



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tema de la Tesis

“GERMINACIÓN DE SEMILLA DE RAMPUR LIMA (*Citrus aurantifolia*) CON ESTIMULACIÓN HORMONAL UTILIZANDO DIFERENTES TIEMPOS DE INMERSIÓN”

Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO

Autor

MARIO RODOLFO ACAN USHCA

Director de Tesis

ING. JOSÉ FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO, MSc.

Quevedo - Ecuador

2012

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Mario Rodolfo Acan Ushca**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Mario Rodolfo Acan Ushca

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Mario Rodolfo Acan Ushca, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario de grado titulada **“GERMINACIÓN DE SEMILLA DE RAMPUR LIMA (*Citrus aurantifolia*) CON ESTIMULACIÓN HORMONAL UTILIZANDO DIFERENTES TIEMPOS DE INMERSIÓN”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc.
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

**GERMINACIÓN DE SEMILLA DE RAMPUR LIMA (*Citrus aurantifolia*) CON
ESTIMULACIÓN HORMONAL UTILIZANDO DIFERENTES TIEMPOS DE
INMERSIÓN**

TESIS DE GRADO

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención
del título de **INGENIERO AGROPECUARIO**

Aprobado:

Ing. Freddy Guevara Santana, MSc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Geovanny Suárez Fernández, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Karina Alexandra Plua Panta, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

AÑO 2012
AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través de la Unidad de Estudios a Distancia, por recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad

Al Ing. Manuel Haz Álvarez +, por su decisión y apoyo a la formación de la U.E.D.

Al Ing. Roque Luis Vivas Moreira, MSc., Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad universitaria.

Al Ec. Roger Tomás Yela Burgos, MSc., Director de la UED, por su gestión realizada para que el centro de apoyo Patate se haga una realidad.

Al Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc., quien cumplió en forma desinteresada con la verdadera función de director de tesis, para el logro y feliz culminación de mis estudios, tanto impartiendo sus conocimientos y enseñanzas así como consejos y sugerencias.

A los compañeros del Centro de Apoyo Patate paralelo "D" por su amistad brindada durante los estudios.

Al egresado Renán Tamayo +, por ser el promotor a que se cree la extensión de la universidad en el Cantón Patate.

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres Juan Manuel Acan Duche y María Eugenia Ushca Charco; a mis hermanos, tíos y sobrinos; que el esfuerzo y trabajo expuesto en esta tesis haya cumplido al menos en parte vuestros anhelos.

Mario Rodolfo

ÍNDICE

Portada	i
Declaración de autoría y cesión de derecho	ii
Certificación del Director de Tesis	iii
Tribunal de Tesis	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria.....	vi
Índice	vii
Resumen ejecutivo	xvi
Abstrac.....	xvii

CAPÍTULO I1

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN1

1.1. Introducción	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Específicos	3
1.3. Hipótesis	3

CAPÍTULO II4

MARCO TEÓRICO4

2.1. Fundamentación Teórica	5
2.1.1. Rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>).....	5
2.1.1.1. Clasificación taxonómica.....	5
2.1.1.2. Descripción Botánica	5
2.1.1.3. Origen	6
2.1.1.4. Zonas de producción	6
2.1.1.5. Exigencias en clima y suelo	7
2.1.1.6. Sistemas de propagación.....	7
2.1.2. Fisiología de la germinación de semillas.....	8
2.1.2.1. Maduración de las semillas.....	8
2.1.2.2. Germinación.....	8
2.1.2.2.1. Pureza.....	9

2.1.2.2.2. Poder germinativo (% de germinación)	9
2.1.2.2.3. Energía germinativa	9
2.1.2.2.4. Vigor	9
2.1.2.2.5. Viabilidad	9
2.1.2.3. Dormancia.....	9
2.1.2.3.1. Dormancia primaria o innata	10
2.1.2.3.2. Dormancia secundaria o inducida	10
2.1.2.4. Procesos de dormancia	11
2.1.2.4.1. Dormancia física	11
2.1.2.4.2. Dormancia fisiológica	11
2.1.2.4.3. Dormancia morfológica	12
2.1.2.5. Letargo	12
2.1.2.5.1. Ecodormancia o quiescencia	12
2.1.2.5.2. Paradormancia o inhibición correlativa	12
2.1.2.5.3. Endodormancia o reposo	12
2.1.2.6. Longevidad y almacenamiento	13
2.1.3. Rompimiento del letargo	13
2.1.4. Hormonas	14
2.1.4.1. Ácido giberélico (GA3)	15
2.1.4.2. Modo de acción.....	15
2.1.4.3. Absorción de la hormona	16
2.1.5. Sustrato.....	18
CAPÍTULO III	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1. Materiales y Métodos	20
3.1.1. Localización y duración del experimento.....	20
3.2. Condiciones meteorológicas	20
3.3. Materiales y equipos	21
3.4. Factores en estudio.....	21
3.4.1. Factor A.....	22
3.4.2. Factor B.....	22
3.5. Tratamientos	22

3.6.	Diseño experimental.....	23
3.7.	Unidad experimental	24
3.8.	Delineamiento experimental	24
3.9.	Análisis estadístico.....	25
3.10.	Variables evaluadas.....	25
3.10.1.	Días a germinación	25
3.10.2.	Porcentaje de germinación (%).....	26
3.10.3.	Número de hojas por planta	26
3.10.4.	Altura de las plantas (cm).....	26
3.11.	Manejo del experimento	26
3.11.1.	Selección de las semillas	26
3.11.2.	Preparación de diluciones.....	26
3.11.3.	Inmersión de las semillas en las diluciones	27
3.11.4.	Desinfección de las semillas	27
3.11.5.	Llenado de las bandejas plásticas	28
3.11.6.	Siembra y conformación de las unidades experimentales	28
3.11.7.	Riego	28
3.11.8.	Controles fitosanitarios	28
CAPÍTULO IV		29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		29
4.1.	Resultados y discusión.....	30
4.1.1.	Días a germinación	30
4.1.2.	Porcentaje de germinación (%).....	31
4.1.3.	Número de hojas por planta	33
4.1.4.	Altura de las plantas (cm).....	34
4.1.5.	Análisis económico.....	36
CAPÍTULO V		39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		39
5.1.	Conclusiones	40
5.2.	Recomendaciones	41

CAPÍTULO VI	42
BIBLIOGRAFÍA	42
6.1. Literatura Citada	43
 CAPÍTULO VII	 48
ANEXOS.....	48
7.1. Anexos	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Condiciones meteorológicas en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	20
2	Materiales y equipos en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	21
3	Hormona en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	22
4	Tiempo de inmersión en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	22
5	Tratamientos en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	23
6	Análisis de varianza en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	23
7	Esquema de las unidades experimentales en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	24

8	Delineamiento experimental en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	25
9	Días a germinación en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	31
10	Porcentaje de germinación (%) en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	32
11	Número de hojas por planta en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	34
12	Altura de las plantas (cm) en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	36
13	Análisis económico en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Pág.
1 Resultados de las variables analizadas en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	49
2 Análisis de varianza para la variable días a germinación en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	51
3 Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación (%) en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	51
4 Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	51
5 Análisis de varianza para la variable altura de las plantas (cm) en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	52
6 Croquis de ubicación de las parcelas en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación	

	hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	53
7	Figuras de la investigación.....	54
Figura		
1	Selección de las semillas en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	54
2	Preparación de diluciones en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	54
3	Inmersión de las semillas en las diluciones en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	55
4	Desinfección de las semillas en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	55
5	Llenado de las bandejas plásticas en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	56
6	Siembra y conformación de las unidades experimentales en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	56

7	Riego en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	57
8	Controles fitosanitarios en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	57
9	Días a germinación en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	58
10	Porcentaje de germinación (%) en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	58
11	Número de hojas por planta en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	59
12	Altura de las plantas (cm) en germinación de semilla de rampur lima (<i>Citrus aurantifolia</i>) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.....	59

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo por objeto determinar la germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión. La hormona utilizada fue ácido giberélico y sus dosis aplicadas fueron 0 ppm, 300 ppm y 600 ppm; más 6, 10 y 14 horas de inmersión.

El trabajo investigativo se realizó en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia de Napo, propiedad del Sr. Juan Manuel Acan Duche.

Los trabajos de campo se realizaron bajo condiciones de temperatura ambiente 23°C, 75% de humedad relativa, heliofanía 960 horas de promedio anual y 516 m.s.n.m. El diseño experimental empleado fue un D.C.A. con arreglo factorial de 3 x 3 y 4 repeticiones, la toma de datos se efectuó durante 40 días, a los cuales se les realizó el análisis estadístico mediante Statistical Analysis System (SAS). Se empleó el procedimiento ADEVA para el análisis de varianza y prueba de Tukey (0,05).

También se realizó un análisis económico de cada tratamiento en estudio, estimando el costo de producción.

De los resultados se establece que el mejor tratamiento es el T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión), porque estimula la germinación de semillas de Rampur lima a los 11,56 días.

El tratamiento T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión) es el que presentó menor costo de producción con un valor de U\$D 0,05 y el tratamiento T₁ (Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión) presentó el mayor valor de U\$D 0,10 de costo de producción.

Para lograr que las semillas de Rampur lima germinen a los 11,56 días, se recomienda aplicar 600 ppm de ácido giberélico + 14 horas de inmersión.

ABSTRAC

The present investigation had for object to determine the germination of Rampur lima (*Citrus aurantifolia*) with hormonal stimulation using different times of immersion. The utilized hormone was gibberellic acid and its applied doses they were 0 ppm, 300 ppm and 600 ppm; more 6, 10 and 14 hours of immersion.

The investigative work was carried out in the canton Carlos Julio Arosemena Tola, county of Napo, property of Mr. Juan Manuel Acan Duche.

The field works were carried out under conditions of ambient temperature 23°C, 75% of relative humidity, heliophany 960 hours of average yearly and 516 m.s.n.m. The design experimental employee was a D.C.A. with factorial arrangement of 3 x 3 and 4 repetitions, the taking of data was made during 40 days, to which were carried out the statistical analysis by means of Statistical Analysis System (SAS). The procedure ANOVA was used for the variance analysis and test of Tukey (0,05).

He was also carried out an economic analysis of each treatment in study, estimating the cost of production.

Of the results he settles down that the best treatment is the T₉ (Gibberellic acid 600 ppm + 14 Hours of immersion), because it stimulates the germination of seeds of Rampur lima to the 11,56 days.

The treatment T₉ (Gibberellic acid 600 ppm + 14 Hours of immersion) it is the one that presented smaller cost of production with a value of USD 0,05 and the treatment T₁ (Gibberellic acid 0 ppm + 6 Hours of immersion) it presented the biggest value in USD 0,10 of cost of production.

To achieve that the seeds of Rampur lima they germinate to the 11,56 days, it is recommended to apply 600 gibberellic acid ppm + 14 hours of immersion.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático, desde entonces hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debidas a la selección natural y a hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre. La dispersión de los cítricos desde sus lugares de origen se debió fundamentalmente a los grandes movimientos migratorios de la humanidad.

Los cítricos son un conjunto de especies, que pertenecen al género citrus, desempeñan un papel destacado en la alimentación de muchas personas en el mundo entero. Una característica del género es la presencia, en todos los órganos de la planta de un aceite esencial que le da su olor característico. Las especies que engloba este grupo proporcionan notables cantidades de vitamina C, minerales (calcio y fósforo).

La provincia de Napo es muy conocida por su producción agrícola, los frutales son una fuente de ingresos significativa en esta zona, siendo la explotación de Rampur lima (*Citrus aurantifolia*) entre ellos.

La gran importancia que tienen las semillas para el hombre es que pueden ser utilizadas cada año para obtener las distintas producciones vegetales. La reproducción sexual, o por semilla, es la forma básica mediante la cual las plantas mantienen sus poblaciones, se adaptan a las condiciones variables del medio ambiente y persisten a través del tiempo.

Tal vez el paso más difícil en el cultivo de Rampur lima, es su germinación a partir de semilla. Es por ello que se hace indispensable utilizar tecnología de propagación con hormonas inductoras de la germinación (giberelinas) que cumplen múltiples funciones entre ellas romper la dormancia de las semillas.

El agricultor de la zona de la cuenca del Napo, influenciado por el comercio y las adversidades climáticas típicas de la región Oriental, ha sido un eterno consumidor de plantas y portainjertos de cítricos propagados en la región Sierra;

lo que ha hecho que estos materiales vegetativos sean los portadores de nuevas plagas y enfermedades, así como también estas plantas y portainjertos sufren de estrés en reacción al cambio brusco de clima.

La presente investigación, va encaminada a dirigir soluciones de germinación de semillas de Rampur lima, utilizando ácido giberélico y poder ofertar al mercado una producción de plantas portainjertos aclimatada a la misma zona, con un menor costo de propagación. También tiene la proyección de que los cultivadores de Rampur lima de la región Oriental ya no adquieran las plantas y portainjertos de otras zonas climáticas y así evitar el contagio de plagas y enfermedades.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Determinar el comportamiento agronómico en la germinación de semilla de Rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

1.2.2. Específicos

- Evaluar en qué nivel de giberelina y tiempo de inmersión, la germinación de las semillas de Rampur lima se obtiene los mejores resultados.
- Realizar un análisis económico de costo de producción a los tratamientos en estudio.

1.3. Hipótesis

El tratamiento T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión) dará mayor aceleración en la germinación de semillas de Rampur lima (*Citrus aurantifolia*).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. Rampur lima (*Citrus aurantifolia*)

2.1.1.1. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Division: Mangoliophyta

Clase: Gagnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: sapindales

Familia: Rutaceae

Género: Citrus

Especie: Aurantifolia

Nombre científico: *Citrus aurantifolia*

Nombre vulgar: Limón mandarina, Limón colima, Limón criollo, Lima acida, Lima Gallega. **Sánchez (2005).**

2.1.1.2. Descripción Botánica

El Rampur lima es un árbol pequeño o arbusto de 4 a 5 m de altura, con tronco a menudo torcido y posee ramas con espinas axilares cortas y duras. **Durán (2003).**

Hojas oblongo-ovales o elíptico-ovales de 2,5 a 9 cm de longitud y 1,5 a 5,5 cm de ancho. Base redondeada y ápice ligeramente recortado. Márgenes ligeramente crenulados. Pecíolos notablemente alados. **Durán (2003).**

Flores blancas de 1,5 a 2,5 cm de diámetro, fragantes, que se disponen en inflorescencias axilares de 1 a 7 flores. **Durán (2003).**

Frutos ovales o globosos con un ápice ligeramente deprimido, de color verde oscuro al principio pasando a verde amarillento o amarillo en la madurez. Mide

3,5 a 5 cm de diámetro o más. Su piel es delgada y se rompe fácilmente. La pulpa es verdosa, jugosa, muy ácida. **Durán (2003).**

Semillas pequeñas, ovales altamente poliembriónicas (producen dos o más plantas por semilla). Fue introducida en América desde los primeros viajes de Colón. **Durán (2003).**

2.1.1.3. Origen

El origen histórico del cítrico se encuentra hace unos veinte millones de años, en la era terciaria, pero aquellas variedades, poco se parecen a las actuales naranjas dulces. **Albrigo y Devices (2001).**

Los cítricos se cultivan desde hace más de 4.000 años. Sus frutos al parecer atrajeron la atención de los pobladores primitivos, quienes se encargaron de cultivarlos mucho tiempo antes de que aparecieran en los países europeos a donde fueron llevados por los primeros viajeros gracias a la cautivante apariencia de su fruta y sus flores. **Albrigo y Devices (2001).**

Las numerosas especies del género Citrus provienen de las zonas tropicales y subtropicales de Asia y del archipiélago Malayo. El área comúnmente asociada a su origen se encuentra ubicada en el sudeste de Asia, incluyendo el este de Arabia este de Filipinas y desde el Himalaya al sur hasta Indonesia. **Albrigo y Devices (2001).**

El cultivo de este cítrico se lo viene realizando desde hace más 40 años en la provincia de Napo, convirtiéndose en eje de la economía local. **Albrigo y Devices (2001).**

2.1.1.4. Zonas de producción

Este cítrico se lo cultiva en los valles cálidos de la sierra, valles secos de la costa y ciertas zonas amazónicas: Tungurahua, Manabí, Península de Santa Elena,

Santa Isabel, Puerto Quito, Echeandia, Chota, Guayllabamba, San José de Minas, Tumbaco, Puyo, Macas, Nueva Loja, Napo y Tena. **Puente (2006).**

2.1.1.5. Exigencias en clima y suelo

- Clima: Cálido y templado.
- Temperatura: Desde 18 a 29°C promedio.
- Humedad: Entre 40 a 70%.
- Precipitación: Entre 900 a 1.200 mm anuales bien distribuidos.
- Altitud: De 40 a 1.500 m.s.n.m. para evitar enfermedades de raíces.
- Tipo de Suelo: Suelos profundos, bien aireados franco arenosos, con alto contenido de materia orgánica.
- pH: Neutro a ligeramente ácido (5,5 a 6,5). **Puente (2006).**

2.1.1.6. Sistemas de propagación

En teoría en los cítricos es posible la propagación sexual mediante semillas que son apomícticas (poliembriónicas) y que vienen saneadas. No obstante la reproducción a través de semillas presenta una serie de inconvenientes: dan plantas que tienen que pasar un período juvenil, que además son bastante más vigorosas y que presentan heterogeneidad. Por tanto, es preferible la propagación asexual y en concreto mediante injerto de escudete a yema velando en el mes de marzo, dando prendimientos muy buenos. **Avilán, Velarde y Meneses (2003).**

El estaquillado es posible en variedades de algunas especies, mientras que todas las especies se pueden micropropagar, pero en ambos casos solamente se utilizarán como plantas madre para posteriores injertos. **Morín (2005).**

Para fines comerciales los cítricos se reproducen por medio de injerto. Los injertos más usados para reproducir son el de yema en T o el de enchape lateral con púa. El injerto se realiza en un arbolito del patrón cuyo diámetro del tallo es de 1 ó 2 cm, en la parte alta pero madura. **Marcondes (2001).**

2.1.2. Fisiología de la germinación de semillas

2.1.2.1. Maduración de las semillas

Cuando el embrión está diferenciado, en la planta madre, cesa el flujo de sustancias de reserva al endosperma o a los cotiledones y comienza una fase de deshidratación (salida activa de agua de la semilla) que desconecta a la semilla de la planta. Esto se acelera por temperaturas elevadas, potenciales agua de la atmósfera muy negativos (muy seca) o vientos fuertes. En este estado la semilla está fisiológicamente madura y por lo general se separa de la planta madre. **Campos (2000).**

En el proceso de maduración, la semilla adquiere un estado fisiológico y estructural que le otorga resistencia para condiciones ecológicas adversas: un metabolismo muy reducido (respiración aeróbica y fermentación) debido a la deshidratación celular y a la inactivación y desaparición de enzimas. Hay también cambios estructurales reversibles en el citoplasma: reducción del número de mitocondrias, modificaciones en la estereoisomería de las proteínas, etc. **Alvarado (2001).**

2.1.2.2. Germinación

La germinación es el evento que marca la transición entre dos estados de desarrollo de la planta: la semilla y la plántula. Es el conjunto de procesos que se inician con la imbibición de la semilla y finaliza cuando una porción del embrión emerge por la cubierta de la misma. **Piriz y Fassola (2000).**

En el agronómico cuando todas las partes de la plántula emergen del suelo viables y sanas, lo que en realidad se denominaría emergencia. La activación del embrión puede comenzar cuando la semilla es colocada bajo condiciones apropiadas (variables según la especie), esto es: un suministro adecuado de oxígeno y humedad, un rango apropiado de temperatura, ausencia de inhibidores y en algunos casos, exposición a la luz. **Vásquez (2005).**

En el lenguaje botánico una semilla se considera germinada cuando la radícula o hipocótilo emerge por la cubierta seminal. **Vásquez (2005).**

Los procesos involucrados en la germinación son: Imbibición con agua, síntesis y activación de sistemas enzimáticos, alargamiento de la radícula y crecimiento de la plúmula. **Chaves y Mugridge (2007).**

2.1.2.2.1. Pureza.- Es el porcentaje en peso de las semillas puras respecto al peso total de la muestra. **Eira y Salomao (2000).**

2.1.2.2.2. Poder germinativo (% de germinación).- Es el porcentaje de semillas germinadas en condiciones favorables en laboratorio **Piriz et al. (2001).**

2.1.2.2.3. Energía germinativa.- Representa la vitalidad del lote de semillas, se expresa en velocidad o habitualmente en porcentaje. **Chaves y Mugridge (2007).**

2.1.2.2.4. Vigor.- Es la suma de todos los atributos inherentes a las semillas que permiten obtener una adecuada cantidad de plántulas en condiciones desfavorables de campo. **Vásquez (2005).**

2.1.2.2.5. Viabilidad.- Una semilla viable es aquella que tiene su embrión sano y potencial capacidad germinativa. **Piriz y Fassola (2000).**

2.1.2.3. Dormancia

Muchas semillas viables no germinan cuando se las coloca en condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno. **Gonzáles y Aristizábal (2002).**

La germinación puede demorarse días, semanas o meses. Dichas semillas se encuentran en estado de dormancia. **Gonzáles y Aristizábal (2002).**

2.1.2.3.1. Dormancia primaria o innata.- Aparece en el momento del desprendimiento de la planta madre y opera de tal forma que impide la germinación vivípara de la semilla. **Tobar (2000).**

2.1.2.3.2. Dormancia secundaria o inducida.- Aparece luego de la maduración de la semilla como respuesta a un factor ambiental estresante y perdura aún luego de la desaparición de dicho factor. La entrada en este estado de dormición ocurre posteriormente a la formación de la semilla y luego del desprendimiento de la planta madre. **Tobar (2000).**

Una vez madura, la semilla es desprendida de la planta madre, tornándose un organismo autónomo, pues tiene en su estructura un embrión que, en condiciones adecuadas de ambiente, se desenvolverá, originando una plántula. No obstante, como esto no siempre ocurre, la pregunta es: porque las semillas de algunas especies no germinan, inclusive cuando son sembradas en condiciones adecuadas de humedad y temperatura. **Aquila y Ferreira (2000).**

La respuesta puede parecer simple, porque ya están en proceso avanzado de deterioración, que culmina con la muerte del embrión o, entonces, están durmientes. En el primer caso, las semillas absorben agua, pero no completan las actividades metabólicas esenciales para el crecimiento del eje embrionario, o sea, no originan una plántula completa con raíz y parte aérea. La germinación solamente ocurrirá cuando tal restricción sea superada, lo que en la naturaleza puede llevar días, meses o años, según la especie. **Aquila y Ferreira (2000).**

El fenómeno de la dormancia es común, principalmente en semillas de determinadas hortalizas y forrajeras, algunas fruteras y de especies arbóreas y ornamentales, que no germinan después de la cosecha debido a los mecanismos internos, de naturaleza física o fisiológica, que bloquean la germinación. Estos mecanismos son genéticos y acontecen durante el ciclo de vida de la especie, acumulación de horas frío durante la maduración de la semilla, de modo que, después de la dispersión, la semilla todavía no estará apta para germinar. Ésta dormancia, que se instala en la fase de maduración de la semilla, es denominada

primaria. No obstante, en algunas especies, el bloqueo a la germinación se establece luego de la dispersión de la semilla, inducido por ciertas condiciones de estrese o por un ambiente desfavorable a la germinación, caracterizando otro tipo de dormancia, denominada secundaria. **Chandler (2001).**

La dormancia es un fenómeno complejo que sucede en las plantas que con seguridad está controlado por hormonas naturales, temperatura y humedad. **Jackson y Looney (2003).**

A medida que transcurre el ciclo de invierno, las semillas se muestran menos sensibles a ser estimuladas para crecer; llegan a un punto en que no responderán a ningún estímulo externo; es decir, existe una condición interna de inhibición que sólo puede terminarse si la semilla es expuesta a bajas temperaturas por determinado tiempo, el cual es específico para cada especie y cultivar. **Westwood (2000).**

2.1.2.4. Procesos de dormancia

Conocer las causas o los mecanismos de dormancia auxilia tanto en la definición de la necesidad o no de utilizar tratamientos específicos, como también en la definición del método más eficiente para cada especie. **Cunha (2005).**

Para facilitar el entendimiento de los procesos de dormancia, podemos considerar que, básicamente, son tres los mecanismos presentes en la naturaleza. **Cunha (2005).**

2.1.2.4.1. Dormancia física.- Relacionada a la impermeabilidad del envoltorio de la semilla. **Cunha (2005).**

2.1.2.4.2. Dormancia fisiológica.- Relacionada a los procesos fisiológicos que bloquean el crecimiento del embrión. **Cunha (2005).**

2.1.2.4.3. Dormancia morfológica.- Relacionada al embrión inmaduro. Algunas especies presentan el envoltorio impermeable al agua, debido a la presencia de

lignina, suberina y otros compuestos, siendo necesario romperlos y tornarlos más permeables. **Cunha (2005).**

2.1.2.5. Letargo

El término letargo se emplea para indicar la suspensión o detención del crecimiento visible, de manera temporal, de yemas o semillas, sin importar la causa que lo provoca. **González y Aristizábal (2002).**

El letargo de acuerdo con el origen que lo causa, puede ser de tres clases diferentes. **García (2003).**

2.1.2.5.1. Ecodormancia o quiescencia.- Es la detención del crecimiento, que tiene lugar debido a causas externas desfavorables, como pueden ser inapropiadas condiciones de temperatura o de humedad. **García (2003).**

Este tipo de letargo está, entonces bajo el control exógeno y cuando la causa que lo provoca desaparece, el crecimiento se reanuda. **García (2003).**

2.1.2.5.2. Paradormancia o inhibición correlativa.- Cuando el letargo es debido a condiciones internas pero los factores que lo determinan son producidos en otro órgano. **García (2003).**

Es el caso de una yema lateral que debido a la dominancia apical se encuentra inhibida por la yema terminal, al eliminarse ésta última, se rompe la inhibición de aquella. **García (2003).**

2.1.2.5.3. Endodormancia o reposo.- Es la suspensión del crecimiento originada por causas internas, y que tiene lugar aun cuando las condiciones externas o ambientales sean favorables. Su regulación está bajo control endógeno. **García (2003).**

2.1.2.6. Longevidad y almacenamiento

La vida de las semillas varía desde pocas semanas hasta miles de años, pero raramente es mayor de unas cuantas décadas. Las semillas que no se encuentran bajo condiciones ambientales favorables para germinar mueren tan pronto como su contenido de agua baja del valor original del 60% hasta el 30-44%. Las semillas de plantas cultivadas viven unos cuantos años en condiciones ordinarias de almacenamiento, especialmente con bajas temperaturas y bajas concentraciones de oxígeno, lo que hace disminuir la respiración y otros procesos fisiológicos que llevan al deterioro de las semillas, prolongando así su viabilidad. La presencia de cubiertas duras favorece el almacenamiento y la longevidad. En algunas especies, al estado de dormición innato del embrión se suma o refuerza la estrategia adaptativa de presentar una cubierta resistente a los cambios de temperatura, humedad y protección de la luz. **Álvarez (2003).**

2.1.3. Rompimiento del letargo

La humedad, temperatura y luminosidad estimulan la ruptura del letargo de las semillas, dependiendo de la especie y de la variedad, esto es equivalente al momento en el que en condiciones naturales la planta ha superado el periodo de riesgo, entonces las yemas y semillas ya pueden brotar. **Edwards (1987).**

La ruptura del letargo es una práctica necesaria en regiones donde se siembran cultivos en sucesión. La finalización del letargo de las semillas puede ser inducida mediante tratamientos químicos. **Neiker (2010).**

Las hormonas se usan a veces en laboratorio y en invernáculo para acelerar la germinación de semillas que de otro modo permanecerían en letargo. **Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002).**

El ácido giberélico promueve la germinación de las semillas (ruptura del letargo) y la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación. Así como también estimula el crecimiento de tallos y raíces de las plantas mediante la estimulación de la división y elongación celular. **Garcidueñas (2005).**

2.1.4. Hormonas

Las hormonas pertenecen al grupo de los mensajeros químicos, que incluye también a los neurotransmisores. A veces es difícil clasificar a un mensajero químico como hormona o neurotransmisor. **Marcondes (2001).**

Todos los organismos multicelulares producen hormonas, incluyendo las plantas (fitohormona). Las hormonas más estudiadas en animales y humanos son las producidas por las glándulas endocrinas, pero también son producidas por casi todos los órganos humanos y animales. **Marcondes (2001).**

Las plantas segregan sustancias en muy baja concentración, con una función fisiológica concreta, y que se transportan muy fácilmente a través de los vasos conductores. **Croteau y Kutchan (2000).**

Las hormonas vegetales son compuestos orgánicos de bajo peso molecular que coordinan el crecimiento y desarrollo de las plantas. **Morejón y Portilla (2004).**

Las fitohormonas o también llamadas hormonas vegetales descubiertas por Nicolás Andrés Cerón Hernández. Son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. **Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002).**

Pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través de los vasos xilemáticos y floemáticos. Las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación de semillas. **Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002).**

2.1.4.1. Ácido giberélico (GA3)

Son hormonas que estimulan el crecimiento de la planta, actuando sinérgicamente con las auxinas. El ácido giberélico es la hormona más conocida de esta clase de compuestos. **Marcondes (2001).**

Las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular (incrementa el número de células y la longitud de las mismas). Inducen el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos. **Azcon-Bieto y Talon (1996).**

El ácido giberélico es una muy potente hormona cuya presencia natural en plantas controla su desarrollo. Sabiéndose de su poder regulatorio, las aplicaciones de muy bajas concentraciones pueden resultar en profundos efectos, mientras que muy altas pueden dar el efecto opuesto. Se lo usa generalmente en concentraciones de 0,01 a 10 mg/L. **Hidalgo y Valencia (2008).**

Ácido giberélico (AG3) es un fitorregulador de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula el desarrollo de las plantas. **Garcidueñas (2005).**

El ácido giberélico es una hormona que estimula la brotación de los tejidos apicales y la germinación de semillas. **Hartmann y Kester (1998).**

2.1.4.2. Modo de acción

Las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular (incrementa el número de células y la longitud de las mismas). **Azcon-Bieto y Talon (1996).**

Inducen el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos. **Azcon-Bieto y Talon (1996).**

Las giberelinas activan genes que sintetizan, el cual favorece la síntesis de enzimas hidrolíticos, como la α -amilasa, que desdobla el almidón en azúcares, dando así alimento al organismo vegetal. **Azcon-Bieto y Talon (1996).**

2.1.4.3. Absorción de la hormona

La permeabilidad controla la entrada de sales a la célula solamente si es causada por difusión. Las membranas celulares son diferencialmente permeables, por lo que permiten el paso selectivo de ciertas sustancias. Las hormonas si son solubles en lípidos, al asperjarlos sobre las plantas entran a las células y producen el efecto deseado. **Garcidueñas (2005).**

La absorción pasiva es causada por simple difusión, siguiendo un gradiente electroquímico, hasta obtener la condición de equilibrio. No requiere de energía metabólica. **Morejón y Portilla (2004).**

La difusión de un soluto a través de una membrana, depende de los siguientes factores:

- De la agitación térmica de las moléculas a difundir, del gradiente de concentración a través de la membrana y de la permeabilidad de la membrana, que está determinada por la solubilidad en el núcleo hidrofóbico de la doble capa lipídica de la membrana. **Marcondes (2001).**
- La absorción activa se realiza en contra de un gradiente electroquímico, de sitios de menor concentración hacia sitios de mayor concentración y requiere energía metabólica. La fuente principal de la energía metabólica es la hidrólisis del ATP aportado por la respiración. Este transporte se realiza en presencia de proteínas transportadoras o bombas que pueden transportar H^+ , Na^+ , Ca^{+2} , K^+ . **Marcondes (2001).**

En el transporte activo participan tres tipos de proteínas: Transportadores mono transportadores, mueven un solo soluto en una dirección. Por ejemplo, una

proteína que transporta el ion Ca^{+2} , que se encuentra en la membrana plasmática, mueve este ion hacia zonas de mayor concentración. Las proteínas cotransportadoras mueven dos iones en la misma dirección. Las proteínas de contratransporte mueven dos solutos en direcciones opuestas, muchas células tienen una bomba Na^+-K^+ , que mueven el potasio hacia el interior de la célula y el sodio hacia el exterior. **Marcondes (2001).**

Las características de la acumulación metabólica son muy complejas, sin embargo se pueden establecer las siguientes conclusiones: Las moléculas pequeñas y sin carga, pueden entrar las células rápidamente. Aquí podemos mencionar el H_2O , CO_2 y nitrógeno. Los otros nutrientes penetran las células ya sea como aniones (-) o cationes (+). **Krikorian (2001).**

La velocidad de entrada de Fe, Zn y Mn es lenta; sin embargo podemos decir que la entrada de muchos micronutrientes no ha sido bien estudiada. **Krikorian (2001).**

Durante la acumulación de nutrientes, se debe mantener la neutralidad eléctrica a ambos lados de la membrana, esto resulta en la interacción iónica que se observa comúnmente. Por ejemplo, si el catión rápido K^+ está presente junto al anión rápido NO_3^- , la velocidad de entrada de ambos iones es rápida, en consecuencia se expulsa un protón y un ion hidroxilo para mantener la electro neutralidad y el pH del medio no se altera. Sin embargo si el catión K^+ , está presente en una solución nutritiva con el anión SO_4^{-2} , que es lento, se expulsan más protones (H^+) que hidroxilos (OH^-) y el pH de la solución baja, acidificándose el medio. **Krikorian (2001).**

Cuando la absorción del anión excede la del catión, como en el caso del CaCl_2 , que el anión Cl^- , se absorbe más rápido que el calcio (Ca^{+2}), se expulsan de la raíz iones hidroxilos (OH^-), haciendo el medio básico. Cuando se cultivan plantas en soluciones hidropónicas, los cambios del pH son problemáticos; sin embargo los especialistas en nutrición mineral han tratado de superar este escollo diseñando soluciones nutritivas balanceadas, pero esto no ha sido fácil y todavía

se presentan cambios de pH indeseables, lo que ocasiona que se deban cambiar las soluciones nutritivas periódicamente, aumentando los costos de este cultivo. **Krikorian (2001).**

2.1.5. Sustrato

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. **Quesada y Méndez (2005).**

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento

Esta investigación se realizó en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia de Napo, en el km 51 de la vía Puyo-Tena, propiedad del Sr. Juan Manuel Acan Duche. Está ubicada en las coordenadas GPS, Latitud Sur de 1°11'3" y Longitud Oeste de 83°52'5" Hemisferio Sur; (WGS84 UTM 9868945 Norte y 180790 Este).

El desarrollo de esta investigación tuvo una duración de 40 días.

3.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó la investigación se puede ver en el cuadro 1.

CUADRO 1. Condiciones meteorológicas en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Parámetros	Promedio anual
Altitud (m.s.n.m.)	516
Temperatura (°C)	23
Humedad relativa (%)	75
Heliofanía (horas luz)	960
Precipitación (mm)	3.780

Fuente: Inamhi, Estación Meteorológica Puyo (2011).

3.3. Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados para esta investigación fueron:

CUADRO 2. Materiales y equipos en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Descripción	Cantidad
Materiales:	
Ácido giberélico Grenngibb 10% (g)	80
Agua destilada (L)	3
Balanza digital	1
Bandejas plásticas	36
Cámara de germinación	1
Captan (g)	50
Cyperpac (ml)	50
Flexómetro	1
Guantes quirúrgicos (pares)	9
Regadera	1
Sarán 75% (m ²)	4
Semillas de Rampur lima	720
Sustrato Klasman (kg)	6
Tarrinas plásticas	18
Útiles de oficina	1
Equipos:	
Cámara fotográfica	1
Computador	1

3.4. Factores en estudio

Los factores estudiados en esta investigación fueron:

3.4.1. Factor A

En el factor A se estudió 3 niveles de hormona.

CUADRO 3. Hormona en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Simbología	Hormona
H ₁	Ácido giberélico 0 ppm
H ₂	Ácido giberélico 300 ppm
H ₃	Ácido giberélico 600 ppm

3.4.2. Factor B

En el factor B se estudió 3 tiempos de inmersión de las semillas.

CUADRO 4. Tiempo de inmersión en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Simbología	Tiempo
T ₁	6 Horas de inmersión
T ₂	10 Horas de inmersión
T ₃	14 Horas de inmersión

3.5. Tratamientos

De la interacción de los factores en estudio se obtuvo los siguientes tratamientos:

CUADRO 5. Tratamientos en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Tratamiento	Factores	Descripción
T ₁	H ₁ T ₁	Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión
T ₂	H ₁ T ₂	Ácido giberélico 0 ppm + 10 Horas de inmersión
T ₃	H ₁ T ₃	Ácido giberélico 0 ppm + 14 Horas de inmersión
T ₄	H ₂ T ₁	Ácido giberélico 300 ppm + 6 Horas de inmersión
T ₅	H ₂ T ₂	Ácido giberélico 300 ppm + 10 Horas de inmersión
T ₆	H ₂ T ₃	Ácido giberélico 300 ppm + 14 Horas de inmersión
T ₇	H ₃ T ₁	Ácido giberélico 600 ppm + 6 Horas de inmersión
T ₈	H ₃ T ₂	Ácido giberélico 600 ppm + 10 Horas de inmersión
T ₉	H ₃ T ₃	Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión

3.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un D.C.A. (Diseño Completo al Azar) con arreglo factorial de 3 x 3 y 4 repeticiones.

CUADRO 6. Análisis de varianza en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Fuente de variación		Grados de libertad
Repetición	r-1	3
Factor A	A-1	2
Factor B	B-1	2
Factor AB	(A-1)(B-1)	4
Tratamiento	t - 1	8
Error experimental	(t-1)(r-1)	24
Total	t x r -1	35

3.7. Unidad experimental

Se utilizó por cada unidad experimental 20 semillas de Rampur lima (*Citrus aurantifolia*).

CUADRO 7. Esquema de las unidades experimentales en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Tratamientos	Unidad experimental # de semillas	Repetición	Total semillas
T ₁	20	4	80
T ₂	20	4	80
T ₃	20	4	80
T ₄	20	4	80
T ₅	20	4	80
T ₆	20	4	80
T ₇	20	4	80
T ₈	20	4	80
T ₉	20	4	80
TOTAL			720

3.8. Delineamiento experimental

El delineamiento experimental de la investigación fue:

CUADRO 8. Delineamiento experimental en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Parámetro	Cantidad
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	36
Largo de la unidad experimental (m)	0,22
Ancho de la unidad experimental (m)	0,22
Área de la unidad experimental (m ²)	0,0484
Área útil de la unidad experimental (m ²)	0,0484
Distancia entre tratamientos (m)	0,1
Área útil total (m ²)	1,74
Área total del ensayo (m ²)	17,11

3.9. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados obtenidos, se utilizó el Statistical Analysis System (SAS). Se empleó el procedimiento ADEVA para el análisis de varianza. Prueba de Tukey (0,05) para comparación de medias.

3.10. Variables evaluadas

Las variables estudiadas en esta investigación fueron:

3.10.1. Días a germinación

Durante los 40 días de la investigación, se registró el día en que la plúmula alcance el ras de la tierra, dicho día fue considerado como la variable estudiada; y, de los valores obtenidos en cada unidad experimental se sacó la media aritmética y se expresó en días a germinación.

3.10.2. Porcentaje de germinación (%)

Transcurridos 40 días, de forma visual se contó el número de semillas germinadas en cada unidad experimental; y, se expresó en porcentaje.

3.10.3. Número de hojas por planta

Cumplido 40 días se contó el número de hojas que brotaron de cada plántula y se obtuvo la media aritmética de cada unidad experimental; y, se expresó en número de hojas por planta.

3.10.4. Altura de las plantas (cm)

Transcurrido los 40 días de la investigación, con la ayuda de un flexómetro se midió la altura de las plantas en cada unidad experimental, se estimó la media aritmética; y, se expresó en centímetros.

3.11. Manejo del experimento

El manejo del experimento se lo realizó de la siguiente manera:

3.11.1. Selección de las semillas

Se seleccionó 720 semillas de Rampur lima (*Citrus aurantifolia*).

3.11.2. Preparación de diluciones

En 9 tarrinas plásticas se vertió 200 ml de agua destilada a cada una, en 3 de ellas solo se utilizó agua destilada para los tratamientos T₁ (Ácido giberélico 0 ppm + 6 horas de inmersión), T₂ (Ácido giberélico 0 ppm + 10 horas de inmersión), T₃ (Ácido giberélico 0 ppm + 14 horas de inmersión), en 3 tarrinas plásticas restantes se agregó la cantidad de ácido giberélico pesado en una balanza digital para la dilución de 300 ppm, establecido para los tratamientos T₄

(Ácido giberélico 300 ppm + 6 horas de inmersión), T₅ (Ácido giberélico 300 ppm + 10 horas de inmersión), T₆ (Ácido giberélico 300 ppm + 14 horas de inmersión); y, en las 3 últimas tarrinas se añadió la cantidad de ácido giberélico pesado en una balanza digital para la dilución de 600 ppm, establecido para los tratamientos T₇ (Ácido giberélico 600 ppm + 6 horas de inmersión), T₈ (Ácido giberélico 600 ppm + 10 horas de inmersión), T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 horas de inmersión).

3.11.3. Inmersión de las semillas en las diluciones

Para iniciar la inmersión se comenzó introduciendo 80 semillas de Rampur lima (*Citrus aurantifolia*) en cada tarrina plástica provista de las diluciones para los tratamientos de 14 horas de inmersión T₃ (Ácido giberélico 0 ppm + 14 horas de inmersión), T₆ (Ácido giberélico 300 ppm + 14 horas de inmersión) y T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 horas de inmersión). Después de 4 horas de iniciado la inmersión se introdujo 80 semillas de Rampur lima (*Citrus aurantifolia*) en cada tarrina plástica provista de las diluciones para los tratamientos de 10 horas de inmersión T₂ (Ácido giberélico 0 ppm + 10 horas de inmersión), T₅ (Ácido giberélico 300 ppm + 10 horas de inmersión) y T₈ (Ácido giberélico 600 ppm + 10 horas de inmersión). Posteriormente de transcurrido 8 horas de iniciada la inmersión se introdujo 80 semillas de Rampur lima (*Citrus aurantifolia*) en cada tarrina plástica provista de las diluciones para los tratamientos de 6 horas de inmersión T₁ (Ácido giberélico 0 ppm + 6 horas de inmersión), T₄ (Ácido giberélico 300 ppm + 6 horas de inmersión) y T₇ (Ácido giberélico 600 ppm + 6 horas de inmersión). Se esperó el lapso de 6 horas más y logró tener inmerso a los diferentes tratamientos por 14, 10 y 6 horas respectivamente.

3.11.4. Desinfección de las semillas

Para la desinfección se escurrió y se colocó las semillas en tarrinas plásticas separadas para cada tratamiento y se desinfectó con Captan 80% en relación de 5 g.kg⁻¹ de semilla.

3.11.5. Llenado de las bandejas plásticas

Las 36 bandejas plásticas perforadas en la base para el drenaje, se llenaron casi al ras de la superficie con sustrato Klasman para todos los tratamientos y repeticiones, luego se realizó un riego dejando el sustrato en capacidad de campo.

3.11.6. Siembra y conformación de las unidades experimentales

Se procedió a sembrar a 0,4 cm de profundidad 20 semillas de Rampur lima (*Citrus aurantifolia*) en cada unidad experimental de los diferentes tratamientos establecidos. Posteriormente las unidades experimentales se introdujeron en la cámara de germinación de acuerdo al diseño experimental estudiado.

3.11.7. Riego

Se realizó un riego inicial y posteriormente un riego por la mañana y otro por la tarde dejando el sustrato a capacidad de campo.

3.11.8. Controles fitosanitarios

Se realizó un control fitosanitario preventivo con Cyperpac 1 ml.L⁻¹ más Captan 2,5 g.L⁻¹ de agua.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y Discusión

4.1.1. Días a germinación

Una vez realizado el ADEVA de la variable días a germinación, registra diferencia altamente significativa para el factor A, que alcanzó una probabilidad de 0,0000**; y, una diferencia no significativa para el factor B, que alcanzó una probabilidad de 0,0795; así como también para AxB que obtuvo una diferencia estadística no significativa de 0,2900 (Anexo 2).

En la comparación de medias de la variable días a germinación, por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 9), sobresale una primera categoría para los tratamientos T₁ (Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión), T₂ (Ácido giberélico 0 ppm + 10 Horas de inmersión) y T₃ (Ácido giberélico 0 ppm + 14 Horas de inmersión) con valores que fluctúan desde 20,54 hasta 24,38 días. Seguido de una segunda y última categoría para los tratamientos T₄ (Ácido giberélico 300 ppm + 6 Horas de inmersión), T₅ (Ácido giberélico 300 ppm + 10 Horas de inmersión), T₆ (Ácido giberélico 300 ppm + 14 Horas de inmersión), T₇ (Ácido giberélico 600 ppm + 6 Horas de inmersión), T₈ (Ácido giberélico 600 ppm + 10 Horas de inmersión) y T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión) con valores que oscilan desde 11,56 hasta 12,72 días a germinación. Resultados que nos indican que los 6 últimos tratamientos citados no son los peores, sino son los que más pronto germinaron. Lo que concuerda a lo capitulado por **Garcidueñas (2005)**, quien expresa que el ácido giberélico promueve la germinación de las semillas (ruptura de la dormición) y la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación.

En los resultados alcanzados (Cuadro 9), indica que los tratamientos aplicados ácido giberélico en dosis de 300 y 600 ppm, son los que promovieron la germinación de las semillas de Rampur lima, resultados que confirman lo citado por **Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002)**, quienes enuncian que el ácido giberélico se usa a veces en laboratorio y en invernáculo para acelerar la germinación de semillas que de otro modo permanecerían en dormancia.

Por los resultados alcanzados se acepta la hipótesis planteada “El tratamiento T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión) dará mayor aceleración en la germinación de semillas de Rampur lima (*Citrus aurantifolia*)”.

CUADRO 9. Días a germinación en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Tratamiento		Días a germinación
T ₁	Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión	24,38 a
T ₂	Ácido giberélico 0 ppm + 10 Horas de inmersión	23,46 a
T ₃	Ácido giberélico 0 ppm + 14 Horas de inmersión	20,54 a
T ₄	Ácido giberélico 300 ppm + 6 Horas de inmersión	12,72 b
T ₅	Ácido giberélico 300 ppm + 10 Horas de inmersión	12,58 b
T ₆	Ácido giberélico 300 ppm + 14 Horas de inmersión	12,09 b
T ₇	Ácido giberélico 600 ppm + 6 Horas de inmersión	11,92 b
T ₈	Ácido giberélico 600 ppm + 10 Horas de inmersión	11,92 b
T ₉	Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión	11,56 b
Coeficiente de variación		11,19%

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

4.1.2. Porcentaje de germinación (%)

Realizado el ADEVA de la variable porcentaje de germinación (%), registra diferencia altamente significativa para el factor A, que alcanzó una probabilidad de 0,0000**; y, una diferencia altamente significativa para el factor B, que alcanzó una probabilidad de 0,0000**; así como también para AxB que obtuvo una diferencia estadística altamente significativa de 0,0000** (Anexo 3).

En la comparación de medias de la variable porcentaje de germinación (%), por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 10), sobresale una primera categoría para los tratamientos T₄ (Ácido giberélico 300 ppm + 6 Horas de inmersión), T₅ (Ácido giberélico 300 ppm + 10 Horas de inmersión), T₆ (Ácido giberélico 300 ppm + 14 Horas de inmersión), T₇ (Ácido giberélico 600 ppm + 6 Horas de

inmersión), T₈ (Ácido giberélico 600 ppm + 10 Horas de inmersión) y T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión) con valores que oscilan desde 91,25 hasta 95% de germinación. Seguido de una segunda y última categoría para los tratamientos T₁ (Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión), T₂ (Ácido giberélico 0 ppm + 10 Horas de inmersión) y T₃ (Ácido giberélico 0 ppm + 14 Horas de inmersión) con valores que fluctúan desde 58,75 hasta 62,50% de germinación.

El (Cuadro 10), demuestra que los tratamientos aplicados ácido giberélico, lograron romper la dormancia fisiológica de las semillas de Rampur lima, coincidiendo con lo expresado por **Cunha (2005)**, quien relaciona a la dormancia fisiológica con procesos fisiológicos que bloquean el crecimiento del embrión. Por lo antes dicho se ajusta a lo descrito por **Jackson y Looney (2003)**, quienes aseveran que la dormancia es un fenómeno complejo que sucede en las plantas que con seguridad está controlado por hormonas naturales.

CUADRO 10. Porcentaje de germinación (%) en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Tratamiento		Porcentaje de germinación (%)
T ₁	Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión	58,75 b
T ₂	Ácido giberélico 0 ppm + 10 Horas de inmersión	61,25 b
T ₃	Ácido giberélico 0 ppm + 14 Horas de inmersión	62,50 b
T ₄	Ácido giberélico 300 ppm + 6 Horas de inmersión	90,00 a
T ₅	Ácido giberélico 300 ppm + 10 Horas de inmersión	91,25 a
T ₆	Ácido giberélico 300 ppm + 14 Horas de inmersión	92,50 a
T ₇	Ácido giberélico 600 ppm + 6 Horas de inmersión	93,75 a
T ₈	Ácido giberélico 600 ppm + 10 Horas de inmersión	93,75 a
T ₉	Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión	95,00 a
Coeficiente de variación		7,01%

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

4.1.3. Número de hojas por planta

Una vez realizado el ADEVA de la variable número de hojas por planta, registra diferencia altamente significativa para el factor A, que alcanzó una probabilidad de 0,0000**; y, una diferencia altamente significativa para el factor B, que alcanzó una probabilidad de 0,0000**; así como también para AxB que obtuvo una diferencia estadística altamente significativa de 0,0000** (Anexo 4).

En la comparación de medias de la variable número de hojas por planta, por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 11), sobresale una primera categoría para los tratamientos T₇ (Ácido giberélico 600 ppm + 6 Horas de inmersión), T₈ (Ácido giberélico 600 ppm + 10 Horas de inmersión) y T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión), con valores que oscilan desde 2,52 hasta 2,58 hojas por planta. Seguido de una segunda categoría intermedia para el tratamiento T₆ (Ácido giberélico 300 ppm + 14 Horas de inmersión), con un valor de 2,42 hojas por planta. Una tercera categoría intermedia para los tratamientos T₄ (Ácido giberélico 300 ppm + 6 Horas de inmersión) y T₅ (Ácido giberélico 300 ppm + 10 Horas de inmersión), con valores de 2,36 y 2,38 hojas por planta respectivamente. Una cuarta categoría intermedia para el tratamiento T₃ (Ácido giberélico 0 ppm + 14 Horas de inmersión), con un valor de 2,16 hojas por planta. Una quinta y última categoría para los tratamientos T₁ (Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión) y T₂ (Ácido giberélico 0 ppm + 10 Horas de inmersión), con un valor de 2,15 hojas por planta.

Por los resultados obtenidos (Cuadro 11), se deduce que los tratamientos que logran alcanzar mayor número de hojas por planta son los aplicados ácido giberélico, concordando con **Hartmann y Kester (1998)**, quienes manifiestan que el ácido giberélico es una hormona que estimula la brotación de los tejidos apicales, efecto que sucedió en esta investigación.

El ácido giberélico aplicado en los tratamientos en dosis de 600 ppm, obtienen resultados superiores a los demás, conciliando a lo citado por **Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002)**, quienes afirman que las hormonas son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales en sitios

estratégicos de la planta y estas hormonas son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas, como en este caso la estimulación a que broten más hojas. Más aún si los tratamientos que alcanzaron mayor número de hojas por planta son los que germinaron primero, por lo tanto tuvieron más tiempo de desarrollo fisiológico.

CUADRO 11. Número de hojas por planta en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Tratamiento		Número de hojas por planta
T ₁	Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión	2,15 c
T ₂	Ácido giberélico 0 ppm + 10 Horas de inmersión	2,15 c
T ₃	Ácido giberélico 0 ppm + 14 Horas de inmersión	2,16 bc
T ₄	Ácido giberélico 300 ppm + 6 Horas de inmersión	2,36 abc
T ₅	Ácido giberélico 300 ppm + 10 Horas de inmersión	2,38 abc
T ₆	Ácido giberélico 300 ppm + 14 Horas de inmersión	2,42 ab
T ₇	Ácido giberélico 600 ppm + 6 Horas de inmersión	2,52 a
T ₈	Ácido giberélico 600 ppm + 10 Horas de inmersión	2,58 a
T ₉	Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión	2,58 a
Coeficiente de variación		4,56%

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

4.1.4. Altura de las plantas (cm)

Realizado el ADEVA de la variable altura de las plantas (cm), registra diferencia altamente significativa para el factor A, que alcanzó una probabilidad de 0,0000**; y, una diferencia no significativa para el factor B, que alcanzó una probabilidad de 0,1525; así como también para AxB que obtuvo una diferencia estadística altamente significativa de 0,0000** (Anexo 5).

En la comparación de medias de la variable altura de las plantas (cm), por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 12), sobresale una primera categoría para los tratamientos T₄ (Ácido giberélico 300 ppm + 6 Horas de inmersión), T₅ (Ácido

giberélico 300 ppm + 10 Horas de inmersión), T₆ (Ácido giberélico 300 ppm + 14 Horas de inmersión), T₇ (Ácido giberélico 600 ppm + 6 Horas de inmersión), T₈ (Ácido giberélico 600 ppm + 10 Horas de inmersión) y T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión) con valores que oscilan desde 4,62 hasta 5,15 centímetros. Seguido de una segunda y última categoría para los tratamientos T₁ (Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión), T₂ (Ácido giberélico 0 ppm + 10 Horas de inmersión) y T₃ (Ácido giberélico 0 ppm + 14 Horas de inmersión) con valores que fluctúan desde 3,47 hasta 3,83 centímetros de altura de las plantas.

Revisando los resultados (Cuadro 12), muestra que en los tratamientos aplicados ácido giberélico en dosis de 300 y 600 ppm, la altura de las plantas es mayor en comparación con los tratamientos sin aplicación, resultados que confirman lo estipulado por **Morejón y Portilla (2004)**, quienes manifiestan que el ácido giberélico es una hormona vegetal y compuestos orgánico de bajo peso molecular que coordinan el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Por los resultados logrados, también se pacta con lo citado por **Garcidueñas (2005)**, quien expresa que el ácido giberélico estimula el crecimiento de tallos y raíces de las plantas mediante la estimulación de la división y elongación celular.

Así como también mediante los resultados alcanzados (Cuadro 12), se conviene con **Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002)**, quienes afirman que ácido giberélico es una hormona vegetal que controla un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación de semillas.

Por último y referente al superior crecimiento de las plantas en los tratamientos aplicados ácido giberélico, se concuerda con lo expresado por **Marcondes (2001)**, el que manifiesta que ácido giberélico es una hormona que estimula el crecimiento de la planta, actuando sinérgicamente con las auxinas.

CUADRO 12. Altura de las plantas (cm) en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Tratamiento		Altura de las plantas (cm)
T ₁	Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión	3,47 b
T ₂	Ácido giberélico 0 ppm + 10 Horas de inmersión	3,55 b
T ₃	Ácido giberélico 0 ppm + 14 Horas de inmersión	3,83 b
T ₄	Ácido giberélico 300 ppm + 6 Horas de inmersión	4,62 a
T ₅	Ácido giberélico 300 ppm + 10 Horas de inmersión	4,65 a
T ₆	Ácido giberélico 300 ppm + 14 Horas de inmersión	4,66 a
T ₇	Ácido giberélico 600 ppm + 6 Horas de inmersión	5,03 a
T ₈	Ácido giberélico 600 ppm + 10 Horas de inmersión	5,04 a
T ₉	Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión	5,15 a
Coeficiente de variación		4,98%

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey p=0,05).

4.1.5. Análisis económico

Se realizó un análisis económico de costo de producción de los tratamientos a 1.000 semillas de Rampur lima, mediante la siguiente fórmula:

$$CP = \frac{CTA}{NSG}, \text{ dónde:}$$

CP: Costo de producción

CTA: Costo total de aplicación

NSG: Número de semillas germinadas

En el análisis económico (Cuadro 13) nos da como resultado el menor costo de producción con un valor de U\$D 0,05 los tratamientos T₄ (Ácido giberélico 300 ppm + 6 Horas de inmersión), T₅ (Ácido giberélico 300 ppm + 10 Horas de inmersión), T₆ (Ácido giberélico 300 ppm + 14 Horas de inmersión), T₇ (Ácido

giberélico 600 ppm + 6 Horas de inmersión), T₈ (Ácido giberélico 600 ppm + 10 Horas de inmersión) y T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión). Seguidos con un costo de producción de U\$D 0,09 los tratamientos T₂ (Ácido giberélico 0 ppm + 10 Horas de inmersión) y T₃ (Ácido giberélico 0 ppm + 14 Horas de inmersión). Y el costo más alto de producción con un valor de U\$D 0,10 el tratamiento T₁ (Ácido giberélico 0 ppm + 6 Horas de inmersión),

CUADRO 13. Análisis económico en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Concepto	Tratamiento								
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
Ácido giberélico	0,00	0,00	0,00	0,54	0,54	0,54	1,08	1,08	1,08
Agua destilada	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Bandeja germinadora	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Cámara de germinación	1,15	1,10	0,95	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,55
Instrumental de laboratorio	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Mano de obra	31,25	30,00	26,25	16,25	16,25	16,25	15,00	15,00	15,00
Semilla de Rampur lima	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Sustrato	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Tarrina plástica	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Costo total de aplicación (USD)	58,64	57,34	53,44	43,63	43,63	43,63	42,87	42,87	42,87
Número de semillas germinadas	588	613	625	900	913	925	938	938	950
Costo de producción/planta (USD)	0,10	0,09	0,09	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La aplicación de ácido giberélico en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión, si influye en los días a germinación.
- La aplicación de ácido giberélico en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión, si influye en porcentaje de germinación.
- La aplicación de ácido giberélico en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión, si influye en el número de hojas por planta.
- La aplicación de ácido giberélico en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión, si influye en la altura de las plantas.
- El mejor tratamiento en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión, es el T₉ (Ácido giberélico 600 ppm + 14 Horas de inmersión).

5.2. Recomendaciones

- Para obtener semillas germinadas de Rampur lima en 11,56 días en condiciones climáticas del cantón Carlos Julio Arosemena Tola, se recomienda aplicar 600 ppm de ácido giberélico + 14 horas de inmersión y como alternativa 600 ppm de ácido giberélico + 10 horas de inmersión.
- Para alcanzar un 95% de germinación de semillas Rampur lima en condiciones climáticas del cantón Carlos Julio Arosemena Tola, se recomienda aplicar 600 ppm de ácido giberélico + 14 horas de inmersión y como alternativa 600 ppm de ácido giberélico + 10 horas de inmersión.
- Para conseguir plantas con 2,58 número de hojas en germinación de semillas de Rampur lima en condiciones climáticas del cantón Carlos Julio Arosemena Tola, se recomienda aplicar 600 ppm de ácido giberélico + 14 horas de inmersión y como alternativa 600 ppm de ácido giberélico + 10 horas de inmersión.
- Para alcanzar una altura de plantas de 5,15 centímetros de longitud en germinación de semillas de Rampur lima en condiciones climáticas del cantón Carlos Julio Arosemena Tola, se recomienda aplicar 600 ppm de ácido giberélico + 14 horas de inmersión y como alternativa 600 ppm de ácido giberélico + 10 horas de inmersión.
- Para obtener un menor costo de producción en germinación de semillas de Rampur lima en condiciones climáticas del cantón Carlos Julio Arosemena Tola, se recomienda aplicar 600 ppm de ácido giberélico + 14 horas de inmersión y como alternativa 600 ppm de ácido giberélico + 10 horas de inmersión.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

- Albrigo, L; Devices, F. 2001. Cítricos. Segunda Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pp. 58 - 127.
- Alvarado, H. 2001. Factibilidad agroclimática de la producción de frutales deciduos, en el valle de Quetzaltenango. Tesis MSc. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Quetzaltenango, Guatemala. Pp. 70.
- Álvarez, R. 2003. Efecto de la densidad de plantación del ciruelo (*Prunus domestica*) en el crecimiento en condiciones de campo. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de la República de Uruguay. Tacuarembó, Uruguay. Pp.91 - 93.
- Aquila, M; Ferreira A. 2000. Germinação de sementes escarificadas de *Prunus pérsica* em solo. Ciencia e Cultura. Lisboa, Portugal. Pp. 583 - 589.
- Avilán, I; Velarde, C; Meneses, L. 2003. Distribucion del sistema radical de los patrones de cítricos naranjo agrio (*Citrus aurantium l*) cleopatra (*C. resnii*) y volkameriana (*C. volkameriana*). Consultado el 01 de marzo del 2012. Disponible en: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/>
- Azcon-Bieto, J; Talon, M. 1996. Fisiología y bioquímica vegetal. Segunda Edición. Interamericana Mc Gram-Hill. Madrid, España. Pp. 239 - 242.
- Campos, J. 2000. Producción forzada de durazno. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agrobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. Pp. 24 - 26.
- Croteau, R; Kutchan, T. 2000. Natural products (Secondary Metabolites). En: Buchanan, Gruissem, Jones (editores). Biochemistry and Molecular Biology

of Plants. American society of plant physiologists. Rockville, Maryland, Estados Unidos. Capítulo 24. Pp. 397 - 640.

Cunha, D. 2005. Dormancia en semillas. Consultado el 08 de diciembre del 2011. Disponible en: http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed94/artigocapa94_esp.shtml

Chandler, W. 2001. Chilling requirement for opening buds on deciduous orchard trees and some other plants in California. (Bulletin 611). California, EUA. Pp. 63 - 65.

Chaves, A., Mugridge, A. 2007. Conservación refrigerada de semillas de duraznero (*Prunus pérsica*). Misiones, Argentina. Pp.117 - 124.

Durán, L. 2003. Los cítricos y los patrones adecuados. Consultado el 01 de marzo del 2012. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/Agronomia/horticultura/propagacion/reprodasexual/lduran.doc><http://www.fonaiap.gov.ve/publica/divulga>

Edwards, G. 1987. Producing temperate-zone fruit at low latitudes: Avoiding rest and the chilling requirements. Acta Horticulturae 199. Australia. Pp. 1236 - 1239.

Eira, M; Salomao, A. 2000. Efeito de teor de agua sobre a germinação de sementes de duraznero (*Prunus pérsica*). Revista Brasileira de Sementes. Brasil. Pp. 71 - 75.

García, C. 2003. Efecto del manejo del riego sobre el crecimiento vegetativo de duraznero (*Prunus pérsica*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de la República de Uruguay. Tacuarembó, Uruguay. Pp. 103 - 105.

- Garcidueñas, M. 2005. Fisiología vegetal aplicada. 5 Edición. Interamericana McGraw Hill. México DF, México. Pp. 324 - 397.
- Gonzáles, H; Aristizábal, M. 2002. Efectos de la concentración y época de aplicación de cianamida hidrogenada sobre la brotación y el tamaño de los frutos de manzano (*Malus domestica* Borkh.) CV ANNA. Consultado el 07 de diciembre del 2011. Disponible en: <http://www.ciagrope.tripod.com/fitote08.html>
- Hartmann, H; Kester, D. 1998. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 6 Edición. Editorial Continental S.A. México. Pp. 136 - 170, 188 - 196, 219 - 236, 255 - 304, 319 - 360.
- Hidalgo, M; Valencia, A. 2008. Evaluación del efecto de dos inhibidores de crecimiento sobre la vida postcosecha, almacenamiento y características de fritura en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*). Tesis Ingeniero Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, EC. Pp. 5 - 21.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi). 2011. Anuarios. Consultado el 23 de noviembre 2011. Disponible en <http://www.inamhi.gob.ec>
- Jackson, D; Looney, N. 2003. Producción de frutas de climas templados y subtropicales. Segunda Edición. Zaragoza, España. Pp. 44 - 191.
- Krikorian, A. 2001. Propagación clonal *in vitro*. En: Cultivo de tejidos en la Agricultura. Fundamentos y Aplicaciones. CECI:CIAT. Costa Rica. Pp. 239 - 286.
- Marcondes, P. 2001. Manejo de florecimiento de la producción de lima ácida con reguladores de crecimiento. EAUFBA. San José, Costa Rica. Pp. 58 - 73.

- Morejón, R; Portilla, M. 2004. Establecimiento de las concentraciones óptimas de hormonas para el cultivo *in vitro* de ápices *Coffea arabica* L. Cultivos Tropicales. Costa Rica. Vol. 19, No. 2, Pp. 37 - 45.
- Morín, L. 2005. Cultivo de cítricos. Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San José. Costa Rica. Pp. 67 - 75.
- Naranjo, H; Mastrocola, N; Pumisacho, M. 2002. El cultivo de la papa en el Ecuador: Poscosecha. Quito, EC. Revista. INIAP-CIP. Pp. 46 - 73.
- Neiker, G. 2010. Métodos para acelerar el brotamiento de los tubérculos semillas. Consultado el 08 de diciembre del 2011. Disponible en <http://www.neiker.net.../patata/.../metodos>
- Piriz, V; Fassola, H. 2000. Empleo de bajas temperaturas en la conservación de semillas de duraznero (*Prunus pérsica*). Memorias del II Simposio sobre Avances en la producción de semillas en América Latina. Pp. 215 - 218.
- Piriz, V; Fassola, H; Chaves, A. y Mugridge, A. 2001. Influencia de la temperatura y composición de la atmósfera en la conservación de la capacidad germinativa de semillas de duraznero (*Prunus pérsica*) almacenadas por un período prolongado. Revista Latinoamericana. Pp. 163 - 178.
- Puente, C. 2006. Determinación de las características físicas y químicas del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle). Tesis Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra, Ecuador. Pp. 4 - 30.
- Quesada, G; Méndez, C. 2005. Análisis fisicoquímico de materias primas y sustratos de uso potencial en la elaboración de almácigos de hortalizas. Revista de Agricultura Tropical 35. Honduras. Pp. 81 - 115.
- Sánchez, C. 2005. Producción y comercialización de cítricos. Ediciones Ripalme. Lima, Perú. Pp. 25 - 111.

Tobar, M. 2000. Cianamida hidrogenada como compensador de frío y la práctica de anillado para adelantar época de cosecha, en el cultivo de melocotón (*Prunus pérsica*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Universidad Rafael Landívar. Quetzaltenango, Guatemala. Pp. 51.

Vásquez, C. 2005. El almacenamiento de semillas en la conservación de especies forestales. I.I.A.P.–U.L.A. Mérida, Venezuela. Pp. 239 - 246.

Westwood, M. 2000. Temperature-zone pomology, physiology and culture. Timber Press. 3 ed. Oregon, USA. Pp. 426.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Resultados de las variables analizadas en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Tratamiento	Repetición	Factor A	Factor B	Días a germinación	Porcentaje de germinación (%)
1	1	1	1	23,17	60
2	1	1	2	24,92	65
3	1	1	3	19,09	55
4	1	2	1	12,83	90
5	1	2	2	14,94	85
6	1	2	3	12,05	100
7	1	3	1	13,00	95
8	1	3	2	10,89	90
9	1	3	3	11,15	100
1	2	1	1	26,09	55
2	2	1	2	19,92	60
3	2	1	3	21,08	65
4	2	2	1	11,05	85
5	2	2	2	10,72	90
6	2	2	3	13,12	85
7	2	3	1	12,11	95
8	2	3	2	10,94	90
9	2	3	3	10,05	85
1	3	1	1	21,07	65
2	3	1	2	26,09	55
3	3	1	3	21,92	60
4	3	2	1	15,05	85
5	3	2	2	12,89	90
6	3	2	3	12,26	95
7	3	3	1	11,11	90
8	3	3	2	11,95	95
9	3	3	3	12,89	95
1	4	1	1	27,18	55
2	4	1	2	22,92	65
3	4	1	3	20,07	70
4	4	2	1	11,95	100
5	4	2	2	11,75	100
6	4	2	3	10,94	90
7	4	3	1	11,47	95
8	4	3	2	13,90	100
9	4	3	3	12,15	100

Continuación.....

Tratamiento	Repetición	Factor A	Factor B	Número de hojas por planta	Altura de las plantas (cm)
1	1	1	1	2,17	3,35
2	1	1	2	2,08	3,12
3	1	1	3	2,18	3,80
4	1	2	1	2,33	4,66
5	1	2	2	2,41	4,20
6	1	2	3	2,35	4,75
7	1	3	1	2,53	5,02
8	1	3	2	2,61	5,07
9	1	3	3	2,55	5,16
1	2	1	1	2,18	3,08
2	2	1	2	2,17	3,77
3	2	1	3	2,08	3,84
4	2	2	1	2,41	4,83
5	2	2	2	2,28	4,72
6	2	2	3	2,47	4,62
7	2	3	1	2,47	5,11
8	2	3	2	2,56	5,08
9	2	3	3	2,60	5,15
1	3	1	1	2,15	3,89
2	3	1	2	2,36	3,38
3	3	1	3	2,25	3,79
4	3	2	1	2,24	4,36
5	3	2	2	2,33	4,86
6	3	2	3	2,63	4,89
7	3	3	1	2,72	4,98
8	3	3	2	2,63	4,97
9	3	3	3	2,57	5,05
1	4	1	1	2,09	3,56
2	4	1	2	2,00	3,91
3	4	1	3	2,14	3,90
4	4	2	1	2,45	4,64
5	4	2	2	2,50	4,83
6	4	2	3	2,22	4,38
7	4	3	1	2,37	5,00
8	4	3	2	2,50	5,05
9	4	3	3	2,60	5,23

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable días a germinación en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Factor A	2	911,996	455,998	147,989	0,0000**
Factor B	2	17,160	8,580	2,785	0,0795
AB	4	16,191	4,048	1,314	0,2900
Error	27	83,195	3,081		
Total	35	1028,542			

Coeficiente de variación 11,19%

** = Altamente significativo.

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación (%) en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Factor A	2	8179,167	4089,583	123,546	0,0000**
Factor B	2	37,500	18,750	0,566	0,0000**
AB	4	8,333	2,083	0,063	0,0000**
Error	27	893,750	33,102		
Total	35	9118,750			

Coeficiente de variación 7,01%

** = Altamente significativo.

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Factor A	2	0,991	0,495	42,568	0,0000**
Factor B	2	0,012	0,006	0,510	0,0000**
AB	4	0,004	0,001	0,087	0,0000**
Error	27	0,314	0,012		
Total	35	1,321			

Coeficiente de variación 4,56%

** = Altamente significativo.

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable altura de las plantas (cm) en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Factor A	2	13,455	6,728	137,345	0,0000**

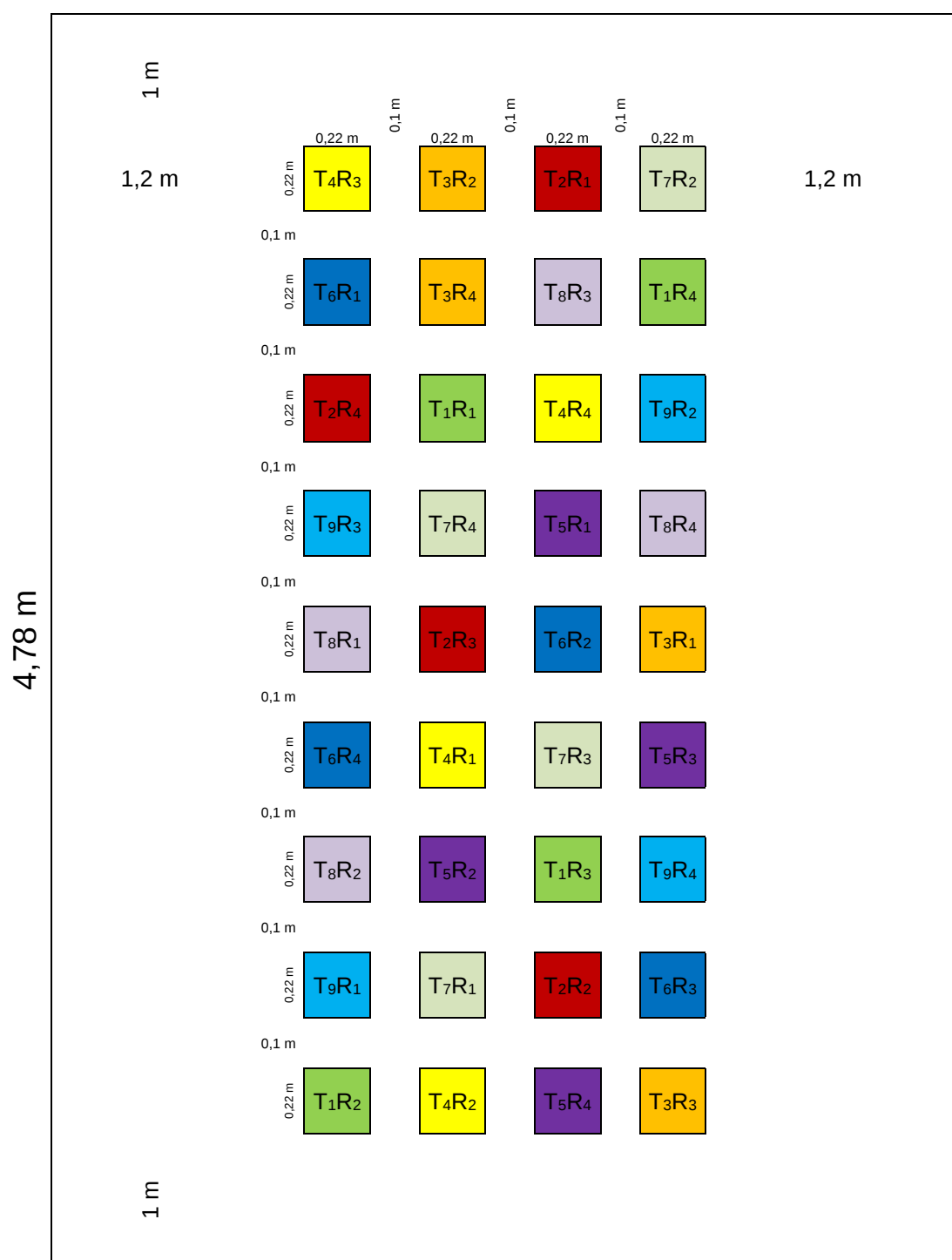
Factor B	2	0,198	0,099	2,018	0,1525
AB	4	0,133	0,033	0,677	0,0000**
Error	27	1,323	0,049		
Total	35	15,108			

Coeficiente de variación 4,98%

** = Altamente significativo.

Anexo 6. Croquis de ubicación de las parcelas en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

3,58 m



Anexo 7. Figuras de la investigación

Figura 1. Selección de las semillas en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 2. Preparación de diluciones en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 3. Inmersión de las semillas en las diluciones en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 4. Desinfección de las semillas en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 5. Llenado de las bandejas plásticas en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 6. Siembra y conformación de las unidades experimentales en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 7. Riego en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 8. Controles fitosanitarios en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 9. Días a germinación en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 10. Porcentaje de germinación (%) en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 11. Número de hojas por planta en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.



Figura 12. Altura de las plantas (cm) en germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión.

