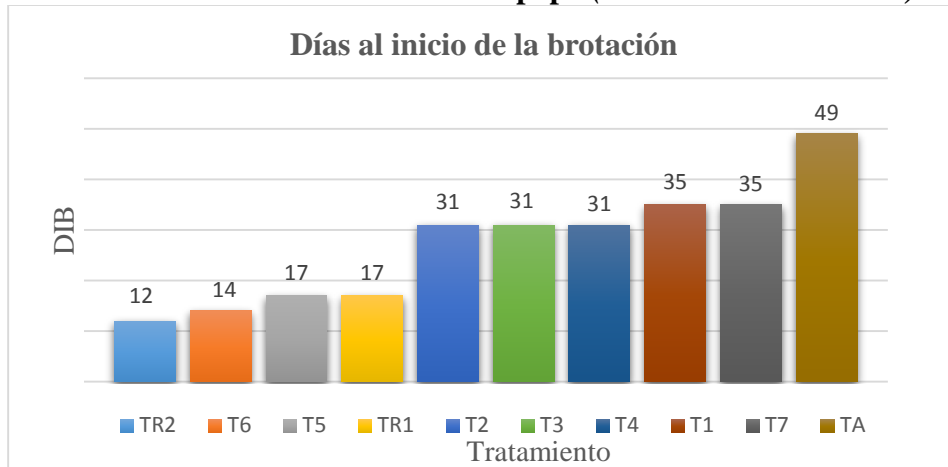
**Cuadro 31. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de días al inicio de la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
<b>TR2</b>	3.54	4	0.33	A
<b>T6</b>	3.81	4	0.33	A
<b>T5</b>	4.19	4	0.33	A
<b>TR1</b>	4.19	4	0.33	A
<b>T2</b>	5.63	4	0.33	B
<b>T3</b>	5.63	4	0.33	B
<b>T4</b>	5.63	4	0.33	B
<b>T1</b>	5.67	4	0.33	B
<b>T7</b>	5.93	4	0.33	B
<b>TA</b>	7.02	4	0.33	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

**Grafica 12. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de días al inicio de la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**



Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 31 y la gráfica 12 se presenta el análisis de discriminación de medias por el método DGC en el que se puede observar 3 grupos, el grupo A que estadísticamente es superior corresponde a los tratamientos: TR2, T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*), T5 Pera (*Pyrus communis*), TR1, el grupo B formado por T2 Banano (*Musa paradisiaca*), T3 Aguacate (*Persea americana*), T4 Melocotón (*Prunus pérsica*), T1 Manzana (*Malus communis*), T7 Kiwi (*Actinidia deliciosa*) y el grupo C TA (Tubérculo sin aplicación), por lo que a través de los resultados obtenidos se considera que para la variedad de papa Loman el fruto climatérico generador de etileno que logro estimular el periodo de brotación múltiple del tubérculo- semilla fue el tomate (*Solanumlycopersicum*).

#### VARIABLE: LONGITUD DE BROTES

**Cuadro 32. Análisis de varianza para longitud de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.64	12	1.05	10.30	<0.0001
Repetición	0.55	3	0.18	1.79	0.0093
Tratamiento	12.09	9	1.34	13.14	<0.0001
Error	2.76	27	0.10		
<b>Total</b>	<b>15.40</b>	<b>39</b>			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 32 se observa el análisis de varianza, efectuado a la variable longitud de brotes de papa, dado al primer mes el cuadro indica que existió diferencia estadística altamente significativa en lo relacionado con los tratamientos presentando en la columna de probabilidad  $<0.0001$ , es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, realizando la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

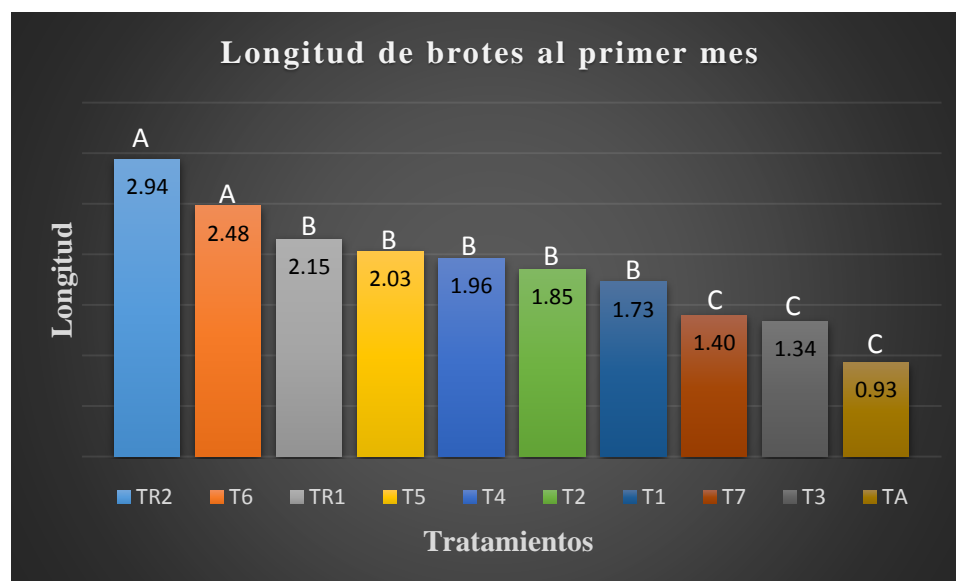
**Cuadro 33. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de longitud de brotes al primer mes en la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	2.94	4	0.16	A
T6	2.48	4	0.16	A
TR1	2.15	4	0.16	B
T5	2.03	4	0.16	B
T4	1.96	4	0.16	B
T2	1.85	4	0.16	B
T1	1.73	4	0.16	B
T7	1.40	4	0.16	C
T3	1.34	4	0.16	C
TA	0.93	4	0.16	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

**Grafica 13. Análisis de varianza para longitud de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 33 y grafica 13 de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable longitud de brotes, realizando la prueba de discriminación de medias por el método DGC, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100Ly T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*), al primer mes son estadísticamente superiores en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)

**Cuadro 34. Análisis de varianza para longitud de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	44.40	12	3.70	13.50	<0.0001
Repetición	12.20	3	4.07	14.83	<0.0001
Tratamiento	32.21	9	3.58	13.05	<0.0001
Error	7.40	27	0.27		
Total	51.81	39			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 34 se presenta el ANDEVA para la variable longitud de brotes, realizado al primer mes, en el que se puede observar que en la columna del valor  $p < 0.0001$  es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 por lo que se determina que estadísticamente es altamente significativa.

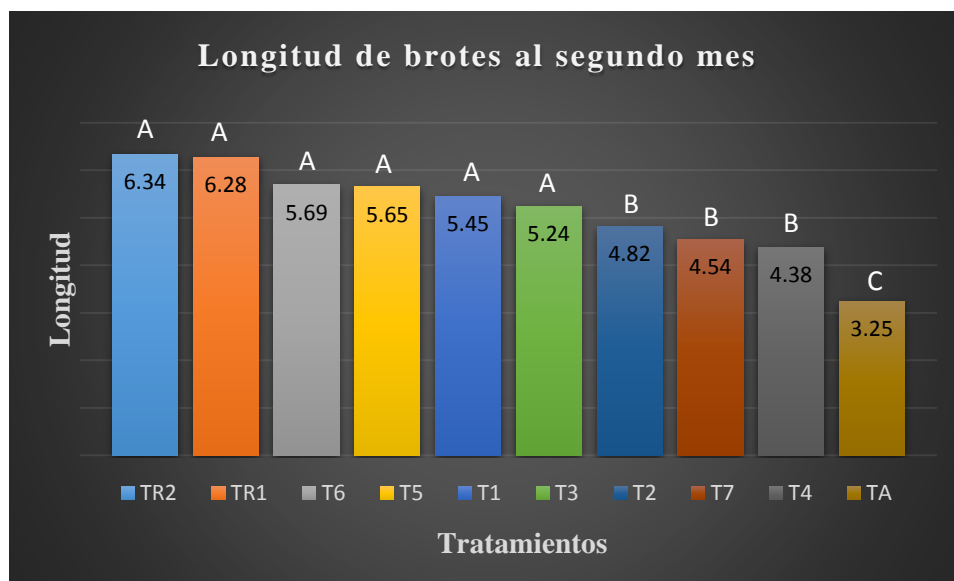
**Cuadro 35. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de longitud de brotes al segundo mes en la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	6.34	4	0.26	A
TR1	6.28	4	0.26	A
T6	5.69	4	0.26	A
T5	5.65	4	0.26	A
T1	5.45	4	0.26	A
T3	5.24	4	0.26	A
T2	4.82	4	0.26	B
T7	4.54	4	0.26	B
T4	4.38	4	0.26	B
TA	3.25	4	0.26	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

**Grafica 14. Análisis de varianza para longitud de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

En el cuadro 35 y grafica 14 de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable longitud de brotes, realizando la prueba de discriminación de medias por el método DGC, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L. TR1, T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*), T5 Pera (*Pyrus communis*), T1 Manzana (*Malus communis*) y T3 Aguacate (*Persea americana*), al segundo mes son estadísticamente superiores en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

**Cuadro 36. Análisis de varianza para longitud de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	110.24	12	9.19	19.86	<0.0001
Repetición	12.69	3	4.23	9.15	0.0002
Tratamiento	97.55	9	10.84	23.44	<0.0001
Error	12.49	27	0.46		
<b>Total</b>	<b>122.73</b>	<b>39</b>			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 36 se observa el ANDEVA realizado a la variable longitud de brotes, se puede observar el valor  $p < 0.0001$  es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 y por tanto implica que existió diferencia altamente significativa entre los tratamientos, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, por tal razón se realizó la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

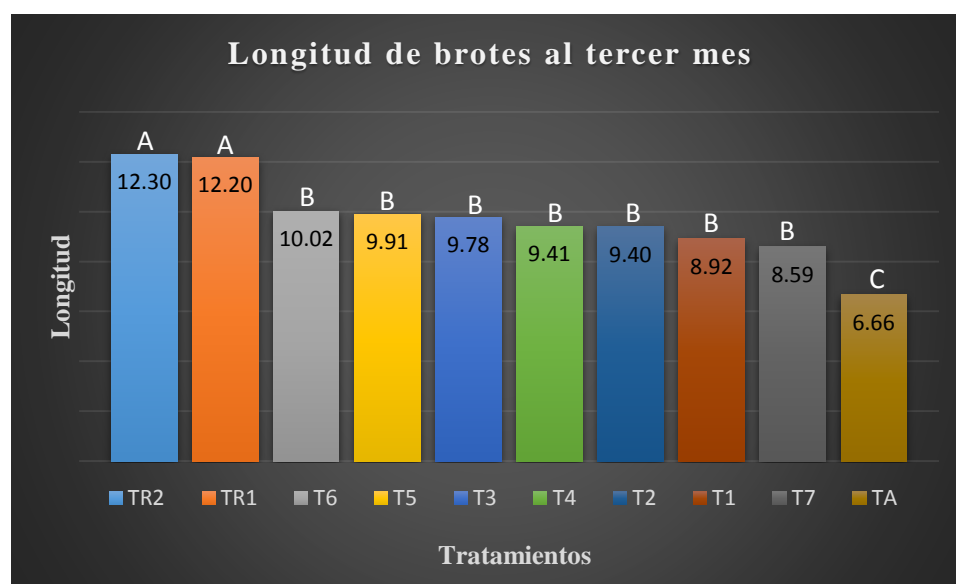
**Cuadro 37. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de longitud de brotes al tercer mes en la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	12.30	4	0.34	A
TR1	12.20	4	0.34	A
T6	10.02	4	0.34	B
T5	9.91	4	0.34	B
T3	9.78	4	0.34	B
T4	9.41	4	0.34	B
T2	9.40	4	0.34	B
T1	8.92	4	0.34	B
T7	8.59	4	0.34	B
TA	6.66	4	0.34	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

**Grafica 15. Análisis de varianza para longitud de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018.

El efecto causado por el etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), para la variable longitud de brotes de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró que existe diferencia estadística, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 37 y grafica 15, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L y TR1 son estadísticamente superiores al tercer mes.

## VARIABLE: DIÁMETRO DE BROTES

**Cuadro 38. Análisis de varianza para diámetro de brotes a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.23	12	0.60	1.54	0.1708
Repetición	2.40	3	0.80	2.04	0.1318
Tratamiento	4.83	9	0.54	1.37	0.2492
Error	10.57	27	0.39		
Total	17.80	39			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

El análisis de varianza, efectuado a la variable diámetro de brotes de papa, dado a los catorce días el cuadro 38 indica que no existió diferencia estadística en lo relacionado con los tratamientos ya que presenta en la columna de probabilidad 0.2492, es decir que no existe ningún tratamiento que presente una diferencia.

**Cuadro 39. Análisis de varianza para diámetro de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.85	12	1.07	4.07	0.0012
Repetición	4.78	3	1.59	6.07	0.0027
Tratamiento	8.06	9	0.90	3.41	0.0064
Error	7.10	27	0.26		
Total	19.95	39			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

De acuerdo al cuadro 39 el análisis de varianza, efectuado a la variable longitud de brotes de papa, dado al primer mes el cuadro indica que existió diferencia estadística significativa en lo relacionado con los tratamientos ya que presenta en la columna de probabilidad 0.0064, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad



Loman, por tal razón se realizó la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

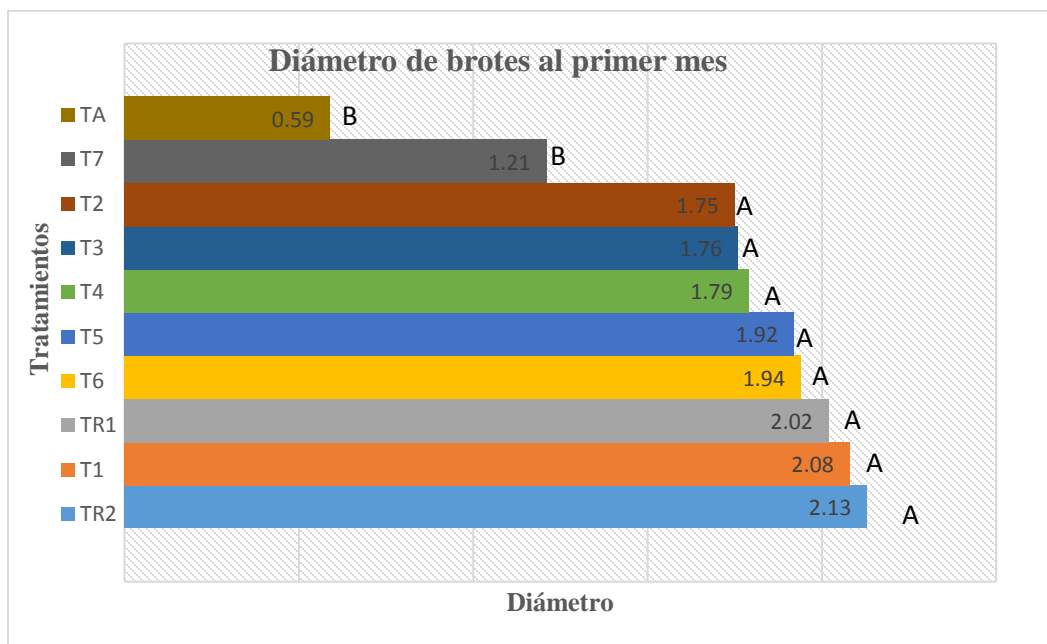
**Cuadro 40. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de diámetro de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	2.13	4	0.26	A
T1	2.08	4	0.26	A
TR1	2.02	4	0.26	A
T6	1.94	4	0.26	A
T5	1.92	4	0.26	A
T4	1.79	4	0.26	A
T3	1.76	4	0.26	A
T2	1.75	4	0.26	A
T7	1.21	4	0.26	B
TA	0.59	4	0.26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018.

**Grafica 16. Análisis de varianza para diámetro de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**



Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 40 y grafica 16 de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable diámetro de brotes, realizando la prueba de

discriminación de medias por el método DGC, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L, T1 Manzana (*Malus communis*), TR1, T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*), T5 Pera (*Pyrus communis*), T4 Melocotón (*Prunus pérsica*), T3 Aguacate (*Persea americana*), T2 Banano (*Musa paradisiaca*), al primer mes son estadísticamente superiores en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)

**Cuadro 41. Análisis de varianza para diámetro de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26.93	12	2.24	5.84	0.0001
Repetición	7.90	3	2.63	6.85	0.0014
Tratamiento	19.04	9	2.12	5.51	0.0003
Error	10.37	27	0.38		
Total	37.31	39			

Fuente: Investigación ICTA, 2,018

En el cuadro 41 se presenta el ANDEVA para la variable diámetro de brotes, realizado al segundo mes, en el que se puede observar que en la columna del valor  $p$  0.0003 es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 por lo que se determina que estadísticamente es altamente significativa, por tal razón se realizó la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

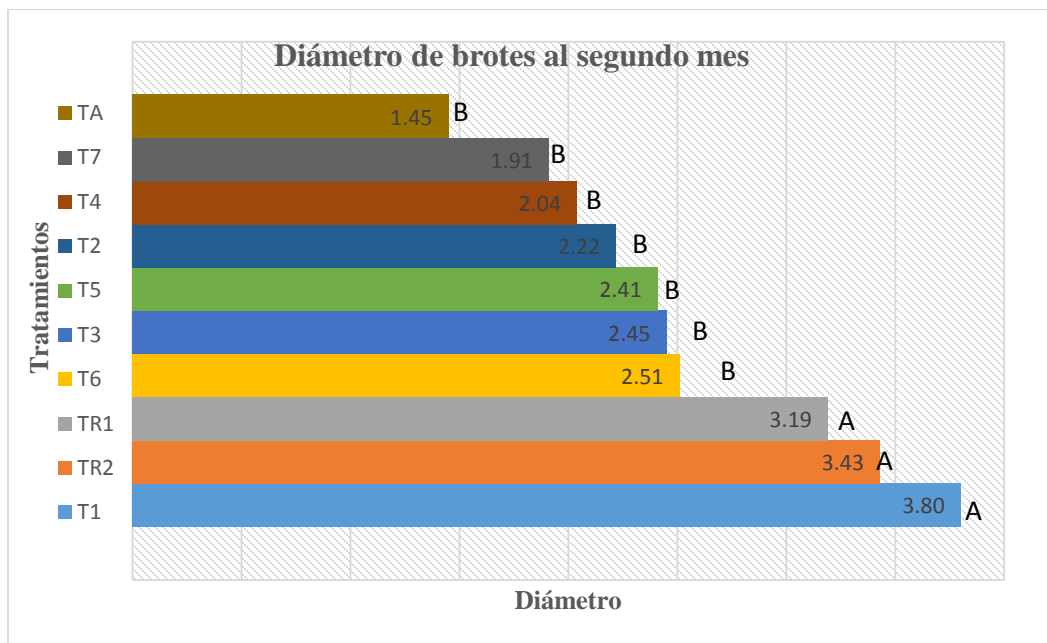
**Cuadro 42. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de diámetro de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
<b>T1</b>	3.80	4	0.31	A
<b>TR2</b>	3.43	4	0.31	A
<b>TR1</b>	3.19	4	0.31	A
<b>T6</b>	2.51	4	0.31	B
<b>T3</b>	2.45	4	0.31	B
<b>T5</b>	2.41	4	0.31	B
<b>T2</b>	2.22	4	0.31	B
<b>T4</b>	2.04	4	0.31	B
<b>T7</b>	1.91	4	0.31	B
<b>TA</b>	1.45	4	0.31	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

**Grafica 17. Análisis de varianza para diámetro de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación ICTA, 2,018.

En el cuadro 42 y grafica 17 de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable longitud de brotes, realizando la prueba de discriminación de medias por el método DGC, en el que se puede observar que el tratamiento T1 Manzana (*Maluscommunis*). TR2 y TR1 al segundo mes son estadísticamente superiores en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

**Cuadro 43. Análisis de varianza para diámetro de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	31.63	12	2.64	1.35	0.2498
Repetición	13.93	3	4.64	2.38	0.0921
Tratamiento	17.70	9	1.97	1.01	0.4592
Error	52.78	27	1.95		
Total	84.42	39			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

El análisis de varianza, efectuado a la variable diámetro de brotes de papa, dado al tercer mes el cuadro 43 indica que no existió diferencia estadística en lo relacionado con los tratamientos ya que presenta en la columna de probabilidad 0.4592, es decir que no existe ningún tratamiento que presente una diferencia.

#### VARIABLE: NÚMERO DE BROTES

**Cuadro 44. Análisis de varianza para número de brotes a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	57.28	12	4.77	2.90	0.0104
Repetición	15.49	3	5.16	3.14	0.0415
Tratamiento	41.78	9	4.64	2.82	0.0177
Error	44.37	27	1.64		
Total	101.65	39			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 44 se observa el análisis de varianza, efectuado a la variable número de brotes de papa, dado a los catorce días el cuadro indica que existió diferencia estadística significativa en lo relacionado con los tratamientos presentando en la columna de probabilidad 0.0177, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, por lo que se acepta la hipótesis 2 y se establece que los frutos climatéricos generadores de etileno utilizados como fuentes lograron proporcionar una mayor cantidad de brotes en el tubérculo- semilla de papa.

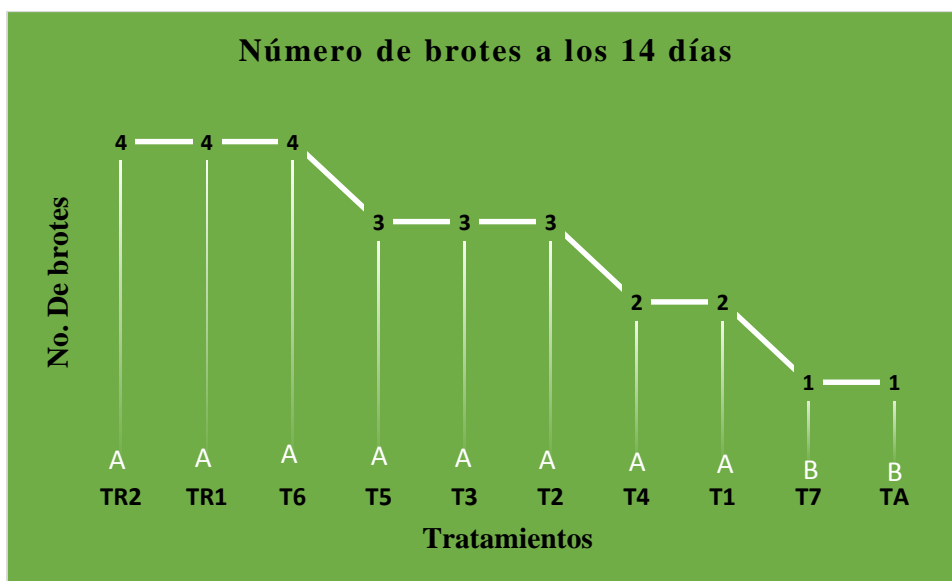
**Cuadro 45. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de número de brotes a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	4.30	4	0.64	A
TR1	4.18	4	0.64	A
T6	4.08	4	0.64	A
T5	3.37	4	0.64	A
T3	3.15	4	0.64	A
T2	3.05	4	0.64	A
T4	2.75	4	0.64	A
T1	2.25	4	0.64	A
T7	1.55	4	0.64	B
TA	1.18	4	0.64	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

**Grafica 18. Análisis de varianza para número de brotes a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

De acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable número de brotes, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 45 y grafica 18, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L, TR1, T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*), T5 Pera (*Pyrus communis*), T3 Aguacate (*Persea americana*), T2 Banano (*Musa paradisiaca*), T4 Melocotón (*Prunus pérsica*) y T1 Manzana (*Malus communis*), son estadísticamente superiores a los catorce días en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

**Cuadro 46. Análisis de varianza para número de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	77.48	12	6.46	5.78	0.0001
Repetición	14.72	3	4.91	4.39	0.0122
Tratamiento	62.75	9	6.97	6.24	0.0001
Error	30.16	27	1.12		
Total	107.64	39			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 46 se presenta el ANDEVA para la variable número de brotes, realizado al primer mes, en el que se puede observar que en la columna del valor  $p < 0.0001$  es menor al nivel de significancia de la prueba 0.05 por lo que se determina que estadísticamente es

altamente significativa, por lo que se acepta la hipótesis 2 y se establece que los frutos climatéricos generadores de etileno utilizados como fuentes lograron proporcionar una mayor cantidad de brotes en el tubérculo- semilla de papa, por tal razón se realizó la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

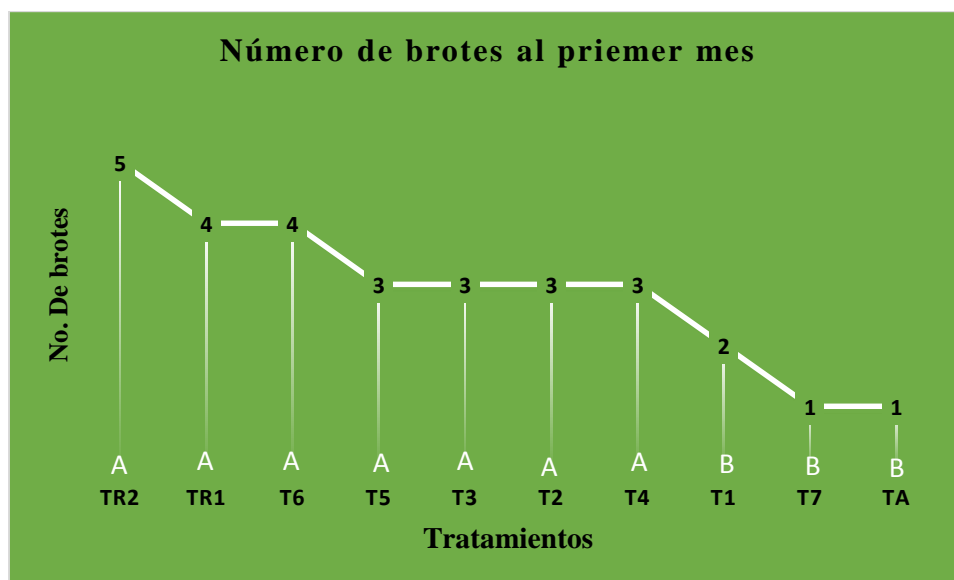
**Cuadro 47. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de número de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	5.05	4	0.53	A
TR1	4.93	4	0.53	A
T6	4.48	4	0.53	A
T5	3.98	4	0.53	A
T3	3.65	4	0.53	A
T2	3.55	4	0.53	A
T4	3.28	4	0.53	A
T1	2.23	4	0.53	B
T7	1.75	4	0.53	B
TA	1.18	4	0.53	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

**Grafica 19. Análisis de varianza para número de brotes al primer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**



Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 47 y grafica 19 de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable número de brotes, realizando la prueba de discriminación de medias por el método DGC, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L TR1 T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*), T5 Pera (*Pyrus communis*), T3 Aguacate (*Persea americana*), T2 Banano (*Musa paradisiaca*) y T4 Melocotón (*Prunus pérsica*), al primer mes son estadísticamente superiores en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)

**Cuadro 48. Análisis de varianza para número de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	55.29	12	4.61	9.54	<0.0001
Repetición	23.01	3	7.67	15.89	<0.0001
Tratamiento	32.27	9	3.59	7.43	<0.0001
Error	13.03	27	0.48		
<b>Total</b>	<b>68.32</b>	<b>39</b>			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 48 se observa el análisis de varianza, efectuado a la variable número de brotes de papa, dado al segundo mes el cuadro indica que existió diferencia estadística altamente significativa en lo relacionado con los tratamientos presentando en la columna de probabilidad <0.0001, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, realizando la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

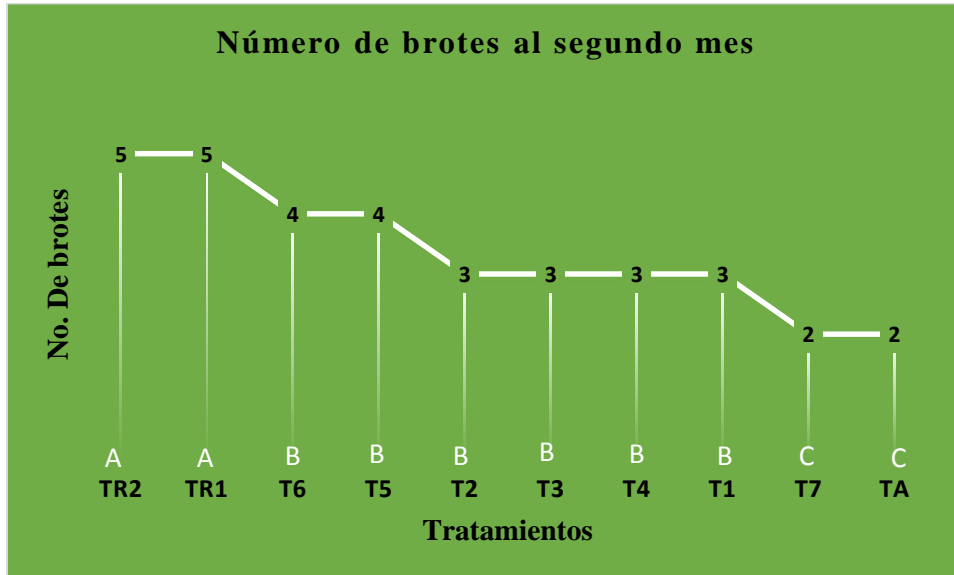
**Cuadro 49. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de número de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
<b>TR2</b>	5.75	4	0.35	A
<b>TR1</b>	5.13	4	0.35	A
<b>T6</b>	4.40	4	0.35	B
<b>T5</b>	4.00	4	0.35	B
<b>T2</b>	3.90	4	0.35	B
<b>T3</b>	3.78	4	0.35	B
<b>T4</b>	3.73	4	0.35	B
<b>T1</b>	3.38	4	0.35	B
<b>T7</b>	2.83	4	0.35	C
<b>TA</b>	2.70	4	0.35	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

**Grafica 20. Análisis de varianza para número de brotes al segundo mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**



Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

El efecto causado por el etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.), para la variable número de brotes de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró que existe diferencia estadística, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 49 y grafica 20, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L y TR1 son estadísticamente superiores al segundo mes.

**Cuadro 50. Análisis de varianza para número de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	68.36	12	5.70	10.45	<0.0001
Repetición	24.44	3	8.15	14.94	<0.0001
Tratamiento	43.92	9	4.88	8.95	<0.0001
Error	14.72	27	0.55		
<b>Total</b>	<b>83.08</b>	<b>39</b>			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 50 se presenta el ANDEVA para la variable número de brotes, realizado al tercer mes, en el que se puede observar que en la columna del valor  $p < 0.0001$  es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 por lo que se determina que estadísticamente es altamente significativa, por lo que se acepta la hipótesis 2 y se establece que los frutos



climatéricos generadores de etileno utilizados como fuentes logaron proporcionar una mayor cantidad de brotes en el tubérculo- semilla de papa, por tal razón se realizó la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

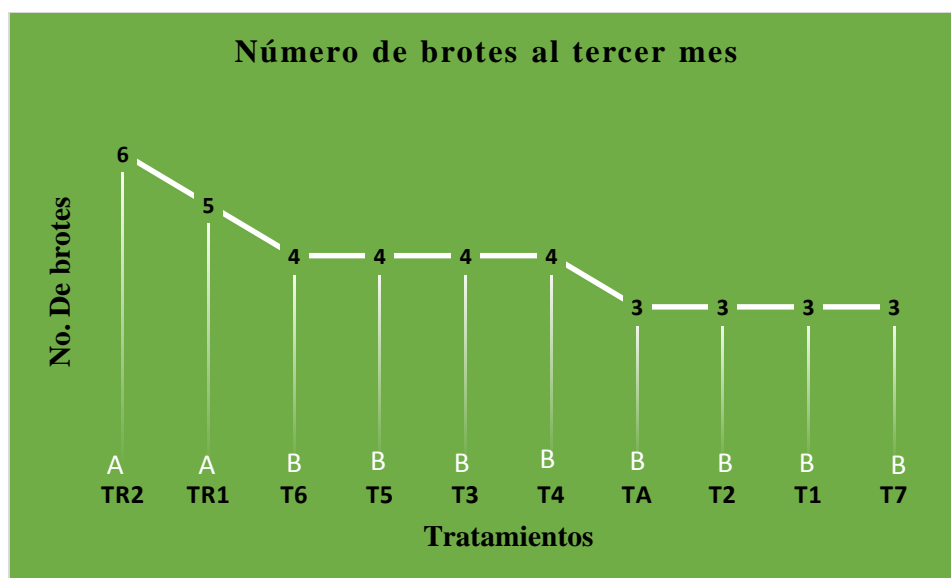
**Cuadro 51. Análisis de discriminación de medias por el método DGC de número de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	6.78	4	0.37	A
TR1	5.90	4	0.37	A
T6	4.88	4	0.37	B
T5	4.75	4	0.37	B
T3	4.48	4	0.37	B
T4	4.18	4	0.37	B
TA	3.85	4	0.37	B
T2	3.73	4	0.37	B
T1	3.70	4	0.37	B
T7	3.13	4	0.37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

**Grafica 21. Análisis de varianza para número de brotes al tercer mes en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**



Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

De acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable número de brotes, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 51 y grafica 21, en el que se puede observar que el

tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L y TR1son estadísticamente superiores al tercer mes en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)

## VARIABLE: PORCENTAJE DE BROTAÇÃO

**Cuadro 52. Análisis de varianza para porcentaje de brotación a los siete días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3130.00	12	260.83	4.55	0.0005
Repetición	27.50	3	9.14	0.16	0.9223
Tratamiento	3102.50	9	344.72	6.01	0.0001
Error	1547.50	27	57.31		
Total	4677.50	39			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

De acuerdo al cuadro 52 el análisis de varianza, efectuado a la variable porcentaje de brotación de papa, dado a los siete días el cuadro indica que existió diferencia estadística altamente significativa en lo relacionado con los tratamientos ya que presenta en la columna de probabilidad 0.0001, es decir que existe al menos un tratamiento que presenta una diferencia con respecto a los demás en la estimulación de los brotes de papa de la variedad Loman, por tal razón se realizó la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

**Cuadro 53. Análisis de discriminación de medias por el método DGC porcentaje de brotación a los siete días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
<b>TR2</b>	35.00	4	9.55	A
<b>T6</b>	30.00	4	9.55	B
<b>T5</b>	27.50	4	9.55	B
<b>TR1</b>	25.00	4	9.55	B
<b>T3</b>	25.00	4	9.55	B
<b>T2</b>	17.50	4	9.55	B
<b>T4</b>	17.50	4	9.55	B
<b>T1</b>	12.50	4	9.55	B
<b>T7</b>	12.50	4	9.55	B
<b>TA</b>	5.00	4	9.55	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 53 de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró diferencia estadística, para la variable porcentaje de brotación, realizando la prueba de discriminación de medias por el método DGC, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel

500 ml/100L a los siete días es estadísticamente superior en el efecto del etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)

**Cuadro 54. Análisis de varianza para porcentaje de brotación a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16880.00	12	1406.67	2.33	0.0333
Repetición	3890.00	3	1296.67	2.15	0.1177
Tratamiento	12990.00	9	1443.33	2.39	0.0387
Error	16310.00	27	604.07		
Total	3319.00	39			

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

En el cuadro 54 se presenta el ANDEVA para la variable porcentaje de brotación, realizado a los catorce días, en el que se puede observar que en la columna del valor  $p < 0.0387$  es menor al nivel de significación de la prueba 0.05 por lo que se determina que estadísticamente es altamente significativa, por tal razón se realizó la prueba de discriminación de medias, a través del método DGC.

**Cuadro 55. Análisis de discriminación de medias por el método DGC porcentaje de brotación a los catorce días en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*)**

Tratamiento	Medias	n	E.E	DGC
TR2	62.50	4	7.98	A
T6	60.00	4	7.98	A
T5	57.50	4	7.98	A
TR1	57.50	4	7.98	A
T2	45.00	4	7.98	B
T4	35.00	4	7.98	B
T3	32.50	4	7.98	B
T7	30.00	4	7.98	B
T1	15.00	4	7.98	B
TA	10.00	4	7.98	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Investigación IXCAMAL, 2,018

El efecto causado por el etileno generado en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), para la variable porcentaje de brotación de acuerdo al análisis de varianza efectuado, se encontró que existe diferencia estadística, se realizó la prueba de discriminación de medias por el método DGC que se presenta en el cuadro 55, en el que se puede observar que el tratamiento TR2 Ethrel 500 ml/100L, T6 Tomate (*Solanum lycopersicum*), T5 Pera (*Pyrus communis*) y TR1 son estadísticamente superiores a los catorce días.

**4.1 COSTO DE PRODUCCIÓN EN EL “EFECTO DEL ETILENO GENERADO POR FRUTOS CLIMATERICOS EN LA ESTIMULACION DE LA BROTACION DEL TUBERCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*)”**

	DESCRIPCION	MONTO	Monto	Monto	Saldo
Código	Nombre	Programado	Ejecutado	Disponible	
<b>Monto Total del Proyecto</b>		<b>Q110,534.1</b>			
<b>400 VIAJES OFICIALES</b>					
407	Viaticos nacionales	Q8,625.00		Q8,625.00	Q101,909.10
409	Transporte nacionales	Q750.00		Q750.00	Q101,159.10
411	Otros gastos de viajes nacionales	Q375.00		Q375.00	Q100,784.10
<b>500 DOCUMENTOS Y MATERIALES E INSUMOS</b>					
501	Publicaciones	Q450.00		Q450.00	Q100,334.10
503	Reproducción de documentos impresos y electrónicos	Q245.00		Q245.00	Q100,089.10
505	Material e insumos	Q934.00		Q934.00	Q99,155.10
509	Materiales para proyectos				
1	Arrendamiento de terreno	Q2,500.00	1	Q2,500.00	
2	Semilla de papa	Q300.00	4	Q1,200.00	
3	Fertilizante	Q350.00	4	Q1,400.00	
4	Insecticidas	Q88.00	8	Q704.00	
5	Fungicida- Nematicida	Q75.00	6	Q450.00	
6	Bolsas herméticas	Q80.00	75	Q6,000.00	
7	( <i>Malus domestica</i> ) Manzana	Q12.50	8	Q100.00	
8	( <i>Persea americana</i> ) Aguacate	Q18.00	8	Q144.00	
9	( <i>Solanum lycopersicum</i> ) Tomate	Q10.00	8	Q80.00	
10	( <i>Musa paradisiaca</i> ) Banano	Q10.00	8	Q80.00	
11	( <i>Prunus pérsica</i> ) Melocotón	Q20.00	8	Q160.00	

12	Pera ( <i>Pyrus</i> )	Q12.00	8	Q96.00	
13	Ethrel	Q65.00	8	Q520.00	
14	Cajas Germinadoras	Q25.00	74	Q1,850.00	
509	Total	Q15,284.00	Q5,000.00	Q10,284.00	Q83,871.10
<b>600 PLANTA, EQUIPO Y MOBILIARIO</b>					
611	Equipo y Mobiliario	Q4,180.00		Q4,180.00	Q79,691.10
<b>700 SERVICIOS GENERALES</b>					
701	Correspondencia	Q2,250.00		Q2,250.00	Q77,441.10
703	Telecomunicaciones y Enlaces de Internet	Q3,600.00		Q3,600.00	Q73,841.10
709	Combustibles	Q2,250.00		Q2,250.00	Q71,591.10
711	Mensajería y Movilización Local	Q2,100.00		Q2,100.00	Q69,491.10
<b>JORNALES</b>					
729	Jornales (Mano de Obra)	Q1,800.00		Q1,800.00	Q67,691.10
<b>INCENTIVOS</b>					
823	Investigador Principal	Q13,048.00		Q13,048.00	Q54,643.10
	Investigador Asociado	Q0.00		Q0.00	Q54,643.10
	Investigador Auxiliar	Q14,352.00		Q14,352.00	Q40,291.10
<b>OTROS</b>					
	Otros	Q4,029.11		Q4,029.11	Q36,261.99
					Q36,261.99
	<b>TOTAL</b>	<b>Q. 74,272.11</b>	<b>Q5,000.00</b>	<b>Q67,022.11</b>	<b>Q36,261.99</b>

**Cuadro 1. Relación costo beneficio.**

	Ethrel Unidad	Cuerda	Tomate Unidad	Cuerda	Manzana Unidad	Cuerda	Aguacate Unidad	Cuerda	Banano Unidad	Cuerda	Melocotón Unidad	Cuerda	Pera Unidad	Cuerda	Kiwi Unidad	Cuerda
Producto	2.5	150	2	120	3	180	10	600	5	300	10	600	10	300	10	600
Bolsas	0.3	18	0.3	18	0.3	18	0.3	18	0.3	18	0.3	18	0.3	18	0.3	18
25 cm de manguera	0.25	15	0.25	15	0.25	15	0.25	15	0.25	15	0.25	15	0.25	15	0.25	15
Pita	0.1	6	0.1	6	0.1	6	0.1	6	0.1	6	0.1	6	0.1	6	0.1	6
Mano de obra	0.5	30	0.5	30	0.5	30	0.5	30	0.5	30	0.5	30	0.5	30	0.5	30
<b>Total</b>	<b>3.65</b>	<b>219</b>	<b>3.15</b>	<b>189</b>	<b>4.15</b>	<b>249</b>	<b>11.15</b>	<b>669</b>	<b>6.15</b>	<b>369</b>	<b>11.15</b>	<b>669</b>	<b>11.15</b>	<b>369</b>	<b>11.15</b>	<b>669</b>

Unidad: Por muestra en ensayo

Cuerda: Por 3 qq utilizados para una cuerda de terreno

**Cuadro 57. Beneficio neto.**

	<b>Beneficio neto</b>	<b>Total</b>
Producto	Ingreso bruto - costo por qq (Venta de semilla para una cuerda- Costo de producción de semilla)	De Ingreso Por quintal
Ethrel	200-73	127.00
Tomate	200-63	137.00
Manzana	200-83	117.00
Aguacate	200-223	-23.00
Banano	200-123	77.00
Melocotón	200-223	-23.00
Pera	200-123	77.00
Kiwi	200-223	

En el cuadro 56 y 57 se muestra un presupuesto parcial de los productos evaluados en la investigación, en el que se logró determinar que los mejores tratamientos a utilizar para acelerar la brotación son: (*Solanum lycopersicum*) tomate con un costo total de Q. 189.00 y el Ethrel con un costo total de Q. 219.00, para la aceleración de brote de tubérculo de semilla a utilizar para una cuerda de terreno, el tomate (*Solanum lycopersicum*) como producto generador de etileno en la aceleración de la brotación múltiple es económicamente favorable ya que presenta el mayor beneficio, según los costos establecidos. Por lo que se acepta la hipótesis 3.

#### **4.1.1 Análisis económico en el “Efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Para la obtención de costos de producción de la investigación “**Efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**”. Se elaboró la base de datos que contiene los siguientes aspectos:

Rubro 400 “**Viajes oficiales**” Que corresponde a: viáticos nacionales con un monto de Q. 8,625.00, transporte nacionales: Q. 750.00 y otros gastos de viajes nacionales Q. 375.00 asciende a un costo total directo de **Q. 9,750.00** quetzales.

Rubro 500 “**Documentos, materiales e insumos**”: publicaciones con Q. 450.00, reproducción de documentos, impresos y electrónicos Q. 245.00, material e insumos Q. 934.00 y materiales para proyectos en el que se incluyen: arrendamiento de terreno, semilla de papa, fertilizantes, insecticidas, fungicidas, nematocidas, bolsas herméticas, cajas germinadoras y productos generadores de etileno Q. 15,284.00 asciende a un costo total directo de **Q. 16,913.00** quetzales.

Rubro 600 “**Planta, equipo y mobiliario**”: Que corresponde a herramientas necesarias que se utilizaron para el trabajo de campo, el equipo y mobiliario ascendieron a un total de **Q. 4,180.00** quetzales.

Rubro 700 “**Servicios generales**” a este rubro pertenecen: correspondencia Q. 2,250.00, telecomunicaciones y enlaces de internet Q. 3,600.00 monto utilizado en la consulta de fuentes de información para el sustento científico de la investigación, combustibles Q. 2,250.00 para realizar las visitas a cada localidad estimando una visita semanal durante el inicio de la investigación y dos a tres visitas semanales durante la toma de datos de la misma, la relación de kilometraje por galón es de Q. 25 en promedio, mensajería y movilización local Q. 2,100.00 y jornales (Mano de obra) Q. 1,800.00 gastos que ascendieron a un total de **Q. 12,000.00** quetzales.

Rubro “**Incentivos**” para el investigador principal fue de una hora/mes con un total de Q. 13,048.00 y el del investigador auxiliar de dos horas/mes Q. 14,352.00 logrando un equilibrio en el presupuesto y así los incentivos no sobrepasaron el 45% del total del presupuesto, asciende a un costo total directo de **Q. 27,400.00** quetzales.

El 10% sobre los costos totales se establecieron para la variación de precios a lo largo del tiempo de la investigación, monto que ascendió a **Q. 4,029.11** quetzales. Sumando los rubros establecidos en el presupuesto el monto total de la investigación es de **Q. 74,272.11** quetzales.

#### 4.2 SÍNTESIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN “EFECTO DEL ETILENO GENERADO POR FRUTOS CLIMATÉRICOS EN LA ESTIMULACIÓN DE LA BROTAÇÃO DEL TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*), DE LA VARIEDAD LOMAN GRANDE EN LA LOCALIDAD DE ICTA QUETZALTENANGO”.

**Días al inicio de la brotación:** Según el análisis de varianza, para días al inicio de la brotación en el efecto causado por el etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), se determinó que estadísticamente existió diferencia altamente significativa entre los tratamientos, por lo que se infiere que para acelerar la brotación se puede utilizar TR2 Ethrel 500 ml/100L, T6 1 lb de tomate (*Solanumlycopersicum*) y TR1 Ethrel 400 ml/100L y se obtendrán iguales resultados.

**Porcentaje de la brotación:** Según el análisis de varianza, para el porcentaje de brotación tomados al séptimo y catorceavo día de los 20 tubérculos de cada tratamiento y repeticiones, se comprobó que estadísticamente existe diferencia altamente significativa, por lo que se concluye que para el día 7 el mejor tratamiento es TR2 Ethrel 500 ml/100L con un 60 % de brotación en el tubérculo- semilla, y a los 14 días el TR2 Ethrel 500 ml/100L con un 72.50% de brotación en el tubérculo- semilla, es decir que para obtener un mayor porcentaje en la brotación debe utilizarse el producto TR2 Ethrel 500 ml/100L.

**Número de brotes por tubérculo:** En la siguiente tabla se presentan los tratamientos que dieron el mejor resultado para obtener un mayor número de brotes al 1º, 2º y 3º. Mes siendo el TR2 Ethrel 500 ml/100L, T6 1 lb de tomate (*Solanumlycopersicum*), TR1 Ethrel 400 ml/100L y T4 1 lb de melocotón (*Prunus pérsica*), en la investigación se logró determinar que alcanza el mayor número de brotes al 2º. Mes.

Tratamiento / Número de brotes	1º. Mes	2º. Mes	3º. Mes	Mejor tratamiento para número de brotes por tubérculo
	TR2 = 3	TR2 = 5	TR2 = 5	
		T4 = 4	T4 = 4	
		TR1= 4	TR1 = 4	
		T6 = 4	T6 = 4	



### Longitud y diámetro del brote:

Tiempo	Longitud	Diámetro	Mejor tratamiento para longitud y diámetro del brote
1º. Mes	TR2 = 3.76 mm	TR2 = 1.92 mm TR1 = 1.72 mm T4 = 1.71 mm T6 = 1.66 mm	<b>Longitud:</b> TR2 Ethrel 500 ml/100L  <b>Diámetro:</b> TR2 Ethrel 500 ml/100L TR1 Ethrel 400 ml/100L T6 1 lb de tomate ( <i>Solanumlycopersicum</i> ) 1 lb deKiwi ( <i>Actinidia deliciosa</i> )
2º. Mes	TR2 = 5.88 mm	TR2 = 2.94 mm TR1 = 2.82 mm T6 = 2.72 mm T7 = 2.65	
3º. Mes	TR2 = 6.71 mm	No existe diferencia estadística	

La tabla anterior presenta la variable longitud y diámetro del brote en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*) se determinó que los mejores tratamientos para el parámetro longitud fue el TR2 Ethrel 500 ml/100L y para diámetro: TR2 Ethrel 500 ml/100L, TR1 Ethrel 400 ml/100L, T6 1 lb de tomate (*Solanumlycopersicum*) 1 lb deKiwi (*Actinidia deliciosa*) y se obtendrán iguales resultados.

Con los datos anteriores podemos concluir que en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), de la variedad loman grande, en la localidad de ICTA Quetzaltenango, los mejores tratamientos son el TR2 Ethrel 500 ml/100L, T6 1 lb deTomate (*Solanumlycopersicum*) y TR1 Ethrel 400 ml/100L.

Variable	Mejores tratamientos
Días al inicio de la brotación	TR2 Ethrel 500 ml/100L T6 1 lb deTomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) TR1 Ethrel 400 ml/100L
Porcentaje de la brotación	TR2 Ethrel 500 ml/100L.
Número de brotes por tubérculo	TR2 Ethrel 500 ml/100L T6 1 lb de tomate ( <i>Solanumlycopersicum</i> ) TR1 Ethrel 400 ml/100L
Longitud y diámetro del brote	<b>Longitud:</b> TR2 Ethrel 500 ml/100L  <b>Diámetro:</b> TR2 Ethrel 500 ml/100L T6 1 lb de tomate ( <i>Solanumlycopersicum</i> ) TR1 Ethrel 400 ml/100L

#### 4.3 SÍNTESIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN “EFECTO DEL ETILENO GENERADO POR FRUTOS CLIMATÉRICOS EN LA ESTIMULACIÓN DE LA BROTAÇÃO DEL TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*), DE LA VARIEDAD LOMAN, EN LA LOCALIDAD DE IXCAMAL SAN MARCOS”.

**Días al inicio de la brotación:** Según el análisis de varianza, para días al inicio de la brotación en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), se determinó que estadísticamente existió diferencia altamente significativa entre los tratamientos, por lo que se infiere que para acelerar la brotación se puede utilizar TR2 Ethrel 500 ml/100L, T6 1 lb de tomate (*Solanumlycopersicum*) y T5 1 lb de pera (*Pyruscommunis*) y TR1 Ethrel 400 ml/100L se obtendrán iguales resultados.

**Porcentaje de la brotación:** Según el análisis de varianza, para el porcentaje de brotación tomados al séptimo y catorceavo día de los 20 tubérculos de cada tratamiento y repeticiones, se comprobó que estadísticamente existe diferencia altamente significativa, por lo que se concluye que para el día 7 el mejor tratamiento es TR2 Ethrel 500 ml/100L con un 35 % de brotación en el tubérculo- semilla, y a los 14 días el TR2 Ethrel 500 ml/100L con un 62.50%, T6 1 lb de tomate (*Solanumlycopersicum*) con un 60%, T5 1 lb de pera (*Pyruscommunis*) con un 57.50% y TR1 Ethrel 400 ml/100L con 57.50% de brotación en el tubérculo- semilla, es decir que para obtener un mayor porcentaje en la brotación debe utilizarse el producto TR2 Ethrel 500 ml/100L, T6 1 lb de tomate (*Solanumlycopersicum*), T5 1 lb de pera (*Pyruscommunis*) y TR1 Ethrel 400 ml/100L.

**Número de brotes por tubérculo:** En la siguiente tabla se presentan los tratamientos que dieron el mejor resultado para obtener un mayor número de brotes al 1º, 2º y 3º. Mes siendo el TR2 Ethrel 500 ml/100L, TR1 Ethrel 400 ml/100L, T6 1 lb de tomate (*Solanumlycopersicum*), T5 1 lb de pera (*Pyruscommunis*), T3 1 lb de Aguacate (*Persea americana*), T2 1 lb de banano (*Musa paradisiaca*) y T4 1 lb de melocotón (*Prunus pérsica*), en la investigación se logró determinar que alcanza el mayor número de brotes al 1º. Mes.

Tratamiento / Número de brotes	1º. Mes	2º. Mes	3º. Mes	Mejor tratamiento para número de brotes por tubérculo
	TR2 = 5	TR2 = 5	TR2 = 6	
	TR1 = 4	TR1 = 5	TR1 = 5	
	T6 = 4			
	T5 = 3			
	T3 = 3			
	T2 = 3			
	T4 = 3			

### Longitud y diámetro del brote:

Tiempo	Longitud	Diámetro	Mejor tratamiento para longitud y diámetro del brote
1º. Mes	TR2 = 2.94 mm T6 = 2.48 mm	TR2 = 2.13 mm T1 = 2.08 mm TR1 = 2.02 mm T6 = 1.94 mm T5 = 1.92 mm T4 = 1.79 mm T3 = 1.76 mm T2 = 1.75 mm	<p><b>Longitud:</b> TR2 Ethrel 500 ml/100L TR1 Ethrel 400 ml/100L T6 1 lb de tomate (<i>Solanumlycopersicum</i>)</p> <p><b>Diámetro:</b> 1 lb de manzana (<i>Maluscommunis</i>) TR2 Ethrel 500 ml/100L TR1 Ethrel 400 ml/100L</p>
2º. Mes	TR2 = 6.34 mm TR1 = 6.28 mm T6 = 5.69 mm T5 = 5.65 mm T1 = 5.45 mm T3 = 5.24 mm	T1 = 3.80 mm TR2 = 3.43 mm TR1 = 3.19 mm	
3º. Mes	TR2 = 12.30 mm TR1 = 12.20 mm	No existe diferencia estadística	

La tabla anterior presenta la variable longitud y diámetro del brote en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), se determinó que los mejores tratamientos para el parámetro longitud fueron TR2 Ethrel 500 ml/100L y T6 1 lb de tomate (*Solanumlycopersicum*) y TR1 Ethrel 400 ml/100L y para diámetro: TR2 Ethrel 500 ml/100L y 1 lb de manzana (*Maluscommunis*) y TR1 Ethrel 400 ml/100L y se obtendrán iguales resultados.

Con los datos anteriores podemos concluir que en el efecto del etileno generado por frutos climatéricos en la estimulación de la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*), en la localidad de IXCAMAL San Marcos, los mejores tratamientos son el TR2 Ethrel 500 ml/100L, T6 1 lb deTomate (*Solanumlycopersicum*), T5 1 lb de pera (*Pyruscommunis*) y TR1 Ethrel 400 ml/100L.

Variable	Mejores tratamientos
Días al inicio de la brotación	TR2 Ethrel 500 ml/100L T6 1 lb deTomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) T5 1 lb de pera ( <i>Pyruscommunis</i> ) TR1 Ethrel 400 ml/100L
Porcentaje de la brotación	TR2 Ethrel 500 ml/100L. T6 1 lb deTomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) T5 1 lb de pera ( <i>Pyruscommunis</i> ) TR1 Ethrel 400 ml/100L
Número de brotes por tubérculo	TR2 Ethrel 500 ml/100L T6 1 lb de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) T5 1 lb de pera ( <i>Pyruscommunis</i> ) TR1 Ethrel 400 ml/100L
Longitud y diámetro del brote	<b>Longitud:</b> TR2 Ethrel 500 ml/100L T6 1 lb deTomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) TR1 Ethrel 400 ml/100L <b>Diámetro:</b> TR2 Ethrel 500 ml/100L 1 lb de manzana ( <i>Maluscommunis</i> ), TR1 Ethrel 400 ml/100L.

## V. CONCLUSIONES

1. Los productos generadores de etileno aceleran la brotación del tubérculo- semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), de la variedad loman, en las localidades del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA- utilizando TR2 Ethrel 500 ml/100L, T6 1 lb de tomate (*Solanum lycopersicum*) y TR1 Ethrel 400 ml/100L, en Aldea Santa Lucia Ixcamal San Marcos, utilizando TR2 Ethrel 500 ml/100L, T6 1 lb de tomate (*Solanum lycopersicum*), T5 1 lb de pera (*Pyruscommunis*) y TR1 Ethrel 400 ml/100L, y se obtendrán iguales resultados, de tal manera que se acepta la hipótesis número 1.
2. En la localidad del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA- se determinó que los tratamientos TR2 Ethrel 500 ml/100L, T6 1 lb de tomate (*Solanum lycopersicum*), TR1 Ethrel 400 ml/100L y T4 1 lb de melocotón (*Prunus pérsica*) con 5, 4,4, 4 brotes respectivamente fueron los mejores tratamientos, la calidad medida a través de los parámetros longitud y diámetro del brote se determinó que los mejores productos fueron TR2 Ethrel 500 ml/100L y T6 1 lb de tomate (*Solanum lycopersicum*).

En la localidad Aldea Santa Lucia Ixcamal San Marcos, se determinó que los tratamientos TR2 Ethrel 500 ml/100L, TR1 Ethrel 400 ml/100L, T6 1 lb de tomate (*Solanum lycopersicum*) 5,5,4 brotes respectivamente fueron los mejores tratamientos, la calidad medida a través de los parámetros longitud y diámetro del brote se determinó que los mejores productos fueron TR2 Ethrel 500 ml/100L, TR1 Ethrel 400 ml/100L y T6 1 lb de tomate (*Solanum lycopersicum*). Se acepta la hipótesis número 2 que establece que al menos uno de los frutos climatéricos proporcionarían una mayor cantidad y calidad de brotes en el tubérculo- semilla de papa de la variedad loman.

3. Según los datos obtenidos en la investigación se logró determinar que los mejores tratamientos a utilizar para acelerar la brotación son (*Solanum lycopersicum*) tomate con un costo total de Q. 189.00 y el Ethrel con un costo total de Q. 219.00, para la aceleración de brote de tubérculo de semilla a utilizar para una cuerda de terreno, el tomate (*Solanum lycopersicum*) como producto generador de etileno en la aceleración de la brotación múltiple es económicamente favorable ya que presenta el mayor beneficio, según los costos establecidos. Por lo que se acepta la hipótesis 3.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Considerar esta investigación como base para encontrar productos generadores de etileno que aceleren la brotación del tubérculo- semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), de la variedad loman.
2. Como producto y fruto generador de etileno para acelerar la brotación del tubérculo- semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), de la variedad loman, se recomienda utilizar TR2 Ethrel 500 ml/100L o T6 1 lb de tomate (*Solanum lycopersicum*).
3. Para obtener una mayor cantidad de brotes en el tubérculo- semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), de la variedad loman y con una mejor calidad se recomienda utilizar TR2 Ethrel 500 ml/100L o T6 1 lb de tomate (*Solanum lycopersicum*).
4. Se recomienda utilizar el tomate (*Solanum lycopersicum*) como producto generador de etileno en la aceleración de la brotación múltiple del tubérculo- semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), de la variedad loman ya que es económicamente favorable, según los costos establecidos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

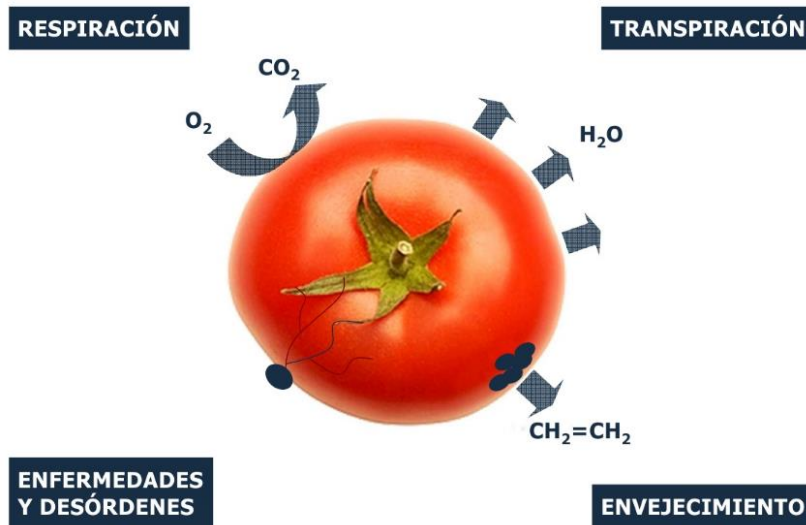
1. Aquino B, EN. 2012. Funciones del Etileno (en línea). Consultado 03 marzo. 2017. Disponible en <http://www.Slideshare.net/kyohenry/etileno-12036835>.
2. Asenjo V, J; de los Rios M, LM; Sainz U, R; Tapia H, L. 2012. Horticultura efectiva: Producción de Alcoholes Volátiles durante maduración de los Frutos. Obtenido de [http://pendietedemigracion.ucm.es/info/cvicente/seminarios/maduracion\\_frutos](http://pendietedemigracion.ucm.es/info/cvicente/seminarios/maduracion_frutos). Pdf. 11p.
3. Bauzo, CA. 2008. El Cultivo de la Papa en Argentina. Cultivos Intensivos II. Argentina, Argentina. 42p.
4. Cabezas G, M. 2004. Fisiología de la Maduración del Tubérculo de la Papa. Yara, Colombia. 10p.
5. El Cid, A. 2002. EL cultivo de la papa en Guatemala.
6. Ezeta. 1991. La Competitividad en el Cultivo de Papa en Latinoamérica y el Caribe: Implicaciones y retos inmediatos. Lima, Perú.
7. FAO. (2008). La papa en la década de 1990. Situación y perspectivas de la economía de la papa a nivel mundial. Roma, Italia.
8. Gutiérrez Álvarez, A. 1977. Efecto de la aplicación de ácido giberelico sobre la brotación y rendimiento de los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L): Licenciatura en Ciencias Agrícolas. Guatemala, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 49p.
9. Hernández, C. 2014. Rol del Etileno en la maduración de los frutos: Ensayos de Etileno con Plátano. Bedoya, G. Universidad Católica Sedes Sapientiae Centro de Investigación Biológica-Ancón
10. Hidalgo, OA. 1999. Producción de Tubérculos-Semillas de Papa: Manual de capacitación CIP. 2 Edición. Lima, Peru, 97p.
11. López, R. 2014. Efecto de Tres Dosis de un Inhibidor de Brotación de Tubérculos en Almacenamiento, de Tres Variedades de Papa (*Solanum Tuberosum* L.), Para Consumo Humano, en Condiciones de Bodega Rustica, en la Estación Experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Quetzaltenango. Licenciatura en Ciencias agrícolas. San Marcos, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de San Marcos.
12. MAGA, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 2008. Diagnostico Cadena de Papa. Consejo de Producción Agrícola. Guatemala, Guatemala. 51p.
13. Malagamba, F. 1999. Manejo del tubérculo. En línea. Consultado el 12 de abril del 2013. Disponible en: <http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventariode-tec-nologias/manejo-del-tuberculo-semilla-de-la-papa>.
14. Montesdeoca M, F. 2005. Guía para la Producción, comercialización y uso de semilla de Papa de Calidad. Primera Edición. PNTR-INIAP-Proyecto Fortipapa, pp.40.
15. Naranjo et al. 2002. Cosecha y pos cosecha, Centro Internacional de la Papa. En línea. Consultado el 08 de abril del 2013. Disponible en: [http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/cosecha-y-poscosecha?set\\_language=e-s&cl=es](http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/cosecha-y-poscosecha?set_language=e-s&cl=es).
16. Red Nacional de Grupos Gestores. 2016. Fortalecimiento de las Capacidades de Consorcios Locales De Investigación Agrícola Identificación de Puntos Críticos

- Y Temas Para la Formulación de Proyectos de Investigación en la Agro cadena de La Papa. González, EM. Quetzaltenango, Guatemala. 65p.
17. Roman C, M; Hurtado, G. 2002. Guía técnica: Cultivo de la Papa. CENTA. San Salvador, El Salvador. 36p.
  18. Rylski, I; Rappaport, L; Pratt, H. 1973. Efectos duales del etileno sobre la latencia de la papa y el crecimiento del brote. Departamento de Cultivos Vegetales, Universidad de California, Davis, California 95616
  19. Tobías H, RC. 2013. Sistematización de las Experiencias Sobre el Efecto del Ethephon en Diferentes Dosis Y Tiempos de Aplicación en Propagación de Esquejes en Chinitas (*ImpatienswallerianaHook*). Licenciatura en Ciencias Agrícolas. Guatemala, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 29p.
  20. Veliz G, PX. 2010. Evaluación a la Aplicación de Giberelina (New Gibb 10%), Para Inducir a la Brotación en Tubérculos de la Papa (*Solanum Tuberosum*). Licenciatura en Ciencias Agrícolas. Cevallos, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato facultad de Ingeniería Agronómica. 84p.
  21. Zúñiga M, JA. 2014. Aplicación de Dosis de Biol para la Brotación de Tubérculos de Papa (*Solanum Tuberosum L.*) Var. Fripapa. Licenciatura en ciencias Agrícolas. Cevallos, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. 82p.





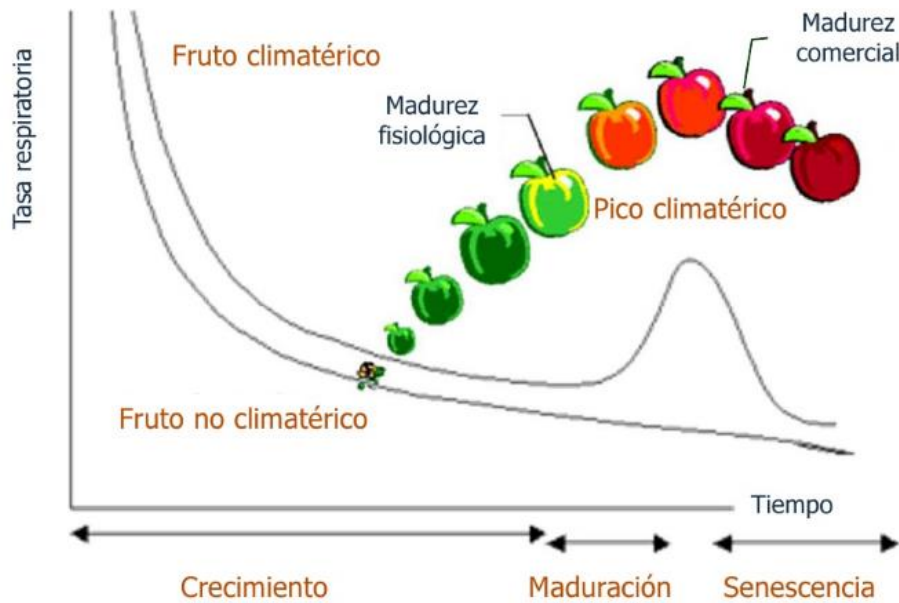
### Anexo 3. Factores que intervienen en la calidad de frutas y hortalizas



Fuente: Frutas y Hortalizas (Mónica González)

### Anexo 4. Factores que influyen en la respiración

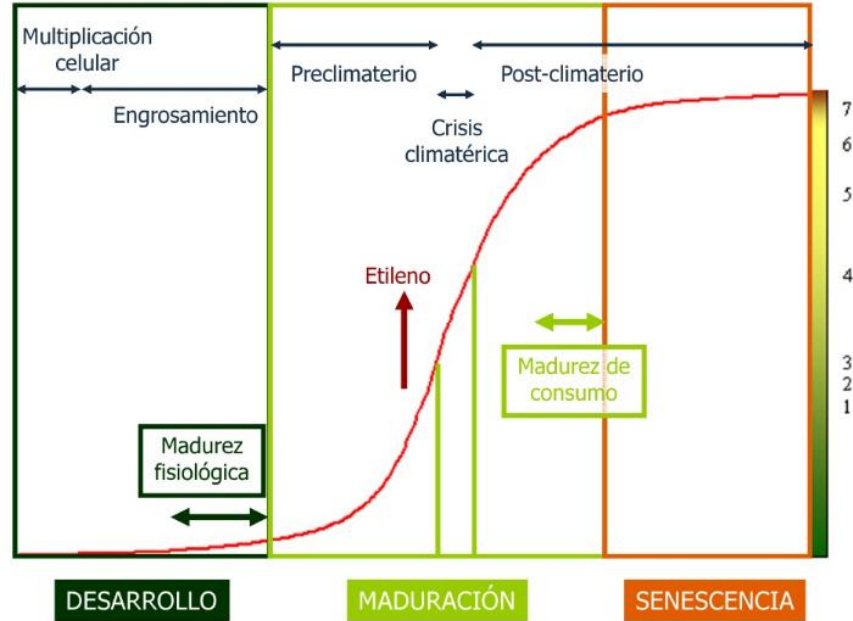
:: Climaterio



## Anexo 5. Producción de etileno en frutos

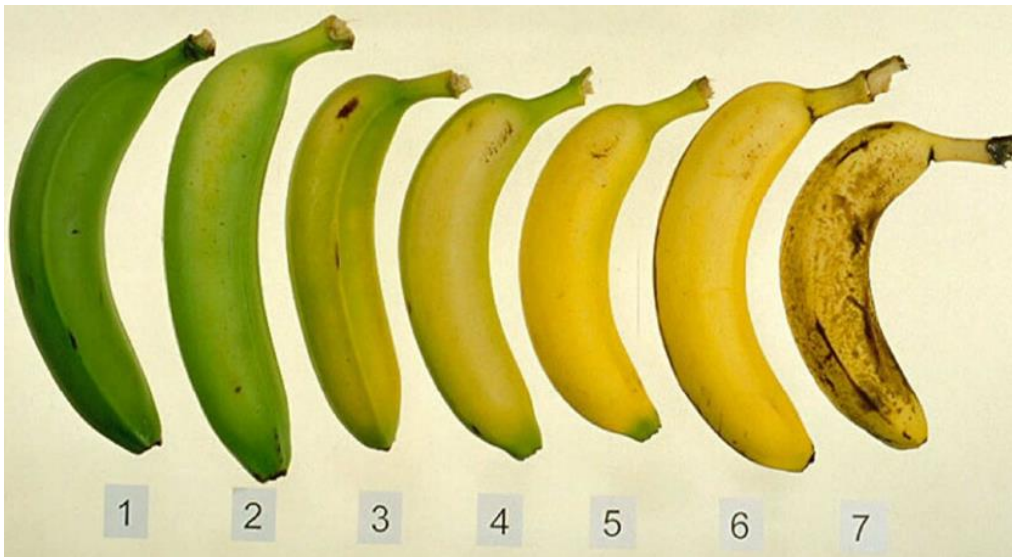
### Producción de etileno

:: Incremento de la síntesis durante la maduración de frutos climatéricos

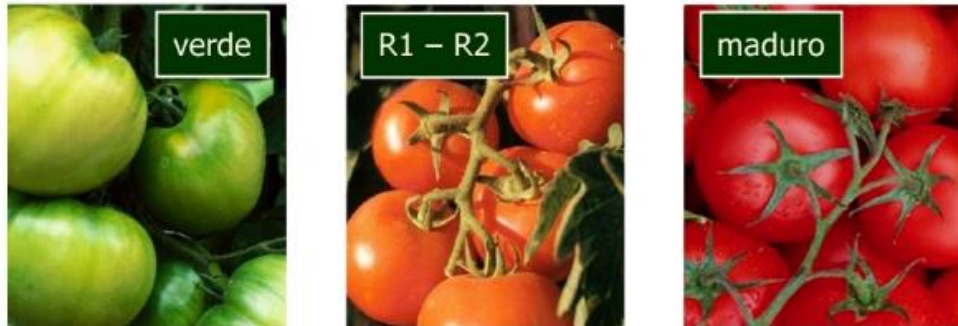


Fuente: Frutas y Hortalizas (Mónica González)

## Anexo. 6. Evaluación Visual del estado de madurez en Frutos



### Anexo 7. Estado de madurez de frutos



Contenido en fitoquímicos (mg/kg)					
Estado madurez	Licopeno	$\beta$ -caroteno	Ácido clorogénico	Ácido cafeico	Quercetina
30 % amarillo	453	339	4,19	0,74	0,46
50 % naranja	2232	713	3,26	0,51	0,45
> 90% naranja	4510	898	2,73	0,35	0,37
100 % rojo	10440	1073	0,91	0,13	0,12

Fuente: Frutas y Hortalizas (Mónica González)

**Anexo 8.**



**Fotografía 1.** Prueba Preliminar de maduración de frutos.



**Fotografía 2.** Cosecha del material vegetal.



**Fotografía 3.** Peso y selección del material vegetal.



**Fotografía 4.** Aplicación del producto generador de etileno al material vegetal.





**Fotografía 5.** Material vegetal y producto generador de etileno.



**Fotografía 6.** Extracción de producto generador de etileno y colocación de muestras en almacén.



**Fotografía 7.** Toma de datos.



**Fotografía 8.** Brotes al tercer mes.

### Anexo 9. Cronograma

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
Redacción de protocolo	■							
Siembra		■						
Manejo del cultivo		■	■	■	■			
Cosecha					■			
Selección de material vegetativo					■			
Aplicación de productos					■			
Implantación de la Investigación					■			
Toma de datos						■	■	■
Tabulación de información						■	■	■
Análisis de Información								■
Informe Final								■
								■



**EFFECTO DEL ETILENO GENERADO POR FRUTOS CLIMATERICOS EN LA ESTIMULACION DE LA BROTAION DEL TUBERCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*)**



Nombre del responsable: \_\_\_\_\_

REPETICION: \_\_\_\_\_

Fecha.	No Semana	Tratamientos										Variables.	Cond. De Alm.		Observaciones	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TR <sup>1</sup>	TR <sup>2</sup>	TA		T°	H°R		
													Días a brotación			
													% de brotación			
													No. De brotes			
													Longitud de brotes			
													Diámetro de brotes			
													Peso			
													Días a brotación			
													% de brotación			
													No. De brotes			
													Longitud de brotes			
													Diámetro de brotes			
													Peso			



**CRIA**

Programa Consorcios  
Regionales de  
Investigación Agropecuaria

